

Janusz GONDEK\*  
Sławomir KORDOWIAK\*\*  
Tadeusz HABDANK-WOJEWÓDZKI\*\*\*

## HYBRYDOWE STEROWNIKI LED DO OPRAW OŚWIETLENIA AWARYJNEGO

Hybrydowe sterowniki LED oświetlenia awaryjnego wyposażone są w zasilacz impulsowy LED, baterię akumulatorów, układ kontroli ładowania i rozładowania, układ automatycznego przełączania pomiędzy pracą sieciową i awaryjną, układ sygnalizacji LED wskazujący obecność napięcia sieciowego, układ testu pozwalający na ręczne sprawdzenie prawidłowego działania oprawy w trybie awaryjnym oraz układ sterowania umożliwiający sterowanie oprawą z centralnego komputera.

### 1. WSTĘP

W ostatnich latach obserwujemy dynamiczny rozwój diod LED dużej mocy. Na rynku pojawiają się diody o wysokiej skuteczności świetlnej, niskim zużyciu energii elektrycznej i dużej żywotności, sięgającej nawet do stu tysięcy godzin [4], [5], [6], [11]. Diody LED mocy znajdują coraz większe zastosowanie w technice oświetleniowej powodując eliminację tradycyjnych źródeł światła. Jedną z takich aplikacji są systemy oświetlenia awaryjnego, wyposażone w oprawy oświetlenia awaryjnego [7], [10]. Do konstrukcji takich opraw wybiera się przede wszystkim diody LED o niskim zużyciu energii elektrycznej oraz miniaturowe sterowniki o wysokiej sprawności energetycznej. Sterowniki te muszą spełniać szereg warunków. Oprócz zasilania diod LED sterowniki umożliwiają automatyczne ładowanie baterii akumulatorów, zabezpieczają je przed głębokim rozładowaniem, muszą posiadać sygnalizację stanu czuwania i ładowania akumulatorów oraz zabezpieczenia przeciwprzepięciowe i nadprądowe. Ponadto sterowniki muszą spełniać wymagania Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa użytkownika (dyrektywa LVD) i kompatybilności elektromagnetycznej (dyrektywa EMC) [3]. Sterowniki powinny umożliwiać współpracę z systemami oświetlenia awaryjnego budynków [9], [10].

\* Prywatny Instytut Technik Elektronicznych, Kraków.

\*\* Politechnika Krakowska.

\*\*\* AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Artykuł przedstawia wyniki prac badawczych przeprowadzonych na Politechnice Krakowskiej we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą i Prywatnym Instytutem Technik Elektronicznych [8] w zakresie nowych hybrydowych sterowników diod LED mocy przeznaczonych do opraw oświetlenia awaryjnego.

## 2. OPRAWY OŚWIETLENIA AWARYJNEGO

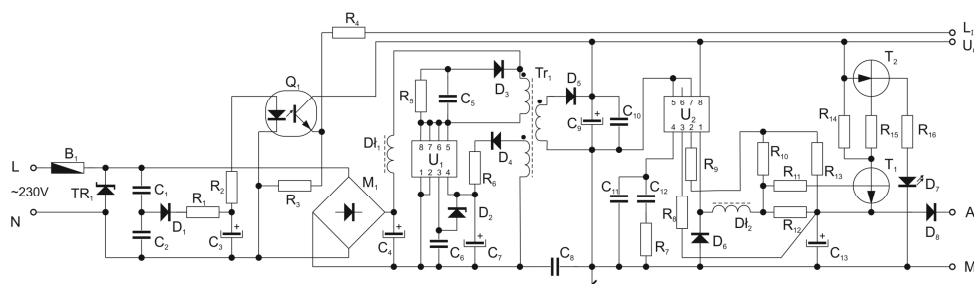
Oprawy oświetlenia awaryjnego [1], [2], [7], [12], [13] przeznaczone są do oświetlania wyjść awaryjnych i dróg ewakuacyjnych w trudnych warunkach środowiskowych. Mogą być stosowane wewnątrz budynków użyteczności publicznej, halach produkcyjnych, tunelach, pomieszczeniach technicznych, garażach, basenach, oraz na terenie obiektów zewnętrznych i powierzchni zadaszonych, na przykład parkingów wielopoziomowych, peronów, dworców, wiat itp. Oprawy oświetlenia awaryjnego mogą pracować w dwóch trybach:

- awaryjnym tj. oprawa świeci tylko w przypadku awarii i zaniku napięcia sieciowego,
- awaryjno-sieciowym tj. oprawa świeci gdy istnieje napięcie sieciowe i gdy nastąpi jego zanik.

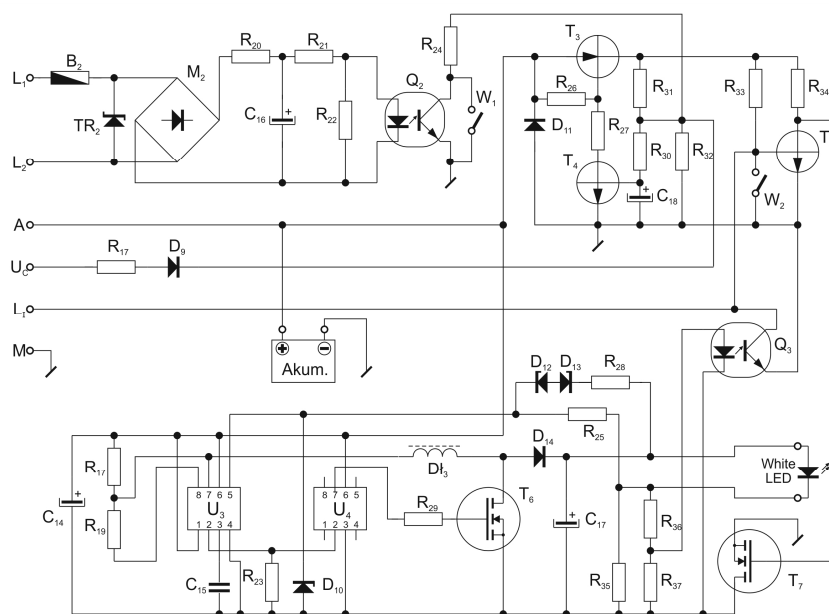
Poziom oświetlenia nie musi być zbyt wysoki, ma zapewniać bezpieczne poruszanie się drogami ewakuacyjnymi.

## 3. HYBRYDOWE STEROWNIKI LED

Hybrydowe sterowniki LED [1], [3], [6], [8], [9], [10], [12], [13], które przeznaczone są do oświetlenia awaryjnego to skomplikowane układy elektroniczne spełniające szereg trudnych warunków technicznych podanych w punkcie 1. Wykonuje się je z zastosowaniem specjalnych układów scalonych (ASIC), które zasilane są bezpośrednio z sieci. Muszą być zabezpieczone przed zbyt wysokim i zbyt niskim napięciem zasilającym, przed zwarcie obwodu wyjściowego (LED) i przekroczenie bezpiecznej temperatury pracy [14]. Przy mocach LED większych od 30W [10], konieczne staje się zastosowanie układów korekcji współczynnika fazy (PFC) aby spełnić trudne wymagania norm europejskich dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej [12], [13]. Ważnym wymaganiem dotyczącym sterowników jest ich miniaturyzacja i hybrydyzacja, a więc zastosowanie techniki SMD i mikroelektronicznej technologii warstw grubych (TF technology) [2], [12]. Prowadzi to znacznego zwiększenia niezawodności działania i wydłużenia czasu ich eksploatacji, często w trudnych warunkach klimatycznych. Przykładowy hybrydowy sterownik LED do opraw awaryjnych składa się wg opracowania autorów z kilku układów elektronicznych, realizujących różne funkcje przedstawione na Rys. 1. i Rys. 2.



Rys. 1. Podstawowy zasilacz hybrydowego sterownika LED z układami identyfikacji obecności napięcia sieciowego



Rys. 2. Zasilacz diod LED hybrydowego sterownika z układami sterującymi i zabezpieczającymi

Napięcie sieciowe po wyprostowaniu i filtracji (mostek M1, D1) na Rys. 1. zasila układ scalony U1 (VIPER12), który pracuje w układzie wysokonapięciowej przetwornicy z separacją galwaniczną wyjścia od wejścia. Napięcie wyjściowe  $U_c$  z transformatora Tr1 po wyprostowaniu i filtracji (D5, C9, C10) zasila układ scalony U2 (L6902), który pracuje w układzie przetwornicy wytwarzającej napięcie do ładowania akumulatorów poprzez D8 oraz dodatkowo pozostałą część układu sterownika ( tranzystory T1 i T2, tranzystory Q1 i Q2 i dzielnik napięcia R31 i R32). Układ identyfikacji napięcia sieci został zrealizowany za pomocą dzielnika napięcia sieciowego (C1, C2), które zostaje wyprostowane i poddane filtracji (D1, R1, C3) i tranzystory Q1. Jeśli napięcie sieciowe jest obecne to tranzystor

transoptory przewodzi i na rezystorze  $R_3$  pojawia się napięcie  $U_c$  pomniejszone dzielnikiem  $R_4$ ,  $R_3$ , które steruje pracą układu zasilania awaryjnego diod LED. Wejście sieciowe hybrydowego sterownika jest zabezpieczone przeciwprzepięciowo za pomocą elementu  $TR_1$  (TRANSIL) i nadprądowo bezpiecznikiem  $B_1$ . Kondensatory  $C_1$  i  $C_2$  stanowią dodatkowo elementy wejściowego filtra EMC od strony sieci.

Akumulator ładowany jest stałym prądem, którego wartość jest kontrolowana poprzez spadek napięcia na rezystorze  $R_{12}$ . Gdy prąd ten z jakichś powodów rośnie, wzrasta spadek napięcia na rezystorze  $R_{12}$  i poprzez  $R_8$  steruje układem scalonym  $U_2$  (L6902), który ogranicza prąd ładowania.

Tranzystory  $T_1$  i  $T_2$  stanowią dzielnik napięcia zasilający diodę sygnalizacyjną  $D_7$  (czerwona LED), która świeci gdy jest napięcie sieciowe (sygnalizacja czuwania), gdy zanika gaśnie.

Swoistym przełącznikiem pracy awaryjnej hybrydowego sterownika LED jest tranzystor  $T_5$ , który steruje tranzystorem polowym  $T_7$  co przedstawiono na Rys. 2. Jeżeli  $T_5$  nie przewodzi, oznacza to, że na  $L_1$  nie ma napięcia (brak napięcia sieci), które steruje bazą  $T_5$ . Wtedy napięcie z akumulatora poprzez tranzystor  $T_3$  i  $R_{34}$  wprowadza tranzystor  $T_7$  w stan przewodzenia, który poprzez małą rezystancję dren-źródło, łączy masę układu przetwornicy  $U_3$  (MC34063) z masą zasilania. Przetwornica  $U_3$  zrealizowana na układzie MC34063 przez układ scalony  $U_4$  (TC4427) i diodę  $D_{14}$  zasila bezpośrednio diodę świecącą LED-mocy oprawy oświetlenia awaryjnego. Dioda LED jest zabezpieczona przed działaniem przepięć układem składającym się z diod Zenera  $D_{12}$  i  $D_{13}$  i rezystorów  $R_{25}$  i  $R_{28}$ . Z kolei układ zabezpieczenia akumulatora przed głębokim rozładowaniem jest zrealizowany na transoptorze  $Q_3$ , który jest sterowany z dzielnika napięcia  $R_{36}$  i  $R_{37}$ . Poniżej ustalonej dopuszczalnej minimalnej wartości napięcia akumulatora, maleje spadek napięcia na  $R_{35}$  co skutkuje tym, że fototranzystor transoptora  $Q_3$  przestaje przewodzić. Wtedy tranzystor  $T_5$ , który był poprzednio zatkany zaczyna przewodzić, co powoduje połączenie bramki  $T_7$  z masą i jego nieprzewodzenie, co prowadzi do odłączenia masy przetwornicy  $U_3$  od minusa akumulatora i zgaśnięcie diody LED, a zatem radykalne ograniczenie poboru prądu z akumulatora ( $I_D = 700\text{mA}$ ).

Do ręcznego testowania pracy awaryjnej oprawy oświetleniowej przeznaczony jest  $W_2$ . Z kolei wyłącznik  $W_1$  służy do ręcznego wprowadzania blokady pracy oprawy (wyłączenia jej na stałe). Do tego celu przeznaczone są tranzystory  $T_3$  i  $T_4$ . Gdy  $W_1$  jest zwarty, to  $T_4$  nie przewodzi a zatem i  $T_3$  nie przewodzi i akumulator nie zasila przetwornicy  $U_3$  zasilającej diodę LED oprawy oświetleniowej.

Hybrydowy sterownik diod LED jest wyposażony dodatkowo w możliwość zdalnego sterowania (interfejs cyfrowy) włączaniem oprawy oświetlenia awaryjnego, który składa się z mostka  $M_2$  i transoptora  $Q_2$ . Podanie na wejścia sterujące  $L_1$  i  $L_2$  napięcia zmiennego (lub stałego) powoduje poprzez  $M_2$  wysterowanie diody świecącej transoptora  $Q_2$ . Fototranzystor  $Q_2$  przewodzi

powodując zatkanie tranzystorów  $T_4$  i  $T_3$  i wyłączenie diody LED oprawy. Zanik napięcia na wejściach sterujących  $L_1$  i  $L_2$  da efekt odwrotny do poprzedniego. Linia sterująca  $L_1$  i  $L_2$  jest zabezpieczona przed wpływem przepięć elementem  $TR_2$  (TRANSIL) a przed zwarciami bezpiecznikiem  $B_2$ .

#### 4. PODSUMOWANIE

Hybrydowe sterowniki LED zrealizowano dwoma technologiami: technologią SMD i technologią warstw grubych (TF technology). Przeprowadzone badania wykazały przydatność obu technologii, z tym, że sterowniki LED wykonane technologią grubowarstwową wykazywały się lepszymi parametrami technoklimatycznymi. Dlatego przeznaczono je do zastosowań w trudnych warunkach klimatycznych.

#### LITERATURA

- [1] Elektryk Nr 4/2011, sierpień 2011, ISSN1643-7209.
- [2] Gondek J., Kordowiak Sł., Habdank-Wojewódzki T.: Nowoczesne moduły awaryjne LED w oprawach oświetleniowych. XVI Conference Computer Applications in Electrical Engineering. Poznań, April 11-13, 2011.
- [3] Oprawy oświetleniowe Cz.2. Wymagania szczegółowe. Dział 22 – Oprawy oświetlenia awaryjnego. PN-EN 60598-2-22.
- [4] Oświetlenie INFO Nr 2(26), kwiecień 2009.
- [5] Oświetlenie INFO Nr 4(28), październik-grudzień 2009.
- [6] Oświetlenie INFO Nr 4(36), październik-grudzień 2011.
- [7] Pieniążek S.; Oświetlenie awaryjne w budynkach. Oświetlenie INFO Nr 2(260), 2009.
- [8] PITE, materiały własne; Hybrydowe sterowniki LED, 2011.
- [9] Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego. PN-EN 50127:2005.
- [10] Wiatr J.; Oświetlenie awaryjne w budynkach-wymagania i zasady zasilania. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa, 2007.
- [11] Wiśniewski A.: Diody elektroluminescencyjne LED dużej mocy. Przegląd Elektrotechniczny, 05/2007.
- [12] [www.ledcity.com](http://www.ledcity.com)
- [13] [www.solutionsfortheledlights.com](http://www.solutionsfortheledlights.com)
- [14] Zaremba K., Pawlak A.: Parameters of model luminaire with high power LED diodes. Przegląd Elektrotechniczny, 05/2007.

#### HYBRID LED CONTROLLERS FOR EMERGENCY LIGHTING FITTINGS

The paper contains the result of research work carried out in Cracow University of Technology with AGH University of Science and Technology and Private Institute of Electronics Engineering. The works were dedicated to elaborations of hybrid LED controllers for emergency lighting fittings to perform the hybrid controllers surface mount technology and thick-film technology were used.