

# Sistemas Digitais

1º Ano de Engenharia Informática



Trabalho Prático n.º 4

*Conversor BCD–Decimal*

*Conversor BCD–Sete segmentos*

Grupo

Diogo António Costa Medeiros n.º 70633

\_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_


Turma 5

### Objectivos

- Usar o código **BCD**
- Verificar experimentalmente as características dos **displays de sete segmentos**
- Estudar o funcionamento dos **descodificador BCD–Decimal**
- Estudar o funcionamento dos **descodificador BCD–Display de sete segmentos**

### Referências

- TAUB, Herbert, “Circuitos Digitais e Microprocessadores”, McGraw–Hill
- Texas Instruments online [<http://www.ti.com/>]

### Material

- Placa RH21
- Display de sete segmentos — cátodo comum (preferencialmente)
- 10 LEDs
- 10 resistências de  $330\Omega$
- CI 74LS48 — Descodificador BCD/Sete segmentos
- CI 7445 — Descodificador BCD/Decimal

## Números decimais codificados em binário

Em muitos sistemas digitais a representação de um número decimal na forma binária é conseguido usando técnicas de (des)codificação de decimal em binário (**BCD — Binary-Coded Decimal**). Isto é feito substituindo cada dígito de um número decimal pelo seu equivalente binário com quatro dígitos.

### Exemplo:

O número 9056 é codificado em BCD da seguinte forma:

Decimal:	9				0				5				6			
Pesos:	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
BCD:	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0

Com os quatro dígitos binários o número máximo de representações é de dezasseis, por isso existem **seis representações não usadas**<sup>1</sup>, são elas: 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 e 1111. Se qualquer destes números aparecer à entrada de um sistema usando **código BCD 8421**, existem um erro.

<sup>1</sup> O que equivale a uma **redundância** de 37.5%.

# 1. Descodificador BCD–Decimal

Para determinar o equivalente decimal de um número BCD, convertamos um “dígito” decimal (isto é, uma *frame* de quatro bits) de cada vez. Ou seja, para cada algarismo decimal necessitamos de um dispositivo de quatro entradas (correspondentes aos quatro dígitos binários) e de dez saídas (correspondente aos dez dígitos decimais existentes). Um dispositivo com estas características é conhecido como descodificador BCD–Decimal (ver figura 1).

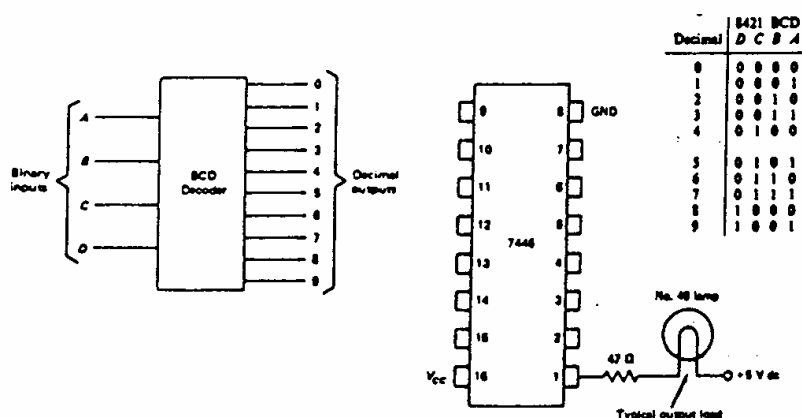


Figura 1. Descodificador BCD–Decimal.

Estude as folhas de dados do CI '45. Note na tabela de verdade que a linha de saída é activada quando está no **nível lógico 0** ( $H \equiv$  nível alto, *off*;  $L \equiv$  nível baixo, *on*). Neste caso, a saída quando activada ‘afunda’ para a terra uma corrente de até 80 mA.

**1.1** Verifique o funcionamento do '45, completando a tabela de verdade ao lado:

n	Entradas				Saídas	
	D	C	B	A	On	Off
0	0	0	0	0	0	1 - 9
1	0	0	0	1	1	0, 2 - 9
2	0	0	1	0	2	0 - 1, 3 - 9
3	0	0	1	1	3	0 - 2, 4 - 9
4	0	1	0	0	4	0 - 3, 5 - 9
5	0	1	0	1	5	0 - 4, 6 - 9
6	0	1	1	0	6	0 - 5, 7 - 9
7	0	1	1	1	7	0 - 6, 8 - 9
8	1	0	0	0	8	0 - 7, 9
9	1	0	0	1	9	0 - 8
I	1	0	1	0		0 - 9
L	1	0	1	1		0 - 9
E	1	1	0	0		0 - 9
G	1	1	0	1		0 - 9
A	1	1	1	0		0 - 9
L	1	1	1	1		0 - 9

**1.2.** O que ocorre se uma das combinações ilegais é aplicada à entrada do '45?

Todas as saídas encontram-se off (em nível alto).

**1.3.** Consulte as folhas de dados e indique a máxima corrente requerida pelo chip à fonte.

$I_{CCmax} = \underline{\hspace{2cm} 70 \hspace{2cm}} \text{ mA.}$

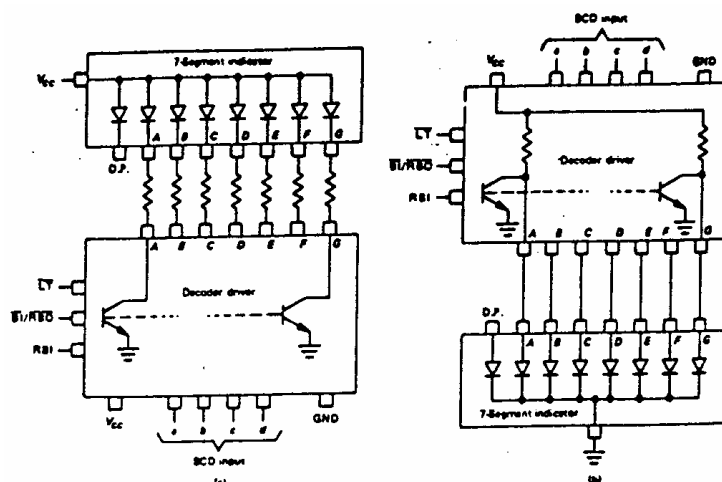
**1.4.** Diga em que condições  $I_{CC}$  foi medido.

$V_{CC} = \text{Max, } T = 25^\circ\text{C}$  (típica). Inputs ligadas a GND e outputs abertas.

## 2. Descodificador BCD–Display de sete segmentos

O decodificador BCD–Display de sete segmentos é um dispositivo que pode ser usado para conduzir um **display de sete segmentos**. Existem dois tipos de decodificadores para duas configurações de display: **display de cátodo comum** e de **ânodo comum**.

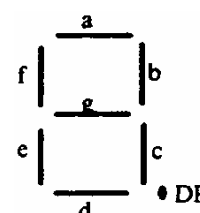
Cada decodificador tem quatro entradas (para o código binário) e sete saídas (uma para cada segmento LED, *a* a *g*). Os esquemas lógicos para cada um destes tipos é mostrado na figura 2.



**Figura 2.** Descodificador '47 (a) e '48 (b) conduzindo os respectivos displays.

O transístor da figura 2.(a) deve estar *On* para que o segmento do display se ilumine, enquanto que o transístor da figura 2.(b) deve estar *Off* para que o mesmo aconteça. Em qualquer dos casos são necessárias sete resistências para fornecer a corrente aos LEDs. **No caso do '48, essas resistências estão incluídas no CI** e este pode ser ligado directamente ao display de sete segmentos.

A identificação dos segmentos encontra-se na figura 3 (ao lado).



**2.1.** Determine o tipo de display que realmente possui. O desejável é o de **cátodo comum**, mas também pode trabalhar com um de ânodo comum. Tipo de display: cátodo comum.

**2.2.** Examine as folhas de dados do '48. Os pinos de entrada  $\overline{LT}$  (*Lamp Test*) e  $\overline{BI}/\overline{RBO}$  (*Blank Input / Ripple Blank Output*) servem para teste do integrado. Assim, leve à terra  $\overline{LT}$  e aplique  $V_{CC}$  a  $\overline{BI}/\overline{RBO}$  e verifique se todos os segmentos se iluminam. Caso não se iluminem, ou o integrado está mal ligado ou danificado, ou o display tem alguns segmentos danificados (raramente tem todos), ou não é de cátodo comum.

O que aconteceu? Todos os segmentos se iluminam.

**2.3.** Preencha a tabela de verdade da página seguinte. Na coluna da saída deverá esboçar o aspecto do display.

**2.4.** O que acontece se uma das combinações ilegais é aplicada à entrada do '48?

Certo segmentos iluminam-se, sem formarem nenhum número.

**2.5.** Consulte as folhas de dados e indique a máxima corrente requerida pelo chip à fonte.

$I_{CCmax} =$  38  $mA$ .

**2.6.** Diga em que condições  $I_{CC}$  foi medido.

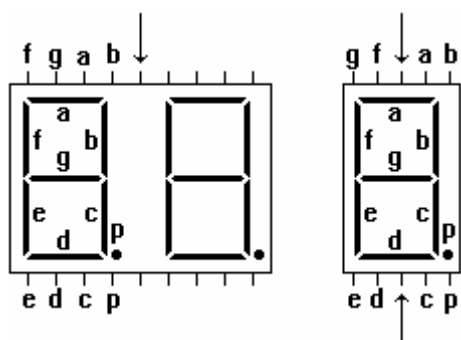
$V_{CC} = Max$ ,  $T = 25^\circ C$  (típica). Inputs a 4.5V e outputs abertas.



















**2.7.** A situação em que nenhuma das entradas D, C, B e A estão ligadas (ficam todas em aberto) corresponde a algum dos estados ilegais de entrada?

Não. Corresponde ao dígito 0 no display de sete segmentos.

#### Nota:

Duas das configurações habituais de displays:



N	Entradas Dados				Controlo		$\overline{BI} / \overline{RBO}$	Saída (display)
	D	C	B	A	$\overline{LT}$	$\overline{RBI}$		
0	0	0	0	0	1	0	aberto	
0	0	0	0	0	1	1	1	
1	0	0	0	1	1	×	1	
2	0	0	1	0	1	×	1	
3	0	0	1	1	1	×	1	
4	0	1	0	0	1	×	1	
5	0	1	0	1	1	×	1	
6	0	1	1	0	1	×	1	
7	0	1	1	1	1	×	1	
8	1	0	0	0	1	×	1	
9	1	0	0	1	1	×	1	
I	1	0	1	0	1	×	1	
L	1	0	1	1	1	×	1	
E	1	1	0	0	1	×	1	
G	1	1	0	1	1	×	1	
A	1	1	1	0	1	×	1	
L	1	1	1	1	1	×	1	
—	×	×	×	×	×	×	0	

**Nota:** O sinal '×' denota uma situação em que é indiferente se a entrada em questão fica a '0' ou a '1'.