



**WOJSKOWA AKADEMIA
TECHNICZNA
INSTYTUT OPTOELEKTRONIKI**

LABORATORIUM DETEKCJI SYGNAŁÓW OPTYCZNYCH

GRUPA:	PROTOKÓŁ DO ĆWICZENIA nr	
Skład podgrupy nr 1. 2. 3. 4. 5. 6.	Temat ćwiczenia: Pomiary parametrów fotodiody lawinowej	
	Data wykonania ćwiczenia	Prowadzący ćwiczenie
	Ocena	Podpis prowadzącego ćw.

Tab. 1. Dane urządzeń pomiarowych

Lp.	Nazwa urządzenia	Marka/Typ	Numer	Podstawowe dane techniczne
1				
2				
3				
4				
5				
6				

1. Wprowadzenie

W ćwiczeniu tym zostaną przebadane charakterystyki prądowo-napięciowe fotodiody lawinowej, w trzeciej ćwiartce układu współrzędnych.

Fotografię stanowiska laboratoryjnego przeznaczonego do badania tych charakterystyk przedstawiono na rys. 1.



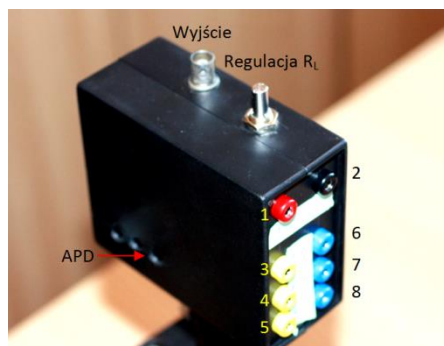
Rys. 1. Fotografia stanowiska przeznaczonego do pomiaru charakterystyk I - V fotodiod lawinowych

Do wykonania ćwiczenia należy użyć następujących przyrządów:

- zasilacz regulowany typ DF1731
- zasilacz regulowany wysokonapięciowy POLON typ 2WN-42,
- dwa multimetry cyfrowe,
- wzmacniacz transimpedancyjny,
- zasilacz przedwzmacniacza MOTTECH,
- układ połączeniowy.

W celu zmierzenia charakterystyk I - V fotodiody lawinowej, zbudowano układ pomiarowy, w którym umieszczono badaną fotodiode o powierzchni fotoczułej $A= 1\text{mm}^2$, ozn. APD. Fotografię układu połączeniowego przedstawiono na rys. 2a, natomiast schemat połączeń na rys. 2b.

a)

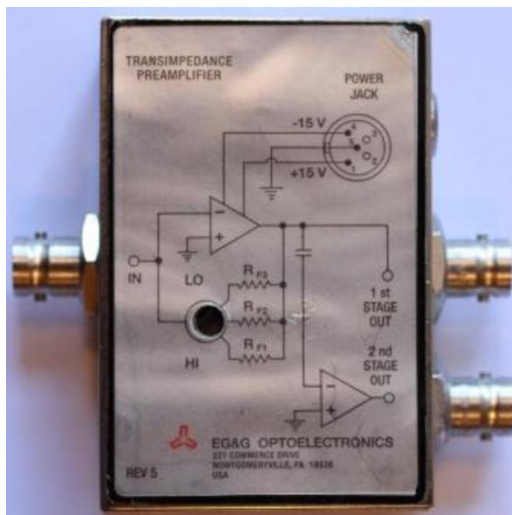


b)



Rys. 2. Fotografia układu połączeniowego (a) i jego schemat połączeń (b)

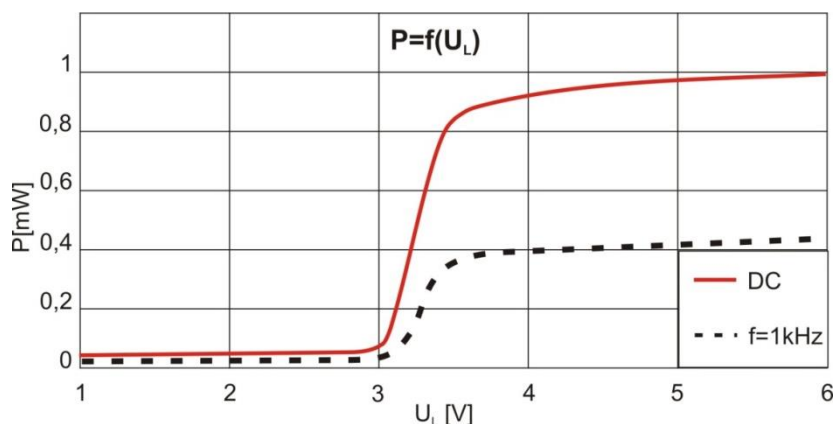
W celu wzmocnienia tego sygnału napięciowego otrzymanego na wyjściu fotodiody zastosowano przedwzmacniacz transimpedancyjny o regulowanym wzmocnieniu (rys. 3). Umożliwia on pomiar charakterystyk przejściowych i dynamicznych układu fotodioda-przedwzmacniacz.



Rys. 3. Widok wzmacniacza transimpedancyjnego

Regulacja wzmocnienia przedwzmacniacza jest możliwa poprzez wybór jednej z trzech wartości rezystancji w sprzężeniu zwrotnym $R_{f1}=1,1M\Omega$, $R_{f2}=99k\Omega$ lub $R_{f3}=24,9k\Omega$. Domyślnym ustawieniem wzmacniacza jest wartość rezystancji w sprzężeniu zwrotnym równa $R_f=24,9k\Omega$.

Do wyznaczenia charakterystyk prądowo-napięciowych fotodiod zastosowano laser półprzewodnikowy typu ML-30P. Laser ten generuje promieniowanie o długości fali $\lambda=635nm$. Jego charakterystyka widmowa jest dopasowana do charakterystyk widmowych badanych fotodiod. Zmieniając napięcie zasilania tego lasera następuje zmiana jego mocy wyjściowej. Charakterystykę mocy promieniowania optycznego generowanego przez laser, od wartości przyłożonego napięcia przedstawiono na rys. 4.

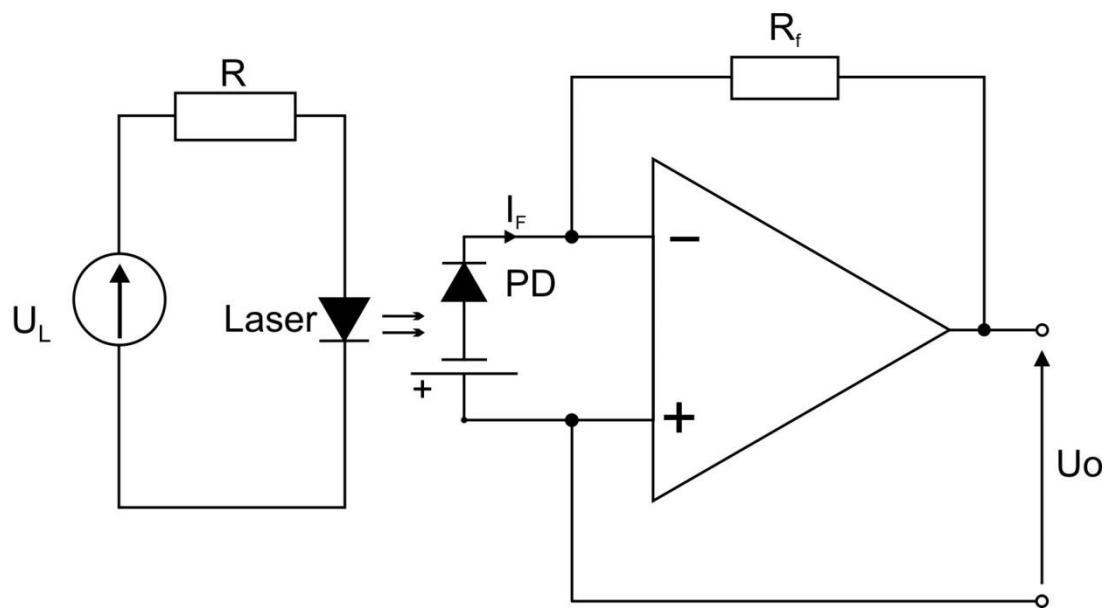


Rys. 4. Charakterystyka $P=f(U_L)$ dla lasera typ ML-30P

2. Badanie fotodiody lawinowej

2.1. Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych fotodiody lawinowej

Schemat ideowy układu do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowych fotodiody APD (ang. avalanche photodiode) w III ćwiartce układu współrzędnych przedstawiono na rys. 3. Układ ten umożliwi pomiar charakterystyk I - V dla różnych wartości mocy padającego promieniowania.



Rys. 5. Schemat ideowy układu do pomiaru charakterystyk prądowo-napięciowych fotodiody APD

UWAGA!

Nie wolno samodzielnie włączać zasilania wysokonapięciowego zasilacza regulowanego. Ze względów bezpieczeństwa, czynność ta może być wyłącznie wykonana przez prowadzącego ćwiczenie.

W celu wykonania ćwiczenia należy połączyć układ pomiarowy wg. schematu przedstawionego na rys. 3. W tym celu należy:

- Wyjście (BNC) **wysokonapięciowego zasilacza regulowanego** połączyć z rozdzielaczem,
- wejście masy (zacisk czarny) **przedwzmacniacza** połączyć zaciskiem czarnym rozdzielacza,
- zacisk czerwony **rozdzielacza** połączyć z zaciskiem nr 2 układu połączeniowego,
- wejście sygnałowe (zacisk czerwony) **przedwzmacniacza** połączyć z zaciskiem nr 4 układu połączeniowego (patrz rys. 2),
- zacisk czerwony **rozdzielacza** podłączyć do gniazda ($\frac{\perp}{\equiv}$) woltomierza,

- zacisk czarny **rozdzielacza** podłączyć do gniazda HI woltomierza,
- do wyjścia **przedwzmacniacza** podłączyć woltomierz (zacisk czarny do gniazda (\perp) woltomierza, zacisk czerwony do gniazda HI),
- przewody zasilające przedwzmacniacza przyłączyć do zasilacza LPS-305,
- **po zatwierdzeniu ustawień przez prowadzącego ćwiczenie**, włączyć zasilanie wzmacniacza $\pm 15V$
- **po zatwierdzeniu ustawień przez prowadzącego ćwiczenie**, podłączyć laser do wejścia regulowanego zasilacza,
- laser należy zasilić napięciem o wartościach U_L podanych przez prowadzącego ćwiczenie.
- oświetlić promieniowaniem lasera fotodiodę APD, tak aby uzyskać najwyższą wartości sygnału na wyjściu układu (sygnał należy obserwować na multimetrze),
- regulując wartość polaryzacji wstecznej detektora za pomocą wysokonapięciowego zasilacza regulowanego w zakresie określonym w tabelach 2-4, odczytać za pomocą multimetru wartość amplitudy sygnału wyjściowego U_o
- pomiary należy wykonać dla trzech wartości napięć polaryzacji lasera określonych przez prowadzącego ćwiczenie,
- wyniki zapisać w tab. 2-4.
- wyłączyć zasilanie lasera.

Tab.2. Dane do wyznaczenia charakterystyki I - V fotodiody APD (III ćw. układu współrzędnych). $P_L = 0,1mW$.

$U_{L1}[V]=...$														
$U_R[V]$	0	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$U_o [mV]$														
$I_p [\mu A]$														
M														
$U_R[V]$	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
$U_o [mV]$														
$I_p [\mu A]$														
M														

Tab. 3. Dane do wyznaczenia charakterystyki I - V fotodiody APD (III ćw. układu współrzędnych). $P_L = 0,3mW$.

$U_{L2}[V]=...$														
$U_R[V]$	0	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$U_o [mV]$														
$I_p [\mu A]$														
M														
$U_R[V]$	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
$U_o [mV]$														

I_p [μA]														
M														

Tab. 4. Dane do wyznaczenia charakterystyki I - V fotodiody APD (III ćw. układu współrzędnych). $P_L = 0,4mW$.

$U_{L3} [V] = \dots$														
$U_R [V]$	0	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
U_o [mV]														
I_p [μA]														
M														
$U_R [V]$	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
U_o [mV]														
I_p [μA]														
M														

2.2. Pomiar prądu ciemnego I_{dark} fotodiody APD

W celu wykonania pomiaru prądu ciemnego fotodiody należy:

- zasłonić fotodiodę ekranem,
- regulując napięcie polaryzacji wstecznej fotodiody U_R w zakresie określonym w tabeli 5 dokonać pomiaru napięcia nieoświetlonej fotodiody U_{dark} .

Tab. 5. Dane do wyznaczenia prądu ciemnego fotodiody APD.

$U_{L1} [V] = 0$														
$U_R [V]$	0	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
U_{dark} [mV]														
I_{DARK} [μA]														
$U_R [V]$	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
U_{dark} [mV]														
I_{dark} [μA]														

Opracowanie wyników pomiarów:

Na podstawie wyników pomiarów zanotowanych w tabelach 2-4 należy

- 1) wyznaczyć prąd fotodetektora I_p korzystając z zależności

$$I_p = -\frac{U_o}{R_f}, \quad (1)$$

gdzie:

R_f – rezystor w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza. Wartość domyślna: $R_{ff} = 24,9k\Omega$,

- 2) wyznaczyć prąd ciemny fotodetektora I_{dark} korzystając z zależności

$$I_{dark} = -\frac{U_{dark}}{R_f}, \quad (2)$$

- 3) wyznaczyć wartości współczynnika powielania M fotodiody APD korzystając z zależności

$$M = \frac{I_p - I_{dark}}{I_{ph}}, \quad (3)$$

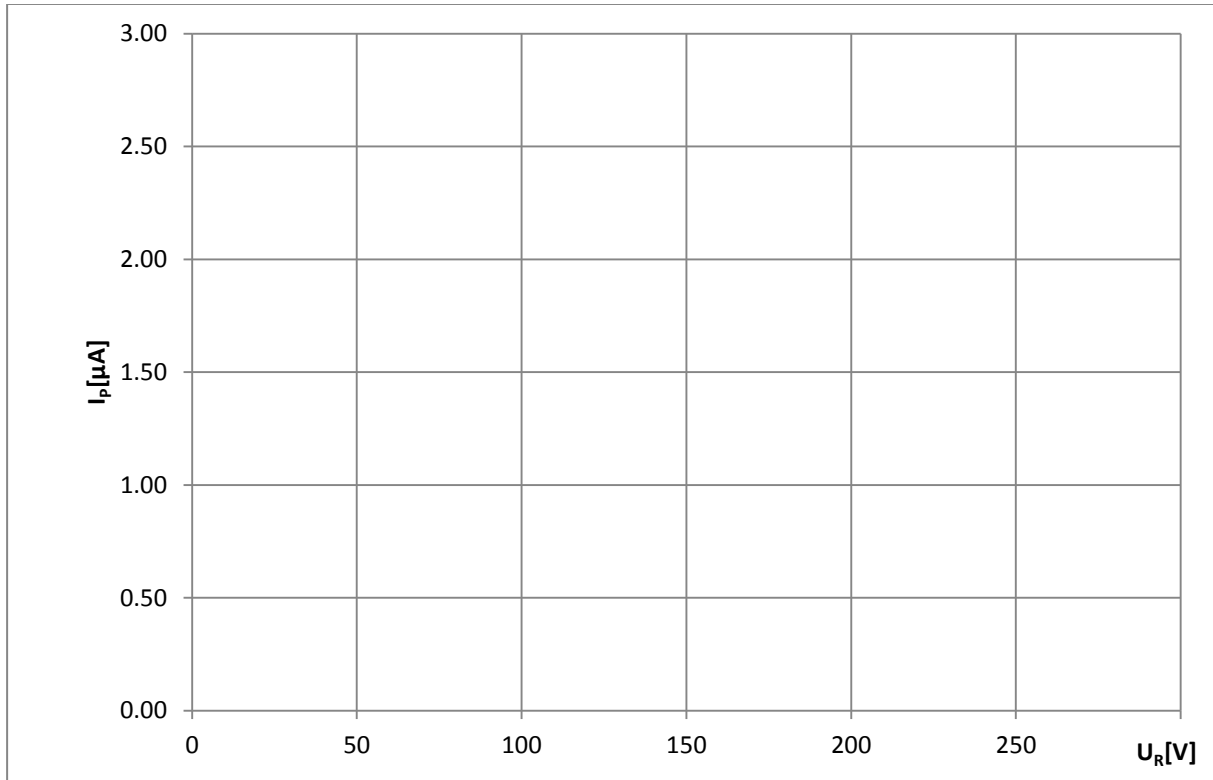
gdzie:

I_{dark} - prąd ciemny fotodiody,

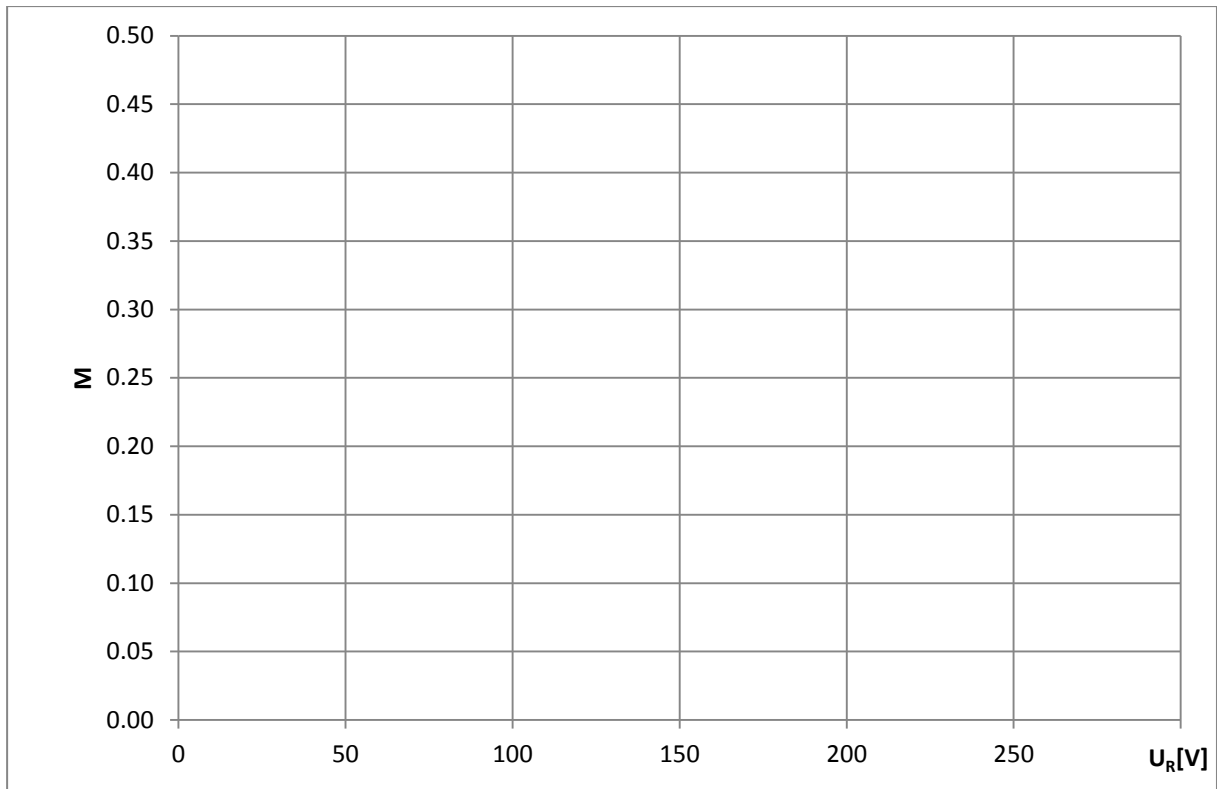
I_p - natężenie prądu wyjściowego fotodiody.

I_{ph} - natężenie fotoprądu bez powielania. W obliczeniach należy przyjąć wartość $I_{ph} = I_p (U_R=1V)$.

- 4) narysować wykres $I_p = f(U_R)$ fotodiody APD dla trzech wartości mocy promieniowania lasera
- 5) narysować wykres $M = f(U_R)$ fotodiody APD dla trzech wartości mocy promieniowania lasera



Rys. 6. Charakterystyka $I_p = f(U_R)$ fotodiody APD



Rys. 7. Charakterystyka $M = f(U_R)$ fotodiody APD

Wnioski:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A series of 25 horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for writing or drawing.