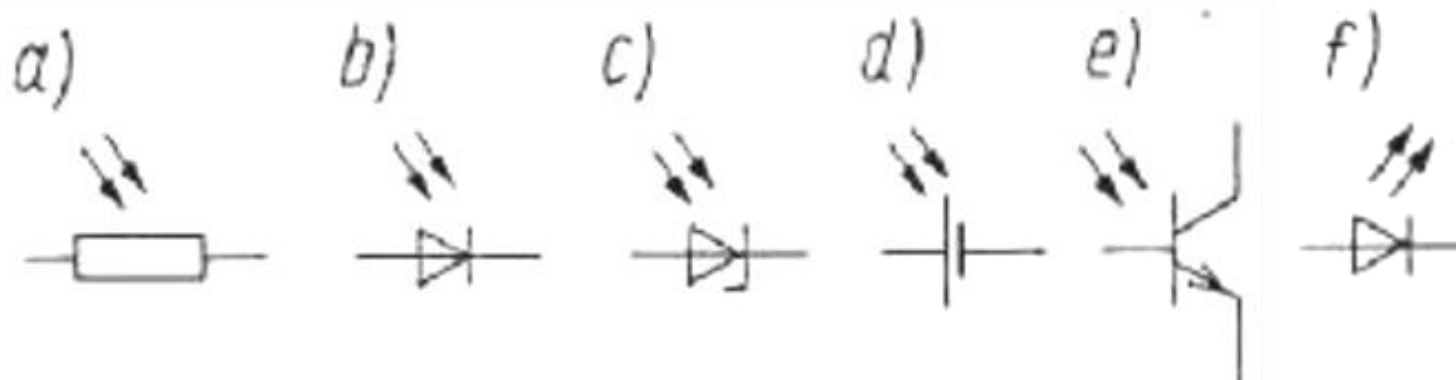

PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI

część 7



- a. Fotorezystor
- b. Fotodioda
- c. Fotodioda lawinowa
- d. Fotoogniwo
- e. Fototranzystor
- f. Dioda elektroluminescencyjna

ZAKRESY WIDMA PROMIENIOWANIA WIDZIALNEGO

380 ÷ 430nm - fioletowa

430 ÷ 470nm - niebieska

470 ÷ 500nm - niebieskozielona

500 ÷ 530nm - zielona

530 ÷ 560nm - zielonożółta

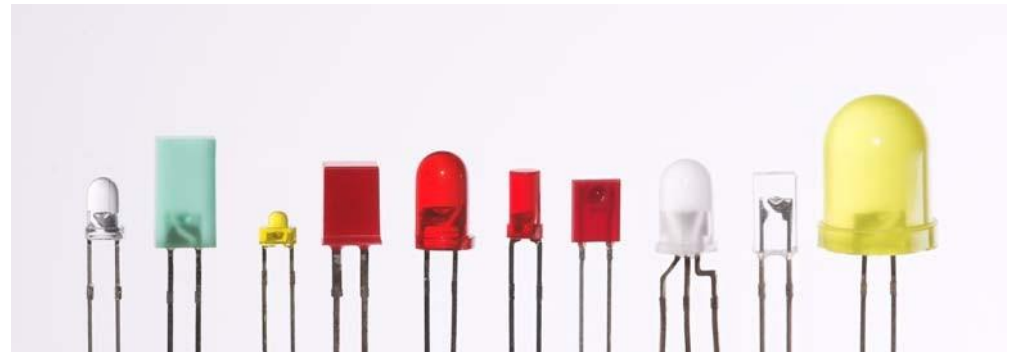
560 ÷ 590nm - żółta

590 ÷ 630nm - pomarańczowa

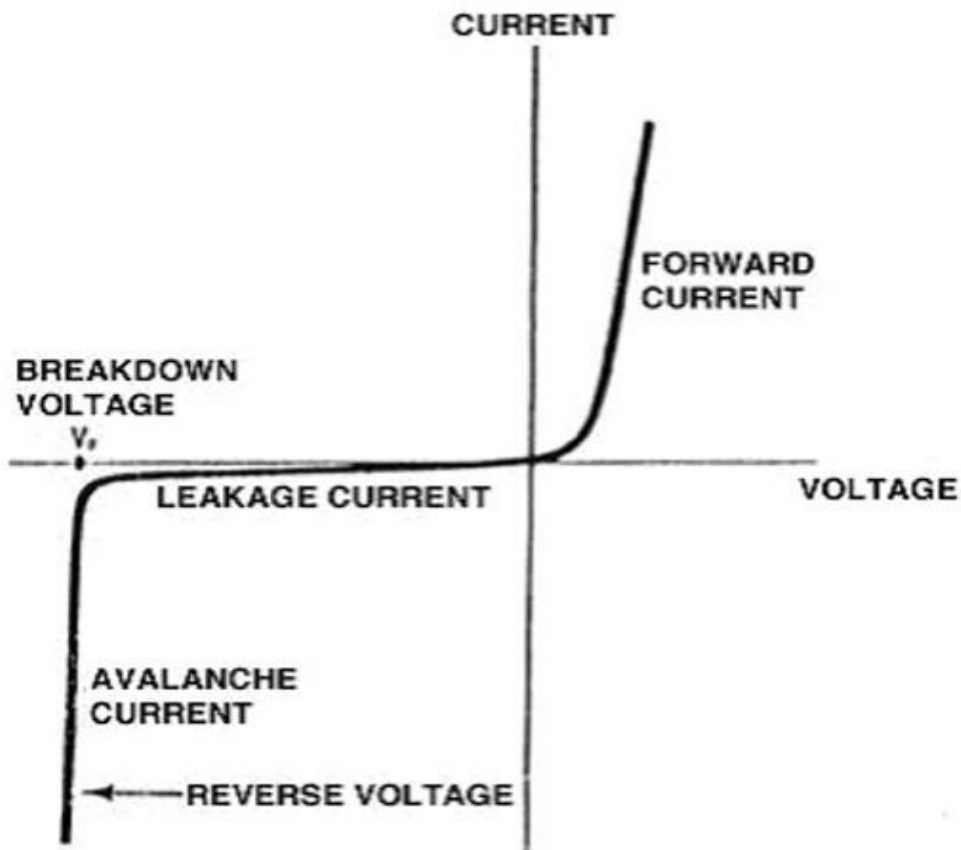
630 ÷ 780nm -czerwona

DIODA LED

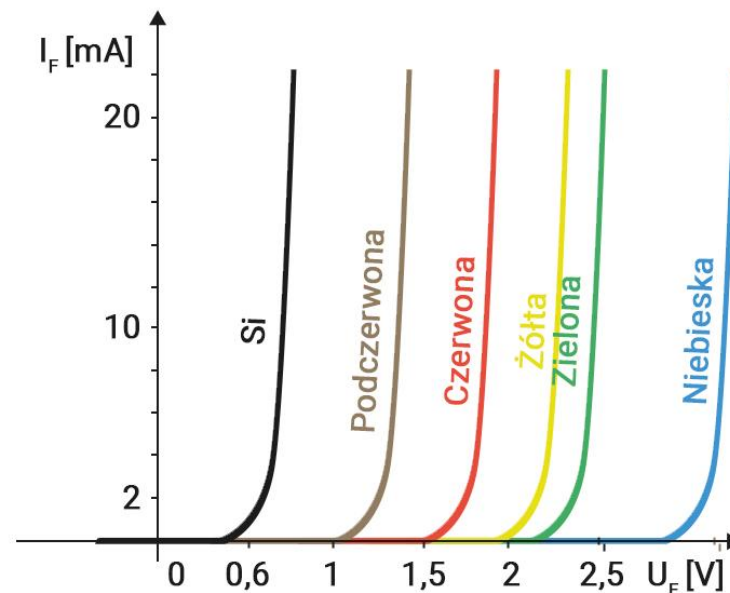
- Dioda LED z elektrycznego punktu widzenia pełni taką samą rolę jak zwykła dioda.
- Przy polaryzacji w kierunku przewodzenia oraz przepływie prądu o wartości kilkunastu mA dioda świeci



- Charakterystyka przejściowa diody LED
- Napięcie progowe od 1.5 do 3V



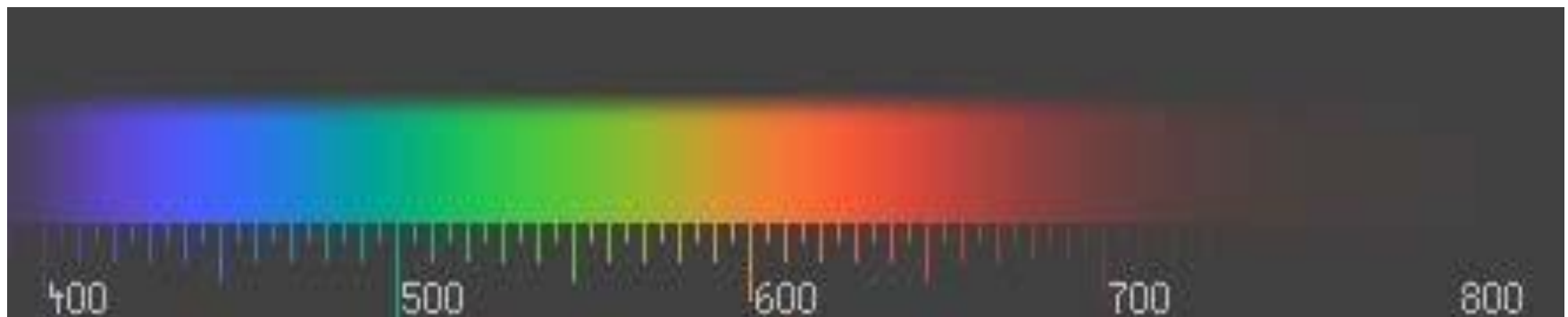
kolor:	IR	Red	Yellow	Green	Blue	White
U_{diody} [V]	1,1 - 1,7	1,6 - 2,2	2,0 - 2,3	2,0 - 3,7	2,9 - 4,0	3,0 - 3,6



- 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)

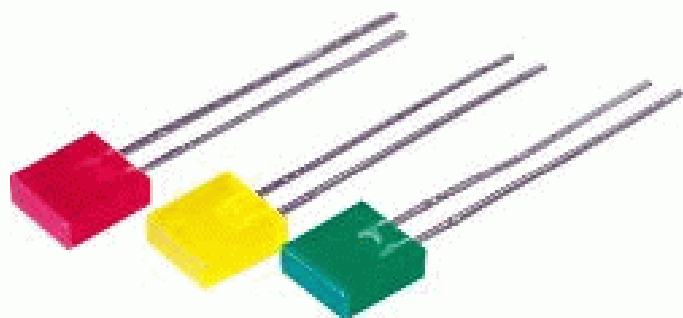


- Wyświetlanie wyników pomiarów, działania układu. Stanowi rodzaj interfejsu użytkownika
- Nadajniki promieniowania podczerwonego



- Długość fali emitowanego promieniowania
- Natężenie światła
- Prąd przewodzenia (typowy, maksymalny)
- Kąt świecenia
- Napięcie przewodzenia

Kingbright®



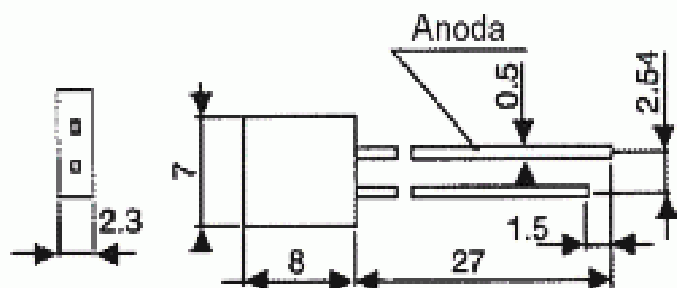
Symbol	Kolor	λ [nm]	Jasność [mcd]	Kąt świecenia	Soczewka
L-153GDT	zielony	565	1,3-8	110°	dyfuzyjna zielona
L-153IDT	czerwony	625	3,2-12,5	110°	dyfuzyjna czerwona
L-153SRDT	czerwony	660	32-60	110°	dyfuzyjna czerwona
L-153EDT	pomarańcz.	625	3-5	110°	dyfuzyjna pomarańcz.
L-153YDT	żółty	590	1,3-8	110°	dyfuzyjna żółta

Dane techniczne:

Wymiary : 2,3 x 7 mm

Producent : Kingbright

Zakres jasności przy 10 mA

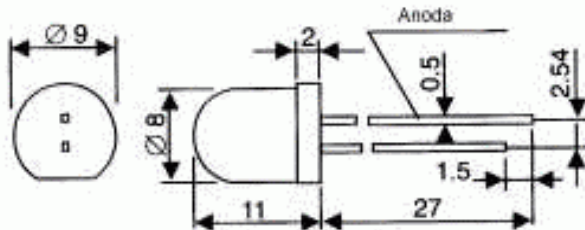


- Istnieją migające diody LED z wbudowanymi układami odpowiadającymi za miganie

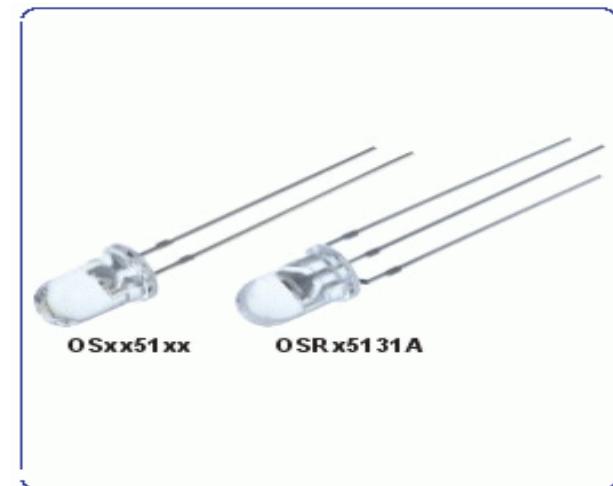
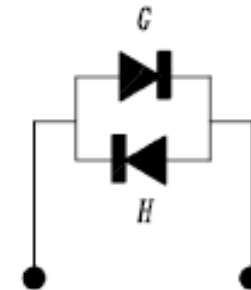


Symbol	Kolor	λ	Jasność przy 10mA	Kąt świec.	Soczewka
		[nm]	[mcd]	[°]	
L-796BID	czerwony	625	20-100	60	dyfuzyjna czerwona
L-796BGD	zielony	565	20-70	60	dyfuzyjna zielona
L-796BYD	żółty	590	20-70	60	dyfuzyjna żółta
L-796BSRD/B	czerwony	660	100-400	60	dyfuzyjna czerwona
L-796BSRC/B	czerwony	660	500-1000	40	bezbarwna

Średnica : 8 mm
 Producent : Kingbright
 Napięcie pracy : 9 V
 Częstotliwość migania : 1,5 .. 3 Hz



- Połączenie dwóch diod LED przeciwsobnie pozwala na uzyskanie diody dwukolorowej
- W zależności od kierunku przepływu prądu dioda świeci na różny kolor

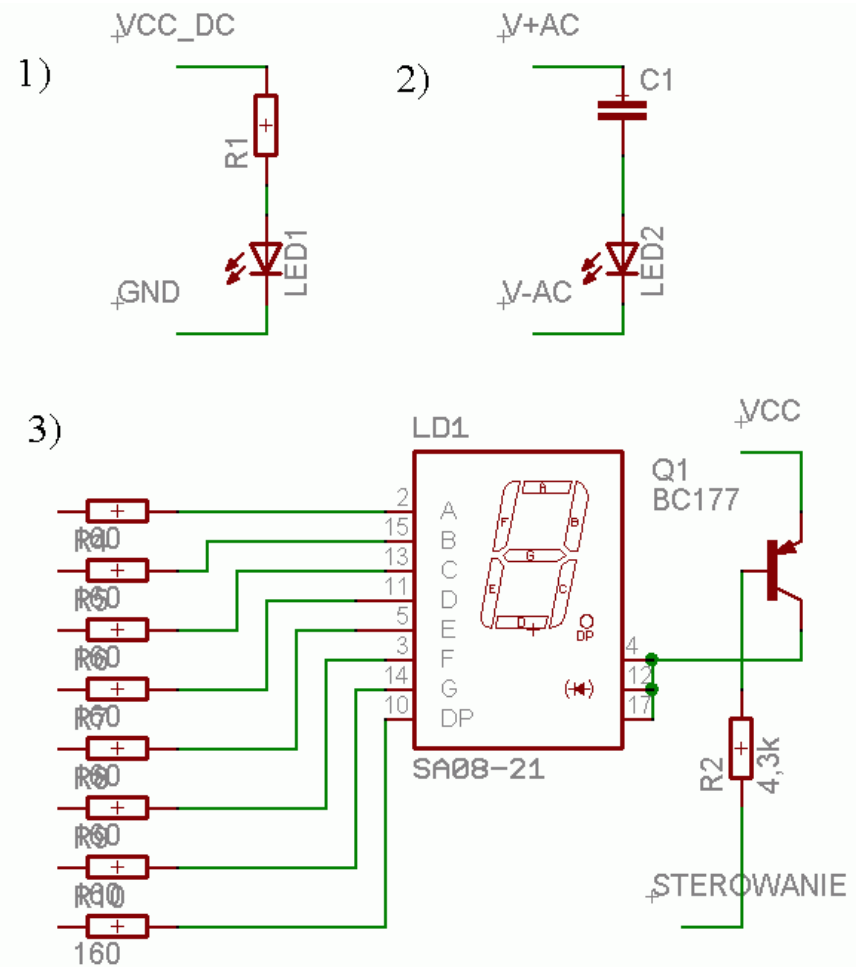


Symbol	Kolor	Dł. fali	Nap.	Jasność		Kąt
		λ_d	przew.	min	max	
		[nm]	[V]	[mcd]		[°]
OSRG5131A	czerv./ziel.	625/572	2,0/3,4	500	1120	30
OSRB5131A	czerv./nieb.	625/470	2,0/3,4	1120	2180	30

W przypadku lepszej technologii lub konieczności minimalizacji rozmiarów fizycznych płytki można skorzystać z diod świecących typu SMD



- 1) sygnalizator włączenia zasilania przy napięciu stałym
- 2) sygnalizator włączenia zasilania przy napięciu zmiennym (jeśli amplituda napięcia przekracza napięcie wsteczne LED, należy zastosować dodatkową diodę prostowniczą)
- 3) sterowanie wyświetlaczem LED – pin sterowanie uaktywnia wyświetlacz, piny A,B,C... odpowiadają za kolejne segmenty (oba aktywne '0')

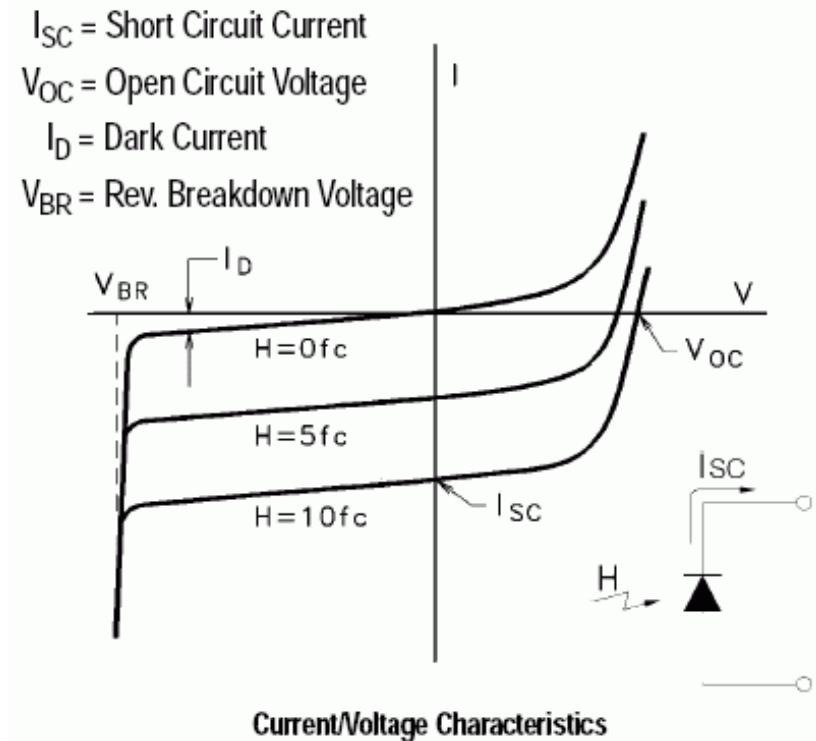


Fotodioda



- Przyrządy fotoelektryczne z warstwą zaporową tzw. fotodiody półprzewodnikowe, są to najogólniej biorąc, złącza pn, w których zakłócenia koncentracji nośników mniejszościowych dokonuje się za pomocą energii fotonów docierających do złącza przez odpowiednie okienko wykonane w obudowie fotodiody.

- Promieniowanie świetlne padające na złącze p-n powoduje wytworzenie nośników
- Stan podobny do stanu wprowadzania prądów z zewnątrz
- Praca przy polaryzacji zaporowej



- Zwykła fotodioda na złączu p-n



- Fotodioda PIN



- Fotodioda lawinowa



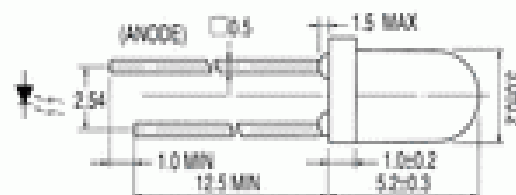
Fotodioda PN

- Fotodioda pracuje przy polaryzacji złącza w kierunku zaporowym. W stanie ciemnym (przy braku oświetlenia) przez fotodiodeę 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.

Fotodioda PIN

- W fotodiodzie PIN między domieszkowanymi obszarami p-n znajduje się warstwa półprzewodnika samoistnego i w takiej strukturze warstwa zaporowa ma dużą grubość, równą w przybliżeniu grubości warstwy samoistnej, co powoduje że pojemność takiego złącza jest bardzo mała, z czym wiąże się mała bezwładność działania fotodiody.

Fotodioda PIN EL-PD202B

Prod. Everlight
Z filtrem światła.

Max V_R : 33 V

Czułość: 2 μ A przy $E=5$ mW/cm²

Najw. czułość: 940 nm

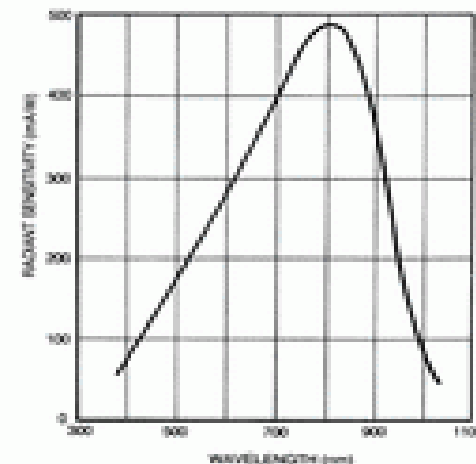
Czas nar./opad.: 6/6 ns

Prąd ciemny: 10 nA

Fotodioda lawinowa

- Fotodioda lawinowa jest elementem pracującym w zakresie przebicia lawinowego złącza pn.
- Fotodioda lawinowa jest najbardziej czułym, półprzewodnikowym detektorem światła. Foto prąd jest tak duży, jak w zwykłej fotodiodzie, ale jest wzmacniany w warstwie, gdzie fotoelektrony są przyspieszane przez silne pole elektryczne. Pociąga to za sobą dalsze elektrony, które z kolei pociągają następne. Jest to tak zwany efekt lawinowy. Sygnał jest wzmacniany wewnątrz ok. 100 razy. Diody lawinowe są czułe na różnice napięcia i temperatury i dlatego muszą być bardzo dokładnie kompensowane.

Fotodioda lawinowa S2381



Max nap. wsteczne: 194 V przy $I_p=1$ mA

Prąd ciemny: 1 nA max

Czułość: 490 mA/W

Najw. czułość: 800 nm

Czas opad: 0,2 ns

Zakres temperatur: -20 do +60 °C

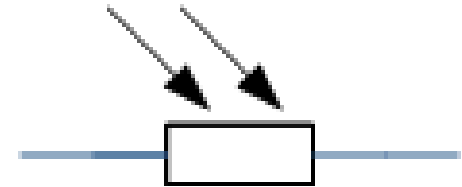
Obudowa: TO18

- Detektory światła widzialnego i podczerwonego
- Detektory kartek, końca taśmy
- Mierniki odległości
- Mierniki wymiarów
- Komunikacja światłowodowa



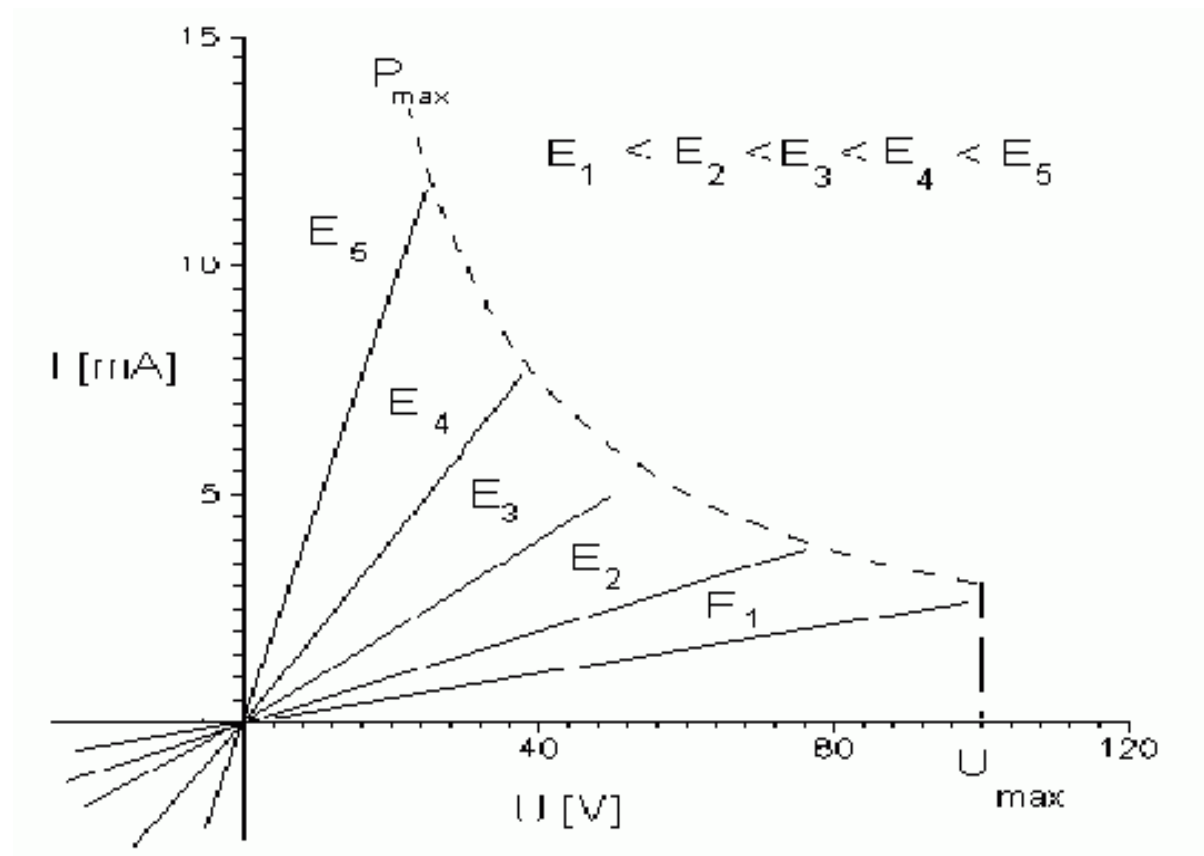
- Maksymalne napięcie wsteczne U_r
- Czułość na natężenie oświetlenia
- Czułość na moc promieniowania
- Czas narastania
- Prąd ciemny
- Kąt detekcji
- Zależność czułości od długości fali padającego światła

Fotorezystor



- 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.

- Zmiana rezystancji pod wpływem promieniowania
- Maksymalna czułość dla odpowiedniej długości fali

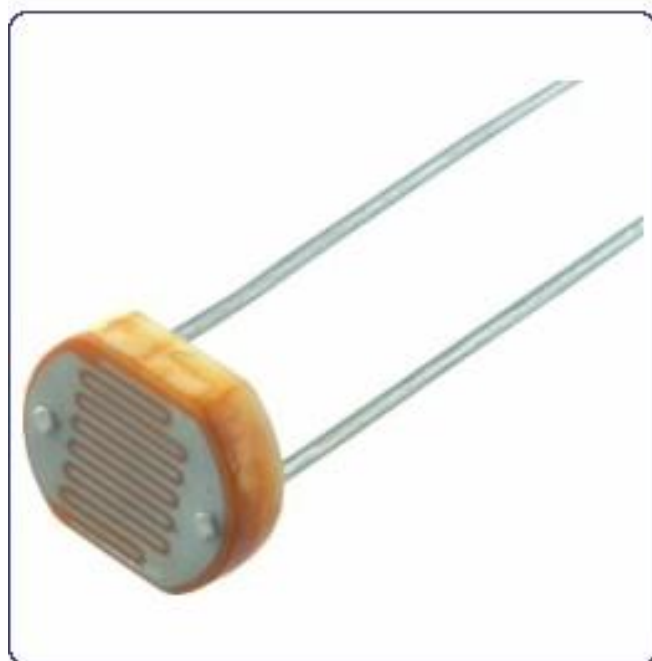


- Siarczek kadmu CdS – czuły na światło widzialne
- Selenek kadmu CdSe – czuły na światło podczerwone



-
- Automatyczne włączanie lamp w nocy
 - Proste wersje mierników światła w kamerach
 - Najczulsze detektory promieniowania podczerwonego odbieranego z kosmosu

- Rezystancja przy oświetleniu $E = 10\text{lx}$
- Rezystancja przy oświetleniu $E = 100\text{lx}$
- Rezystancja ciemna po 1 sekundzie
- Czułość maksymalna dla długości fali
- Dopuszczalna moc maksymalna
- Czas przełączania



► Rysunek szczegółowy

Symbol	RL	RD
	[kW]	[kW]
FR12/100K	6 - 18	100
FR28/500K	12 - 36	500
FR48/1M	24 - 72	1000

R_L - rezystancja przy oświetleniu 10 lx, 2850 K

R_D - rezystancja przy oświetleniu 0 lx (rezystancja ciemna)

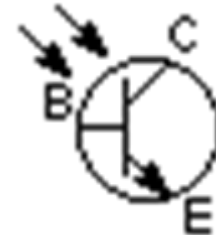
Powierzchnia czynna osłonięta plastikiem.

Zakres temperatury pracy : od -40°C do +75°C

Moc całkowita : 175 mW

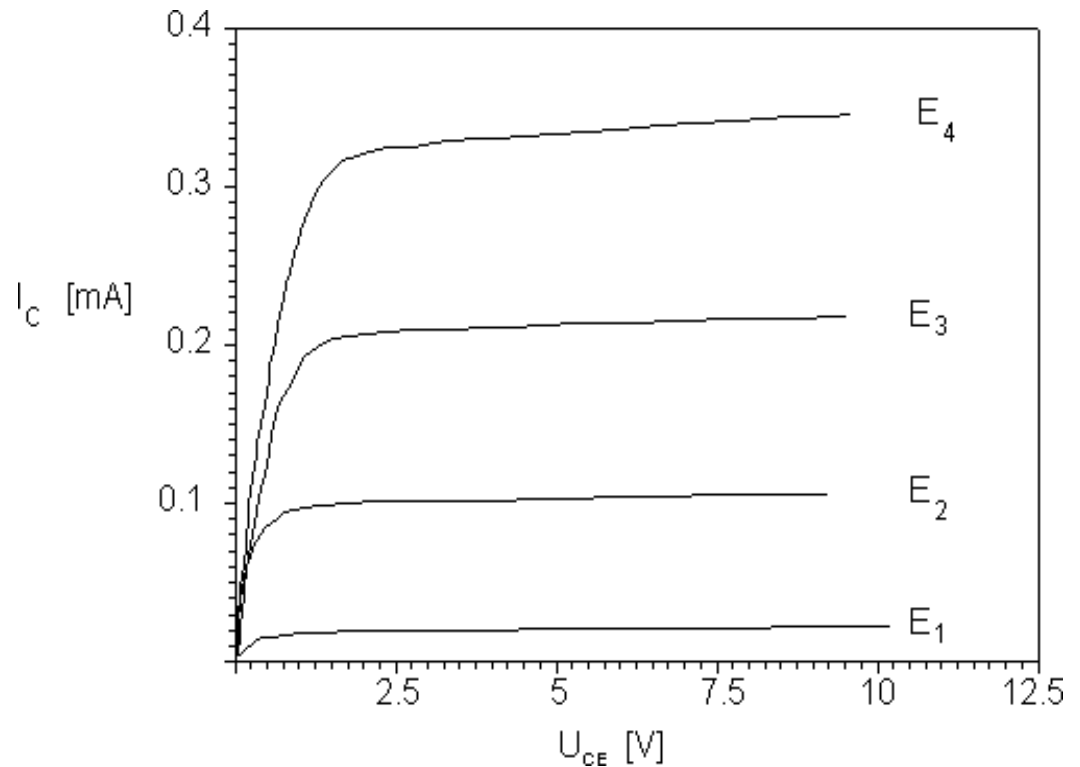
Czas odpowiedzi (narast. / opad.) : 35 / 5 ms

Fototranzystor



- 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.

- Działają jak zwykłe tranzystory
- W obudowie okno umożliwiające podświetlenie bazy
- Padające promieniowanie na bazę spolaryzowanego fototranzystora powoduje powstanie nośników

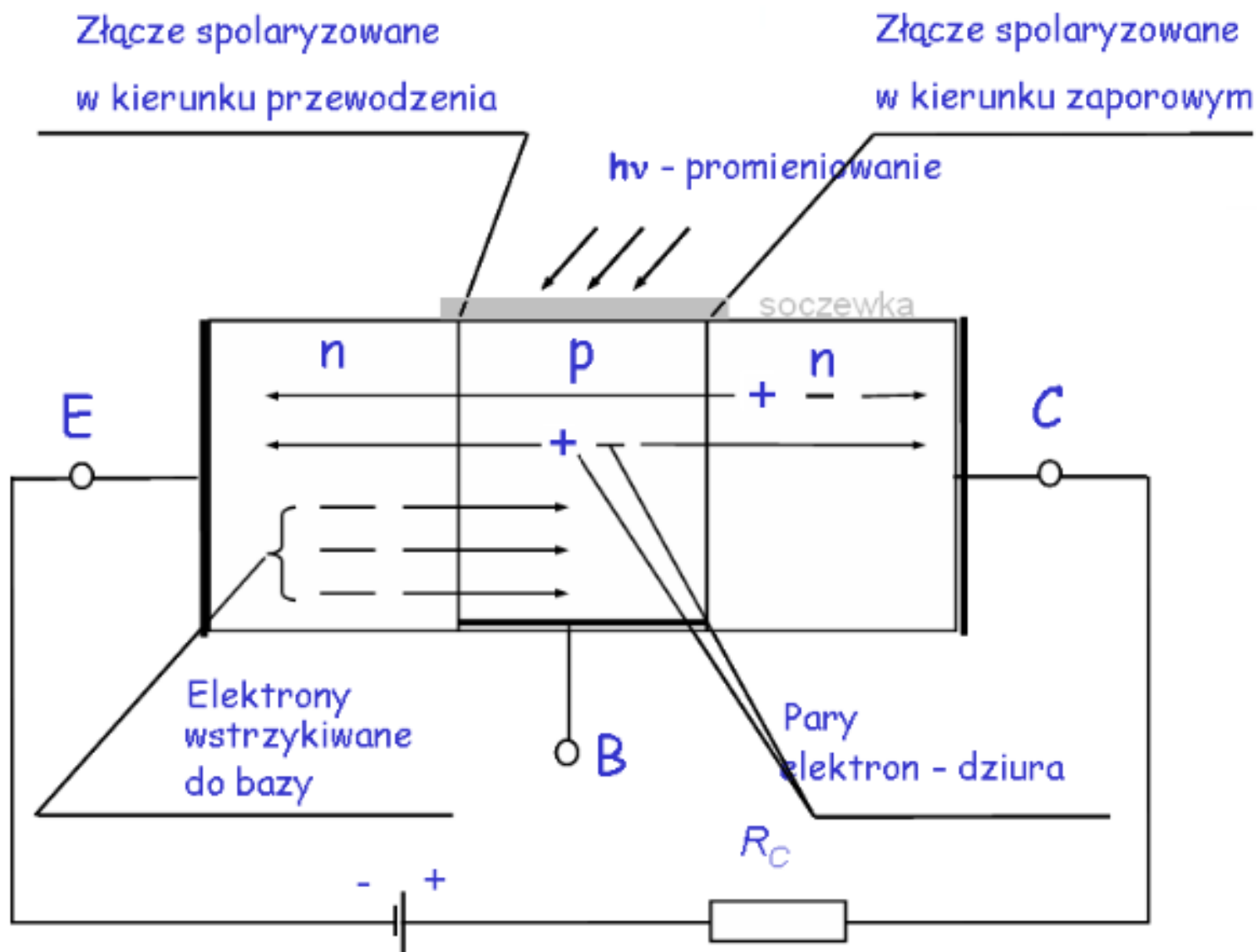


Fototranzystor – podział ze względu na:

- długość fali promieniowania, na które czuły jest fototranzystor
- obudowy – przezroczyste, ciemne
- dodatkowe elementy wewnętrzne

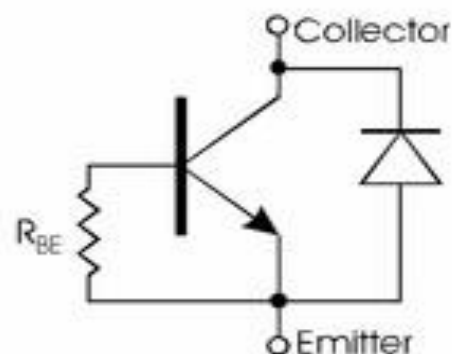


-
- Detektor światła podczerwonego
 - Systemy zabezpieczające
 - Kontrolery marginesów
 - Licznik monet
 - Piloty zdalnego sterowania



- Maksymalne napięcie U_{ce}
- Prąd świecenia przy odpowiednim napięciu U_{ce} oraz natężeniu promieniowania
- Kąt detekcji
- Maksymalny prąd kolektora I_c
- Rodzaj obudowy (czarna, przezroczysta)
- Charakterystyka czułości
- Czas narastania/opadania

Fototranzystor OP705



Prod. Optek

Fototranzystor z małym kątem detekcji. Ma wbudowany rezystor pomiędzy bazą a emiterem w celu zmniejszenia wpływu światła otoczenia.

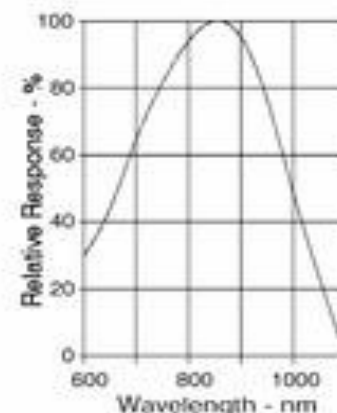
Max V_{CE} : 30 V

Prąd świec.: 3,95 mA min
przy $V_{CE} = 5$ V

$E = 0,50$ mW/cm²

Kąt detekcji: $\pm 8^\circ$

Max I_C : 30 mA



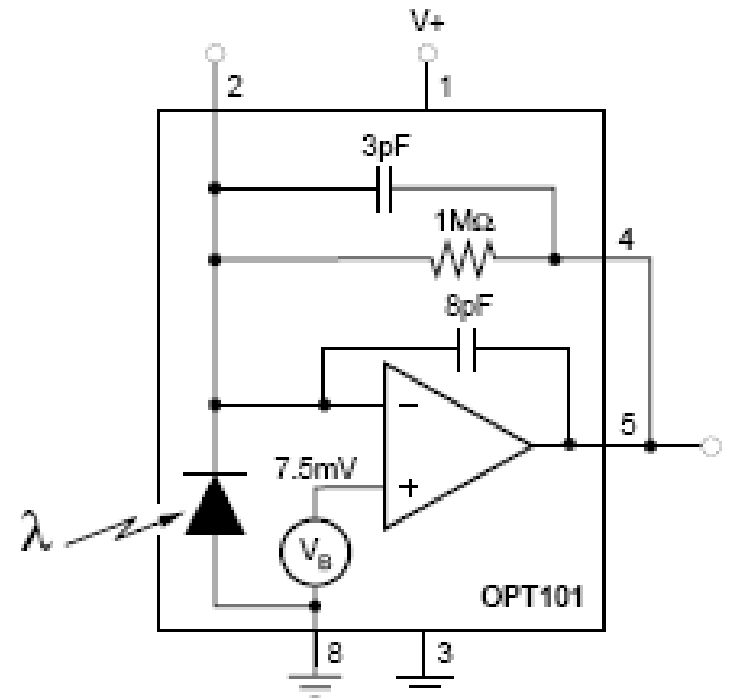
- Najczęściej używanymi sensorami optycznymi są fotodiody PIN oraz fototranzystory, rzadziej fotorezystory
- Fotodiody PIN mają szerokie pasmo działania i niskie szумы (mają lepsze parametry od zwykłych fotodiod)
- Fototranzystory są bardziej czułe na promieniowanie, od razu wzmacniają sygnał. Są jednak nieco wolniejsze, bardziej szumią
- Fotodiody lawinowe są najczulsze ze wszystkich elementów, wymagają jednak kompensacji temperatury i napięcia, są drogie
- Fotorezystory są również czułymi elementami, są jednak wolne. Zaletą jest niski koszt

- Istnieją gotowe przyrządy, które wraz z fotodetektorem posiadają układ obrabiający sygnał elektryczny do użytecznej postaci

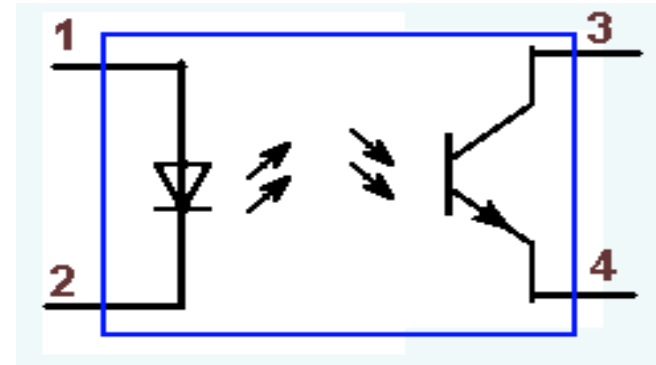


- Przykładem liniowego przetwornika światło – napięcie jest układ OPT101
- Oprócz liniowej charakterystyki przejściowej pozwala na zredukowanie szumów fotodiody oraz eliminację błędów związanych z prądami upływu

OPT101



Transoptory



- Transoptory składają się z nadajnika i detektora światła zawartych w jednej obudowie. Prąd przepływający przez nadajnik, zazwyczaj diodę świecącą, powoduje jej świecenie, co zostaje odebrane w detektorze, na którego końcówkach pojawia się napięcie. W przypadku dokładnych transoptorów mogą one przekazywać sygnały nie tylko cyfrowe, ale i analogowe.

- ze względu na detektor wyjściowy – fotoopornik, fotodioda, fototranzystor, fototriak.
- cyfrowe oraz liniowe
- ze względu na możliwą prędkość transmisji – do kilkudziesięciu Mbit/s

-
- izolacja galwaniczna między odbiornikiem, a nadajnikiem
 - w takich przypadkach mogą zastępować transformatory
 - dodatkowo nie mają dolnej częstotliwości granicznej

- współczynnik sprzężenia CTR – stosunek prądu wyjściowego do wejściowego
- wytrzymałość izolacji podana w Voltach
- maksymalny prąd w obwodzie wejściowym
- maksymalne napięcie/prąd na wejściu
- czas narastania / maksymalna prędkość transmisji

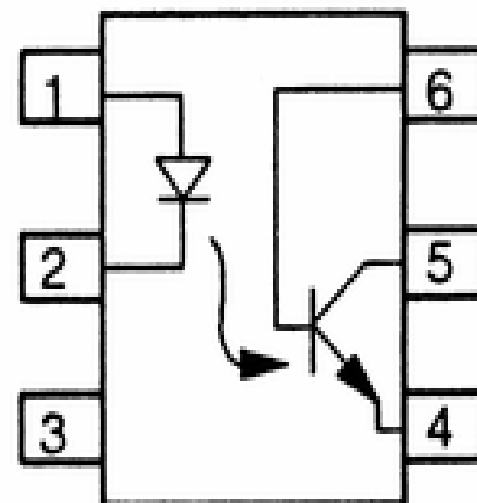
MCT2

Transoptor Prod. Vishay

Transoptor z wyjściem tranzystorowym i oddzielnym wejściem do bazy.

Wytrzymał. izolacji:	5300 V min
Współcz. sprzęż. (CTR):	20/ %
Prąd diody:	60 mA max
Nap. kolekt.-emit.:	30 V max
Czas narast./opad.:	3/3 μ s typ
Zakres temperatur:	-55 do +100 °C

Atesty:
CSA, VDE

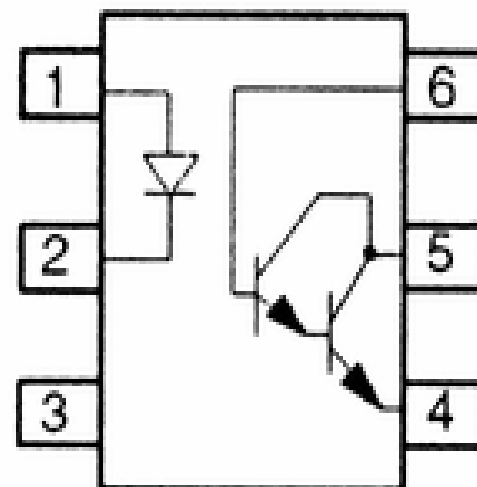


IL 55

Transoptor z wyjściem Darlingtona Prod. Vishay

Transoptor z wysokim prądem wyjściowym i dużym współczynnikiem sprzężenia.

Wytrzymał. izolacji:	3750 V min
Współcz. sprzęż. (CTR):	100/400 %
Prąd diody:	60 mA max
Nap. kolekt.-emit.:	55 V max
Prąd kolektora:	125 mA max
Czas narast./opad.:	10/35 μ s typ
Zakres temperatur:	-55 do +100 °C



S21ME3

Transoptor z wyjściem triakowym Prod. Sharp

S21ME3 ma na wyjściu tylko 1 triak, zaś S21ME4 ma oprócz triaka jeszcze detektor przejścia sygnału przez zero.

Wytrzymał. izolacji: 5000 V min

Prąd diody: 50 mA max

Min. prąd wyzwol.: 7,0 mA max

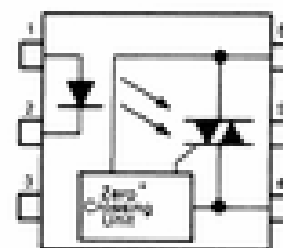
Nap. triaka (VDRM): 600 V max

Zakres temperatur: -30 do +100 °C

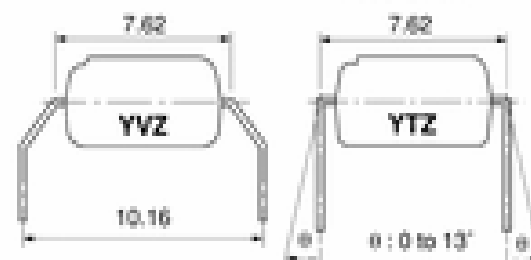
Obudowa: DIL6

Atesty:

SEMKO, DEMKO, UL, VDE, BS, EI



* PC05F21 only



*

* Tylko
 S21ME4

HCPL 2300

Szybki transoptor do logiki TTL, LSTTL i CMOS

Prod. Agilent Technologies

Napięcie zasilania: +4,75 do +5,25 V

Wytrzymał. izolacji: 2500 V min

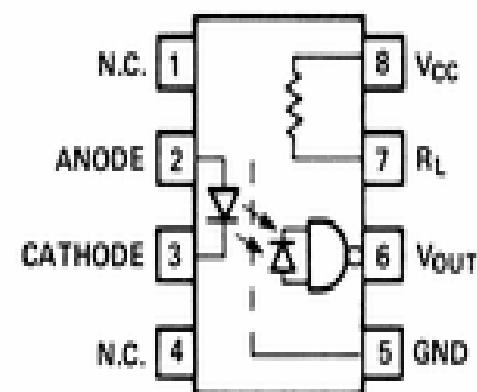
Prąd diody: 5 mA max

Zdoln. wysterow.: 5 TTL-obc.

Max prędk. transm.: 2,5 Mbit/s min

Czas narast./opad.: 40/20 ns typ

Zakres temperatur: -40 do +85 °C



Dziękuję za uwagę



mgr inż. Robert Czak

tel: 0048 603687444

mail: robert.czak@op.pl