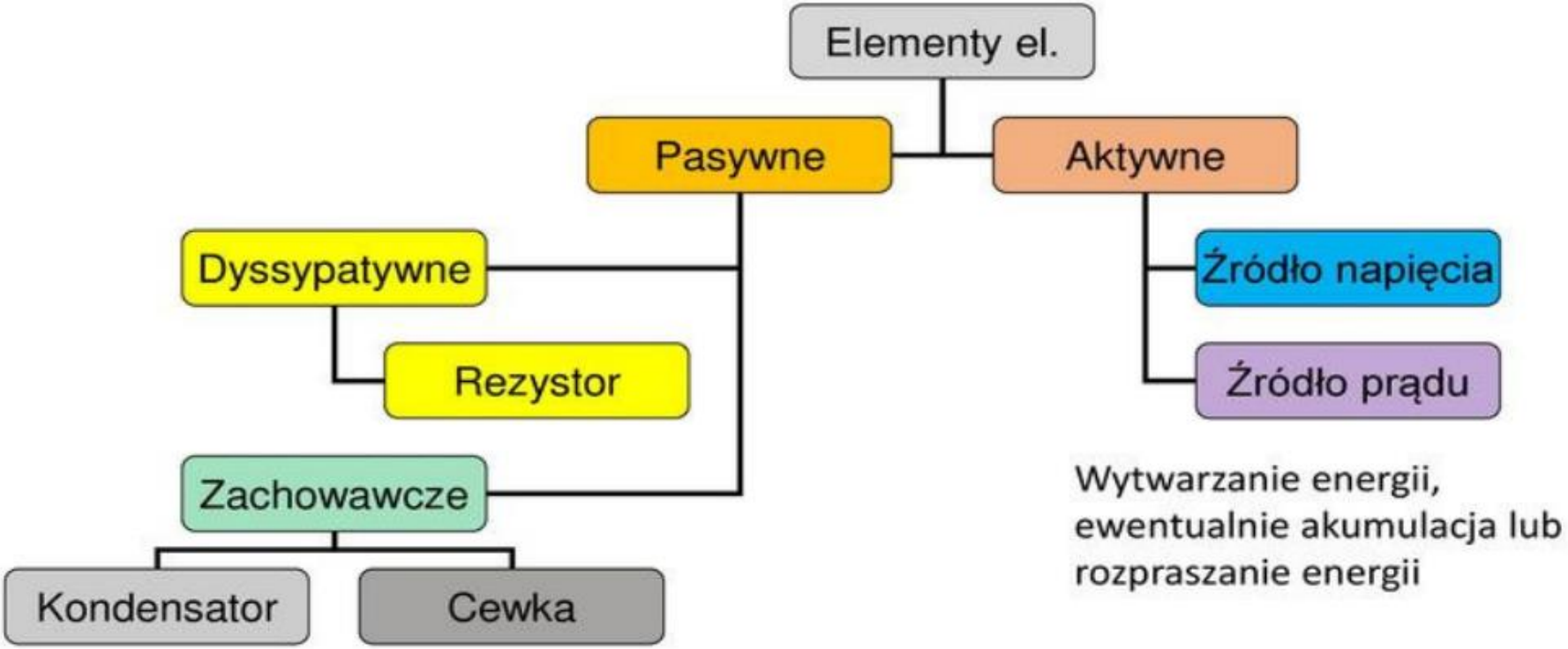
ELEKTROTECHNIKA

część 3

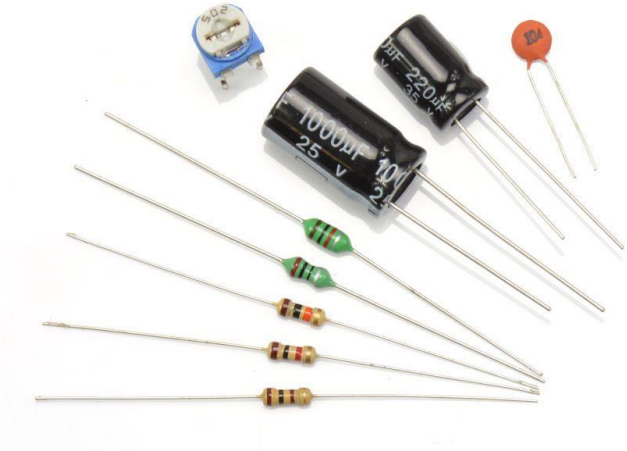
Klasyfikacja elementów elektrycznych

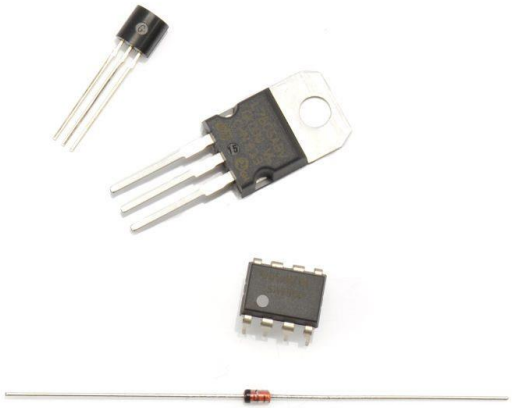


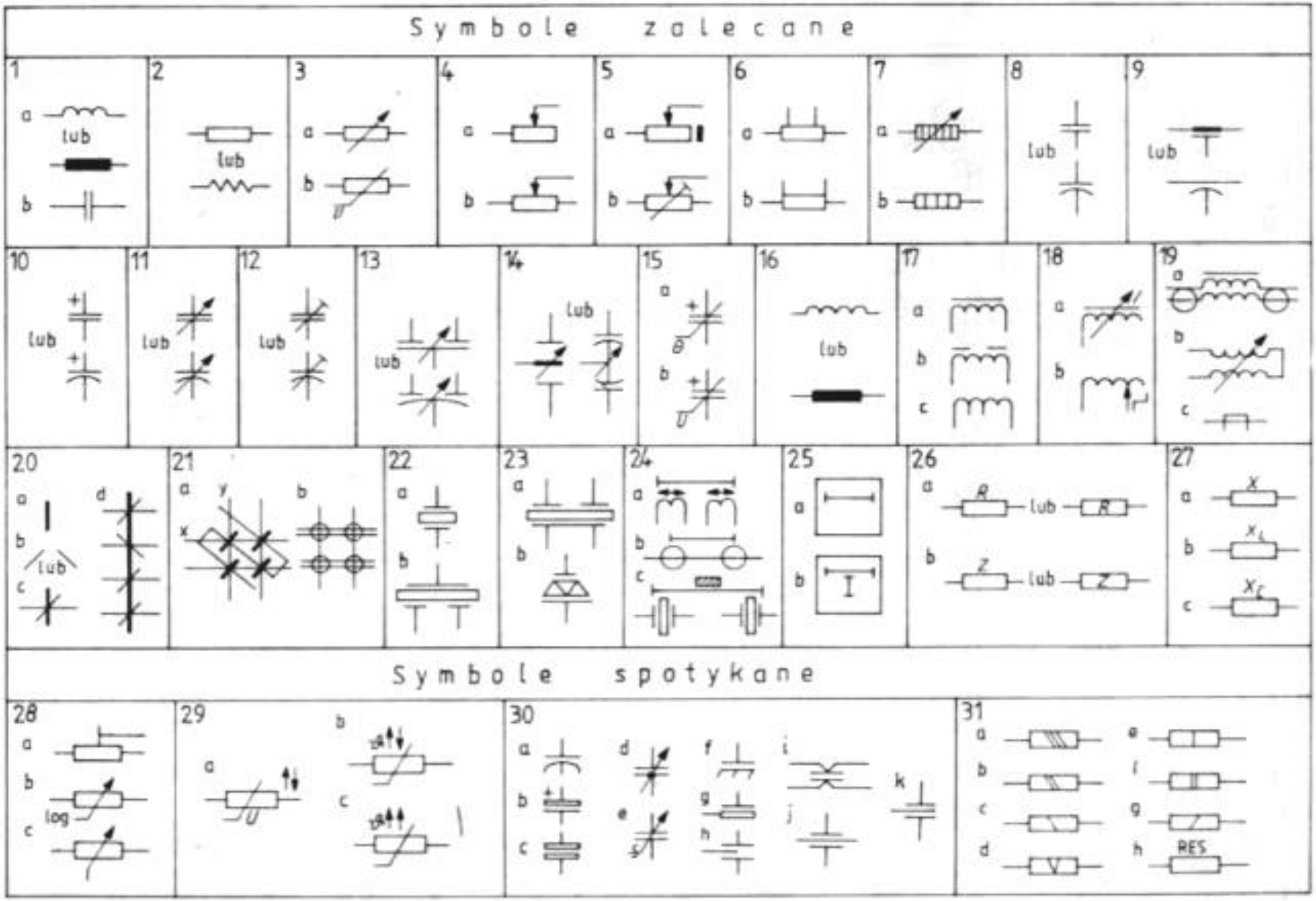
PODZIAŁ ELEMENTÓW BIERNYCH

W układach elektronicznych stosujemy następujące elementy bierne:

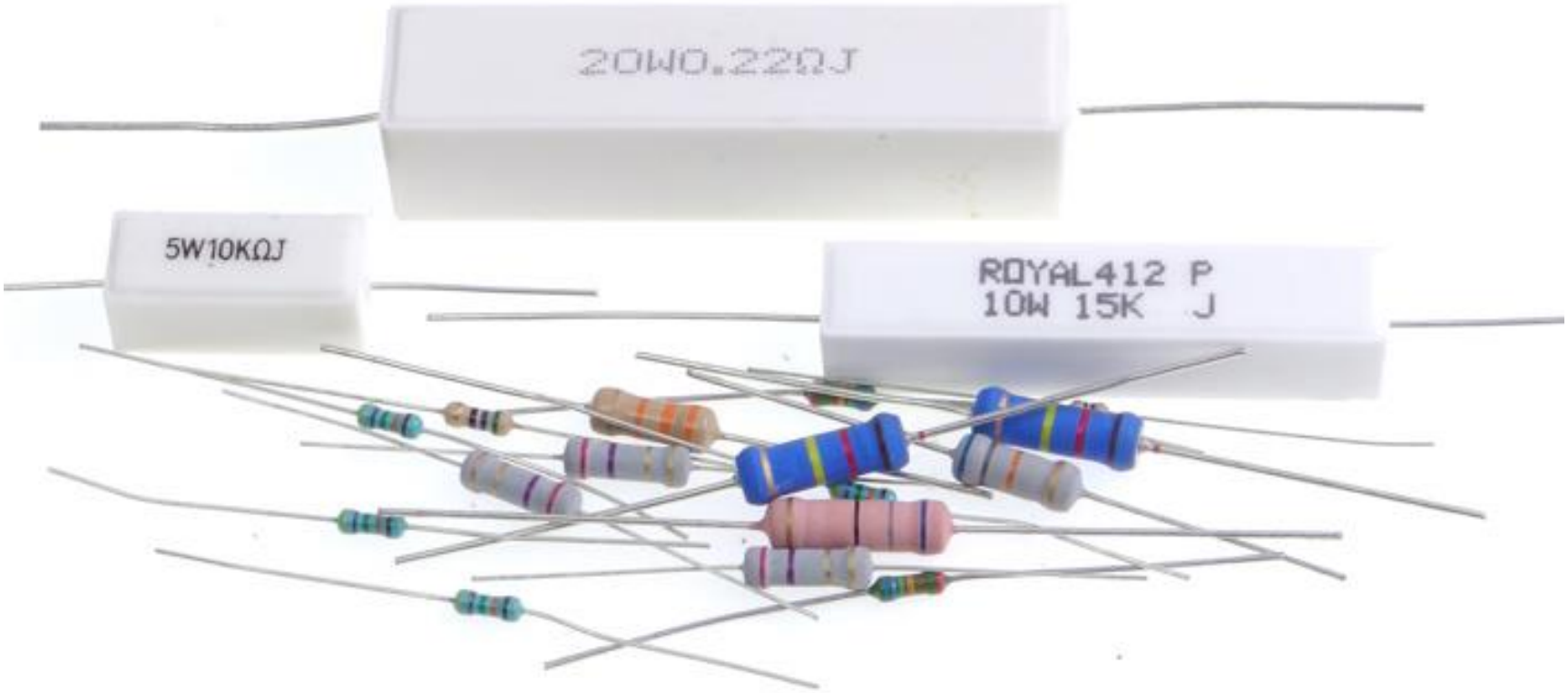
a) rezystory – rezystancja [Ω]
b) kondensatory – pojemność [F]
c) cewki – indukcyjność [H]
d) bezpieczniki – prąd zadziałania [A]
e) przekaźniki



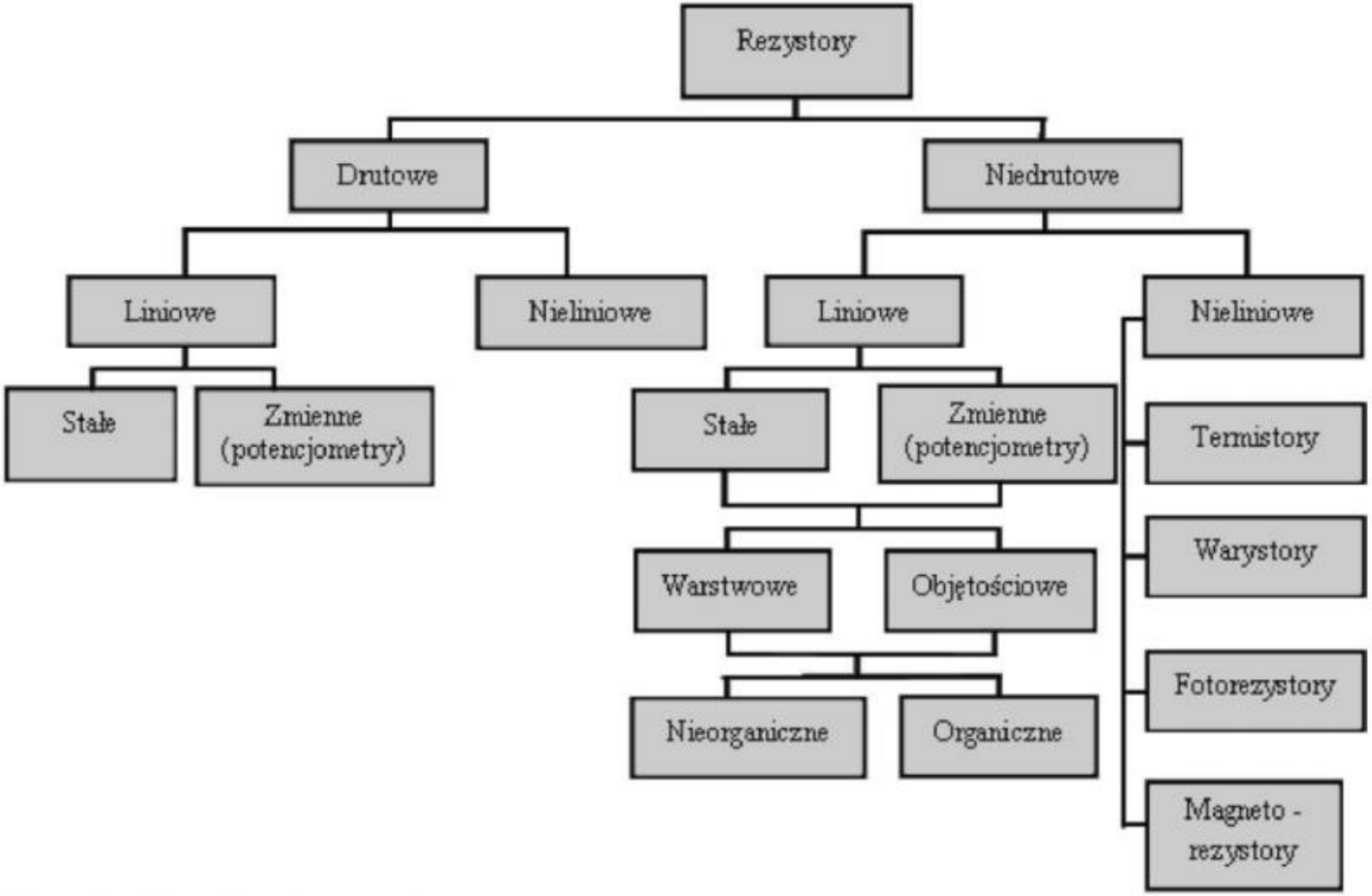



Symbole zalecane
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
lub
Symbole spotykane
28
29
30
31
log
RES

REZYSTORY



Podział rezystorów:



Rezystory węglowe, warstwowe

- *warstwa węgla o danej wartości rezystancji naparowana na rurkę ceramiczną*
- *stosowanie nacięć spiralnych w warstwie węglowej w celu osiągnięcia właściwej wartości rezystancji*

Rezystory warstwowe metalowe

- *warstwa metalu o danej wartości rezystancji naparowana na rurkę ceramiczną*
- *proces produkcji podobny do rezystorów węglowych*

Precyzyjne rezystory drutowe

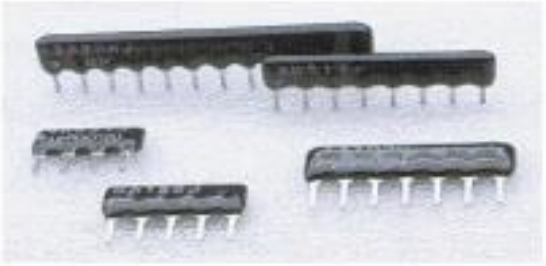
- *drut o wysokiej rezystancji (nikrotal CrNi, kantal CrAlFe, lub konstantan CuNi) nawinięty na korpus z ceramiki, szkła lub włókna sztucznego*
- *są izolowane plastikiem, silikonem, glazurą lub zamknięte w obudowie aluminiowej*

Precyzyjne rezystory SMD

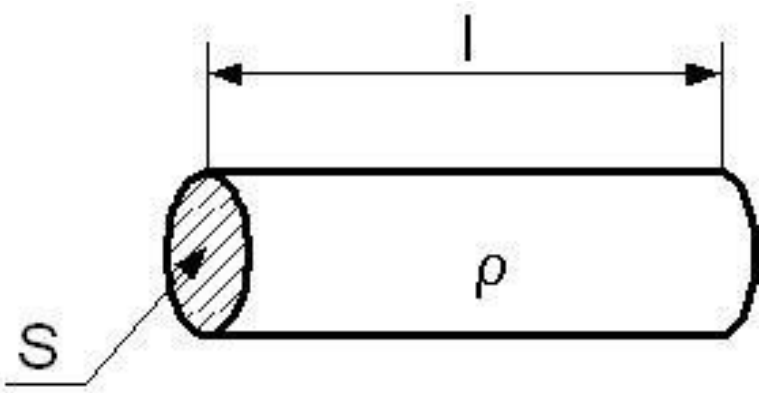
- *przeznaczone do montażu powierzchniowego*

Matryce rezystorowe „drabinki”

- *są produkowane w wersji grubo- i cienkowarstwowej*
- *ceramiczny korpus z nadrukowanymi rezystorami i wyprowadzeniami*



Element rezystancyjny



Rezystancja:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

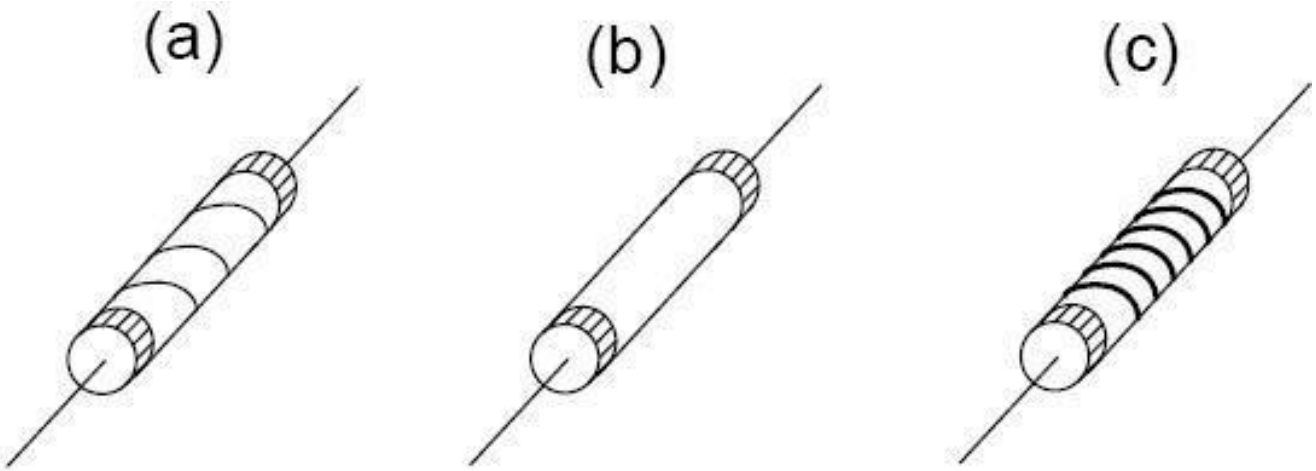
gdzie:
ρ - rezystywność właściwa materiału
l - długość materiału
S – powierzchnia przekroju poprzecznego przewodnika

Rezystancja miedzianego drutu

średnica 1 mm^2 = 16,8 Ω/km
średnica 4 mm^2 = 4,2 Ω/km
średnica 10 mm^2 = 1,7 Ω/km

Rezystory - rodzaje

Rezystory przewlekane:



Budowa rezystorów przewlekanych: a) warstwowy, b) objętościowy, c) drutowy

Rezystory - rodzaje

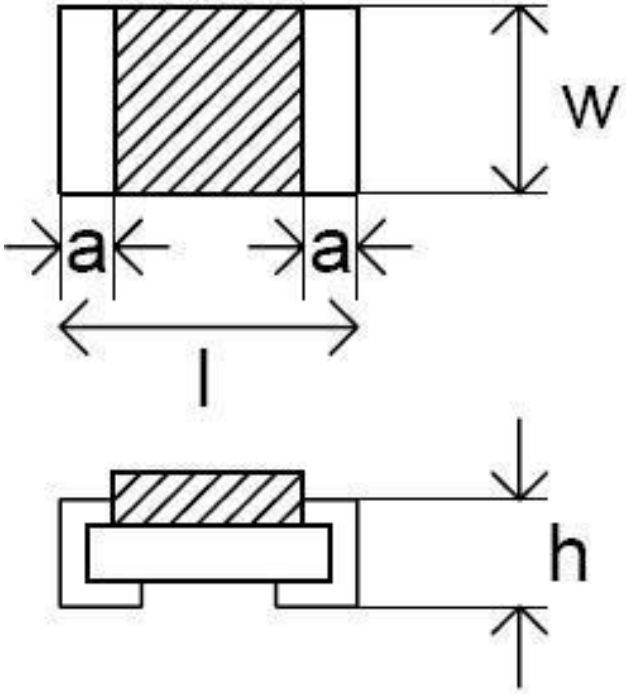
Wymiary rezystorów warstwowych MŁT

moc	Φ [mm]	l [mm]
0,125 W	2,3	6,0
0,5 W	4,2	10,8
1 W	6,6	13

Ważny parametr rezystorów – MOC !!!

Rezystory - rodzaje

Rezystory powierzchniowe



Wymiary rezystora do montażu powierzchniowego

Rezystory - rodzaje

Wymiary rezystorów do montażu powierzchniowego

typ	wymiary			
	l [mm]	w [mm]	h [mm]	a [mm]
0603 (100mW)	1,6	0,8	0,5	0,3
0805 (125mW)	2,0	1,25	0,45	0,4
1206 (250mW)	3,1	1,55	0,55	0,45

Oznaczenia rezystorów:

a) bezpośrednie zapisanie wartości na obudowie rezystora, występuje w przypadku rezystorów przewlekanych,

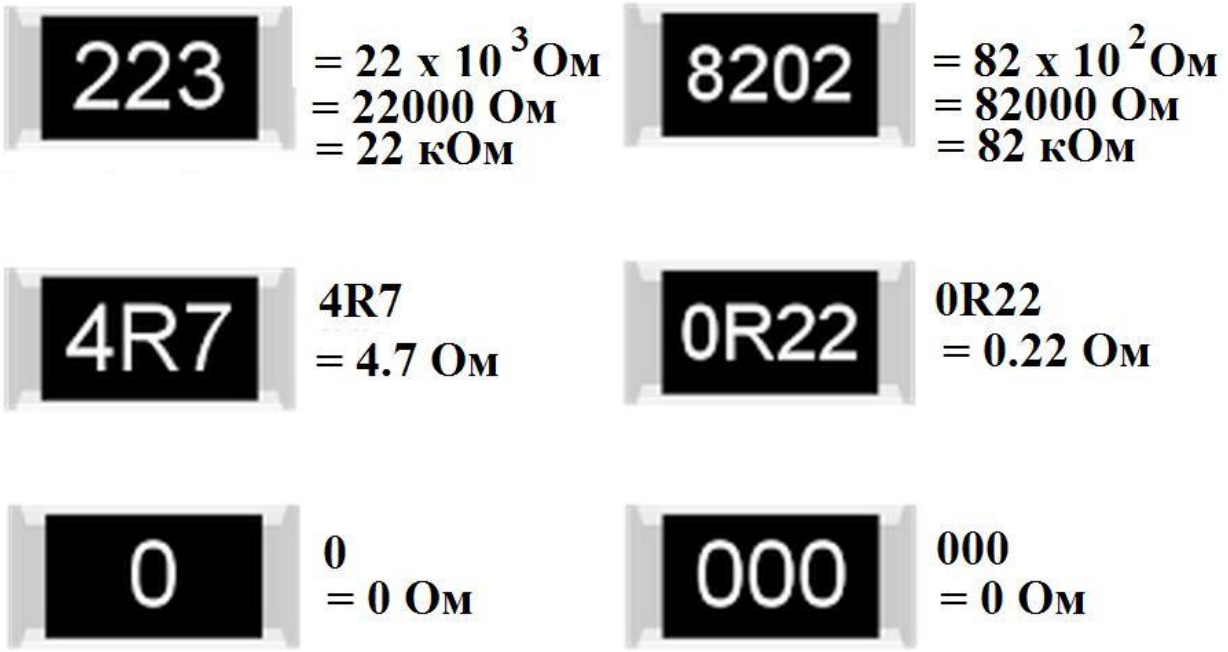
-np. wartość 0.47 Ω zapisujemy 0.47 lub R47 lub 0E47

-np. wartość 4.7 Ω zapisujemy 4R7

-np. wartość 470 Ω zapisujemy 470 lub 470R lub k47

-np. wartość 4.7 k Ω zapisuje się 4.7k lub 4k7

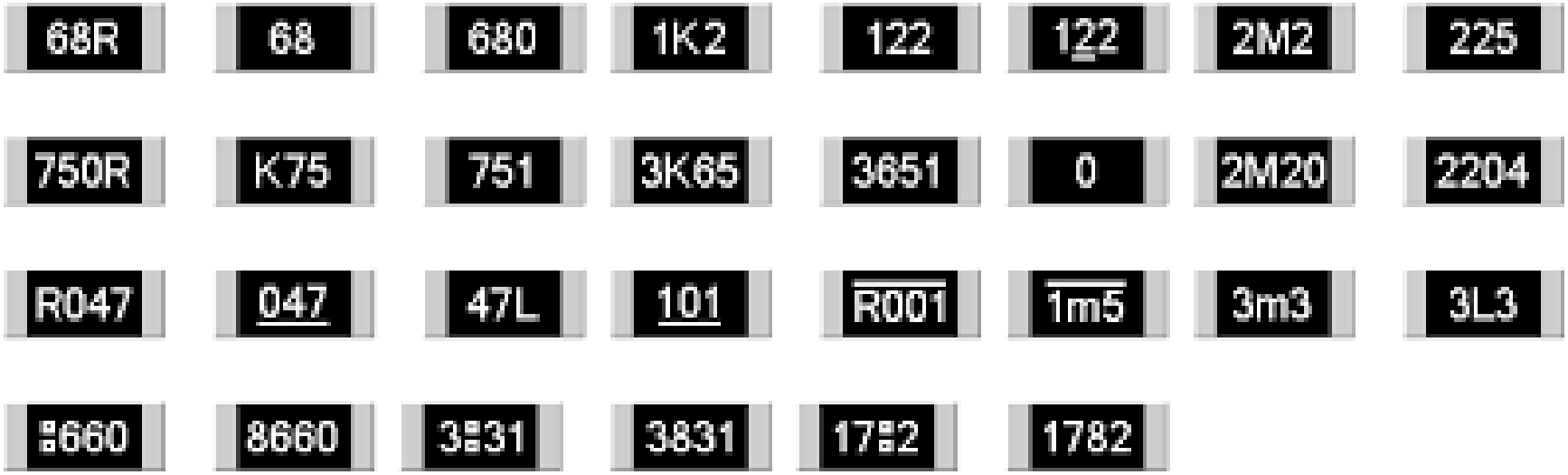
-np. wartość 4.7M Ω zapisujemy 4M7 lub 4.7M



Oznaczenia rezystorów:

b) zakodowanie wartości poprzez podanie dwóch pierwszych cyfr i potęgi liczby dziesięć

- np. wartość 47 Ω zapisujemy 470 co oznacza 47 x 10^0
- np. wartość 470 Ω zapisujemy 471 co oznacza 47 x 10^1
- np. wartość 4.7 k Ω zapisujemy 472 co oznacza 47 x 10^2
- np. wartość 4.7M Ω zapisujemy 475 co oznacza 47 x 10^5



Oznaczenia rezystorów:

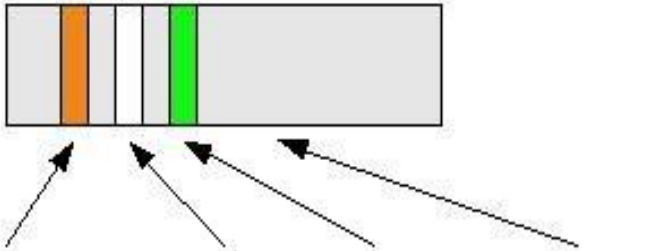
c) kod paskowy – zakodowanie wartości za pomocą czterech, pięciu lub sześciu kolorowych pasków

Kolor	Wartość		Mnożnik	Tolerancja ±%
	1 pasek	2 pasek	3 pasek	4 pasek
Czarny		0	x 1Ω	
Brązowy	1	1	x 10Ω	1
Czerwony	2	2	x 100Ω	2
Pomarańczowy	3	3	x 1kΩ	
Żółty	4	4	x 10kΩ	
Zielony	5	5	x 100kΩ	0,5
Niebieski	6	6	x 1MΩ	0,25
Fioletowy	7	7	x 10MΩ	0,1
Szary	8	8	x 100MΩ	0,05
Biały	9	9	x 1GΩ	
Złoty			x 0,1Ω	5
Srebrny			x 0,01Ω	10
brak				20

3 paski

(pierwszy pasek blisko konca rezystora)

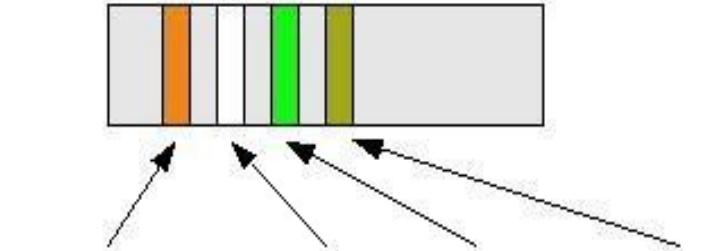
3.9MΩ 20%



4 paski

(pierwszy pasek blisko konca rezystora)

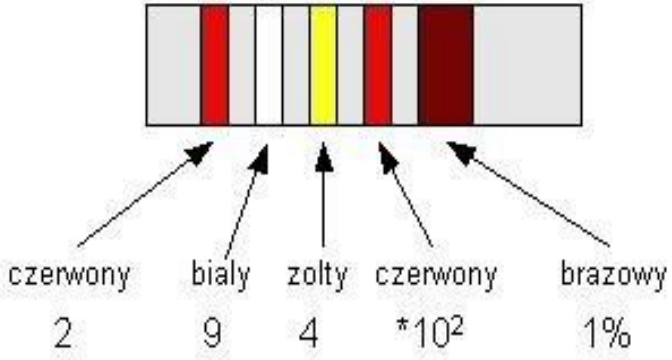
3.9MΩ 5%



5 pasków

(ostatni pasek wyraznie szerszy)

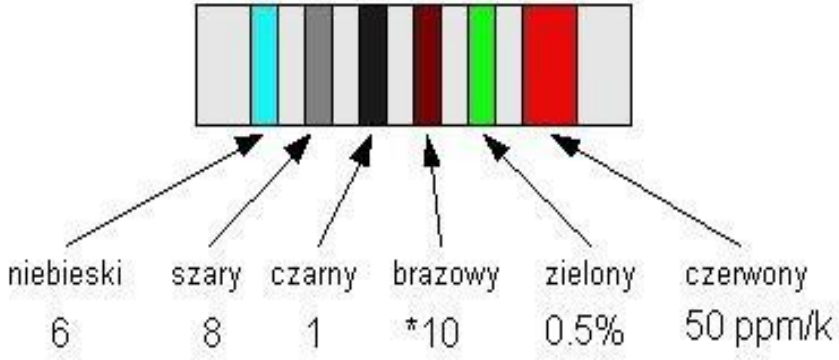
29.4kΩ 1%



6 pasków

(ostatni pasek wyraznie szerszy)

6.81kΩ 0.5% 50 ppm/k



kolor	cyfra znacząca	współczynnik krotności	tolerancja [%]
czarny	0	1	–
brązowy	1	10	+/– 1 %
czerwony	2	10^2	+/– 2 %
pomarańczowy	3	10^3	–
żółty	4	10^4	–
zielony	5	10^5	+/– 0,5 %
niebieski	6	10^6	+/– 0,25 %
fioletowy	7	10^7	+/– 0,1 %
szary	8	10^8	–
biały	9	10^9	–
srebrny	–	10^{-2}	+/– 10 %
złoty	–	10^{-1}	+/– 5 %
brak	–	–	+/– 20 %

REZYSTORY - TOLERANCJA

Wartości rezystorów są rozłożone w szeregi, mówiące o tolerancji czyli granicy przedziału w jakiej znajduje się rzeczywista wartość rezystancji:

$$tolerancja = \left| \frac{R - R_{znam}}{R_{znam}} \right|_{\max} \cdot 100\%$$

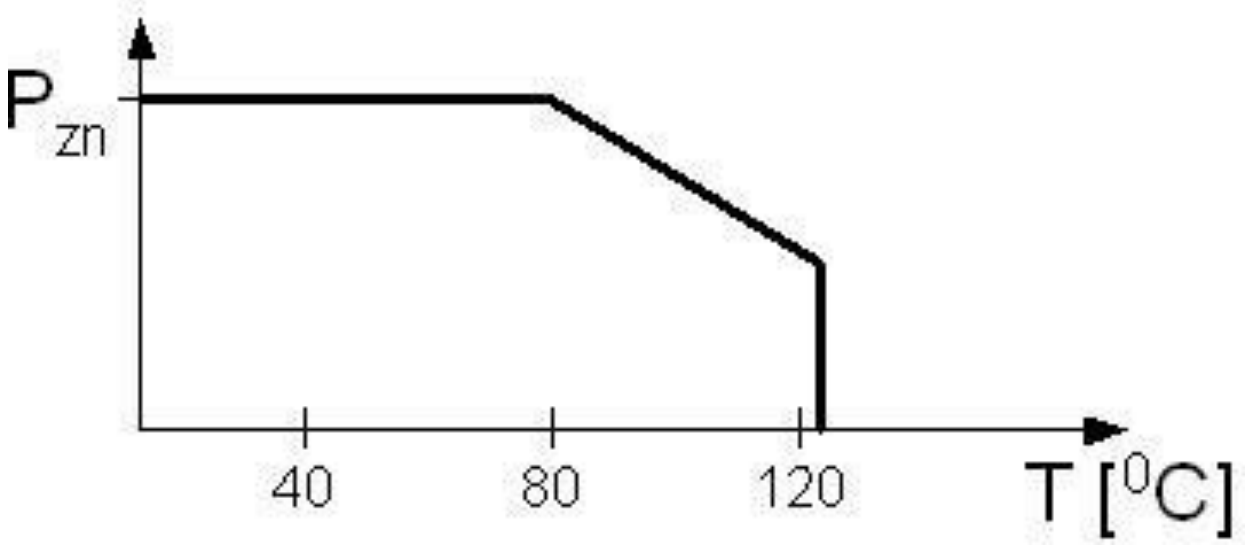
Wartości rezystancji tworzą szereg geometryczny:

np. dla szregu E6 iloraz wynosi $\sqrt[6]{10} \cong 1.5$

dla szregu E12 iloraz wynosi $\sqrt[12]{10} = 1.2$

REZYSTORY - MOC

Moc znamionowa P_{zn} jest to największa moc tracona na rezystorze w temperaturze $+40^0C$ lub $+70^0C$.



Przebieg dopuszczalnej mocy znamionowej w funkcji temperatury dla rezystora MŁT

Typ	Budowa	Indukcyjność własna	Pojemność własna [pF]	Zakres częstotliwości pracy
węglowy kompozytowy	wałek/rurka węglowa z przylutowanymi wyprowadź.	mała	ok. 0.1 – 0.2	m. cz. i śr. cz.
węglowy warstwowy	spiralnie nacięta ceramiczna rurka z naparowaną warstwą węgla	mała	ok. 0.2	m. cz. i śr. cz.
metalowy warstwowy	spiralnie nacięta ceramiczna rurka z naparowaną warstwą metalu	mała	poniżej 0.2	dobre w zastosowaniach w. cz.
Grubowarst- wowy (cermentowy)	ceramiczny korpus pokryty warstwą zmieszanych tlenków metali i szkła/ceramiki	mała	ok. 0.1 – 0.3	dobre w zastosowaniach w. cz.
Cienkowarst- wowy	cienka warstwa metalu naparowana na szklany/ceramiczny korpus	średnia	powyżej 0.3	m. cz. i śr. cz.
tlenkowy	korpus pokryty spiralnie warstwą tlenku metalu	średnia	ok. 0.4	m. cz. i śr. cz.
drutowy	wysokorezystywny drut nawinięty na szklany/ceramiczny korpus	duża	ok. 0.2 - 10	m. cz. i śr. cz.

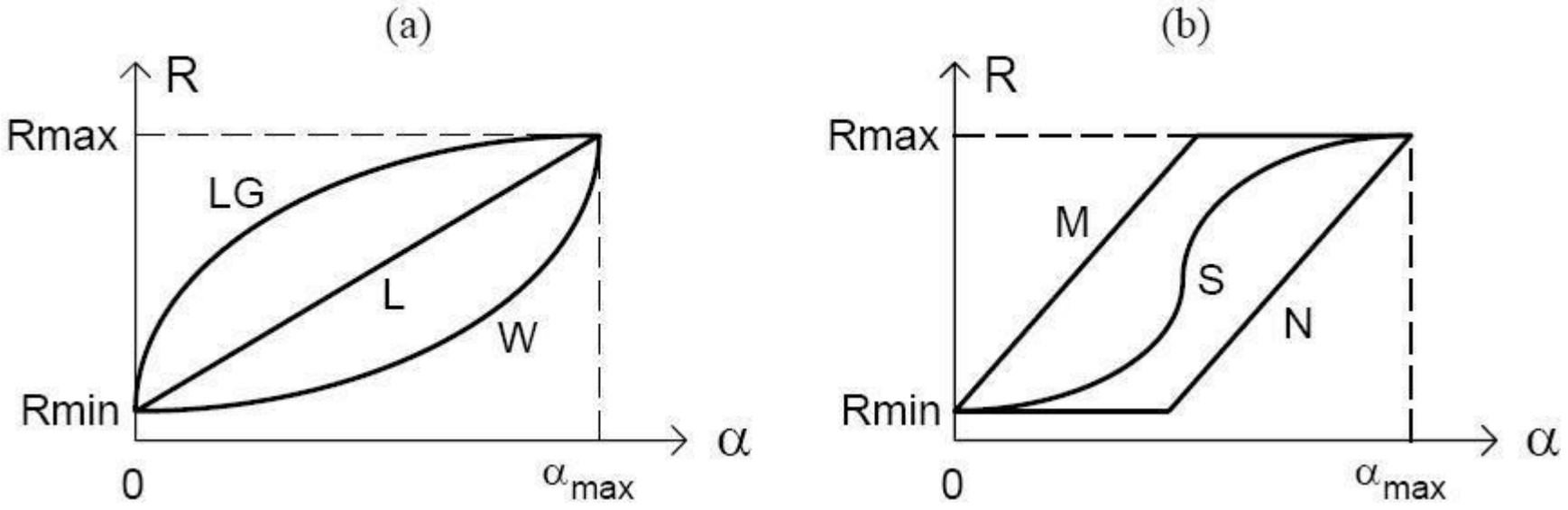
Typ	TWR [ppm/K]	Zależność rezystancji od napięcia [ppm/V]	Szumy własne	Odporność na przeciążenia	uwagi
węglowy kompozytowy	-200 do -2000	200 do 500	duże	duża	stosowane w ukł. przełącz., gasikowych, przetw. imp. duży CWR
węglowy warstwowy	-200 do -1000	poniżej 100	duże	mała	duży CWR
metalowy warstwowy	5 do 100	ok. 1	małe	b. mała	mały CWR nie stosować do pracy impulsowej
grubowarst- wowy (cermentowy)	-2000 do 500	ok. 30	duże	duża	mały CWR, stosowane w pracy impulsowe, wykonanie SMD
cienkowarst- wowy	poniżej 1	ok. 0.05	b. małe	mała	mały CWR, stosowane w precyzyjnych ukł. pomiarowych
tlenkowy	$\pm$ 200	10	małe	duża	odporne na wysoką temperaturę
drutowy	-50 do 1000 precyzyjne: 1 do 100	1	b. małe	mała	zastosowania precyzyjne, CWR zależny od temp. pracy

POTENCJOMETRY - PODZIAŁ

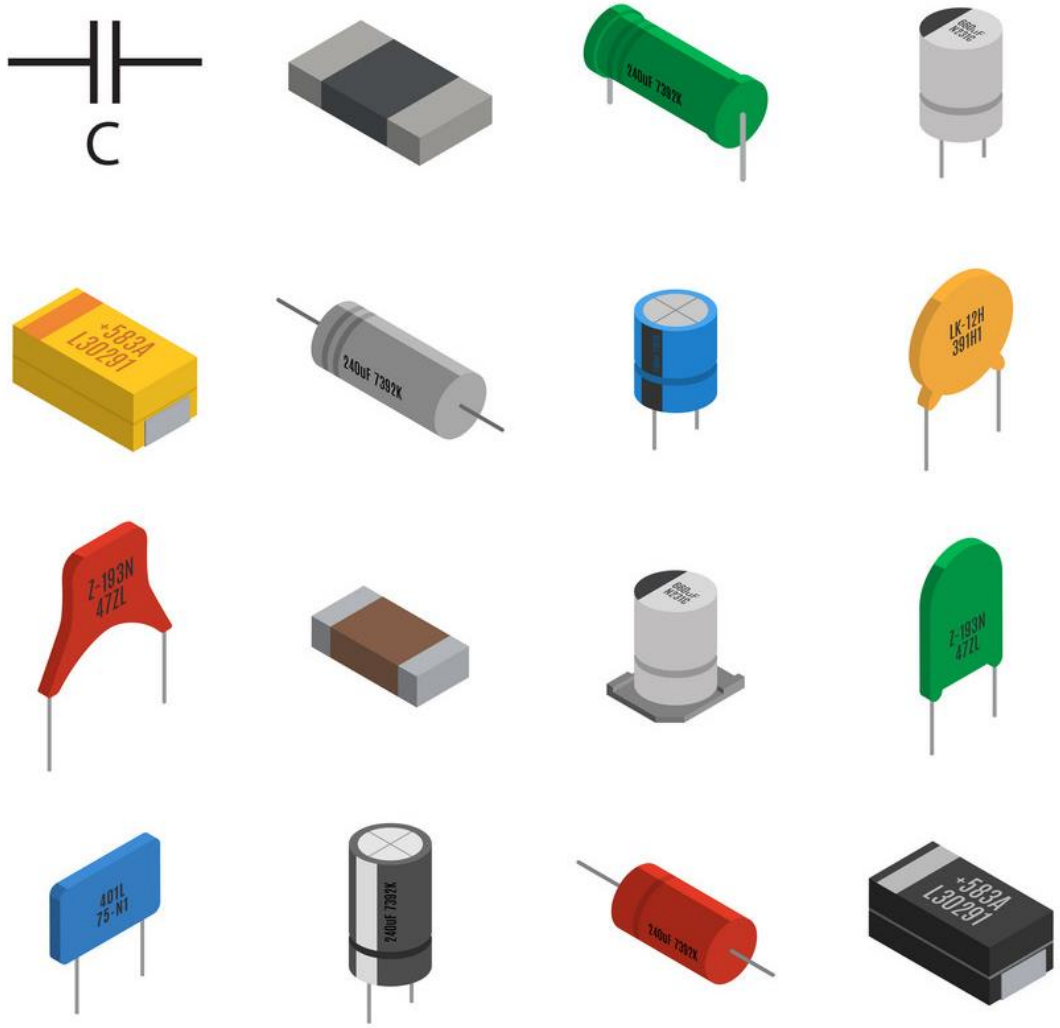
Potencjometry dzielimy na:

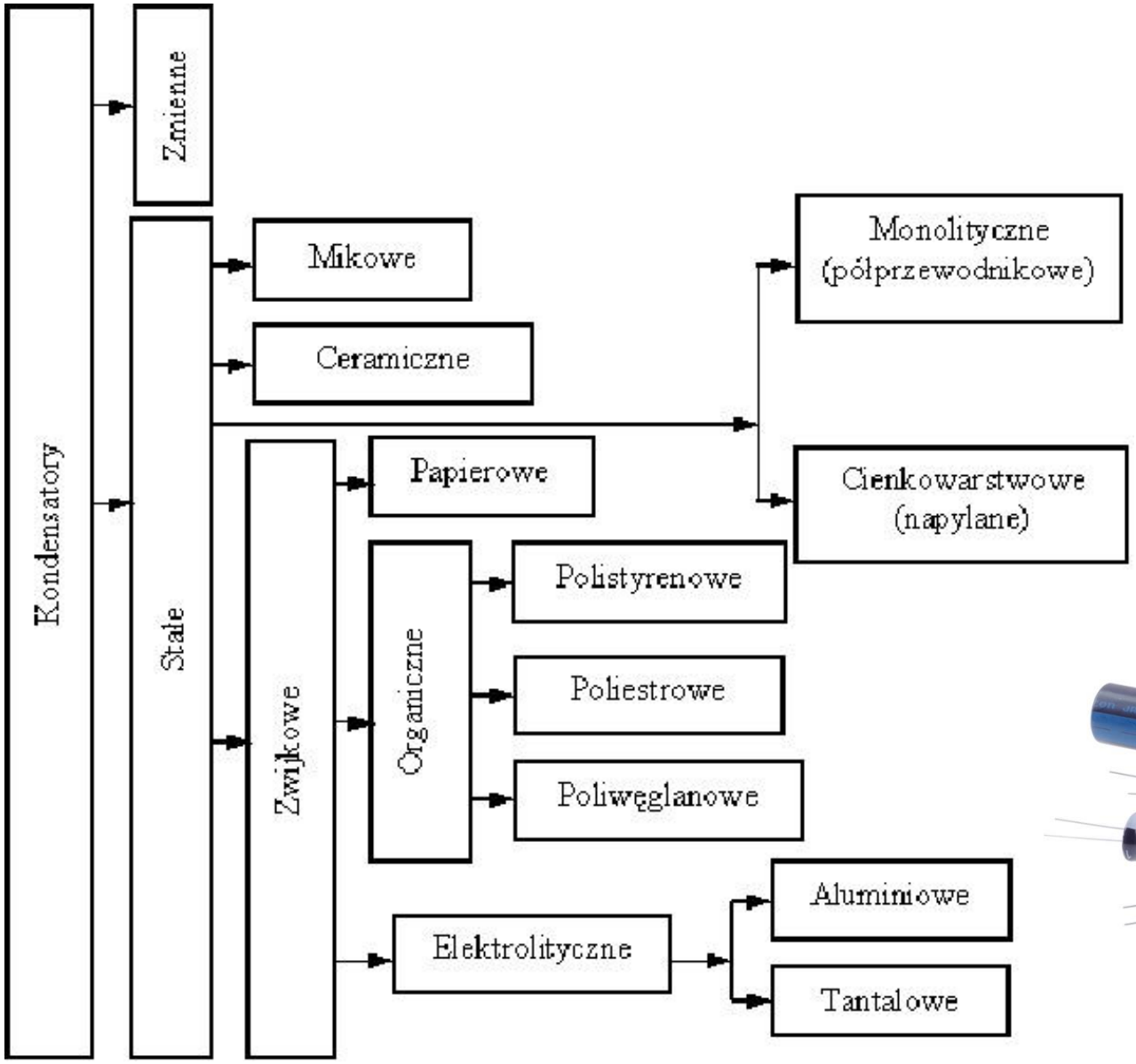
- tablicowe (obrotowe, suwakowe)
- precyzyjne (jedno lub wieloobrotowe)
- dostrojcze (trymery)
- tłumiki

POTENCJOMETRY - CHARAKTERYSTYKI



Charakterystyki rezystorów zmiennych: (LG) logarytmiczna, (L) liniowa, (W) wykładnicza, (M) typu M, (S) typu S, (N) typu N. (α - kąt obrotu)


C
240UF 7392K
+583A
L30291
240UF 7392K
LK-12H
391H1
Z-193N
472L
Z-193N
472L
401L
75-N1
240uF 7392K
240uF 7392K
+583A
L30291


Kondensatory
Zmienne
Stałe
Zwijkowe
Mikowe
Ceramiczne
Papierowe
Organiczne
Polistyrenowe
Poliestrowe
Poliwęglanowe
Elektrolityczne
Aluminiowe
Tantalowe
Monolityczne
(półprzewodnikowe)
Cienkowarstwowe
(napylane)

KONDENSATORY - PARAMETRY

Występujące wartości tolerancji i ich kodowanie

Tolerancja	Kod	Tolerancja	Kod
± 0.005	E	± 2.5	H
± 0.01	L	± 5	J
± 0.02	P	± 10	K
± 0.05	W	± 20	M
± 0.1	B	± 30	N
± 0.25	C	-10....+30	Q
± 0.5	D	-10....+50	T
± 1	F	-20....+50	S
± 2	G	-20....+80	Z

KONDENSATORY - PARAMETRY

- Innym sposobem kodowania wartości pojemności jest podanie dwóch cyfr wartości pojemności w pF i wykładnika potęgi dziesiątki:

$470 = 47 \cdot 10^0 = 470\ pF$
$561 = 56 \cdot 10^1 = 560\ pF$
$822 = 82 \cdot 10^2 = 8200\ pF = 8.2nF$
$334 = 33 \cdot 10^4 = 330000\ pF = 330nF$
$475 = 47 \cdot 10^5 = 4700000\ pF = 4.7\mu F$

KONDENSATORY - PARAMETRY

- kolejnym sposobem jest kodowanie wartości pojemności za pomocą wielobarwnego kodu kropkowego lub paskowego.

Sposób kodowania:

1 kropka/pasek (z wyraźnym odstępem od pozostałych) – oznacza wartość temperaturowego współczynnika pojemności

2 kropka/pasek – pierwsza cyfra wartości pojemności

3 kropka/pasek – druga cyfra wartości pojemności

4 kropka/pasek – mnożnik

5 kropka/pasek – tolerancja; dla C<10pF podawana w [±pF]; dla C>10pF podawana w [%]

Przyporządkowanie odp. cyfr kolorom, w kodowaniu wartości pojemności (2 i 3 kropka/pasek), jest takie same jak dla rezystorów

KONDENSATORY - PARAMETRY

Kodowanie mnożnika kolorami

KOLOR	MNOŻNIK
srebrny	0.01
złoty	0.1
czarny	1
brązowy	10
czerwony	100
pomarańczowy	1000

KONDENSATORY - PARAMETRY

KOLOR	TOLERANCJA	
	C<10pF [±pF]	C>10pF [%]
srebrny	-	10
złoty	-	5
czerwony	2	2
niebieski	0.25	-
biały	1	-
granatowy	0.5	20

KONDENSATORY - PARAMETRY

Dopuszczalne napięcie znamionowe – jest to chwilowa wartość sumy napięcia stałego i amplitudy napięcia zmiennego jaką można przyłożyć do końcówek kondensatora nie powodując jego uszkodzenia (przebicia warstwy dieelektryka). Wartość napięcia znamionowego zależy od typu dieelektryka.

Wartość napięcia znamionowego podaje się wprost na obudowie kondensatora lub koduje za pomocą litery.

KONDENSATORY - PARAMETRY

Kodowanie wartrości napięcia znamionowego

NAPIĘCIE ZNAMIONOWE [V]	LITERA
25	m
40 (50)	l
63	a
100	b
160	c
250	d
400	e
630	f
1000	h
1600	i
500	nie oznacza się

Oznaczenie tworzywa lub TWC w [ppm/K]	Litera kodu	Barwa kropki/paska
P100 (+100)	A	granatowy
P33 (+33)	B	różowy
NP0 (0)	C	czarny
N33 (-33)	H	brązowy
N47 (-47)	N	Brak
N75 (-75)	L	czerwony
N150 (-150)	P	pomarańczowy
N220 (-220)	R	żółty
N330 (-330)	S	zielony
N470 (-470)	T	niebieski
N750 (-750)	U	fioletowy
N1500 (-1500)	W	pomarańcz. - pomarańcz
N2200 (-2200)	K	żółto – pomarańcz.
N3300 (-3300)	D	zielono - pomarańcz
N4700 (-4700)	E	niebiesko – pomarańcz.
N5600 (-5600)	F	czarno – pomarańcz.
+140...-870	SL	szary
+250...-1750	UM	biały

KONDENSATORY - PARAMETRY

Moc strat wydzielana na kondensatorze:

$$P_{STR} = U^2 \omega C tg(\delta)$$

Impedancja kondensatora:

$$Z = \sqrt{ESR^2 + (X_C - X_L)^2}$$

Częstotliwość rezonansu własnego, przy której:

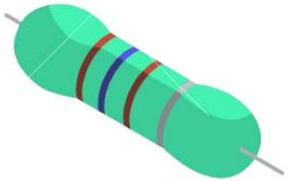
$$|X_C| = |X_L| \qquad \text{i} \qquad Z = ESR$$

Prąd upływu związany z rezystancją dieelektryka R_p (zakres m. cz.)

Odporność na napięcie impulsowe – określa częstotliwość z jaką kondensator może być ładowany i rozładowywany

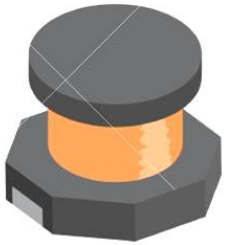
L

34LF4

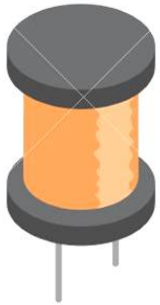


LK-12H
391H1

8383HJK
8271



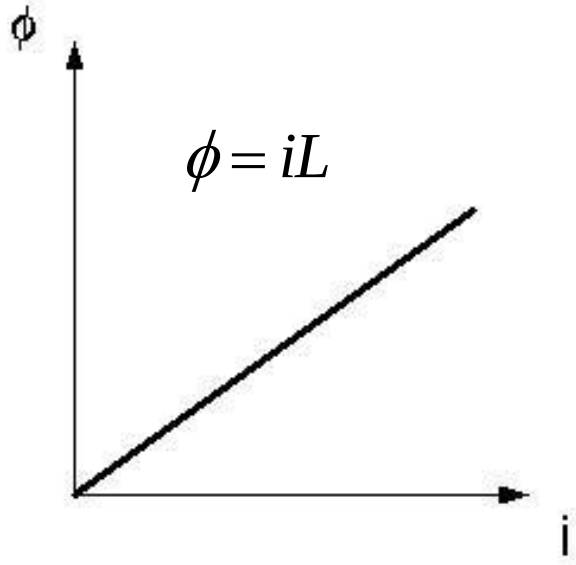
342



DFW342
8382FR

ELEMENTY INDUKCYJNE

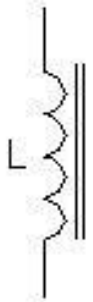
Induktor (cewka indukcyjna, dławik) – jest elementem gromadzącym energie elektryczną w polu magnetycznym



Charakterystyka liniowego induktora

Indukcyjność L:

$$L = \frac{d\phi}{di}$$



Wyrażana jest w [H].

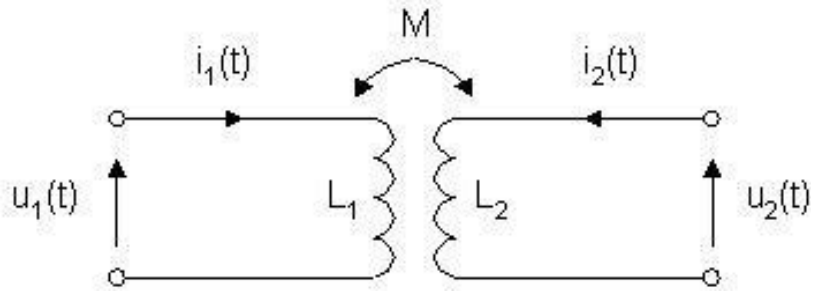
Często stosuje się jednostki pochodne: [mH], [μH] lub [nH]

ELEMENTY INDUKCYJNE

Napięcie na cewce:

$$u = -L\frac{di}{dt}$$

Często stosuje się cewki sprzężone magnetycznie:



$$u_1(t) = -L_1\frac{di_1}{dt} \pm M\frac{di_2}{dt}$$

$$u_2(t) = -L_2\frac{di_2}{dt} \pm M\frac{di_1}{dt}$$

Indukcyjność wzajemna:

$$M_{MAX} = \sqrt{L_1 L_2}$$

Współczynnik sprzężenia:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

ELEMENTY INDUKCYJNE

Energia gromadzona w cewce:

$$W = \frac{I^2 L}{2}$$

Gromadzenie lub oddawanie energi przez cewkę trwa przez określony czas:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

gdzie: R jest rezystancją przez jaką ładujemy lub rozładowujemy cewkę, a τ [s] podaje czas po jakim napięcie na kondensatorze osiągnie 63.2% wartości maksymalnej (1- e^{-1}). Pełne naładowanie następuje po czasie ok. 5τ.

ELEMENTY INDUKCYJNE

Podział cewek:

a) dławiki – służą do tłumienia napięć zmiennych

b) cewki indukcyjne – wykorzystywane w obwodach rezonansowych filtrów i generatorów

c) transformatory – służące do przekazywania energii elektrycznej, zmieniając wartości napięć lub prądów (podwyższając je lub obniżając), lub służą do separacji galwanicznej obwodów

ELEMENTY INDUKCYJNE

ELEMENTY INDUKCYJNE

Typowy element indukcyjny składa się z następujących elementów:

a) uzwojenia

b) magnetowodu (rdzenia)

c) karkasu (korpusu uzwojenia)

d) korpusu obudowy

e) końcówek, podkładek, obejmy

f) ekranu

Najważniejsze dla parametrów cewki są dwa pierwsze elementy.

ELEMENTY INDUKCYJNE

Uzwojenia są wykonywane z materiałów o dobrej przewodności elektrycznej np..: miedzi, srebra.

W uzwojeniu występują straty dla prądu stałego i zmiennego.

Straty dla prądu stałego – rezystancja drutu nawojowego.

Straty dla prądu zmiennego – rezystancja drutu nawojowego
+ efekt naskórkowości (ang. skin effect).

ELEMENTY INDUKCYJNE

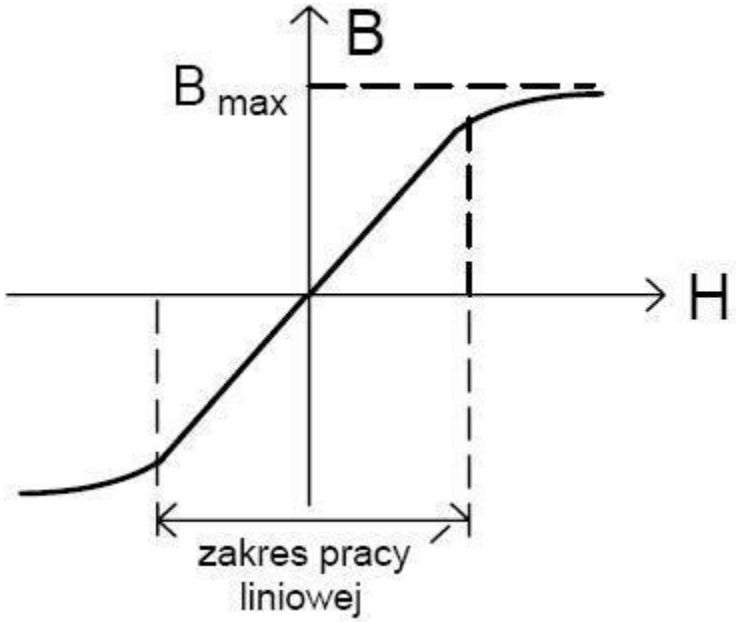
- Efekt naskórkowy związany jest z nierównomiernym rozkładem prądu płynącego przez przewodnik. Ze wzrostem częstotliwości największa gęstość (czasami całość) prądu występuje przy powierzchni zewnętrznej przewodu. Wtedy wzrastają straty w przewodniku.
- Parametrem opisującym efekt naskórkowy jest ***głębokość wnikania:***

$$\delta = 503\sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}}$$

gdzie: ρ - rezystywność przewodnika [Ωm] (dla miedzi – 17.2nΩm); μ_r – względna przenikalność magnetyczna przewodnika (dla miedzi równa 1), *f* = częstotliwość

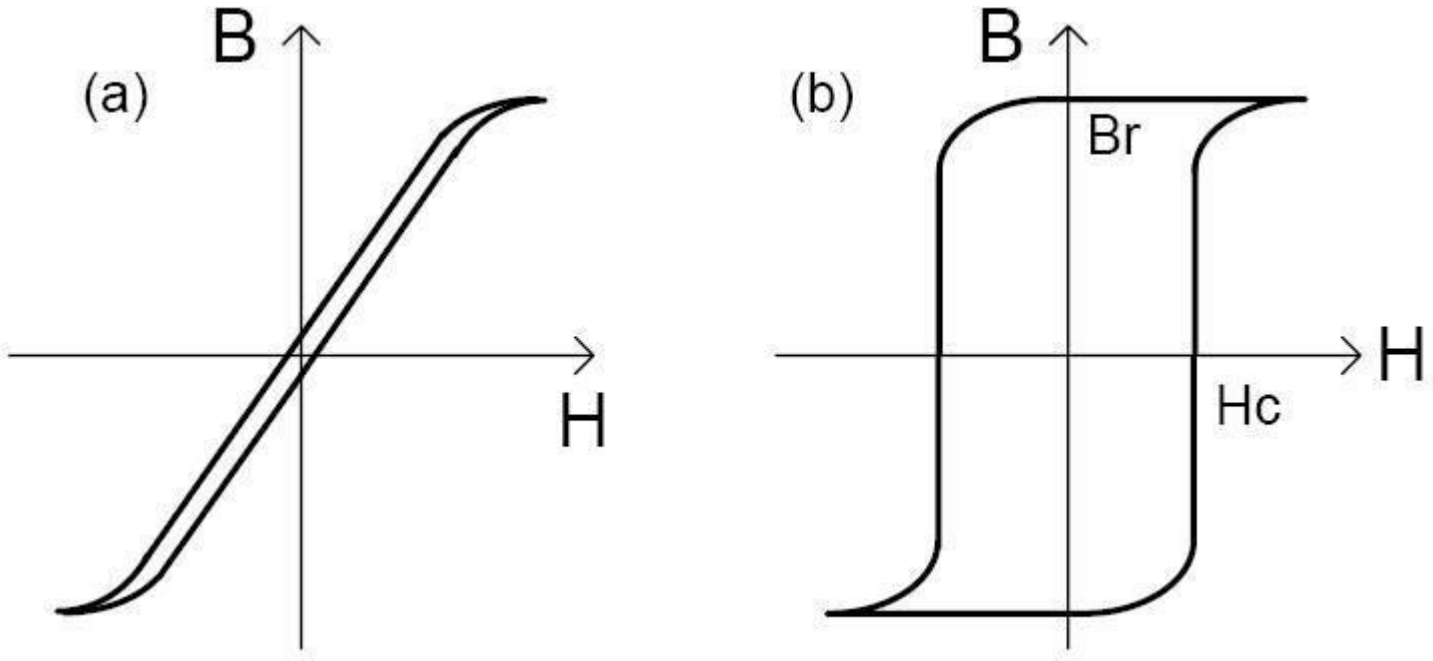
ELEMENTY INDUKCYJNE - MAGNETOWODY

Rdzeń, umieszczony wewnątrz cewki, skupia strumień magnetyczny, zwiększając jednocześnie jej indukcyjność.



Zależność indukcji od natężenia pola w magnetowodzie (krzywa magnesowania)

ELEMENTY INDUKCYJNE - MAGNETOWODY



Krzywe magnesowania materiałów: a) miękkiego, b) twardego

ELEMENTY INDUKCYJNE - MAGNETOWODY

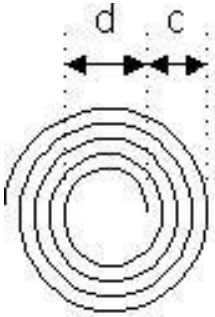
Rodzaj materiału	Właściwości
Ferryt manganowow - cynkowy	Najwyższa wartość przenikalności magnetycznej i indukcji nasycenia strumienia, transformatory zasilaczy dla f<1MHz, filtry przeciwzakłóceniowe
Ferryt niklowo - cynkowy	Małe straty, zastosowania w układach w.cz., filtry przeciwzakłóceniowe
Rdzenie proszkowe	Duże prądy uzwojeń, duża wartość indukcji nasycenia, dobra stabilnośc temperaturowa i dobroć, zastosowanie – m. cz.
Rdzenie z blach stalowych	Transformatory sieciowe, duże straty, zastosowanie w zasadzie dla f<1kHz

ELEMENTY INDUKCYJNE – INDUKCYJNOŚĆ CEWEK DRUKOWANYCH

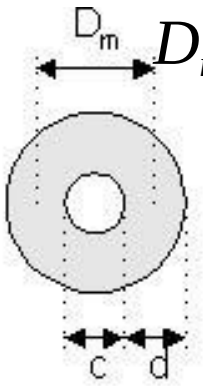
Indukcyjnośc cewek trawionych bezpośrednio na laminacie dana jest zależnością:

$$L = zD_m\left(zK_1 + K_2\right) \quad [\mu H]$$

gdzie: z – liczba zwojów, D_m – średnica cewki [cm], K_1 i K_2 stałe zależne od kształtu cewki.

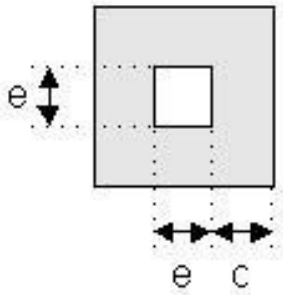


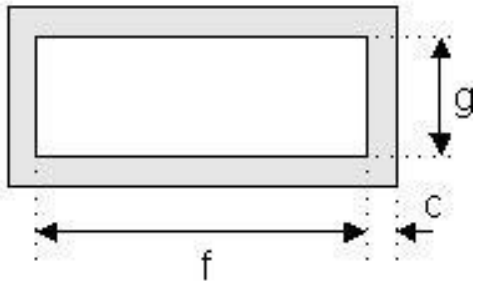
$$D_m = c + d$$



$$D_m = 1.1\left(c + e\right)$$

$$D_m = c + d$$



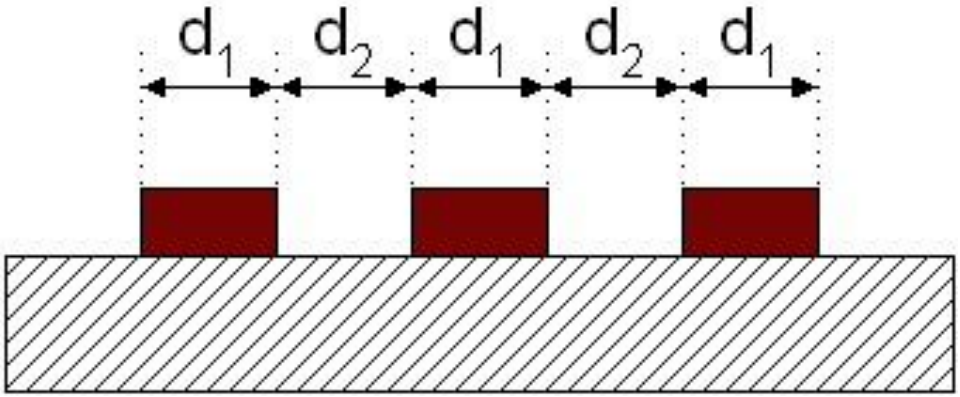


$$D_m = 1.1\sqrt{\left(c+g\right)\left(c+f\right)}$$

ELEMENTY INDUKCYJNE – INDUKCYJNOŚĆ CEWEK DRUKOWANYCH

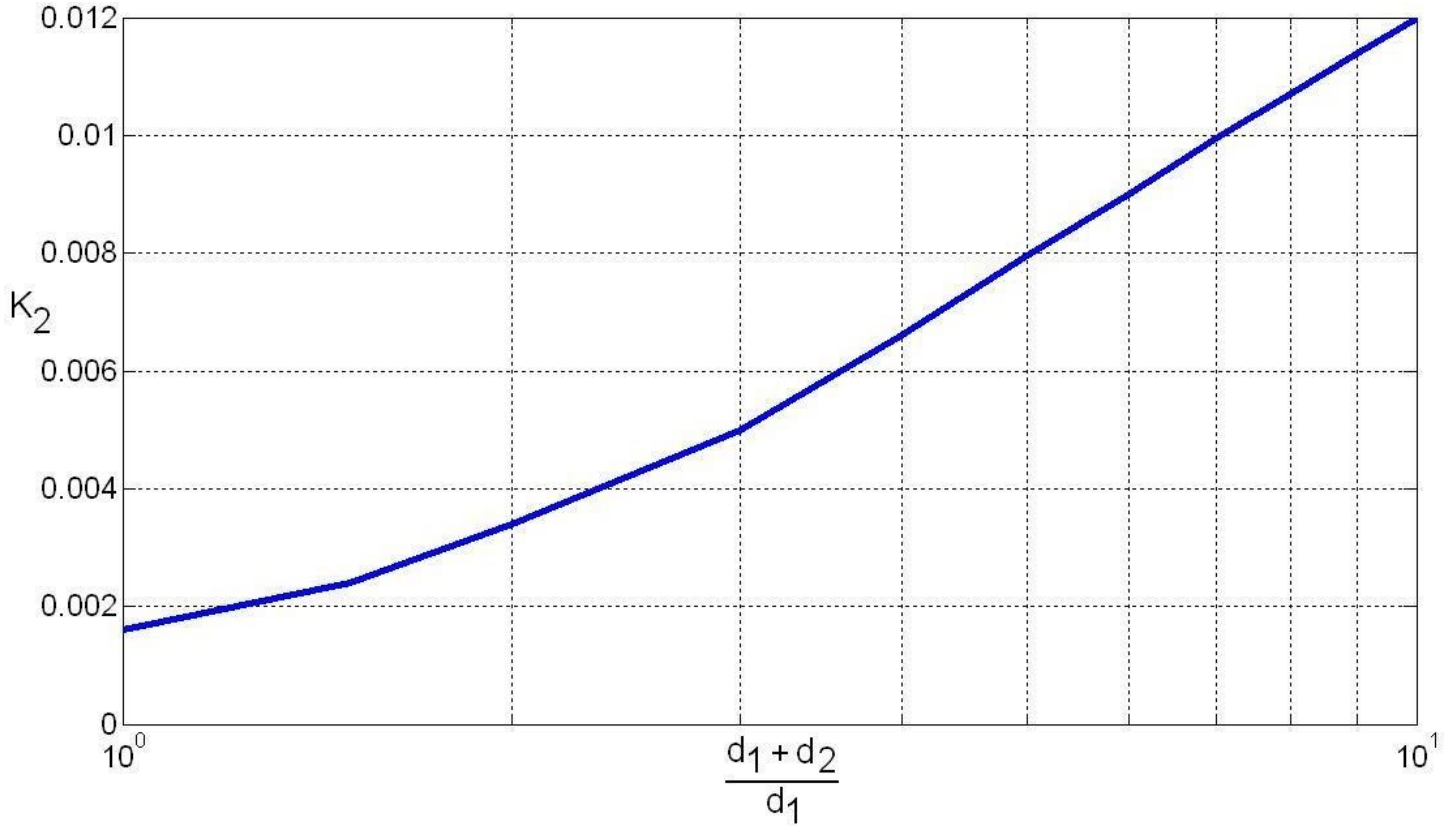
Wykres pomocny do wyznaczenia K_1

ELEMENTY INDUKCYJNE – INDUKCYJNOŚĆ CEWEK DRUKOWANYCH



Widok płytki laminatowej z wytrawionymi ścieżkami: d_1 – szerokość ścieżek, d_2 – odstęp pomiędzy ścieżkami

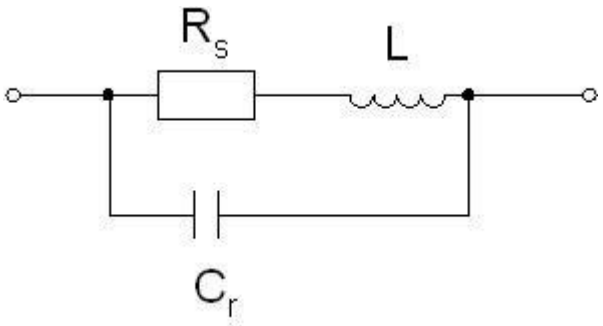
ELEMENTY INDUKCYJNE – INDUKCYJNOŚĆ CEWEK DRUKOWANYCH



Wykres pomocny w wyznaczaniu stałej K_2

ELEMENTY INDUKCYJNE

Dobroć – określa zdolność cewki do gromadzenia energii w polu magnetycznym w odniesieniu do strat energii w jednym cyklu pobudzenia:



$$Q = \frac{X_L}{R_s} = \frac{\omega L}{R_s}$$

Schemat zastępczy cewki: Rs – rezystancja strat (rezyst. uzwojeń, naskórkowość, straty na prądy wirowe i histerezę),Cr – pojemność pomiedzy warstwami uzwojenia i między zwojami)

Transformatory sieciowe

TRANSFORMATORY SIECIOWE

Cechy charakterystyczne:

- przenoszenie mocy przy dużej sprawności
- praca przy małych częstotliwościach (50Hz, 60Hz, 400Hz)
- duże zniekształcenia nieliniowe

Podział wynika głownie z budowy transformatora:

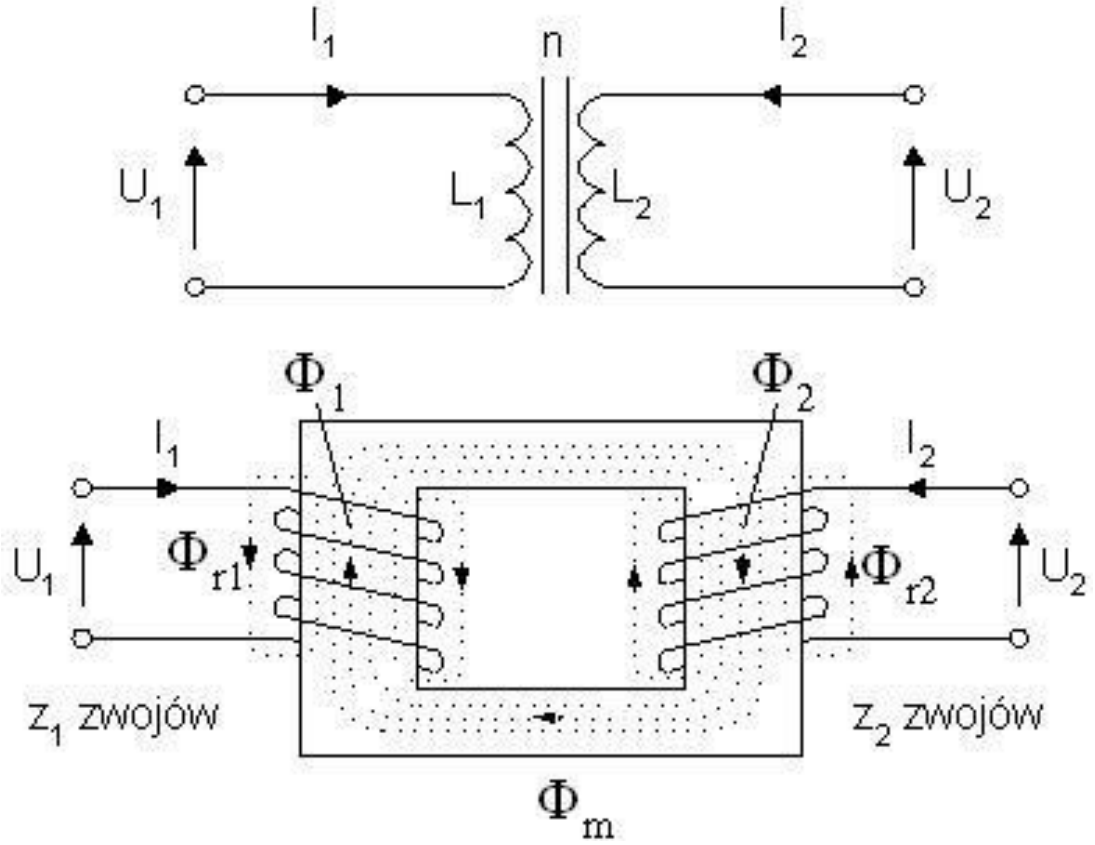
- z rdzeniami płaszczowymi: EL, M, 2F, 2L, UI
- z rdzeniem toroidalnym

TRANSFORMATORY SIECIOWE

Parametry:

- moc
- znamionowe napięcie wejściowe (np. 230V ±10%)
- częstotliwośc pracy
- znamionowe napięcie i prąd uzwojenia wtónego
- prąd biegu jałowego
- napięcie izolacji
- ciężar, wymiary
- dopuszczalna temperatura pracy

TRANSFORMATORY SIECIOWE



Przekładnia transformatora:

$$n = \frac{z_1}{z_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Dla transformatora powietrznego:

$$n = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

TRANSFORMATORY SIECIOWE

Napięcia transformatora:

$$U_1 = I_1 R_1 + z_1 \frac{d\Phi_1}{dt} = I_1 R_1 + z_1 \frac{d\Phi_m}{dt} + z_1 \frac{d\Phi_{r1}}{dt} = I_1 R_1 + z_1 \frac{d\Phi_m}{dt} + L_{r1} \frac{dI_1}{dt}$$

$$U_2 = I_2 R_2 + z_2 \frac{d\Phi_2}{dt} = I_2 R_2 + z_2 \frac{d\Phi_m}{dt} + z_2 \frac{d\Phi_{r2}}{dt} = I_2 R_2 + z_2 \frac{d\Phi_m}{dt} + L_{r2} \frac{dI_2}{dt}$$

gdzie:

Strumień magnesujący - $\Phi_m = \frac{MI_1}{z_2} + \frac{MI_2}{z_1}$

Indukcyjność wzajemna (przypadek idealny) - $M_{\max} = \sqrt{L_1 L_2}$

Współczynnik sprzężenia - $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$

Niestety występują straty: rozproszenie, ciepło, nasycenie rdzenia, prądy wirowe.

TRANSFORMATORY SIECIOWE

S[cm²] P[W]	Blacha/Rdzeń	B_{max}[T]
$S \approx 1{,}25 \cdot \sqrt{P_{tr}}$	Blacha gorącowalcowana Rdzeń EI	1T
$S \approx 1{,}1 \cdot \sqrt{P_{tr}}$	Blacha zimnowalcowana Rdzeń EI	1.1T
$S \approx \sqrt{P_{tr}}$	Blacha zimnowalcowana Rdzeń zwijany	1.5T
$S \approx 0.8 \cdot \sqrt{P_{tr}}$	Blacha zimnowalcowana Rdzeń toroidalny	1.6T

TRANSFORMATORY SIECIOWE

Wpływ temperatury: w uzwojeniach i rdzeniu wydziela się ciepło. Dlatego w oznaczeniu transformatora podaje się jego klasę cieplną – maksymalną dopuszczalną temperaturę izolacji przewodów:

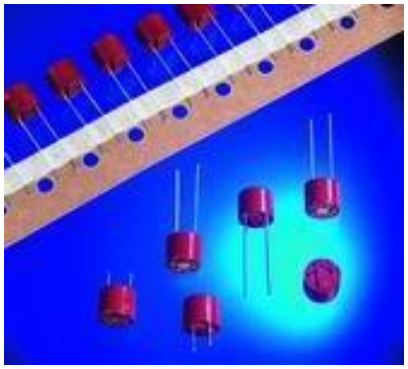
Klasa cieplna	Średnia dopuszczalna temp. Izolacji w °C	Maksymalna dopuszczalna temp. Izolacji w °C
A	100	105
E	115	120
B	120	130
F	140	150

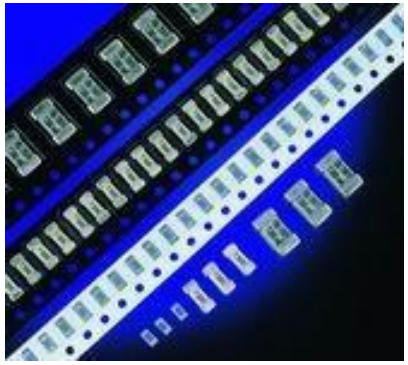
BEZPIECZNIKI

Bezpiecznik – element zabezpieczający układ elektroniczny (elektryczny) przed uszkodzeniem spowodowanym przepływem długotrwałego prądu o określonej wartości.

Bezpieczniki samochodowe

Bezpieczniki topikowe stosowane w aparaturze elektronicznej





Bezpieczniki półprzewodnikowe stosowane w aparaturze elektronicznej

BEZPIECZNIKI W APARATURZE ELEKTRONICZNEJ - PARAMETRY

Napięcie znamionowe – największe napięcie (stałe lub zmienne) dla którego można stosować dany bezpiecznik

Prąd znamionowy – prąd (roboczy), dla którego przystosowany jest bezpiecznik. Jest mniejszy od maksymalnego prądu, który nie powoduje zadziałania bezpiecznika.

Zdolność łączenia – najwyższa wartość prądu, który może być przerwany przez bezpiecznik, przy danym napięciu, bez ryzyka wystąpienia przebicia lub stopienia obudowy

Prąd zadziałania I_N – minimalna wartość prądu powodująca zadziałanie bezpiecznika (przerwanie obwodu)

Charakterystyka zadziałania – opisuje zależność pomiędzy szybkością zadziałania bezpiecznika a wartością prądu:

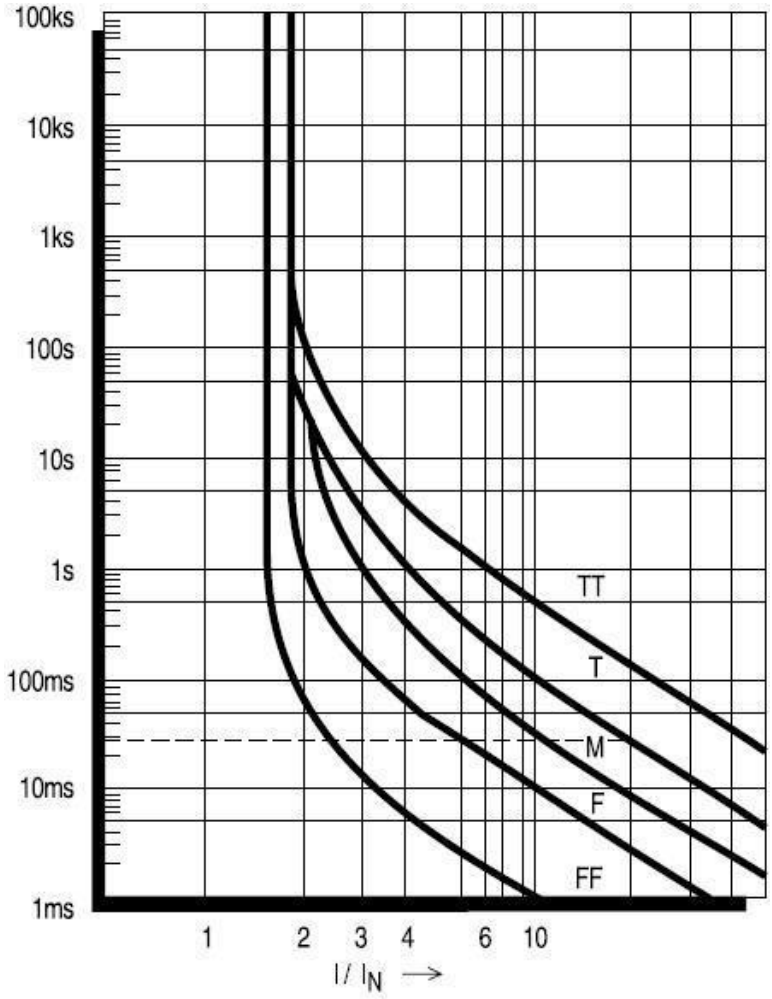
-bezpieczniki szybkie – krótkim czasie zadziałania, stosowane w układach gdzie przekroczenie prądu maksymalnego może uszkodzić układ

-bezpieczniki zwłoczne – zadziałanie bezpiecznika następuje po przepływie prądu większego/równego prądowi zadziałania przez określony czas; stosowane w układach gdzie występuje tzw. prądy rozruchowe, dużo większe od prądu pobieranego przez układy podczas pracy normalnej

Oznaczenia:

- FF – bardzo szybkie – zabezpieczają układy zawierające elementy półprzewodnikowe przed zwarciami
- F – szybkie – stosowane w układach, w których nie występują nagłe
- skoki napięcia lub jako bezpieczniki główne
- M – o średnim opóźnieniu zadziałania – używane w układach niskonapięciowych i niskoprądowych
- T – o opóźnionym czasie zadziałania – stosowane w układach z
- przełączanymi prądami o powolnych czasach narostu i opadania
- TT – z dużą zwłoką zadziałania – w układach z krótkotrwałymi prądami rozruchowymi

Bezpieczniki w aparaturze elektronicznej



Bezpieczniki w aparaturze elektronicznej - rodzaje

Budowa:

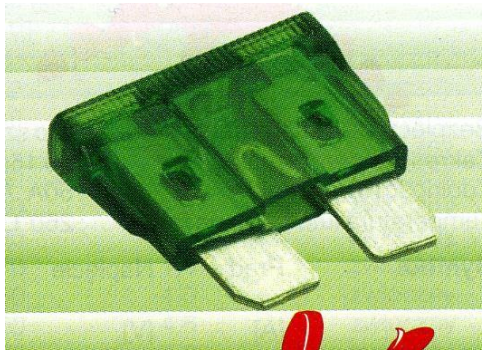
a) bezpieczniki topikowe – szklana/ceramiczna rurka z przewodem w środku, wymiar Eu(5x20mm), USA (6,3x32mm), wiele wersji i rodzajów (m. in. subminiaturowe lutowane)

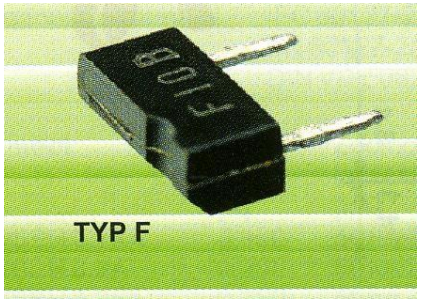
b) samochodowe (topikowe) – ceramiczny walec (6x25mm) lub plastikowa obudowa z taśmą metalową

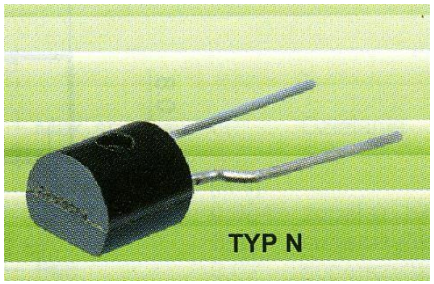
c) automatyczne termiczne – reagują na temperaturę otoczenia i dla określonej wartości przerywają obwód

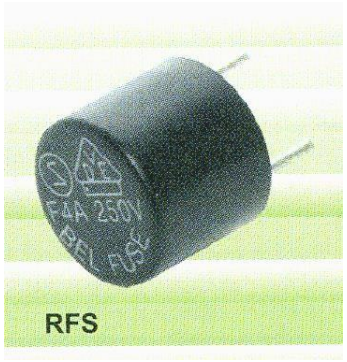
d) polimerowe (półprzewodnikowe) – wielokrotnego użytku, po przekroczeniu prądu lub temperatury bezpiecznik przerywa obwód, po ostygnięciu wraca do stanu przewodzenia, spotyka się także rodzaje do montażu przewlekanego i powierzchniowego; typ foliowy stosowany w pakietach baterii

Obudowy różne

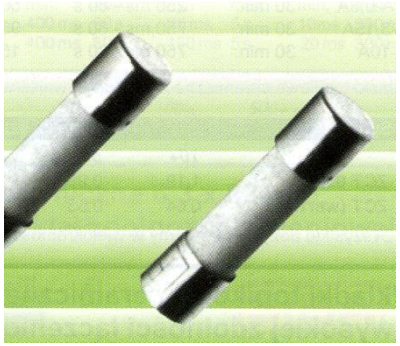








Obudowy - najpopularniejsze



Wymiary:

5x20mm

4,5x14,5

6,3x32

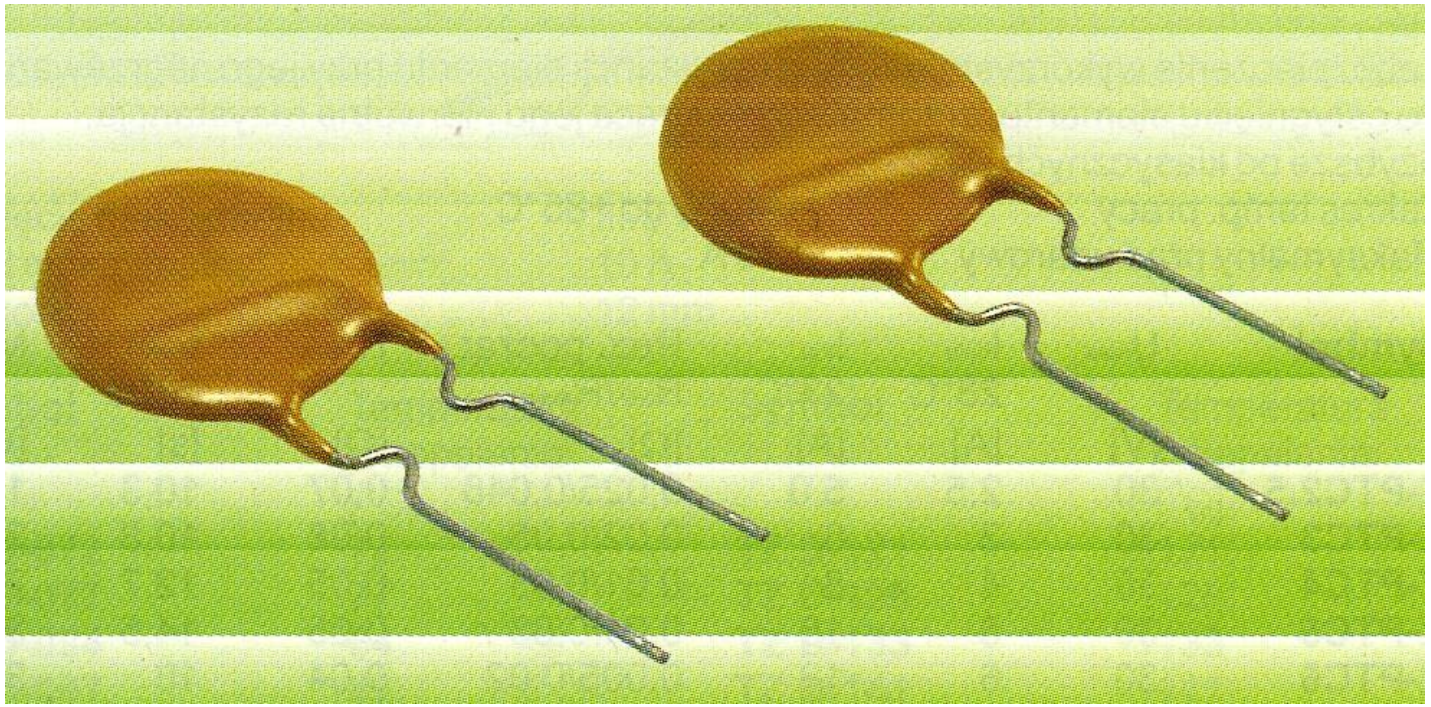
6,3x25,4

8,5x31,5

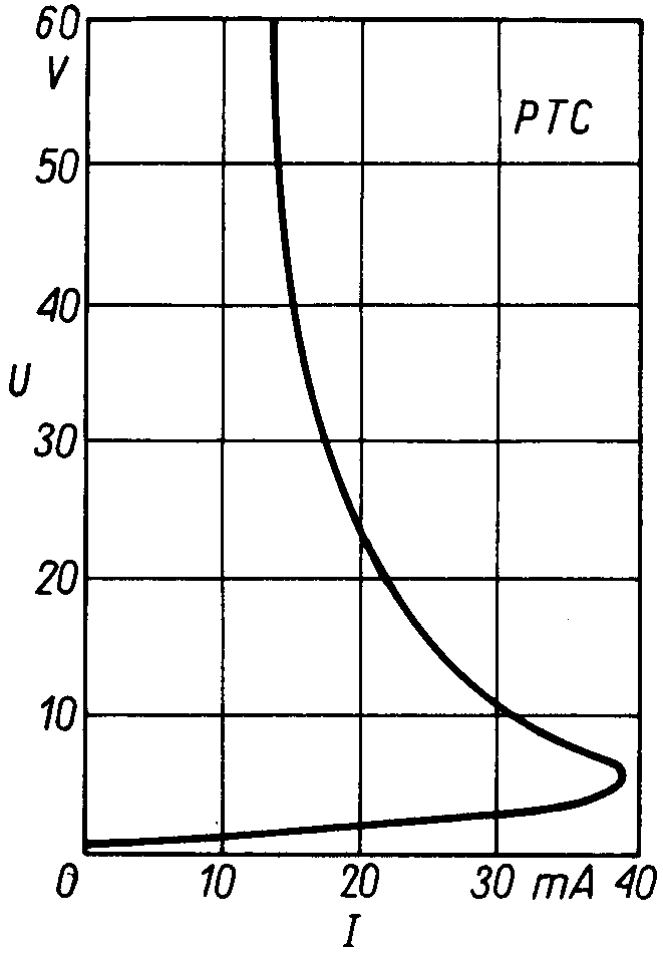
10,3x34,9

10,3x38,

Bezpieczniki polimerowe



Bezpieczniki polimerowe charakterystyka prądowo-napięciowa



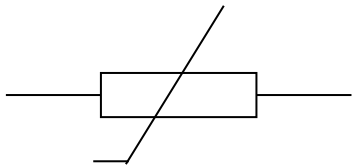
Po nagrzaniu spowodowanym przeciążeniem wzrasta oporność (PTC) i wzrasta spadek napięcia.

Obwód nie zostaje jednak przerwany !!!!!

Po wyłączeniu i wystygnięciu bezpiecznik powraca do stanu przed przeciążeniem !!!!

WARYSTORY

Warystor jest rezystorem, którego wartość rezystancji zmniejsza się silnie wraz ze wzrostem napięcia. Warystory produkuje się obecnie najczęściej z granulowanego tlenku cynku, domieszkowanego różnymi pierwiastkami uformowanego w pastylkę. Warystory można stosować zarówno do prądu stałego, jak i zmie

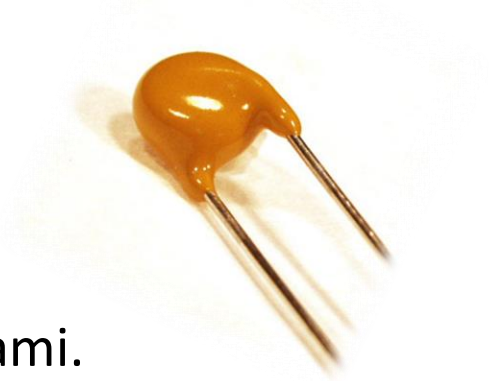


Symbol graficzny warystora.

Powierzchnie wielu styków ziaren działają jako pewnego rodzaju złącza półprzewodnikowe o spadku napięcia ok. 3 V przy 1 mA i tworzą długie łańcuchy. Całkowity spadek napięcia zależy od wielkości ziarna i grubości warystora. Aż do napięcia charakterystycznego (napięcia warystora), kiedy prąd jest mniejszy lub równy 1 mA, warystor będzie miał wysoką rezystancję.

Po przekroczeniu napięcia progowego warystora, przepływający prąd wzrasta w sposób logarytmiczny, tzn. wartość rezystancji zmniejsza się. Warystor może przejść ze swojego stanu wysokoomowego do niskoomowego w czasie krótszym niż 20 ns. Średnica warystora decyduje o mocy i czasie życia.

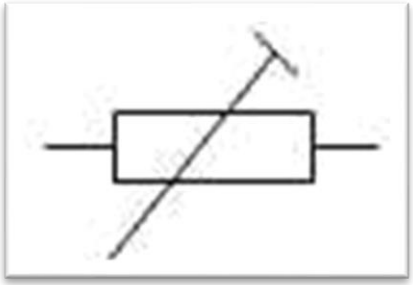
Zastosowanie warystorów.



- Głównie zabezpieczanie urządzeń przed przepięciami.
- Warystory są ochronnikami przepięciowymi i wysokonapięciowymi (w telewizorach).
- Stosowane są również do ochrony linii wysokiego napięcia.
- Stosuje się je w liniach telefonicznych do zabezpieczania telefonów, modemów i innych urządzeń podłączonych do linii telefonicznej.
- Służą jako odgromniki.
- Służą też jako pewnego rodzaju zabezpieczenie transformatorów.

TERMISTORY

Termistory są to półprzewodnikowe przyrządy bezzłączowe, charakteryzujące sie dużymi zmianami rezystancji w zależności od zmian temperatury (mają one duży współczynnik temperaturowy). Wykonuje się je z tlenków: manganu, niklu, kobaltu, miedzi, glinu, wanadu i litu. Od rodzaju i proporcji użytych tlenków zależą właściwości termistora.



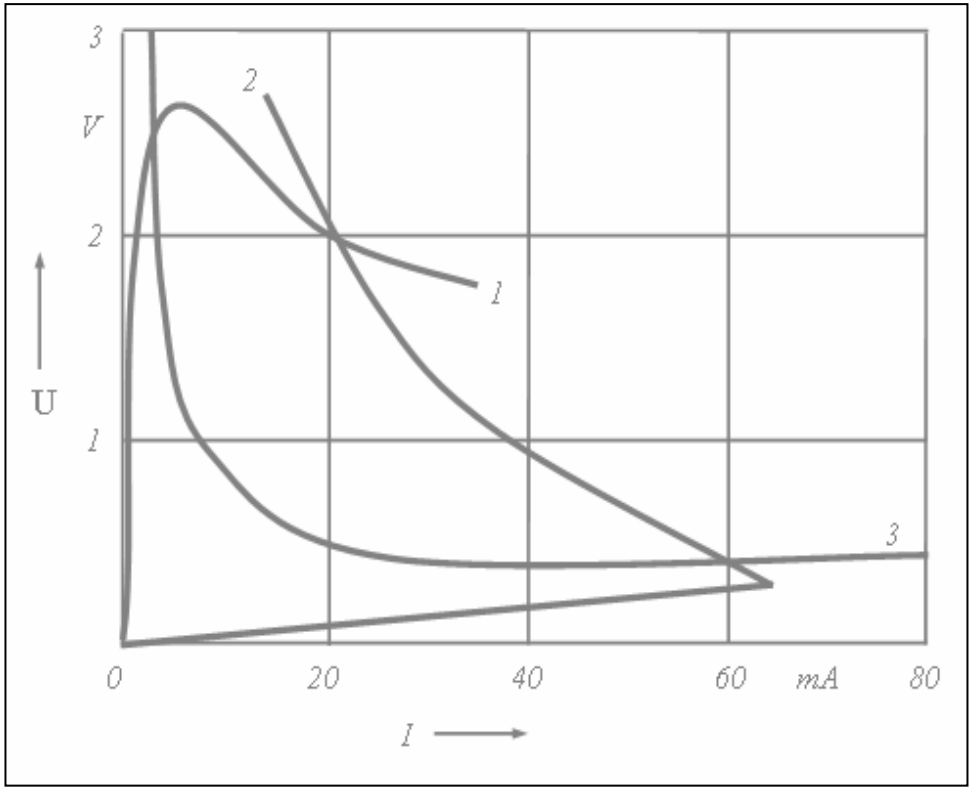
Symbol graficzny termistora.

Termistory są wykorzystywane do pomiaru temperatury. Są one dużo bardziej czułe niż termometry z czujnikiem oporowym, poza tym wyróżniają sie bardzo małymi wymiarami (np. kulka o średnicy 1mm). W termistorowych układach regulacji i stabilizacji temperatury, uzyskuje sie ponadto dużą czułość przy jednoczesnej prostocie układu.

Termistory można podzielić na dwie grupy: termistory o ogrzewaniu *bezpośrednim* prądem przepływającym przez element półprzewodnikowy i termistory o ogrzewaniu *pośrednim.*

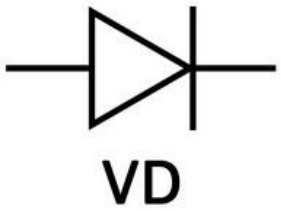
RODZAJE TERMISTORÓW

- termistory **NTC** (1) o ujemnym współczynniku temperaturowym rezystancji,
- termistory **PTC** (2) o dodatnim współczynniku temperaturowym rezystancji,
- termistory **CTR** (3) charakteryzujące się gwałtownym maleniem rezystancji w wąskim zakresie temperatury.

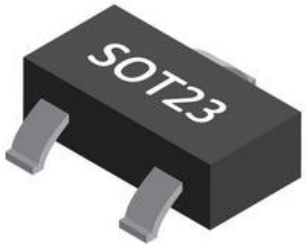


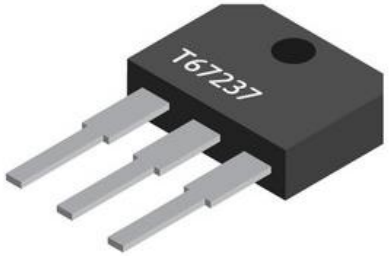
ZASTOSOWANIE TERMISTORÓW

- Czujniki temperatury w układach kompensujących zmiany parametrów obwodów przy zmianie temperatury, w układach zapobiegających nadmiernemu wzrostowi prądu, do pomiarów temperatury,
- Elementy kompensujące zmianę oporności innych elementów elektronicznych np. we wzmacniaczach i generatorach bardzo niskich częstotliwości.
- Ograniczniki natężenia prądu (bezpieczniki elektroniczne)


VD

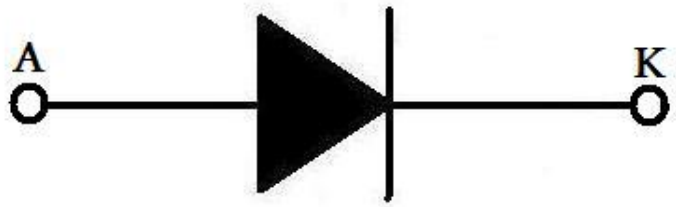
+583A
L30291


SOT23


T67237

diody prostownicze – „prostują” napięcie lub prąd zmienny o małej częstotliwości przetwarzając go na prąd jednokierunkowy; przewodzą prąd dopiero po przekroczeniu określonej wartości napięcia w kierunku przewodzenia (dla diod krzemowych wynosi ona ok. 0,7 V, a dla germanowych ok. 0,3 V)

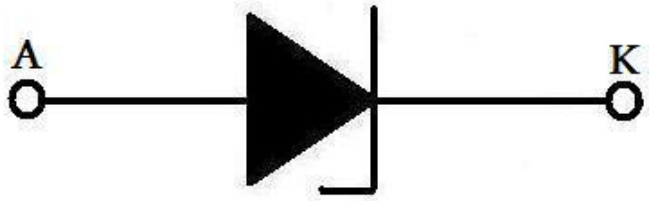
a)



b)

diody stabilizacyjne – stabilizują lub ograniczają napięcie, mimo znacznych zmian natężenia prądu; pracują przy polaryzacji w kierunku zaporowym; np. diody Zenera

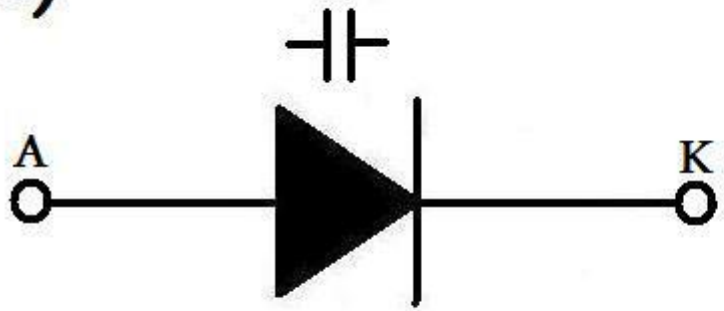
a)



b)

diody pojemnościowe (warikapy, waraktory) – pracują przy polaryzacji zaporowej, charakteryzując się zmienną pojemnością sterowaną napięciem; im wyższe napięcie tym mniejsza pojemność diody

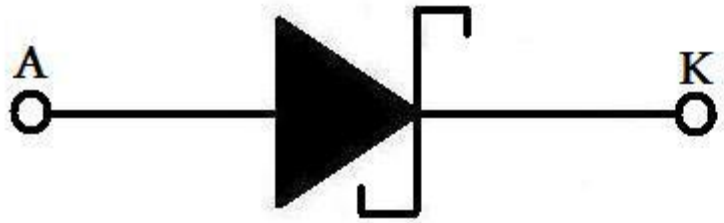
a)



b)

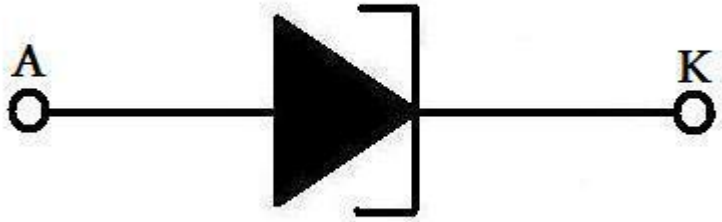
diody przełączające (impulsowe) – niewielki czas przełączania przy zmianie polaryzacji pomiędzy kierunkiem przewodzenia i zaporowym; np. diody Schottky

a)



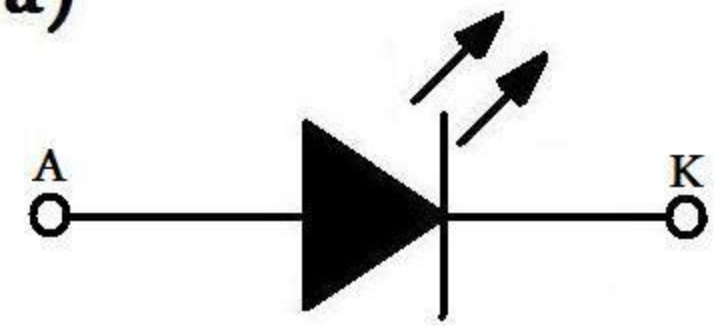
b)

diody mikrofalowe - prostują, generują i wzmacniają przebiegi elektryczne w częstotliwościach mikrofalowych



diody elektroluminescencyjne (LED)

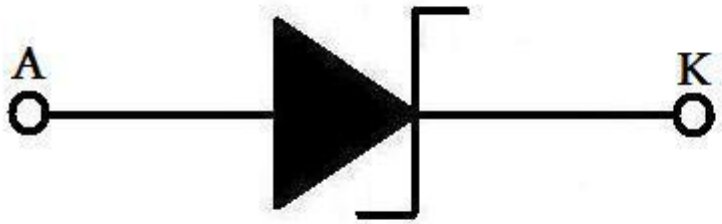
a)



b)

diody transil – zabezpieczają układy przed przepięciami, w chwili przekroczenia dopuszczalnego napięcia diody gwałtownie zaczynają przewodzić prąd

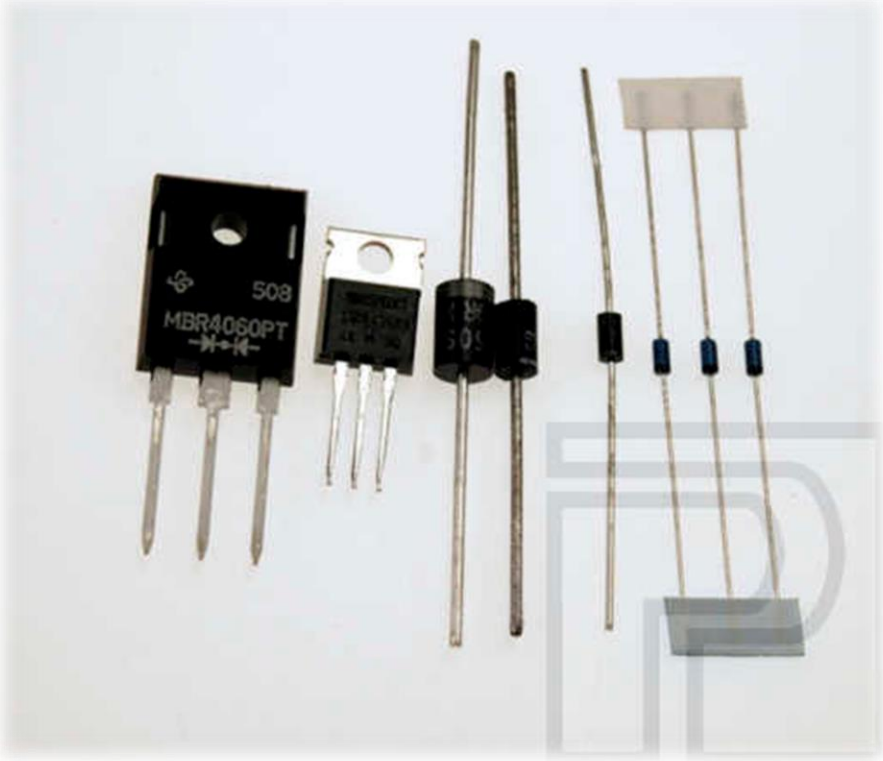
a)



b)

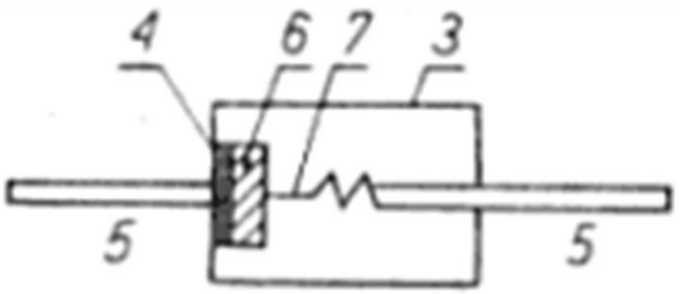
DIODY PÓŁPRZEWODNIKOWE

Dioda stanowi połączenie 2 półprzewodników o odmiennym typie przewodnictwa, czyli P i N. Główną cechą diod jest możliwość ich pracy w 2 trybach: przewodzenia oraz zaporowym. Diody możemy podzielić na różne rodzaje. W zależności od budowy oraz w zależności na zastosowanie.



Ze względu na budowę diody dzielimy na:

- ***warstwowe***,
- ***ostrzowe*** - mają małą obciążalność prądową i napięciową, ale mogą pracować przy wielkich częstotliwościach (do kilkudziesięciu gigaherców) ze względu na ich małą pojemność między elektrodową.

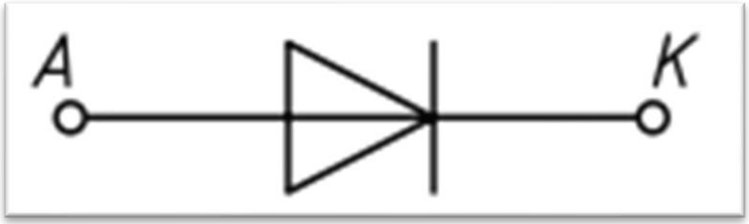


3 – obudowa hermetyczna,
4 – elektroda metalowa,
5 – doprowadzenie,
6 – płytka półprzewodnikowa,
7 – ostrze

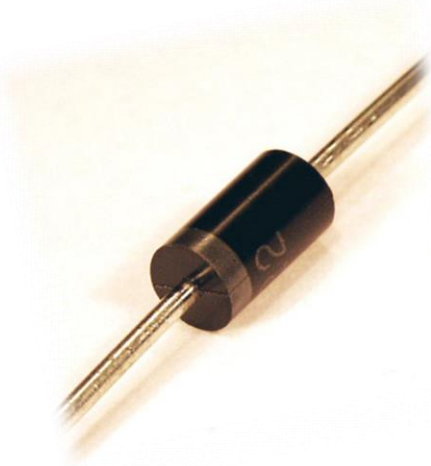
Ze względu na zastosowanie diody dzielimy m.in. na:

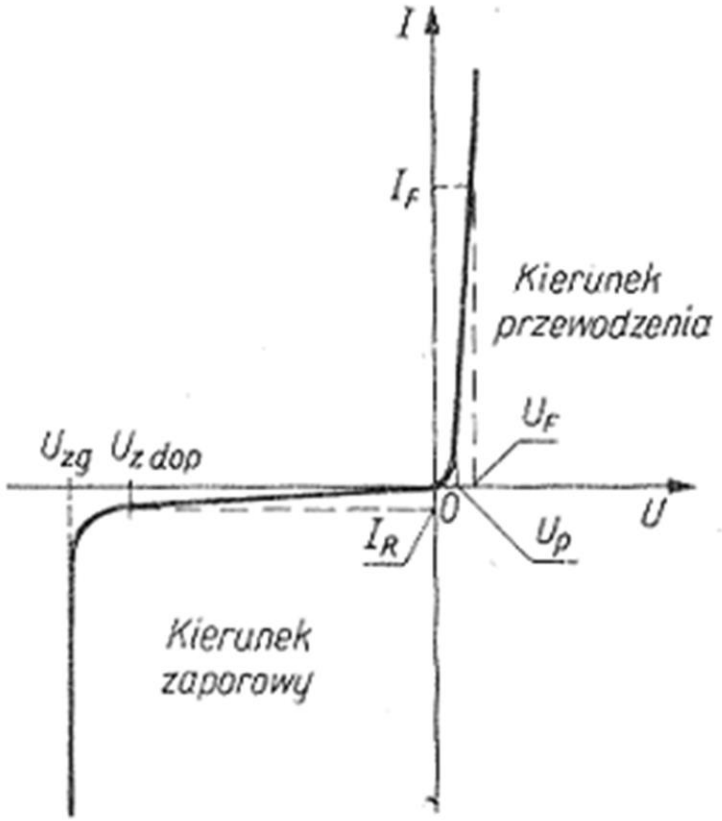
diody prostownicze - stosuje się w układach prostowniczych urządzeń zasilających. Zadaniem tych diod jest przekształcenie prądu przemiennego w jednokierunkowy prąd pulsacyjny. Pełnią rolę zaworu jednokierunkowego.

Dla tego rodzaju diody wykorzystujemy właściwości polegające na różnicy przewodzenia prądu w kierunku przewodzenia i wstecznym. Dioda prostownicza najczęściej przewodzi duże prądy, w związku z tym wykonywana jest najczęściej z krzemu w postaci diody warstwowej.



Symbol diody prostowniczej.





Charakterystyka statyczna diody półprzewodnikowej
U_{zg} – graniczne napięcie zaporowe, $U_{z\,dop}$ – dopuszczalne napięcie zaporowe, I_R – prąd wsteczny przy dopuszczalnym napięciu zaporowym, U_p – napięcie progowe, U_F – napięcie przewodzenia (ok. 1 V), I_F – prąd przewodzenia mierzony przy napięciu U_F na diodzie

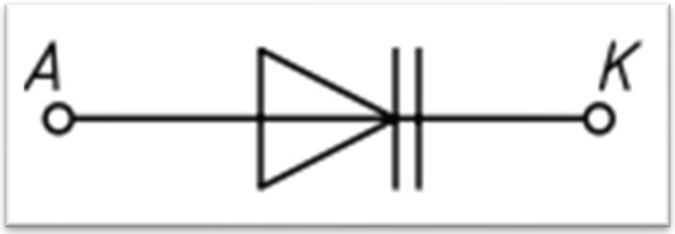
Najważniejszymi parametrami diod półprzewodnikowych są:

1) dopuszczalne napięcie wsteczne,
2) dopuszczalny prąd przewodzenia,
3) prąd wsteczny,
4) pojemność diody,
5) maksymalne straty mocy,
6) dopuszczalna temperatura złącza.

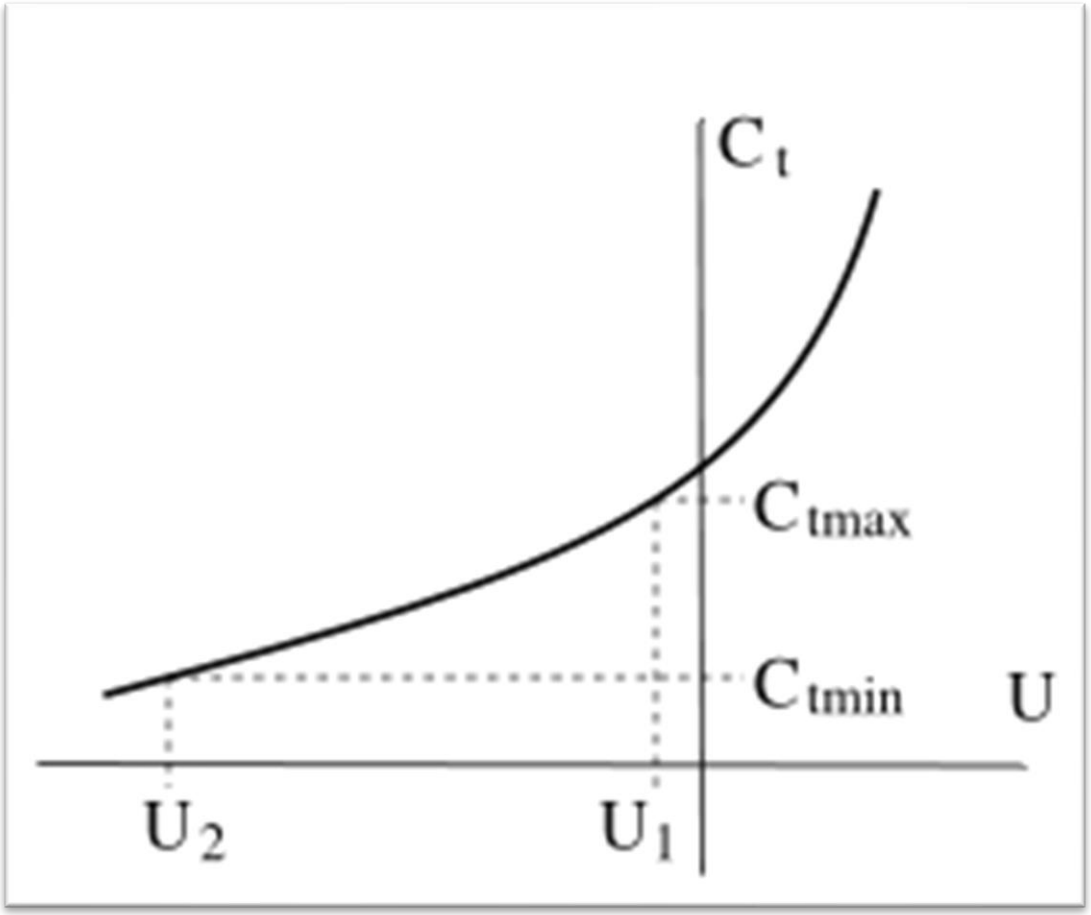
diody uniwersalne **-** stosuje się głównie w układach detekcyjnych, prostowniczych małej mocy i w ogranicznikach. Charakteryzują się niewielkim zakresem dopuszczalnych napięć i prądów, a częstotliwość ich pracy nie przekracza kilkudziesięciu MHz. Jako diody uniwersalne najczęściej stosuje się planarne diody krzemowe małej mocy.

diody impulsowe **-** diody te stosowane są do przełączania napięć i prądów oraz do formowania impulsów elektrycznych. W układach spełniają one głównie rolę tzw. kluczy elektrycznych. Diody te charakteryzują się małą rezystancją w kierunku przewodzenia oraz dużą rezystancją w kierunku wstecznym.

diody pojemnościowe - stosowana nazwa to warikapy i waraktory. Charakteryzują się zmienną pojemnością łącza PN pod wpływem zmiennego napięcia. Diody tego typu pracują zwykle w polaryzacji w kierunku zaporowym. Diody tego typu stosuje się w układach automatycznego dostrajania, powielania i modulacji częstotliwości itp.



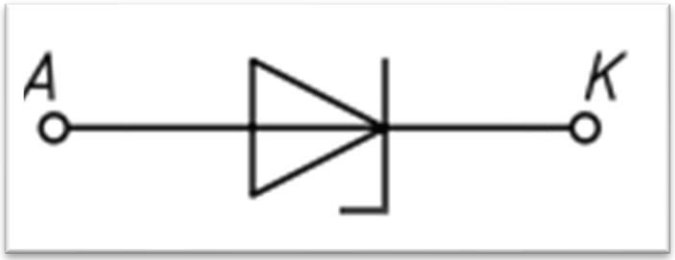
Symbol diody pojemnościowej.



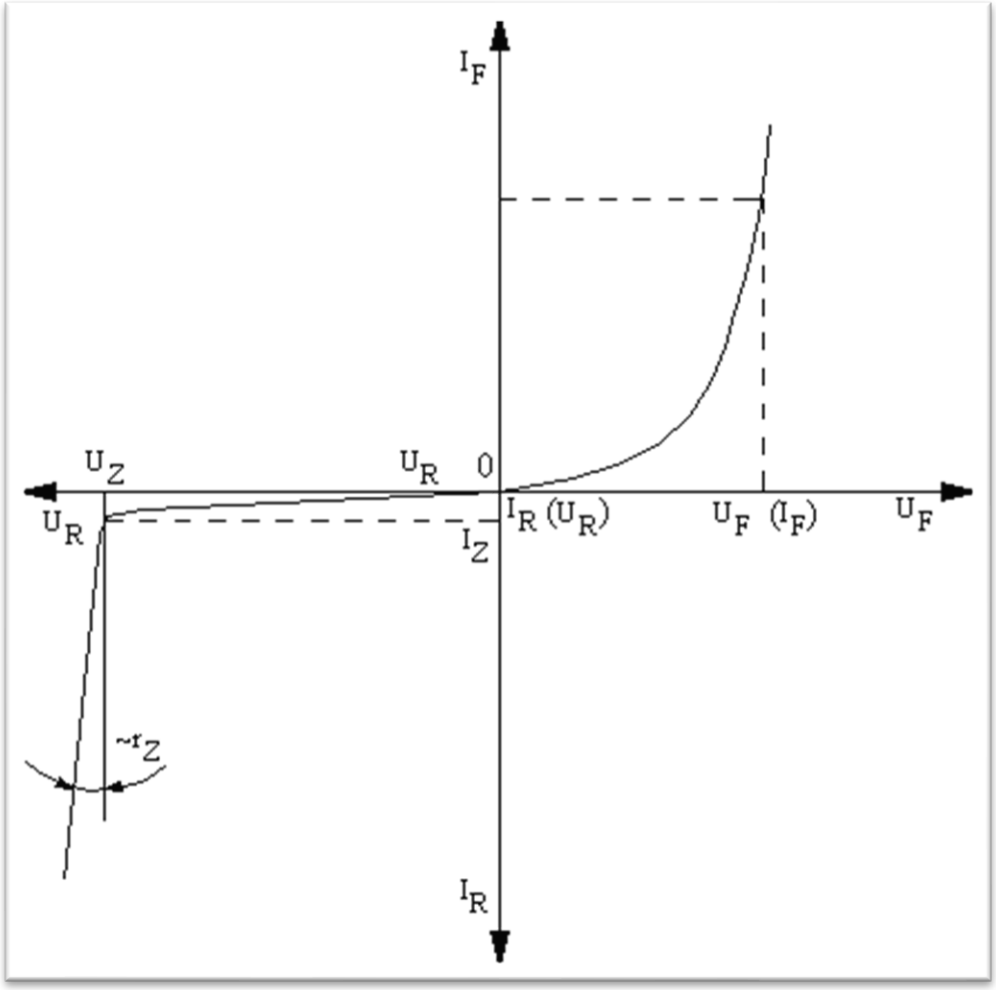
Charakterystyka diody pojemnościowej.

- **C_{tmax}** – maksymalna pojemność diody przy prądzie I = 0.
- **C_{tmin}** – minimalna pojemność diody, która wynika z napięcia przebicia diody.

diody stabilizacyjne - (stabilitrony, dioda Zenera) – stosuje się w układach stabilizacji napięć, ogranicznikach amplitudy itp. W diodach tych wykorzystuje się właściwości charakterystyki prądowo-napięciowej w kierunku zaporowym.



Symbol diody stabilizacyjnej.



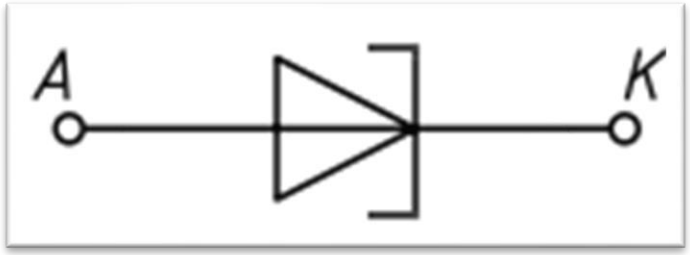
Charakterystyka diody stabilizacyjnej.

U_Z – napięcie stabilizacji
U_F – napięcie przewodzenia
I_R – prąd wsteczny
U_R– napięcie wsteczne
r_Z – rezystancja dynamiczna

Najważniejsze parametry diody Zenera:

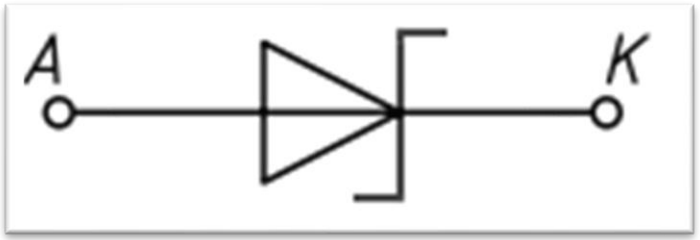
- Współczynnik stabilizacji, który wyraża stosunek względnych zmian prądu płynącego przez diodę do wywołanych przez nie względnych zmian spadku napięć na diodzie.
- Rezystancja dynamiczna,
- Współczynnik temperaturowy napięcia stabilizacji.

diody tunelowe - zbudowane są z 2 obszarów bardzo silnie domieszkowanych półprzewodników. Wykonuje się je z krzemu, arsenku galu i antymonku galu. Diody te wykorzystuje się w urządzeniach pracujących z bardzo dużymi częstotliwościami np. w układach generatorów, czy też przerzutników.



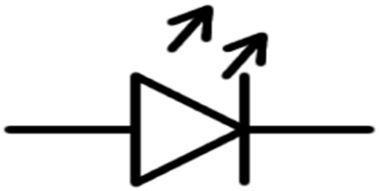
Symbol diody tunelowej.

diody Schottky'iego - mają bardzo małą pojemność łącza, dzięki temu rozwiązaniu typowy czas przełączania wynosi jednie 100ps. Diody te działają na nośnikach większościowych, odznaczają się zatem bardzo krótkimi czasami przełączania i nadają się doskonale do zastosowań w układach bardzo wielkiej częstotliwości i układach przełączających. Oprócz tego mają one o wiele mniejsze napięcie przewodzenia niż diody krzemowe.

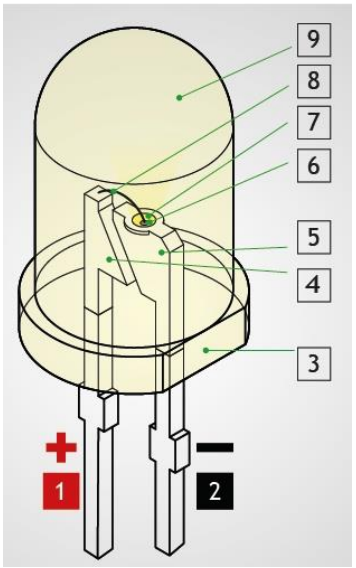


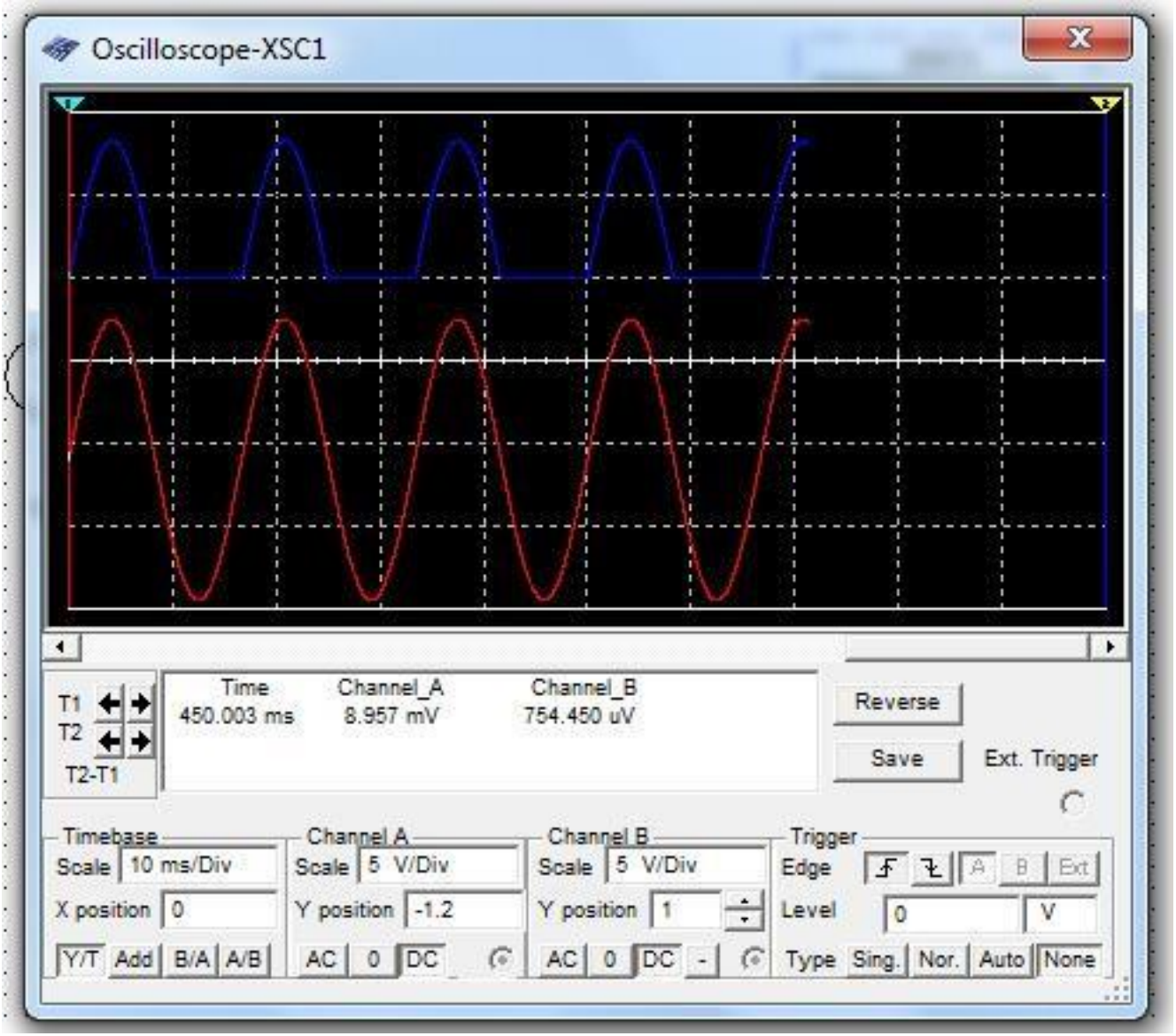
Symbol diody Schottky'iego.

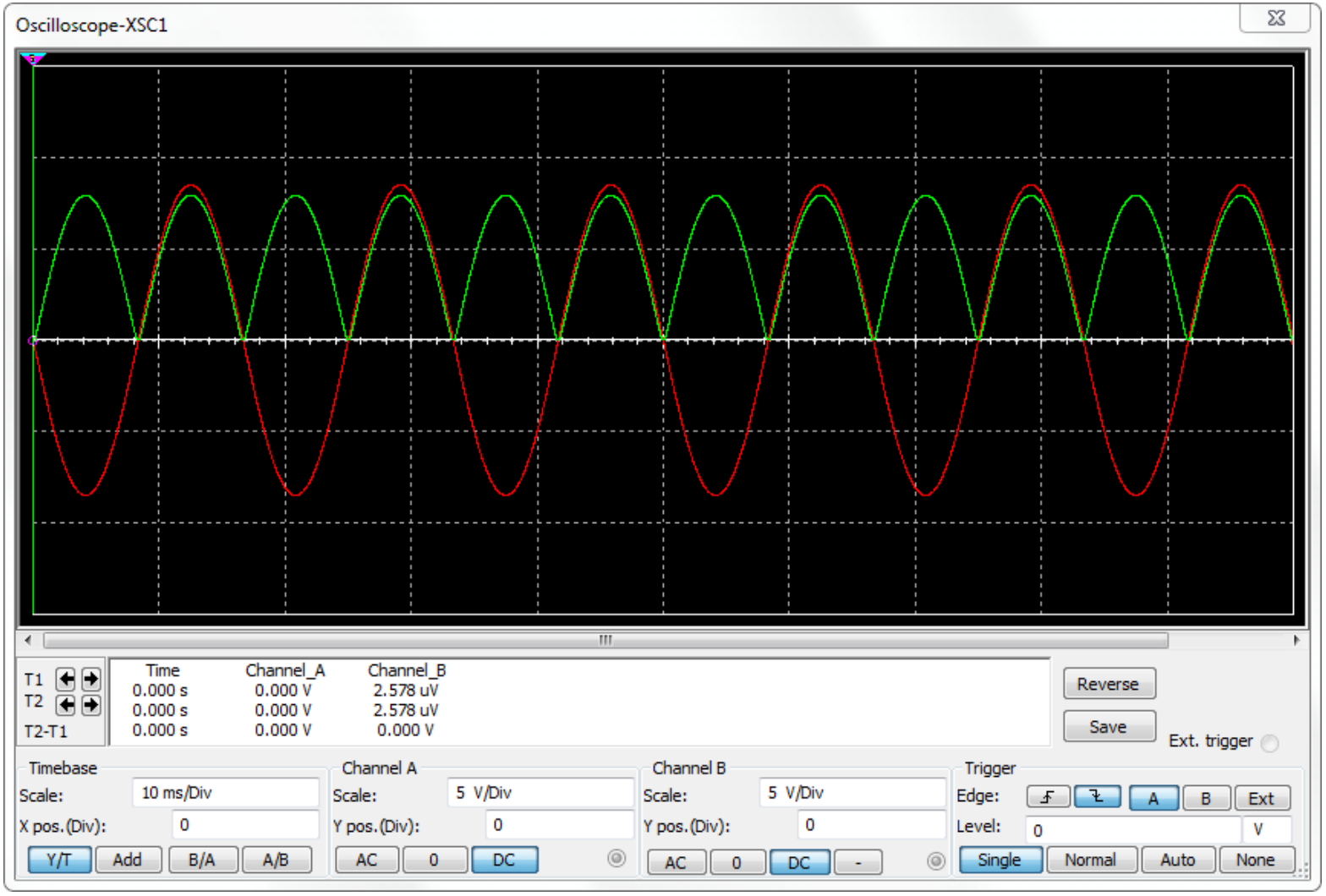
diody elektroluminescencyjne (LED) - jako przyrządy półprzewodnikowe bezpośrednio zamieniają energię na promieniowanie świetlne. Przykładem oszczędności oświetleń na diodach LED może być to, że w przypadku strumieni o kolorze zielonym, czerwonym lub żółtym można uzyskać nawet dziesięciokrotnie mniejsze zużycie energii niż w przypadku zwykłych oświetleń. Diody LED cechują się tym, że pracują niezawodnie w ciężkich warunkach atmosferycznych i są o wiele bardziej odporne na uszkodzenia mechaniczne.

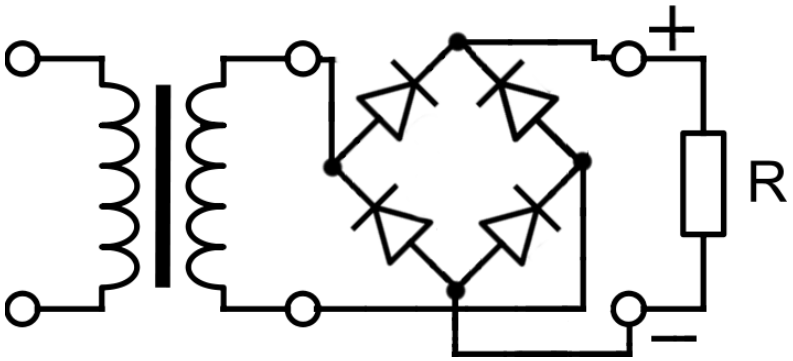


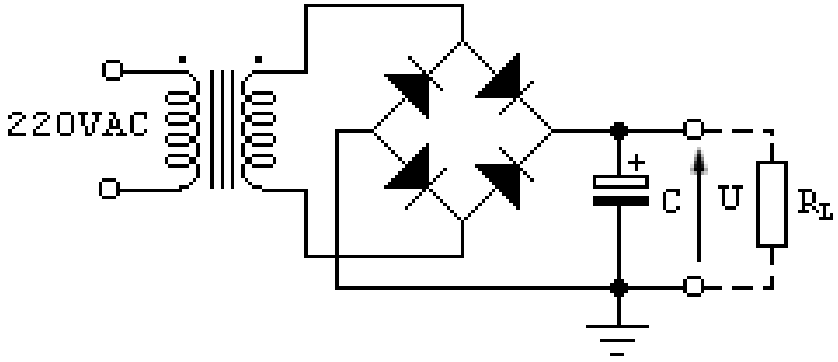
Symbol diody LED.



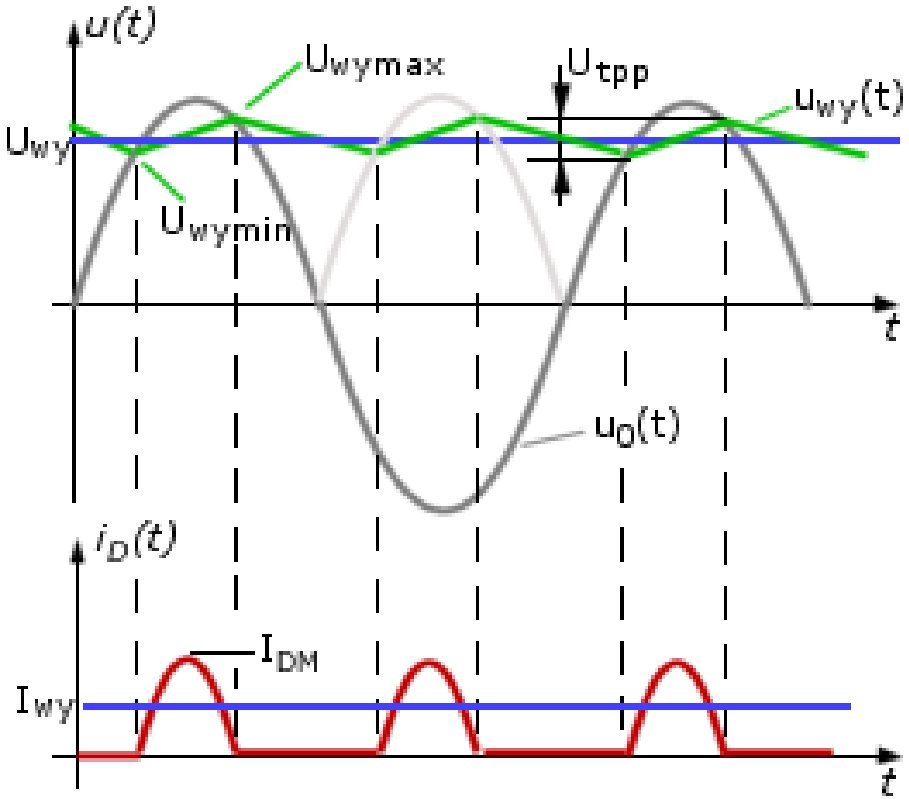

Oscilloscope-XSC1
T1
T2
T2-T1
Time
450.003 ms
Channel_A
8.957 mV
Channel_B
754.450 uV
Reverse
Save
Ext. Trigger
Timebase
Scale 10 ms/Div
X position 0
Y/T Add B/A A/B
Channel A
Scale 5 V/Div
Y position -1.2
AC 0 DC
Channel B
Scale 5 V/Div
Y position 1
AC 0 DC
Trigger
Edge
A B Ext
Level 0 V
Type Sing. Nor. Auto None

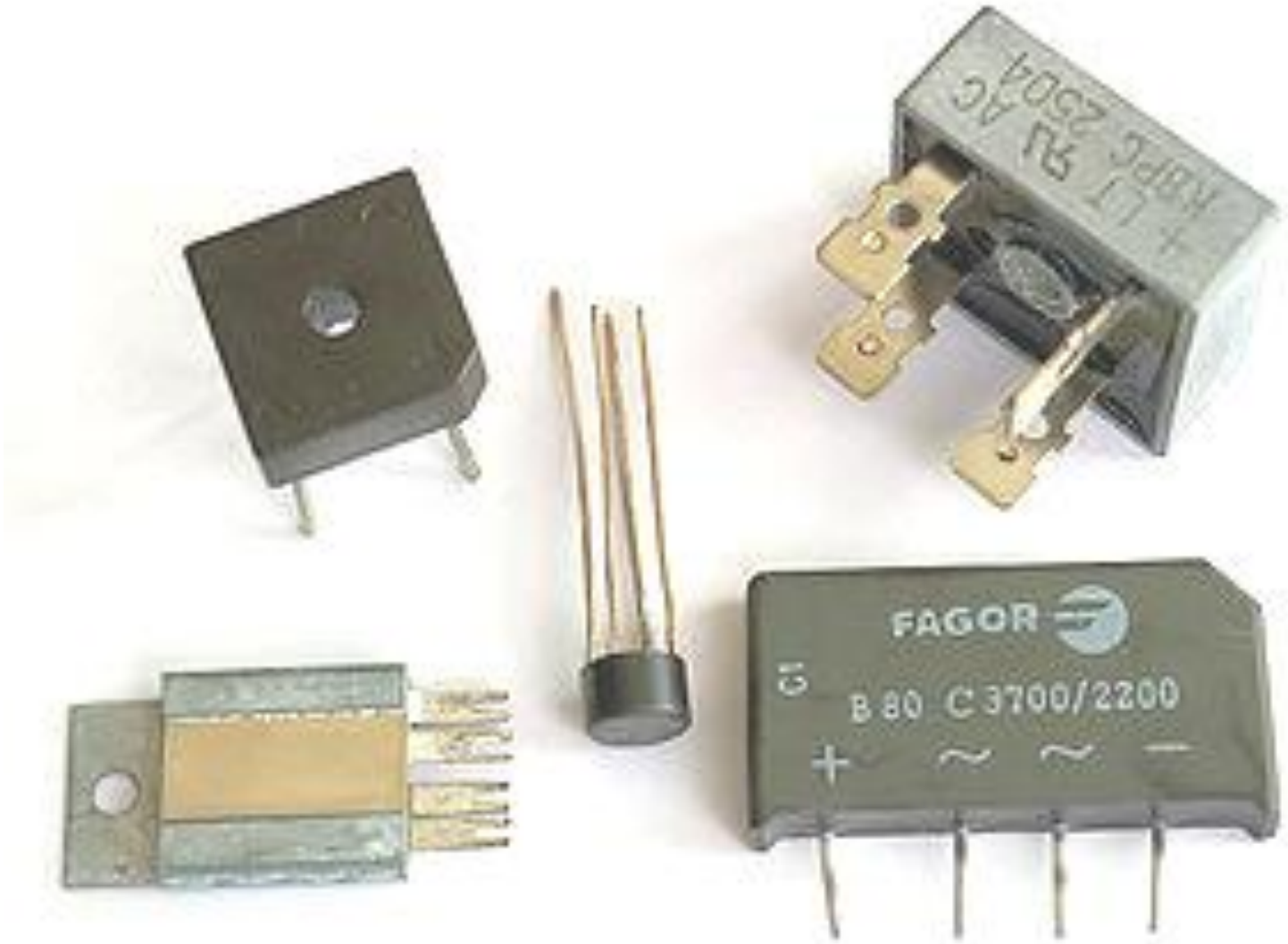

Oscilloscope-XSC1
T1
T2
T2-T1
Time
Channel_A
Channel_B
0.000 s
0.000 V
2.578 uV
0.000 s
0.000 V
2.578 uV
0.000 s
0.000 V
0.000 V
Reverse
Save
Ext. trigger
Timebase
Scale:
10 ms/Div
X pos.(Div):
0
Y/T
Add
B/A
A/B
Channel A
Scale:
5 V/Div
Y pos.(Div):
0
AC
0
DC
Channel B
Scale:
5 V/Div
Y pos.(Div):
0
AC
0
DC
-
Trigger
Edge:
A
B
Ext
Level:
0
V
Single
Normal
Auto
None

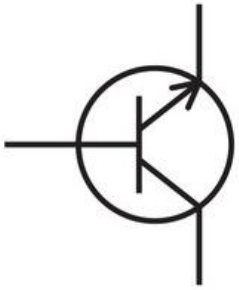

+
R
–


220VAC
C
U
R_L

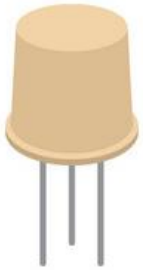
+ KBPC5010 AC

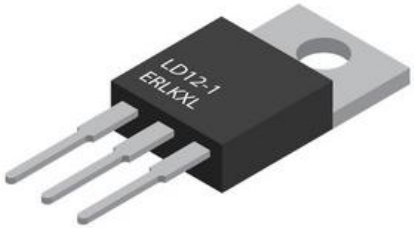

u(t)
U_{wymax}
U_{tpp}
$u_{wy}(t)$
U_{wy}
U_{wymin}
t
$u_D(t)$
I_{DM}
I_{wy}
t

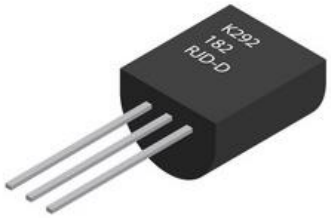

FAGOR
B 80 C 3700/2200
+ ~ ~ −

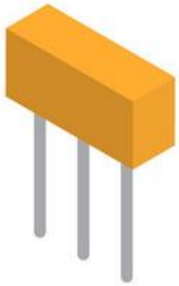


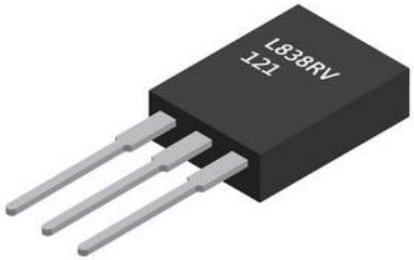
L838RV
121




LD12-1
ERLKXL


K292
T82
RJD-D




L838RV
121

GDLFDK2011

BUDOWA I PRZEZNACZENIE TRANZYSTORÓW

Tranzystor warstwowy składa się z dwóch złączy typu p-n lub typu n-p, które położone są blisko siebie. Istnieją dwa typy tranzystorów:

Typ p-n-p

Typ n-p-n

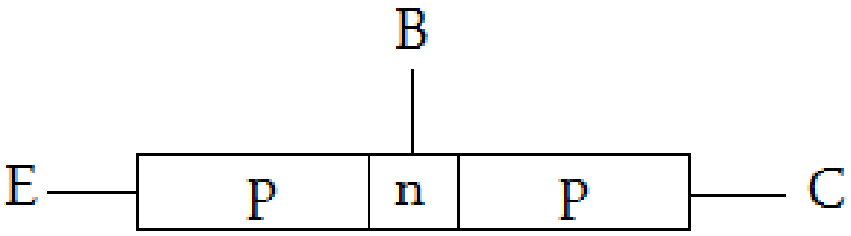
Tranzystor ma trzy elektrody:

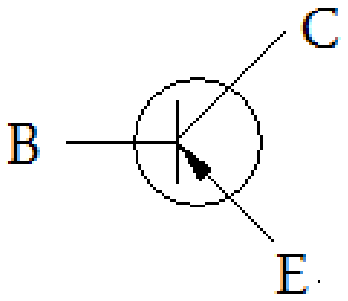
E – emiter

B- baza

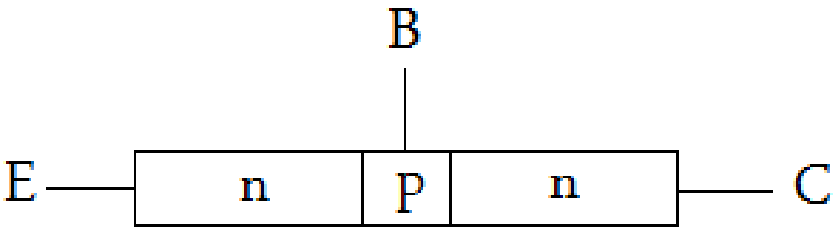
C - kolektor

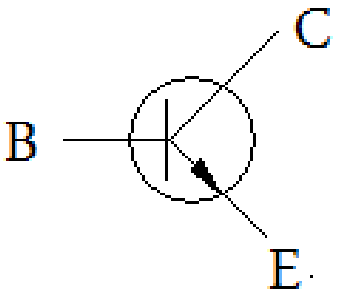
Typ p-n-p





Typ n-p-n





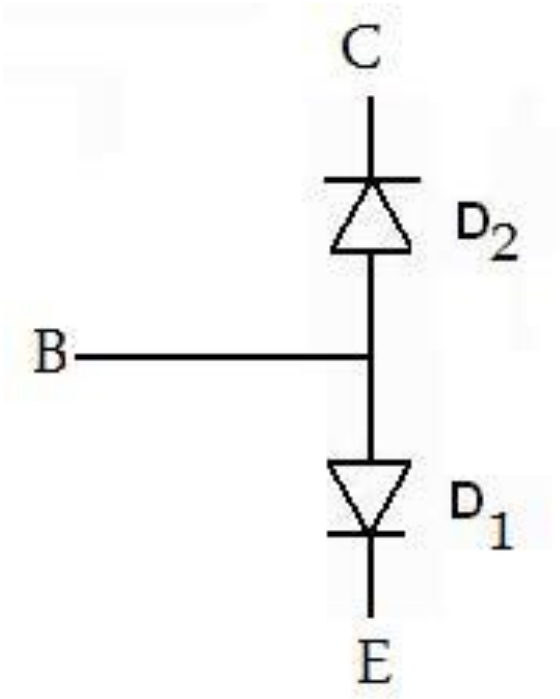
Oba typy tranzystorów spełniają w układzie te same zadania, a różnią się sposobem zasilania. W tranzystorze typu p-n-p – kolektor i baza zasilane są z ujemnego bieguna, a emiter z dodatniego. W tranzystorze n-p-n jest odwrotnie. Baza i kolektor zasilane są z plusa zasilania, a emiter z minusa. Tranzystory są stosowane m.in. W układach wzmacniaczy, generatorów, zasilaczy.

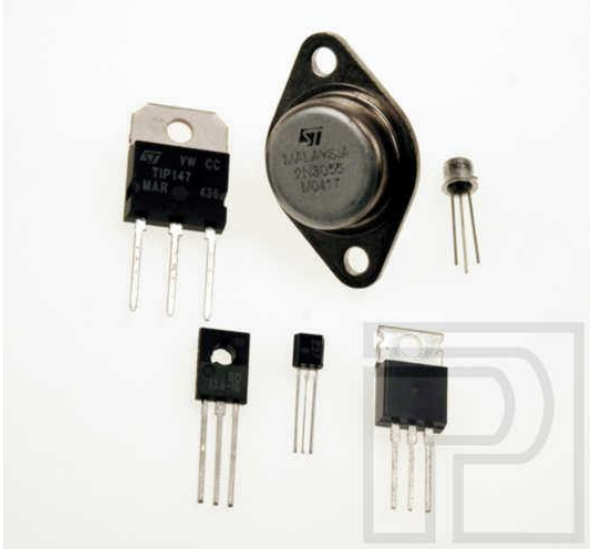
Zasada działania tranzystorów

W przybliżeniu tranzystor można sobie wyobrazic jako dwie diody półprzewodnikowe połączone przeciwnie. Diodę D1 (baza emiter) włącza się do układu w ten sposób,aby była ona w stanie przewodzenia, tzn do emitera podłacza się minus, a do bazy plus zasilania. Diodę D2 (baza kolektor)włącza się w ten sposób, aby była ona w stanie nieprzewodzenia (zaporowym). Kolektor C podłacza się do plusa zasilania

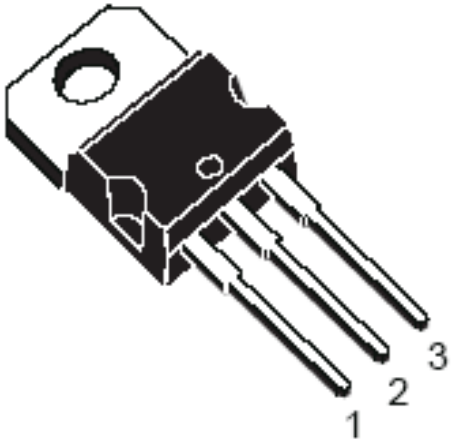
Zasada działania tranzystorów

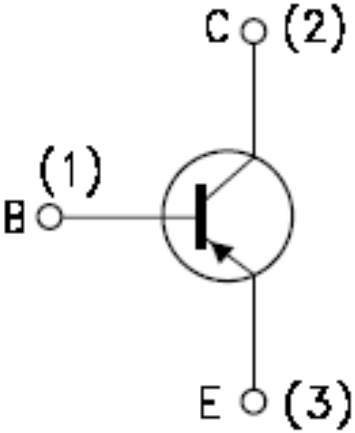
W przybliżeniu tranzystor można sobie wyobrazić jako dwie diody półprzewodnikowe połączone przeciwnie. Diodę D1 (baza emiter) włącza się do układu w ten sposób, aby była ona w stanie przewodzenia, tzn. do emitera podłącza się minus, a do bazy plus zasilania. Diodę D2 (baza kolektor)włącza się w ten sposób, aby była ona w stanie nieprzewodzenia (zaporowym). Kolektor C podłącza się do plusa zasilania




TIP147
MAR

9648
MJE3055T

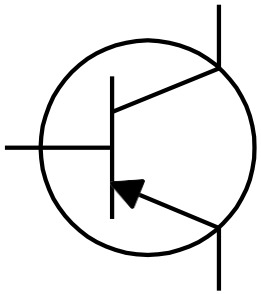

1
2
3


C (2)
B (1)
E (3)

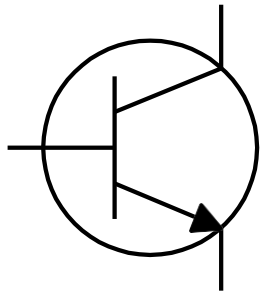
Tranzystory są to urządzenia półprzewodnikowe, które umożliwiają sterowanie przepływem dużego prądu, za pomocą prądu znacznie mniejszego.

Tranzystor bipolarny składa się z trzech obszarów półprzewodnika o przeciwnym typie przewodnictwa (n-p-n lub p-n-p), powoduje to powstanie dwóch złączy: n-p i p-n lub analogicznie p-n i n-p.

Tak więc rozróżniamy dwa typy tranzystorów bipolarnych npn i pnp.

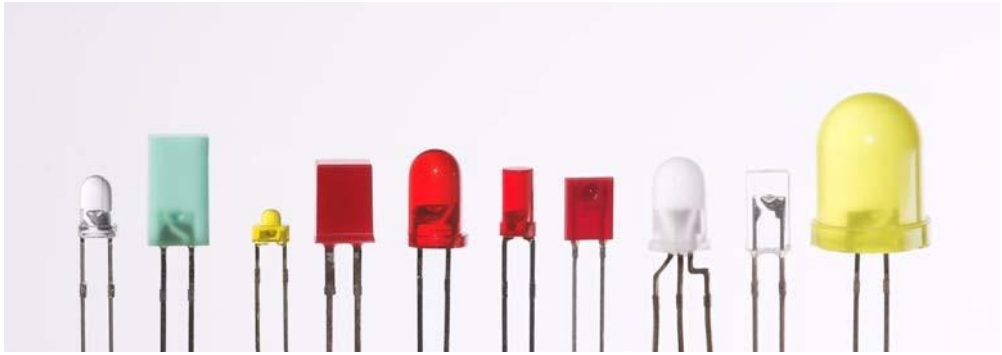


Tranzystor PNP

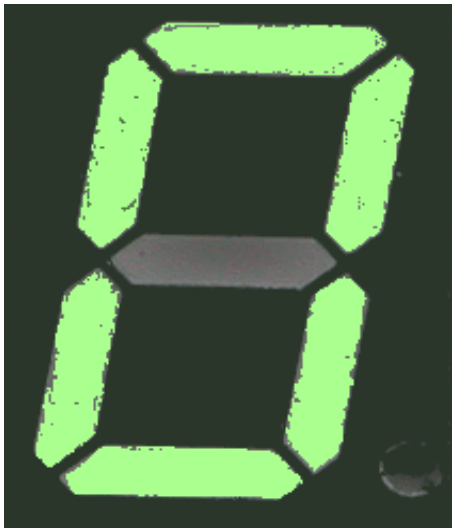


Tranzystor NPN

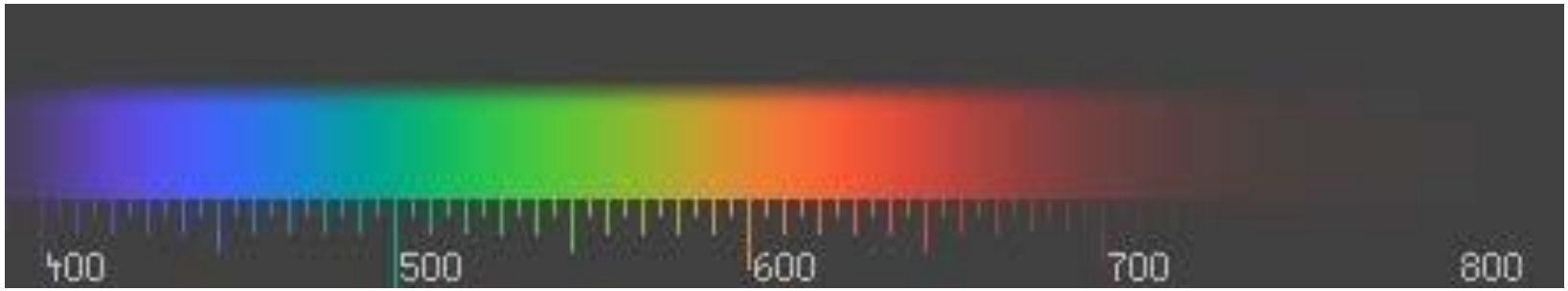
- Dioda LED z elektrycznego punktu widzenia pełni taką samą rolę jak zwykła dioda.
- Przy polaryzacji w kierunku przewodzenia oraz przepływie prądu o wartości kilkunastu mA dioda świeci



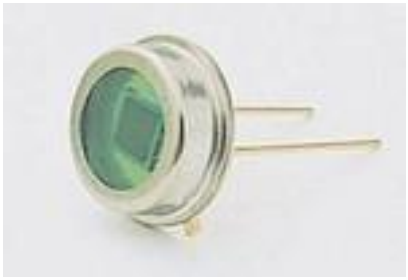
- Kilka diod połączonych wspólną katodą lub anodą może stanowić wyświetlacz
- Przy wielu segmentach może być konieczne zastosowanie dodatkowych układów wzmacniających wydajność prądową



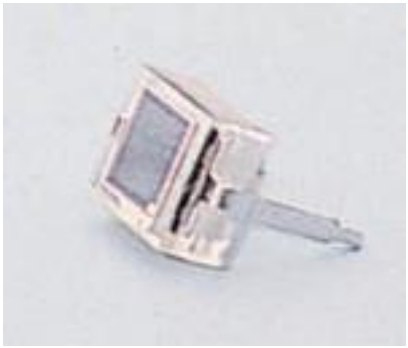
- Arsenek galu, GaAs, (650 nm).
- Arsenofosforek galu, GaAsP, (630-590 nm).
- Fosforek galu, GaP, (565 nm).
- Azotek galu, GaN, (430 nm).
- Azotek indowo-galowy InGaN/YAG (białe)



- Zwykła fotodioda na złączu p-n



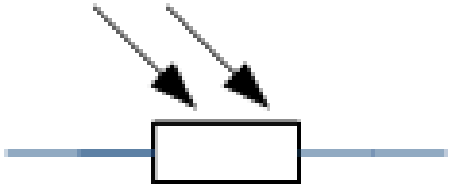
- Fotodioda PIN



- Fotodioda lawinowa

- Fotodioda pracuje przy polaryzacji złącza w kierunku zaporowym. W stanie ciemnym (przy braku oświetlenia) przez fotodiodę płynie tylko prąd ciemny, będący prądem wstecznym złącza określonym przez termiczną generację nośników. Oświetlenie złącza powoduje generację dodatkowych nośników i wzrost prądu wstecznego złącza, proporcjonalny do natężenia padającego promieniowania.

- Fotorezystorem nazywa się element półprzewodnikowy bezzłączowy, który pod wpływem promieniowania świetlnego silnie zmienia swoją rezystancję. Część roboczą (światłoczułą) fotorezystora stanowi cienka warstwa półprzewodnika osadzona na podłożu dielektrycznym wraz z elektrodami metalowymi doprowadzającymi prąd ze źródła zewnętrznego. Całość umieszcza się w obudowie z okienkiem, służącym do przepuszczania promieniowania świetlnego.



- Fototranzystory, są to tranzystory bipolarne (najczęściej typu npn) w których obudowie wykonano okno umożliwiające oświetlenie obszaru bazy tranzystora. Fototranzystor polaryzujemy tak jak zwykły tranzystor tj. złącze baza emiter jest spolaryzowane w kierunku przewodzenia, a złącze baza kolektor w kierunku zaporowym. Powszechnie fototranzystory wykonywane są jako elementy dwukońcówkowe tj. wyprowadzone są kontakty emitera i kolektora, baza zazwyczaj pozostaje nie wyprowadzona na zewnątrz. Przy braku oświetlenia przez fototranzystor płynie prąd zerowy, związany z termiczną generacją nośników, jest to prąd zaporowo spolaryzowanego złącza p-n na granicy obszarów bazy i kolektora.

Dziękuję za uwagę

mgr inż. Robert Czak
tel: 0048 603687444
mail: robert.czak@op.pl