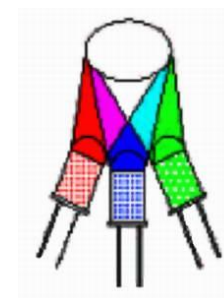
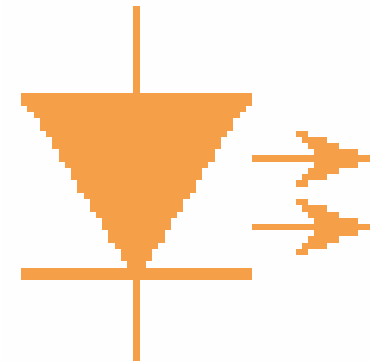


Wybrane elementy optoelektroniczne

1. Dioda elektroluminiscencyjna LED
2. Fotodetektory
3. Transoptory
4. Wskaźniki optyczne
5. Podsumowanie

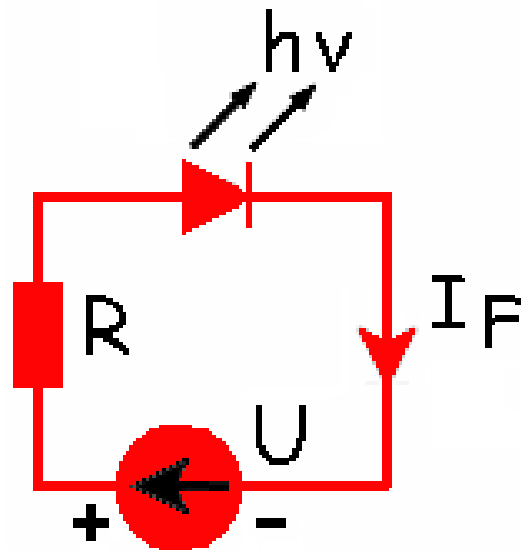


Light Emitting Diode



Diody elektrolumiscencyjne

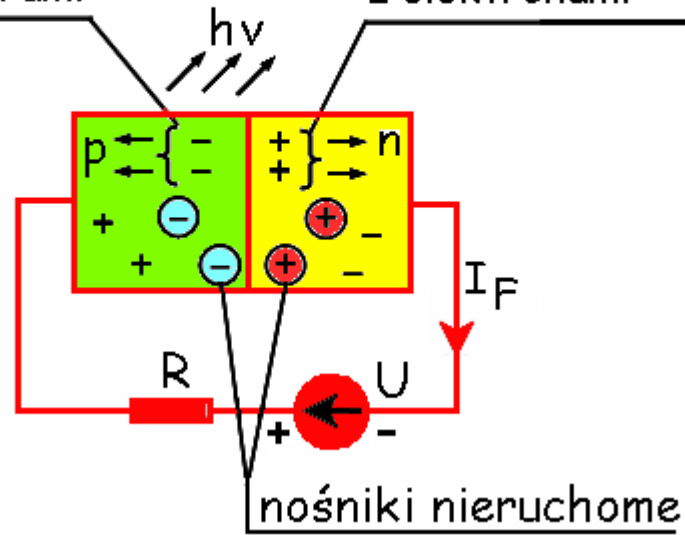
a)



b)

elektrony z obszaru n
rekombinujące
z dziurami

dziury z obszaru p
rekombinujące
z elektronami

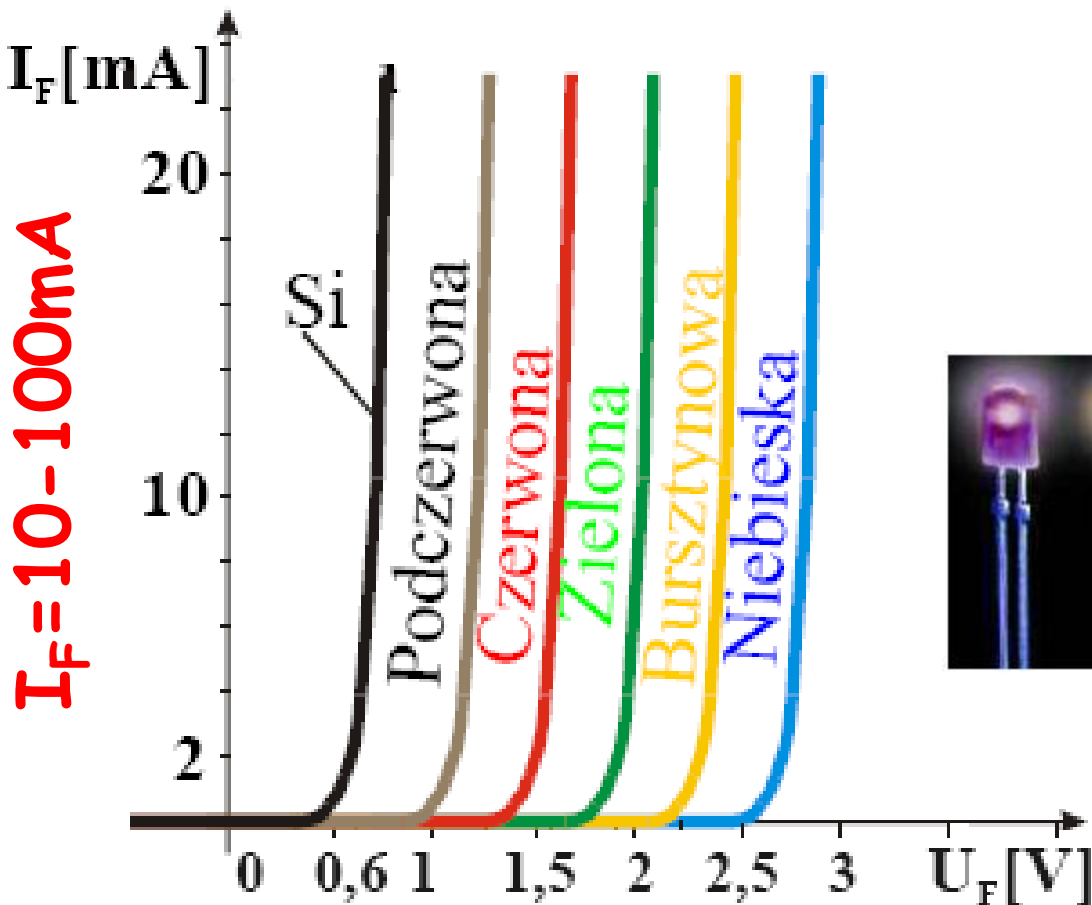


Light Emitting Diode

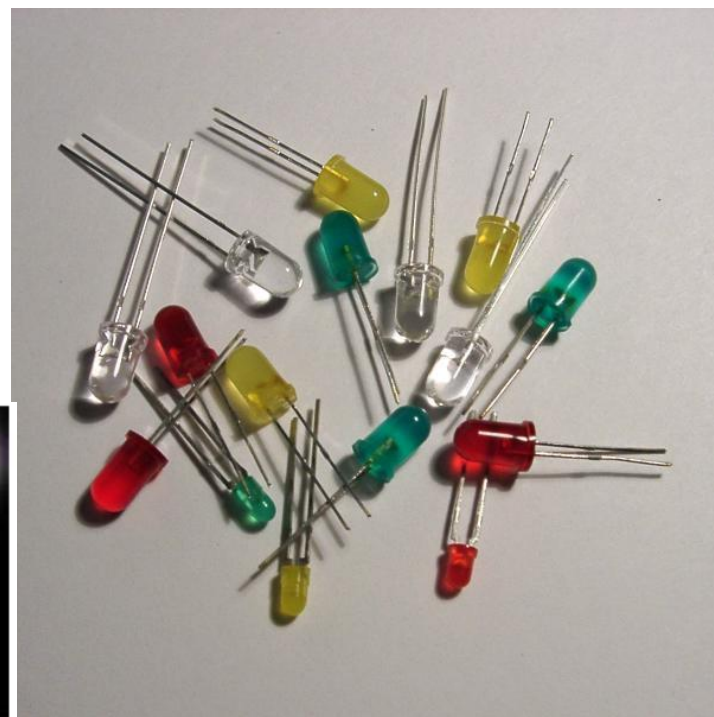


- LED emitują promieniowanie w zakresie widzialnym i podczerwonym,
- promieniowanie jest wytwarzane w wyniku rekombinacji dziur i elektronów,
- dioda świeci pod wpływem zewnętrznej energii elektrycznej,
- intensywność świecenia zależy od wartości doprowadzonego prądu,
- LED pracują przy napięciach ok. 2 V z prądami od kilku do kilkunastu mA, co pozwala na współpracę w układach tranzystorowych,
- dioda pracuje przy polaryzacji złącza w kierunku przewodzenia,
- zasada działania LED jest oparta na zjawisku elektroluminescencji.

Charakterystyki I(U) LED



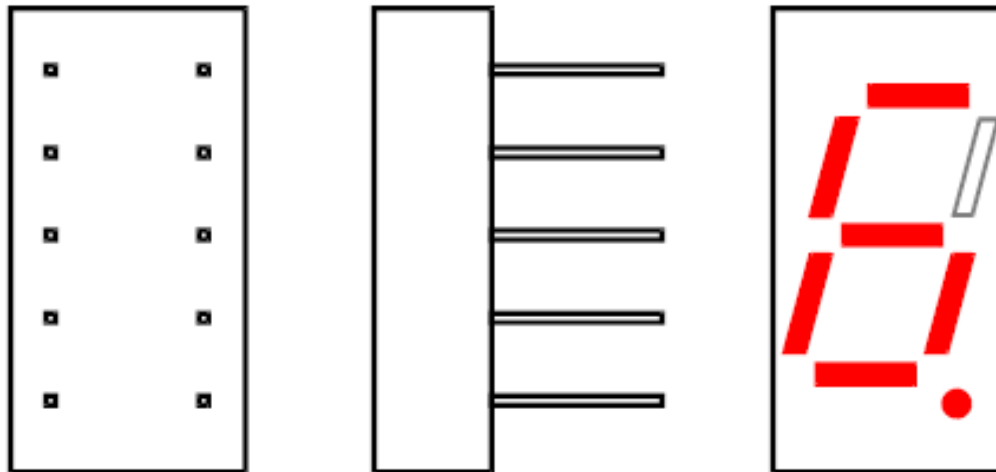
$$U_F = 1,3 - 3V$$



Obudowy: metalowe, tworzywa sztuczne, przezroczyste, matowe, barwione.

Light Emitting Diode

Wskaźnik a-numeryczny 7 segmentowy z kropką



Light Emitting Diode



Własności optyczne i elektryczne diod LED

Parametry elektryczne:

prąd przewodzenia,

napięcie przewodzenia,

napięcie wsteczne,

moc strat,

sprawność kwantowa zewnętrzna - stosunek liczby fotonów wyemitowanych przez diodę do liczby nośników przepływających przez złącze,

trwałość diod - około 10^5 godzin,

częstotliwość graniczna - częstotliwość, przy której moc promieniowania maleje do połowy swojej wartości maksymalnej.

Przykłady zastosowań

Znaki drogowe



Motoryzacja

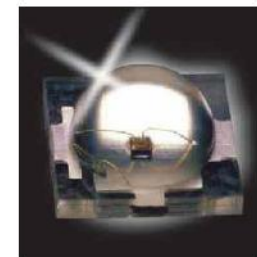


Oświetlenie reklamowe i architektoniczne



Ultra jasne LED o mocy 1W - cechy/zastosowania:

- Bardzo małe wymiary
- Wysoka wydajność termiczna
- Dostosowane do automatycznego montażu SMT
- Latarki
- Oświetlenie terenu
- Oświetlenie architektoniczne





Light Emitting Diode

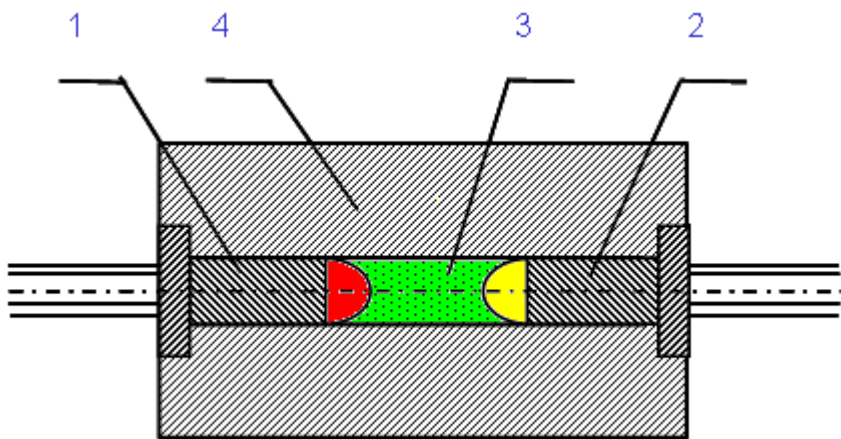
Podsumowanie

Zalety diod LED to:

- niewielkie rozmiary,
- niskie zużycie energii elektrycznej,
- niewielka emisja ciepła,
- duża trwałość,
- duża wytrzymałość na uszkodzenia,
- możliwość uzyskania różnych barw światła,
- brak promieniowania UV.

Transoptory

Fotoodbiorniki możemy sprzęgać z diodami elektroluminescencyjnymi, w celu przestania sygnałów na drodze optycznej. W ten sposób uzyskujemy przekazywanie sygnałów z jednego układu do drugiego, przy galwanicznym odseparowaniu tych układów. Tak powstały przyrząd nazywamy **transoptorem** (dioda i fotodetektor w różnych obudowach) lub **łączem optoelektronicznym** (dioda i fotodetektor w jednej obudowie).



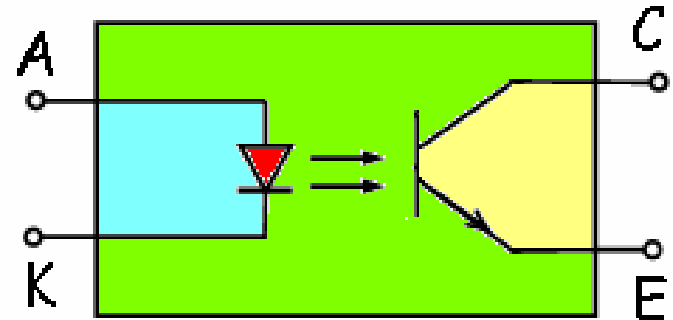
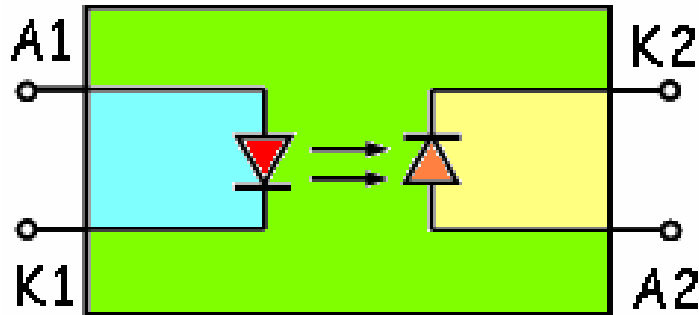
Budowa transoptora

1 - fotoemiter, 2 - fotodetektor,
3 - światłowód, 4 - obudowa.

Transoptor jest półprzewodnikowym elementem optoelektronicznym, składającym się z co najmniej jednego fotoemitera i co najmniej jednego fotodetektora, umieszczonych we wspólnej obudowie.

Transoptory

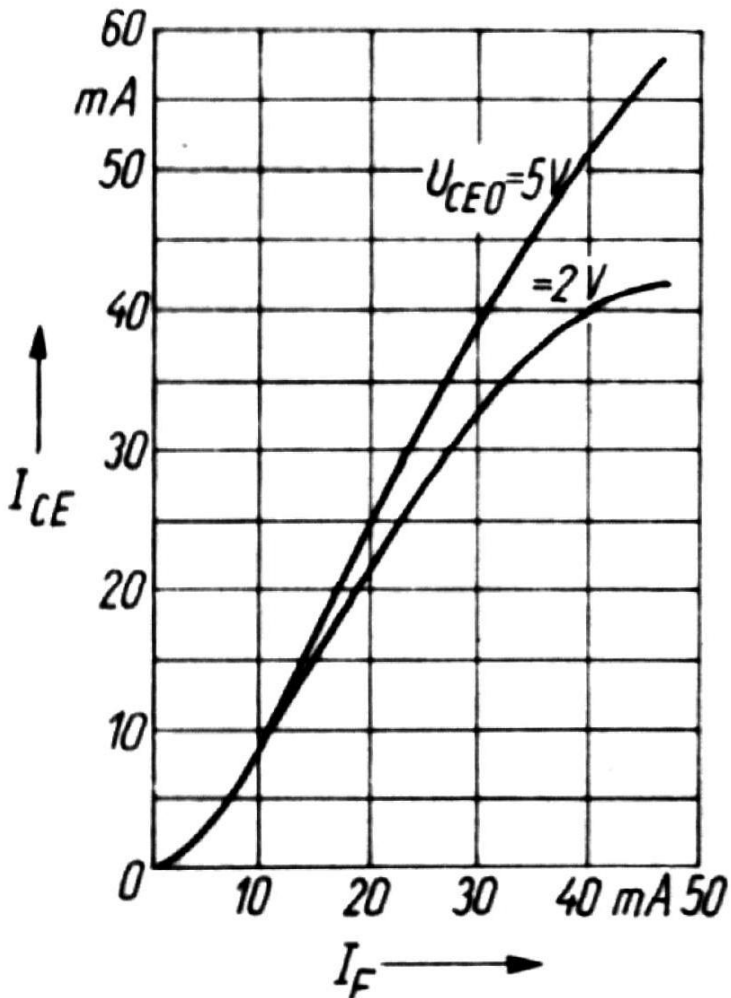
brak połączeń galwanicznych we-wy



fotoemiter-LED w zakresie podczerwieni

fotodetektor - często fotodioda, fototranzystor, rzadziej fototyrystator, fotodarlington, fotodioda i tranzystor, bramka logiczna, komparator, fotorezystor

Charakterystyka przejściowa transoptora



Przekładnia prądowa =
współ. wzmacnienia prądowego

$$CTR = (I_O / I_I) \cdot 100\%$$

Current Transfer Ratio

odbiornik	wzmoc [%]	f_T [kHz]
fotodioda	0,5	10 000
fototranzystor	30	500
fotodarlington	300	50
napięcie izolacji 400V - 3kV (50kV)		



Zastosowanie transoptorów

Transoptory stosuje się:

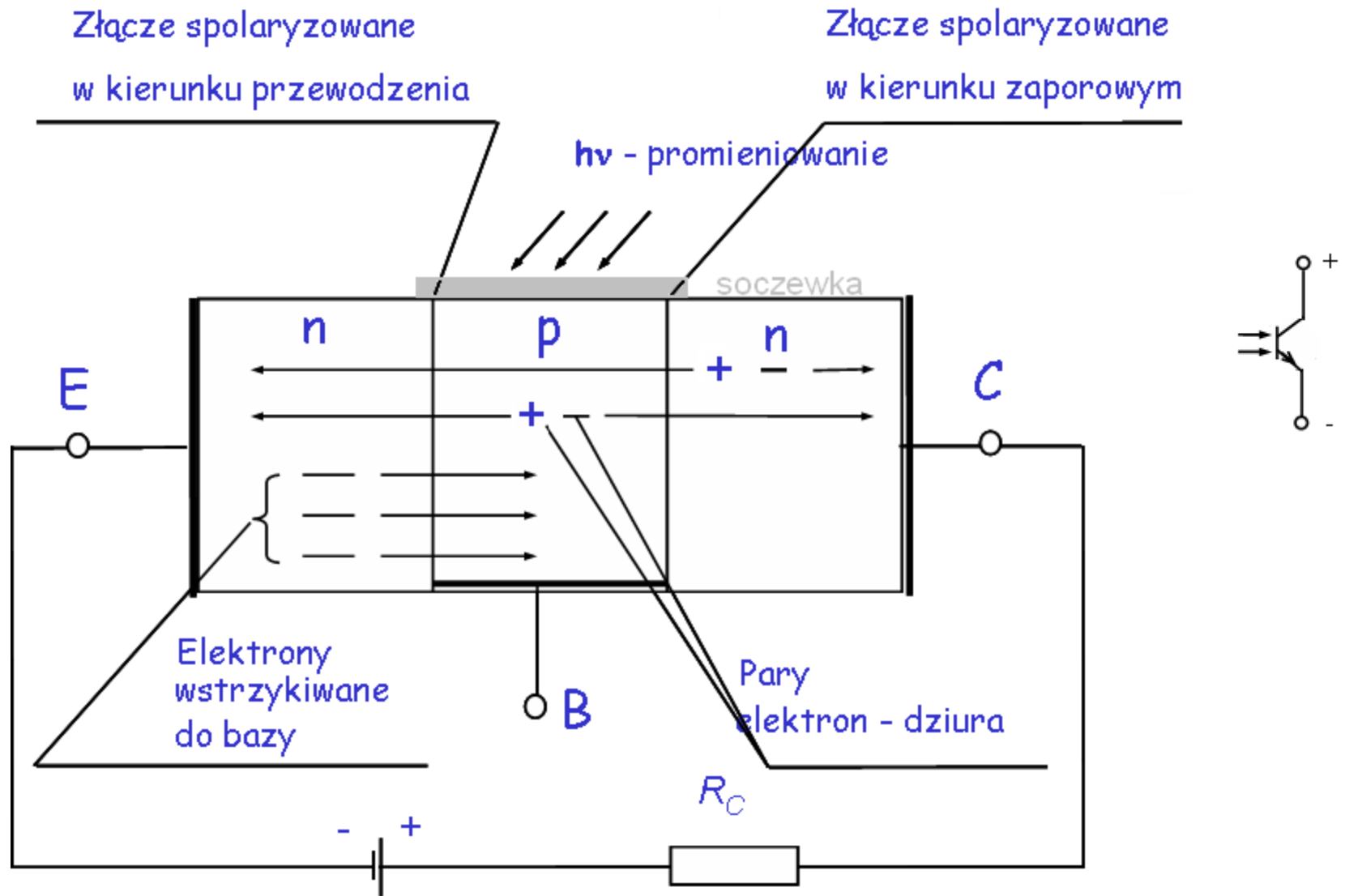
- do galwanicznego rozdzielania obwodów, - np. w TWN,
- w technice pomiarowej i automatyce,
- w sprzęcie komputerowym,
- w sprzęcie telekomunikacyjnym.

Spełniają one również rolę potencjometrów bezstykowych oraz przekaźników optoelektronicznych, wykorzystywanych do budowy klawiatury kalkulatorów i komputerów.

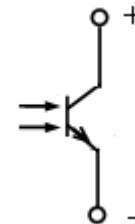
W układach sygnalizacyjnych i zabezpieczających są używane jako:

wyłączniki krańcowe, czujniki otworów, czujniki położenia, wskaźniki poziomu cieczy.

Fototranzystory - zasada działania



Fototranzystory



Fototranzystorem nazywamy element półprzewodnikowy z dwoma złączami $p-n$. Działa tak samo jak tranzystor z tą różnicą, że prąd kolektora nie zależy od prądu bazy, lecz od natężenia promieniowania oświetlającego obszar bazy. Oświetlenie wpływa na rezystancję obszaru emiter-baza. Wykorzystuje się tu zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, tj. zjawisko fotoprzewodnictwa.

Fotoprzewodnictwo polega na zwiększaniu przewodnictwa elektrycznego pod wpływem energii promienistej powodującej jonizację atomów w ciele stałym, wskutek czego zwiększa się liczba swobodnych elektronów powstających w półprzewodniku.



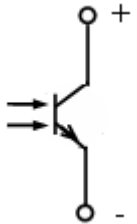
Fototranzystory - zasada działania

Oświetlenie fototranzystora powoduje wygenerowanie par elektron-dziura w warstwie typu p . Elektrony jako ujemne nośniki ładunku przechodzą do obszaru kolektora dzięki polaryzacji zaporowej złącza kolektorowego. Dziury nie mogą przejść do obwodu emiterowego z powodu istniejącej bariery potencjału na złączu baza-emiter. Część z nich jednak przechodzi do emitera, gdyż mają dostatecznie dużą energię kinetyczną i tam ulegają rekombinacji. Natomiast dziury, które nie przeszły powiększają nieskompensowany ładunek dodatni, obniżając barierę energetyczną złącza emiterowego. W wyniku czego elektrony z obszaru n pokonują barierę zwiększając strumień elektronów przechodzących z emitera do bazy, a potem do kolektora. Elektrony te zwiększają prąd kolektora w znacznie większym stopniu, niż elektrony które powstały w wyniku generacji par elektron-dziura bezpośrednio w obszarze bazy pod wpływem oświetlenia. W ten sposób zachodzi wewnętrzne wzmocnienie prądu fotoelektrycznego I_p . Przez fototranzystor nie oświetlony płynie niewielki prąd ciemny I_{CEO} .

Fototranzystory - zasada działania

Prąd jasny kolektor-emiter fototranzystora w OE

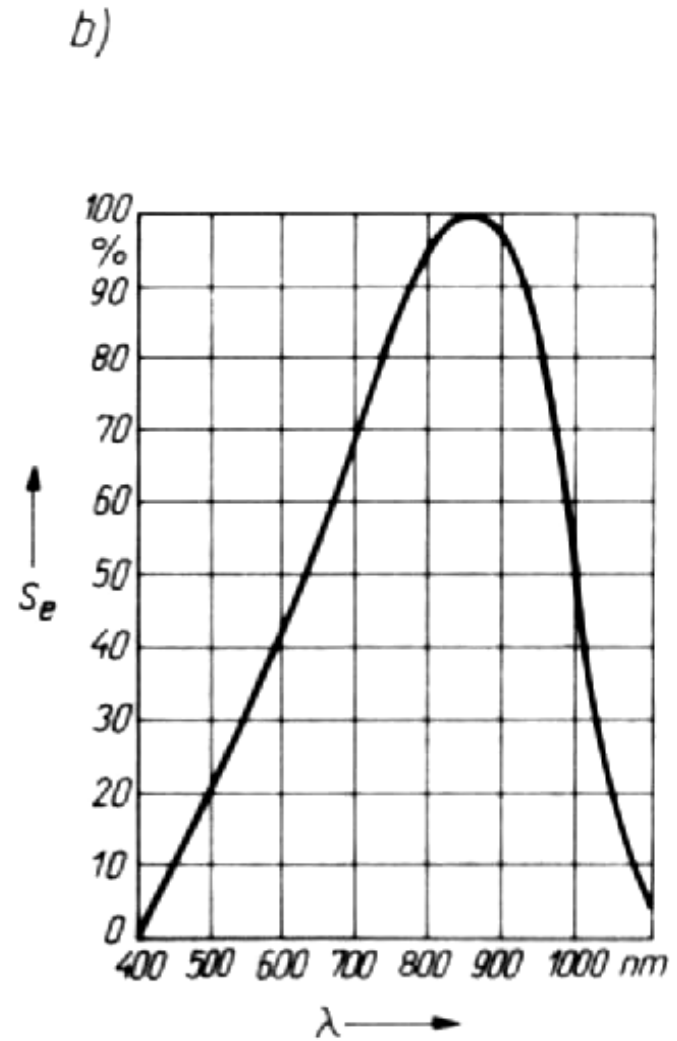
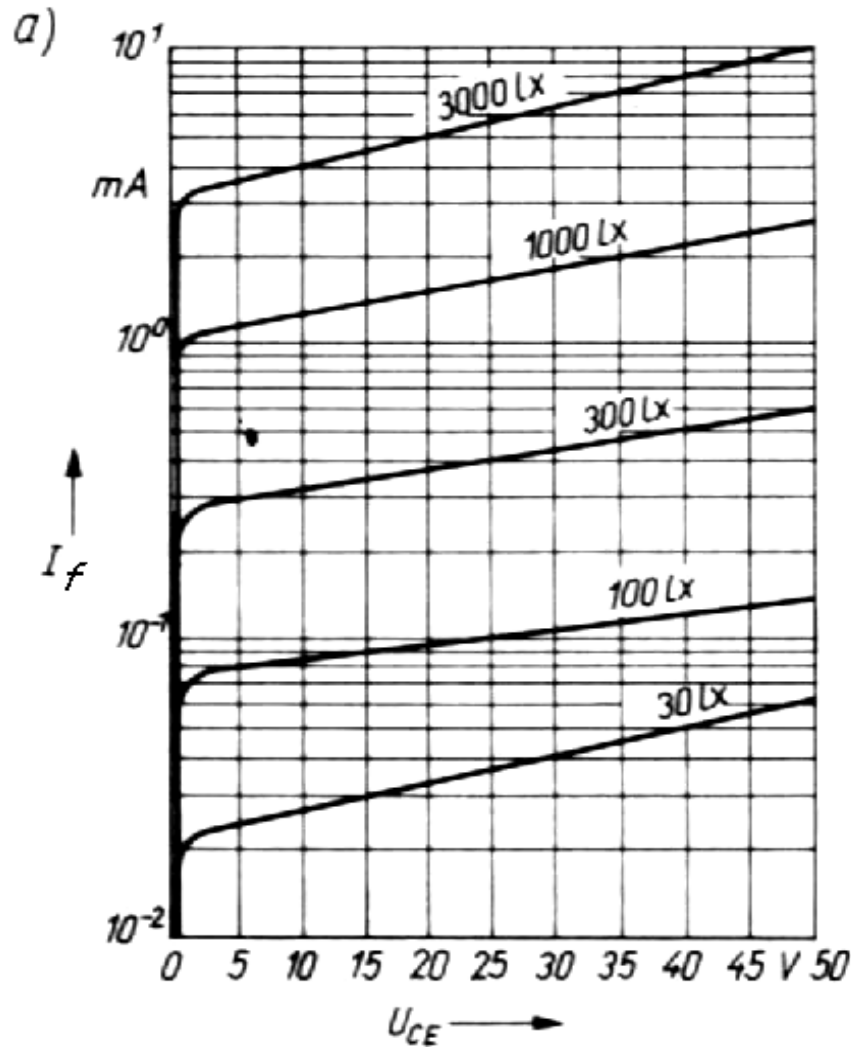
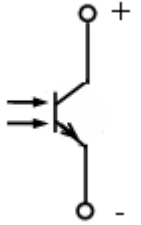
$$I_C = \beta I_f + I_{CE0}$$



W fototranzystorach końcówka może być wyprowadzona na zewnątrz obudowy lub nie, dlatego też fototranzystor może pracować jako:

- fotoogniwo, wykorzystuje się złącze kolektor-baza,
- fotodiody, wykorzystane jest złącze kolektor-baza przy polaryzacji zaporowej,
- fototranzystor bez wyprowadzonej końcówki bazy w tym przypadku pracuje jako normalny fototranzystor,
- fototranzystor z wyprowadzoną końcówką bazy - można go niezależnie sterować optycznie i elektrycznie.

Charakterystyka prądowo-napięciowa i czułości widmowej



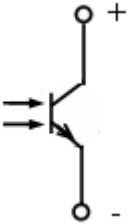
Właściwości fototranzystorów

Zalety:

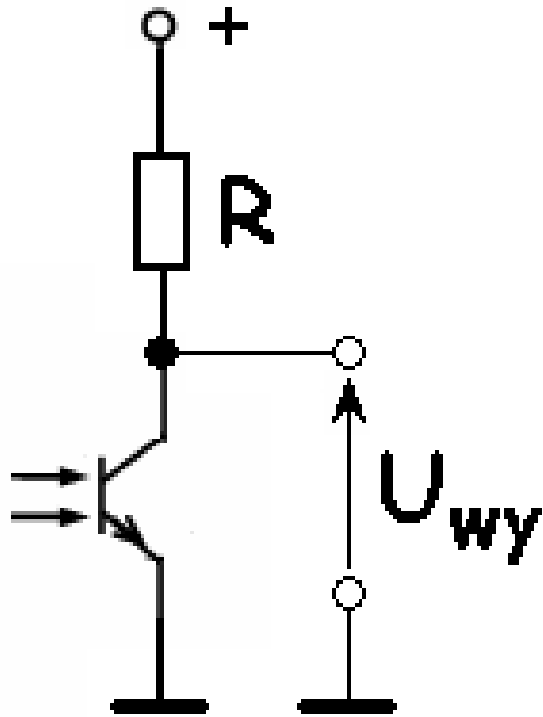
- duża czułość dzięki wzmocnieniu prądu fotoelektrycznego,
- możliwość sterowania elektrycznego i świetlnego.

Wada - niska częstotliwość graniczna około 300 kHz, w układzie Darlingtona - około 30 kHz.

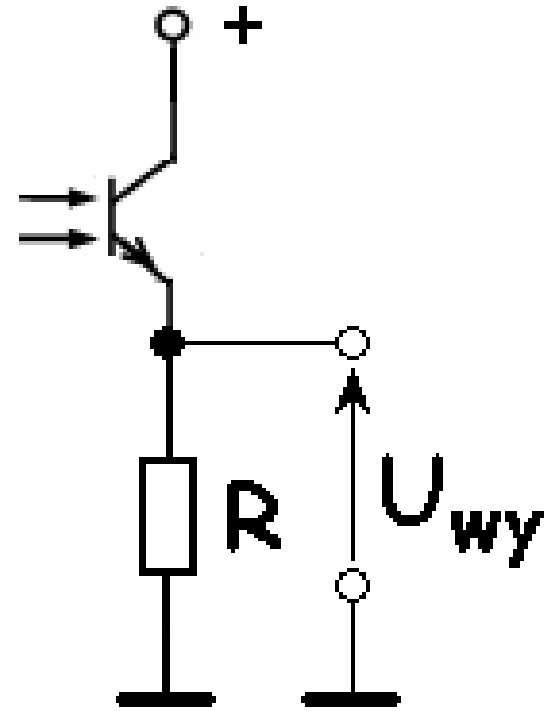
Zastosowanie: układy automatyki i zdalnego sterowania, układy pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych, przetworniki analogowo - cyfrowe, układy łączące optoelektronicznych, czytniki taśm i kart kodowych itp.



Proste przetworniki fotoelektryczne



$$U_{wy} = U_{CC} - \beta R I_f$$

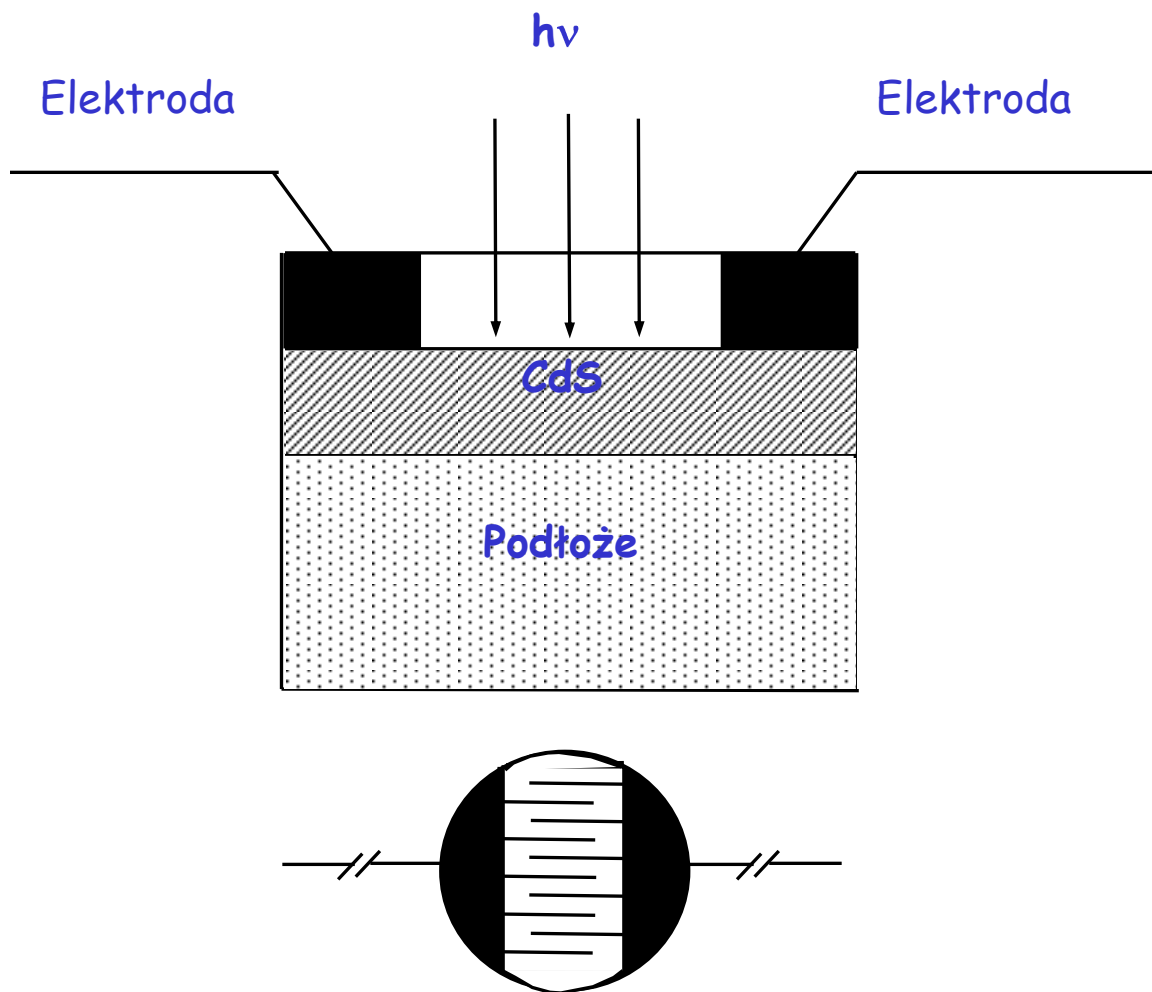


$$U_{wy} = \beta R I_f$$

Fotorezystory



Budowa i materiały



Duża czułość

CdS siarczek kadmu

Krótkie czasy ustalania

i wysoki $R_{ciemnej}/R_{jasnej}$

CdSe selenek kadmu

Czułe na podczerwień,
szeroki zakres długości
fal

PbS siarczek ołowiu

CdSe selenek kadmu

Fotorezystory



Parametry fotorezystora:

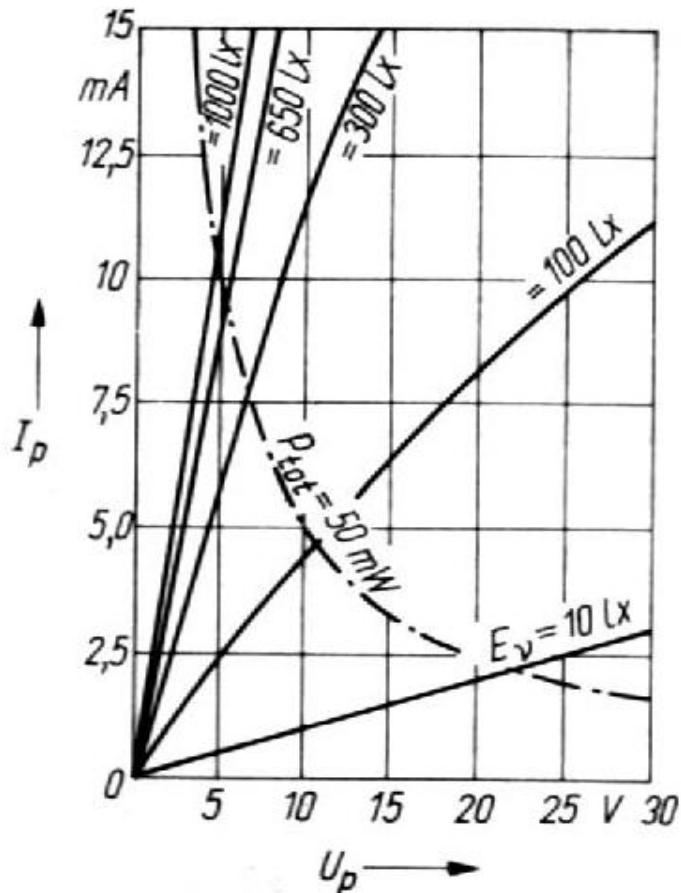
- czułość widmowa jest to zależność rezystancji od natężenia oświetlenia,
- rezystancja fotorezystora zależy od rodzaju materiału i sposobu jego domieszkowania,
- współczynnik n określany jako stosunek rezystancji ciemnej do rezystancji jasnej, określanej przy natężeniu oświetlenia równym 50 lx.

Wartość rezystancji ciemnej zależy od stopnia czystości półprzewodnika. Jest ona około tysiąc razy większa niż rezystancja przy oświetleniu 50 lx i zawiera się w przedziale od $10^6 \Omega$ do $10^{12} \Omega$.

Fotorezystory



Charakterystyka prądowo-napięciowa



Na podstawie charakterystyki prądowo-napięciowej fotorezystora dobiera się właściwy obszar jego pracy. Charakterystyki te są liniowe w dużym zakresie napięć i prądów.

Fotorezystory



Fotorezystory wykorzystuje się do:

- pomiarów małych natężeń oświetlenia,
- sterowania strumieniem świetlnym rezystancji,
- bezpośredniego sterowania przekaźników,
- pomiarów temperatury i ostrzegania w systemach przeciwpożarowych,
- wykrywania zanieczyszczeń rzek i zbiorników wodnych,
- detekcji strat ciepła przez izolację termiczną budynków,
- badania zasobów ziemi z samolotów i satelitów.

Fotorezystory- wyłącznik zmierzchowy

