

# Apontamentos e Resolução de Exercícios

---

## Índice

Álgebra de Boole .....	2
Circuitos Combinacionais .....	8
Mapas de Karnaugh .....	21
Códigos de Sistemas de Numeração .....	22
Aplicações de Códigos Binários .....	24
Elementos de Memória.....	30
Temporizadores e Contadores .....	36
EXAMES .....	47
Bibliografia .....	51

Se encontrares algum erro e quiseres ajudar a melhorar estes apontamentos, envia mail para [em06019@fe.up.pt](mailto:em06019@fe.up.pt).

## Álgebra de Boole

**A.B. 3.** Efectue as operações lógicas a seguir listadas sobre as palavras binárias  $A = 01010101$ ,  $B = 00000111$  e  $C = 10101010$ .

- a)  $\bar{A}$                       b)  $A + \bar{B}$                       c)  $A + C$                       d)  $ACB$   
 e)  $A \oplus CB$                       f)  $(A \oplus C)\bar{B}$                       g)  $\bar{A}\bar{C} + B$                       h)  $\overline{\overline{AC + B}}$

e)

A	C	B	CB	$A \oplus CB$
0	1	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	0
1	0	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	1	0	1

h)

A	C	B	$\bar{C} + \bar{B}$	$\overline{AC + B}$	$\overline{\overline{AC + B}}$
0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1

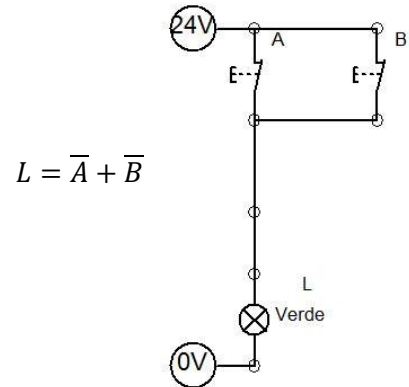
**A.B. 4.** Projectar um circuito electromecânico com duas variáveis de entrada (independentes) que materialize as seguintes funções lógicas:

- a) NÃO E      b) NÃO OU      c) OU EXCLUSIVO  
 d) NÃO OU EXCLUSIVO

a)

A	B	$\overline{AB}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

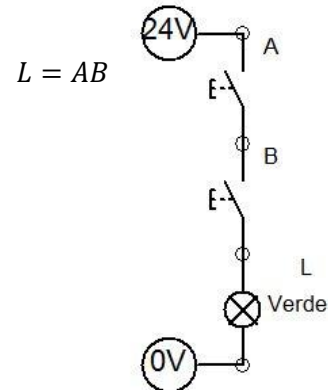
	A=1
	1
B = 1	0



b)

A	B	$\overline{AB}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

	A=1
	0
B = 1	1

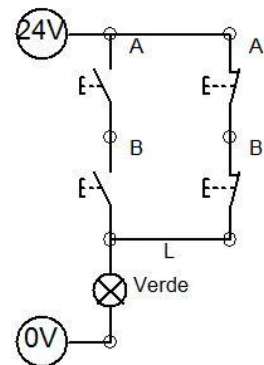


d)

A	B	$A \oplus B$	$\overline{A \oplus B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

	A=1
	1
B = 1	0

$L = AB + \overline{AB}$



**A.B. 5.** Considere a expressão lógica  $Y = A + B \cdot C \oplus D \oplus A + B \cdot \bar{A}$ . Determine o valor de  $Y$  para  $A = D = 1$  e  $B = C = 0$ .

$$Y = 1 + 0 \cdot 0 \oplus 1 \oplus 1 + 0 \cdot 0$$

$$Y = 1 + 0 \oplus 1 \oplus 1 + 0$$

$$Y = 1 \oplus 1 \oplus 1 + 0$$

$$Y = 0 \oplus 1 + 0$$

$$Y = 1 + 0$$

$$Y = 1 + 0$$

$$Y = 1$$

Notar que o produto tem prioridade sobre o “ou exclusivo”. (Produtos têm prioridades sobre somas)

**A.B. 7.** Através de manipulações algébricas e usando os postulados e os teoremas da Álgebra de Boole, verifique as seguintes igualdades:

$$\text{a) } (A + \bar{B} + A \cdot B) \cdot (A + \bar{B}) \cdot \bar{A} \cdot B = 0$$

$$\text{b) } (A + \bar{B} + A \cdot \bar{B}) \cdot (A \cdot B + \bar{A} \cdot C + B \cdot C) = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

$$\text{c) } \bar{A} \cdot B \cdot (\bar{D} + D \cdot \bar{C}) + (A + D \cdot \bar{A} \cdot C) \cdot B = B$$

$$\begin{aligned} \text{a) } & AA + A\bar{B} + A\bar{A} + AB + \bar{B}A + \bar{B}\bar{B} + \bar{B}\bar{A} + \bar{B}B + ABA + AB\bar{B} + ABA + ABB \\ & A + A\bar{B} + A\bar{A} + AB + \bar{B}A + \bar{B}\bar{B} + \bar{B}\bar{A} + \bar{B}B + ABA + AB\bar{B} + ABA + ABB \\ & A + A\bar{B} + 0 + AB + \bar{B}A + \bar{B}\bar{B} + \bar{B}\bar{A} + 0 + ABA + 0 + ABA + ABB \\ & A(1 + \bar{B} + B + \bar{B} + AB + AB + BB) + \bar{B}\bar{A} + \bar{B}\bar{B} \\ & A(B + B) \end{aligned}$$

$$\text{b) } A\bar{A} + AB + \bar{B}$$

a:  $X + \bar{X} = 1$  P4a:  $X + Y \cdot Z = (X + Y) \cdot (X + Z)$

b:  $X \cdot \bar{X} = 0$  P4b:  $X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$  |

T6a:	$\overline{X+Y} = \bar{X} \cdot \bar{Y}$	1º teorema de Morgan	T1:	$\overline{\bar{X}} = X$
T6b:	$\overline{X \cdot Y} = \bar{X} + \bar{Y}$	2º teorema de Morgan	T2a:	$X + X = X$
T7a:	$X \cdot Y + X \cdot \bar{Y} = X$		T2b:	$X \cdot X = X$
T7b:	$(X + Y) \cdot (X + \bar{Y}) = X$		T3a:	$X + 1 = 1$
T8a:	$X \cdot Y + \bar{X} \cdot Z + Y \cdot Z = X \cdot Y + \bar{X} \cdot Z$		T3b:	$X \cdot 0 = 0$
T8b:	$(X + Y) \cdot (\bar{X} + Z) \cdot (Y + Z) = (X + Y) \cdot (\bar{X} + Z)$		T4a:	$X + X \cdot Y = X$
T9a:	$X + \bar{X} \cdot Y = X + Y$		T4b:	$X \cdot (X + Y) = X$
T9b:	$X \cdot (\bar{X} + Y) = X \cdot Y$		T5a:	$X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$
			T5b:	$X \cdot (Y \cdot Z) = (X \cdot Y) \cdot Z$

**A.B. 8.** Identifique as funções lógicas representadas nos circuitos das Figuras A.B. 8-a, b, c e d. Represente-as em diagramas de contactos. Compare os resultados com os obtidos no problema A.B. 4.

a)

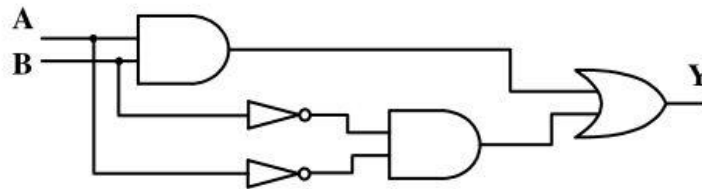
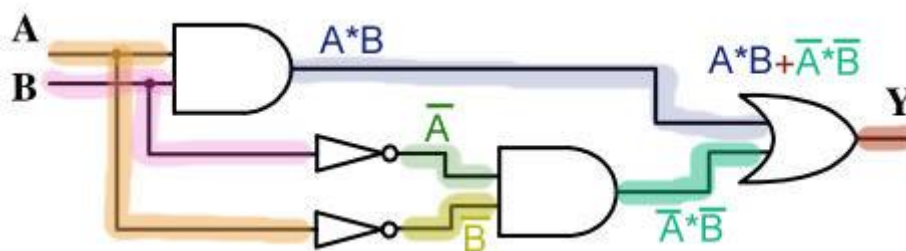


Figura A.B. 8-a



A	B	$A \cdot B$	$\bar{A} \cdot \bar{B}$	$A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$
0	0	0	1	1
0	1	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	0	1

Funciona como o "OU exclusivo"  $A \oplus B$

b)

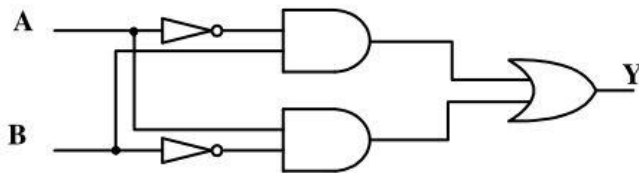


Figura A.B. 8-b



A	B	$\bar{A} \cdot B$	$A \cdot \bar{B}$	$\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	0

Funciona como o "NÃO OU exclusivo"  $\overline{A \oplus B}$

c)

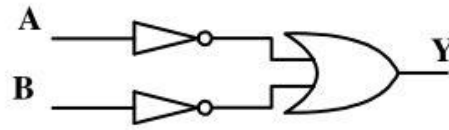


Figura A.B. 8-c

d)

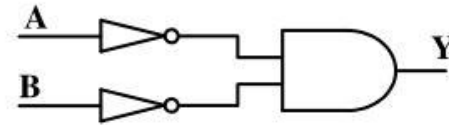
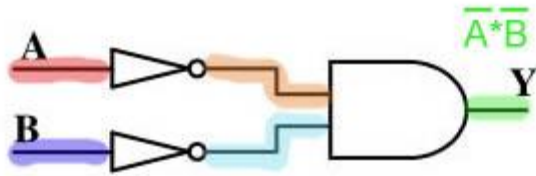
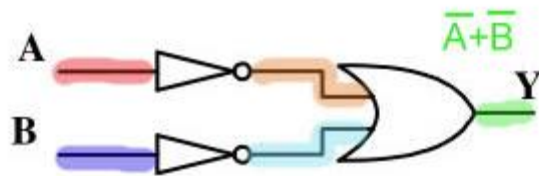


Figura A.B. 8-d



A	B	$\bar{A} + \bar{B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Funciona como um "NAND"

$$\bar{A} + \bar{B} = \overline{\overline{\bar{A} + \bar{B}}} = \overline{\overline{\bar{A}} \cdot \overline{\bar{B}}} = \overline{A \cdot B}$$

A	B	$\bar{A} \cdot \bar{B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Funciona como um "NOR"

## Circuitos Combinacionais

C.C. 1. Considere a seguinte função lógica:  $Z = \overline{A}C + B\overline{D}$ .

- Escreva-a na forma de uma tabela de verdade.
- Escreva-a na 1ª forma canónica.
- Escreva-a na 2ª forma canónica.
- Escreva  $\overline{Z}$  na 1ª forma canónica.
- Escreva  $\overline{Z}$  na 2ª forma canónica.
- Escreva  $Z$  e  $\overline{Z}$  na forma de mapas de Karnaugh.

a)

A	B	C	D	$\overline{A} \cdot C$	$B \cdot \overline{D}$	$\overline{A} \cdot C + B \cdot \overline{D}$	Z
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0

b)

1ª Forma canónica - equivale a encontrar o termo lógico que descreve cada combinação que é mapeada no valor lógico "1" e adicioná-los

1º Há sete "1's", logo

$$ABCD + ABCD + ABCD + ABCD + ABCD + ABCD + ABCD$$

2º Vendo as condições que torna cada um dos "1's" válido (tive que por pontos entre as letras senão o traço do negado juntava-se às letras ao lado)

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot B \cdot C \cdot \bar{D}$$

c)

Logo, é possível escrever uma função lógica como um produto de termos aditivos de forma a excluir todos os pontos que mapeiam o valor 0. Essa é a filosofia da segunda forma canónica.

1º Seguindo a mesma lógica, há 9 zeros, logo

$$(A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + D)$$

2º colocando as condições que tornam a expressão verdadeira

$$(A + B + C + D) \cdot (A + B + C + \bar{D}) \cdot (A + \bar{B} + C + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + B + C + D) \cdot (\bar{A} + B + C + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + B + \bar{C} + D) \cdot (\bar{A} + B + \bar{C} + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + C + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D})$$

d) e e) basta negar Z e fazer a mesma coisa que nas duas alíneas anteriores.

f)

De cima para baixo, uso esta ordem de preenchimento, e as letras estão posicionadas (DMME, dª, meio, meio, esquerda ou DME para 3 variáveis de entrada). As letras lidas da esquerda para a direita na tabela de verdade são colocadas no sentido do ponteiro do relógio no mapa de Karnaugh.

Assim a tabela e o respetivo mapa de Karnaugh seriam

A	B	C	D	V
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
Etc	etc	etc	etc	etc

v=

A			
0	2	10	8
4	6	14	12
5	7	15	13
1	3	11	9
C			

D | B

Para 3 variáveis de entrada

u=

A			
0	2	6	4
1	3	7	5
B			

C |

Assim, usando este método para Z, fica-se com

Z =

		<u>A</u>			
		0	1	0	0
		1	1	1	1
		0	1	0	0
		0	1	0	0
		<u>C</u>			
D					

Para Z negado (ou “não Z”) basta trocar os 1’s por 0’s e vice versa.

**C.C. 2.** Transcreva a função lógica dada pelo Mapa de Karnaugh da figura C.C.1 para uma tabela de Verdade.

		<u>C</u>			
		1	0	1	1
		1	0	0	0
		1	1	1	1
		0	0	0	1
		<u>D</u>			
A					

Figura C.C.1

		<u>C</u>			
		1	0	1	1
		1	0	0	0
		1	1	1	1
		0	0	0	1
		<u>D</u>			
A					

Chame-se Z à função de saída

## Expressão lógica

$$Z = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot C \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

## Tabela de Verdade

A	B	C	D	$A \cdot B$	$\bar{A} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$	$A \cdot C \cdot \bar{D}$	$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$	Z
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0	1

O método mais rápido, de longe, é tirar a função Z diretamente do mapa. Ver método p. 9.

Pondo as variáveis da esquerda para a direita como aparecem pela ordem do ponteiro do relógio no mapa de Karnaugh dá:

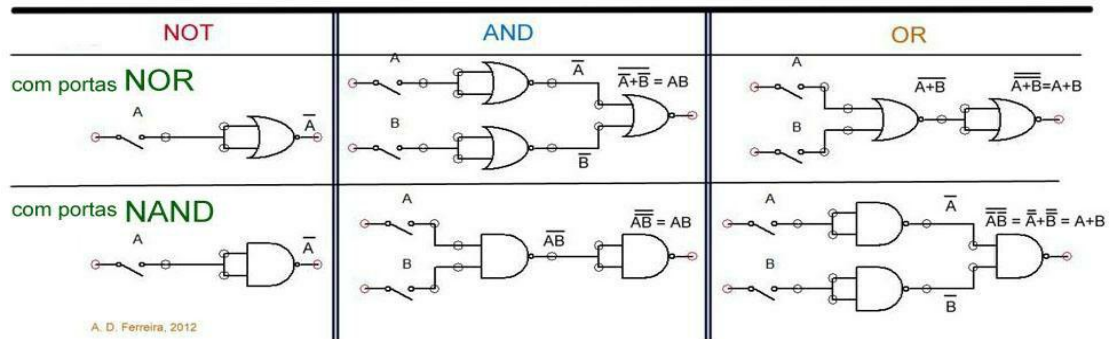
C	B	D	A	Z
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

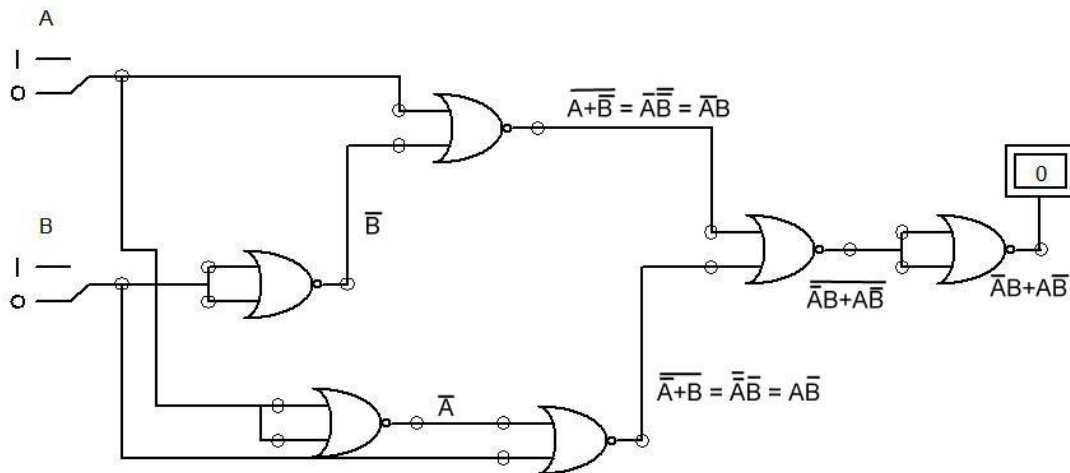
**C.C. 3.** Projecte um circuito com duas entradas, *A* e *B*, e uma saída, *Y*, que toma o valor lógico 1 quando e só quando  $A = B$ . Utilize apenas blocos lógicos “NOR”.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Nota: funciona como um “NÃO OU exclusivo” / NXOR, isto é,  $\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$

### Operação Lógica





C.C. 5. Um motor deve entrar em funcionamento quando uma ou mais das seguintes condições se verificar:

- Regime de Carga  $\geq 80\%$  e Temperatura  $> 25^\circ \text{C}$ ;
- Regime de Carga  $< 80\%$ , Humidade Relativa  $> 60\%$  e Temperatura  $> 25^\circ \text{C}$ ;
- Regime de Carga  $< 80\%$  no Período entre as 15 e 16 horas;
- Temperatura  $> 25^\circ \text{C}$  e fora do Período das 15 às 16 horas.

- Explicite e codifique devidamente as variáveis em jogo.
- Escreva a função booleana que rege o funcionamento deste sistema.
- Simplifique a função obtida em b).
- Dê um enunciado mais simples ao problema.
- Deduz um esquema para a realização da função obtida em c) utilizando um diagrama de contactos.

a)

Rc=1 quando regime de carga  $\geq 80\%$

Rc=0 quando regime de carga  $< 80\%$

T=1 quando temperatura  $> 25^\circ \text{C}$

T=0 quando temperatura  $\leq 25^\circ \text{C}$

H=1 quando humidade relativa  $> 60\%$

H=0 quando humidade relativa  $\leq 60\%$

P=1 quando tempo  $\in [15,16]$  h

P=0 quando tempo fora de  $[15,16]$  h

b)

condição 1:  $Rc \cdot T$

condição 2:  $\overline{Rc} \cdot H \cdot T$

condição 3:  $\overline{Rc} \cdot P$

condição 4:  $T \cdot \overline{P}$

$$M = Rc \cdot T + \overline{Rc} \cdot H \cdot T + \overline{Rc} \cdot P + T \cdot \overline{P}$$

c)

Fazendo a tabela de verdade

Rc	T	H	P	$Rc \cdot T$	$\overline{Rc} \cdot H \cdot T$	$\overline{Rc} \cdot P$	$T \cdot \overline{P}$	M
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	1

Seguindo a técnica mostrada anteriormente, traduz-se a tabela no mapa de Karnaugh

M=

		<u>Rc</u>					
		0	0	0	0		
P		1	1	1	1		T
		1	1	1	1		
		1	1	0	0		
		1	1	0	0		
		<u>H</u>					

E tirando a expressão lógica de M mais simplificada,

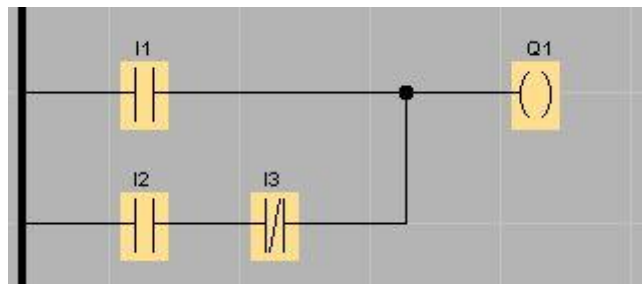
M=

		<u>Rc</u>			
		0	0	0	0
P	T	1	1	1	1
		1	1	1	1
		1	1	0	0
		<u>H</u>			

$$M = T + P \cdot \overline{Rc}$$

O motor liga quando temperatura > 25°C ou quando regime de carga < 80% e são entre 15h e 16h.

e) I1 = T, I2 = P, I3 = Rc.



C.C. 6. Considere uma unidade com 3 sensores binários,  $S_0$ ,  $S_1$  e  $S_2$ , activos em 1, e 2 motores,  $M_0$  e  $M_1$ . Admita ainda a existência de uma botoneira de emergência,  $B$ , que funciona em lógica negativa - i.e., produz o sinal 0 quando se encontra actuada.

As condições de funcionamento dos motores são as seguintes:

- O motor  $M_0$  deve entrar em funcionamento quando pelo menos dois sensores estiverem activos;
- O motor  $M_1$  deve entrar em funcionamento quando:
  - $S_1$  não actuado,  $S_0$  actuado e  $M_0$  desligado, ou
  - $S_2$  actuado,  $S_0$  actuado e  $M_0$  ligado.
  - A actuação da botoneira de emergência deverá garantir que o motor  $M_0$  é sempre desligado e que o motor  $M_1$  é sempre ligado.

a) Apresente uma tabela de verdade correspondente ao funcionamento lógico deste circuito.

b) Projecte o circuito correspondente utilizando um diagrama de contactos.

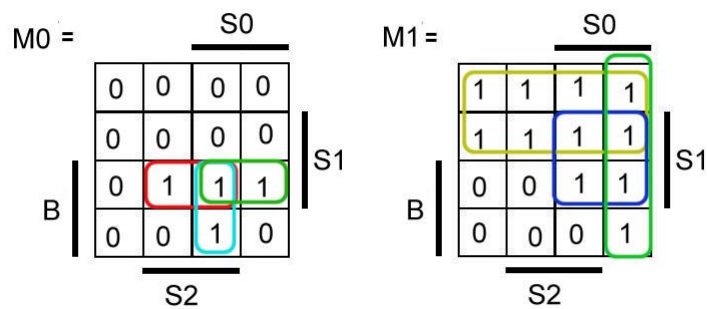
a)

$$M1 = S0 \cdot \overline{S1} \cdot \overline{M0} + S0 \cdot S2 \cdot M0$$

Quando B=0 (ativo)  $\rightarrow$  M0=0 e M1=1

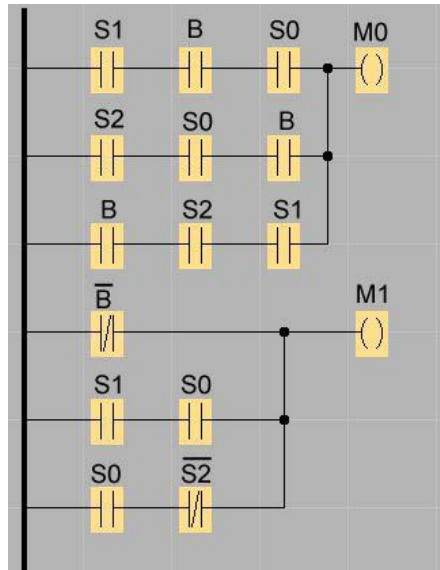
S0	S1	S2	B	M0	M1
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0

b) mudar o mapa, alterei a tabela



$$M0 = S1 \cdot B \cdot S0 + S2 \cdot S0 \cdot B + B \cdot S2 \cdot S1$$

$$M1 = \overline{B} + S1 \cdot S0 + S0 \cdot \overline{S2}$$



C.C. 7. Um circuito lógico com três entradas ( $A$ ,  $B$  e  $C$ ) e cinco saídas ( $V$ ,  $W$ ,  $X$ ,  $Y$  e  $Z$ ), tem o seu funcionamento descrito pela Tabela de Verdade representada na Tabela C.C.1.

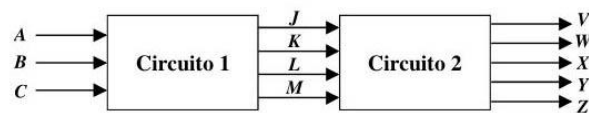
Este funcionamento é conseguido pela associação de dois circuitos: o Circuito 1 e o Circuito 2 - Figura C.C.2. Sabendo que a função materializada pelo Circuito 1 é dada pela tabela de verdade representada na Tabela C.C.2:

- a) Construa a Tabela de Verdade correspondente ao Circuito 2.
- b) Projecte o Circuito 2 tendo por base blocos lógicos de qualquer tipo e com qualquer número de entradas.

A	B	C	V	W	X	Y	Z
1	0	0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	1	0	1	1

Tabela C.C.1

A	B	C	J	K	L	M
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	0	0	1



a)

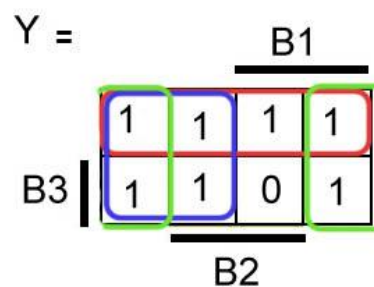
J	K	L	M	V	W	X	Y	Z
0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	X	X	X	X	X
0	0	1	0	X	X	X	X	X
0	0	1	1	X	X	X	X	X
0	1	0	0	X	X	X	X	X
0	1	0	1	X	X	X	X	X
0	1	1	0	X	X	X	X	X
0	1	1	1	X	X	X	X	X
1	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	1	0	0	1
1	0	1	0	X	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X	X
1	1	0	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	X	X	X	X	X
1	1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	X	X	X	X	X

Passar cada saída para um mapa de Karnaugh, tirar as expressões lógicas e implementar o circuito lógico correspondente.

C.C. 8. Considere um circuito lógico cujo funcionamento obedece à seguinte função:  $Y = B_1 \cdot \overline{B_2} + \overline{B_1} \cdot B_3 + B_2 \cdot \overline{B_3}$ .

- a) Simplifique a expressão recorrendo a mapas de Karnaugh.
- b) Deduza um circuito eletromecânico alimentado a 24VDC que materialize a função obtida em a) considerando que B1, B2 e B3 são botoneiras com apenas um contacto normalmente aberto e Y um sinalizador luminoso.

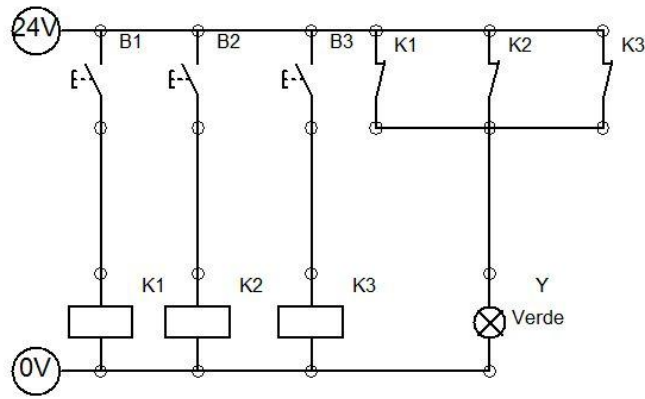
B1	B2	B3	$B_1 \cdot \overline{B_2}$	$\overline{B_1} \cdot B_3$	$B_2 \cdot \overline{B_3}$	Y
0	0	0		1		1
0	0	1		1		1
0	1	0		1	1	1
0	1	1		1		1
1	0	0	1	1		1
1	0	1	1			1
1	1	0		1	1	1
1	1	1				0



Nota: a realização da tabela de verdade é opcional (diretamente para o mapa de Karnaugh é bastante mais rápido).

$$Y = \overline{B_3} + \overline{B_1} + \overline{B_2}$$

b)



C.C. 9. Considere a função  $Z$  representada na Figura C.C.3.

$Z =$

		A			
C	D	1	0	0	1
		1	X	X	X
		1	1	0	0
		0	X	X	0
		B			

Figura C.C.3

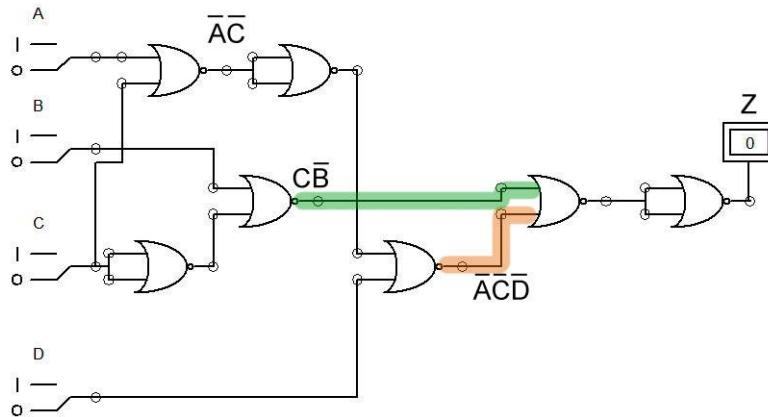
a) Explícite  $Z$  num diagrama lógico que contenha apenas blocos NOR.

b) Considere agora a função  $Y = \bar{A}B + \bar{B}C$ . Explícite a função  $W = Z \oplus Y$  numa tabela de verdade.

$Z =$

		A			
C	D	1	0	0	1
		1	X	X	X
		1	1	0	0
		0	X	X	0
		B			

$$Z = C \cdot \bar{B} + \bar{D} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A}$$



Nota: na saída está o valor lógico 0, porque o programa não está a ser executado, caso contrário deveria estar 1, já que na imagem está representado  $\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D}$ .

b)

A	B	C	D	Z	Y	$Z \oplus Y$
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0

## Mapas de Karnaugh

**M.K. 1.** Explícite as seguintes funções através de mapas de Karnaugh:

a)  $Z = A + BC$

b)  $Y = (A + B)C$

c)  $X = \overline{A} \overline{B} \overline{C}$

d)  $W = \overline{(\overline{AB})C}$

e)  $V = AB + \overline{CD}$

f)  $U = ABC + \overline{C}D\overline{A} + BCD + A\overline{D}C$

g)  $T = A\overline{B}\overline{C} + C\overline{D}E + \overline{A}D\overline{E} + \overline{B}E$

h)  $S = \overline{AB} + C\overline{D}E + FA$

Preencher diretamente no mapa de Karnaugh (+ rápido) ou por meio de uma tabela de verdade.

## Códigos de Sistemas de Numeração

### Conversão

Base  $b \rightarrow$  base  $b'$

Procedimento

Base  $b \rightarrow$  base 10  $\rightarrow$  base  $b'$

Base  $b \rightarrow$  base 10

$12345_b$

$$1 \cdot b^4 + 2 \cdot b^3 + 3 \cdot b^2 + 4 \cdot b^1 + 5 \cdot b^0 = x_{10}$$

Base 10  $\rightarrow$  Base  $b'$

$X / b' = q$ , resto  $u$

$Q / b' = w$ , resto  $v$

$W / b' = e$ , resto  $i$

$\therefore 12345_b = ivu_{b'}$

### Exemplo:

$124_8 \rightarrow$  Base 16

1º: Base 8  $\rightarrow$  Base 10

$$1 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 84_{10}$$

2º: Base 10  $\rightarrow$  Base 16

$$84/16=5,25 \rightarrow 0,25 * 16 = 4. \text{ Resto} = 4$$

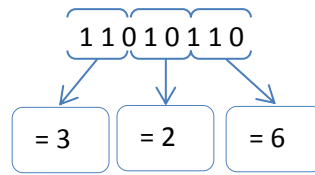
$$5/16 = 0 \rightarrow \text{resto} = 5 \rightarrow =54_{16}$$

$\therefore 124_8 = 54_{16}$

### Casos especiais

Base 2 → Base 8 e vice-versa

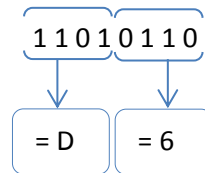
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111



$$11010110_2 = 326_8$$

Base 2 → Base 16 e vice-versa

1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111



$$11010110_2 = D6_H$$

Códigos unipolares → só para números positivos, ex: binário puro, números entre  $[0, 2^{n-1}]$

Exemplo: 2 bits →  $[0, 4-1] = [0, 3]$

0	00
1	01
2	10
3	11

Códigos bipolares → para positivos e negativos

- Sinal + magnitude, números entre  $[-2^{n-1}+1, 2^{n-1}-1]$
- Deslocado, números entre  $[D, D+2^{n-1}-1]$
- Complemento para 2, números entre  $[2^{n-1}, 2^{n-1}-1]$

## Aplicações de Códigos Binários

**A.C.B. 1.** Usando um mapa de Karnaugh, deduza as regras de conversão do código ‘Gray’ para binário puro. Considere 4 ‘bits’, tal como se representa na Figura A.C.B. 1, sendo  $G_3$  e  $B_3$  os ‘bits’ mais à esquerda e  $G_0$  e  $B_0$  os mais à direita.



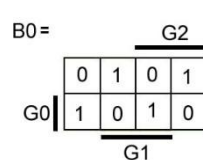
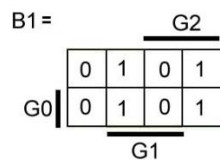
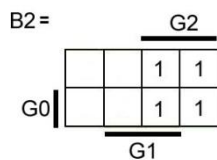
Figura A.C.B. 1

(para mais fácil compreensão, resolver como se fossem só 3 bits. 4 bits é igual, só que em vez de 8 linhas na tabela temos 16, e 4 mapas de karnaugh (um para cada saída B0, B2...) para 4 variáveis de entrada (G0, G1...))

Cada variável de saída vai ter de ser codificada tendo em conta as 3 variáveis de entrada. Notar a ordem,  $G_2 \rightarrow G_0$ , porque diz que  $G_3$  e  $B_3$  são os algarismos mais à esquerda. Ou seja do bit mais significativo para o menos, para o caso de 4 bits seria  $G_3, G_2, G_1, G_0$ . Com 3 é  $G_2, G_1, G_0$ , como se apresenta na tabela de verdade.

Decimal	$G_2$	$G_1$	$G_0$	$B_2$	$B_1$	$B_0$
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1
2	0	1	1	0	1	0
3	0	1	0	0	1	1
4	1	1	0	1	0	0
5	1	1	1	1	0	1
6	1	0	1	1	1	0
7	1	0	0	1	1	1

Fazer um mapa de Karnaugh para cada variável



$$B_2 = G_2$$

$$B_1 = G_1 \cdot \overline{G_2} + G_2 \cdot \overline{G_1} = G_1 \oplus G_2$$

$$B_0 = G_0 \cdot \overline{G_1} \cdot \overline{G_2} + G_1 \cdot \overline{G_0} \cdot \overline{G_2} + G_0 \cdot G_1 \cdot G_2 + G_2 \cdot \overline{G_0} \cdot \overline{G_1}$$

$$B0 = G0 \cdot (G1 \cdot G2 + \overline{G1} \cdot \overline{G2}) + \overline{G0} \cdot (G1 \cdot \overline{G2} + \overline{G1} \cdot G2)$$

$$B0 = G0 \cdot (\overline{G1 \oplus G2}) + \overline{G0} \cdot (G1 \oplus G2)$$

$$B0 = G0 \oplus G1 \oplus G2$$

**A.C.B. 2.** Um “Descodificador de 7 Segmentos” recebe um número em código “BCD” fazendo acender os segmentos apropriados de um ‘display’ - Figura A.C.B. 2. Deduza a função lógica mínima do descodificador para cada segmento do ‘display’ apresentado, servindo-se de tabelas de verdade e mapas de Karnaugh.

**Nota:** Suponha que cada segmento do ‘display’ é aceso quando lhe é aplicada uma tensão correspondente ao nível lógico 1 e que as entradas  $B_3$  e  $B_0$  representam o ‘bit’ mais significativo e o menos significativo, respectivamente.

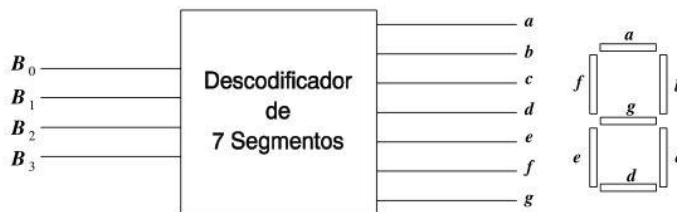
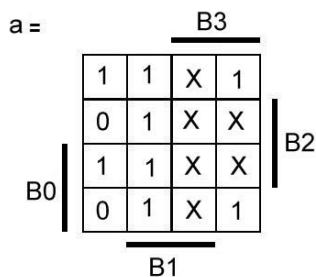


Figura A.C.B. 2

Decimal	BCD	B3	B2	B1	B0	a	b	c	d	e	f	g
0	0000	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0001	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0010	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0011	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0100	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0101	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0110	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0111	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1000	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1001	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1



Tirar a expressão lógica.

...fazer para todas as letras

**A.C.B. 3.** Pretende-se projectar um circuito combinacional que permita calcular o quadrado de números bipolares dados por três 'bits' e representados em complemento para dois.

a) Defina (e justifique) quantas saídas deverá apresentar o circuito em causa e apresente a respectiva tabela de verdade.

b) Apresente e justifique um diagrama lógico correspondente ao circuito pretendido.

a) 3 entradas (1 para cada bit). Como, tirando os números imaginários que não interessam para este caso, elevando ao quadrado qualquer número se obtém um número positivo, pode-se usar um código unipolar, ex. binário puro.

Em c. p/ 2 com 3 bits temos que o intervalo de números será  $[-2^2, -2^2-1]$ , isto é,  $[-4,3]$  Assim o maior número que obtemos será 16. Para representar 16 em binário puro precisamos de  $16=2^n$  bits.  $N = 5$ . Assim, serão precisas 5 saídas, 1 para cada bit.

(como só há 5 valores, não poderei usar apenas 3 bits? Só que aí ia precisar de um conversor)

<i>Decimal</i>	<i>C. p/ 2</i>	<i>B2</i>	<i>B1</i>	<i>B0</i>	<i>S4</i>	<i>S3</i>	<i>S2</i>	<i>S1</i>	<i>S0</i>	<i>Decimal<sup>2</sup></i>
-4	100	0	0	1	1	0	0	0	0	16
-3	101	0	1	0	0	1	0	0	1	9
-2	110	1	0	1	0	0	1	0	0	4
-1	111	1	1	1	0	0	0	0	1	1
0	000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	001	0	1	1	0	0	0	0	1	1
2	010	1	0	1	0	0	1	0	0	4
3	011	1	1	1	0	1	0	0	1	9

<i>Decimal</i>	<i>B. puro</i>
0	00000
1	00001
2	00010
3	00011
4	00100
5	00101
6	00110

7	00111
8	01000
9	01001
10	01010
11	01011
12	01100
13	01101
14	01110
15	01111
16	10000

**A.C.B. 7.** Pretende-se implementar um circuito combinacional que calcule  $Z = 2 \times (X+Y)$ , em que X e Y são dois números de 2 bits cada e representados em código complemento para dois. O resultado da operação, Z, deverá ser representado utilizando o código sinal mais magnitude.

a) Qual o número mínimo de bits para Z? Justifique.

b) Apresente a tabela de verdade que traduz o funcionamento deste circuito.

a) 2 bits, c. p/ 2 intervalo =  $[-2^1, -2^1-1] = [-2, 1]$

Valor máximo  $\rightarrow (-2-2) \times 2 = -8$

Para representar -8 em sinal + mag,  $[-2^3+1, 2^3-1] = [-7, 7] \rightarrow$  4 bits não chegam, são necessários 5.

b)

	X	Y	X1	X2	Y1	Y2	O1	O2	O3	O4	O5
-8	-2	-2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
-6	-2	-1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
-4	-2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
-2	-2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
-6	-1	-2	1	0	1	1	1	0	1	1	0
-4	-1	-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
-2	-1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	-1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
							0	0	0	0	0
-4	0	-2	0	0	1	1	1	0	1	0	0
-2	0	-1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
							0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
-2	1	-2	0	1	1	1	1	0	0	1	0
0	1	-1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
							0	0	0	0	0
2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
4	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0

**A.C.B. 8.** Pretende-se um circuito capaz de converter números codificados em “complemento para 2” nos seus equivalentes em “sinal mais magnitude” ou “binário deslocado -4”. O circuito terá quatro entradas: I3, I2, I1 e S. As três primeiras representam o número a converter - com I3 a denotar o bit mais à esquerda e I1 o mais à direita. A entrada S permite seleccionar a codificação do valor de saída: S=0 para sinal mais magnitude e S=1 para binário deslocado.

- Diga, justificando, quantas saídas deverá ter este circuito.
- Descreva o funcionamento do circuito numa tabela de verdade.
- Projecte duas quaisquer saídas do circuito usando blocos lógicos de qualquer tipo.

a) Intervalos

**complemento para 2:**  $[-2^2, 2^2-1] = [-4, 3]$

**sinal + magnitude:**  $[-2^2+1, -2^2-1] = [-3, 3] \rightarrow$  não dá para representar o número (-4), por isso é preciso mais um bit  $[-2^3+1, 2^3-1] = [-7, 7]$

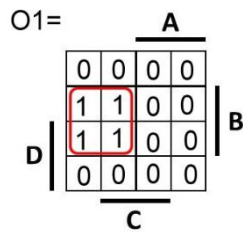
**binário deslocado -4:**  $[-4, 2^3-1] = [-4, 3]$

O sinal magnitude precisa de 4 bits, portanto vão ser precisas 4 saídas, uma para cada bit.

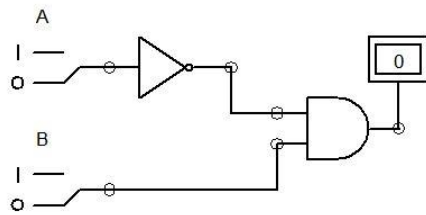
b)

				Complemento 2												
Decimal	S	I1	I2	I3	O1	O2	O3	O4								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sinal+mag							
1	0	0	0	1	0	0	0	1								
2	0	0	1	0	0	0	1	0								
3	0	0	1	1	0	0	1	1								
-4	0	1	0	0	1	1	0	0								
-3	0	1	0	1	1	0	1	1								
-2	0	1	1	0	1	0	1	0								
-1	0	1	1	1	1	0	0	1								
0	1	0	0	0	0	1	0	0					Deslocado -4			
1	1	0	0	1	0	1	0	1								
2	1	0	1	0	0	1	1	0								
3	1	0	1	1	0	1	1	1								
-4	1	1	0	0	0	0	0	0								
-3	1	1	0	1	0	0	0	1								
-2	1	1	1	0	0	0	1	0								
-1	1	1	1	1	0	0	1	1								

c) passos: 1º Mapa de Karnaugh, 2º expressão lógica, 3º construir circuito



$$O1 = B \cdot \bar{A}$$



Fazer para os outros

**A.C.B. 9.** Apresente a característica dos seguintes conversores e, para cada um deles, determine a respectiva resolução e factor de escala. Considere conversores ideais.

- a) Conversor D/A, 4 'bits' em código binário puro,  $FS = - 2V$ .
- b) Conversor A/D, 8 'bits' em código BCD,  $FS = 10V$ .
- c) Conversor D/A, 4 'bits' em sinal mais magnitude,  $FS = \pm 10V$ .
- d) Conversor D/A, 4 'bits' em código binário deslocado (do valor que lhe parecer mais conveniente),  $FS^- = 2 V$  e  $FS^+ = 5 V$ .

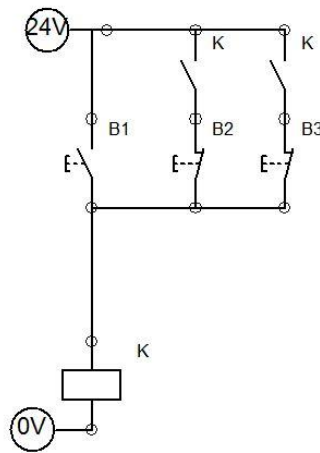
a)



## Elementos de Memória

[Exame 16 Abril 2012] Uma lâmpada, L, acende após uma botoneira de atuação momentânea, B1, ter sido atuada, desligando quando duas botoneiras, B2 e B3, também de atuação momentânea, são premidas.

a) Apresente o esquema eletromecânica correspondente ao funcionamento pretendido, considerando que a condição de 'set' é dominante.

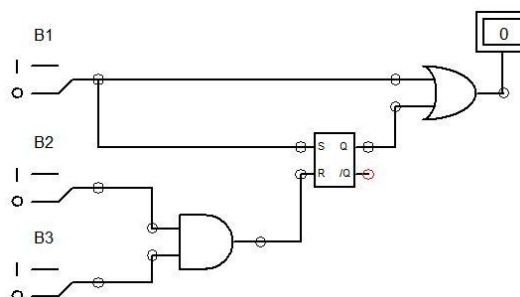


b) Apresente agora um esquema lógico baseado em latch S-R e portas lógicas.

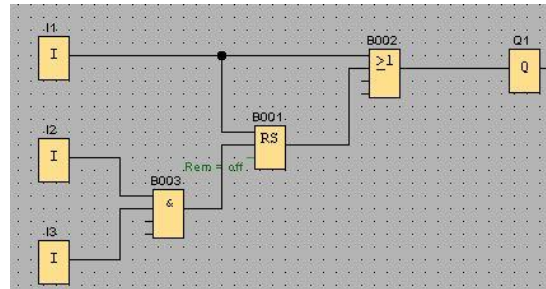
1ª obtenção da expressão lógica

$$L = B1 + K \cdot \overline{B2} \cdot \overline{B3}$$

No PneuSim



No LogoSoft



E.M. 1. Deduza o funcionamento e a equação característica do elemento de memória representado na Figura E.M. 1.

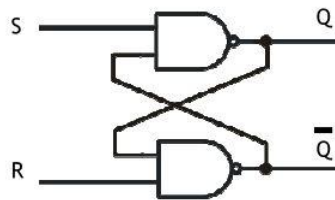


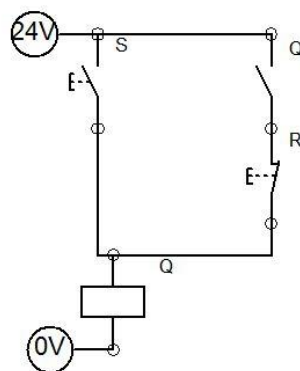
Figura E.M. 1

$$Q = S + \overline{Q}$$

$$\overline{Q} = \overline{R + Q}$$

E.M. 4. Deduza a equação característica de um elemento biestável em que o “set” seja dominante relativamente ao “reset”. Deduza o esquema de um circuito electromecânico capaz de realizar o elemento de memória em causa.

$$Q = S + Q \cdot \overline{R}$$



**E.M. 6.** Considere que uma bomba,  $B$ , é comandada em função do nível de água armazenada numa cisterna, por forma ser ligada quando o sensor inferior,  $S_{inf}$ , deixa de estar submerso e desligada quando o sensor superior,  $S_{sup}$ , fica submerso. Considere que ambos os sensores produzem um tensão baixa (nível lógico 0) quando ficam submersos. Projecte um circuito capaz de realizar a função pretendida usando como elemento de memória portas lógicas NOR realimentadas.

B Liga quando  $S_{inf} = 1 \rightarrow$  Set B

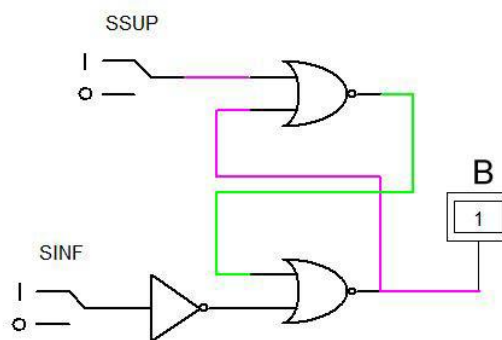
B Desliga quando  $S_{sup}=0 \rightarrow$  Reset B

A expressão lógica qe traduz tal funcionamento é

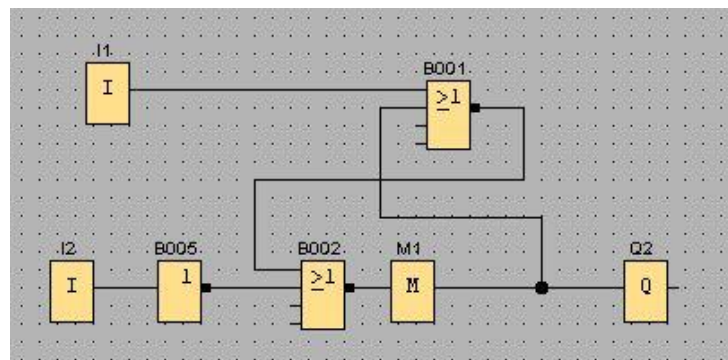
$$B = S_{inf} + B \cdot S_{sup}$$

Qe pode ser traduzido num circuito

No PneuSim



No LogoSoft



No LogoSoft foi preciso uma Flag (M) para poder ser usada a função recursiva (função dela própria (B=B+...)).

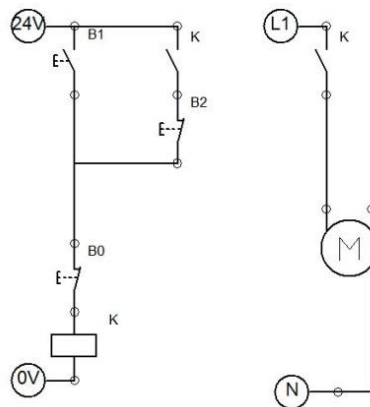
**E.M. 7.** Uma instalação industrial contém dois motores elétricos (230VAC) comandados a partir de botoneiras momentâneas inseridas num circuito alimentado a 24VDC. Apresente e, se achar necessário, justifique um esquema eletromecânico para cada um dos seguintes funcionamentos:

a) O motor M1 entra em funcionamento quando a botoneira B1 é premida, A atuação de B2 sem que B1 esteja premida desliga o motor. A atuação de uma botoneira de emergência, B0, desliga M1, independentemente do estado de B1.

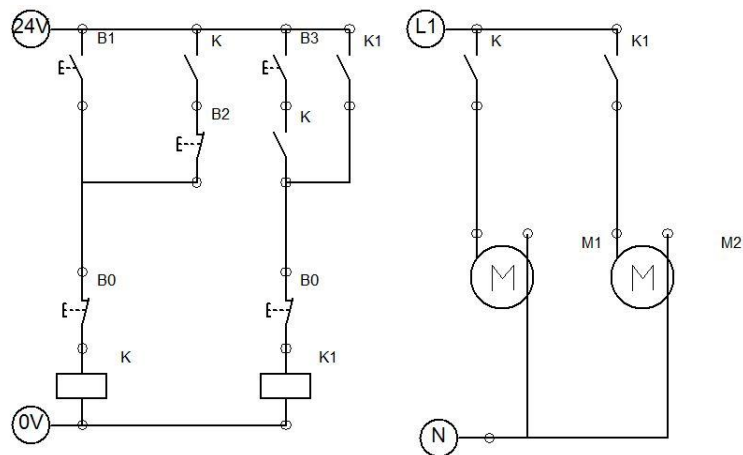
b) O motor M2 entra em funcionamento quando a botoneira B3 é premida, desde que M1 esteja em funcionamento. Contudo, se M1 for desligado por B2, M2 continua a funcionar. M2 desliga quando é premida a botoneira B0.

c) Apresente um esquema de contactos que permitiria programar a solução da alínea a) no PLC LOGOSoft.

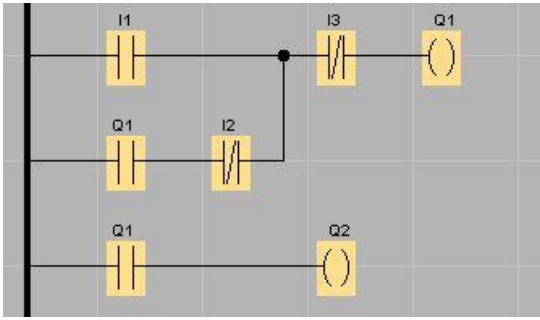
a)



b)



c)

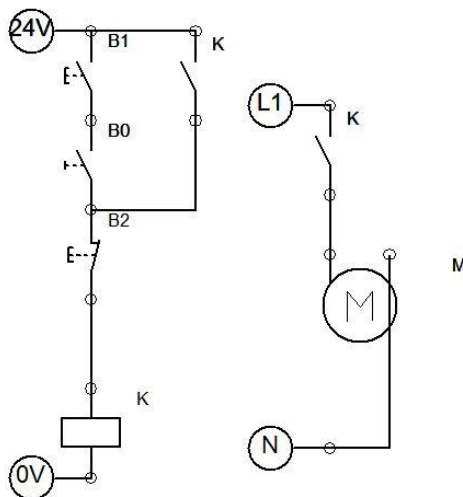


**E.M. 8.** Um motor elétrico, *M*, de 230VAC é comandado a partir de um circuito alimentado a 24VDC, onde existem duas botoneiras de atuação momentânea, *B1* e *B2*, e uma botoneira de atuação alternada, *B0*, todas com um único contacto, sendo o de *B0* normalmente aberto e o de *B1* e *B2* do tipo inversor. Apresente e justifique minimamente um esquema eletromecânico para cada um dos seguintes cenários:

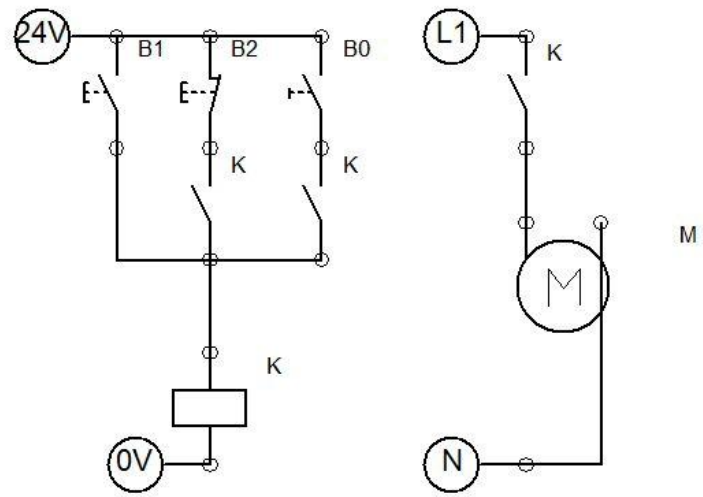
a) O motor entra em funcionamento quando a botoneira *B1* é premida com *B0* atuado. A atuação de *B2* desliga o motor independentemente do estado das restantes botoneiras.

b) O motor entra em funcionamento quando a botoneira *B1* é premida, mas a atuação de *B2* só desliga o motor se nem *B1* nem *B0* estiverem atuados.

a)

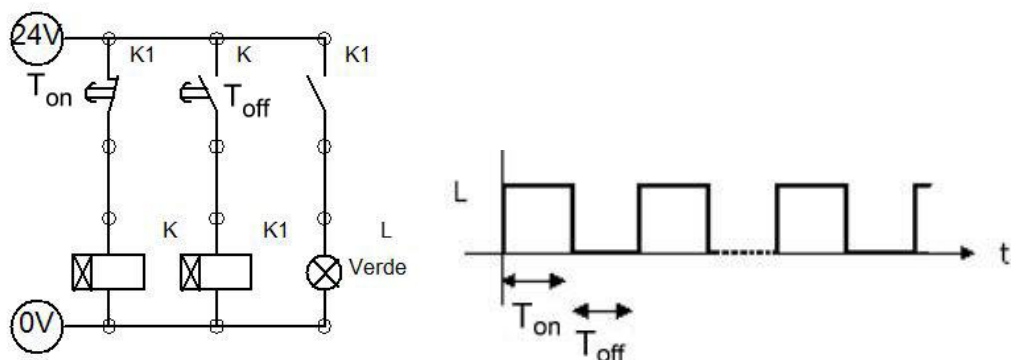


b)



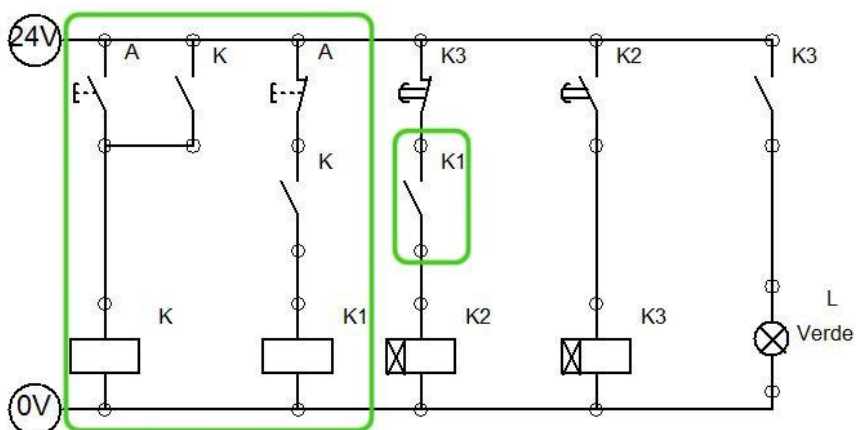
## Temporizadores e Contadores

### Pisca simples (automático)



Este diagrama temporal é só para mostrar o Período on e off, na verdade a lâmpada só acende  $T_{off}$  segundos depois de ser fornecida corrente ao circuito.

### Pisca que só inicia com uma transição descendente de A

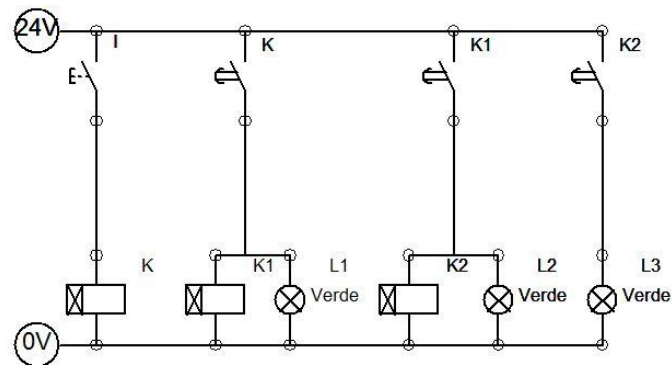


A verde, mecanismo de inicialização.

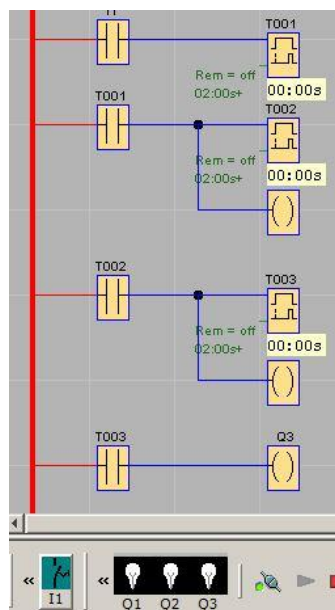
**T.C. 1.** Considere um circuito que tem por entrada um interruptor  $I$  e por saída três sinalizadores luminosos  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ . Pretende-se um circuito que permita que, quando o interruptor é premido, os sinalizadores acendam sequencialmente pela ordem  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  com um atraso de 1 segundo entre si, e o primeiro com um atraso de 2 segundos relativamente à atuação de  $I$ . Quando o interruptor volta à sua posição de repouso, todos os sinalizadores se apagam de imediato.

- Deduz um esquema eletromecânico que realize a função pretendida.
- Desenvolva no software LogoSoft um programa em diagrama de contactos que corresponda à função pretendida.

a)



b)



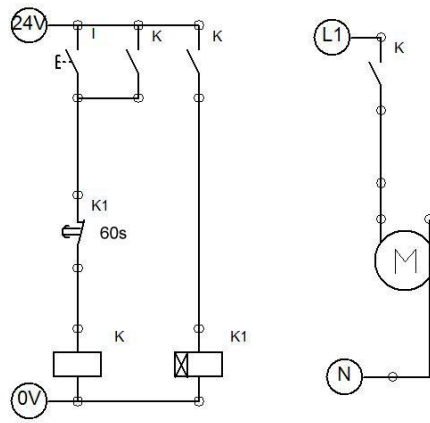
**T.C. 3.** Considere um circuito que tem por entrada um interruptor  $I$  e por saída um motor eléctrico,  $M$ . Pretende-se que, quando o interruptor é premido, o motor entre em funcionamento durante 60s, mesmo que durante esse tempo  $I$  não esteja premido.

a) Deduza um esquema electromecânico que realize a função pretendida.

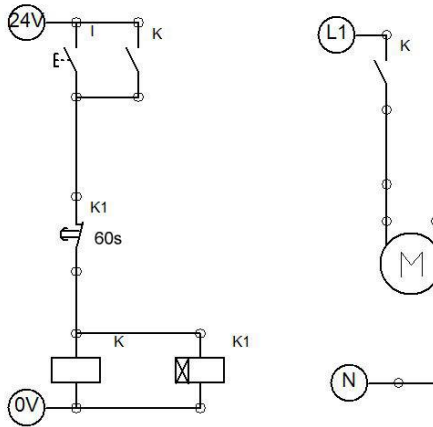
b) Altere o esquema anterior por forma a que o interruptor  $I$  tenha de estar actuado pelo menos 2s para colocar o motor em marcha.

c) Altere o esquema anterior por forma a que a actuação de  $I$  só seja válida se o motor esteve parado pelo menos 10 segundos.

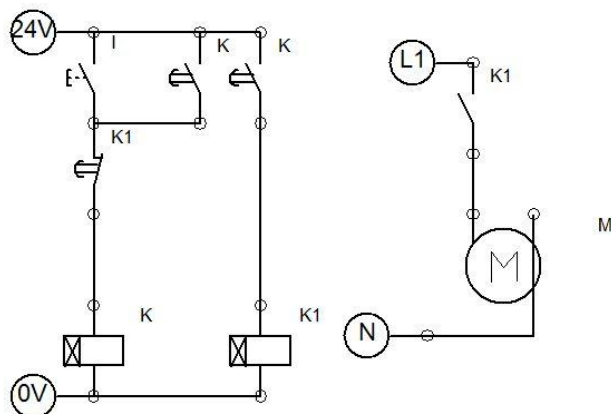
a)



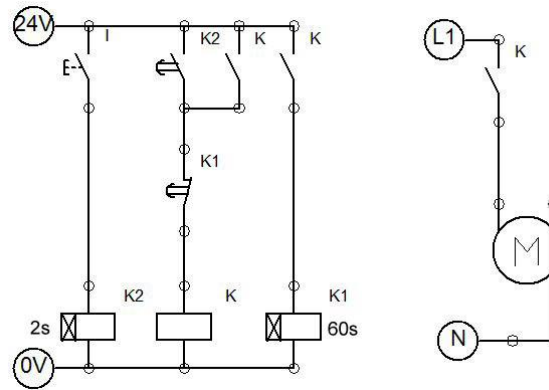
ou



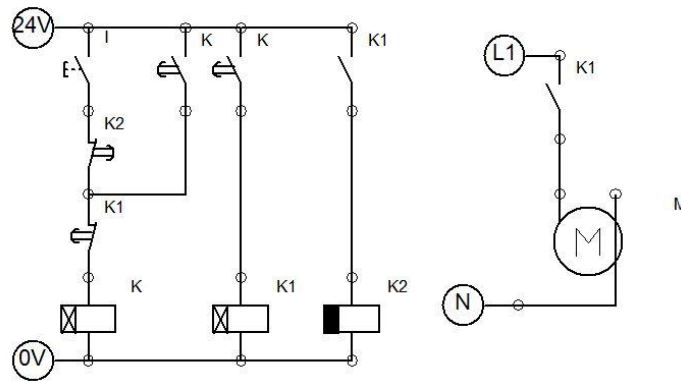
b)



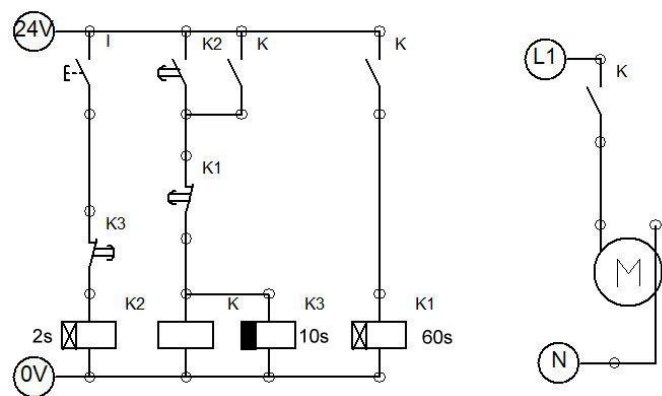
ou



c)



ou

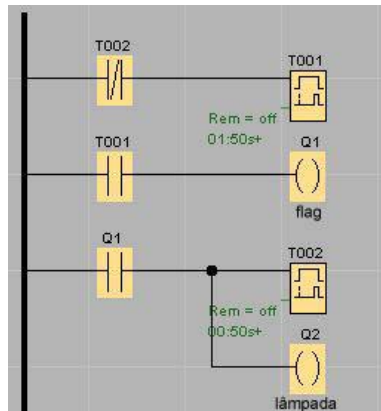


T.C. 4. Apresente um diagrama de estados correspondente a uma lâmpada que pisca a uma frequência de 0,5 HZ com um duty cycle de 25%.

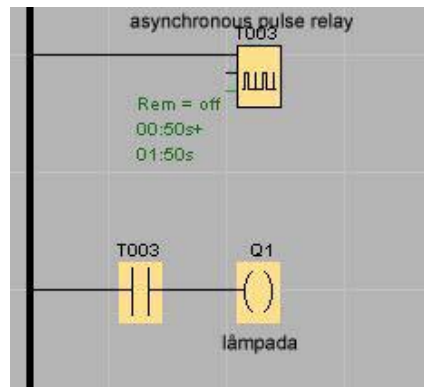
T.C. 5. Usando o software LogoSoft, desenvolva um diagrama de contactos que permita materializar a função descrita no problema T.C. 4.

$$Periodo = \frac{1}{F} = 2s$$

0.5s ligado, 1.5s desligado

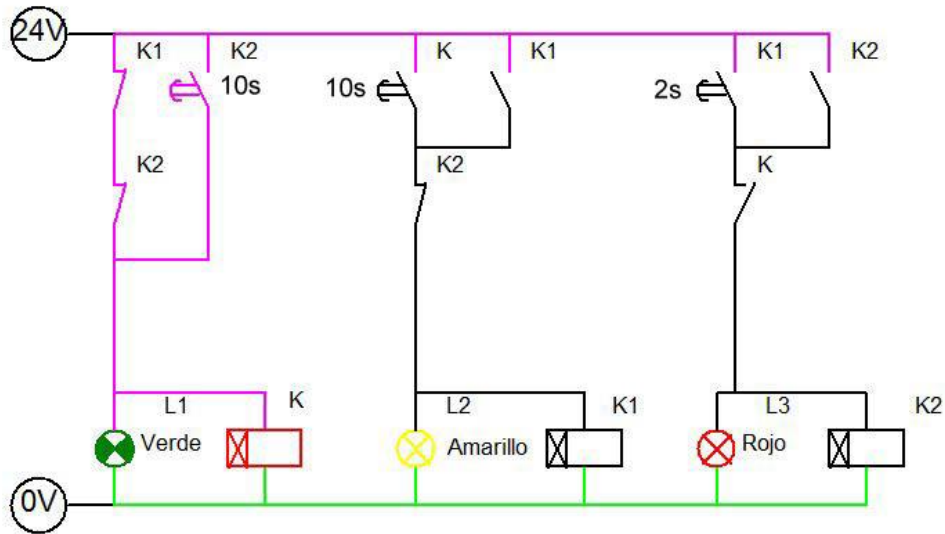


ou



**T.C. 7.** Desenvolva um esquema electromecânico que permita que um sistema com três lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  (e sem qualquer entrada) tenha o seguinte funcionamento cíclico:

$L_1$  acende durante 10 segundos; ao fim desse tempo,  $L_1$  apaga e  $L_2$  acende durante 2 segundos; ao fim desse tempo,  $L_2$  apaga e  $L_3$  acende durante 10 segundos.



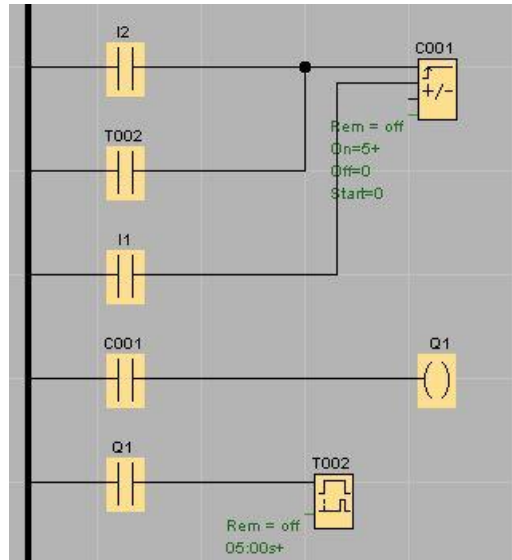
**T.C.9.** Desenvolva um programa, usando o software LogoSoft, que permita que um sistema com uma lâmpada  $L$  (e sem qualquer entrada) tenha o seguinte funcionamento cíclico:

$L$  pisca a 0,5 HZ, duty cycle de 25% durante 15 segundos; depois  $L$  fica aceso durante 2 segundos; ao fim desse tempo  $L$  pisca com uma frequência de 1HZ, duty cycle de 80% durante 15 segundos.

Fase 1)  
 $T = 2s$   
 $DC = 25\%$   
 $Ton = 0.5s$   
 $Toff = 1.5s$

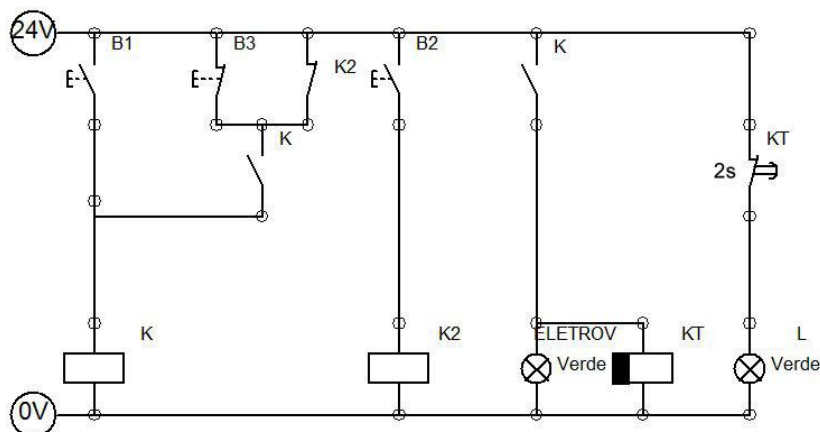
Fase 2)  
 $T = 1s$   
 $DC = 80\%$   
 $Ton = 0.8s$   
 $Toff = 0.2s$

**T.C. 11.** Usando o software LogoSoft, desenvolva um programa em diagrama de blocos que permita ligar um motor quando a entrada  $I_1$  é premida 5 vezes com o motor parado, motor esse que se mantém em funcionamento até que a entrada  $I_2$  seja premida ou passem 10 segundos sobre a sua entrada em funcionamento.

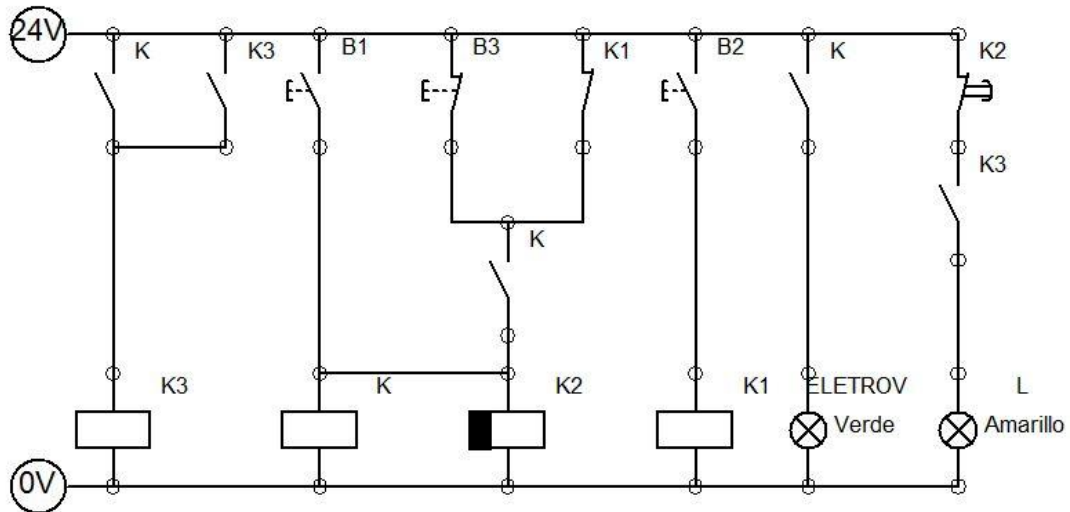


**T.C. 12.** Um circuito alimentado a 24VDC é constituído por uma electroválvula V, um sinalizador luminoso L e três botoneiras B1, B2 e B3 - todas de actuação momentânea, tendo as duas primeiras um contacto normalmente aberto e a última um contacto normalmente fechado. O seu funcionamento é o seguinte: a electroválvula é actuada quando B1 é premida, mantendo-se nessa situação até que B2 e B3 estejam simultaneamente premidas sem que B1 o esteja; o sinalizador acende quando a electroválvula está desligada por um tempo superior a 2s, mantendo-se assim até que B1 seja premida.

Desenvolva um esquema electromecânico para este funcionamento.



Este esquema tem, no entanto, um problema... assim que é fornecida corrente ao circuito, L liga-se. Para corrigir esse inconveniente ficaria assim:

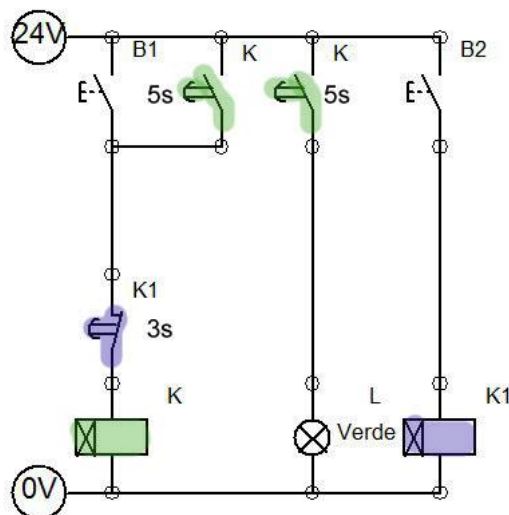


T.C. 13. Deduza e justifique minimamente um esquema electromecânico em que:

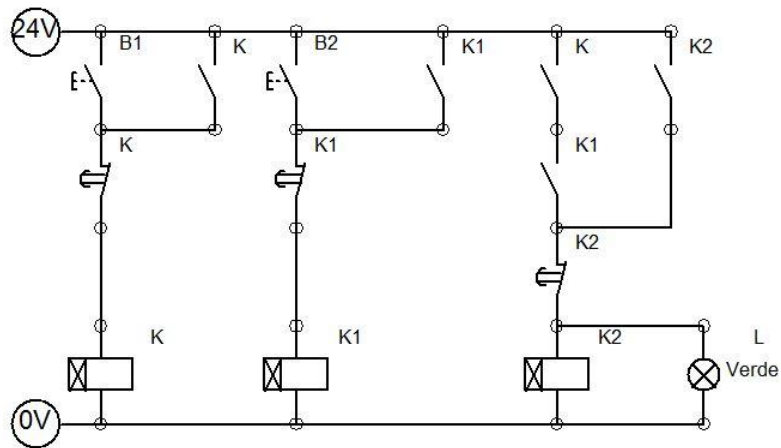
a) Uma lâmpada, L, acende após uma botoneira de actuação momentânea, B1, ter sido actuada durante 5 segundos, desligando quando uma segunda botoneira, B2, também de actuação momentânea, é premida por 3 segundos.

b) Uma lâmpada, L, acende quando duas botoneiras de actuação momentânea, B1 e B2, são premidas, por qualquer ordem, num intervalo de tempo não superior a 5 segundos, desligando automaticamente ao fim de 10 segundos.

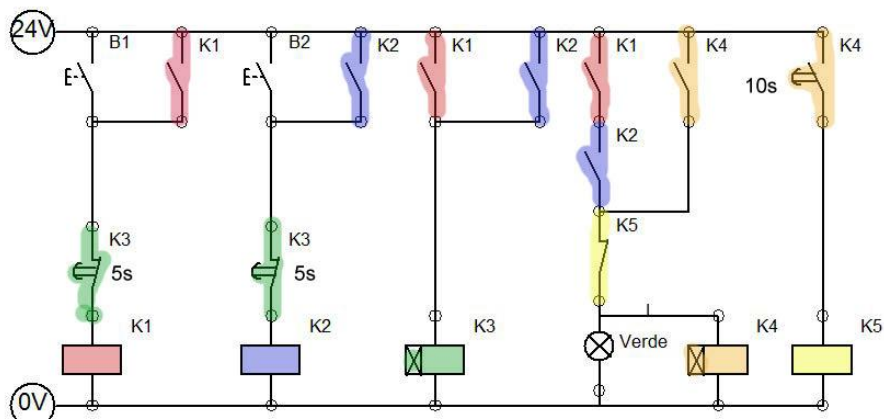
a)



b)



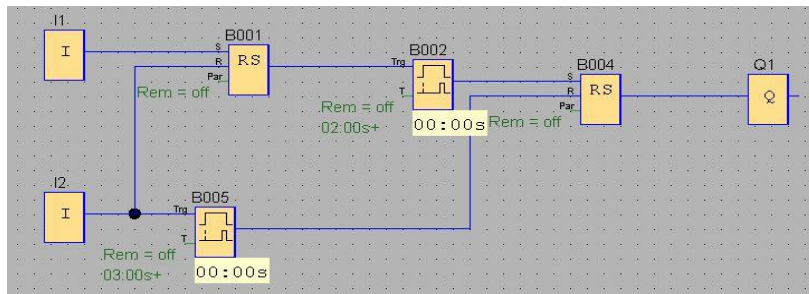
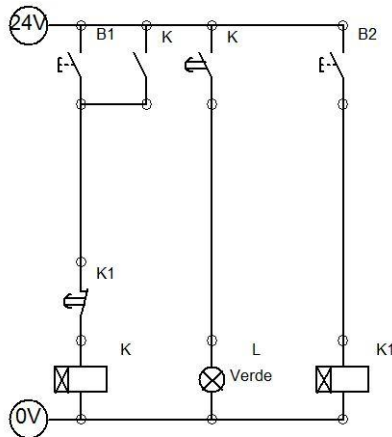
OU



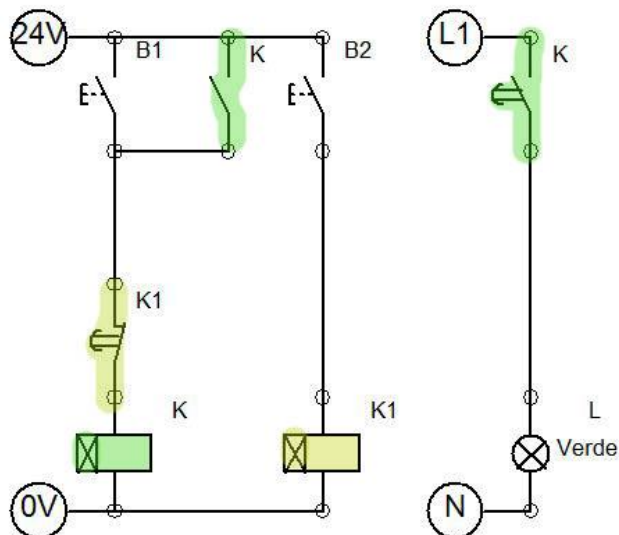
T.C. 14. Um sinalizador luminoso, L, é comandado a partir de duas botoneiras de actuação momentânea, B1 e B2, do seguinte modo: L acende 2 segundos após a actuação de B1, independentemente do tempo por que esta é premida; L apaga quando B2 é premida durante 3 segundos.

- a) Represente o funcionamento pretendido num diagrama temporal.
- b) Apresente um diagrama de blocos correspondente a uma solução em lógica programada (considere o PLC Logo da Siemens).
- c) Deduza uma solução electromecânica para o mesmo problema, admitindo que as botoneiras estão inseridas num circuito a 24VDC e a lâmpada funciona a 230VAC.

b)



c)



Transições:

Xantes\* condição, sempre, exceto em “e’s”

Etapas:

Tantes+XnãoTdepois, sempre, exceto em “ou’s”

Ações:

## Exames

16 ABRIL 2012

1)

a) Para facilitar o preenchimento da tabela pensar:

 $A \cdot \bar{B}$  só é verdade, isto é, igual a 1, quando for  $A=1$  e  $B=0$  $\overline{C + D}$  só é verdade quando C e D forem = 0.

Z só é verdade quando X e Y forem iguais.

A	B	C	D	$B \cdot C$	X	$A \cdot \bar{B}$	$\overline{C + D}$	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0	0	1

Uma maneira mais rápida: por exemplo para o X, BC só sai “1” quando forem os dois “1”. Assinalar na tabela de verdade onde é que isso acontece. Depois fazer o “ou exclusivo” com D.

Para o Y, A e não B sai “1” quando  $A=1$  e  $B=0$ . Assinalar na tabela de verdade quando isso acontece. Como Y se trata de um “ou” entre esta parcela e a seguinte (C ou D negado), Y vai ser verdade quando  $A=1$  e  $B=0$ , portantoos esses sítios no Y podem ficar logo marcadas com “1s” (a azul claro na tabela). C ou D negado só vai “sair” “1” quando forem ambos 0 (a vermelho).

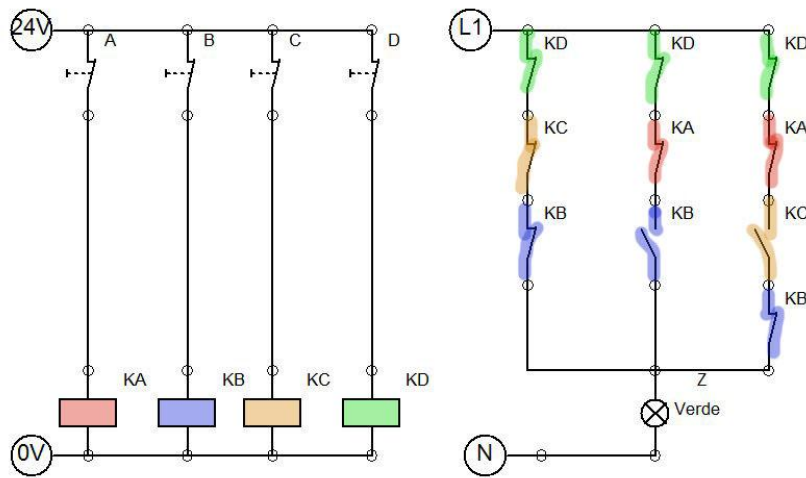
O Z vai ser “1” quando X e Y forem iguais (a castanho)

O método mais rápido de todos é passar diretamente da expressão para o mapa de Karnaugh, e é esse que deve ser praticado, porque não é muito mais difícil mas poupa bastante tempo.

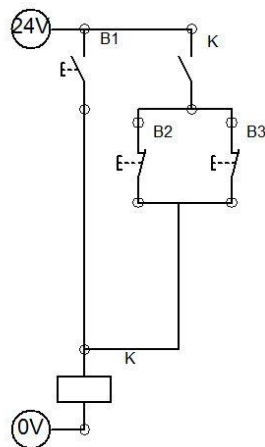
Z =

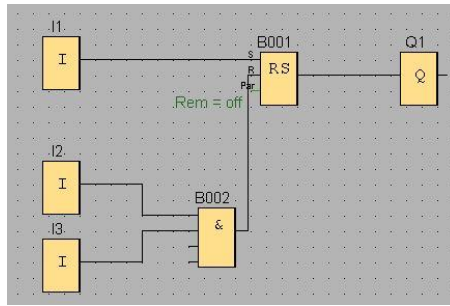
		<u>A</u>			
		0	1	0	0
		0	0	0	0
D		0	1	1	0
		0	0	1	1
		<u>C</u>			

b)  $Z = D \cdot C \cdot B + D \cdot A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$

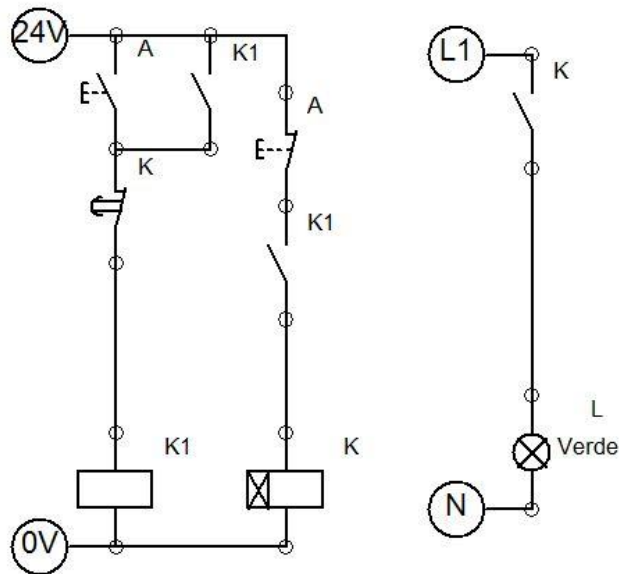


4)





6)

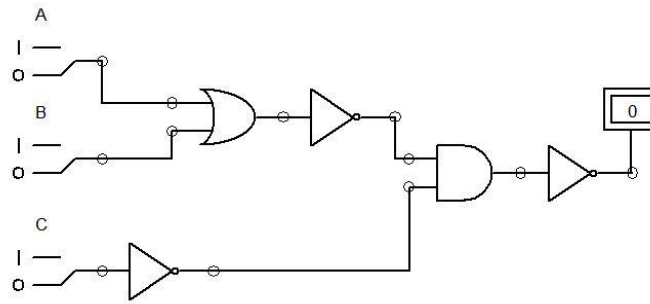


**19 ABRIL 2010**

1 - Considere as seguintes funções lógicas:  $X = \overline{A + B \cdot C}$ ,  $Y = (A + B) \cdot (\overline{A} \cdot \overline{B}) \cdot C$  e  $Z = (A \oplus B) \oplus (B \oplus C)$ .

- a) Explícite  $X$  na forma de um Diagrama Lógico. (1,0 valores)
- b) Explícite  $Y$  na forma de um Mapa de Karnaugh. (1,25 valores)
- c) Explícite  $Z$  na forma de uma Tabela de Verdade. (1,25 valores)
- d) Simplifique, pelo método que entender, as funções  $X$  e  $Z$ . (1,5 valores)

a)



b)

c)

A	B	C	$A \oplus B$	$B \oplus C$	Z
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0

d)

X pode ser simplificado usando o teorema de Morgan ficando  $X=A+B+C \rightarrow$  diretamente para mapa de Karnaugh. Z para mapa de Karnaugh pela tabela de verdade. Tirar as expressões lógicas.

## **Bibliografia**

CHOUZAL, Fátima, Automação e Segurança Industrial [Apresentação de Powerpoint], 2012.

MAGALHÃES, A. P., Automação e Segurança Industrial [Apresentação de Powerpoint], 2011.

## **Agradecimentos**

À professora Fátima Chouzal por se mostrar disponível em tirar dúvidas das várias vezes que foi necessário.

[www.estudomec.info](http://www.estudomec.info)