

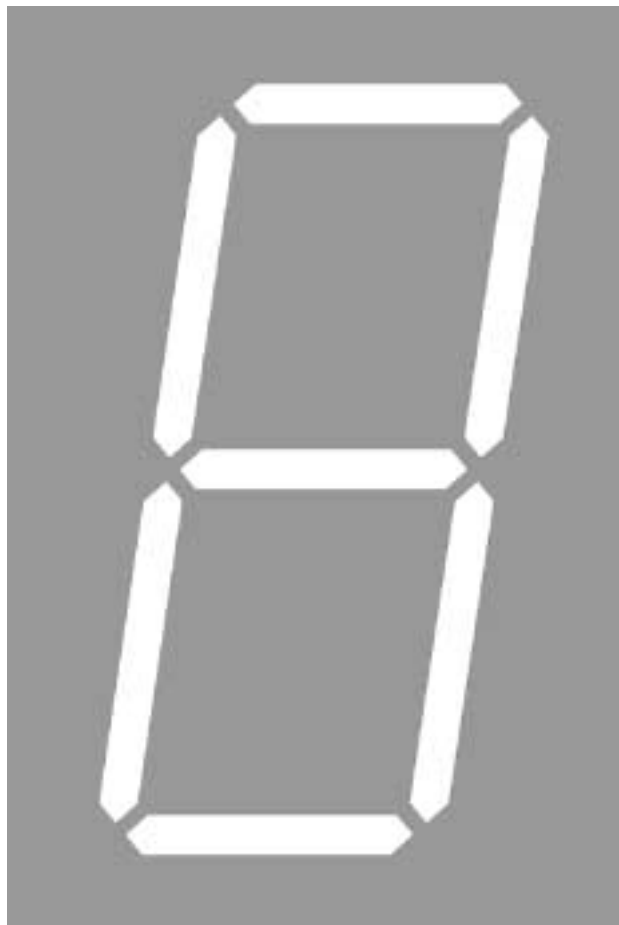


Departamento Regional de São Paulo

Eletrônica - REE III

Circuitos lógicos digitais - Teoria

Codificador e decodificador



Codificador e decodificador

© SENAI-SP, 2004

Trabalho editorado pela Gerência de Educação da Diretoria Técnica do SENAI-SP, a partir dos conteúdos extraídos da apostila homônima, **Circuitos lógicos digitais - Teoria, Capítulo VII**, São Paulo, 1991 (Reparador de Equipamentos Eletrônicos III).

SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Departamento Regional de São Paulo Av. Paulista, 1313 - Cerqueira Cesar São Paulo - SP CEP 01311-923
Telefone	(0XX11) 3146-7000
Telefax	(0XX11) 3146-7230
SENAI on-line	0800-55-1000
E-mail	senai@sp.senai.br
Home page	http://www.sp.senai.br

Sumário

Apresentação	5
Codificador e decodificador	7
Referência bibliográfica	19

Apresentação

O objetivo que norteou a elaboração do material didático **Codificador e decodificador** foi o de apresentar, de uma forma organizada, clara e objetiva, os aspectos fundamentais da eletrônica.

Esperamos que esse manual sirva como instrumento de apoio ao estudo de uma matéria essencial para os que se iniciam ao campo da eletrônica.

Codificador e decodificador

Introdução

As portas lógicas em circuitos digitais são empregadas como conversores de códigos. Dentre os conversores, estão os **codificadores** e os **decodificadores**.

Os códigos mais usados nos sistemas digitais são os seguintes:

- binário
- BCD (8421)
- octal
- hexadecimal
- decimal

Os equipamentos digitais podem processar somente os bits 1 e 0, sistema que não é familiar para a maioria das pessoas.

Por isso, os conversores de códigos são necessários para interpretar ou converter a linguagem do usuário para a linguagem da máquina (codificadores); e, vice-versa: converter a linguagem da máquina para a linguagem do usuário (decodificadores).

Para aprender o conteúdo desta unidade, é necessário que você já domine os princípios da

- aritmética binária
- portas lógicas básicas
- tabela-verdade

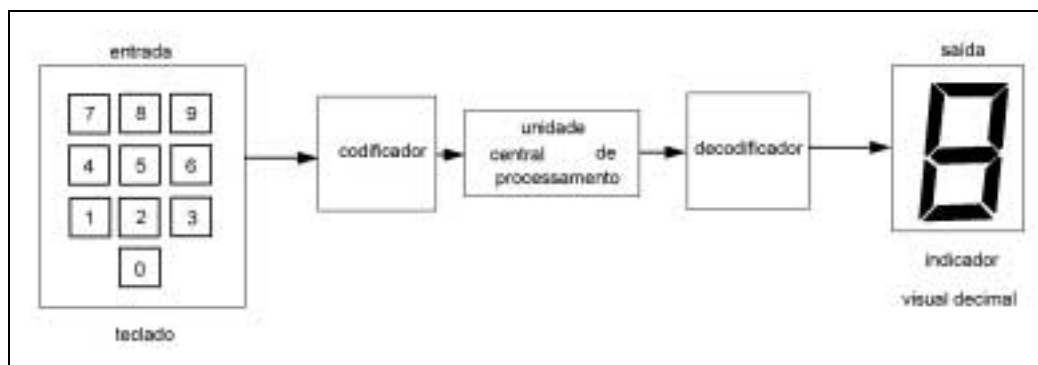
Codificador e decodificador

Codificação

Os instrumentos ou equipamentos que operam técnicas digitais empregam códigos binários. É o caso, por exemplo, de uma calculadora.

A calculadora recebe na **entrada** um código decimal; este, por sua vez, é decodificado na linguagem própria da máquina que opera em binário. Novamente a máquina decodifica essa linguagem binária e apresenta na **saída** o código decimal, que é a linguagem entendida pela maioria dos usuários.

O esquema abaixo mostra o diagrama de blocos de uma calculadora.



- O dispositivo de entrada é o teclado dos números.
- Entre o teclado e a **UCP** (Unidade Central de Processamento) está o **codificador**.
- A função do codificador é converter o número decimal digitado no teclado em um código binário como, por exemplo, o BCD (8421).
- A UCP executa a operação em binário e dá a resposta em binários também.
- O **decodificador** traduz o código binário da UCP em um código especial; esse código ilumina os segmentos corretos no indicador visual (**display**) de sete segmentos da calculadora. Isto é, o decodificador converte o código binário em código decimal.

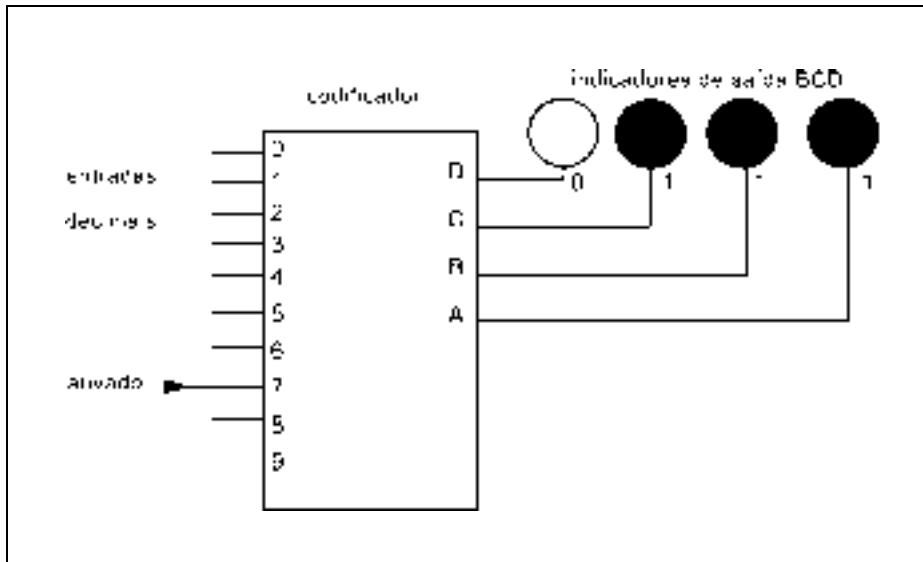
Observação

Em técnicas digitais, o codificador possui mais entradas que saídas; o decodificador, ao contrário, possui mais saídas que entradas.

Tanto o codificador como o decodificador têm a função de converter um código noutro código.

Na calculadora, o codificador traduz uma entrada decimal em um número BCD (8421).

Veja a seguir o diagrama lógico simplificado de um codificador de decimal para BCD.



O codificador pode ter uma entrada ativa que produz uma **única** saída. No caso acima ilustrado, a entrada 7 está ativada, o que resulta na saída BCD de 0111.

No exemplo da calculadora, o procedimento lógico para a implementação de um codificador decimal/binário é o seguinte:

3. Montamos a tabela-verdade do que o codificador deve realizar. No exemplo converter decimal/binário, temos um codificador com as seguintes especificações:
 - Entrada de 0 a 9
 - Saída em binário
 - Entrada ativa 1
 - Saída ativa 1

Entradas											Saídas				Decimal
											8	4	2	1	
	A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	D	C	B	A	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7
9		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	8
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	9

Observações

- Na primeira linha, a tecla ativada foi 0 (A₀); por isso temos as saídas 0000.
- Na segunda linha, ativou-se a tecla 1 (A₁); a saída (A) é ativada formando o binário 0001 (1 decimal).
- A tabela-verdade é construída acionando uma tecla por vez até chegar ao dígito 9 (A₉). Aí as saídas ativadas (D e A) formam o binário 1001 (9 decimal).

4. Como são quatro as saídas, extraímos para cada saída uma equação:

$$A = A_1 + A_3 + A_5 + A_7 + A_9$$

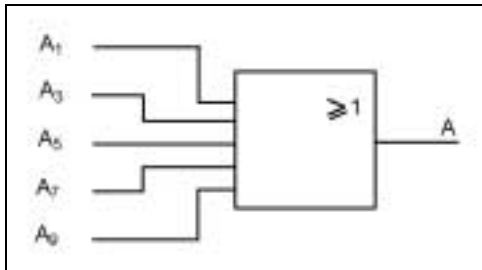
$$B = A_2 + A_3 + A_6 + A_7$$

$$C = A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$

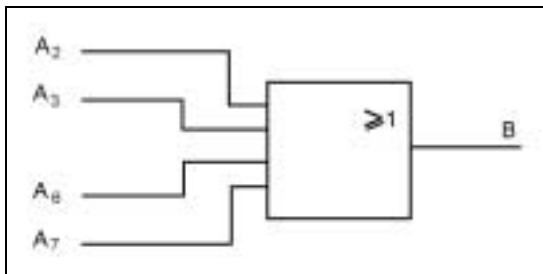
$$D = A_8 + A_9$$

3. Construímos o diagrama de blocos do circuito de cada equação, conforme abaixo é mostrado.

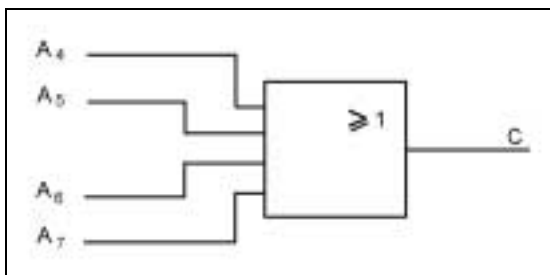
$$A = A_1 + A_3 + A_5 + A_7 + A_9$$



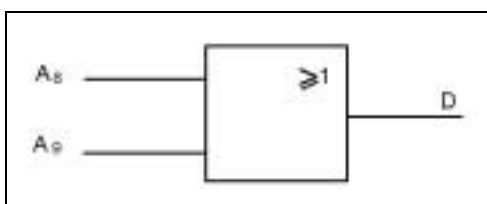
$$B = A_2 + A_3 + A_6 + A_7$$



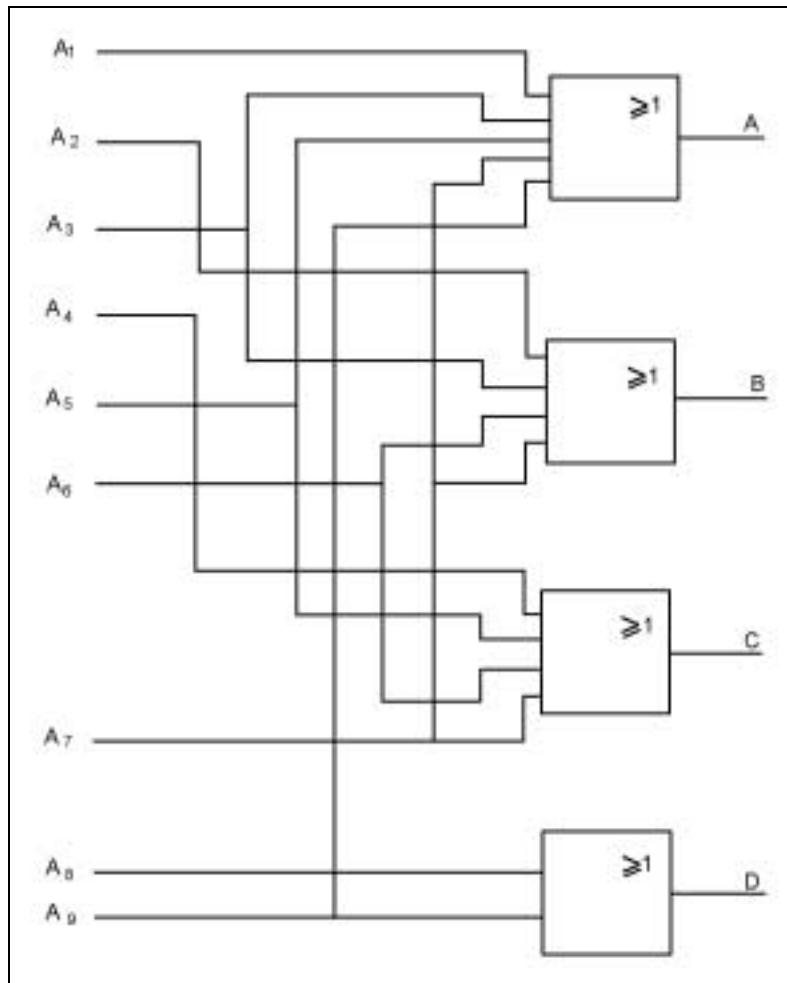
$$C = A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$



$$D = A_8 + A_9$$



4. Reunimos as portas em um único circuito.



Observação

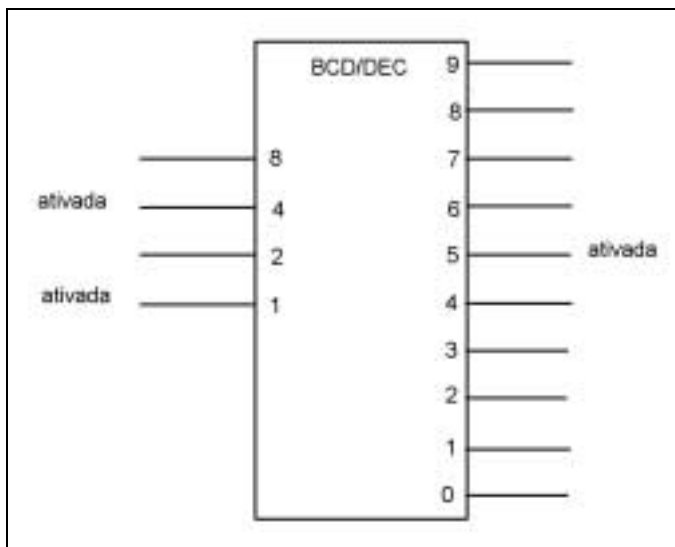
A entrada A_0 não aparece no diagrama, pois a sua condição é irrelevante e não influi na saída.

Decodificação

A decodificação é a transferência da informação de um código para outro. Por exemplo, os circuitos digitais empregam códigos digitais diversos. Muitas vezes, um código que é válido para um subsistema não é para outro, havendo necessidade de uma interpretação. Essa interpretação é feita por um **decodificador** que traduz um código para outro.

No exemplo da calculadora, o decodificador traduz o código BCD para código decimal.

Veja a seguir o diagrama de blocos de um decodificador.



A entrada do decodificador é formada pelo código BCD (8421). À saída do decodificador estão as dez linhas correspondentes a cada dígito decimal.

A cada instante uma só linha será ativada. No final de cada linha está uma lâmpada ou led para indicar a saída ativada (5).

Como podemos observar na figura anterior, as entradas C e A (C = casa 4; A = casa 1) estão ativadas. Por isso, a saída 5 decimal está ativada, como se pode ver pelo indicador 5 aceso.

Observações

- Se nenhuma das entrada for ativada, o indicador zero (0) de saída deverá acender.
- Como regra geral, um decodificador com n entradas apresenta 2^n combinações de saída. Assim, três entradas darão 2^3 (8) saídas. Contudo, existem decodificadores com n entradas que apresentam um número de saídas inferior a 2^n . É o caso do decodificador BCD para decimal com quatro entradas e dez saídas (e não $2^4 = 16$), como mostra o exemplo anterior.

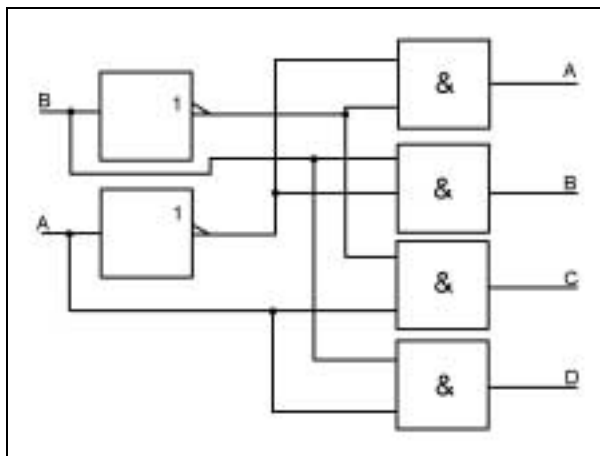
Há dois **tipos** de decodificador:

- Decodificador que ativa uma combinação de saídas para cada código aplicado à entrada (como é o caso da calculadora do exemplo dado);
- Decodificador que ativa uma saída por vez.

Decodificadores que ativam uma saída por vez

Este tipo de decodificador é empregado quando se deseja selecionar um único dispositivo entre 2^n . Como, por exemplo, na seleção de endereços de memória; no acionamento de relés em comutadores seqüenciais; no comando de indicador visual (display) decimal.

Em geral, este decodificador é construído por uma associação de portas E e **inversores** num arranjo muito simples, conforme figura a seguir.



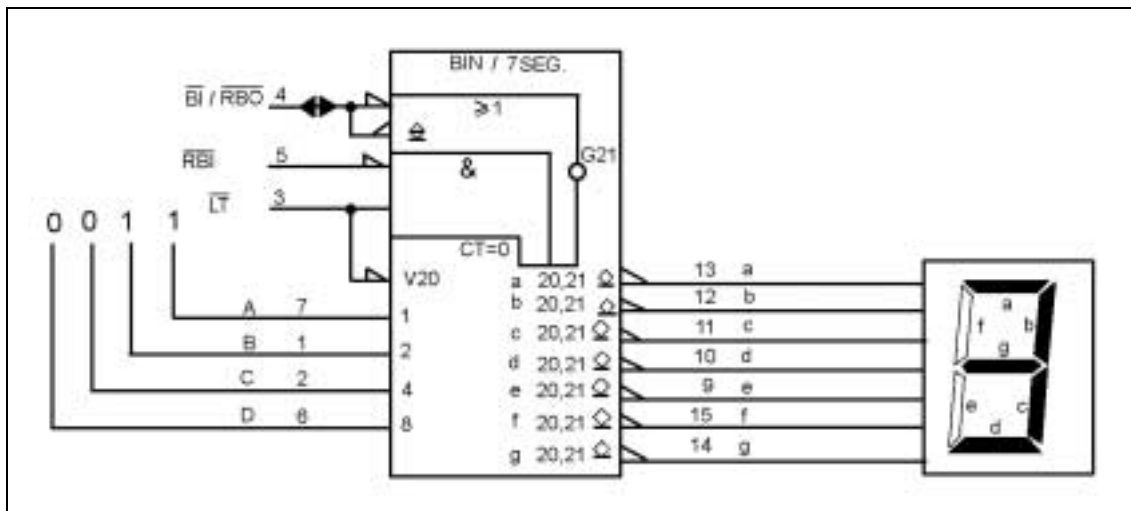
A tabela-verdade para decodificador 2 para 4 é:

Entradas		Saídas			
A	B	A	B	C	D
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Decodificadores que ativam combinações de saídas

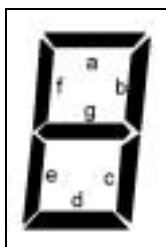
Esse tipo de decodificador é aplicado no acionamento de indicador visual (display) de **sete segmentos**.

No display tipo sete segmentos, para cada código BCD de entrada, uma combinação de segmentos tem que ser ativada, para formar a imagem do dígito decimal correspondente.



O decodificador decodifica o código binário 0011 e ilumina os leds correspondentes aos segmentos que formarão o dígito decimal três, código entendido pela maioria das pessoas.

O circuito digital decodifica a linguagem binária da máquina para números decimais. Um dispositivo de saída comum usado para mostrar os números decimais é o indicador visual ou display de sete segmentos. Veja abaixo a representação desses sete segmentos.



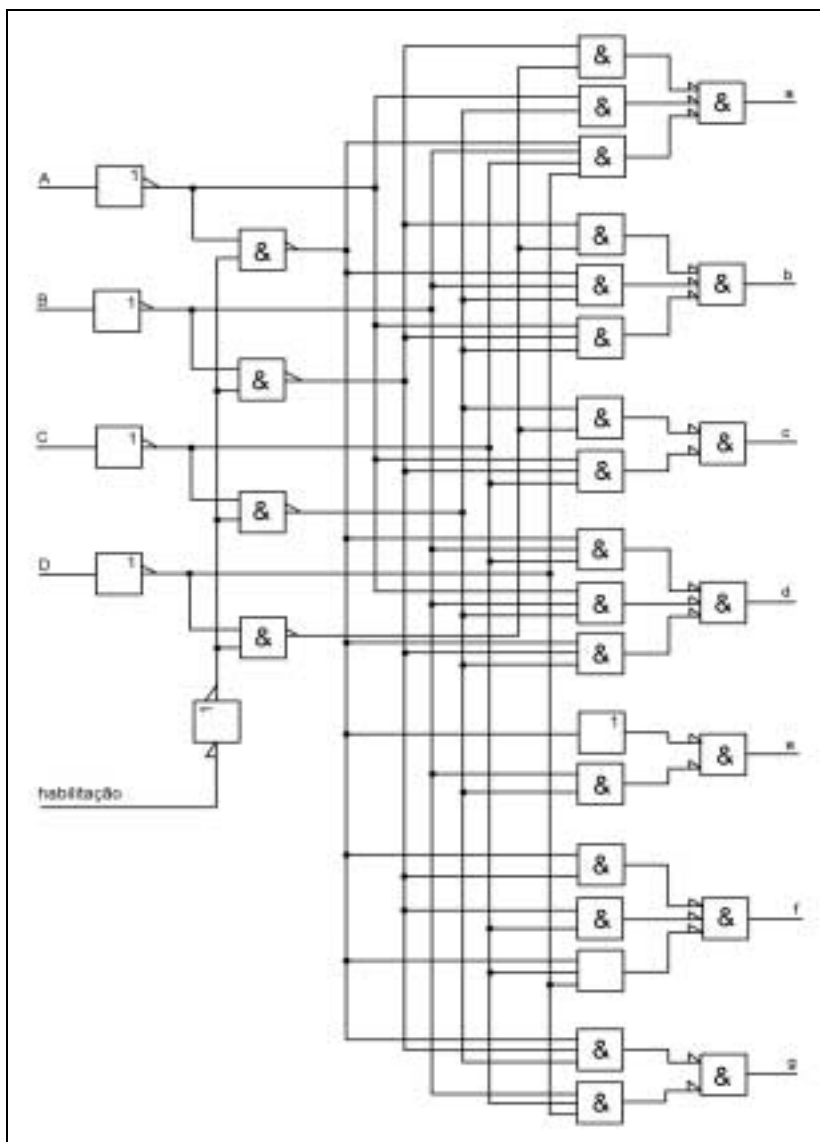
Os sete segmentos são designados por letras que vão de **a** a **g**.

A figura a seguir ilustra os indicadores visuais que representam dígitos decimais de 0 a 9 em alguns tipos de decodificadores.



Para aparecer o digital decimal 7 é necessário que os segmentos **a**, **b** e **c** estejam acesos. Se os segmentos **a**, **f**, **e**, **d**, **c** e **g** acenderem, aparecerá no indicador visual o decimal 6.

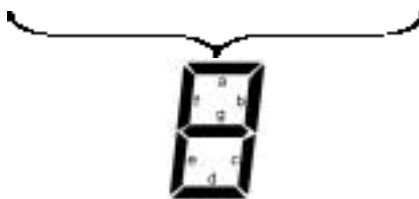
Estrutura do decodificador BCD para sete segmentos (CI 7449)



Os decodificadores BCD para sete segmentos são formados por arranjos combinatórios de portas lógicas básicas e derivadas, numa associação um pouco mais complexa do que a dos decodificadores BCD de saída única.

A seguir mostramos a tabela-verdade do decodificador comercial 7447 BCD para sete segmentos.

Decimal	Entradas					Saídas								Ind. visual
	A	C	B	A	B ₁	a	b	c	d	e	f	g		
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
2	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	
4	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	
5	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	
6	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	
7	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
10	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	
11	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
12	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	
13	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	
14	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Habilit.	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Convenção:

B₁ = habilitador

X = condição irrelevante

Referência bibliográfica

SENAI-SP. DMD. **Circuitos lógicos digitais - Teoria**. Por Moema de Castro Oliveira. São Paulo, 1991. (Reparador de equipamentos eletrônicos III).

46.15.13.923-6

Aprendizagem industrial

Reparador de equipamentos eletrônicos III

Circuitos lógicos digitais - Teoria

Sistemas de numeração e códigos binários

Portas lógicas básicas

Portas lógicas derivadas

Circuitos combinatórios

Famílias lógicas

Display

Codificador e decodificador

Somador e substrator binários

Comparadores de magnitude

Circuitos biestáveis lógicos

Contadores

Circuitos de tempo com CI

Circuitos de comutação aleatória e seqüencial

Conversor digital-analógico e conversor analógico-digital

Operações aritméticas e lógicas entre palavras binárias