

ĆWICZENIE 6

POMIARY ROZKŁADU WSPÓŁCZYNNIKA ZAŁAMANIA W ŚWIATŁOWODACH WŁÓKNISTYCH.

PLAN ĆWICZENIA

1. Zapoznanie się z budową stanowiska do pomiaru rozkładu współczynnika załamania .
2. Przygotowanie powierzchni czołowych badanych światłowodów włóknistych .
3. Pomiary rozkładu współczynnika załamania światłowodów plastikowych i szklanych.

ZAGADNIENIA DO PRZYGOTOWANIA

1. Rodzaje rozkładów współczynnika załamania w światłowodach włóknistych (szklanych i plastikowych).
2. Wpływ rodzaju rozkładu współczynnika załamania na podstawowe parametry światłowodów.
3. Sposoby pomiaru rozkładu współczynnika załamania w światłowodach włóknistych.

Literatura

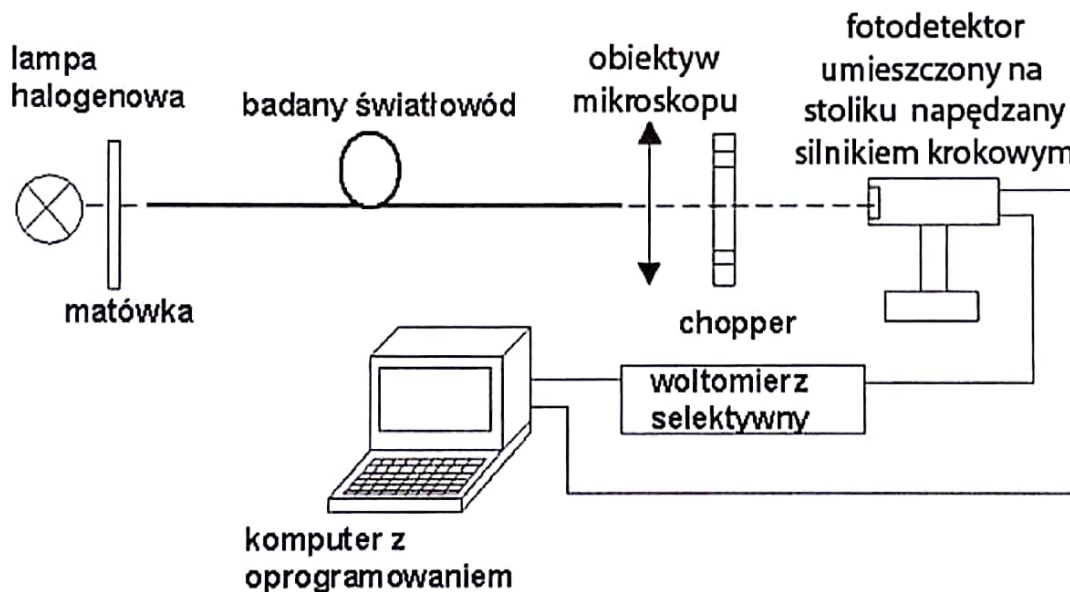
1. Wykład
2. Midwinter Światłowody telekomunikacyjne
3. Palais Zarys telekomunikacji światłowodowej
4. Szustakowski Elementy techniki światłowodowej

Zajęcia odbywają się w laboratorium 414, C-2

**POMIAR ROZKŁADU WSPÓLCZYNNIKA
ZAŁAMANIA W RDZENIU ŚWIATŁOWODÓW
WŁÓKNISTYCH**

Pomiar współczynnika załamania rdzenia metodą transmisji bliskiego pola

Do pomiaru rozkładu współczynnika załamania rdzenia wykorzystano metodę transmisji bliskiego pola – Transmitted Near Fidel. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiony został na rys.3.6.



rys.3.6. Budowa stanowiska do pomiaru rozkładu współczynnika załamania w rdzeniu światłowodów włóknistych

Rozkład współczynnika załamania jest wyrażony wzorem:

$$\frac{P(r)}{P(0)} = \frac{n_r^2(r) - n_p^2}{n_r^2 - n_p^2} = \frac{n_r^2(r) - n_p^2}{NA} \quad (3.1)$$

gdzie:

$P(r)$ – moc optyczna w odległości r od osi światłowodu,

$P(0)$ – moc optyczna dla $r=0$,

$n_r(r)$ – współczynnik załamania w odległości r od osi światłowodu,

n_p – współczynnik załamania płaszczka,

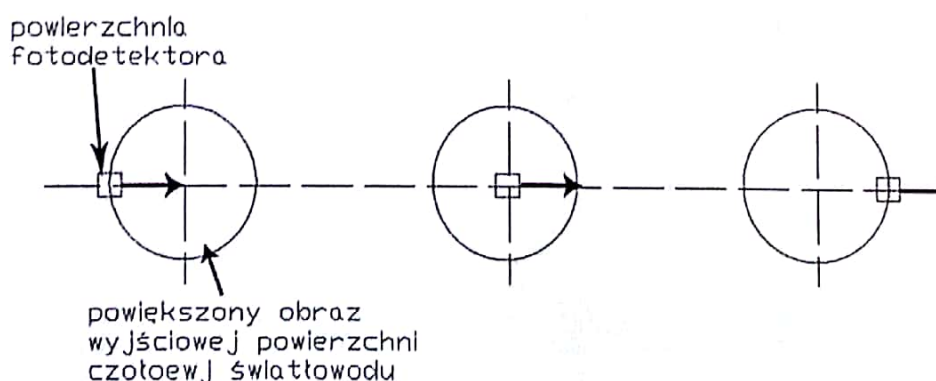
n_r – współczynnik załamania rdzenia dla $r=0$,

NA – apertura numeryczna,

Po przekształceniu powyższego wzoru otrzymujemy rozkład współczynnika załamania w rdzeniu światłowodu opisany wyrażeniem:

$$n_r(r) = \sqrt{\frac{P(r)NA}{P(0)} + n_p^2} \quad (3.2)$$

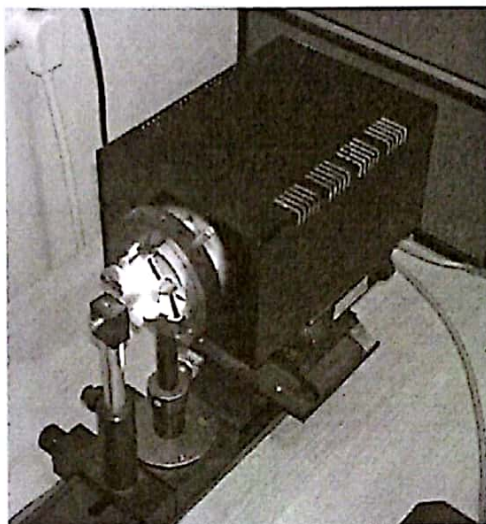
Istotą metody transmisji bliskiego pola jest pomiar rozkładu mocy optycznej na wyjściu badanego światłowodu. Układ optyczny – obiektyw mikroskopowy – odwzorowuje powierzchnię wyjściową badanego odcinka światłowodu na powierzchni detektora. Obraz powierzchni czołowej jest powiększony do wymiarów $\sim 20\text{mm}^2$, co przy wymiarach powierzchni czynnej detektora – $0,5\text{mm} \times 0,5\text{mm}$, można traktować jako pomiar punktowy. Detektor umieszczony jest na stoliku, który przemieszcza się w kierunku prostopadłym do osi układu pomiarowego. Stolik napędzany jest przez silnik krokowy, który sterowany jest z komputera. Źródłem światła w układzie jest lampa halogenowa. Pomiędzy lampą halogenową a badanym światłowodem umieszczona jest matówka, która powoduje, że światło po przejściu przez nią, zostaje bardzo mocno rozproszone, co powoduje, że w światłowodzie wzbudzą się wszystkie możliwe mody. Światło wychodzące ze światłowodu przechodzi przez chopper – modulator światła, po to, aby uniezależnić ją od oświetlenia zewnętrznego. Moc optyczna zamieniana jest przez fotodetektor na sygnał napięciowy, którego wartość mierzona jest przez woltomierz selektywny. Częstotliwość pracy woltomierza jest zgodna z częstotliwością pracy modulatora światła. Zmierzony sygnał przekazywany jest do karty pomiarowej, która podłączona jest z komputerem. Komputer wyposażony jest w oprogramowanie, które w czasie rzeczywistym wyświetla na ekranie wynik pomiaru mocy optycznej w funkcji czasu. Jest dostępna także opcja zapisania wyników do pliku tekstowego.



rys.3.7. Kierunek przemieszczania się fotodetektora względem obrazu powierzchni wyjściowej badanego światłowodu

Stanowisko do pomiaru rozkładu współczynnika załamania w światłowodach składa się z następujących elementów:

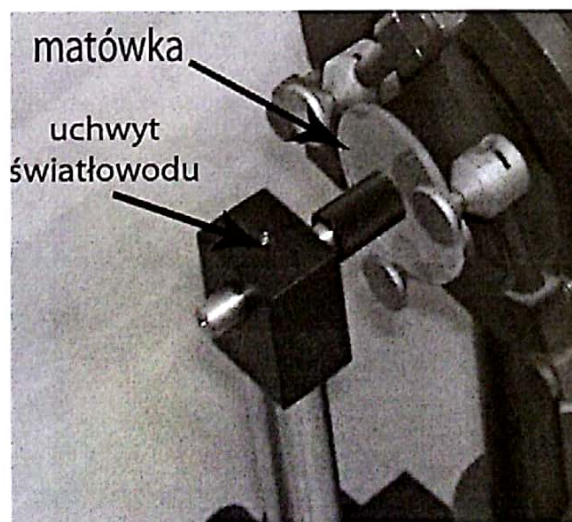
- lampa halogenowa



rys.3.8. Lampa halogenowa

Źródłem światła jest lampa halogenowa o mocy 50W.

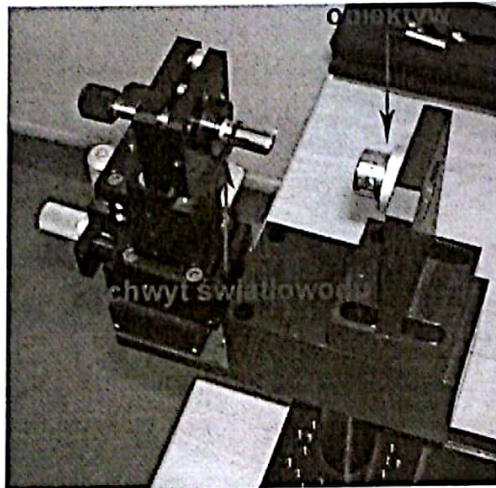
- matówka



rys.3.9. Matówka

Wejściowa powierzchnia czołowa badanego odcinka światłowodu umieszczona jest w pobliżu matówki, która w połączeniu z lampą halogenową symuluje źródło lambertowskie.

- obiektyw mikroskopowy (o powiększeniu x10 dla światłowodów szklanych, x5 dla światłowodów polimerowych)



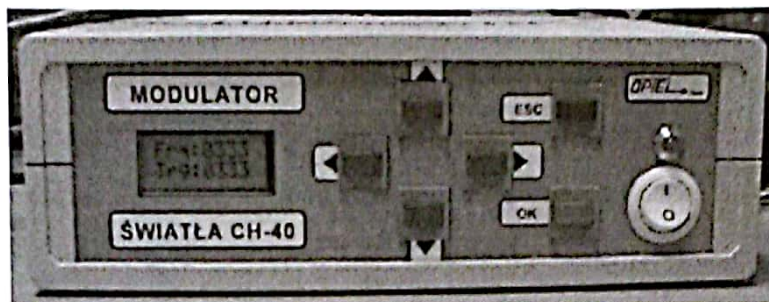
rys.3.10. Obiektyw

Obiektyw służy do odwzorowania wyjściowej powierzchni czołowej światłowodu na powierzchnię czynną detektora. Światłowod jest w uchwycie, który pozwala na pozycjonowanie włókna w osiach XYZ względem obiektywu.

- chopper – mechaniczny modulator amplitudy promieniowania optycznego. Rys.3.11 przedstawia obudowę zawierającą obrotową tarczę modulatora, natomiast rys. 3.12 układ sterowania pozwalający ustawić właściwą częstotliwość modulacji.

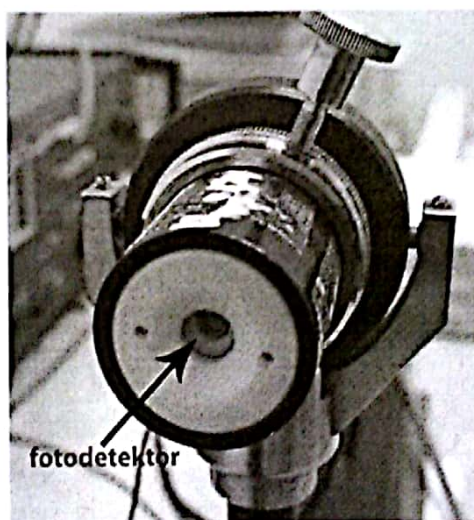


rys.3.11. Modulator



rys.3.12. Sterowanie modulatora

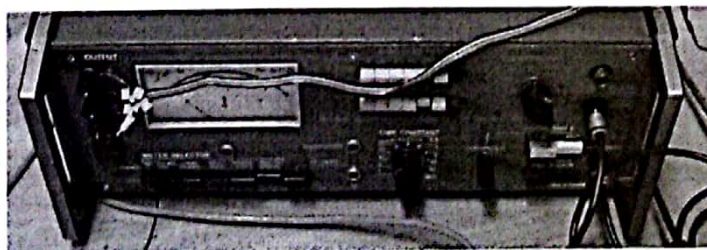
- fotodetektor krzemowy



rys.3.13. Fotodetektor w obudowie

Fotodetektor stanowi fotodioda krzemowa o powierzchni czynnej 0,5mm x 0,5mm. Detektor umieszczono na stoliku, który jest przemieszczany przy pomocy silnika krokowego.

- woltomierz selektywny



rys.3.14. Woltomierz

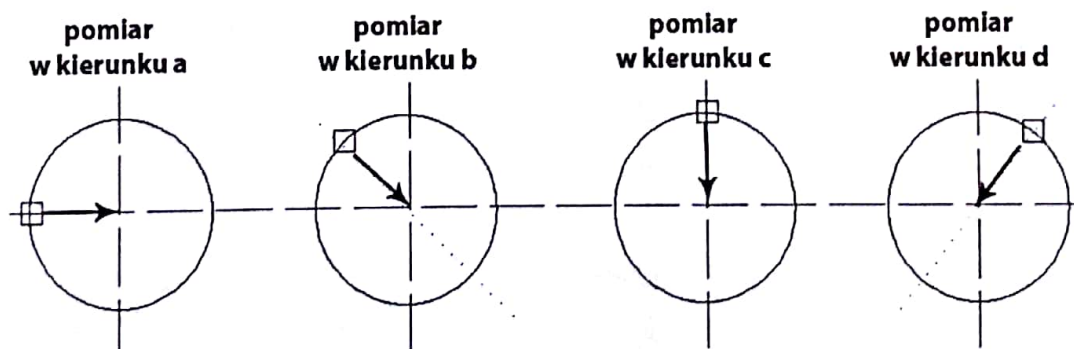
Jest to nanowoltomierz homodynamiczny, który mierzy sygnał z fotodiody i przekazuje go do karty pomiarowej umieszczonej w komputerze pomiarowym. Zakres częstotliwości

ustawionej na woltomierzu powinna być taka by mieściła się w niej częstotliwość pracy choppera. Stała czasowa woltomierza selektywnego ustawiona była na 1 s. Ustawienie mniejszych stałych czasowych (1 ms – 100 ms) powoduje, że woltomierz bardzo gwałtownie reaguje na wszelkie zmiany, przez co pomiar jest bardzo nieczytelny. Natomiast ustawienie dużej stałej czasowej (3 s – 30s) powoduje, że woltomierz zbyt wolno reaguje na zmianę mierzonego sygnału, co także czyni pomiar bezużytecznym.

- komputer z kartą pomiarową



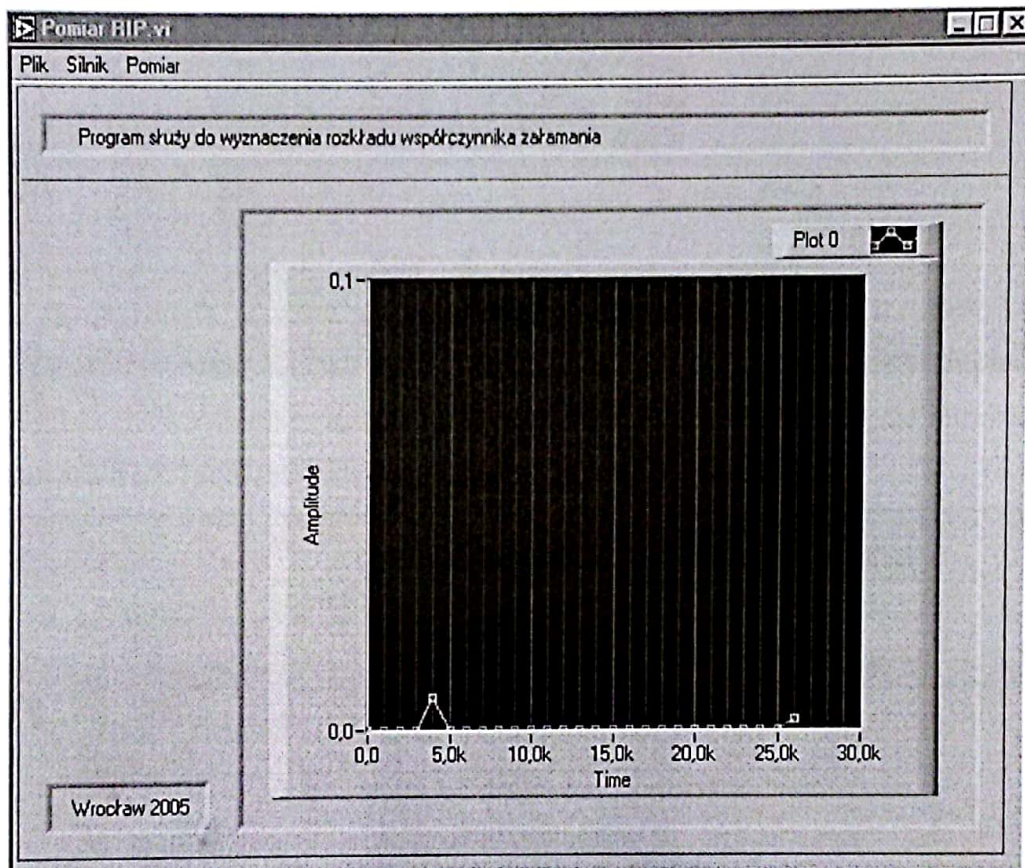
rys.3.15. Komputer z kartą pomiarową



Rys.3.16. Kierunki przeprowadzenia pomiarów rozkładu współczynnika załamania światła w światłowodzie polimerowym

Budowa i podstawy obsługi programu „Pomiar RIP”

Rysunek 3.4.1. przedstawia okno główne programu Pomiar RIP. Wyświetla się ono po jego uruchomieniu. W centralnej części znajduje się wyświetlacz, przypominający ekran oscyloskopu, służący do prezentowania wyników pomiarów. Natomiast w lewym



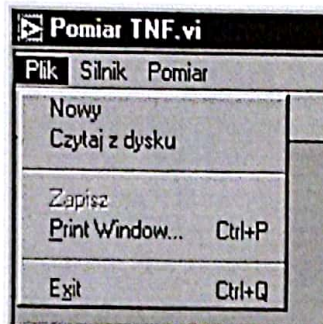
Rys. 3.4.1. Okno główne programu „Pomiar RIP”.

górnym rogu (podobnie jak w większości programów działających pod Windows) widać menu główne (rysunek 3.4.2.). Mamy w nim do wyboru trzy opcje „Plik”, „Silnik” oraz „Pomiar”.

W przypadku pierwszej z nich otwiera się okno z następującymi funkcjami:

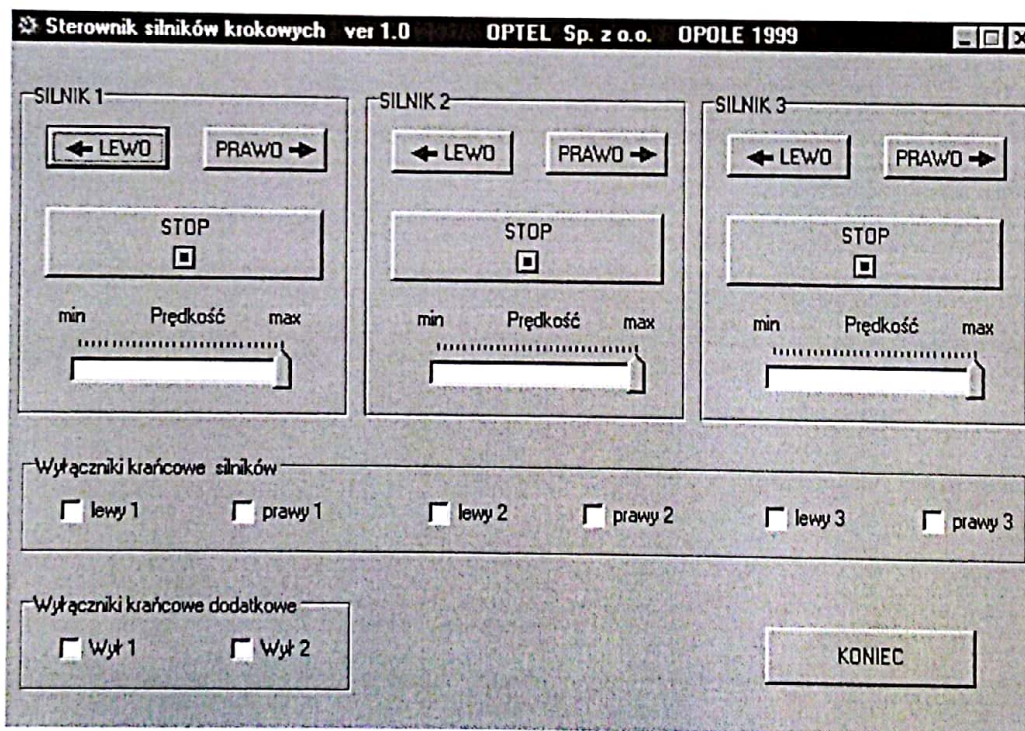
- „Nowy” – powoduje wyczyszczenie wyświetlacza w oknie głównym,
- „Czytaj z dysku” – daje nam możliwość otwarcia pliku z wcześniej zapisanymi pomiarami,
- „Zapisz” – pozwala nam zapisać na dysku wyniki pomiarów aktualnie prezentowanych w oknie głównym; możemy nadać plikowi dowolną nazwę,

- „Print Window” – pozwala wydrukować widok okna głównego,
- „Exit” – wyjście z programu.



Rys 3.4.2. Menu główne programu „Pomiar RIP”.

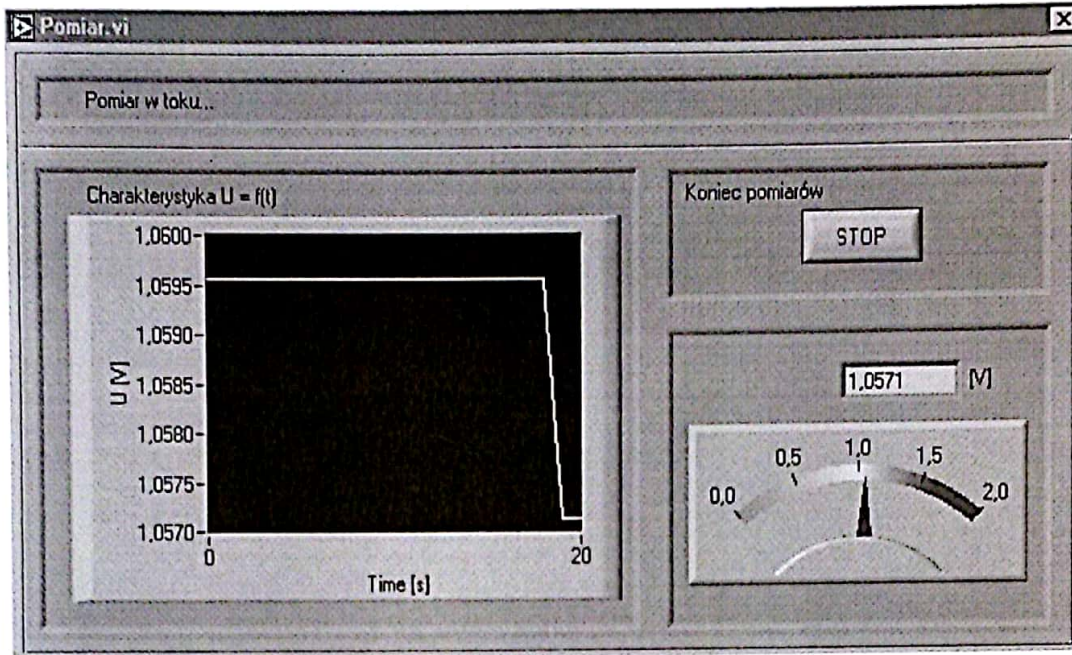
Opcja „Silnik” otwiera program sterujący silnikiem krokowym (rysunek 3.4.3.), którym można poruszać zarówno w lewą jak i prawą stronę względem osi optycznej układu. Gdy dojdzie on do końca swojego zakresu wyłącznik krańcowy spowoduje jego zatrzymanie. Użytkownik może także zmienić prędkość przesuwu.



Rys 3.4.3. Okno sterowania silnikiem krokowym.

Natomiast opcja „Pomiar” uruchamia pomiar napięcia na wejściu analogowym karty i jednocześnie otwiera okno (rysunek 3.4.4), w którym są na bieżąco wyświetlane wyniki. Odczyt dokonywany jest co sekundę i wyświetlany w postaci punktu na ekranie

analogicznym jak w oknie głównym. Skala na wykresie zmienia się w zależności

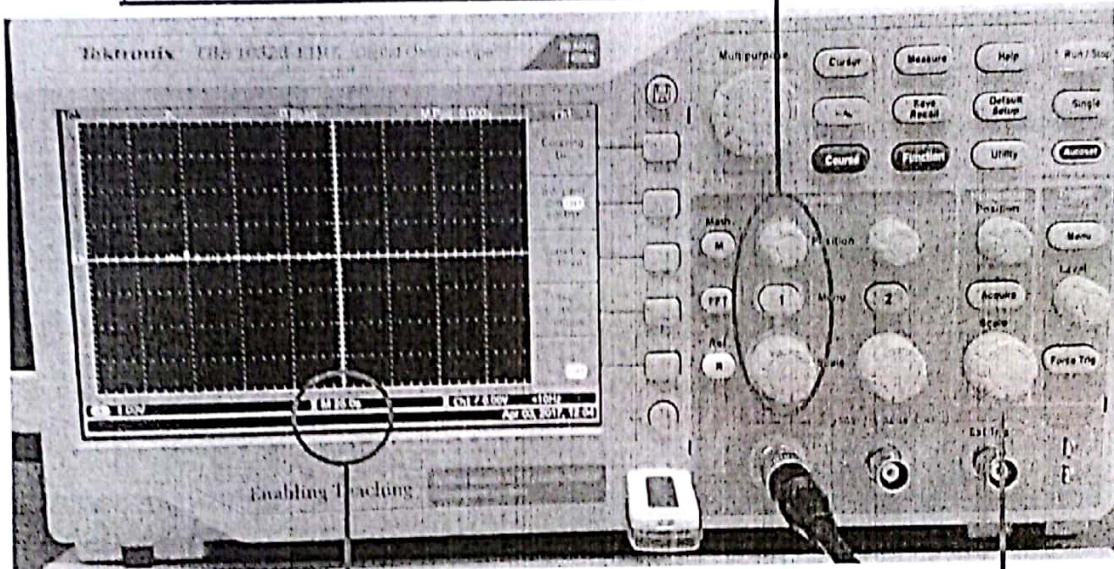


Rys. 3.4.4. Widok okna pomiarowego.

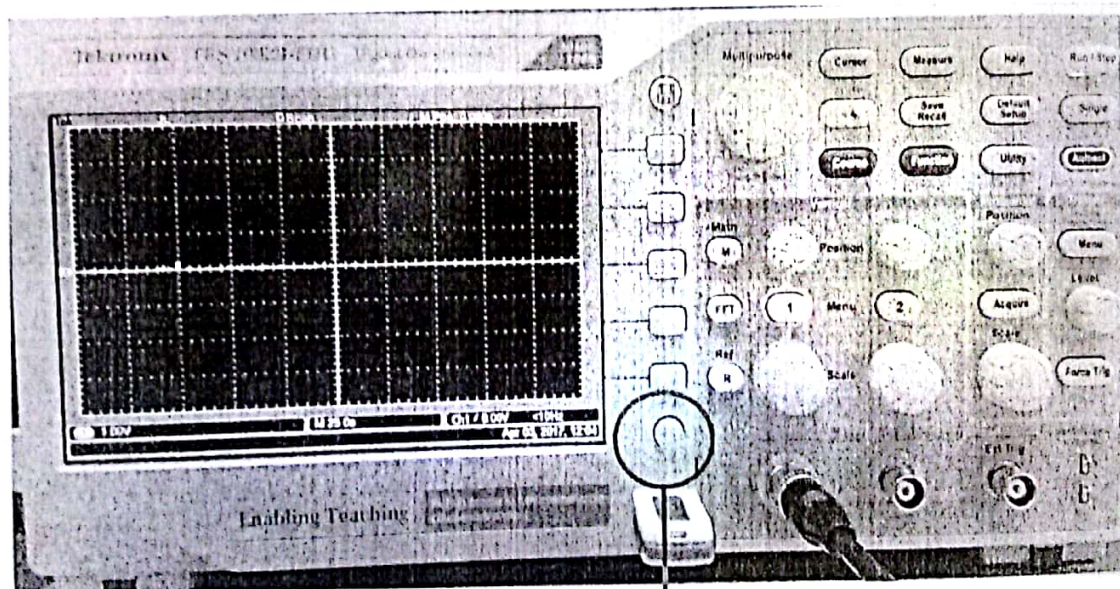
od wartości wyników pomiarów. Wartość aktualnego napięcia można obserwować na wyświetlaczu wskazówkowym oraz cyfrowym. Naciśnięcie klawisza „STOP” powoduje zakończenie zbierania danych i przekazanie ich do okna głównego.

Instrukcja obsługi oscyloskopu do rejestracji ch-ki rozkładu współczynnika załmania światła

Ustawiamy pozycję wskaźnika kanału u dołu ekranu i dobieramy możliwie duże wzmocnienie kanału, aby obserwować cały przebieg rejestrowanego sygnału.

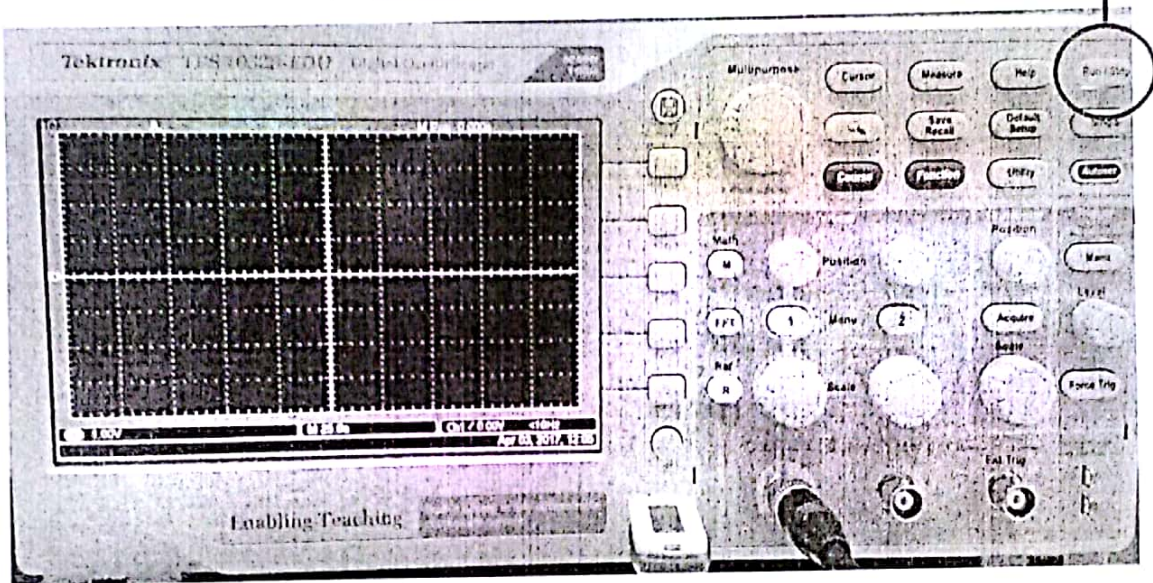


Dobór nastawy podstawy czasu 10 s/div lub 25 s/div. Podstawę dobieramy do prędkości przesuwu silnika krokowego ustawianą w programie Pomiar R

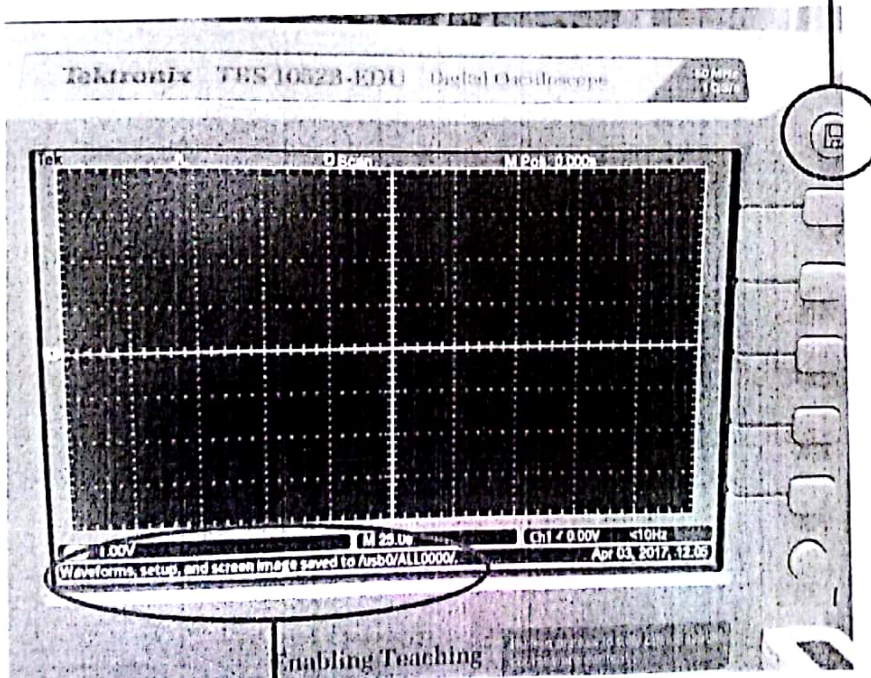


Przyciskiem MENU OFF wyłączamy podgląd menu i jest do dyspozycji pełne pole obserwacji sygnału.

Gdy na ekranie jest widoczny cały przebieg rozkładu współczynnika załamania światła, należy zatrzymać rejestrację.



Zapisujemy przebiegi w postaci plików *.csv do dalszej analizy.



Nazwa zapisanego przebiegu pojawi się na ekranie po zakończonym zapisie.