

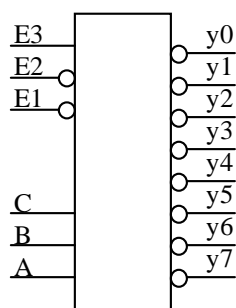
1.1. Układy do zamiany kodów (dekodery, kodery, enkodery)ⁱ

Są to układy kombinacyjne, zmieniające sposób kodowania lub przedstawiania danych cyfrowych.

1.1.1. Dekodery

Dekodery to układy kombinacyjne, zamieniające dane cyfrowe, zapisane w dowolnym kodzie innym niż kod pierścieniowy, na dane w kodzie pierścieniowym „jeden z N”. Wyjściem dekodera jest N jednobitowych linii z wyróżnioną stanem jeden lub zero jedną linią, odpowiadającą liczbowej wartości słowa wejściowego. Dekodery używane są do włączania (uaktywniania) określonych urządzeń, wybieranych przez podanie na wejście liczby, określającej numer (adres) urządzenia.

Symbol 3-bitowego dekodera naturalnego kodu dwójkowego typu **74LS138** przedstawiono na Rys.1.1.1. Dane wejściowe doprowadza się do linii CBA. Dane wyjściowe wyprowadzane są przez



linię $y_0...y_7$. Jedno z wyjść, o numerze równym liczbie CBA w naturalnym kodzie dwójkowym, wyróżnione jest stanem zero. Pozostałe wyjścia znajdują się w stanie '1'. Opisane działanie układu warunkują trzy dodatkowe wejścia zezwalające $\overline{E1}, \overline{E2}, E3$. Układ wytwarza zero na jednym wyjściu tylko wtedy, gdy wejścia zezwalające znajdują się w ściśle określonym stanie: $\overline{E1} = \overline{E2} = 0; E3 = 1$. Przy innych stanach tych wejść wszystkie wyjścia $y_0...y_7$ utrzymywane są w stanie '1'. Tabelę stanów układu przedstawia Tab. 1.1.1.

Rys.1.1.1. Dekoder 74LS138.

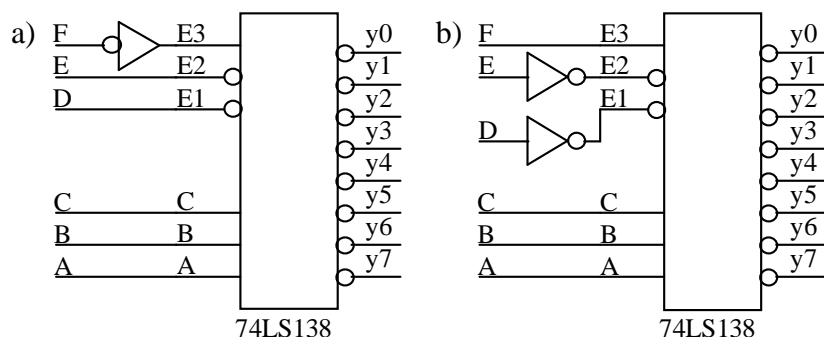
Wejścia zezwalające $\overline{E1}, \overline{E2}, E3$ mogą być wykorzystane do dekodowania danej wejściowej o większej liczbie bitów lub łączenia dekoderek w

Tab. 1.1.1. Tabela stanów dekodera 74LS138.

Wejścia zezwalające			Wejścia danych			Wyjścia								Numer wybranego urządzenia
$\overline{E1}$	$\overline{E2}$	$E3$	C	B	A	y_0	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	
1	x	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	-
x	1	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	-
x	x	0	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	-
0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	2
0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	3
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	4
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	5
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	6
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	7

grupy o większej liczbie wyjść.

Na Rys. 1.1.2 przedstawiono schematy dwóch układów z dekoderni 74LS138, dekodujących

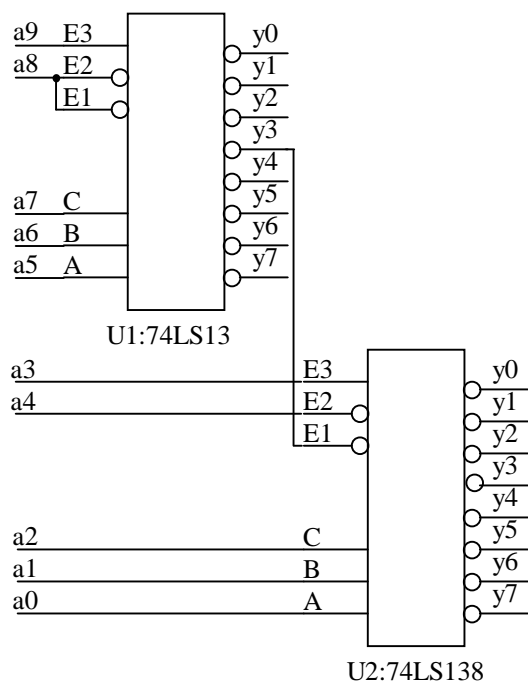


Rys. 1.1.2 Układy dekodujące 6-bitowe słowo wejściowe z dekoderni 74LS138.

6-bitowe słowo wejściowe FEDCBA. Bity ABC dołączone są bezpośrednio do wejść danych ABC. Bity DEF dołączone są do wejść zezwalających $\overline{E1}$, $\overline{E2}$, $\overline{E3}$ bezpośrednio lub przez negacje. Spośród pełnego zakresu wartości słowa wejściowego FEDCBA od 000000 do 111111 (dziesiętnie od 0 do 63), układ z Rys. 1.1.2.a dekoduje osiem najniższych wartości FEDCBA od 0 (000000) do

7 (000111). Tylko dla FED = 000 wejścia zezwalające $\overline{E1}$, $\overline{E2}$, $\overline{E3}$ są w stanach, umożliwiających przyjmowanie przez jedno z wyjść $\overline{y0} \dots \overline{y7}$ stanu 0 dla odpowiednich wartości CBA. Dla innych wartości FEDCBA wszystkie wyjścia $\overline{y0} \dots \overline{y7}$ znajdują się w stanie 1. Układ z Rys. 1.1.2.b dekoduje osiem najwyższych wartości FEDCBA od 56 (111000) do 63 (111111). Wejścia zezwalające $\overline{E1}$, $\overline{E2}$, $\overline{E3}$ są w stanach, umożliwiających działanie dekodera dla FED = 111.

Stan wejść zezwalających $\overline{E1}$, $\overline{E2}$, $\overline{E3}$ można uzależnić za pomocą dodatkowych układów



Rys. 1.1.3. Dekoder ośmiu wartości 10-bitowego słowa $a9 \dots a0$.

kombinacyjnych od większej liczby bitów słowa wejściowego. Na Rys. 1.1.3 przedstawiono dekoderni z dwoma układami 74LS138, dekodujący 8 spośród 1024 wartości 10-bitowego słowa wejściowego $a9 \dots a0$. Układ U1 dekoduje stan linii $a9 \dots a5$ i wytwarza na wyjściu $\overline{y4}$ stan 0 przy $a9a8a7a6a5 = 10100$. Wyjście $\overline{y4}$ układu U1 uaktywnia wejście zezwalające $\overline{E1}$ układu U2. Pozostałe wejścia zezwalające $\overline{E2}$, $\overline{E3}$ układu U2 aktywowane są przy $a3a4 = 10$. Przy aktywnych wejściach zezwalających, U2 dekoduje osiem stanów linii $a2a1a0$. Jedno z wyjść $\overline{y0} \dots \overline{y7}$ U2 przyjmuje stan 0 dla wartości $a9 \dots a0$ w zakresie od 1010001000 (288h) do 1010001111 (28Fh).

Inne typy dekoderni z rodziny układów scalonych TTL i TTL LS wymieniono w Tab. 1.1.2.

Tab. 1.1.2. Wybrane dekodery TTL i TTL LS.

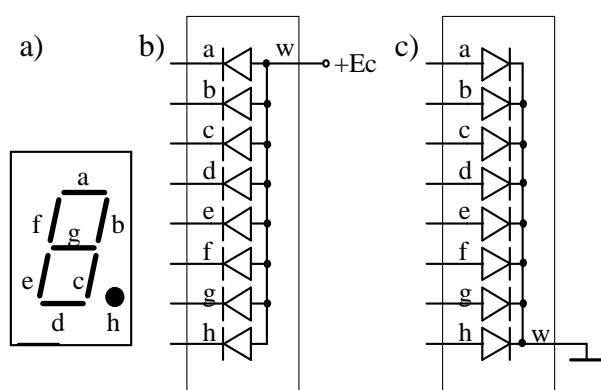
74LS42	dekoder 4-bitowego słowa w naturalnym kodzie dwójkowo-dziesiętnym (BCD) na kod 1 z 10;
74145	dekoder 4-bitowego słowa w naturalnym kodzie dwójkowo-dziesiętnym (BCD) na kod 1 z 10, wyjścia z otwartym kolektorem;
74LS139	Dwa dekodery / demultipleksery 2-bitowego słowa w naturalnym kodzie dwójkowym na kod 1 z 4;
74LS155	Dwa dekodery / demultipleksery 2-bitowego słowa w naturalnym kodzie dwójkowym na kod 1 z 4;
74LS156	Dwa dekodery / demultipleksery 2-bitowego słowa w naturalnym kodzie dwójkowym na kod 1 z 4, wyjścia z otwartym kolektorem;
74154	dekoder / demultipleks 4-bitowego słowa w naturalnym kodzie dwójkowym na kod 1 z 16;

1.1.2. Transkodery

Transkodery to układy kombinacyjne, zamieniające dane cyfrowe, zapisane w kodzie innym niż kod pierścieniowy „jeden z N”, na dane w innym kodzie, także różnym od kodu pierścieniowego.

W rodzinie układów TTL i TTL LS produkowane są dwa transkodery **7442A** i **74LS248**, zamieniające 4-bitowe słowo wejściowe w naturalnym kodzie dwójkowo - dziesiętnym BCD na kod, umożliwiając sterowanie siedmiosegmentowego wskaźnika cyfrowego.

Wskaźnik taki (Rys. 1.1.4) wyświetla znaki cyfr od 0 do 9 w wyniku zaświecania odpowiednich segmentów a..g, utworzonych z diod świecących. Wskaźnik ma wyprowadzone końcówki a..g, dołączone do jednej elektrody (katody lub anody) diody świecącej każdego segmentu oraz końcówkę w, dołączoną do drugiej elektrody (anody lub katody) diod świecących wszystkich segmentów.

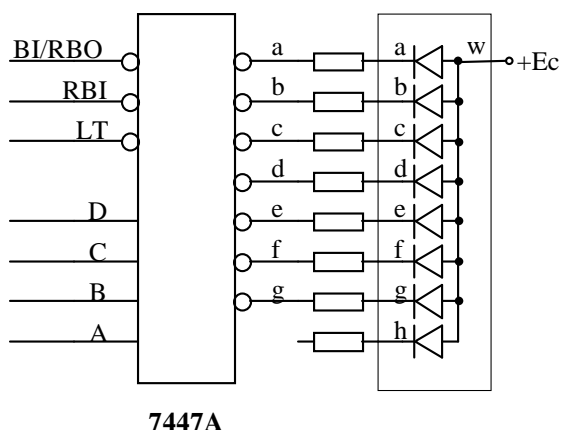


Rys. 1.1.4. Siedmiosegmentowy wskaźnik cyfrowy: a) układ segmentów; b) struktura ze wspólną anodą; c) struktura ze wspólną katodą.

dodatkowym wyprowadzeniem h.

W zależności od sposobu łączenia końcówek, rozróżnia się wskaźniki ze wspólną anodą lub wskaźniki ze wspólną katodą. We wskaźniku ze wspólną anodą elektrodę w dołącza się do napięcia zasilającego +Ec (najczęściej +5V). Segmenty włącza się przez dołączenie katody diody świecącej do masy poprzez odpowiednio dobrany rezystor. We wskaźniku ze wspólną katodą elektrodę w dołącza się do masy. Segmenty włącza się przez doprowadzenie do anody diody świecącej napięcia dodatniego rzędu kilku V poprzez odpowiednio dobrany rezystor lub ze źródła o ograniczonym prądzie. Często wskaźniki zawierają także symbol kropki dziesiętnej, umieszczony przed lub po znaku cyfry, włączany

Układ **7447A** przeznaczony jest do sterowania wskaźnika o wspólnej anodzie. Symbol układu i sposób jego połączenia ze wskaźnikiem przedstawiono na Rys. 1.1.5. Czterobitowe słowo wejściowe doprowadza się do wejść DCBA. Wyjścia a..g dołączone są poprzez rezystory do wyprowadzeń odpowiednich segmentów wskaźnika. Wskaźnik (Rys. 1.1.6) wyświetla cyfry 0..9, odpowiadające wartości liczby DCBA w naturalnym kodzie

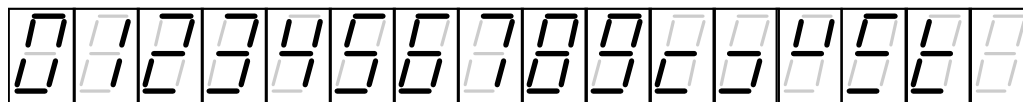


Rys. 1.1.5. Układ 7447A połączony ze wskaźnikiem 7-segmentowym.

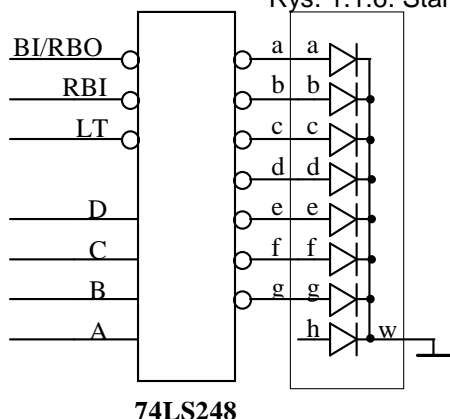
jące wartości liczby DCBA w naturalnym kodzie dwójkowo - dziesiętnym BCD. Dla wartości 11..14, wykraczających poza zakres cyfr dziesiętnych, wyświetlane są inne różne symbole. Dla wartości 15 wszystkie segmenty a..g wskaźnika zostają wygaszone.

Układ wyposażony jest w trzy dodatkowe końcówki sterujące. Końcówka $\overline{\text{BI}} / \text{RBO}$ (ang. *Blanking Input / Ripple Blanking Output*) po ustawieniu w stan 0 wygasa wszystkie segmenty (a..g) wskaźnika, niezależnie od stanu pozostałych wejść. Wykorzystuje się to do okresowego wyłączania i włączania segmentów z częstotliwością rzędu kilku kHz, co zmniejsza pobór prądu i zwiększa widoczność, gdyż oko lepiej reaguje na migające światło.

Przez zmianę długości czasu włączenia i wyłączenia reguluje się jasność świecenia wskaźnika. Stan $\overline{\text{BI}} / \text{RBO} = 0$ wymuszany jest także wewnątrz układu przy DCBA = 0, po ustawieniu wejścia $\overline{\text{RBI}}$ (ang. *Ripple Blanking Input*) w stan 0. Powoduje to pomijanie wyświetlania symbolu 0 i służy do wygaszania nieznaczących zer na początku lub końcu liczby, wyświetlanej przez zespół wskaźników. Końcówka $\overline{\text{BI}} / \text{RBO}$ pełni przy tym funkcję wyjścia z otwartym kolektorem, łączonym z wej-



Rys. 1.1.6. Stan wskaźnika przy kolejnych wartościach DCBA.



Rys. 1.1.7 Układ 74LS248 połączony ze wskaźnikiem 7-segmentowym.

ściem $\overline{\text{RBI}}$ poprzedniego lub następnego wskaźnika. Wejście testowe $\overline{\text{LT}}$ (ang. *Lamp Test*) przy $\overline{\text{LT}} = 0$ włącza wszystkie segmenty (a..g) wskaźnika.

Tabele stanów układu 7447A przedstawia Tab. 1.1.3.

Układ **74LS248** (Rys. 1.1.7) przeznaczony jest do sterowania wskaźnika o wspólnej katodzie. Wyjścia a..g o ograniczonym prądzie umożliwiają bezpośrednie dołączenie wejść wskaźnika bez dodatkowych rezystorów. Tabela stanów układu jest zgodna z Tab. 1.1.3 z zamienionymi stanami 0 i 1 dla wyjść a..g.

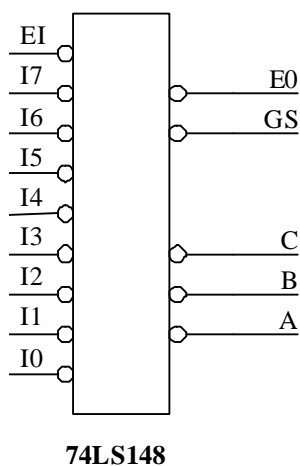
1.1.3.Enkodery

Tab. 1.1.3. Tabela stanów układu 7447A.

stan	Wejścia dodatkowe			Wejścia				Wyjścia						
	LT	RBI	BI/RBO	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	x	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	x	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
3	1	x	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	x	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
5	1	x	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
6	1	x	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7	1	x	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	x	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	x	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
10	1	x	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
11	1	x	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
12	1	x	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
13	1	x	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
14	1	x	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
15	1	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BI	x	x	0	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1
RBI	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
LT	0	x	1	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0

Enkodery to układy kombinacyjne, zamieniające dane cyfrowe, wprowadzane w kodzie pierścieniowym „jeden z N”, na dane w innym kodzie, różnym od kodu pierścieniowego.

Przykładem enkodera jest układ **74LS148** (Rys. 1.1.8), który po ustawieniu zera na jednym z ośmiu wejść $\overline{I0}...\overline{I7}$ podaje na wyjściu \overline{CBA} zanegowany numer wyjścia w naturalnym kodzie dwójkowym. Przy jednoczesnej aktywacji kilku wejść, podawany jest



Rys. 1.1.8. Enkoder 74LS148

Tab. 1.1.4. Tabela stanów enkodera 74LS148.

EI	Wejścia								Wyjścia				
	0	1	2	3	4	5	6	7	C	B	A	GS	EO
0	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0	0	1
0	x	x	x	x	x	x	0	1	0	0	1	0	1
0	x	x	x	x	x	0	1	1	0	1	0	0	1
0	x	x	x	x	0	1	1	1	0	1	1	0	1
0	x	x	x	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1
0	x	x	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
0	x	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	x	x	x	x	x	x	x	x	1	1	1	1	1

najwyższy numer aktywnego wejścia. Cecha ta jest charakterystyczna dla tzw. enkodera priorytetowego. Układ zawiera dodatkowe wejście \overline{EI} i wyjścia \overline{EO} oraz \overline{GS} , umożliwiające kaskadowe łączenie enkoderów. Tabelę stanów układu przedstawiono w Tab. 1.1.4.

ⁱ Opracował dr inż. Grzegorz Stępień