

# **LASERY I ICH ZASTOSOWANIE W MEDYCYNIE**

Laboratorium

Instrukcja do ćwiczenia nr 9

wersja A

**Temat: Pomiar czułości diody kwadrantowej  
Laser jako wzorzec linii prostej**

### Cel ćwiczenia:

Zbadanie właściwości diody kwadrupolowej jako elementu obwodu naprowadzającego z użyciem wiązki laserowej.

### Zagadnienia do samodzielnego opracowania:

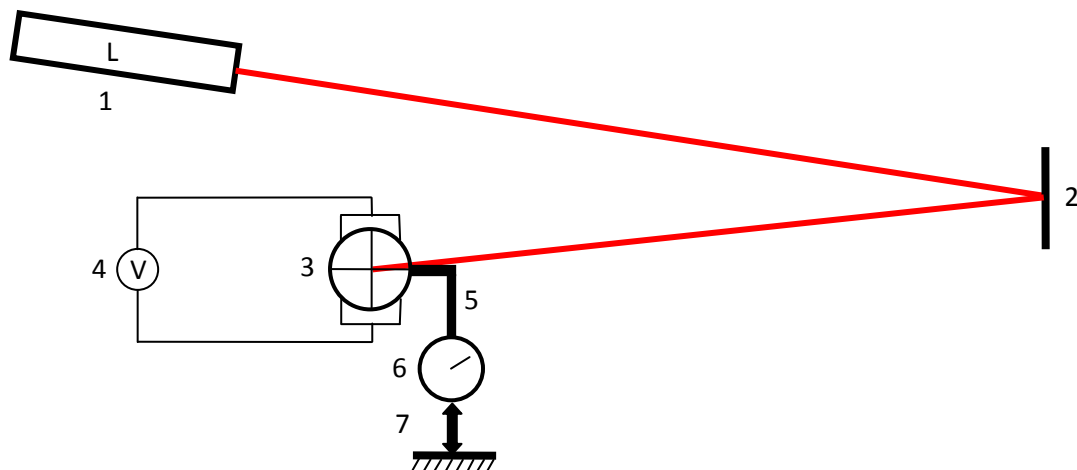
1. Rozkład natężenia światła w przekroju poprzecznym wiązki laserowej
2. Kąt rozbieżności wiązki laserowej
3. Budowa i zasada działania diody kwadrupolowej
4. Wykorzystanie diody kwadrupolowej w systemach pomiaru położenia z użyciem wiązki laserowej (w systemach naprowadzania).

### Przebieg ćwiczenia:

**Uwaga: Promieniowanie emitowane przez laser jest szkodliwe dla ludzkiego oka.**

**NALEŻY ZACHOWAĆ SZCZEGÓLNĄ OSTROŻNOŚĆ!**

1. Zmontować układ pomiarowy jak na poniższym schemacie



1. Laser
2. Z zwierciadło
3. Dioda kwadrantowa z połączonymi sąsiednimi ćwiartkami za pomocą przewodów
4. Voltmierz mierzący różnicę napięć między segmentami diody
5. Statyw
6. Mikrometr
7. Układ przesuwający – śruba mikrometryczna

gdzie układ zawiera kolejno laser He-Ne, zwierciadło, diodę kwadrantową wraz z podłączonym do niej woltmierzem oraz głowicę pomiarową składającą się ze śruby mikrometrycznej z mikrometrem. Cztery ćwiartki diody połączone są w pary – segmenty „górny” i „dolny”, których końcówki podłączone są do miernika. Równomierne oświetlenie

górnego i dolnego segmentu diody spowoduje wygenerowanie na końcówkach takich samych napięć. W takim przypadku wskazana na mierniku różnica napięć wyniesie 0 V.

2. Włączyć laser i odczekać kilka minut dla ustalenia się natężenia wiązki laserowej. W tym czasie zmierzyć sumę odległości  $l$  laser-lustro i lustro-dioda.
3. Przy pomocy śruby mikrometrycznej zmieniać położenie  $x$  detektora (diody kwadrantowej) co  $\delta x = 0.5$  mm. Dla każdego położenia odczytać na woltomierzu różnicę napięć  $U$  wytworzoną przez diodę. Przesuwanie diody kontynuować aż do osiągnięcia przez wiązkę laserową obu skrajnych położzeń na diodzie objawiających się ustabilizowaniem się różnicy napięć lub nawet spadkiem tej różnicy (po osiągnięciu maksimum).
4. Pomiar opisane w punkcie 3 powtórzyć dla innej odległości  $l$ .
5. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli.

$l_1 =$		$l_2 =$	
$x$ [mm]	$U$ [V]	$x$ [mm]	$U$ [V]

### Obliczenia:

1. Sporządzić wykresy zależności  $U(x)$  dla obu wartości  $l$ .
2. Odrzucić pewną liczbę punktów na skrajach wykresu tak, żeby po dopasowaniu prostej do pozostałych punktów metodą najmniejszych kwadratów współczynnik korelacji  $r$  wyznaczonej prostej wynosił co najmniej 0.995 (metoda prób i błędów).  
Obliczenia metodą najmniejszych kwadratów przeprowadzić np. w programie Origin lub Excel. W programie Excel (funkcja REGLINP) do wyprowadzenia wyników obliczeń użyć zaznaczonego zakresu 2x5 komórek, a do zatwierdzenia końcowego okienka dialogowego funkcji REGLINP użyć klawiszy Ctrl+Shift+Enter zamiast OK.  
Zanotować też współczynniki  $a$  i  $b$  wyznaczonej prostej wraz z ich niepewnościami oprócz współczynnika korelacji  $r$ .
3. Analogicznie jak w punkcie 2 przeprowadzić dopasowanie dla punktów otrzymanych dla drugiej odległości  $l$ .
4. Zaznaczyć wyznaczone proste na wykresach
5. Dla każdego  $l$  wyznaczyć przedział  $\Delta x$  liniowej pracy detektora jako różnicę pomiędzy położeniami ostatniego i pierwszego nieodrzuconego punktu w obszarze dopasowanej prostej. Obliczyć niepewność standardową  $u(\Delta x)$  tego zakresu metodą typu B korzystając z niepewności maksymalnej.

6. Dla każdego  $l$  zapisać czułość detektora wyrażoną przez współczynnik kierunkowy dopasowanej prostej wraz z niepewnością czułości.
7. Przytoczyć ostateczne wyniki pomiarów (zakres liniowości i czułość) wraz z niepewnościami pomiarowymi. We wnioskach m.in. omówić wpływ odległości diody kwadrantowej od lasera na zakres liniowości i czułość. Zastanowić się nad mechanizmem tego wpływu (rolę odgrywa szerokość wiązki laserowej).

## Literatura

1. S. R. Meyer-Ardent, Wstęp do optyki , PWN Warszawa 1997.
2. E. Hecht, Optyka, PWN, Warszawa 2012.
3. Sz. Szцениowski, Fizyka doświadczalna, część IV, Optyka, PWN, Warszawa 1983.