

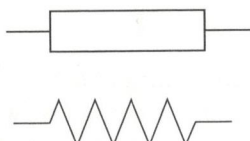
## 2.5

## Rezystory

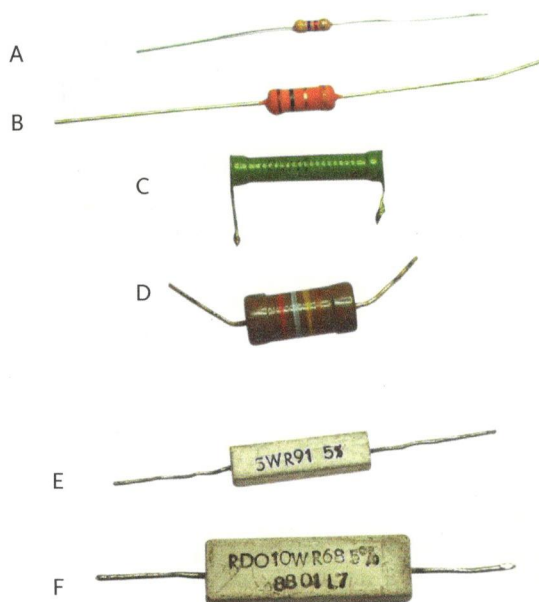
**Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:**

- jakich symboli używa się do oznaczania rezystorów,
- jakie są typowe wartości rezystorów.

Rezystory to najprostsze bierne elementy elektroniczne. Wykonuje się je w różnych technologiach. Oprócz wartości wskazującej na rezystancję, czyli opór dla przepływającego prądu, mają też oznaczenia związane z mocą. Dopuszczalna moc strat określa, ile mocy może się wydzielić na rezystorze bez zniszczenia go.



**Rys. 2.31.** Symbole rezystora: u góry – wersja używana w Polsce, na dole – symbol popularny w krajach anglosaskich i często wykorzystywany w programach komputerowych do projektowania obwodów



**Rys. 2.32.** Przykładowe rezystory: A, B – węglowe oznaczone kodem paskowym, C, D – drutowe oznaczone kodem paskowym, E, F – ceramiczne (E – rezystancja 0,91  $\Omega$ , moc 3 W, tolerancja 5%, F – rezystancja 0,68  $\Omega$ , moc 10 W, tolerancja 5%)

Rezystory mają różne rozmiary. Te najmniejsze, wykonane w technologii SMD, nie osiągają nawet 1 mm. Większe, przeznaczone do rozpraszania dużych mocy, liczą kilkanaście centymetrów.

Wartości rezystancji rezystorów podzielono na szeregi, które mają ścisły związek z tolerancjami rezystancji. Wartości w szeregu są ustalone według postępu geometrycznego i narastają wykładniczo z szybkością zależną od liczby wartości w szeregu. Przykładowo: jeśli szereg składa się z 5 liczb, to iloraz postępu geometrycznego jest równy pierwiastkowi piątego stopnia z 10 (czyli mniej więcej 1,58), a liczby tworzące szereg to: 10, 15, 22, 33, 47 i 68. Szeregowi temu przypisano tolerancję wartości 20%, dzięki czemu udaje się pokryć wszystkie pożądane wartości rezystancji w dekadzie. Przykładowo:  $47 \Omega + 20\% = 56,4 \Omega$ , a  $68 \Omega - 20\% = 54,4 \Omega$ , tak więc dokładność 20% pozwala na zabezpieczenie wszystkich wartości pomiędzy tymi, które bezpośrednio wynikają z danego szeregu.

## WARTO WIEDZIEĆ

Szeregi są tworzone z liczb normalnych, które tworzą ciąg geometryczny o ilorazie  $\sqrt[n]{10}$ , gdzie  $n$  jest wartością szeregu, np. 3, 6, 12, 24, 48, określającą liczbę elementów w szeregu. Na pomysł stworzenia takiego szeregu liczb wpadł w 1870 r. inżynier wojskowy Charles Renard. W 1952 r. ten standard został przyjęty przez ISO [ang. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION], międzynarodową organizację ustalającą normy techniczne.

### 2.5.1. Szeregi główne rezystorów

Szereg E stosuje się w elektronice do oznaczania rezystancji rezystorów, pojemności kondensatorów itp. Liczba po literze E opisuje, ile jest wartości rezystorów w typoszeregu, i pośrednio wskazuje na tolerancję wartości, z jaką wykonano rezystor.

W typoszeregach od E3 do E24 oznaczenia rezystorów składają się z dwóch cyfr i mnożnika. Parametr określający tolerancję jest opcjonalny. Szeregi E12 i E24 są powszechnie wykorzystywane w elektronice.

Tab. 2.6. Główne typoszeregi rezystorów

Typoszereg	E3	E6	E12	E24
Tolerancja	50%	20%	10%	5%
Wartości rezystancji (cyfry znaczące)	10	10	10	10
				11
			12	12
				13
		15	15	15
				16
			18	18
				20
	22	22	22	22
				24
			27	27

Tab. 2.6. cd. Główne typoszeregi rezystorów

Typoszereg	E3	E6	E12	E24
				30
		33	33	33
				36
			39	39
				43
Wartości rezystancji (cyfry znaczące)	47	47	47	47
				51
			56	56
				62
		68	68	68
				75
			82	82
				91

## WARTO WIEDZIEĆ

Typoszereg E3 obecnie jest właściwie nieużywany ze względu na niewielką dokładność. Najczęściej w elektronice używa się typoszeregów E6, E12 i E24.

Typoszeregi E48 i wyższe są rzadziej spotykane ze względu na cenę rezystorów. Rezystory z typoszeregów E48 i kolejnych wykorzystuje się głównie w precyzyjnej aparaturze medycznej, pomiarowej itp. W sprzęcie konsumenckim niemal się ich nie spotyka.

### 2.5.2. Typoszeregi precyzyjne

Typoszeregi od E48 do E192 są szeregami rezystorów precyzyjnych i wymagają trzech cyfr znaczących, po których następują mnożnik i dodatkowe oznaczenia.

Typoszeregi precyzyjne cechują się tolerancjami: 2% dla E48, 1% dla E96 i 0,5% dla E192. W tych typoszeregach istotną rolę odgrywa współczynnik temperaturowy, który zazwyczaj uwzględnia się w oznaczeniu rezystora.

Tab. 2.7. Typoszeregi rezystorów precyzyjnych

E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192
1,00	1,00	1,00	1,47	1,47	1,47	2,15	2,15	2,15	3,16	3,16	3,16	4,64	4,64	4,64	6,81	6,81	6,81
		1,01			1,49			2,18			3,20			4,70			6,90
	1,02	1,02		1,50	1,50		2,15	2,15		3,24	3,24		4,75	4,75		6,98	6,98
		1,04			1,52			2,23			3,28			4,81			7,06

E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192	E48	E96	E192
1,05	1,05	1,05	1,54	1,54	1,54	2,26	2,26	2,26	3,32	3,32	3,32	4,87	4,87	4,87	7,15	7,15	7,15
		1,06			1,56			2,23			3,36			4,93			7,23
	1,07	1,07		1,58	1,58		2,32	2,32		3,40	3,40		4,99	4,99		7,32	7,32
		1,09			1,60			2,34			3,44			5,05			7,41
1,10	1,10	1,10	1,62	1,62	1,62	2,37	2,37	2,37	3,48	3,48	3,48	5,11	5,11	5,11	7,50	7,50	7,50
		1,11			1,64			2,40			3,52			5,17			7,59
	1,13	1,13		1,65	1,65		2,43	2,43		3,57	3,57		5,23	5,23		7,68	7,68
		1,14			1,67			2,46			3,61			5,30			7,77
1,15	1,15	1,15	1,69	1,69	1,69	2,49	2,49	2,49	3,65	3,65	3,65	5,36	5,36	5,36	7,87	7,87	7,87
		1,17			1,72			2,52			3,65			5,42			7,96
	1,18	1,18		1,74	1,74		2,55	2,55		3,70	3,70		5,49	5,49		8,06	8,06
		1,20			1,76			2,58			3,74			5,56			8,16
1,21	1,21	1,21	1,78	1,78	1,78	2,61	2,61	2,61	3,79	3,79	3,79	5,62	5,62	5,62	8,25	8,25	8,25
		1,23			1,80			2,64			3,83			5,69			8,35
	1,24	1,24		1,82	1,82		2,67	2,67		3,88	3,88		5,76	5,76		8,45	8,45
		1,26			1,84			2,71			3,92			5,83			8,56
1,27	1,27	1,27	1,87	1,87	1,87	2,74	2,74	2,74	3,97	3,97	3,97	5,90	5,90	5,90	8,66	8,66	8,66
		1,29			1,89			2,77			4,07			5,97			8,76
	1,30	1,30		1,91	1,91		2,80	2,80		4,12	4,12		6,04	6,04		8,87	8,87
		1,32			1,93			2,84			4,17			6,12			8,98
1,33	1,33	1,33	1,96	1,96	1,96	2,87	2,87	2,87	4,22	4,22	4,22	6,19	6,19	6,19	9,09	9,09	9,09
		1,35			1,98			2,91			4,27			6,26			9,19
	1,37	1,37		2,00	2,00		2,94	2,94		4,32	4,32		6,34	6,34		9,31	9,31
		1,38			2,03			2,98			4,37			6,42			9,42
1,40	1,40	1,40	2,05	2,05	2,05	3,01	3,01	3,01	4,42	4,42	4,42	6,49	6,49	6,49	9,53	9,53	9,53
		1,42			2,08			3,05			4,48			6,57			9,65
	1,43	1,43		2,10	2,10		3,09	3,09		4,53	4,53		6,65	6,65		9,76	9,76
		1,45			2,13			3,12			4,59			6,73			9,88

### 2.5.3. Kody rezystorów przewlekanych

Z powodu małych wymiarów elementów rezystancyjnych oraz ich budowy przyjęło się oznaczać je kodami barwnymi. Dzięki temu, niezależnie od kierunku montażu, zawsze jest widoczny kod barwny, co umożliwia odczytanie znamionowej wartości rezystancji. Oznaczanie za pomocą nadruku wykonanego w postaci cyfrowej wiązałoby się z ryzykiem braku możliwości odczytania wartości rezystancji w przypadku montażu na płytce drukowanej. Poza tym kod barwny ze względu na wielkość jest czytelniejszy i trudniejszy do przypadkowego zmazania.

Tab. 2.8. Kody barwne rezystorów przewlekanych

Kolor paska	Wartość		Mnożnik	Tolerancja ±%	Współczynnik temperaturowy ±ppm/K
	1. pasek	2. pasek	3. pasek	4. pasek	6. pasek
czarny		0	1 Ω		250
brązowy	1	1	10 Ω	1	100
czerwony	2	2	100 Ω	2	50
pomarańczowy	3	3	1 kΩ		15
żółty	4	4	10 kΩ		25
zielony	5	5	100 kΩ	0,5	20
niebieski	6	6	1 MΩ	0,25	10
fioletowy	7	7	10 MΩ	0,1	5
szary	8	8	100 MΩ	0,05	1
biały	9	9	1 GΩ		
brak paska				20	
złoty	0,1 Ω			5	
srebrny	0,01 Ω			10	

Jeżeli paski są trzy, to każdy z nich symbolizuje rezystancja, przy czym trzeci zawsze oznacza mnożnik, a tolerancja wynosi 20%.



Rys. 2.33. Rezystor o rezystancji 12 kΩ i tolerancji 20%

Jeżeli paski są cztery, to pierwsze trzy oznaczają oporność, a czwarty symbolizuje tolerancję.



Rys. 2.34. Rezystor o rezystancji 150 kΩ i tolerancji 0,5%

Jeżeli pasków jest pięć, to trzy pierwsze oznaczają rezystancję, czwarty symbolizuje mnożnik, a piąty – tolerancję.



Rys. 2.35. Rezystor o rezystancji 2,2 kΩ i tolerancji 5%

Jeżeli pasków jest sześć, mamy do czynienia z rezystorem precyzyjnym; trzy pierwsze paski oznaczają rezystancję, czwarty symbolizuje mnożnik, piąty – tolerancję, a szósty – współczynnik temperaturowy.



**Rys. 2.36.** Rezystor precyzyjny o rezystancji 680 k $\Omega$ , tolerancji 0,5% i współczynniku temperaturowym 10 ppm/K

## WARTO WIEDZIEĆ

Wszystkie rezystory są w jakiś sposób zależne od temperatury. To zjawisko opisuje się za pomocą współczynnika temperaturowego. Jednostką najczęściej stosowaną jest ppm/K [ang. PART PER MILION / KELVIN] (milionowa część na 1 stopień, 10<sup>-6</sup>/K). Współczynnik temperaturowy zmienia się zależnie od typu rezystora i wynika z zastosowanych materiałów. Przykładowo: rezystory węglowe mają duży ujemny współczynnik (od -200 do -2000 ppm/K, zależnie od wartości rezystancji), podczas gdy istnieją specjalne rezystory metalizowane o współczynniku poniżej +/- 1 ppm/K.

Przykładowo: współczynnik 1 ppm/K dla rezystora 1 M $\Omega$  oznacza wzrost rezystancji o 1  $\Omega$  na każdy Kelwin przyrostu temperatury.

### 2.5.4. Kody rezystorów SMD

W przypadku elementów przeznaczonych do montażu powierzchniowego nie stosuje się oznaczeń kolorami, lecz cyframi i literami.

## WARTO WIEDZIEĆ

Tworzeniem standardów i norm w elektronice zajmuje się kilka instytucji o zasięgu międzynarodowym. Opracowują i udostępniają one dokumentację. Często w dokumentacji lub branżowej literaturze można spotkać się z oznaczeniem EIA, JEDEC i innych, po których występuje ciąg liczbowy. Litery oznaczają akronim nazwy instytucji, a liczba – numer dokumentu/standardu.

**EIA** [ang. ELECTRONIC INDUSTRIES ALLIANCE] – Sojusz Przemysłu Elektronicznego.

**ANSI** [ang. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE] – Amerykański Narodowy Instytut Normalizacyjny. Przykładowo: EIA-485 jest dokumentem opisującym standard transmisji szeregowej RS485.

#### Kody 3-cyfrowe

Za pomocą kodów 3-cyfrowych koduje się rezystory z typoszeregu E24 o tolerancji 5%. Pierwsze dwie cyfry oznaczają rezystancję, a trzecia to mnożnik w postaci liczby zer, np.:

100 – 10  $\Omega$  – trzecia cyfra oznacza zero zer, więc jest to 10  $\Omega$ ,

683 – 68 k $\Omega$

226 – 22 M $\Omega$ .

#### Kody 4-cyfrowe

Kody 4-cyfrowe są stosowane do rezystorów z typoszeregu E96 o tolerancji 1%. Pierwsze trzy cyfry oznaczają rezystancję, a czwarta określa liczbę zer, np.:

1000 – 100  $\Omega$ ,

4703 – 470 k $\Omega$ ,

9762 – 97,6 k $\Omega$ .

**Kody 3-cyfrowe z podkreśleniem**

Kody 3-cyfrowe z podkreśleniem stosuje się dla typoszeregu E24 o tolerancji 1%. Podkreślona jest środkowa cyfra, np.:

100 – 10 Ω – trzecia cyfra oznacza zero zer, więc jest to 10 Ω,

683 – 68 kΩ,

226 – 22 MΩ.

**Oznaczenie rezystorów o rezystancji poniżej 10 Ω**

Z poprzednich przykładów wynika, że najniższa rezystancja przy kodowaniu to 10 Ω, a jej oznaczenie to 100. Aby rozwiązać problem małych rezystancji, używa się litery R, pełniącej funkcję przecinka, np.:

1R0 – 1 Ω,

0R22 – 0,22 Ω,

0R01 – 0,01 Ω.

**Kodowanie zgodne z EIA-96**

Omówione powyżej sposoby kodowania wartości rezystorów są proste i intuicyjne. Kodowanie EIA-96 okazuje się o wiele bardziej skomplikowane. EIA-96 bazuje na typoszeregu E96. Każdej wartości przypisano kod liczbowy, a mnożnikowi – literowy (zob. tab. 2.9).

Tab. 2.9. Mnożniki w kodowaniu EIA-96

Litera	Mnożnik		
F	100 000	$10^5$	100 kΩ
E	10 000	$10^4$	10 kΩ
D	1000	$10^3$	1 kΩ
C	100	$10^2$	100 Ω
B	10	$10^1$	10 Ω
A	1	$10^0$	1 Ω
X lub S	0,1	$10^{-1}$	0,1 Ω
Y lub R	0,01	$10^{-2}$	0,01 Ω

Tab. 2.10. Kody wartości rezystorów o tolerancji 1% (zgodnie z EIA-96)

Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96
01	100	17	147	33	215	49	316	65	464	81	681
02	102	18	150	34	215	50	324	66	475	82	698
03	105	19	154	35	226	51	332	67	487	83	715
04	107	20	158	36	232	52	340	68	499	84	732
05	110	21	162	37	237	53	348	69	511	85	750
06	113	22	165	38	243	54	357	70	523	86	768
07	115	23	169	39	249	55	365	71	536	87	787
08	118	24	174	40	255	56	370	72	549	88	806

Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96	Kod 1%	E96
09	121	25	178	41	261	57	379	73	562	89	825
10	124	26	182	42	267	58	388	74	576	90	845
11	127	27	187	43	274	59	397	75	590	91	866
12	130	28	191	44	280	60	412	76	604	92	887
13	133	29	196	45	287	61	422	77	619	93	909
14	137	30	200	46	294	62	432	78	634	94	931
15	140	31	205	47	301	63	442	79	649	95	953
16	143	32	210	48	309	64	453	80	665	96	976

## ZAPAMIĘTAJ

Kody dla tolerancji innych niż 1% oznaczają zupełnie inne wartości niż kody dla tolerancji 1%. Aby je rozróżnić, stosuje się odmienne oznaczenie literowe. Dla tolerancji 1% mnożnik umieszcza się po kodzie cyfrowym, np. 10C, a dla tolerancji wyższych niż 1% – przed kodem cyfrowym, np. B25.

Tab. 2.11. Kody rezystancji dla rezystorów o tolerancji innej niż 1% (zgodnie z EIA-96)

Kod 2%	Liczba	Kod 2%	Liczba	Kod 5%	Liczba	Kod 5%	Liczba	Kod 10%	Liczba
01	100	13	330	25	100	37	330	49	100
02	110	14	360	26	110	38	360	50	120
03	120	15	390	27	120	39	390	51	150
04	130	16	430	28	130	40	430	52	180
05	150	17	470	29	150	41	470	53	220
06	160	18	510	30	160	42	510	54	270
07	180	19	560	31	180	43	560	55	330
08	200	20	620	32	200	44	620	56	390
09	220	21	680	33	220	45	680	57	470
10	240	22	750	34	240	46	750	58	560
11	270	23	820	35	270	47	820	59	680
12	300	24	910	36	300	48	910	60	820

Dla tolerancji 2% i 5% liczba jest tożsama z typoszeregiem E24, dla tolerancji 10% odpowiednikiem jest typoszereg E12.

Przykłady oznaczeń:

10C – 12,4 k $\Omega$ ,

C10 – 24 k $\Omega$ , tolerancja 2%,

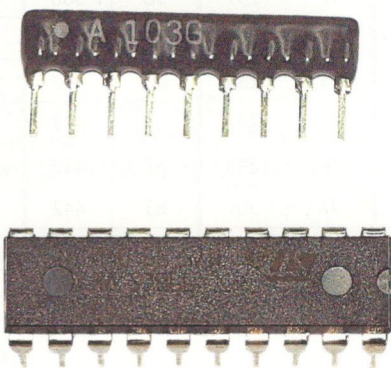
B25 – 1 k $\Omega$ , tolerancja 5%,

A60 – 820  $\Omega$ , tolerancja 10%.



## 2.5.5. Drabinki rezystancyjne

We współczesnych rozwiązaniach układowych zachodzi konieczność montażu wielu identycznych rezystorów. W takiej sytuacji stosuje się **drabinki rezystancyjne**.

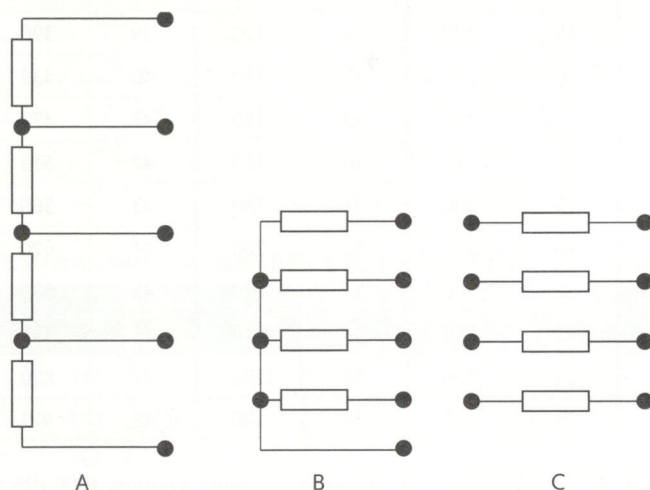


Rys. 2.37. Drabinki rezystancyjne 10 k: u góry – w wersji SIL, na dole – w wersji DIL

Produkuje się dwa rodzaje matryc rezystorowych (drabinek) do montażu przewlekane:

- **obudowa jednorzędowa SIL** [ang. SINGLE IN LINE] – z liczbą wyprowadzeń od 4 do 14 i liczbą rezystorów od 2 do 24,
- **obudowa dwurzędowa DIL** [ang. DUAL IN LINE] – z liczbą wyprowadzeń od 14 do 20 i liczbą rezystorów od 7 do 36.

Do montażu powierzchniowego stosuje się drabinki rezystorowe w różnych układach, często projektowanych i produkowanych na specjalne zamówienie.

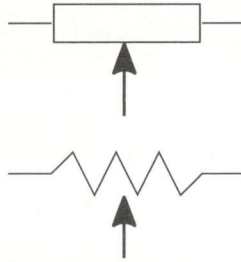


Rys. 2.38. Schematy wewnętrzne dla drabinek rezystancyjnych: A, B – obudowa SIL, C – obudowa DIL

Jedną z zalet matryc rezystorowych jest to, że zajmują mało miejsca na płycie drukowanej, umożliwiają kontrolowanie temperatury pracy rezystorów, ich montaż jest prosty i nie zajmuje dużo czasu, co z kolei oznacza niższe koszty.

## 2.5.6. Potencjometry

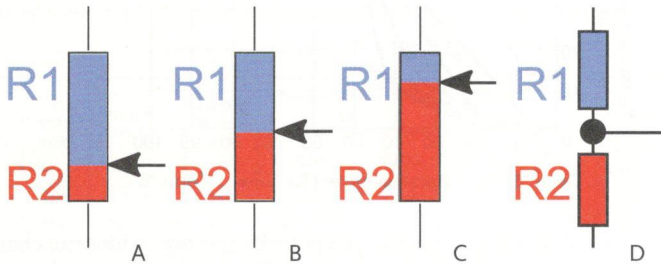
Potencjometry, czyli rezystory nastawne, działają na zasadzie dzielnika napięcia. Po wszechnie stosuje się je w sprzęcie RTV i AGD.



Rys. 2.39. Symbol potencjometru: u góry – wersja używana w Polsce, na dole – wersja używana w krajach anglosaskich

Potencjometr składa się ze ścieżki rezystancyjnej i ślizgacza, który się po niej porusza. Zależnie od położenia ślizgacza wartość ścieżki rezystancyjnej dzieli się na dwie części.

Potencjometry buduje się z jedną ścieżką, dwiema ścieżkami lub większą ich liczbą, dzięki czemu można uzyskać jednocześnie kilka nastaw do niezależnej obsługi np. dwóch torów audio.



Rys. 2.40. Działanie potencjometru: A –  $R1 > R2$ , B –  $R1 = R2$ , C –  $R1 < R2$ , D – schemat zastępczy potencjometru

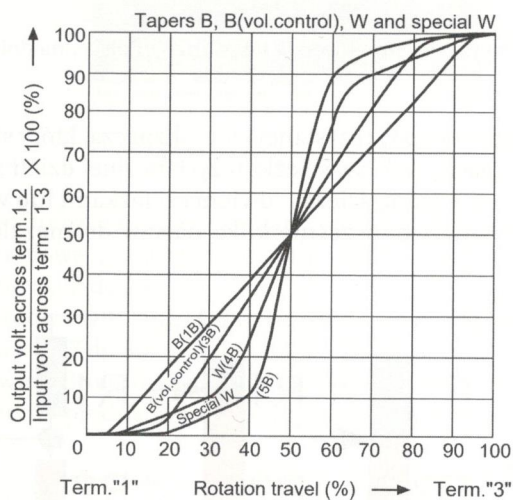
Potencjometry mają ścieżki rezystancyjne, które mogą się cechować liniową zmianą rezystancji (proporcjonalną). Oprócz charakterystyki liniowej występują inne. Każda z charakterystyk ma swoje oznaczenie literowe. W oznaczeniach potencjometrów spotyka się następujące litery: A, B, C, D, E, F, G, H, S, T, Y, W, V, którym często towarzyszą inne oznaczenia cyfrowo-literowe. Dlatego aby jednoznacznie określić charakterystykę potencjometru, należy skorzystać z katalogu producenta.

Tab. 2.12. Przykładowe oznaczenia charakterystyk potencjometrów polskiej produkcji

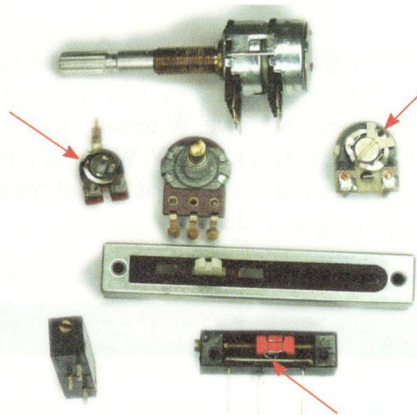
Litera	Charakterystyka
A	liniowa
B	logarytmiczna
C	wykładnicza

Tab. 2.13. Przykładowe oznaczenia charakterystyk potencjometrów znanej zagranicznej firmy

Litera	Charakterystyka
A	logarytmiczna A2 (10A) do sprzętu audio
D	logarytmiczna A1 (05A) do sprzętu audio
Y	logarytmiczna
B	liniowa B1 (1B)
C	wykładnicza C2 (10C)



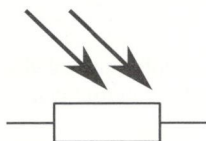
Rys. 2.41. Przykładowa katalogowa charakterystyka potencjometrów; widoczne charakterystyka liniowa (B1), odkształcona liniowa do kontroli głośności (3B) oraz charakterystyki specjalne (W)



Rys. 2.42. Przykładowe potencjometry; czerwonymi strzałkami zaznaczono elementy ślizgaczy przeznaczone do zmiany rezystancji

## 2.5.7. Fotorezystory

Fotorezystor jest elementem rezystancyjnym, którego rezystancja silnie zależy od natężenia padającego na niego światła. Takie elementy cechuje dość duża bezwładność, co oznacza, że przy zmianie natężenia światła zmiana rezystancji następuje z opóźnieniem. Im większy gabarytowo fotorezystor, tym większa zwłoka. Elementy tego typu stosuje się tam, gdzie konieczne jest wykrycie zmiany intensywności oświetlenia: w zabawkach, włącznikach zmierzchowych, lampach błyskowych, urządzeniach pomiarowych.



Rys. 2.43. Symbol fotorezystora



Rys. 2.44. Fotorezystor

### Measuring Conditions

#### 1. Light resistance:

Measured at 10 Lux with standard light A (2854k color temperature) and 2 hours illumination at 400-600 lux prior testing.

#### 2. Dark Resistance:

Measured 10 seconds after closed 10 lux.

#### 3. Gamma Characteristic:

The relation between the rate of change of resistance and the variation of incident ray may be calculated through the formula noted below:

R10.R100 Cell resistance at 10 lux and 100 lux, The error of is  $\pm 0.1$

#### 4. Pmax:

max. Power dissipation at ambient temperature of 25°C

#### 5. Vmax:

Max. Voltage in darkness that may be applied to the cell continuously.

### Specification

model	V max (VDC)	P max (mW)	Ambient Temp(°C)	Spectral Peak(nm)	Photo Resistance (kΩ)		Dark Resistance (MΩ)	100/10	Response Time(ms)		Illuminance Vs photo resistance
					R10	R100			Rise time	descent time	
GL5516	150	100	-30~+70	540	5-10	<=2	0.2	0.6	30	30	2
GL5528	150	100	-30~+70	540	10-20	2-4	1.0	0.7	20	30	3
GL5537	150	100	-30~+70	540	20-50	4-10	2.0	0.7	20	30	4
GL5539	150	100	-30~+70	540	50-90	10-15	5.0	0.8	20	30	5
GL5549	150	100	-30~+70	540	90-150	15-20	10.0	0.9	20	30	6
GL5559	150	100	-30~+70	540	150-300	20-60	20.0	0.9	20	30	6
GL5616D	150	100	-30~+70	560	5-10	<=2	1.0	0.6	30	30	2
GL5626D	150	100	-30~+70	560	10-20	2-4	2.0	0.6	20	30	3
GL5637D	150	100	-30~+70	560	20-50	4-10	5.0	0.7	20	30	4
GL5639D	150	100	-30~+70	560	50-90	10-15	10.0	0.8	20	30	5
GL5649D	150	100	-30~+70	560	90-150	15-20	20.0	0.9	20	30	6
GL5659D	150	100	-30~+70	560	150-300	20-60	20.0	0.9	20	30	6

Rys. 2.45. Fragment noty katalogowej fotorezystora

## SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień znane ci typoszeroki rezystorów.
2. Jak oznacza się wartości rezystorów przewlekanych?
3. Wymień barwy oraz przypisane im wartości liczbowe i wartości mnożników.
4. Jak oznacza się rezystory SMD?
5. Czym cechuje się kodowanie oznaczeń EIA-96?