

LABORATORIUM - ELEKTRONIKA
Podstawowe elementy elektroniczne

1. Trochę teorii

1.1. Rezystory

Rezystor może być oznaczony na dwa podstawowe sposoby:

1.1.1. Kodem barwnym (paskowym)

Aby rozszyfrować kod barwny należy „zamienić kolory na liczby”, a potem określić znaczenie tych liczb. Rezystor może być opisany 3, 4 lub 5 paskami przy czym zdecydowanie najpopularniejsze są rezystory 4-paskowe. Zamiany kolorów na liczb dokonuje się używając poniższej tabeli:

Tabela 1. Tabela kodu paskowego rezystorów.

KOLOR	1 PASEK KOLORU	2 PASEK KOLORU	3 PASEK KOLORU	MNOŻNIK	TOLERANCJA
CZARNY	0	0	0	1	
BRAZOWY	1	1	1	10	±1% (F)
CZERWONY	2	2	2	100	±1% (G)
POMARAŃCZOWY	3	3	3	1k	
ŻÓŁTY	4	4	4	10k	
ZIELONY	5	5	5	100k	±0,50% (D)
NIEBIESKI	6	6	6	1M	±0,25% (C)
FIOLETOWY	7	7	7	10M	±0,10% (B)
SZARY	8	8	8		±0,05% (A)
BIAŁY	9	9	9		
ZŁOTY	-	-	-	0,1	±5% (J)
SREBRNY	-	-	-	0,01	±10% (K)

Zależnie od liczby pasków na rezystorze odczyt wykonuje się następująco:

- dla rezystora 3-paskowego bierze się 2 pierwsze paski koloru, składa z nich liczbę i mnoży przez mnożnik odczytany z 3 paska,
- dla rezystora 4-paskowego bierze się 2 pierwsze paski koloru, składa z nich liczbę i mnoży przez mnożnik odczytany z 3 paska natomiast 4 pasek oznacza tolerancję,
- dla rezystora 5-paskowego bierze się 3 paski koloru, składa z nich liczbę i mnoży przez mnożnik odczytany z 4 paska natomiast 5 pasek oznacza tolerancję.

Problemem może być ustalenie który pasek jest pierwszy, a który ostatni. Zasada jest taka, że pierwszy pasek powinien być bliższy końcówki rezystora, co jednak nie zawsze jest zgodne z praktyką. Problem ten jednak rzadko ma znaczenie, bowiem tolerancja jest najczęściej 5 lub 10 procentowa, co oznacza pasek złoty lub srebrny, a jak widać w Tabeli 1 ani pasek złoty ani srebrny nie jest przewidziany jako pasek koloru, a zatem jest on na pewno paskiem „po prawej”.

Na Rysunku 1 pokazano przykładowy rezystor 4-paskowy. Jak widać na jednym z jego końców jest pasek złoty, więc to jest jego „prawa strona”. Trzy pierwsze paski to brązowy, czarny i pomarańczowy, a zatem z Tabeli 1 odczytujemy, że paski brązowy i czarny dają nam cyfry: brązowy – 1, czarny – 0, a zatem liczbę 10, natomiast pasek pomarańczowy daje mnożnik 1 k, zatem rezystor ten ma wartość $10 \times 1k = 10\text{ k}\Omega$ z tolerancją $\pm 5\%$ wynikającą ze złotego paska.



Rysunek 1. Przykładowy rezystor paskowy.

1.1.2. Opisem liczbowym

Opisem liczbowym oznacza się najczęściej rezystory większej mocy. Zasada jest taka, że symbolu „ Ω ” się nie zaznacza na rezystorze, a w celu uniknięcia pomyłek pomija się również przecinek, jeśli wartość rezystancji jest ułamkowa. W miejsce przecinka wstawia się mnożnik. Jeżeli mnożnika nie ma, to zastępuje się go literą „R”.

Przykładowe oznaczenia rezystorów i wynikające z nich wartości:

- R22 $\rightarrow$ 0,22 Ω ,
- 2k $\rightarrow$ 2 k Ω ,
- 2M2 $\rightarrow$ 2,2 M Ω .

Pamiętajmy że na rezystorze mogą się znaleźć dodatkowe informacje, tak jak na rezystorze mocy z Rysunku 2. Z jego opisu wynikają następujące informacje: jest to rezystor 5-watowy, o rezystancji 1R5, czyli 1,5 Ω i tolerancji $\pm$ 5%, która wynika z kończącej opis litery „J” (literowe oznaczenia rezystancji są także zawarte w Tabeli 1).



Rysunek 2. Przykładowy rezystor opisany liczbowo.

Obecnie coraz częściej wykorzystywanym sposobem opisu liczbowego jest opis kodem czysto cyfrowym, 3-liczbowym. Kod ten jest dość banalny „w obsłudze”. Z opisujących rezystor trzech cyfr, dwie pierwsze tworzą liczbę, trzecia daje mnożnik poprzez liczbę zer. Przykładowo:

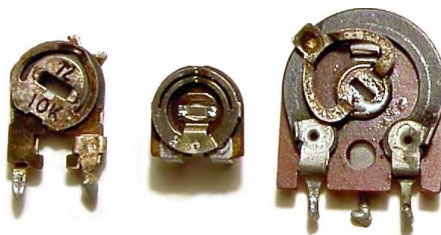
- 220 $\rightarrow$ 22 Ω ,
- 223 $\rightarrow$ 22 000 $\Omega \rightarrow$ 22k Ω .

Ta metoda opisu jest wykorzystywana najczęściej w opisie miniaturowych rezystorów SMD, jak na Rysunku 3, na którym pokazano taki rezystor o wartości 102 $\rightarrow$ 10 00 Ω = 1k Ω .



Rysunek 3. Przykładowy rezystor opisany kodem cyfrowym.

Podgrupę rezystorów tworzą potencjometry czyli rezystory o rezystancji regulowanej. Potencjometr może być obrotowy lub suwakowy. Potencjometry mogą być liniowe (czyli że w połowie drogi suwaka rezystancja jest równa 50% całkowitej) i nieliniowe, o charakterystyce wykładniczej. Te drugie stosuje się przede wszystkim w układach akustycznych co związane jest z nieliniową specyfiką odczuwania głośności przez ludzkie ucho. Potencjometry o charakterystyce liniowej są oznaczane literą A, wykładnicze literą B, a logarytmiczne – C.



Rysunek 4. Potencjometry.

1.2. Bezpieczniki

W prawidłowo działającym układzie, sprawny bezpiecznik w ideale nie powinien mieć żadnego wpływu na układ (zerowa rezystancja). Na obudowie bezpiecznika zaznaczone są jego maksymalne napięcie i prąd pracy, czyli prąd po którego przekroczeniu bezpiecznik ulegnie spaleni.



Rysunek 5. Typowy bezpiecznik.

1.3. Kondensatory

Opis kondensatorów jest bardzo podobny do opisu liczbowego rezystorów, tyle że jednostkami są farady a nie omy. Przykładowo:

- 33n $\rightarrow$ 33 nF,
- 33nK $\rightarrow$ 33 nF $\pm$ 10%,
- 3p3F $\rightarrow$ 3,3 pF $\pm$ 1%.

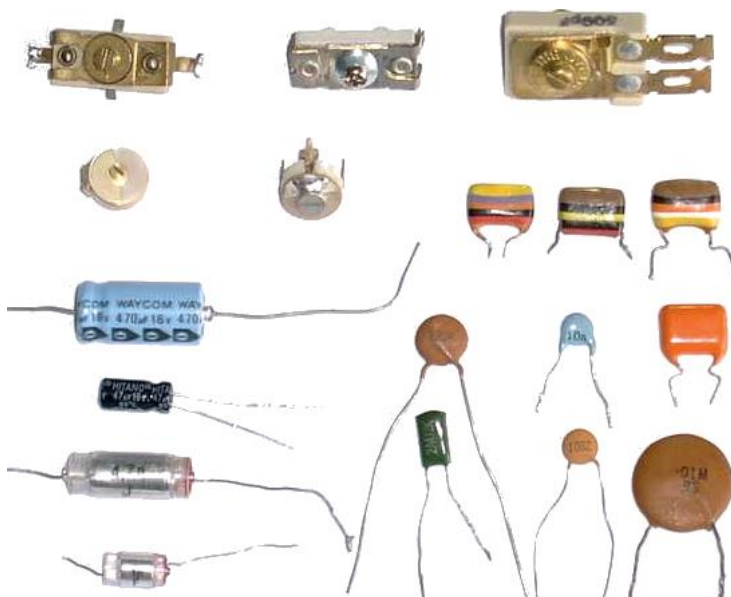
Jak widać, oznaczające tolerancję litery z Tabeli 1 zachowują tu swoje znaczenie. Dodatkowo dochodzi litera „M” oznaczająca tolerancję $\pm$ 20%, której odpowiednika dla rezystancji nie ma. Dla kondensatorów dodatkową informacją zawartą na obudowie jest często maksymalne napięcie pracy, przykładowo:

- u1 400 $\rightarrow$ 0,1 μ F/400V,
- 4u7 50V $\rightarrow$ 4,7 μ F/50V.

Warto zwrócić uwagę na to, że w opisie kondensatorów nie stosuje się symbolu “ μ ” tylko zastępuje go literką „u” lub „U”. Wynika to z faktu, że znak “ μ ” był czasem błędnie maszynowo rozpoznawany jako „m” co powodowało błędną interpretację pojemności jako „mili” a nie „mikro”, czyli tysiąckrotnym błędem.

Analogicznie do rezystorów można też znaleźć kondensatory opisane kodem czysto cyfrowym, przy czym jednostką podstawową jest tu pikofarad. Przykładowo:

- 330 $\rightarrow$ 33 pF,
- 333 $\rightarrow$ 33 000 pF = 33 nF.

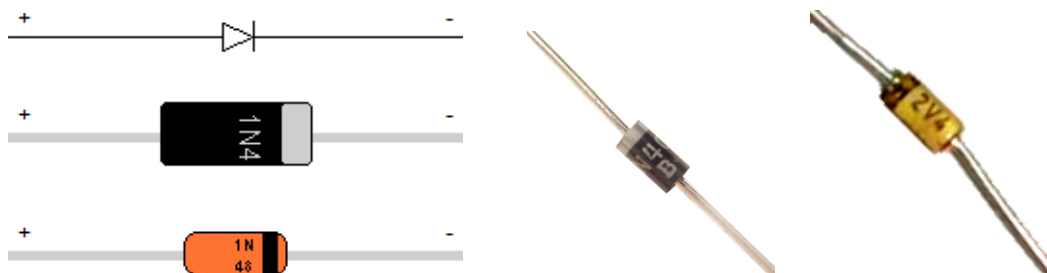


Rysunek 6. Kondensatory.

1.4. Diody

Diodę najłatwiej rozpoznać po pasku na obudowie. Wskazuje on na katodę, czyli kierunek przewodzenia danej diody. Dioda Zenera ma na obudowie dodatkowe oznaczenie, wskazujące na jej napięcie Zenera. Napięcie to może być podane wprost, np. oznaczenie BZX 6,2 oznacza, że napięcie Zenera jest równe 6,2 V. Inną wersją jest opis typu C7V5 albo D33. Litera „C” lub „D” oznacza tolerancję, odpowiednio $\pm 5\%$ i $\pm 10\%$, natomiast liczby wskazują napięcie, literka „V” zastępuje przecinek. Zatem ww. diody mają napięcia Zenera odpowiednio $7,5\text{ V} \pm 5\%$ i $33\text{ V} \pm 10\%$. Wedle tej zasady dioda Zenera z rysunku ma napięcie Zenera $2,4\text{ V}$.

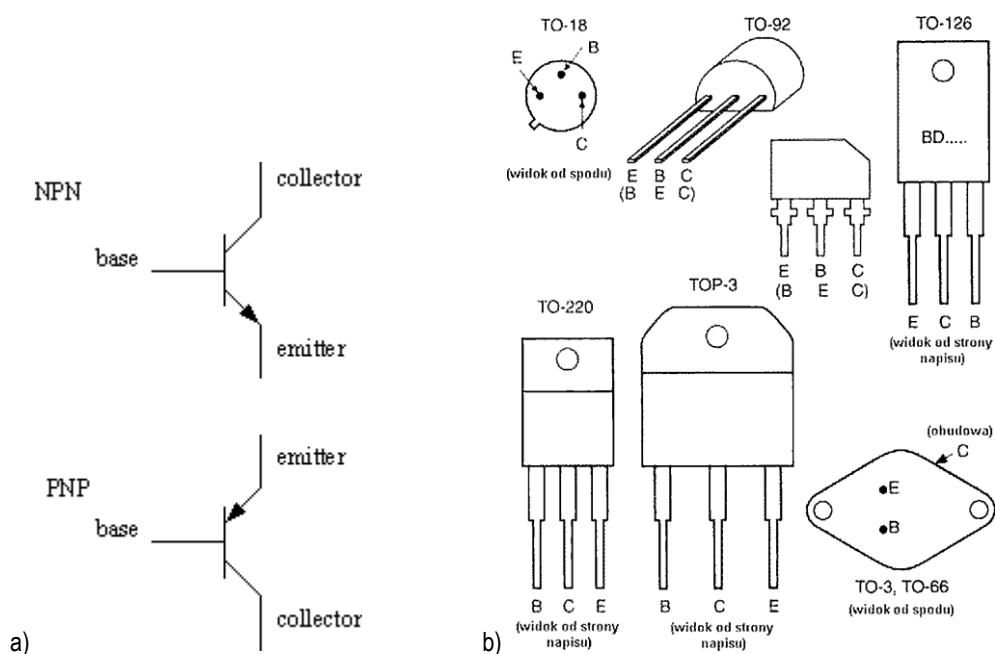
Czasem spotykane diody w innych obudowach identyfikuje się po wystającym „ząbku” wskazującym na katodę.



Rysunek 7. Diody.

1.5. Tranzystory

Tranzystor najłatwiej rozpoznać po tym, że ma 3 nóżki :) Używając odpowiedniego multimetru można sprawdzić typ tranzystora (npn lub pnp) i jego wzmocnienie (parametr h_{FE}). Wystarczy włożyć nóżki tranzystora w odpowiednie otwory, różne dla npn i pnp. Tylko dla jednej wersji „włożenia” multimetr zmierzy wzmocnienie, natomiast jeśli tranzystor jest włożony niepoprawnie, albo typ npn jest włożony w wejścia dla pnp (lub odwrotnie) to zmierzy on albo wartość zero (lub zera bliską) albo „OL” (overload). Aby sprawdzić „która nóżka tranzystora jest która” należy skorzystać z Rysunku 8.



Rysunek 8. Symbole i opis tranzystorów bipolarnych (typu npn i pnp) (a) oraz typowa kolejność wyprowadzeń dla różnych typów obudów (b).

1.6. Układy scalone

Każdy układ scalony ma na swojej obudowie umieszczony opis, konkretnie wskazujący na zawartość tejże obudowy. Co prawda opis ten jest najczęściej, w zależności od danego producenta, obudowany dodatkowymi informacjami, ale niezależnie od tego, to opis liczbowy wskazuje na to „co w środku”. Przykładowo opis LM358, KA358 albo po prostu 358 wskazuje na dokładnie ten sam układ scalony. Do celu identyfikacji układu należy użyć katalogu układów scalonych, najwygodniej w wersji elektronicznej, np. www.datasheetcatalog.com, wystarczy wpisać w dostępną wyszukiwarkę odczytane oznaczenie i sprawdzić wyniki wyszukiwania. Jeżeli wyniki wyszukiwania są niejednoznaczne, można rozwiązać wątpliwości otwierając dostępne tam noty katalogowe znalezionych układów, by po prostu sprawdzić czy to co trzymamy w ręku wygląda jak układ widoczny w nocie katalogowej.



Rysunek 9. Przykładowy układ scalony.

Przykładowo wpisanie do ww. wyszukiwarki ciągu „D780C” znalezionej na obudowie układu z Rysunku 9 pozwala sprawdzić, że powyższy układ jest 8-bitowym mikroprocesorem produkowanym przez firmę NEC Electronics.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z wyglądem i sposobem opisu podstawowych elementów elektronicznych i nauczenie się sposobów pomiaru niektórych parametrów elementów elektronicznych, mierzalnych przy pomocy podstawowych urządzeń pomiarowych.

PRZEBIEG ĆWICZENIA

Na początku należy dostarczony zestaw posegregować, w każdym zestawie jest następująca liczba elementów:

- 12 rezystorów, w tym:
 - 7 oznaczonych paskami,
 - 4 opisane liczbowo,
 - 1 potencjometr,
- 4 kondensatory (w tym 1 elektrolityczny),
- 5 diod, w tym:
 - 2 diody prostownicze,
 - 2 diody Zenera,
 - 1 diodę elektroluminescencyjną (LED),
- 3 tranzystory,
- 1 bezpiecznik,
- 2 układy scalone.

Na każdym stanowisku dostępne są niezbędne przyrządy pomiarowe (multimetry cyfrowe), wraz z instrukcjami obsługi.

1.1. *Rezystory*

Rozszyfrować opisy paskowe i liczbowe otrzymanych rezystorów. Następnie zmierzyć ich rezystancję. Wyniki zamieścić w protokole. Dodatkowo zmierzyć rezystancję potencjometru (rezystora regulowanego) w jego skrajnych położeniach.

1.2. *Bezpiecznik*

Spisać do protokołu oznaczenia bezpiecznika. Dodatkowo zmierzyć jego rezystancję.

1.3. *Kondensatory*

Rozszyfrować opisy otrzymanych kondensatorów nieelektrolitycznych. Następnie zmierzyć ich pojemność. Wyniki zamieścić w protokole.

W przypadku kondensatora elektrolitycznego należy jedynie spisać jego pojemność i maksymalne napięcie pracy.

1.4. *Diody*

Dla każdej diody (poza elektroluminescencyjną) zmierzyć multimetrem napięcie przewodzenia i zanotować je w protokole. Dla diod Zenera należy dodatkowo spisać ich oznaczenia.

1.5. *Tranzystory*

Używając multimetru sprawdzić typ każdego tranzystora i zmierzyć jego wzmocnienie, wyniki zamieścić w protokole.

1.6. *Układy scalone*

Spisać do protokołu oznaczenia układów scalonych.

2. **Opracowanie wyników**

2.1. W ramach opracowania ćwiczenia wystarczy uzupełnić protokół, czyli: policzyć różnice między wartościami nominalnymi i zmierzonymi badanych elementów (rezystorów i kondensatorów), sprawdzić czy różnice te mieszczą się w deklarowanej przez producenta tolerancji, odczytać z opisu diod Zenera ich napięcia Zenera oraz zidentyfikować układy scalone.

2.2. Jak zawsze mile widziane są dodatkowe wnioski i przemyślenia, ale nic na siłę.

3. **Literatura**

- [1] Rusek M., Ćwirko R., Marciniak W., „Przewodnik po elektronice”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986
- [2] Zielonko R., Bartosiński B., Hoja J., Rydzkowski W., Toczek W., „Laboratorium z podstaw miernictwa”, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1998
- [3] „Elektronika dla nieelektroników”, 1 (1) / 2006, Wydawnictwo AVT, Warszawa 2006
- [4] www.datasheetcatalog.com