

Janusz GONDEK\*  
Sławomir KORDOWIAK\*\*  
Krzysztof RATYŃSKI\*\*\*

## CYFROWE PROGRAMOWALNE STEROWNIKI HYBRYDOWE DLA DIOD LED

Diody LED stosowane w technice świetlnej charakteryzują się dużą żywotnością 60 000 – 100 000 godzin, skutecznością świetlną powyżej 100 lm/W, są odporne na narażenia mechaniczne i wielokrotne włączanie, nie wymagają układów zapłonowo–stabilizacyjnych występujących w lampach wyładowczych, świecą od razu pełnym strumieniem, sterowane są analogowo lub cyfrowo. Koszty eksploatacji źródeł światła LED są wielokrotnie niższe od lamp tradycyjnych. Do sterowania i zasilania diod LED opracowane są nowoczesne układy ze sterowaniem prądowym i PWM [2], [3], [4], [7], [12], [13].

SŁOWA KLUCZOWE: diody LED i LED RGB, matryca diodowa, programowalne sterowniki diod LED, protokół DALI, PWM

### 1. WSTĘP

Diody LED znajdują coraz większe zastosowanie w technice oświetleniowej, rozszerzając jej możliwości aplikacyjne. W tym celu szereg znanych firm w świecie opracowało monolityczne układy zasilająco–sterujące, które rozszerzają zakres aplikacji diod LED. Artykuł przedstawia wyniki prac badawczych prowadzonych na Politechnice Krakowskiej, w firmie ENTERIUS i Prywatnym Instytucie Technik Elektronicznych w Krakowie, w zakresie nowoczesnych rozwiązań układowych, cyfrowych programowalnych sterowników hybrydowych diod LED umożliwiających regulację natężenia światła i programowanie scen świetlnych z protokołem DALI [6], [8], [10], [12], [13].

### 2. CYFROWE STEROWNIKI HYBRYDOWE DIOD LED

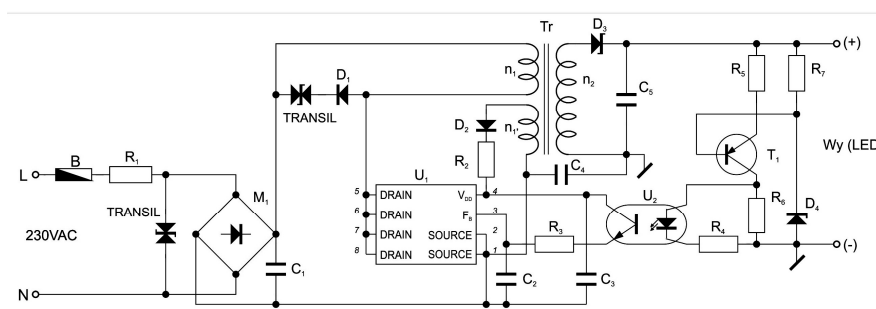
Przykładem nowoczesnych sterowników LED stosowanych w zasilaniu LED, mogą być układy firmy STMicroelectronics serii VIPer. Są to sterowniki impulsowe, z wysokonapięciowymi końcówkami mocy, wykonane technologią

\* Prywatny Instytut Technik Elektronicznych w Krakowie.

\*\* Politechnika Krakowska.

\*\*\* ENTERIUS Krzysztof Ratyński, Kraków.

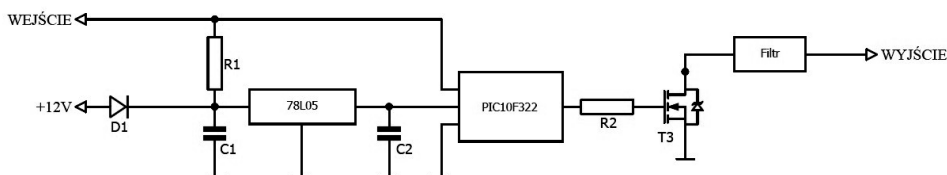
monolitycznych układów scalonych [5], [6], [7], [8], [10]. Na ich bazie, można budować zasilacze sieciowe LED z separacją galwaniczną wyjścia od wejścia. Przykład takiego układu podaje rys. 1. Wszystkie sterowniki serii VIPer są wyposażone w układ tzw. miękkiego startu oraz zabezpieczone przed przepięciami, a także zbyt niskim napięciem zasilającym, przed zwarceniem obwodu wyjściowego i przed przekroczeniem bezpiecznej temperatury struktury układu scalonego.



Rys. 1. Zasilacz LED ze sterownikiem VIPer – 12A

Napięcie zmienne 230VAC po wyprostowaniu (mostek M1) zasila układ przetwornicy impulsowej zrealizowany na układzie scalonym VIPer/12A. Napięcie z wtórnego uzwojenia transformatora  $Tr$ , po wyprostowaniu ( $D_3$ ) i filtrowaniu podawane jest na wyjście zasilacza LED. Tranzystor  $T_1$  wraz z diodą Zenera  $D_4$  i transoptorem ( $U_2$ ) pełni rolę stabilizatora napięcia wyjściowego.

Z kolei rys. 2 przedstawia układ programowalnego sterownika LED realizowanego na układzie scalonym PIC10F322T, który umożliwia regulację jasności (PWM) podłączonych taśm LED (lub innych źródeł światła LED), za pomocą dowolnego łącznika impulsowego (chwilowego). Układ umożliwia regulację jasności od minimum do maksimum. Można też zmieniać kierunek regulacji jasności. Układ sterownika zapamiętuje ustawioną jasność (tylko do czasu odłączenia zasilania) i przywraca ją po ponownym załączeniu.

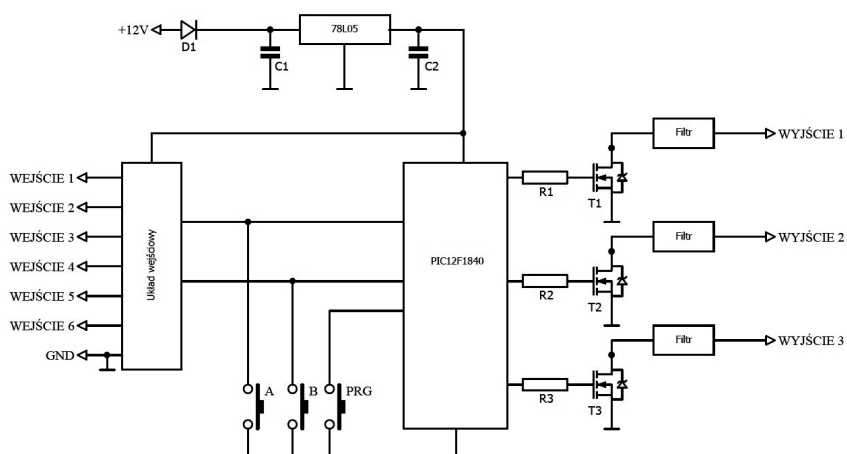


Rys. 2. Programowalny sterownik LED typu MD-1 (ściemniacz)

Układ MD-1 jest przeznaczony do małych instalacji oświetleniowych LED, gdzie moc pojedynczego obwodu nie przekracza  $P \leq 84W$ . Miniaturowe rozmiary ściemniacza, pozwalają na jego instalację np. w puszcze elektrycznej. Układ jest

zasilany z napięcia  $U = 12 \text{ VDC} \pm 10\%$ , pobór prądu w stanie spoczynku wynosi  $< 3 \text{ mA}$ , posiada maksymalną obciążalność wyjścia LED równą  $7 \text{ A}$ . Częstotliwość PWM wynosi  $500 \text{ Hz}$  a rozdzielczość strumienia PWM sięga 10 bit.

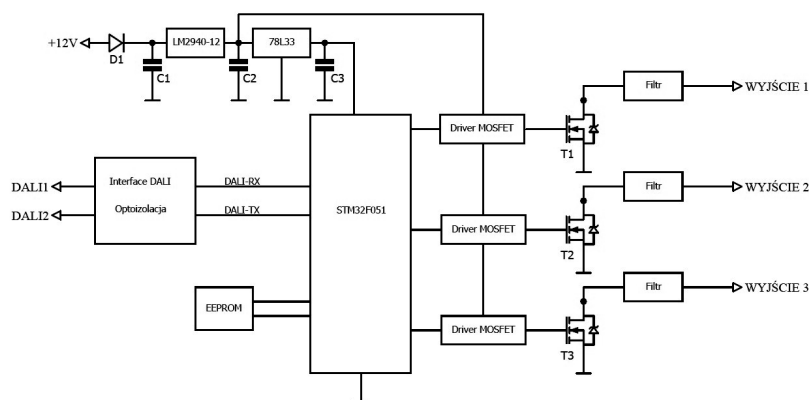
Inny typ programowalnego sterownika przedstawia rys. 3. Jest to trójkanałowy sterownik scen świetlnych LED i LED RGB.



Rys. 3. Programowalny sterownik scen świetlnych EC-11S

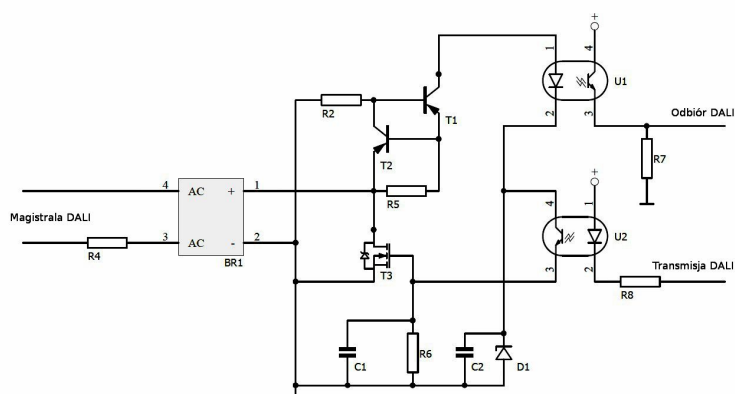
Sterownik umożliwia zaprogramowanie pięciu scen świetlnych, które mogą być statyczne lub dynamiczne. Sceny statyczne programuje się, określając jasność diod LED każdego z trzech kanałów wyjściowych. Z kolei programowanie scen dynamicznych polega na wybraniu konkretnej sceny, z listy wcześniej zaprogramowanych scen dynamicznych. W zależności od rodzaju podłączonego oświetlenia LED sceny te określają jasność każdego z kanałów lub wypadkowy kolor w przypadku systemu RGB. Sceny dynamiczne są wpisane do pamięci mikrokontrolera na zasadzie programów w układzie EC-11 RGB. Sterowanie odbywa się poprzez łączniki impulsowe łączące z masą. Impulsy „masy” (min. 200 ms, max. nie określony). Po wykryciu masy na jednym z wejść, sterownik nie reaguje na podanie masy, jednocześnie na inne wejścia, do czasu zaniku masy, na pierwszym wejściu. Do programowania używany jest łącznik **PRG**, natomiast łącznik **A** zmniejsza jasność danego kanału, a łącznik **B** – zwiększa jasność. Czas płynnego zaświecenia i wygaszania oraz przejścia pomiędzy różnymi scenami, jest ustawiony na stałe i wynosi  $t = 2 \text{ s}$ . Wyboru jednej z pięciu scen dokonuje się poprzez podanie masy na jedno z wejść (1÷5) mikrokontrolera. Jeśli na żadnym z wejść, nie pojawia się masa, to sterownik pozostaje wyłączony (w trybie czuwania).

Z kolei rys. 4. przedstawia schemat ideowy układu sterownika DALI dla oświetlenia LED, typu: EC-133DL.



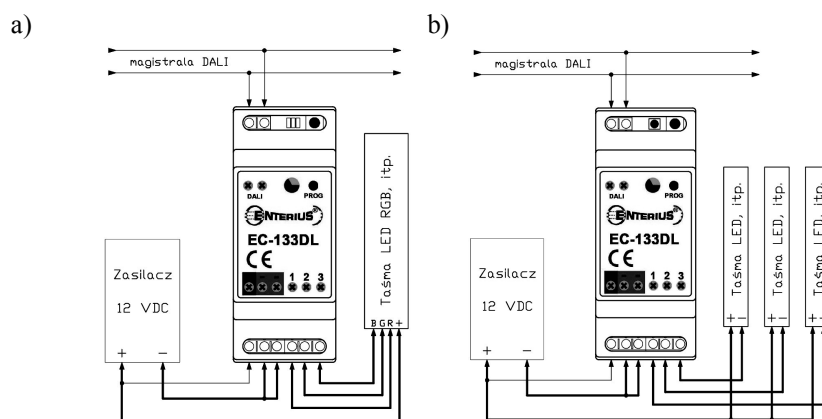
Rys. 4. Programowalny sterownik DALI dla oświetlenia LED typu: EC-133DL

Sterownik LED typu EC-133DL jest trójkanałowym ściemniaczem LED, kontrolowanym za pomocą protokołu DALI (Digital Addressable Lighting Interface). Umożliwia sterowanie większością dostępnych na rynku źródeł światła LED, zasilanych napięciowo (np. taśmy LED, moduły LED). Sterownik może również współpracować ze źródłami światła LED sterowanymi prądowo. Wówczas do wyjść sterownika EC-133DL, należy podłączyć dodatkowe drivery typu ED-700 firmy Enterius, które są typowymi interfejsami. Każde z wyjść sterownika może być niezależnie sterowane za pomocą sygnałów DALI. W zależności od rodzaju podłączonych źródeł światła LED, sterownik EC-133DL może pracować jako ściemniacz trzech niezależnych obwodów LED lub jako sterownik LED RGB. Dzięki wysokiej rozdzielczości sterowania PWM, sięgającej 16 bit, sterowanie każdym z wyjść, przejścia pomiędzy barwami lub zmiany jasności są niezwykle płynne. Dodatkowo, dzięki możliwości wyboru charakterystyki zmian jasności (funkcja protokołu DALI) między liniową a logarytmiczną, dostosowanie pracy sterownika EC133DL do wymagań danej instalacji LED jest bardzo dogodne. Każdy z trzech kanałów wyjściowych, jest osobno adresowany i zgodnie ze standardem DALI, programowanie adresu, możliwe jest w trybie automatycznym (wywoływany ze sterownika Master) lub ręcznym, z wykorzystaniem łącznika impulsowego PROG. Wejście sygnałów DALI, posiada pełną separację galwaniczną od pozostałej części układu. Sterownik EC-133DL posiada trzy wejścia typu OC (podające masę), o dużej obciążalności prądowej, sięgającej 7A każde. Trójkolorowa dioda LED sygnalizuje stan pracy sterownika. Podczas normalnej pracy kiedy sterownik EC-133DL nie odbiera żadnych komunikatów, przeznaczonych dla niego dioda nie świeci. Odebranie komunikatu przeznaczonego dla kanału Nr 1 jest sygnalizowane błyskiem koloru czerwonego, dla kanału Nr 2 błyskiem zielonym, a dla kanału Nr 3 błyskiem niebieskim.



Rys. 5. Schemat interfejsu DALI sterownika EC-133DL

Sterownik EC-133DL jest zasilany napięciem  $U=12\text{VDC} \pm 30\%$ . Posiada częstotliwość PWM  $\sim 730\text{Hz}$ . Jest przeznaczony do montażu na szynach DIN (TS-35, TH-35) w szafach i rozdzielniach elektrycznych.



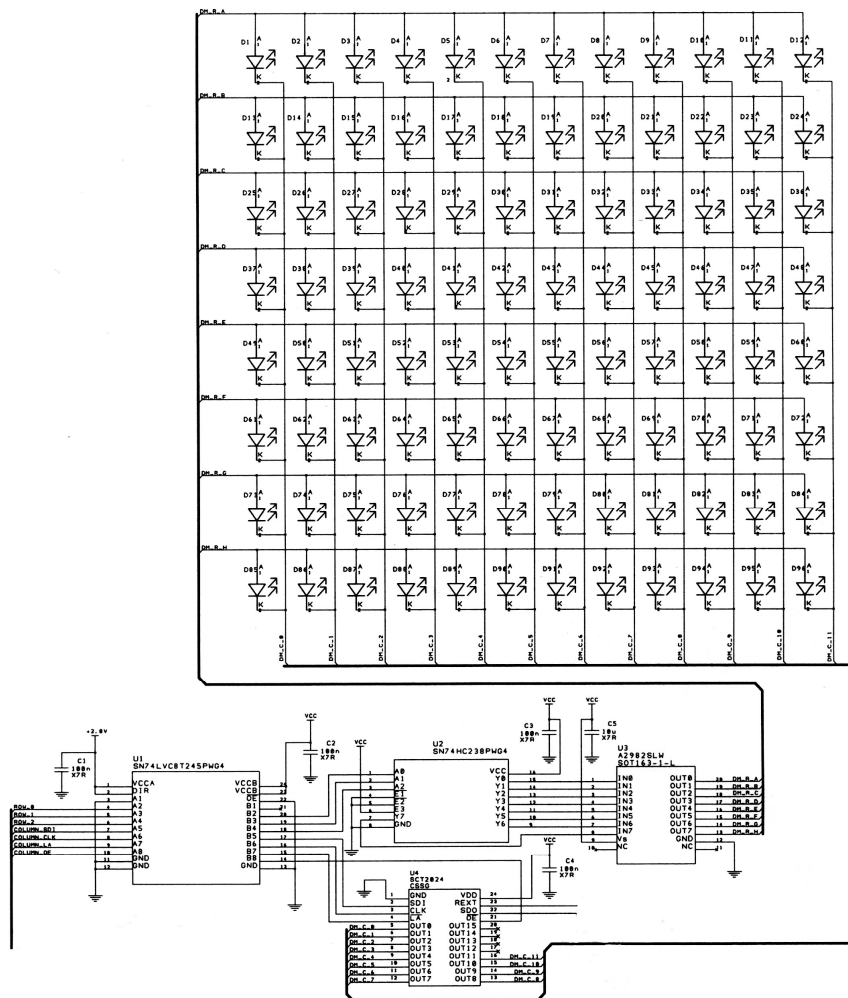
Rys. 6. Schemat aplikacyjny sterownika DALI typu: EC-133DL

a) dla taśm LED itp., b) dla taśm LED RGB itp.

Inny typ programowalnego sterownika LED, przedstawia rys. 7. Jest to skomplikowany sterownik (x-y) umożliwiający zaświecanie, w sposób programowalny jednej lub wielu diod LED wyświetlacza składającego się z 96 diod LED.

Matryca diodowa LED jest sterowana driverami LED w sposób programowalny. Diody LED są zaświecane impulsami (multipleksowane). Tego typu praca diod pozwala na mniejsze nagrzewanie się diod LED, co w przypadku

matryce diodowych jest zagadnieniem istotnym. Matryce diodowe LED znajdują zastosowanie do podświetlania próbek w analizach mikroskopowych oraz w specjalizowanych układach sygnalizacyjnych.



Rys. 7. Programowalny sterownik matrycy diodowej LED

### 3. PODSUMOWANIE

Opracowane sterowniki LED umożliwiają sterowanie większością dostępnych na rynku źródeł światła LED zasilanych napięciowo. Uzyskano przy tym wysoką rozdzielczość sterowania PWM. Tego typu sterowniki mogą być zastosowane w inteligentnych systemach sterowania w budynkach etc. Sterowniki LED wykonano

technologią powierzchniowego montażu, możliwa jest wersja hybrydowa. Technologia hybrydowa zwiększa niezawodność działania i trwałość cyfrowych sterowników LED. W specjalnych zastosowaniach koniecznym staje się wykonanie sterowników w mikroelektronicznej technologii warstw grubych, która jest bardzo odporna na działanie niekorzystnych czynników techno-klimatycznych (wysokie i niskie temperatury, wysoka wilgotność powietrza). Umożliwia maksymalną miniaturyzację sterowników i znacznie wydłuża ich trwałość.

### LITERATURA

- [1] Elektronika Praktyczna, nr 3/2007.
- [2] Energooszczędne oświetlenie, perspektywy rozwoju w Europie i w Polsce. 20 czerwca 2007, Warszawa, Poland.
- [3] Gondek J., Kordowiak S.: Cyfrowe sterowniki Hybrydowe LED. XIII Conference Computer Applications in Electrical Engineering. Poznan, April 14 - 16, 2008.
- [4] Wiśniewski A.: Diody elektroluminescencyjne (LED) dużej mocy. Przegląd Elektrotechniczny, 05/2007.
- [5] Zaremba K., Pawlak A.: Parameters of model luminare with high power LED diodes. Przegląd Elektrotechniczny, 05/2007.
- [6] Ronat O.: The Digital Addressable Lighting Interface (DALI). An Emerging Energy-Conserving Lighting Solution. International Rectifier.
- [7] Gondek J., Kordowiak S., Habdank-Wojewódzki T.: Hybrydowe sterowniki LED do opraw oświetlenia awaryjnego. XVII Conference Computer Applications in Electrical Engineering 2012, ISSN 1897-0757. Poznan University of Technology Academic Journals No 69, 2012.
- [8] Materiały informacyjne firmy Power Integrations, 2012.
- [9] Oświetlenie INFO Nr 4 (36), październik – grudzień 2011.
- [10] Zasilacze stabilizowane LED, PITE, materiały własne, 2012.
- [11] Żagań W.: Podstawy techniki świetlnej. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej 2005, ISBN 83-7207-541-7.
- [12] [www.enterius.pl](http://www.enterius.pl)
- [13] Oświetlenie INFO Nr 4 (40), październik – grudzień 2012.

### DIGITAL PROGRAMMABLE HYBRID LED DRIVERS

The paper contains the result of research work carried out in Private Institute of Electronic Engineering together with Cracow University of Technology and ENTERIUS Company. The works were dedicated for elaboration new digital programmable hybrid LED drivers, thick-film technology and surface technology were used.