

ĆWICZENIE 6

ŚWIATŁOWODOWE ZABEZPIECZENIA ŁUKOOCHRONNE STOSOWANE W PRZEMYSŁE ENERGETYCZNYM

Plan ćwiczenia

1. Czujniki czołowe do detekcji wyładowań łukowych – pomiar kąta akceptacji dla wskazanych głowic pomiarowych.
2. Pomiary intensywności oświetlenia dla wybranych źródeł promieniowania świetlnego.
3. Zapoznanie się z budową zabezpieczeń łukoochronnych ZŁ-4 firmy ENERGOTEST.
4. Pomiary testowe zabezpieczeń łukoochronnych ZŁ-4 firmy ENERGOTEST.
Wyznaczenie minimalnej wartości oświetlenia niezbędnej do zadziałania systemu zabezpieczającego.

Zagadnienia do przygotowania :

1. Podstawowe wielkości fotometryczne i ich jednostki.
2. Zasada pomiaru apertury numerycznej – stanowisko pomiarowe i jego ograniczenia.
3. Światłowody polimerowe – podstawowe parametry.

Literatura

1. Wykład
2. Midwinter Światłowody telekomunikacyjne
3. Palais Zarys telekomunikacji światłowodowej
4. Szustakowski Elementy techniki światłowodowej
5. Strona internetowa firmy ENERGOTEST

Zajęcia odbywają się w laboratorium 410, C-2

Skutki wystąpienia łuku elektrycznego.

Oddziaływanie łuku elektrycznego wywołuje następujące skutki:

- **termiczne** - temperatura w miejscu zwarcia osiąga **20000 °C**
(dla porównania temperatura powierzchni słońca wynosi 5500 °C)
co powoduje spalanie sprzętu lub poparzenia ludzi

- **mechaniczne** - powstaje silna fala uderzeniowa wskutek nagrzewania powietrza od łuku (ciśnienie po ok. 100 ms osiąga kilka barów) – uszkodzenia ciała, zniszczenie urządzeń

- **chemiczne** - toksyczne gazy pochodzące ze spalania i odparowania materiałów izolacyjnych, stali i innych materiałów - ciężkie zatrucia i poparzenia wewnętrzne

- **akustyczne** - zwarcie towarzyszy duży huk, który może trwale uszkodzić słuch

- **światłne** - błysk łuku z bliskiej odległości może spowodować uszkodzenia wzroku zazwyczaj przejściowe. Nie mówimy tutaj o bezpośrednim oddziaływaniu gorących gazów, które doprowadzają często do trwałej utraty wzroku.

Systemy ochrony i bezpieczeństwa w przemyśle energetycznym.

Rodzaje zagrożeń : **pożar, zadymienie (bardzo łatwopalne materiały), obecność toksycznych cieczy lub gazów, wysoką temperaturę, a także obecność osób (pracowników) w pobliżu urządzeń stanowiących zagrożenie dla ich zdrowia lub życia.**

- **Detekcja ilości światła (czujnik ppoż. oraz czujnik przebicia łukowego)**

Jedną z metod wykrywania pożaru jest detekcja emitowanego w czasie jego trwania promieniowania optycznego. Można to uzyskać albo poprzez wprowadzenie promieniowania do **jednego końca światłowodu** w sposób konwencjonalny, albo poprzez zastosowanie **specjalnych głowic**, które ułatwiają sprzężenie wiązki świetlnej z rdzeniem światłowodu.

- **Detekcja temperatury**

Przykładem czujnika temperatury jest wyłącznik termiczny. Jego zasada działania wykorzystuje przemianę szklistą pewnych rodzajów wosku i parafiny, z których zbudowana jest głowica czujnikowa. Przy temperaturze topnienia (wosku lub parafiny) zmiana ulega współczynnik odbicia wiązki światła propagowanej w głowicy czujnikowej.

Dla alarmów ogniowych stosuje się wosk o temperaturze topnienia **55°C**.

- **Detekcja dymu**

Niektóre z czujników ognia wykrywają obecność dymu, który towarzyszy pożarowi. Najczęściej są to zewnętrzne czujniki światłowodowe, które wykrywają światło **tłumione** lub **rozproszone** przez obecność dymu.

- **Zabezpieczenie mienia**

Systemy zabezpieczenia mienia wykorzystują zasadę działania czujnika mikrozgięciowego. Siła działająca na światłowód (ciężar człowieka) powoduje jego ugięcie (mikrozgięcia) a tym samym odsprężenie z rdzenia światłowodu promieniowania podczerwonego.

JEDNOSTKA CENTRALNA ZABEZPIECZENIA ŁUKOOCHRONNEGO

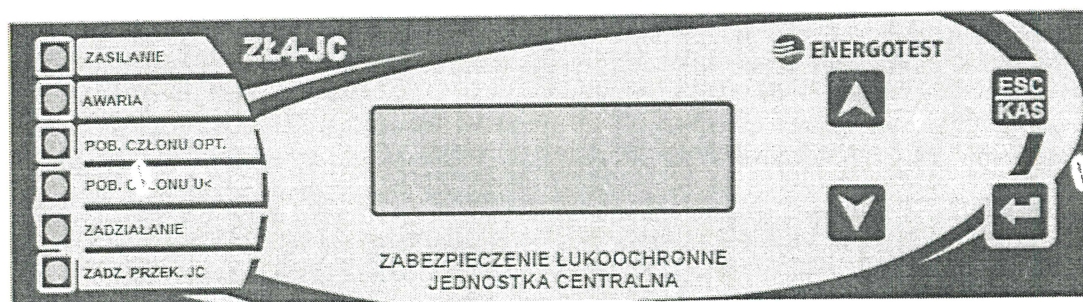
Jednostka centralna ZŁ-4JC nadzoruje pracę zabezpieczenia łukoochronnego, dostarcza informacji dotyczących aktualnego stanu zabezpieczenia chronionego obiektu poprzez :

- komunikację z jednostkami polowymi ZŁ-4JP:
- obieranie informacji na temat nastaw i sygnalizacji pobudzenia jednostek polowych
- kontrolowanie stanu transmisji pomiędzy poszczególnymi elementami zabezpieczenia

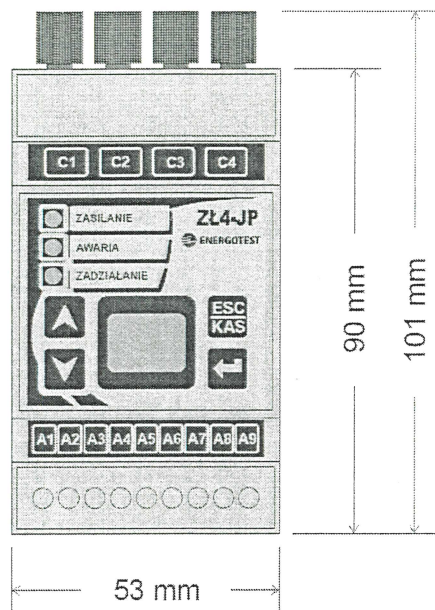
PLYTA CZOŁOWA JEDNOSTKI CENTRALNEJ ZŁ-4 JC

Jednostka centralna wyposażona jest w :

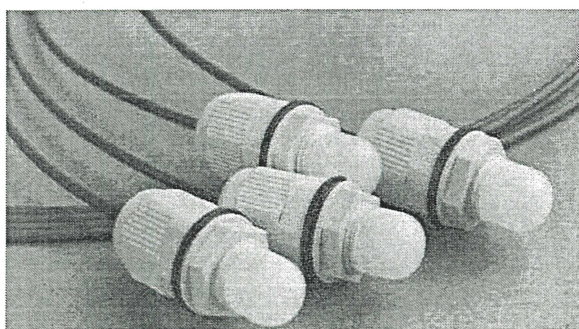
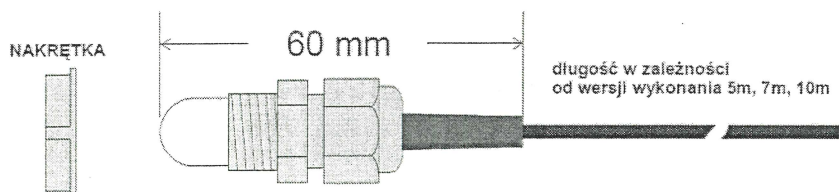
- sygnalizację optyczną w postaci 6 diod LED
- panel operatorski w postaci wyświetlacza LCD i 4 przycisków funkcyjnych



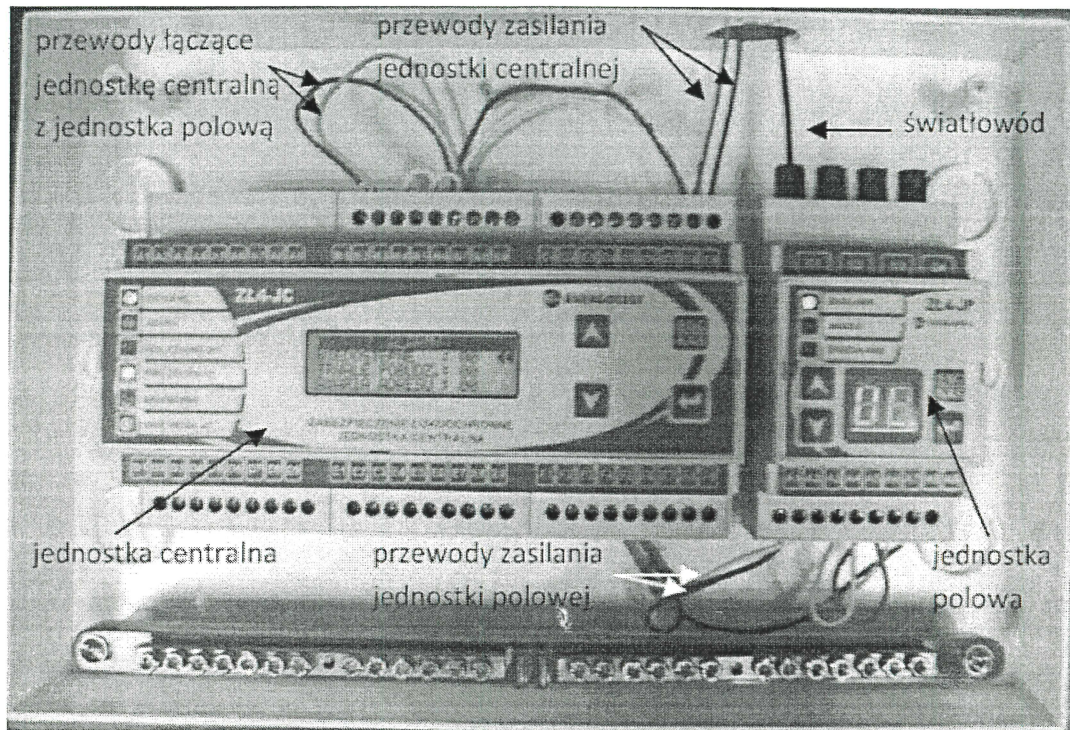
JEDNOSTKA POŁOWA ZŁ-4JP



GŁOWICA CZUJNIKOWA WSPÓŁPRACUJĄCA Z JEDNOSTKĄ POŁOWĄ ZŁ-4JP



POŁĄCZENIE JEDNOSTKI CENTRALNEJ ZŁ-4 JC Z JEDNOSTKĄ POLOWĄ ZŁ-4 JP.



SYMULACJA WYŁADOWANIA ŁUKOWEGO

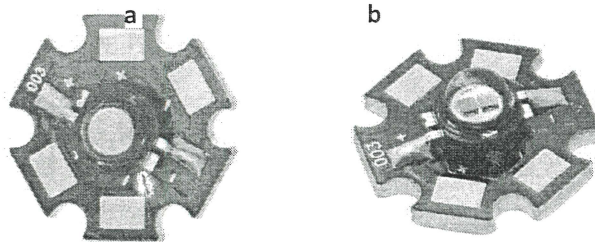
DIODY ELEKTROLUMINESCENCYJNE DUŻEJ MOCY

- **DIODA 1 W, MODEL OSPW5111P**, emituje szerokie spektrum światła (biała barwa). Zasilanie diody $I=50 \text{ mA}$, przy $U=3.5 \text{ V}$.



- **DIODY MOCY 3 W;**
 - **MODEL OLBHP3W-S**, emituje szerokie spektrum światła – biała barwa (patrz rysunek a)
 - **MODEL OLBCHP3W-S**, emituje światło o długości fali $\lambda=625 \text{ nm}$ – barwa czerwona (patrz rysunek b)

Oba modele diod wymagają zasilania prądowego $I=800 \text{ mA}$ oraz wymagane jest napięcie nieprzekraczające odpowiednio $U=3.9 \text{ V}$ (dioda a) oraz $U=2.6 \text{ V}$ (dioda b). Ze względu na dużą emisję ciepła diody montowano na radiatorze.

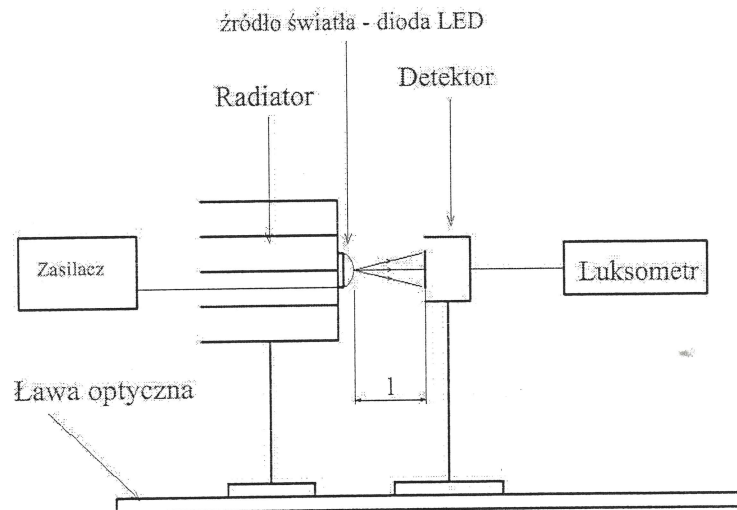


Diody wysokiej mocy 3W model:

a. OLBHP3W-S (dioda biała), b. OLBCHP3W-S (dioda czerwona)

STANOWISKO DO POMIARÓW NATEŻENIA OŚWIETLENIA

Stanowisko zestawiono na ławie optycznej, na której umieszczono wybraną diodę i detektor luksometru.



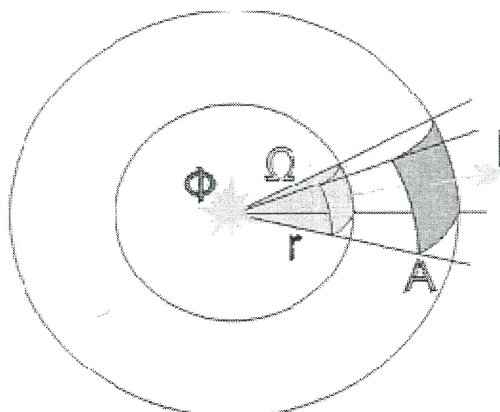
W pomiarach wykorzystano:

- Detektor Light Meter model LX-103 firmy Lutron - miernik natężenia oświetlenia (luksometr).
- Zasilacz NDN, model DF1723003TC.

Pomiary przeprowadzono w dwu trybach:

- dla zadanej odległości dioda-detektor mierzono natężenie oświetlenia w funkcji prądu zasilającego diodę elektroluminescencyjną
- dla zadanej wartości prądu zasilającego diodę zmieniano odległość między diodą a detektorem luksometru

FOTOMETRIA – PODSTAWOWE DEFINICJE i WZORY



NATEŻENIE OŚWIETLENIA jest to iloraz strumienia świetlnego Φ padającego na elementarną powierzchnię do wartości tej elementarnej powierzchni A .

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

Inaczej mówiąc, natężenie oświetlenia jest to ilość światła padająca na powierzchnię.

Jednostką NATEŻENIA OŚWIETLENIA jest LUX definiowany jako oświetlenie prostopadłej do promieni świetlnych powierzchni równej 1m^2 pada strumień świetlny równy jednemu lumenowi (1lm).

$$1\text{lx} = \frac{1\text{lm}}{1\text{m}^2}$$

STRUMIEŃ ŚWIETLNY Φ

to moc energii promienistej równa iloczynowi NATEŻENIA I izotropowego źródła punktowego i KĄTA BRYŁOWEGO Ω .

Jednostką strumienia świetlnego jest LUMEN (lm)

$$1\text{lm} = 1\text{cd} \cdot 1\text{sr}$$

NATEŻENIE ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

termin 'nateżenie źródła światła' (światłość) odnosi się do energii wypromieniowanej w jednostce czasu przez źródło w jednostkowy kąt bryłowy.

Wielkość ta nosi nazwę **nateżenia kąowego I**, podawana jest w watach/steradian.

Fotometrycznym odpowiednikiem jest **światłość kierunkowa**, której jednostką jest **kandela (cd)**.

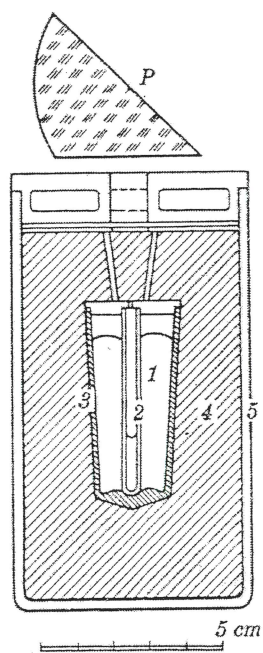
1 cd jest to światłość w kierunku normalnym $1/60\text{ cm}^2$ otwartego końca rurki z tlenku toru w temperaturze krzepnięcia platyny (1773°C).

Wzorzec kandel jest podstawowym wzorcem fotometrycznym

Jasność (luminancja) źródła światła - zdolność emisyjna ciała promieniującego, jednostką jasności jest **stilb (sb)**.

LUMINANCJĘ otwartego końca RURKI z TLENKU TORU, ogrzanej do temperatury krzepnięcia platyny (1773°C), przyjmujemy jako 60 stilbów.

WZORZEC KANDELI



- 1- chemicznie czysta platyna (w temperaturze topnienia 1773°C)
- 2- rurka z tlenku toru
- 3- naczynie z topionego toru
- 4- tlenek toru
- 5- naczynie kwarcowe

Naczynie kwarcowe znajduje się w piecu indukcyjnym w celu stopienia platyny.

Wyznaczanie kąta akceptacji czujników czołowych

Kąt akceptacji czujników czołowych wyznaczany jest w sposób analogiczny do sposobu wyznaczania kąta akceptacji światłowodów włóknistych (z pomiarów kąтового rozkładu mocy optycznej na wyjściu z czujnika czołowego) .

Apertura numeryczna NA (ang. Numerical Aperture) dla światłowodów włóknistych definiowana jest jako sinus kąta akceptacji. Przez kąt akceptacji światłowodu rozumie się maksymalny kąt określany względem osi włókna, dla którego promienie wprowadzone do światłowodu będą spełniały warunek całkowitego wewnętrznego odbicia (będą propagowane w światłowodzie)

$$NA = \sin \Theta$$

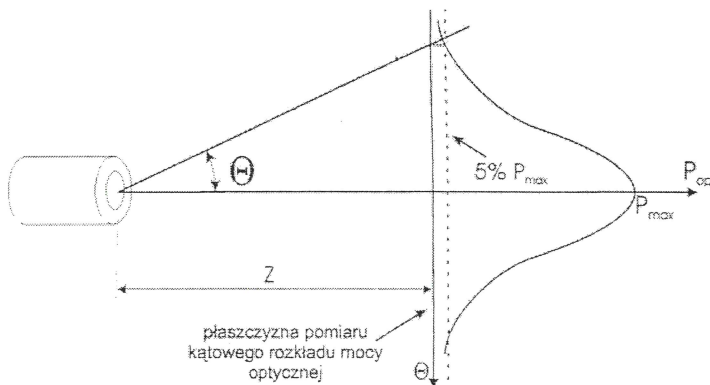
gdzie: Θ – kąt akceptacji.

Aperturę numeryczną światłowodów (NA) wyznaczamy z pomiarów **kąowego rozkładu mocy optycznej** na wyjściu z badanego odcinka światłowodu w dalekim polu.

Dalekie pole dla światłowodów włóknistych definiowane jest jako odległość Z pomiędzy płaszczyzną pomiaru kąowego rozkładu mocy optycznej (płożenie detektora) a powierzchnią czołową włókna, spełniającą zależność

$$Z \gg \frac{(2a)^2}{\lambda}$$

gdzie: a – promień rdzenia światłowodu, λ – długość propagowanej w światłowodzie fali świetlnej.



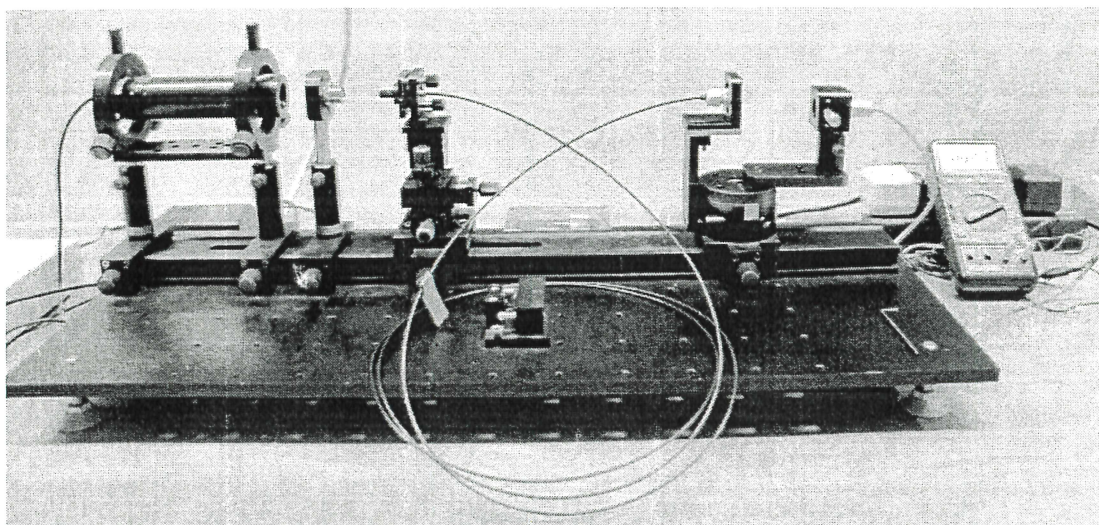
Wyznaczanie kąowego rozkładu mocy optycznej wychodzącej ze światłowodu.

Pomiary kąta akceptacji czujnika czołowego

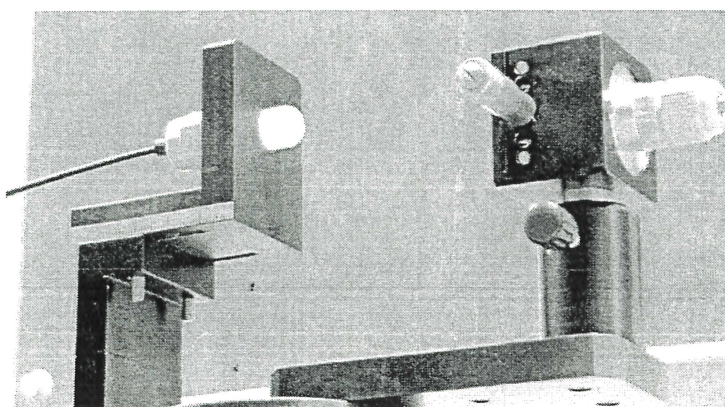
Poniżej zamieszczone zdjęcie przedstawia stanowisko do pomiaru kąтового rozkładu mocy optycznej wychodzącej z czujnika czołowego współpracującego z zabezpieczeniem łukoochronnym ZŁ-4 firmy Energotest.

Źródłem promieniowania optycznego w umawianym układzie jest laser HeNe emitujący promieniowanie optyczne o długości $\lambda = 632,8 \text{ nm}$.

Kątowy rozkład mocy optycznej mierzony jest przy pomocy detektora krzemowego zamocowanego na obrotowym ramieniu w przedziale kątowym od -130° do $+130^\circ$. Sygnał optyczny zamieniany jest na sygnał napięciowy proporcjonalny do detekowanej mocy optycznej i mierzony jest standardowym Meteksem.



Uchwyt do mocowania czujnika czołowego względem detektora przedstawiono na kolejnym zdjęciu.



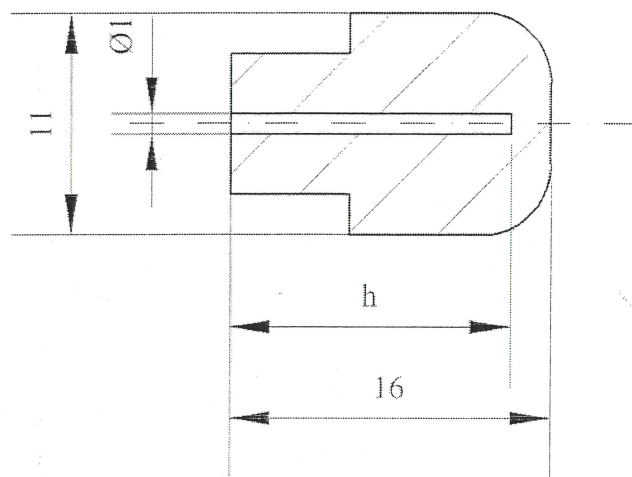
Pomiary kąтового rozkładu mocy optycznej będą przeprowadzane dla czujników czołowych różniących się między sobą

- głębokością nawierceń, przeznaczonych do lokalizacji światłowodów
- przezroczystością materiału głowicy czujnikowej.

Pomiary te mają wykazać jaki jest wpływ wyżej wymienionych czynników na kąt akceptacji głowicy czujnikowej.

Głębokości osiowo nawierconych otworów wynoszą h : 14 mm, 10 mm, 8 mm i 6 mm.

Przekrój poprzeczny głowicy czujnikowej przedstawiono na rysunku poniżej.



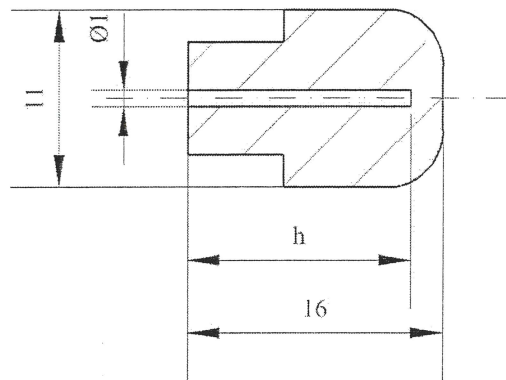
Przekrój poprzeczny głowicy czujnikowej.

CZUJNIK CZOŁOWY

Określenie kąta akceptacji czujnika czołowego, stosowanego w zabezpieczeniu łukochronnym ZŁ-4.

Dokonano pomiary dla głowic różniących się

- rodzajem materiału
- głębokością umieszczenia światłowodu w głowicy czujnikowej



Przekrój poprzeczny czujnika czołowego.

- W głowicach czujnikowych nawiercono osiowo otwory o różnych głębokościach h : 14 mm (głowica 1), 10 mm (głowica 2), 8 mm (głowica 3) i 6 mm (głowica 4).

Pomiary przeprowadzono dla położenia detektora względem osi układu pomiarowego w przedziale od -130° do 130° .

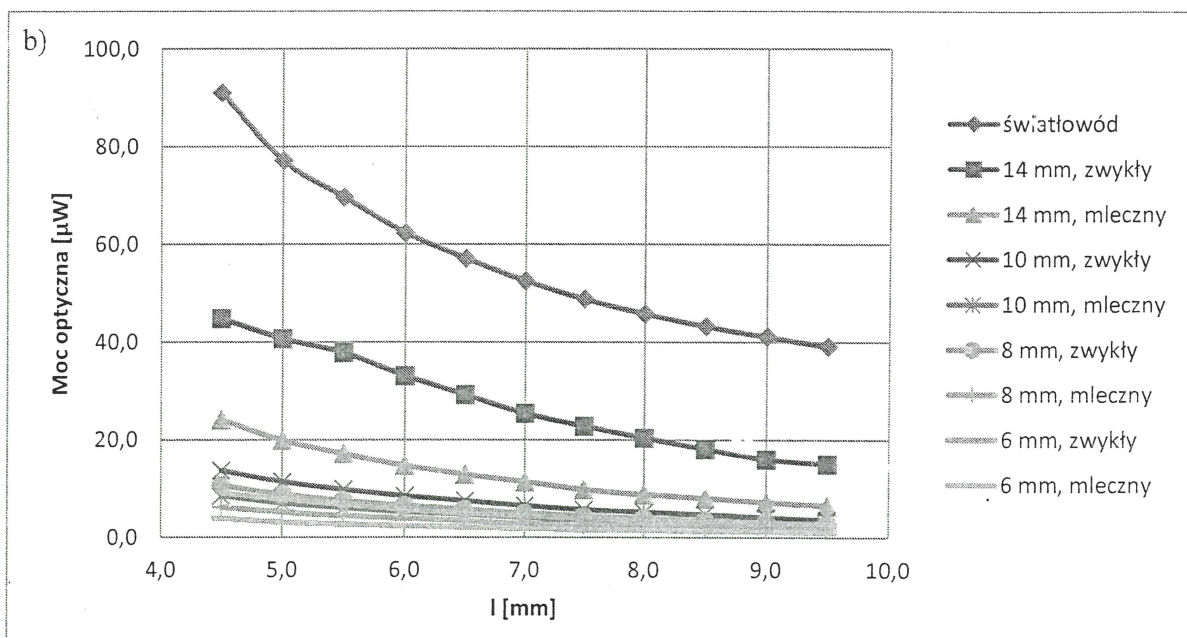
- Głowice czujnikowe wykonano z tworzywa sztucznego o nazwie Ertalon o dwu stopniach przezroczystości.

WPLYW ODLEGŁOŚCI CZUJNIKA CZOŁOWEGO OD ŹRÓDŁA ŚWIATŁA NA WŁĄCZENIE ALARMU W ZABEZPIECZENIU ŁUKOOCRONNYM ZŁ-4.

Celem pomiarów jest zbadanie wpływu odległości czujnika czołowego od źródła światła na włączenie alarmu w zabezpieczeniu łukochronnym ZŁ-4.

Zakres pomiarów obejmował określenie:

- zależności detekowanej mocy optycznej w funkcji odległości l czujnika czołowego od źródła światła
- wpływu natężenia oświetlenia E czujnika czołowego na zadziałanie zabezpieczenia łukochronnego ZŁ-4

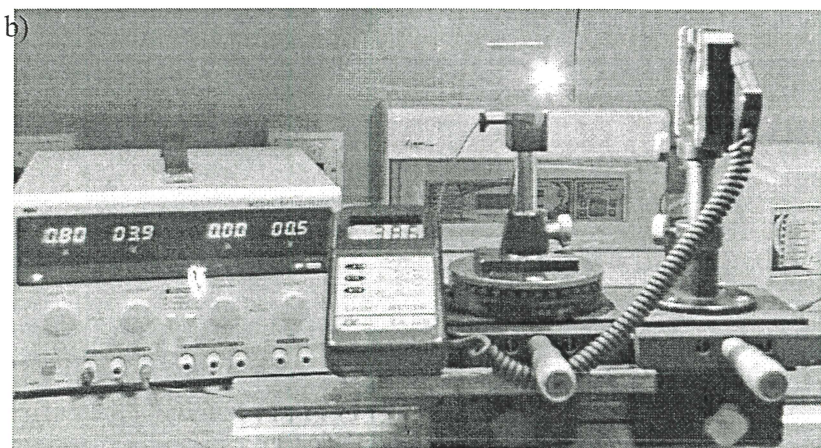
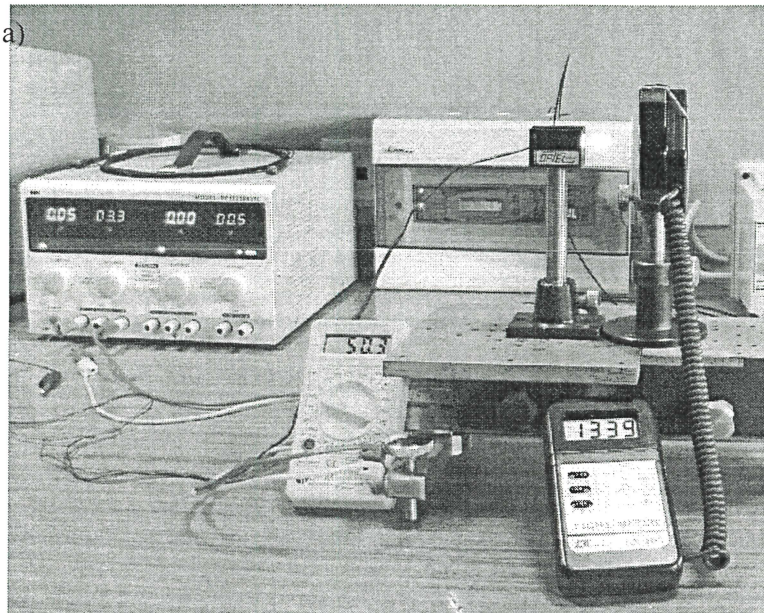


Zależność mocy optycznej w funkcji odległości l źródła światła od głowicy czujnikowej

Stanowisko do pomiaru natężenia oświetlenia

Na zdjęciach przedstawiono stanowiska do pomiaru natężenia w funkcji odległości od źródła światła dla wyżej wymienionych diod:

a) diody D_1 ; b) diody D_2 .



Stanowisko

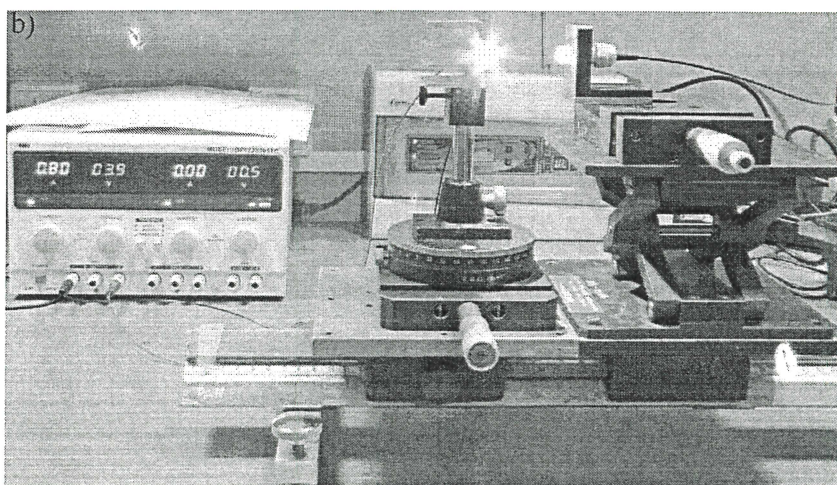
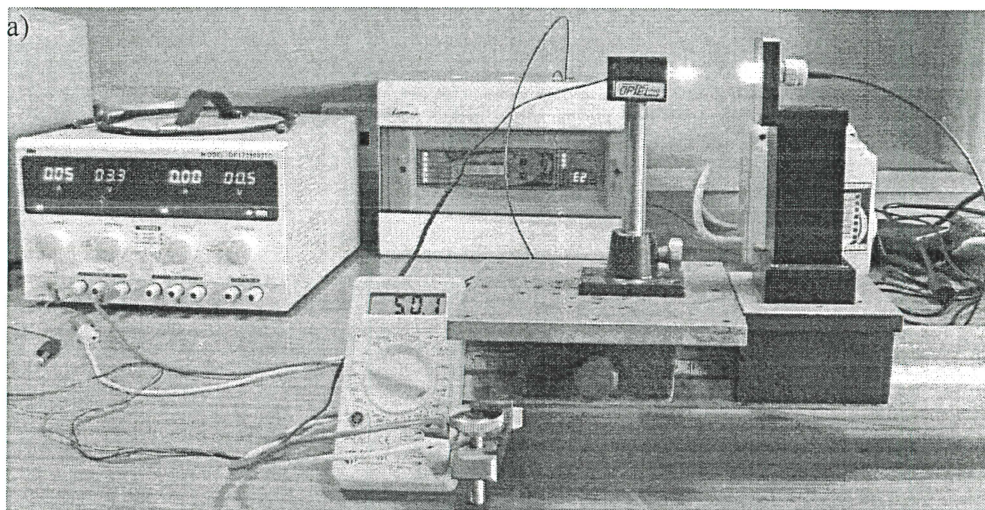
Pomiary wartości natężenia światła padającego na powierzchnię czołową czujnika przeprowadzono zwiększając odległość l pomiędzy źródłem światła, a czujnikiem (czołowym) *luksametru* co 5 mm.

Stanowisko do pomiaru czułości czujnika czołowego

Zamieszczone poniżej zdjęcia przedstawiają układy do testowania czułości zadziałania systemu łukochronnego ZŁ-4 z czujnikiem czołowym.

Pomiary przeprowadzane będą dla wskazanych czujników czołowych w funkcji ich odległości od źródła światła. Zastosowane źródła to diody elektroluminescencyjne dużej mocy, odpowiednio:

a) dioda D_1 - o mocy 1W; b) dioda D_2 - o mocy 3W.



Celem pomiarów jest ustalenie minimalnego natężenia światła (emitowanego przez diodę) włączającego alarm w zabezpieczeniu łukochronnym. Natężenie światła będzie określone luksometrem wstawionym w miejsce czujnika czołowego.