

Adam PILŚNIAK, Grzegorz ZIOŁO
Politechnika Śląska
Katedra Metrologii, Elektroniki i Automatyki

STANOWISKO DO WYZNACZANIA KRZYWYCH ŚWIATŁOŚCI ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA LED

W artykule przedstawiono budowę stanowiska goniometru fotometrycznego, służącego do wyznaczenia krzywych światłości źródeł LED. Opisano również oprogramowanie sterujące pracą urządzenia. Przedstawione zostały wyniki pomiarów dla przykładowego źródła światła.

Słowa kluczowe: krzywe światłości, goniometr fotometryczny, źródła światła LED

THE DEVICE FOR DETERMINATION ANGULAR FIELD DISTRIBUTION OF THE LED LAMPS

The article presents the construction of a goniophotometer used to measure a full 360° photometric field distribution of the LED lights. The computer program, controlling the operation of the device, is also described. The measurement results for a chosen light source are presented.

Keywords: angular field distribution, goniophotometer, LED lamps

1. WSTĘP

Właściwe oświetlenie miejsca jest ważnym czynnikiem wpływającym zarówno na bezpieczeństwo pracy, jak i komfort osób przebywających w danym pomieszczeniu. Niewłaściwie zaprojektowane lub źle wykonane może prowadzić do zmęczenia lub w skrajnych warunkach do stopniowego pogorszenia wzroku. Aby nie doprowadzić do takich skutków należy stosować oświetlenie, które zostało zaprojektowane zgodnie z wymogami zawartymi w normie [1].

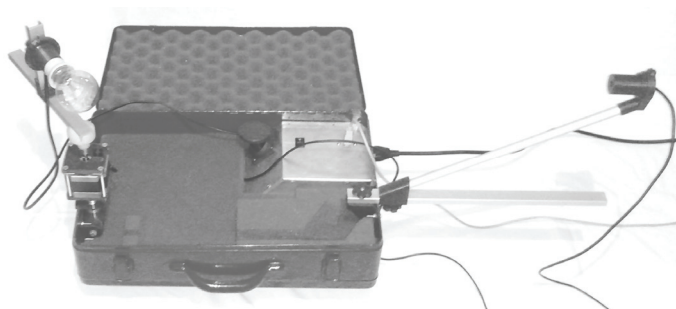
Szybko rozwijająca się technologia LED spowodowała znaczące zwiększenie liczby dostępnych źródeł światła, oferowanych przez różnych producentów, o coraz lepszych parametrach i niższych cenach. Niestety większość producentów nie podaje informacji o niektórych parametrach. Jednym z nich są krzywe światłości, które obrazują zmiany światłości (I) w funkcji kąta obrotu (α) źródła wokół osi, przechodzącej przez środek świetlny. Brak informacji o krzywych światłości sprawia, że firmy zajmujące się oświetleniem nie są w stanie poprawnie zaprojektować konstrukcji źródeł światła.

2. BUDOWA URZĄDZENIA

Działanie goniometru fotometrycznego polega na krokowym obrocie ramienia z zamocowanym źródłem światła, przy równoczesnym pomiarze światłości. Powoduje to, że urządzenie musi składać się z dwóch części: mechanicznej, odpowiedzialnej za obrót ramienia, oraz elektronicznej, w której skład wchodzi przetwornik pomiarowy, sterownik silnika krokowego oraz komputer PC z zainstalowaną aplikacją sterującą.

Urządzenie zostało umieszczone w metalowej walizce, co umożliwia mobilne wykorzystanie przyrządu (rys.1). Obudowa pełni również funkcję konstrukcji wsporczej dla elementów mechanicznych urządzenia, tj. silnika krokowego z dołączonym ramieniem, służącym do zamocowania badanego obiektu oraz wysięgnika, na którym zamocowany jest fotodetektor [4]. Obrotowe ramię zostało wykonane w taki sposób, aby było możliwe ustalenie pozycji źródła światła

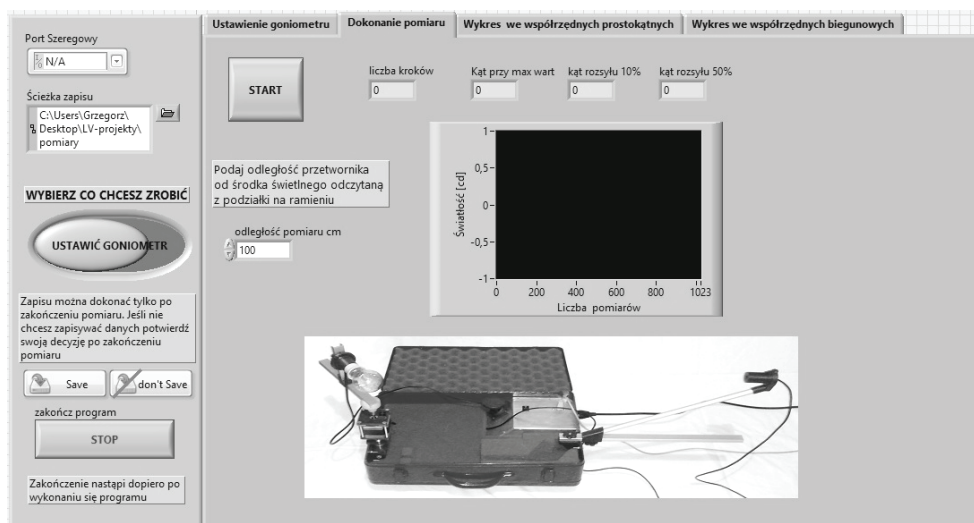
w pionie i poziomie. Jest to wykorzystywane do ustawienia obiektu tak, aby jego środek świetlny pokrywał się z osią obrotu ramienia, a wysokość była na poziomie fotodetektora.



Rys. 1. Fotografia stanowiska przygotowanego do przeprowadzenia pomiarów

3. OPROGRAMOWANIE STERUJĄCE

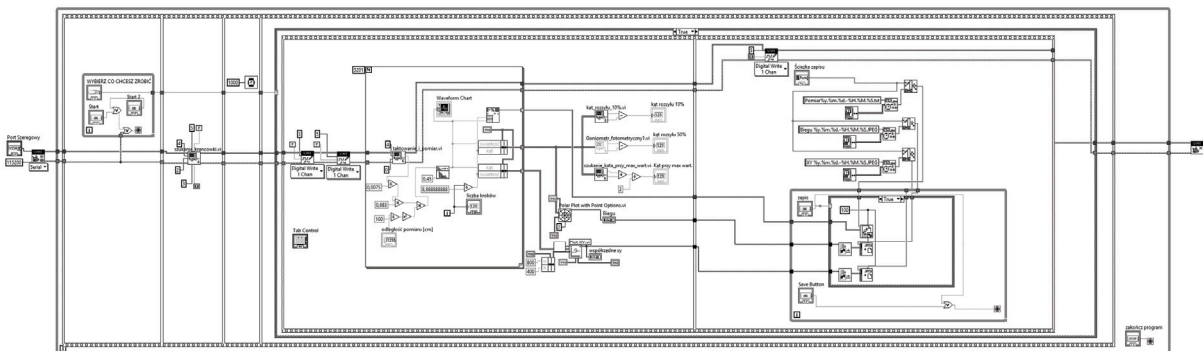
Urządzenie sterowane jest za pomocą komputera PC oraz aplikacji stworzonej z wykorzystaniem środowiska programistycznego LabVIEW, które zostało opracowane przez firmę National Instruments [2]. Aplikacja umożliwia przeprowadzenie ustawienia początkowego goniometru. Wykonuje się je przed przystąpieniem do właściwych pomiarów, celem dobrania odległości pomiędzy badanym źródłem, a fotodetektorem. Takie rozwiązanie umożliwia zarówno ustalenie odpowiedniej odległości zgodnie z prawem odwrotności kwadratów, jak i wykorzystanie pełnej rozdzielczości przetwornika A/C. Oprogramowanie umożliwia automatyczne przeprowadzenie badania i wykreślenie krzywych światłości. Krzywe światłości przedstawiane są w układzie współrzędnych biegunowych i w układzie współrzędnych prostokątnych. Te drugie stosuje się szczególnie dla kierunkowych źródeł światła, posiadających niewielki kąt rozsyłu, gdyż umożliwiają dokładniejszy odczyt. Ważnymi parametrami, wyznaczanymi z krzywych światłości, są użyteczne kąty rozwarcia. Są to kąty płaskie, wydzielające z krzywej światłości wiązkę, w obrębie której każda światłość przewyższa 50% ($\delta_{0,5}$) albo 10% ($\delta_{0,1}$) światłości maksymalnej [3]. Zebrane dane mogą być zapisywane zarówno w postaci pliku tekstowego jak i plików graficznych. Na rys. 2 przedstawiono widok interfejsu użytkownika. Zostały w nim zawarte elementy niezbędne do obsługi urządzenia. Aplikacja pozostaje otwarta na ewentualne modyfikacje, co ma znaczenie przy dalszym rozwijaniu funkcjonalności stanowiska.



Rys. 2. Interfejs użytkownika

Struktura programu, napisanego w środowisku LabVIEW, została przedstawiona na rys. 3. Pierwszą czynnością jest połączenie komputera z mikrokontrolerem sterującym goniometrem, przy odpowiednich parametrach transmisji interfejsu UART, sterowanego z portu USB. Następnie program przechodzi do wyboru wykonywanej funkcji. Mamy do dyspozycji:

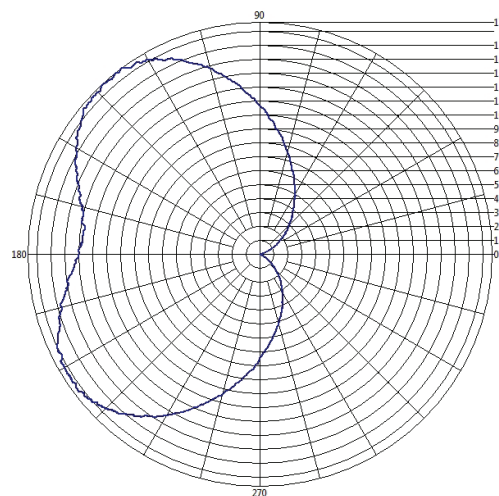
- Początkowy obrót ramienia w kierunku maksymalnej światłości. Dzięki tej funkcji możliwe jest optymalne ustawienie odległości przetwornika pomiarowego względem źródła tak, aby uzyskać maksymalną rozdzielczość pomiarową.
- Dokonanie pomiaru w sposób automatyczny. Obrót ramienia pomiarowego do pozycji 0° , określonego poprzez wyłącznik krańcowy. Rozpoczęcie pomiaru – skokowy obrót ramienia o określony kąt, przy równoczesnym pomiarze światłości.



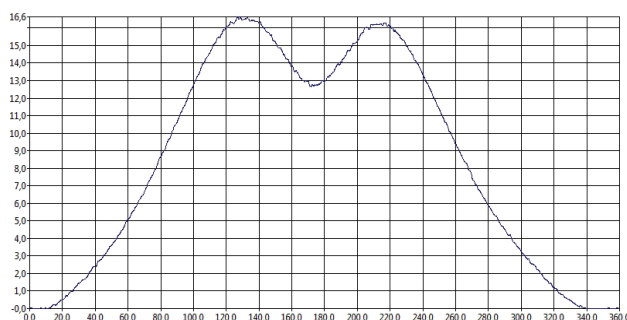
Rys. 3. Program sterujący pracą goniometru fotometrycznego

4. PRZYKŁADOWE WYNIKI POMIARÓW

Przeprowadzono pomiary źródła światła MIO LED 6 W z trzonkiem E14. W tym przypadku producent nie podaje informacji o rozsyłe światła źródła. Jedyne podawane informacje to: rodzaj i rozmiar trzonka (E14), moc źródła światła (6 W) oraz pięćdziesięcioprocentowy kąt rozwarcia wiązki (180°). Wyznaczone za pomocą opisywanego urządzenia krzywe światłości przedstawione zostały na rys.4 (układ współrzędnych biegunowych) i na rys.5 (układ współrzędnych prostokątnych).



Rys. 4. Krzywa światłości w układzie współrzędnych biegunowych źródła światła MIO LED 6 W



Rys. 5. Krzywa światłości w układzie współrzędnych prostokątnych źródła światła MIO LED 6 W

Analizując kształt krzywej światłości z rys. 4 można stwierdzić, że pasuje ona kształtem do grupy krzywych światłości opisywanych równaniem podstawowym (1) [3].

$$I_\alpha = I_0(1 + \sin \alpha) . \quad (1)$$

Wyznaczony za pomocą urządzenia pięćdziesięcioprocentowy kąt rozwarcia wiązki wynosi $\delta_{0,5}=187^\circ$ co jest zbieżne z informacją podawaną przez producenta.

5. PODSUMOWANIE

Wykonane urządzenie daje szerokie możliwości pomiarowe, umożliwiając:

- szybką weryfikację kierunkowości światła dla źródeł z trzonkiem E27, E14, GU10, MR16,
- określenie krzywej rozsyłu z rozdzielczością kątową $0,1^\circ$, co może być wykorzystane do symulacji oświetlenia pomieszczeń,
- wyznaczenie kątów rozwarcia wiązki,
- określenie strumienia świetlnego, przy założeniu obrotowo-symetrycznego charakteru źródła.

LITERATURA

1. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie--Oświetlenie miejsca pracy--Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
2. Materiały informacyjne firmy National Instruments [online]. Dostęp: www.ni.com/pl-pl/shop/labview.html
3. Bąk J. i inni: Poradnik inżyniera elektryka tom 3. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.
4. Ziolo G.: Goniometr fotometryczny, praca inżynierska, Gliwice 2017.