

# **LASERY I ICH ZASTOSOWANIE**

## **Laboratorium**

Instrukcja do ćwiczenia nr 2

Temat: Pomiar mocy wiązki laserowej

### **3. POMIAR MOCY WIĄZKI LASEROWEJ LASERA He - Ne**

#### **3.1. Cel ćwiczenia.**

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą pomiaru mocy wiązki laserowej promieniowania ciągłego. Przedstawiona w ćwiczeniu metoda ma podstawowe znaczenie w technice laserowej i optoelektronice.

#### **3.2. Wiadomości ogólne.**

W praktyce laboratoryjnej i przemysłowej często pojawia się problem detekcji światła laserowego, promieniowania ciągłego przeważnie w rozkładzie gaussowskim intensywności w przekroju poprzecznym wiązki.

##### **3.2.1. Wiązka laserowa.**

Monochromatyczne światło laserowe w modzie podstawowym  $TEM_{00}$  jest najczęściej używane w pomiarach różnych wielkości fizycznych. Znajomość wartości mocy wiązki laserowej w wielu przypadkach jest niezbędna. Moc wiązki laserowej jest jednym z podstawowych parametrów dla danego typu lasera. Czasowe fluktuacje mocy wiązki laserowej powodowane między innymi niestabilnością rezonatora mogą nawet dochodzić do 20% wartości mocy średniej.

##### **3.2.2. Fotodetektor.**

Fotodetektory działają na zasadzie zewnętrznego lub wewnętrznego efektu fotoelektrycznego. Zewnętrzny efekt foto-elektryczny polega na emisji elektronów pod wpływem padających fotonów czyli kwantów promieniowania świetlnego (fotokomórka fotopowielacz). Wewnętrzny efekt fotoelektryczny polega na przechodzeniu elektronów z pasma walencyjnego do pasma przewodzenia pod wpływem fotonów absorbowanych przez półprzewodnik. Na tej zasadzie działają powszechnie stosowane fotodiody półprzewodnikowe ze złączem p-n. Gdy złącze p-n jest spolaryzowane napięciowo w kierunku zaporowym wtedy zjawisku absorpcji fotonów towarzyszy odpowiednia zmiana impedancji złącza oraz wynikający stąd prąd  $I$  (efekt fotoprzewodzenia). Jeżeli natomiast złącze p-n nie było spolaryzowane, pod wpływem światła pojawi się na zaciskach różnica potencjałów  $U$  (efekt fotowoltaiczny). W tym ćwiczeniu zastosowano fotoogniwo BPYP 07, w którym strukturę światłoczułą wykonano techniką planarną w krzemie. Powierzchnia światłoczuła w kształcie koła o polu 1 cm pokryta jest warstwą przeciwodblaskową (rys.3.1).

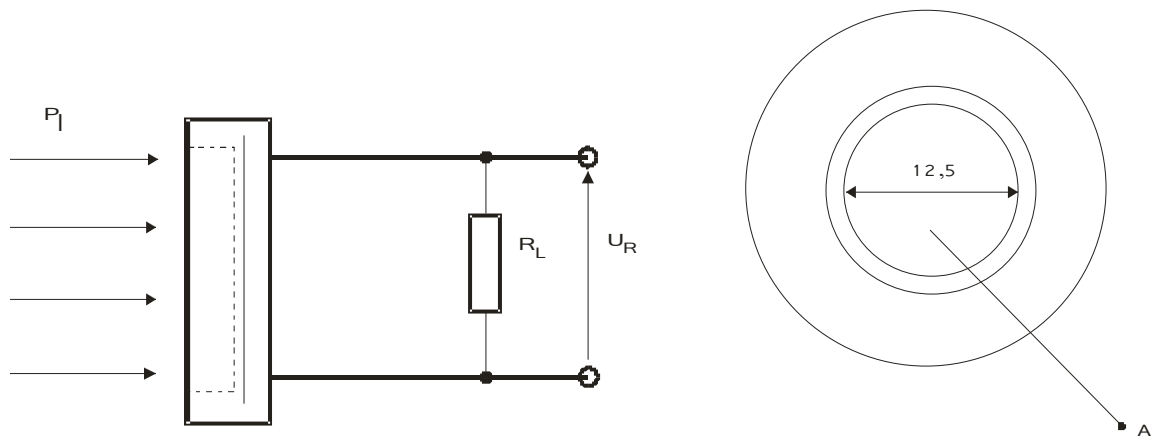
## Parametry fotoogniwa

Lp	Parametr	Symbol	Jednostki	Wartość	Warunki pomiaru
1	Czułość prądowa na promieniowanie monochromatyczne	$S_\lambda$	A/W	0,352 $\pm 0,018$	$\lambda = 632,8 \text{ nm}$ $P_\lambda = 100 \mu\text{W}$ $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
2.	Liniowy zakres pracy (z dokładnością $\pm 1\%$ )	$U_{RL}$	mV	180	
3.	Pojemność elektryczna	C	nF	34	$P_\lambda = 0$ $U_R = 0$
4.	Dopuszczalna gęstość	$P_\lambda/A$	mW/cm <sup>2</sup>	1	

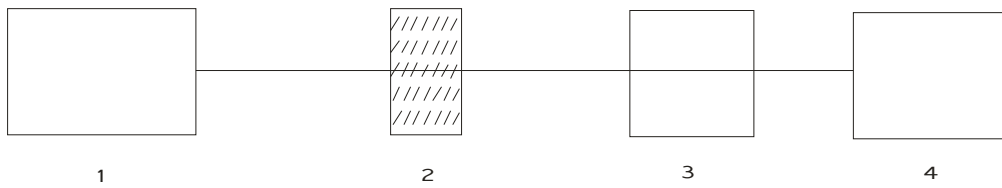
### 3.3. Przebieg ćwiczenia.

#### 3.3.1. Pomiar mocy wiązki laserowej.

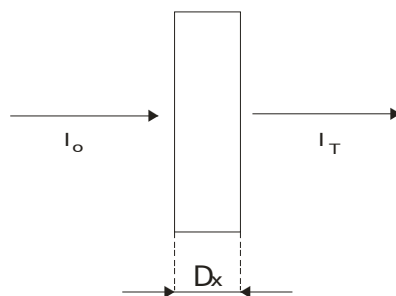
Układ pomiarowy przedstawia rys.3.2. Cała wiązka promieniowania laserowego powinna trafić na powierzchnię światłoczułą fotoogniwa. Należy przestrzegać, aby natężenie promieniowania padającego na powierzchnię światłoczułą nie przekraczało 1 mW/cm<sup>2</sup>. Średnica wiązki laserowej w przekroju powierzchni światłoczułej fotoogniwa powinna być niewiele mniejsza niż 12,5 mm.



Rys.3.1. Fotodetektor (fotoogniwo). A - powierzchnia światłoczuła fotoogniwa,  $U_{R_L}$  - spadek napięcia na oporniku  $R_L$ ,  $P_\lambda$ - moc światła monochromatycznego.



Rys.3.2. Układ pomiarowy, 1 - laser, 2 - filtr neutralny, 3 - fotodetektor, 4 - woltomierz.



Rys.3.3. Filtr neutralny.

Lp.	$U_{RL}$	$P_{\lambda} = \frac{1}{S_{\lambda}} \cdot \frac{U_{RL}}{R_L}$	$\bar{P}_{\lambda}$	$\varepsilon_i = \bar{P}_{\lambda} - P_{\lambda i}$
-	mV	mW	mW	mW
1				
2				
3				
4				
5				

$$S_{P_{\lambda}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad \Delta P_{\lambda} = 8,6 S_{P_{\lambda}}$$

### 3.3.2. Sprawdzenie warunku dopuszczalnej gęstości światła.

Wykonujemy pomiary średnicy wiązki laserowej w płaszczyźnie światłoczułej fotodetektora i skanujemy małym otworkiem w przekroju poprzecznym wiązki laserowej. Średnica otworu skanującego winna być o rząd mniejsza od średnicy wiązki. Z wykresu na poziomie  $I/e^2$  odczytujemy średnicę wiązki i obliczamy maksymalne natężenie  $I_0$  w rozkładzie gaussowskim wiązki laserowej (rys.1.1).

$$I = \frac{2P_{\lambda}}{\pi \omega_z^2} \exp\left(-2 \frac{r^2}{\omega_z^2}\right);$$

gdzie:  $I_0 = \frac{2P_{\lambda}}{\pi \omega_z^2}$

$2\omega_z$  - średnica wiązki laserowej.

Jeżeli  $I_0 > 1 \text{ mW/cm}^2$  wtedy stosujemy filtry neutralne i pomiary powtarzamy. Gęstość optyczna  $D$  filtra neutralnego zdefiniowana jest jako logarytm dziesiętny  $I_0/I_T$ .

$$D = \log\left(\frac{I_0}{I_T}\right)$$

gdzie:  $I_T$  - natężenie światła wychodzącego z ośrodka (rys. 3.3)  
 $I_0$  - natężenie światła padającego na ośrodek

### **Literatura.**

1. Heard H.G.: Laser Parameter Measurements Handbook - New York, John Wiley 1968.
2. Reedy J.F.: Effects of High-Power laser Radiation, New York, Academic Press, 1971.
3. Зубов. В.А. : Методы измерения характеристик лазерного излучения. Москва. Наука 1973.