

2.8

Diody

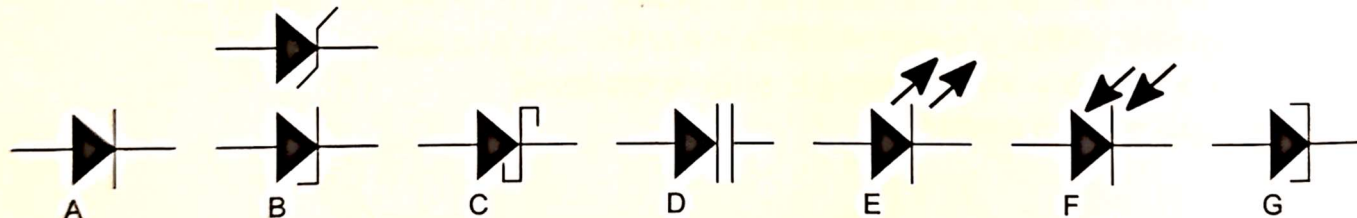
Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

- jakie występują rodzaje i typy diod,
- jakimi symbolami oznacza się diody,
- jakie wyświetlacze buduje się z wykorzystaniem diod.

Dioda jest najprostszym elementem półprzewodnikowym dyskretnym i przewodzi prąd w jedną stronę. **Elementy dyskretnie** to pojedyncze elementy elektroniczne, takie jak rezystory, kondensatory, diody, tyrystory. Elementy dyskretnie zintegrowane w pojedynczej obudowie stanowią układ scalony.

Dioda może także pełnić funkcje:

- źródła światła, w tym laserowego,
- detektora światła,
- stabilizatora napięcia,
- źródła napięcia odniesienia.



Rys. 2.54. Symbole diod: A – dioda prostownicza, B – dioda Zenera, C – dioda Schottky'ego, D – dioda pojemnościowa, E – dioda LED, F – fotodiody, G – dioda tunelowa

Grot strzałki w symbolu diody wskazuje **kierunek przepływu prądu**, tzw. **kierunek przewodzenia**. Odwrotny kierunek nazywa się **kierunkiem zaporowym**, w którym prąd praktycznie nie płynie.

2.8.1. Dioda prostownicza

Niezwykle istotne jest poprawne rozpoznanie wyprowadzeń diody, które nazywa się **anodą** i **katodą**. W diodach innych niż LED (diody LED – zob. rozdz. 2.8.3) nie sprawia to kłopotów, gdyż katoda zawsze jest oznaczona paskiem w kolorze białym lub czarnym.



Rys. 2.55. Oznaczenie anody i katody w diodach półprzewodnikowych

Oznaczenia elementów dyskretnych, w tym diod, składają się z liter i cyfr. Ze względu na rozmiar diody zwykle nie nanosi się ich na obudowę elementu. Schemat oznaczania diody wygląda następująco: ABC-1234-X torach. Gdy dioda ma polaryzację odwrotną, na końcu oznaczenia pojawia się litera R.

Pierwsza litera określa materiał, z jakiego wykonano element:

- A – materiał o szerokości pasma zabronionego 0,6–1,0 eV (np. Ge);
- B – materiał o szerokości pasma zabronionego 1,0–1,3 eV (np. Si);
- C – materiał o szerokości pasma zabronionego większej niż 1,3 eV (np. GaAs);
- D – materiał o szerokości pasma zabronionego mniejszej niż 0,6 eV (np. InSb);
- R – inne materiały.

Druga litera określa rodzaj elementu półprzewodnikowego i pośrednio jego zastosowanie:

- A – diody detekcyjne, mieszające i szybko przełączające;
- B – diody o zmiennej pojemności;
- C – tranzystory małej mocy, małej częstotliwości;
- D – tranzystory dużej mocy, małej częstotliwości;
- E – diody tunelowe;
- F – tranzystory małej mocy, wielkiej częstotliwości;
- G – elementy powielające złożone z różnych struktur;
- H – czujniki Halla (sondy do pomiaru natężenia pola magnetycznego);
- K – generatory Halla o otwartym obwodzie magnetycznym;
- L – tranzystory mocy, wielkiej częstotliwości;
- M – generatory Halla o zamkniętym obwodzie magnetycznym (np. modulatory);
- P – elementy czułe na promieniowanie (np. fotodiody);
- Q – elementy promieniujące (np. diody luminescencyjne);
- R – tyrystory małej mocy;
- S – tranzystory impulsowe małej mocy;
- T – tyrystory mocy;
- U – tranzystory impulsowe mocy;
- Y – diody prostownicze;
- X – diody powielające;
- Z – diody stabilizacyjne (diody Zenera).

Trzecia litera określa docelowe przeznaczenie diody:

- X, Y, Z – segment sprzętu profesjonalnego,
- A – sprzęt komercyjny, powszechny,
- S – dioda Schottky'ego.

Część numerowana składa się z jednej litery i trzech cyfr bądź z dwóch liter i dwóch cyfr. Określa ona grupę i konkretny typ elementu w danej grupie. Zawiera informację o przeznaczeniu i wytwórcy danej diody, a czasem również o niektórych parametrach katalogowych typowych dla danego wytwórcy.

Podany schemat kodowania elementów pasuje nie tylko do diod, lecz także do innych elementów elektronicznych, takich jak tranzystory i tyrystory.

Dla diod stabilizacyjnych podaje się również określenie tolerancji napięcia stabilizacji. Oznaczenie literowe zazwyczaj poprzedza się myślnikiem.

- A – 1%,
- B – 2%,
- C – 5%,
- D – 10%,
- E – 15%.

Po literze następują cyfry określające wartość napięcia stabilizacji wyrażoną w woltach. Literę V stosuje się w miejsce przecinka, podobnie jak literę R w rezystorach. Gdy dioda ma polaryzację odwrotną, na końcu oznaczenia pojawia się litera R.

WARTO WIEDZIEĆ

Czasem w oznaczeniach na pozycji trzeciej litery pojawia się P, co oznacza:

- zastosowanie profesjonalne lub specjalne i / lub
- odpowiednik zagranicznej diody wyprodukowany w Polsce.

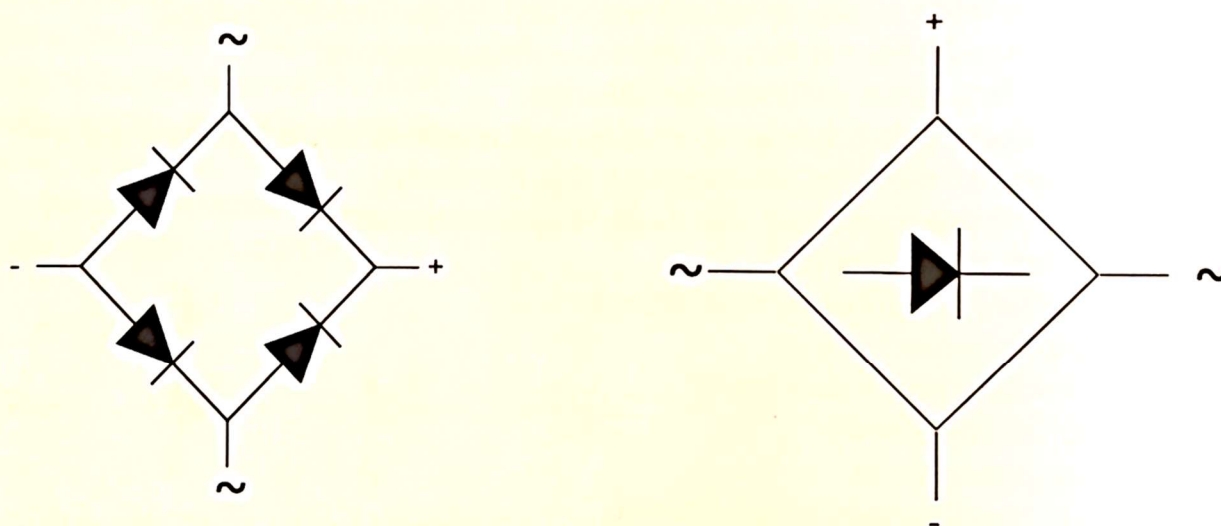
Przykłady oznaczeń:

CQYP 40 – dioda LED GaAs, do zastosowań profesjonalnych, wyprodukowana w Polsce.

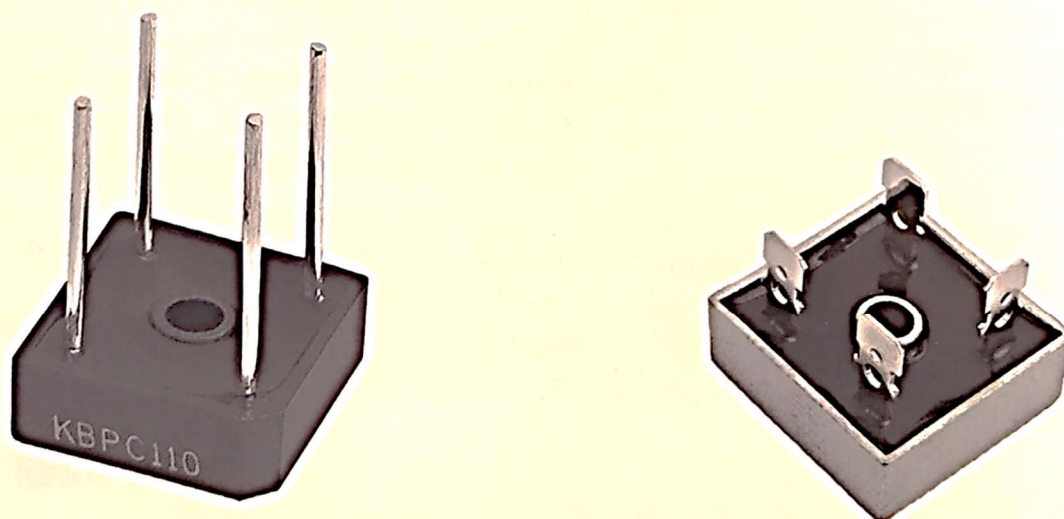
2.8.2. Mostki prostownicze

Mostek prostowniczy, inaczej **mostek Graetza**, to układ czterech diod prostowniczych.

Mostków prostowniczych używa się często w zasilaczach, gdyż są prostsze w montażu niż cztery oddzielne diody.



Rys. 2.56. Symbole mostków prostowniczych



Rys. 2.57. Przykłady mostków Graetza



DB101 thru DB107

GLASS PASSIVATED BRIDGE RECTIFIERS

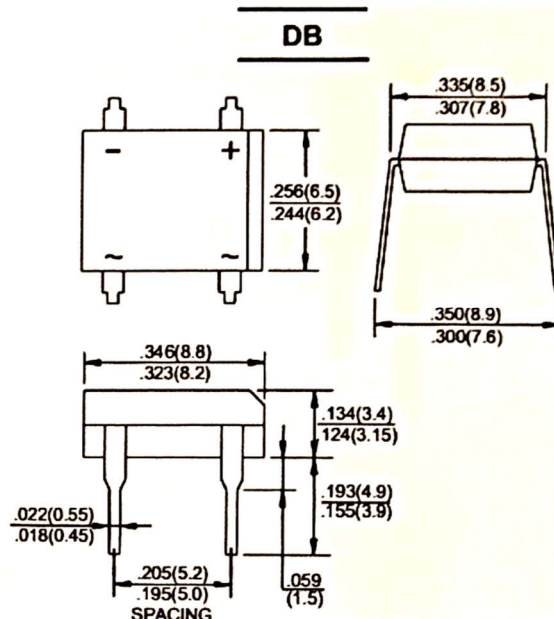
REVERSE VOLTAGE - 50 to 1000 Volts
FORWARD CURRENT - 1.0 Ampere

FEATURES

- Rating to 1000V PRV
- Ideal for printed circuit board
- Low forward voltage drop, high current capability
- Reliable low cost construction utilizing molded plastic technique results in inexpensive product
- The plastic material has UL flammability classification 94V-0

MECHANICAL DATA

- Polarity: As marked on Body
- Weight: 0.02 ounces, 0.38 grams
- Mounting position: Any



Dimensions in inches and (millimeters)

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Rating at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.

For capacitive load, derate current by 20%

CHARACTERISTICS	SYMBOL	DB101	DB102	DB103	DB104	DB105	DB106	DB107	UNIT
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	VRRM	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	VRMS	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	VDC	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current @TA=40°C	IAV	1.0							A
Peak Forward Surge Current 8.3ms Single Half Sine-Wave Super Imposed on Rated Load (JEDEC Method)	IFSM	30							A
Maximum Forward Voltage at 1.0A DC	VF	1.1							V
Maximum DC Reverse Current @TJ=25°C	IR	10							μA
at Rated DC Blocking Voltage @TJ=125°C		500							
I²t Rating for Fusing(t<8.3ms)	I²t	10.4							A²s
Typical Junction Capacitance Per Element(Note1)	CJ	25							pF
Typical Thermal Resistance (Note2)	RθJA	40							°C/W
Operating Temperature Range	TJ	-55 to +150							°C
Storage Temperature Range	TSTG	-55 to +150							°C

Note: 1. Measured at 1.0MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC

2. Thermal resistance from junction to ambient mounted on P.C.B with 0.5*0.5"(13*13mm)copper pads.

REV. 1, 30-Dec-2011

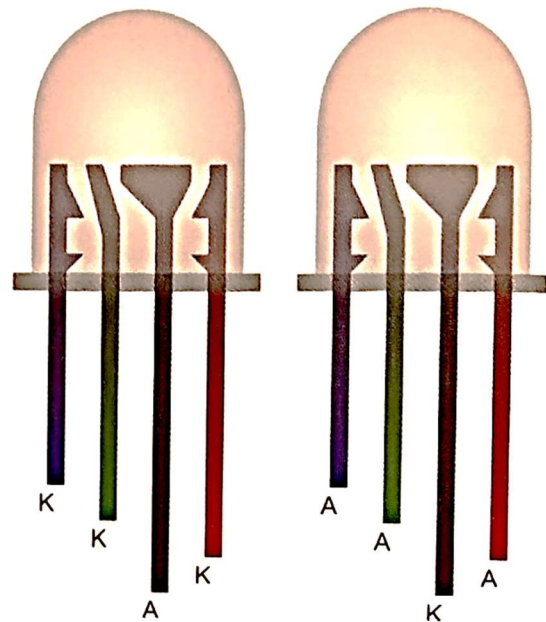
Rys. 2.58. Przykładowa karta techniczna miniaturowego mostka prostowniczego

2.8.3. Diody LED

W diodach LED nie stosuje się barwnych pasków. Anodę i katodę rozpoznaje się na podstawie obserwacji. W diodach jednobarwnych nóżka anody jest zawsze dłuższa, a wewnątrz „główki” z tworzywa – mniejsza i w kształcie małego harpuna. Katoda natomiast ma krótszą nóżkę, a w główce jest większa i ma kształt jednostronnego kilofa.



Rys. 2.59. Dioda LED jednokolorowa: u góry – widok z boku, na dole – widok z góry

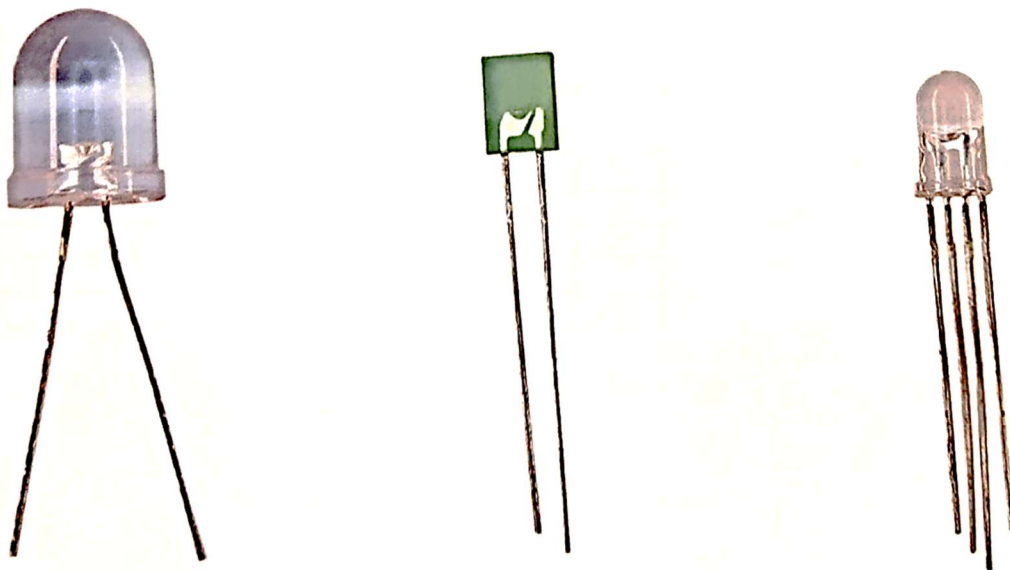


Rys. 2.60. Dioda LED RGB: po lewej – ze wspólną anodą, po prawej – ze wspólną katodą

W przypadku diod wielobarwnych rozpoznanie anody i katody staje się trudniejsze, gdyż diody produkowane są w dwóch wersjach:

- ze wspólną anodą,
- ze wspólną katodą.

W diodach dwubarwnych, RGB (trzykolorowych) i RGBW (czterokolorowych) wspólna elektroda (nóżka) jest najdłuższa, następnie czerwona, zielona i najkrótsza niebieska. Jeżeli jest to dioda RGBW, to najkrótsza nóżka jest biała.



Rys. 2.61. Diody LED: po lewej – biała w obudowie o średnicy 10 mm, na środku – zielona w obudowie barwionej, po prawej – dioda RGB

WARTO WIEDZIEĆ

RGB to skrót od angielskich nazw kolorów składowych: **red, green, blue**, a **RGBW**: **red, green, blue, white**.

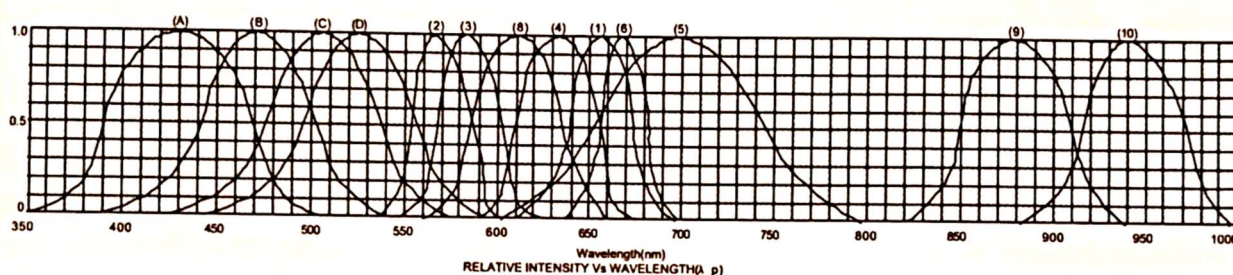
Popularne kolory diod LED: czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, niebieska, biała.

Należy pamiętać, że diody LED pracują nie tylko w zakresie pasma widzialnego, lecz także w zakresie podczerwieni (oznaczana jako IR, ang. **INFRARED**) i ultrafioletu (oznaczany jako UV, ang. **ULTRAVIOLET**).

LED NUMERIC DISPLAY

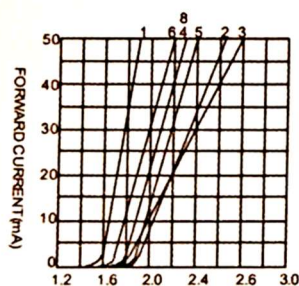
FYS-23011CDXX-XX

Typical electrical-optical characteristics curves:

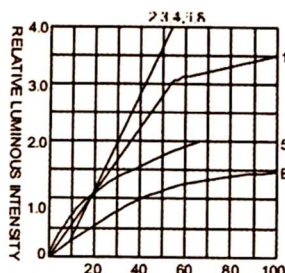


- (1) - GaAsP/GaAs 655nm/Red
- (2) - GaP 570nm/Yellow Green
- (3) - GaAsP/GaP 585nm/Yellow
- (4) - GaAsP/GaP 635nm/Orange & Hi-Eff Red
- (5) - GaP 700nm/Bright Red
- (6) - GaAlAs/GaAs 660nm/Super Red
- (8) - GaAsP/GaP 610nm/Super Red

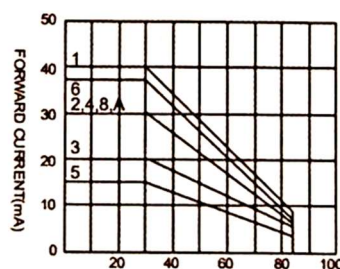
- (9) - GaAlAs 880nm
- (10) - GaAs/GaAs & GaAlAs/GaAs 940nm
- (A) - GaN/SiC 430nm/Blue
- (B) - InGaN/SiC 470nm/Blue
- (C) - InGaN/SiC 505nm/Ultra Green
- (D) - InGaAl/SiC 525nm/Ultra Green



FORWARD VOLTAGE (V)
FORWARD CURRENT VS.
FORWARD VOLTAGE



FORWARD CURRENT (mA)
RELATIVE LUMINOUS
INTENSITY VS. FORWARD
CURRENT



AMBIENT TEMPERATURE Ta (°C)
FORWARD CURRENT VS. AMBIENT
TEMPERATURE

Rys. 2.62. Fragment karty katalogowej: u góry – pokazane widmo poszczególnych typów diod, na dole – wykresy przedstawiające charakterystykę prądowo-napięciową, charakterystykę jasności świecenia w funkcji prądu oraz wpływ temperatury otoczenia na maksymalny prąd

Diody laserowe są oznaczane takim samym symbolem jak diody LED, ale zazwyczaj mają trzy, a nie dwa wyprowadzenia. Trzecia nóżka to wyjście fotodiody zespolonej, która służy do monitorowania ilości generowanego światła w celu korekty wartości prądu.

Tab. 2.19. Zestawienie kolorów i długości fali świetlnej

Kolor	Długość fali [nm]
podczerwień	$\lambda > 760$
czerwony	$610 < \lambda < 760$
pomarańczowy	$590 < \lambda < 610$
żółty	$570 < \lambda < 590$
zielony	$500 < \lambda < 570$
niebieski	$450 < \lambda < 500$
fioletowy	$400 < \lambda < 450$
ultrafiolet	$\lambda < 400$
biały	pełne spektrum

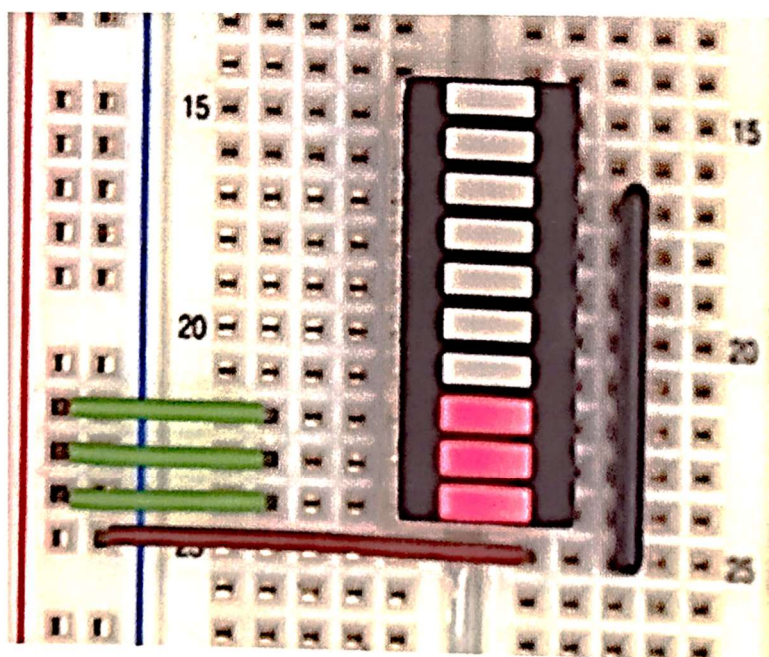
2.8.4. Wyświetlacze LED

Na bazie diod LED buduje się różnorodne wyświetlacze – od najprostszych z ośmioma diodami w postaci paska po skomplikowane wyświetlacze RGB z setkami diod. Wyświetlacze LED mają różne zastosowania i możliwości. Podobnie jak wielokolorowe diody, buduje się je z wykorzystaniem wspólnej anody lub katody. Nie mają zestandaryzowanych oznaczeń, dlatego ważne jest posługiwanie się katalogami producenta.

Wyświetlacze LED 7-segmentowe bądź 8-segmentowe oraz alfanumeryczne często mają wbudowaną elektronikę sterującą, która zamiast wysterowania pojedynczych segmentów pozwala na przesyłanie kodów wysterowujących, odpowiadających gotowym znakom.

2.8.5. Linijka LED

Linijka LED to najprostszy wyświetlacz. Jest to moduł składający się z kilku, kilkunastu niezależnych diod LED w jednej obudowie.



Rys. 2.63. Linijka LED; z prawej strony widoczna drabinka rezystorowa ze wspólnym pinem podłączonym do masy (brązowy przewód)

Aby uzyskać liniijkę świetlną dłuższą lub wielokolorową, łączy się szeregowo wiele takich modułów. Jak widać na rys. 2.63, końcowe diody mają węższą ramkę, by móc tak połączyć moduły, aby między diodami kolejnych modułów nie tworzyły się zwiększone odstępy.

2.8.6. Wyświetlacz matrycowy LED

Wyświetlacze matrycowe to rozwinięcie idei liniikki LED. Występują jako:

- jednokolorowe,
- dwukolorowe (czerwony i zielony),
- RGB mające trzy zestawy diod (czerwony, zielony, niebieski).

DOT MATRIX DISPLAY

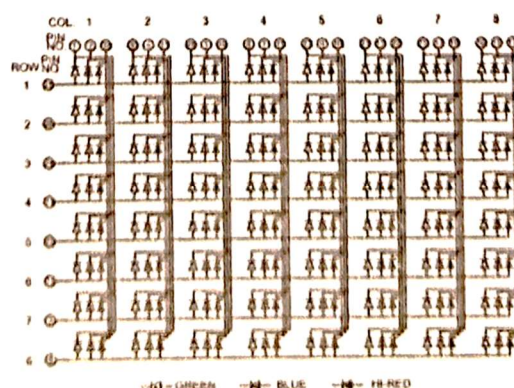
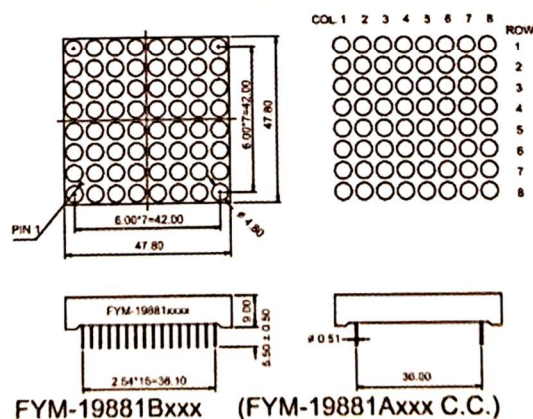
PartNO.: FYM-19881A/BXXX-XX

DESCRIPTION

- 47.80mm (1.9") Φ 4.8 dot matrix LED display.
- Standard brightness.
- Low current operation.
- Excellent character appearance.
- Easy mounting on P.C.boards or sockets

Package Dimensions & Internal Circuit Diagram

FYM-19881 Series



Rys. 2.64. Fragment karty katalogowej wyświetlacza matrycowego RGB

Wyświetlaczy matrycowych używa się często w technice reklamowej do budowy telebimów. Dzięki dużej jasności diod wyświetlają jasny i czytelny obraz nawet w miejscach nasłonecznionych. Mają tak zaprojektowane wyprowadzenia, by można je było łączyć w większe struktury, które pod względem sterowania nadal mogą być traktowane jak jeden wyświetlacz.

Największą wadą wyświetlaczy matrycowych jest niejednakowa jasność diod, co odbija się negatywnie na wyglądzie wyświetlanego obrazu.

WARTO WIEDZIEĆ

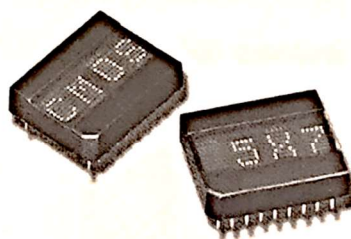
Na podstawie takich matrycowych modułów tworzy się wyświetlacze o powierzchni nawet kilkudziesięciu metrów kwadratowych.

Wyświetlacze matrycowe występują w postaci modułów składających się z segmentów 5×7 w układzie wierszowo-kolumnowym, np. wyświetlacz dwuwierszowy, w każdym wierszu osiem znaków, każdy znak składa się z matrycy diod 5×7 . Ponieważ sterowanie takim wyświetlaczem byłoby bardzo pracochłonne, wbudowuje się w niego dekodery znaków ASCII. Sterowanie odbywa się przez magistralę i jest obsługiwane np. przez mikrokontroler.

HDLx-2416 Series

Four Character 5.0 mm (0.2 inch) Smart 5x7
Alphanumeric Displays

Data Sheet



Description

These are 5.0 mm (0.2 inch) four character 5 x 7 dot matrix displays driven by an on-board CMOS IC. These displays are pin for pin compatible with the HPDL-2416. The IC stores and decodes 7 bit ASCII data and displays it using a 5 x 7 font. Multiplexing circuitry, and drivers are also part of the IC. The IC has fast setup and hold times which makes it easy to interface to a microprocessor.

Features

- Enhanced drop-in replacement to HPDL-2416
- Smart alphanumeric display
 - Built-in RAM, ASCII decoder, and LED drive circuitry
- CMOS IC for low power consumption
- Software controlled dimming levels and blank
- 128 ASCII character set
- End-stackable
- Categorized for luminous intensity; Yellow and Green categorized for color
- Low power and sunlight viewable AlGaAs versions
- Wide operating temperature range
 - 40°C to +85°C
- Excellent ESD protection
- Wide viewing angle (50° typ.)

Rys. 2.65. Fragment noty technicznej wyświetlacza jednowierszowego czteroznakowego w układzie matrycowym 5×7 z dekodern ASCII

ASCII [ang. AMERICAN STANDARD CODE FOR INFORMATION INTERCHANGE] – 7-bitowy kod przyporządkowujący liczby z zakresu 0–127 literom alfabetu angielskiego, cyfrom, znakom specjalnym i interpunkcyjnym. Kodowanie ASCII przewiduje też kody specjalne niewyświetlane, np. symbole entera, końca linii.

Character Set

ASCII CODE				D0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
				D1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
				D2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
				D3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
D6	D5	D4	HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0	0	0	0	!	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
0	0	1	1	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	
0	1	0	2	!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/		
0	1	1	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	=	:	<	=	>	?	
1	0	0	4	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o		
1	0	1	5	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	[	\	]	^	_	
1	1	0	6	"	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	
1	1	1	7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	(	)	^	*		

NOTES: 1 = HIGH LEVEL
0 = LOW LEVEL

Rys. 2.66. Fragment noty katalogowej wyświetlacza LED z dekodern ASCII; w tablicy widoczne wyświetlane znaki: zestaw bitów D6...D0 opisuje adres, pod którym jest dostępny konkretny znak, np. pod adresem 97 zapisano literę a

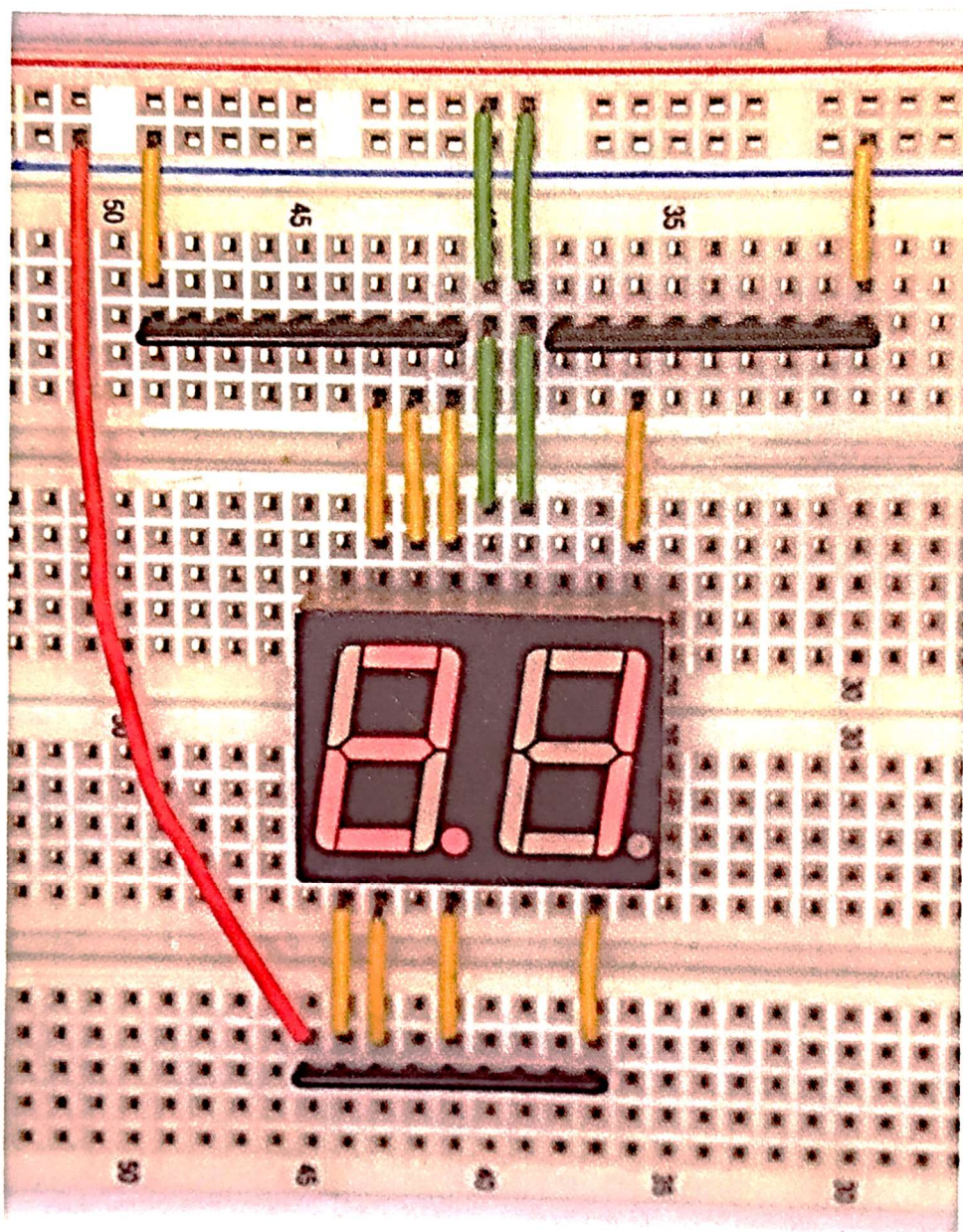
Wyświetlacze LED z dekodern często stosuje się w rozwiązaniach z mikrokontrolerem lub procesorem, gdyż umożliwiają szybkie przedstawianie dużej ilości informacji.

2.8.7. Siedmio- i ośmiosegmentowy wyświetlacz LED

Siedmio- i ośmiosegmentowe wyświetlacze LED są bardzo popularne tam, gdzie jest potrzebna duża jasność wyświetlania przy jednoczesnej małej ilości prezentowanych informacji. Wyświetlacz siedmiosegmentowy od wyświetlacza ośmiosegmentowego różni się brakiem kropki (8. segment).

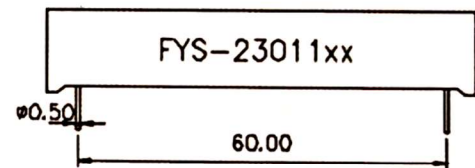
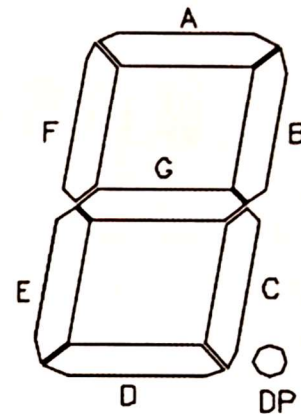
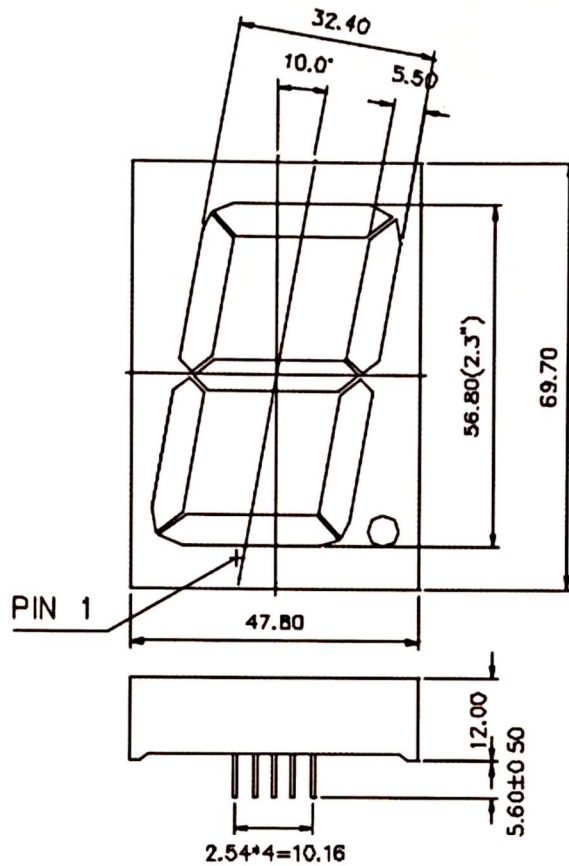
Wyświetlacze tego typu występują jako moduły pojedyncze, podwójne lub poczwórne, rzadziej spotyka się inne konfiguracje.

Każdy segment ma przyporządkowane oznaczenie literowe, co przedstawiono na rys. 2.63. Kropkę oznacza się symbolem DP.

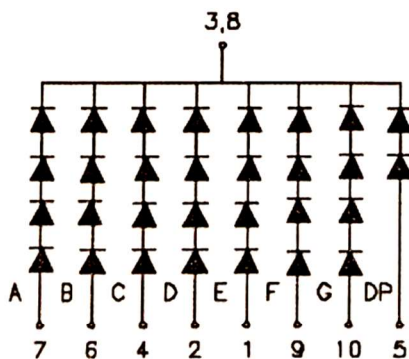


Rys. 2.67. Wyświetlacz ośmiosegmentowy podwójny: wyświetla wartość 2.1, u góry i na dole widać drabinki rezystancyjne ograniczające prąd płynący przez diody (czarne)

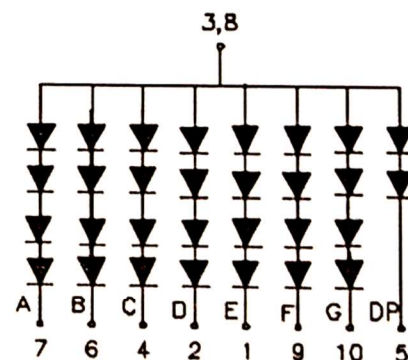
■ Package configuration & Internal circuit diagram:
FYS-23011 Series



FYS-23011Cx



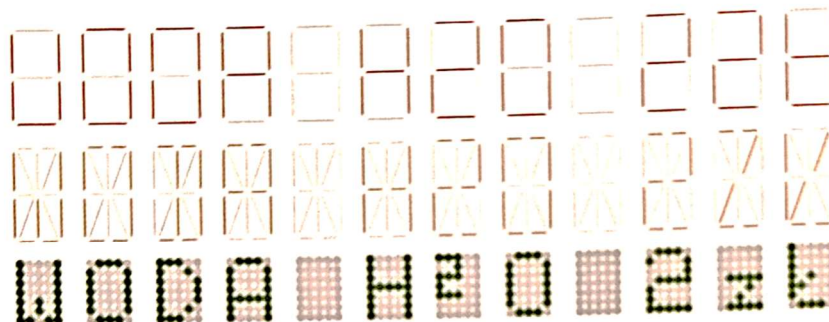
FYS-23011Dx



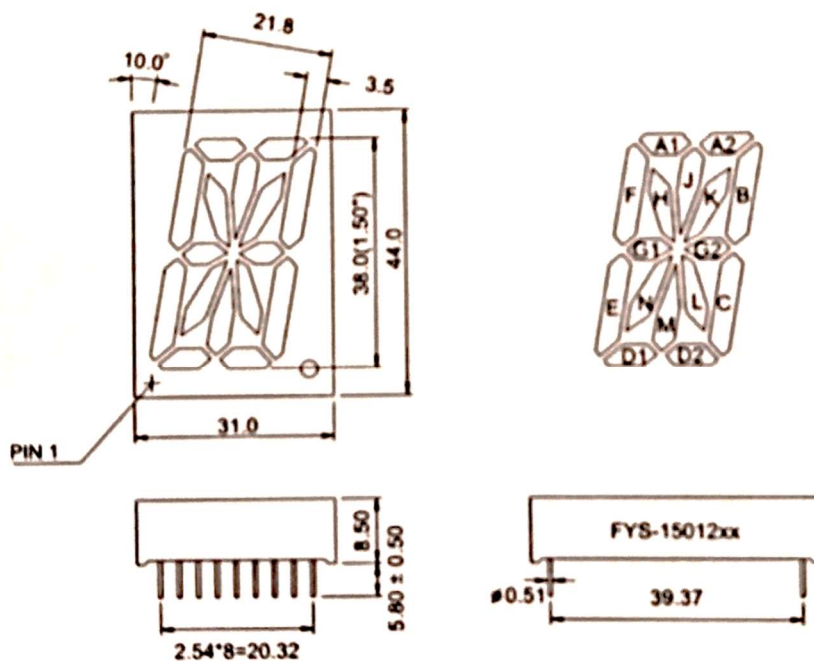
Rys. 2.68. Fragment karty katalogowej wyświetlacza ośmiosegmentowego: u góry – parametry techniczne i literowe oznaczenia segmentów, na dole – schemat elektryczny przedstawiający wersje ze wspólnymi anodą i katodą

2.8.8. Alfnumeryczny wyświetlacz LED

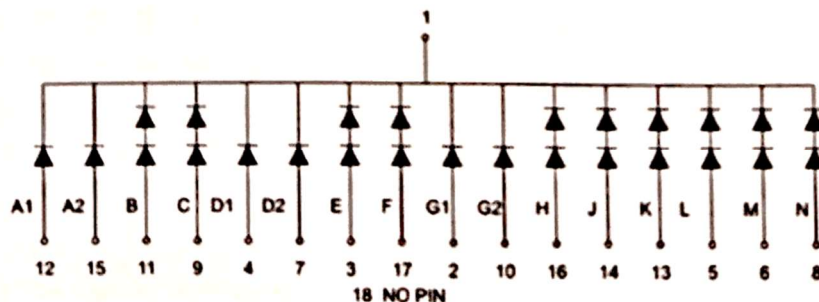
Wyświetlacze alfanumeryczne występują w dwóch wersjach, jako rozwinięcie wyświetlacza ośmiosegmentowego lub jako wyświetlacz matrycowy z dekodernem. Rozwinięcie wyświetlacza ośmiosegmentowego polega na zwiększeniu liczby segmentów do 10, 14, 16. Wraz ze wzrostem liczby segmentów rośnie czytelność wyświetlacza, ale sterowanie nim staje się trudniejsze. Obecnie wyświetlacze alfanumeryczne są wypierane przez wyświetlacze matrycowe z dekodernami.



Rys. 2.69. Porównanie czytelności tekstu dla wyświetlaczy: u góry – siedmiosegmentowy, na środku – alfanumeryczny szesnastosegmentowy, na dole – matrycowy 5 × 7



FYS-15012Ax



FYS-15012Bx

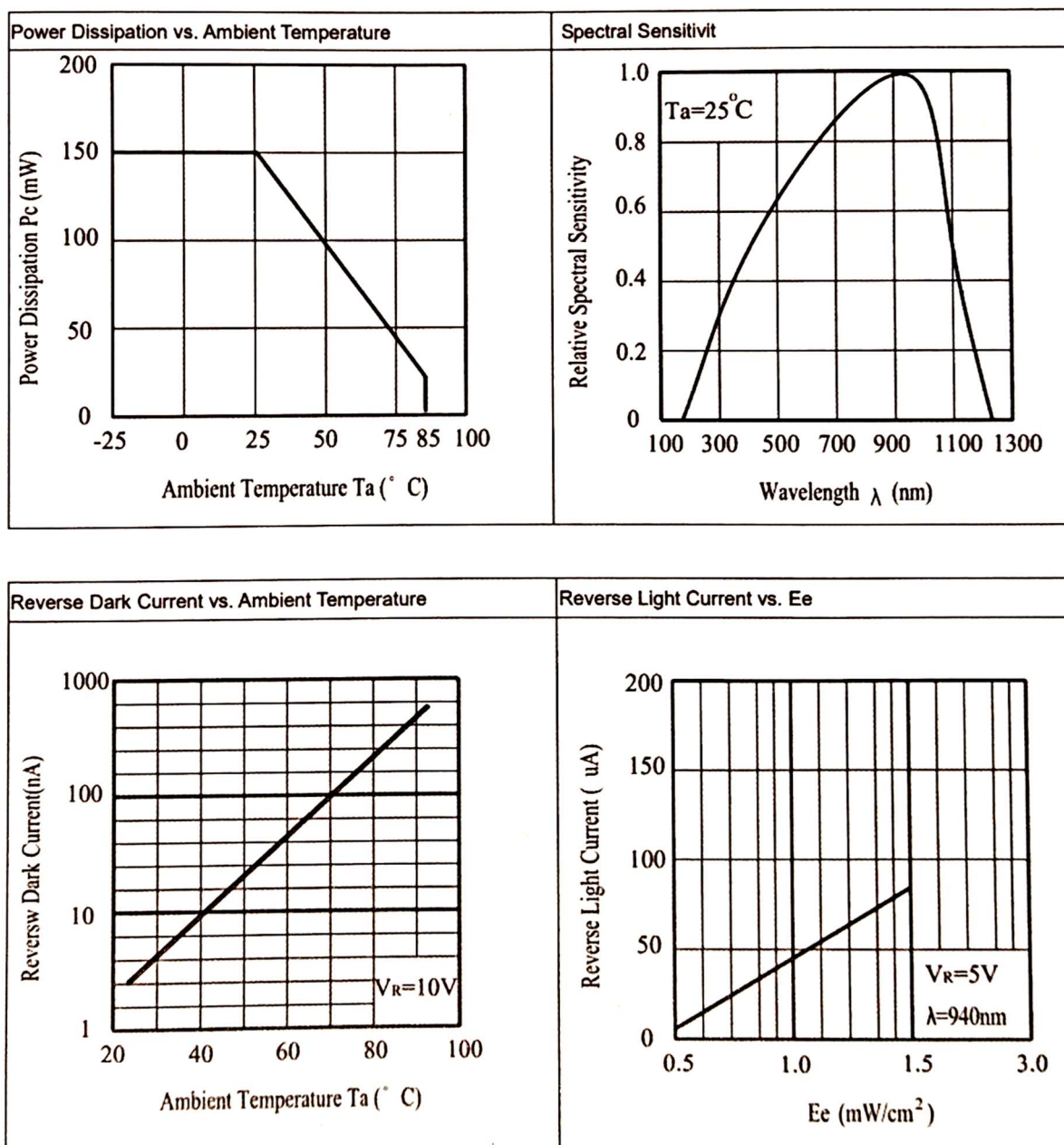
Rys. 2.70. Fragment noty katalogowej wyświetlacza szesnastosegmentowego LED

2.8.9. Fotodioda

Specjalnym rodzajem diody jest **fotodioda**, która podobnie jak dioda LED ma obudowę pozwalającą na wnikanie światła. Obudowy często są wykonywane z tworzywa filtrującego fale świetlne w celu poprawienia selektywności i uodpornienia na zakłócenia ze źródeł światła o innej długości fali niż pożądana. Fotodioda może pracować w dwóch polaryzacjach (zaporowej i w kierunku przewodzenia) lub bez polaryzacji.

DATASHEET
5mm photodiode
PD333-3C/H0/L2

Typical Electro-Optical Characteristics Curves



Rys. 2.71. Fragment noty katalogowej fotodiody z charakterystykami: lewa górna – ilość mocy rozpraszanej w zależności od temperatury otoczenia, prawa górna – czułość w zależności od długości fali świetlnej (maksymalna czułość dla 940 nm), lewa dolna – zależność wartości prądu ciemnego od temperatury otoczenia, prawa dolna – wydajność jako fotoogniwa

Fotodioda pracująca bez polaryzacji zachowuje się jak fotoogniwo.

Fotodioda w polaryzacji zaporowej pełni funkcję rezystora, którego rezystancja zależy od ilości padającego światła. Charakterystyka rezystancji jest silnie nieliniowa.

Fotodioda w kierunku przewodzenia zachowuje się jak zwykła dioda prostownicza małej mocy.

Fotodiody wykorzystuje się jako detektory promieniowania optycznego tam, gdzie jest wymagana bardzo szybka reakcja na zmianę ilości światła.



WARTO WIEDZIEĆ

Fotodioda jest również fotoogniwem, czyli elementem elektronicznym zdolnym zmienić promieniowanie świetlne na energię elektryczną (fotoprąd). Ten efekt nosi też nazwę zjawiska fotowoltaicznego.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakie są zalety wyświetlacza matrycowego?
2. Jak rozpoznać anodę i katodę w diodach RGB?
3. W jakim celu wbudowuje się w wyświetlacze dekodery znaków?
4. Co to jest mostek prostowniczy?
5. Co to jest fotodioda?