

BOGUTA Artur

## REFLEKTOR ŚWIATEŁ DROGOWYCH I MIJANIA OPARTY NA TECHNOLOGII LED

### Streszczenie

*W obecnych czasach coraz częściej dąży się do zastosowania nowych rozwiązań w technice motoryzacyjnej. Nowe rozwiązania mają znaczny wpływ na poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Przeprowadzone badania miały na celu sprawdzenie czy nowe rozwiązania zastosowane w technice oświetleniowej mogą być wykorzystane w reflektorach głównych pojazdów mechanicznych.*

*W przeprowadzonych badaniach dokonano porównania tradycyjnych lamp halogenowych i lukowych z lampą opartą na diodach LED.*

### WSTĘP

Oświetlenie samochodu spełnia bardzo ważną funkcję, ma istotny wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego. W dzisiejszych czasach na naszym rynku jest dostępnych wiele różnych typów żarówek samochodowych i nie tylko. Wielu kierowców eksperymentuje z wymianą źródeł światła w swoich samochodach w celu osiągnięcia jak najlepszych rezultatów oświetlenia przestrzeni wokół pojazdu oraz jezdni przed samochodem. Jednak takie eksperymenty dają mierne wyniki, często drogie zmodyfikowane żarówki szybko się przepalają, a zastosowane w nich filtry barwne nie dają wcale lepszego oświetlenia drogi.

Oświetlenie samochodu ma spełniać dwie podstawowe funkcje: oświetlać drogę przed pojazdem oraz zapewniać widoczność pojazdu. Oświetlenie to musi spełniać pewne normy związane z jego parametrami. Na parametry te składa się wiele czynników jak np. czystość reflektora, typ zastosowanej żarówki, odpowiednie ustawienie reflektora w samochodzie.

## 1. KONCEPCJA BUDOWY LAMPY LED ŚWIATEŁ DROGOWYCH I ŚWIATEŁ MIJANIA

### 1.1. Wprowadzenie

W dzisiejszych czasach istnieje wiele rozwiązań reflektorów LED opracowanych przez znanych producentów samochodów. Do niedawna diody LED spotykano głównie w tylnych światłach samochodów gdzie pracowały, jako światła postojowe czy światła stopu, głównie ze względu na małą moc oraz szybkość zadziałania. Ciągły rozwój techniki spowodował, iż powstały diody działające z bardzo dużą sprawnością i wytwarzające więcej światła niż żarówki. Pozwoliło to na rozwój światła przednich jak np. stosowane powszechnie światła do jazdy dziennej, ale również światła drogowe i mijania. Barwa światła wytwarzana przez diodę LED jest bardzo bliska barwie światła dziennego, do której najlepiej przystosowane jest oko ludzkie. W takich warunkach oświetleniowych kierowca dużo wolniej ulega zmęczeniu i prowadzi pojazd z najlepszą możliwą widocznością drogi. Ponadto diody LED przekonują do siebie swym krótkim czasem reakcji i faktem, że jedno źródło światła może być

wykorzystywane do realizacji trzech funkcji (np. świateł pozycyjnych dziennych i świateł mijania). Ich wydajność świetlna rośnie i w dzisiejszych warunkach osiąga wydajność 130 lm/W. Dla porównania: wydajność świetlna świateł ksenonowych to 90 lm/W, a halogenowych 20 lm/W [2]. Biorąc przy tym wydajność świetlną diody LED na poziomie nawet 130 lumenów, z jednego wata mocy do uzyskania założonej wartości wystarczyła równowartość niecałych 25 watów, czyli znacznie mniej mocy niż przy tradycyjnych układach. Na dzisiejszym rynku spotkać możemy takie nowinki jak żarówka H1, H4 czy H7 skonstruowane w oparciu o diody LED. Ich podstawowym zastosowaniem jest praca, jako zamienniki dla świateł przeciwmgłowych, lub w światłach do jazdy dziennej.

Ze względu na małe moce i słabe chłodzenie, nie są one w stanie zastąpić żarówek montowanych w światłach mijania i drogowych.

## 1.2. Budowa lampy

Do budowy prototypu lampy wykorzystano reflektor główny z samochodu marki Audi A6 z osobnym reflektorem do świateł drogowych i świateł mijania. Reflektor użyty do budowy prototypu lampy przedstawiono na rysunku 1. Jako źródło światła zostały wykorzystane diody LED barwy białej (zimne) o mocy 3W, oraz jedna dioda barwy białej zimnej o mocy 50W. Wybrana barwa biała (zimna) diod odpowiada najbardziej oświetleniu dziennemu, dlatego jest ona najlepiej przystosowana do czułości ludzkiego oka.



Rys. 1. Lampa przednia samochodu będąca podstawą projektu

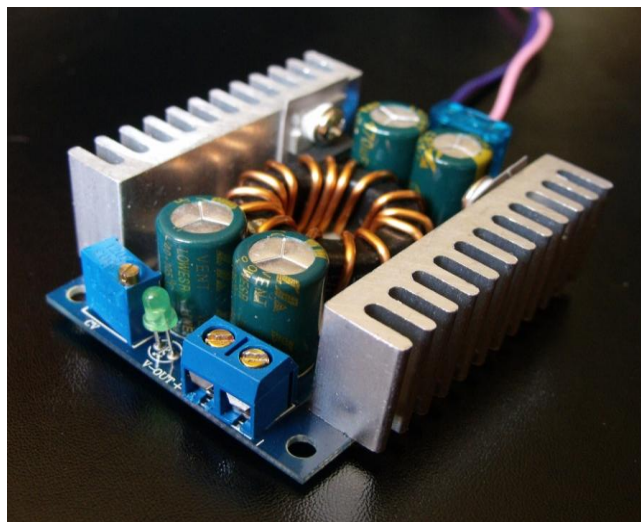
Do budowy lampy świateł drogowych wykorzystano 12 diod o parametrach:

- moc znamionowa 3W
- napięcie zasilania 3,2-4,2V,
- prąd 700mA,
- kąt świecenia 110-140 deg,
- barwa światła 6000-7000K,
- temperatura pracy -40~+100°C,
- maksymalna temperatura 260°C /3s,
- strumień świetlny 150lm.

Do budowy świateł mijania wykorzystano pojedynczą diodę LED o parametrach:

- moc znamionowa 50W
- napięcie zasilania 29- 34V,
- prąd 2000mA,
- kąt świecenia 110-140 deg,
- barwa światła 6000-7000K,
- temperatura pracy -30~+85°C,
- maksymalna temperatura 260°C /5s,
- strumień świetlny 2700-5000lm.

Głównym celem przeprowadzonych badań było opracowanie konstrukcji lampy samochodowej ze światłami mijania i drogowymi opartymi na diodach LED. Światło mijania prezentowanej lampy wykonane zostało w oparciu o diodę LED o mocy, 50W, której strumień świetlny diody wynosi około 3000lm. Diodę LED wytwarzającą światło mijania przedstawiono na rysunku 3. Daje to wartością dwukrotnie większą niż strumień tradycyjnej żarówki halogenowej, która przy mocy 55W osiąga 1500lm. Zastosowana dioda zasilania jej napięciem 30V, więc w budowie reflektora zastosowano przetwornicę DC/DC, która podwyższa napięcie z 12-14V na 30V [6]. Przetwornica o takich parametrach stosowana jest w celu zaadaptowania lampy do każdego samochodu z instalacją elektryczną o napięciu 12V. Wygląd przetwornicy przedstawia rysunek 2.



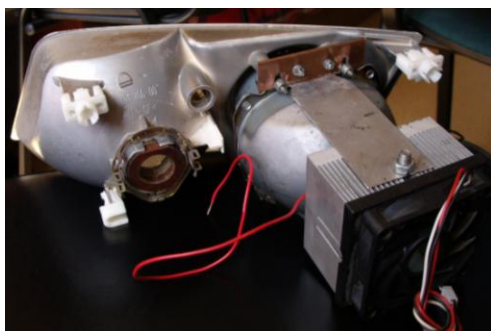
**Rys. 2.** Przetwornica DC/DC

Przetwornica zbudowana jest w oparciu o układ UC2843B, który pracujący w tym układzie dostarcza maksymalne napięcie 44V i prądzie do 8A [7]. Przetwornica została wyregulowana tak, aby przy zasilaniu napięciem 12V na jej wyjściu występowało napięcie o wartości 30V.

Jednym z głównych parametrów, jaki powinno spełniać światło mijania jest jego kształt na ekranie pomiarowym. Związane jest to z normami i przepisami UE, które określają światła mijania, jako europejskie asymetryczne, co oznacza, że środek jezdni jest słabiej oświetlany niż jej prawa skrajna część. Ma to na celu zapobieganie oślepianiu kierowców nadjeżdżających z przeciwka oraz lepsze doświetlenie pobocza. Parametr ten został utrzymany dzięki specjalnej przesłonie montowanej seryjnie w lampach wyposażonych w tradycyjne żarówki halogenowe współpracujące z soczewką. W miejsce żarówki wmontowana została dioda LED o mocy 50W przymocowana do radiatora wykonanego z aluminium, wyposażonego w wentylator chłodzący (rysunek 4).



**Rys. 3.** Dioda o mocy 50W na radiatorze aluminiowym



**Rys. 4.** Światło mijania z układem chłodzącym

Bardzo ważnym parametrem, jaki musiał zostać zachowany przy montażu diody była jej odległość od soczewki. Zmiana tego parametru powoduje rozmycie strumienia światła i pogorszenie granicy światła i cienia, strumień światła staje się wtedy silnie punktowy. Kolejnym celem do osiągnięcia jest utrzymanie odpowiedniego natężenia oświetlenia w odpowiednich punktach ekranu pomiarowego.

### **1.3. Światło drogowe**

Światło drogowe skonstruowane zostało w oparciu o 12 diod LED o mocy 3W każda. Dziewięć diod połączono szeregowo i zasilano z przetwornicy oraz z trzech diod LED połączonych również szeregowo i zasilonych bezpośrednio z instalacji 12V. Wszystkie diody wykorzystane do budowy światła drogowego pobierały łączną moc około 36W. Osadzone zostały one na aluminiowym pręcie o przekroju kwadratowym, który został przystosowany do montażu w miejscu tradycyjnej żarówki halogenowej. Wygląd źródła światła dla lampy drogowej przedstawiono na rysunku 5. Aluminiowy pręt wraz z radiatorem służył do odprowadzania ciepła od pracujących diod. Podobnie jak w przypadku tradycyjnej żarówki halogenowej do kierowania strumieniem światła wykorzystany został odbłyśnik będący głównym elementem składowym każdej lampy. Trzy diody zamontowane na czołowej części radiatora nie korzystają z odbłyśnika świecą one na wprost bezpośrednio oświetlając drogę przed pojazdem.



**Rys. 5.** Źródło światła wykonane dla reflektora świateł drogowych.



**Rys. 6.** Lampa z zamontowaną „żarówką”

Dla świateł drogowych stawiane są nieco niższe wymagania, co do kształtu emitowanego strumienia światła. Mają one za zadanie wystarczająco oświetlić drogę przed pojazdem na odległość minimum 140m. Skonstruowane światło drogowe nie osiągało takiego zasięgu, co było spowodowane brakiem możliwości umieszczenia wszystkich diod w ognisku lampy, co powodowało, że strumień świetlny był mocno rozproszony.

## 2. POMIARY

W celu porównania świateł fabrycznych oraz skonstruowanych świateł LED wykorzystano przyrząd do pomiaru i ustawiania świateł KS20 oraz regulowany zasilacz stabilizowany. Pomiar tradycyjnych lamp wykonano dla celów porównawczych. W trakcie pomiarów pod uwagę brano były takie parametry jak kształt strumienia światła, widoczność granicy światła i cienia oraz natężenie oświetlenia w konkretnych punktach ekranu pomiarowego [4]. Rysunek 7 przedstawia kształt strumienia świetlnego wykonanej lampy wraz z punktami, w których dokonywany był pomiar.



Rys. 7. Ekran pomiarowy z punktami do pomiaru

Tab. 1. Wyniki pomiarów natężenia światła dla lampy z diodą LED

Punkt	13,6V	12V	10V
75L	13lx	15lx	12lx
75R	15lx	17lx	16lx
50P	14lx	17lx	16lx
B50L	<0,4lx	<0,4lx	<0,4lx

Z tabeli 1 wynika, że natężenie oświetlenia zarówno dla napięcia 13,6V jak i 10V jest nieco niższe od natężenia dla 12V zasilających przetwornicę. Pozytywną cechą badanej lampy LED jest równomierność oświetlenia każdego punktu ekranu pomiarowego, co nie jest tak widoczne przy tradycyjnych lampach.

Tab. 2. Pomiar lampy ksenonowej

Punkt	13.6V	12V	10V
75L	24lx	22lx	21lx
75R	16lx	15lx	14lx
50P	11lx	12lx	9lx
B50L	<0,4lx	<0,4lx	<0,4lx



**Rys. 8.** Strumień światła lampy ksenonowej

**Tab. 3.** Pomiary lampy z żarówką halogenową.

Punkt	13.6V	12V	10V
75L	20lx	19lx	18lx
75R	13lx	12lx	11lx
50P	12lx	12lx	10lx
B50L	<0,4lx	<0,4lx	<0,4lx



**Rys. 9.** Strumień światła lampy halogenowej

Podczas badań i wyznaczania parametrów wykonanego reflektora okazało się, że występują pewne trudności w prawidłowym pomiarze natężenia oświetlenia dla diod LED. Wynika to z różnicy w widmie światła emitowanego przez tradycyjne źródła światła i diody. Dodatkowym powodem różnicy w pomiarach może być fakt, że światło pochodzące z lampy diodowej było bardziej równomierne rozłożone na ekranie pomiarowym. Światło tradycyjnych lamp skupione było w obszarze, w którym znajdowały się punkty pomiarowe ekranu.

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone pomiary zbudowanej lampy świateł głównych samochodu w porównaniu ze światłami fabrycznymi pozwalają stwierdzić, że mimo tak bardzo zaawansowanej technologii produkcji diod LED nadal światła LED zastosowane do reflektorów głównych mają gorsze parametry od żarówek halogenowych oraz lamp łukowych. W głównej mierze w przeprowadzonych pomiarach wynika to z adaptacji istniejących lamp. Mają one odbłyśniki przystosowane do punktowych źródeł światła a moduły diod LED wykorzystywane w badaniach takimi nie są. Największą zaletą zastosowania diod LED jest równomierność oświetlenia ekranu pomiarowego oraz mniejsza moc pobierana z instalacji elektrycznej samochodu w porównaniu ze światłami tradycyjnymi. Wszystkie badane źródła światła posiadały wiele zalet, ale również i wady. Lampy ksenonowe odznaczają się bardzo

dobrymi parametrami świetlnymi, posiadają dostateczne natężenie światła, aby wystarczająco oświetlać drogę przed pojazdem. Posiadają bardzo dobrą barwę światła oraz stosunkowo długą żywotność. Jednak niewątpliwymi ich wadami jest fakt, że wymagają one specjalistycznych reflektorów oraz skomplikowanych układów zasilania, co przekłada się to na ich wysoką cenę, większą awaryjność a co za tym idzie wyższe koszty eksploatacji. Żarówki halogenowe montowane są w niemalże wszystkich pojazdach opuszczających fabryki. Są powszechne ze względu na dobre parametry świetlne, niską cenę oraz łatwość montażu i wymiany w razie przepalenia. Przy ich wyborze warto jednak zwracać uwagę, na jakość ich wykonania.

Oświetlenie LED jest montowane seryjne przez koncern Audi w modelu A8 równolegle z oświetleniem tradycyjnym. Technologia ta jest do tej pory nowością i posiadanie jej w swoim aucie wiąże się z wysokimi kosztami. Badania wykonanej lampy pokazują, iż mimo dwukrotnie wyższej skuteczności świetlnej sięgającej 3000lm dla diod i 1500lm dla tradycyjnych źródeł światła natężenie oświetlenia jest niższe dla lampy diodowej. Wynikać to może z omawianych wcześniej różnic w widmie promieniowania oraz w konstrukcji odbłyśnika. Wzrokowo różnica w natężeniu oświetlenia obydwu źródeł jest praktycznie niezauważalna. Poważną wadą wiążącą się z zastosowaniem diod dużej mocy jest ich wysoka temperatura. Ciepło emitowane przez diody musi być skutecznie odprowadzane w celu uniknięcia jej uszkodzenia. Skutkuje to wymogiem stosowania układów chłodzących, podnosi to koszt budowy takiej lampy oraz znacząco zwiększa jej wagę. Zastosowanie przetwornicy skomplikowało układ zasilania lampy oraz znacznie zwiększyło pobór prądu przez lampę. Prąd pobierany przez badaną lampę był porównywalny z prądem lamp łukowych i wynosił około 3,5A. Przedstawione wady lampy diodowej a głównie jej wysoka cena spowodują, że tradycyjne żarówki jeszcze jakiś czas będą stosowane w większości samochodów opuszczających fabryki.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Abramik S. Władziński W.: *Nowoczesne systemy oświetleniowe z diodowymi źródłami światła*. Gdańskie Dni Elektryki 2006.
2. Demidowicz R.: *Oświetlenie w moim samochodzie*. WKiŁ, W-wa 2000.
3. Praca zbiorowa: *Technika świetlna, Poradnik*. W-wa 1960.
4. Gołębiowski S., Stanisławski J. *Badania kontrolne samochodów*, WKiŁ W-wa 1982.
5. Włoczewski M. *Oświetlenie w samochodzie*. WKiŁ W-wa 1976.
6. Gawryluk A.: *Diody LED dużej mocy tajniki zasilania*” Elektronika praktyczna 11/2006.
7. Gołaszewski M.: *Układy zasilania diod LED dużej mocy*. Elektronika praktyczna 5/2009.
8. Pawlak A.: *Diody świecące, jako źródła światła*. Bezpieczeństwo pracy 12/2007.
9. Sadowski P.: *Zasilanie diod LED*. Elektroinstalator, 11/2006.
10. Strzyżewski J.: *Źródła światła (3)*. Elektroinstalator, 5/2006.

# REFLECTOR LAMPS FOR ROAD AND BEAM BASED ON TECHNOLOGY LED

## *Abstract*

*Nowadays, more and more committed to the use of new developments in automotive technology. New solutions have a significant impact on improving road safety. The study aimed to test whether new solutions used in lighting technology can be useful in lighting the road ahead.*

*The paper is a comparison of traditional halogen lamps, lamps with LED-based.*

## **Autorzy:**

dr inż. Artur Boguta – Politechnika Lubelska, Katedra Inżynierii Komputerowej i Elektrycznej, email: a.boguta@pollub.pl