

## LABORATORIUM OPTOELEKTRONIKI

### Ćwiczenie 7

# Energooszczędne źródła światła

## **Cel ćwiczenia:**

Zapoznanie studentów z korzyściami płynącymi ze stosowania energooszczędnych źródeł światła .

## **Badane elementy:**

Żarowe źródła światła, zwykłe i halogenowe, oraz energooszczędne kompaktowe i LED'owe źródła światła.

## **Zakres ćwiczenia:**

Badanie skuteczności wymienionych źródeł światła przy pomocy multimetru.

# **1 WSTĘP TEORETYCZNY**

## **1.1. Energooszczędność**

Oszczędności energii, które można uzyskać poprzez stosowanie urządzeń energooszczędnych są dość znaczne. Wprowadzając więc energooszczędne sprzęty elektryczne energooszczędne oświetlenie w codziennym użytku i przyczyniamy się do wypełnienia zobowiązań UE, zadeklarowanych w Protokole z Kioto, czyli ograniczamy emisję gazów cieplarnianych oraz zmniejszamy negatywne skutki efektu cieplarnianego.

Ocieplenie globalne można zaobserwować w wielu częściach świata, zwłaszcza tam, gdzie występują ekstremalne warunki pogodowe (susze, powodzie, fale upałów i gwałtownego oziębienia). Wpływa to negatywnie na stan zdrowia ludzi zamieszkujących dotknięte zmianami tereny, prowadzi do nieurodzaju, którego skutkiem jest brak żywności, niszczy domy i powoduje zagrażające zdrowiu epidemie. Fakty na temat globalnego ocieplenia:

- klimat Ziemi ulega bardzo szybkim zmianom,
- w ciągu ostatnich 300 lat temperatura Ziemi podniosła się o ok.  $0,7^{\circ}\text{C}$ ,
- szacowany jest wzrost temperatury o kolejne  $2^{\circ}\text{C}$  do  $5^{\circ}\text{C}$  do końca tego wieku.

Kolejnym problemem jest wyczerpywanie się złóż surowców na skutek bezustannie wzrastającego zużycia paliw kopalnych (węgiel, gaz i ropa naftowa). Światowe zapasy węgla i ropy alarmująco maleją, w związku z tym wskazane jest bardziej efektywne ich wykorzystywanie. To jednocześnie pozwoli chronić środowisko naturalne, którego zanieczyszczenie spowodowane spalaniem paliw, ma poważne skutki o zasięgu lokalnym (obniża jakość powietrza, co wpływa na zdrowie).

Wprowadzenie przez Unię Europejską etykiet energetycznych pozwala na rozpoznanie urządzeń o niskim zużyciu energii. Dane zawarte w etykietach informują także, jaki będzie koszt użytkowania urządzenia przez cały okres jego funkcjonowania, oraz jaki będzie miało ono wpływ na środowisko.

Unia Europejska i jej kraje członkowskie rozpoczęły także działania zmierzające do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i osiągnięcia planowanego przez UE zmniejszenia całości emisji o 10% do 2012 r. Ponieważ jedną z głównych przyczyn ocieplenia globalnego jest gromadzenie się wyemitowanych do atmosfery ziemi gazów cieplarnianych, zmierza się do zmniejszenia wykorzystania energii pochodzącej ze spalania paliw stałych. Jako, że paliwa stałe wykorzystuje się głównie do wytwarzania energii elektrycznej oraz do ogrzewania i transportu, nasuwającym się oczywistym rozwiązaniem jest bardziej efektywne wykorzystywanie energii oraz poznanie sposobów jej oszczędzania.

## 1.2. Dyrektywa UE

Ponieważ 30% całej energii zużywanej w Europie wykorzystują gospodarstwa domowe, Komisja Europejska zdecydowała o wprowadzeniu zakazu sprzedaży przede wszystkim energochłonnych produktów oświetleniowych używanych w gospodarstwach domowych. Proces ten będzie podzielony na kilka etapów aż do wycofania ze sprzedaży wszystkich nieenergooszczędnych źródeł światła w 2016 roku.

Zgodnie z dyrektywą UE pojęcie „energooszczędny” może być stosowane tylko do produktów z klasą energetyczną A. W przyszłości na opakowaniu produktów energooszczędnych muszą być umieszczone bardzo proste informacje na temat mocy, klasy energetycznej, barwy światła itp. przedstawione za pomocą piktogramów. Nowa dyrektywa będzie także określać nowe minimalne wymagania jakościowe dla żarówek

*Tab. 1 Harmonogram kolejnych etapów eliminacji energochłonnych źródeł światła w gospodarstwach domowych.*

<b>Data</b>	<b>Minimalne wymagania</b>	<b>Źródła światła wycofane ze sprzedaży</b>
<b>1.09.2009</b>	Żarówki przezroczyste: klasa energetyczna C dla źródeł światła $\geq 950$ lm, klasa E dla pozostałych źródeł światła	Żarówki przezroczyste o mocy 75W lub większej

	Nieprzezroczyste źródła światła (żarówki matowe i świetlówki kompaktowe): klasa energetyczna A dla wszystkich źródeł światła	
	Wymagania dotyczące nowych informacji o produkcie znajdujących się na opakowaniu	Wszystkie żarówki matowe i świetlówki kompaktowe (oprócz tych z klasą energetyczną A)
	Każda technologia wymaga przygotowania nowych specyfikacji technicznych	
<b>1.09.2010</b>	Żarówki przezroczyste: klasa energetyczna C dla źródeł światła $\geq 725$ lm	Żarówki przezroczyste o mocy powyżej 65W
<b>1.09.2011</b>	Żarówki przezroczyste: klasa energetyczna C dla źródeł światła $\geq 450$ lm	Żarówki przezroczyste o mocy powyżej 45W
<b>1.09.2012</b>	Żarówki przezroczyste: klasa energetyczna C dla źródeł światła $\geq 60$ lm	Żarówki przezroczyste o mocy powyżej 7W
<b>1.09.2013</b>	Zaostrzenie wymagań dotyczących specyfikacji technicznych zdefiniowanych w 2009 roku	Źródła światła z trzonkami S14, S15 lub S19
<b>1.09.2014</b>	Analiza przepisów Komisji Europejskiej	
<b>1.09.2016</b>	Żarówki przezroczyste: klasa energetyczna B dla wszystkich źródeł światła oprócz źródeł światła z trzonkami G9 i R7s	Żarówki z klasą energetyczną C
		Źródła światła o trzonkach E14/E27/B22d/B15d i napięciu $\leq 60$ V

### 1.3. Rodzaje badanego oświetlenia

#### a) Lampa żarowa (żarówka)

Jest to elektryczne źródło światła, w którym ciałem świecącym jest włókno wykonane z trudno topliwego materiału (pierwotnie grafit, obecnie wolfram). Drut wolframowy jest umieszczony w bańce szklanej wypełnionej mieszaniną gazów szlachetnych (np. argon z 10-procentową domieszką azotu). Włókno osiąga temperaturę ok. 2500–3000 K na skutek przepływu prądu elektrycznego.

Światło uzyskiwane z żarówek jest światłem zbliżonym do słonecznego i cechuje się dobrym wskaźnikiem oddawania barw oglądanych w tym świetle przedmiotów, świeci cały czas jednakowo, nie powodując efektu stroboskopowego. Widmo światła emitowanego przez żarówkę jest ciągłe, o niższej temperaturze barwowej (bardziej żółte) niż słoneczne. Temperatura barwowa światła emitowanego przez żarówkę wynosi ok. 2700 K. Wadą żarówek jest ich mała skuteczność świetlna, wynosząca zazwyczaj około 12 (od 8 do 16) lumenów/wat (niektóre mają sprawność poniżej 6 lumenów/wat), a także niska trwałość. Żarówka wykorzystuje ok. 5% energii na światło widzialne, a reszta energii jest tracona w emisji ciepła.



Fot. 1 Badana żarówka i jej etykiety

#### b) Lampa halogenowa

Jest to żarówka z żarnikiem wolframowym, wypełniona gazem szlachetnym z niewielką ilością halogenu (czyli fluorowca, np. jodu), który regeneruje żarnik, przeciwdziałając jego rozpylaniu, a tym samym ciemnieniu bańki od strony wewnętrznej. Halogen tworzy związek chemiczny z wolframem (parami wolframu w bańce i na ściankach bańki). Związek ten krąży wraz z gazem w bańce w temperaturze panującej blisko żarnika, a następnie rozpada się na wolfram i fluorowiec. W rezultacie tej reakcji następuje przenoszenie cząstek wyparowanego wolframu z bańki na żarnik. Proces ten nazywa się halogenowym cyklem regeneracyjnym. Występowanie tego cyklu pozwala zwiększyć temperaturę żarnika do około 3200 K, zatem żarówki halogenowe cechują się wyższymi skutecznościami świetlnymi w porównaniu do zwykłych lamp żarowych (do 18 lumenów/wat).

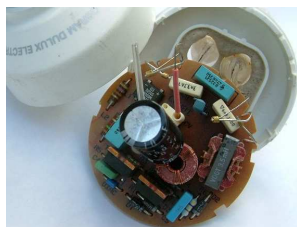


Fot. 2 Badana żarówka halogenowa i jej etykiety

### c) Świetlówka kompaktowa

Świetlówka kompaktowa, lub inaczej kompaktowa lampa fluorescencyjna (*CFL ang. Compact fluorescent lamp*), jest to rodzaj lampy fluorescencyjnej (świetlówki) o kształcie zapewniającym małe wymiary gabarytowe. Świetlówki takie mają najczęściej kształt litery "U" lub spirali. Świetlówki kompaktowe można podzielić na świetlówki ze zintegrowanym układem zapłonowym oraz świetlówki wymagające opraw z takim układem.

Zaletą świetlówek ze zintegrowanym układem zapłonowym (*ang. CFL-i Compact Fluorescent Lamp Integrated*) jest fakt, iż są one bezpośrednimi zamiennikami żarówek głównego szeregu (posiadają taki sam gwint). Żywotność świetlówek kompaktowych mieści się w zakresie od 6000h do 15000h. Większość z nich nie jest przystosowana do stosowania w oprawach zamkniętych (używanie świetlówki w takiej oprawie znacząco skraca jej żywotność). Niektóre świetlówki posiadają własną obudowę rury fluorescencyjnej zmniejszającą luminację i poprawiającą walory estetyczne. Dostępne świetlówki zalicza się do klas energetycznych A lub B. Najczęściej spotykane mają temperaturę barwową 2700K (zbliżona do temperatury barwowej żarówki) albo 6400K (światło dzienne). Skuteczność świetlna wynosi ok. 50 lm/W.



Fot. 3 Elektroniczny układ zapłonowy świetlówki komp.



Fot. 4 Przykłady świetlówek ze zintegrowanym układem zapłonowym

Zaletą świetlówek z zewnętrznym układem zapłonowym jest niższa cena spowodowana tym, iż w jej skład nie wchodzi cena tego układu. Są one także bardziej przyjazne środowisku, ponieważ nie marnuje się układów zapłonowych, jak to ma miejsce w przypadku zużytych świetlówek pierwszego rodzaju. Produkowane są zarówno świetlówki całkowicie pozbawione jakichkolwiek dodatkowych urządzeń jak i z wbudowanym samym zapłonikiem. Takie modele wymagają opraw wyposażonych jedynie w statecznik.

Świetlówka kompaktowa badana w ćwiczeniu należy do pierwszej grupy.



Fot. 5 Badana świetlówka kompaktowa i jej etykiety

#### d) Lampa LED

Jest to źródło światła oparte o diody elektroluminescencyjne, umieszczone w obudowie pozwalającej zastosować je w oprawie oświetleniowej przeznaczonej dla żarówek. Lampy diodowe, służące do oświetlania, posiadają cokół, np. E14 lub E27, który pozwala umieścić je w oprawie dla żarówek 230 V, ale też znormalizowane przyłącza bagnetowe albo igiełkowe. Niskie napięcie konieczne do zasilania diod świecących: białych lub "ciepło białych" (Warm White), jest w nich wytwarzane za pomocą przetwornicy impulsowej.

Do podstawowych zalet lamp diodowych, w porównaniu z lampami żarowymi, należy znacznie większa trwałość, szerszy zakres napięć roboczych, większa sprawność, znacznie mniejsze nagrzewanie, brak zależności temperatury barwowej światła od napięcia zasilającego, a w przypadku kontrolki, dodatkowo możliwość uzyskania dowolnego koloru świecenia bez użycia barwnych filtrów. Do wad należą: wysoka cena (rekompensowana przez dużo dłuższą żywotność), ograniczony kąt świecenia oraz niekompatybilność z tradycyjnymi ściemniaczami dla żarówek.



Fot. 5 Badana lampa LED i jej etykiety

## 2. WYKONANIE ĆWICZENIA

1. Poproś prowadzącego o badane źródła światła.
2. Wkręć żarówkę w oprawkę (lampkę).
3. Wykonaj pomiary strumienia świetlnego (w tym celu użyj tuby i multimetru).
4. Oblicz wartość średnią z pomiarów.
5. Oblicz wartość skuteczności świetlnej [lm/W].
6. Powtórz punkty 2-5 dla pozostałych źródeł światła.
7. Wyniki pomiarów zamieść w tabelach poniżej.

### a) Żarówka 60W

Moc średnia - wartość strumienia świetlnego odczytana z multimetru [lm]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odczyt wartości co: ..... sekund					Średnia: .....				

### b) Lampa halogenowa 42W



Moc średnia - wartość strumienia świetlnego odczytana z multimetru [lm]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odczyt wartości co: ..... sekund					Średnia: .....				

Skuteczność świetlna: ..... [lm/W]

**c) Świetlówka kompaktowa 11W**

Moc średnia - wartość strumienia świetlnego odczytana z multimetru [lm]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odczyt wartości co: ..... sekund					Średnia: .....				

Skuteczność świetlna: ..... [lm/W]

**d) Lampa LED 3,8W**

Moc minimalna - wartość strumienia świetlnego odczytana z multimetru [lm]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odczyt wartości co: ..... sekund					Średnia: .....				

Skuteczność świetlna: ..... [lm/W]

### **3.Sprawozdanie**

W sprawozdaniu należy zamieścić:

1. Wyniki pomiarów dla poszczególnych w formie tabel.
2. Wnioski i spostrzeżenia dotyczące pomiarów.
3. Uwzględniając koszty żarówek oraz aktualne ceny energii oblicz jakie oszczędności mogą płynąć ze stosowania energooszczędnych źródeł światła.