



Zasilanie diod LED

Układy scalone do zasilaczy diod LED

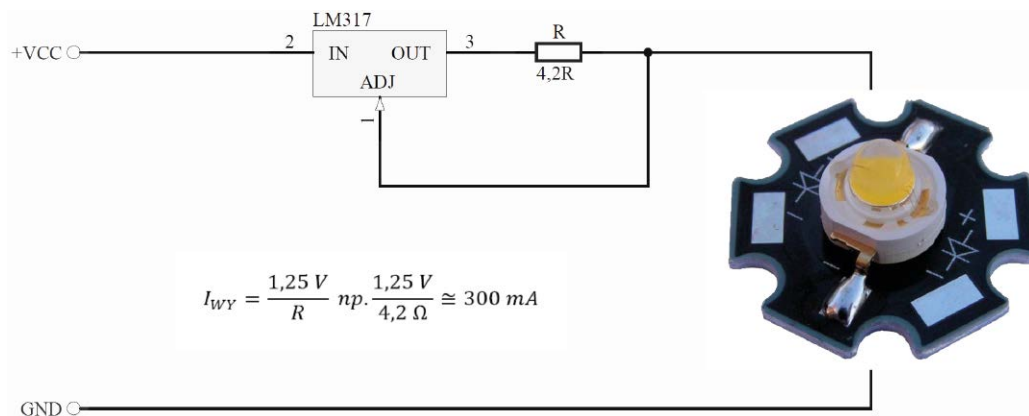
LEDy można już spotkać niemal we wszystkich aplikacjach oświetleniowych. Sygnalizują stan urządzeń, mrugają w zabawkach, oświetlają pomieszczenia, ulice, drogę przed pojazdami i znajdują wiele innych, niewymienionych zastosowań. I chociaż zapewne niewielu konstruktorów będzie miało możliwość opracowania źródła światła, które będzie stosowane masowo, to na pewno większość w swojej karierze będzie musiała zmierzyć się z aplikacją diody LED o średniej lub dużej mocy.

W przeszłości używane były diody LED o małej mocy, które były stosowane w sprzęcie elektronicznym do sygnalizowania statusu urządzenia lub wyboru dokonanego przez użytkownika. Były to łatwe w aplikacjach diody pobierające prąd rzędu kilku miliamperów, które były zasilane albo wprost z zasilacza, przez rezystor ograniczający prąd, albo za pomocą tranzystora lub bramki cyfrowej. Myślę, że z tamtych lat wzięło się przekonanie, że aplikacja diody LED to „nic takiego”.

Osobiście przekonałem się, że to nie przelewki, gdy wykonuje się oświetlenie czołowe do rodzaju wózka inspekcyjnego. LED-y były znacznie wygodniejsze od dotychczas używanych żarówek halogenowych, ponieważ – co oczywiste i nikogo już dziś nie dziwi – przy zbliżonej światłości wymagały mniejszej mocy zasilania, co miało duże znaczenie przy długich przewodach zasilających. Stosowany przeze mnie zespół LED-ów pobierał prąd rzędu kilkudziesięciu mA na diodę, co powodowało określone problemy w aplikacji. Po pierwsze, odprowadzenie ciepła z tak małej struktury nie jest trywialna, zwłaszcza jeśli wykonuje się jedną z pierwszych aplikacji i niewiele osób

wie, jak to zrobić. Po drugie, do zasilania diod LED stosowałem źródło prądowe wykonane z użyciem układów analogowych (liniowych), co było źródłem strat mocy po stronie zasilacza. Niełatwa była też aplikacja samej diody, regulowanie jej jasności świecenia – na skutek niedostatku wiedzy trzeba było rozwiązywać te wszystkie problemy samodzielnie. Dziś wystarczy sięgnąć do literatury, Internetu, czasopism takich, jak „Elektronika Praktyczna” podających gotowe, sprawdzone receptury na zbudowanie podobnych układów.

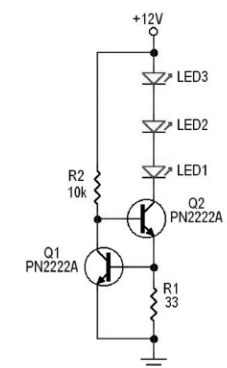
Aplikacji diod LED nie można lekceważyć zwłaszcza wtedy, gdy zasilają je całe zespoły. Dobre źródło światła wymaga nie tylko właściwego zasilania, ale również całościowego ujęcia zagadnień termicznych, ponieważ to właśnie temperatura ma największy wpływ na właściwości materiału półprzewodnikowego. Przepływ dużego prądu powoduje znaczące straty mocy, tracona moc zamienia się w ciepło, wzrost temperatury struktury półprzewodnikowej diody powoduje obniżenie się napięcia progowego, obniżenie się napięcia jest przyczyną wzrostu prądu płynącego przez diodę i tak dalej,



Rysunek 1. Źródło prądowe wykonane z użyciem LM317

aż do uszkodzenia komponentu, o ile nie zabezpieczymy się przed tym układowo. Ciekawą analizę pracy zespołu diod LED, do której już odwoływaliśmy się w EP 12/2015, wykonała firma OSRAM, prezentując ją w swojej nocie aplikacyjnej [1]. We wspomnianym wydaniu magazynu zajmowaliśmy się też układami scalonymi do zasilania LED. Dość jest powiedzieć, że od tamtego czasu nie nastąpiła jakaś ogromna rewolucja, aczkolwiek upowszechnienie się LED-ów jako źródeł światła spowodowało, że spadły ceny komponentów przy jednoczesnym wzroście sprawności energetycznej i świetlnej. Jednocześnie ilość dostępnej wiedzy i doświadczenie konstruktorów spowodowały, że współcześnie rzadko pojawiają się pytania typu „a czy muszę do zasilania LED stosować źródło prądowe?”. Odpowiedź brzmi – lepiej tak. Pewien zamęt na rynku podzespołów powoduje też konsolidacja wielkich firm, które przez to stają się jeszcze większe, a ich oferta przerasta ramy pojmowania pojedynczego konstruktora elektronika, który lubi mieć własne nawyki i stosować sprawdzone rozwiązania. W takiej sytuacji ogromnego znaczenia zaczyna też nabierać rola wsparcia technicznego dystrybutora komponentów.

Aby zbudować zasilacz dla diod LED mocy, można użyć praktycznie dowolnego układu scalonego stabilizatora, który może pracować w konfiguracji źródła prądowego. Bardzo dobrze nadaje się do tego celu analogowy (liniowy), rzec by można – niemal kultowy stabilizator LM317 (rysunek 1). Schemat ciekawego rozwiązania znalazłem w Internecie [3] – pokazano je na rysunku 2. Zgodnie z opisem zamieszczonym na stronie [3], w tym obwodzie obciążenie (diody LED) jest włączone pomiędzy dodatni biegun zasilania +12 V a kolektor tranzystora Q2. Tranzystor Q1 pracuje na liniowym odcinku charakterystyki i pełni funkcję regulowanego rezystora. Rezystor R2 zasila bazę Q2, więc po załączeniu zasilania Q2 przewodzi. Skoro tylko przez obciążenie, tranzystor Q2 i rezystor R2 zaczyna płynąć prąd, to wzrasta też spadek napięcia na R2. Gdy osiągnie on punkt przegięcia charakterystyki tranzystora Q1, to ten zaczyna przewodzić i tym samym „ściąga” bazę Q2 do masy. Powoduje to wzrost jego rezystancji kolektor-emiter,

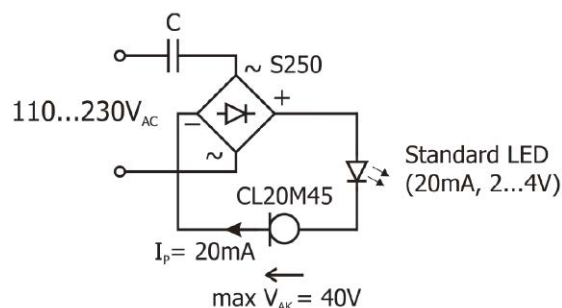


Rysunek 2. Zasilacz LED wykonany z użyciem elementów dyskretnych

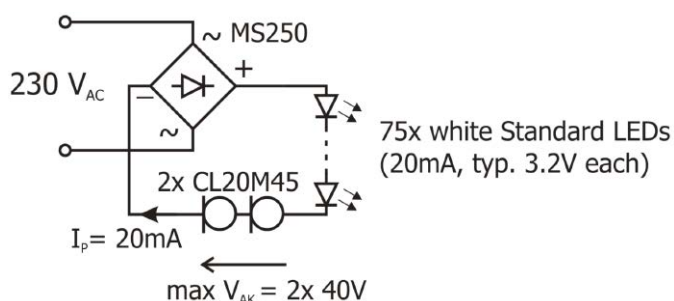
co skutkuje zmniejszeniem się prądu płynącego przez obciążenie i przez złącze CE tranzystora Q2. Tym samym maleje spadek napięcia na R2, co podwyższa napięcie na bazie Q1, powodując wzrost prądu. W ciągu kilku milisekund prąd stabilizuje się w specyficznym punkcie wyznaczonym przez rezystancję R2.

Minimalne napięcie zasilające prezentowanego obwodu wynosi 1,2 V i jest znacznie niższe od wymaganego przez LM317. Rezystancja R2 jest łatwa do wyznaczenia, ponieważ do jej obliczenia jest potrzebne jedynie prawo Ohma oraz znajomość napięcia U_{BE} tranzystora Q2. Większość typowych tranzystorów krzemowych zaczyna przewodzić przy napięciu rzędu 0,56...0,58 V i osiąga punkt nasycenia (przegięcia charakterystyki) przy ok. 0,7 V. Jeśli wymagamy prądu obciążenia 100 mA, to rezystancję R2 można obliczyć jako $R2=0,58 V/0,1 A$, a więc 5,8 Ω. W normalnych warunkach pracy straty mocy na rezystorze R2 wynoszą $P=0,58 V \times 0,1 A=0,058 W$. W takich warunkach pracy, po uwzględnieniu marginesu bezpieczeństwa, bez problemu da sobie radę rezystor o mocy 0,125 W. A jak będzie dla prądu rzędu 0,6 A? $R2=0,58 V/0,6 A=967 \Omega$. Straty mocy w takiej sytuacji to $P=0,348 W$ – uwzględniając margines bezpieczeństwa, użyjmy rezystora o mocy rzędu 0,7...1 W. Dla porównania, w aplikacji z LM317 musielibyśmy użyć rezystora o oporności około 2 Ω, co powodowałoby straty mocy wynoszące 0,72 W, a więc uwzględniając margines bezpieczeństwa, musielibyśmy użyć rezystora o mocy 2 W. Pomijając wielkość komponentu istotny jest też fakt, że straty mocy są o blisko połowę mniejsze, a sam obwód składa się z 4 bardzo tanich komponentów.

Prezentowany obwód ma jednak pewną wadę – po załączeniu zasilania „usiłuje” wymusić maksymalny możliwy przepływ prądu przez obciążenie dopóty, dopóki spadek napięcia na R2 nie zacznie „uruchamiać” Q2. Dlatego też wybierając rezystor R2, należy posłużyć się tzw. scenariuszem najgorszego przypadku, który powinien uwzględnić maksymalną moc mogącą wytracić się na tym rezystorze. Najlepiej, aby ten rezystor był dobrany na wypadek zwarcia obciążenia i tranzystora Q1. Wydaje się, że w takich warunkach pracy (oznaczających faktycznie uszkodzenie obwodu) łatwiej jest zastosować dodatkowy, szeregowy bezpiecznik topikowy.



Rysunek 3. Zasilanie pojedynczej diody LED ze źródła 110...230 V AC



Rysunek 4. Zasilanie zespołu diod LED ze źródła 230 V AC

Aby zakończyć temat regulatorów analogowych, które są łatwe do zbudowania, ale mają szereg wad, z których bodaj najpoważniejszą jest mała sprawność energetyczna, co zupełnie eliminuje je z uycia w źródłach światła o dużej mocy, przypomnijmy bodaj najłatwiejszy do wykonania obwód zasilania diody LED o średniej mocy (lub ich zespołu) za pomocą półprzewodnikowych ograniczników prądu typu CL20M45 (20 mA) lub CL40M45 (40 mA). Schematy tych rozwiązań pokazano na rysunkach 3 i 4.

Większość nowoczesnych aplikacji zasilaczy diod LED będzie jednak wymagała zasilania za pomocą impulsowego źródła prądowego ze względu na wymagania odnośnie do uzyskania dużej sprawności energetycznej. Zwykle te zasilacze zawierają więcej komponentów, ale masowa produkcja oznacza, że niekoniecznie są droższe. Dioda LED o dużej mocy, zwykle montowana na radiatorze, wytwarza dużo ciepła, które wymaga

rozproszenia. Dodawanie do niego ciepła strat komponentów pogarsza sytuację i powoduje skrócenie czasu funkcjonowania diody. Nowoczesne układy przetwornic impulsowych pozwalają na uzyskanie sprawności przekraczającej 90% w normalnych warunkach eksploatacji.

Jak wspomniano, do zasilania diody LED mocy jest wymagane źródło prądowe. Utrzymuje ono stałą wartość prądu obciążenia, mając teoretycznie nieskończone napięcie wyjściowe. W praktyce, maksymalne napięcie wyjściowe jest ograniczone wartością napięcia wejściowego (zasilającego), aczkolwiek wiele przetwornic do zasilania LED ma możliwość pracy w konfiguracji podnoszącej napięcie. Do wyboru są układy (zasilacze) obniżające napięcie wejściowe (*buck*, *step-down*), podwyższające (*boost*) oraz uniwersalne (*buck-boost* lub *SEPIC*). Ponadto, często mają one wyjścia sygnalizujące usterkę, wbudowane obwody zabezpieczające przed przepięciem i zwarcie oraz odłączające obciążenie po przekroczeniu dopuszczalnej temperatury lub prądu obciążenia.

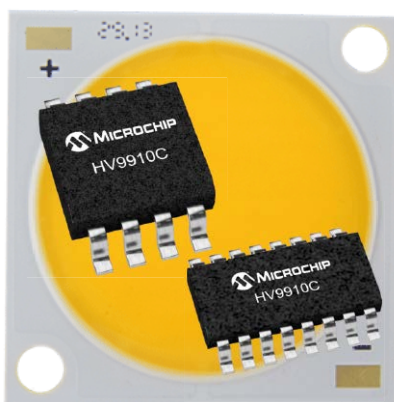
W aplikacjach profesjonalnych do zasilania diod LED mocy nie stosuje się rezystorów szeregowych. Jeśli dioda LED ma moc 1 W i napięcie progowe 2 V, to do jej zasilania będzie wymagany prąd o natężeniu ok. 0,5 A. Jeśli zasilacz będzie dostarczał 3,3 V, to na rezystorze stracimy 0,65 W, co znacząco obniży sprawność energetyczną źródła światła i stworzy problemy z rozproszeniem nadmiaru mocy. Ponadto, zależność pomiędzy natężeniem prądu płynącego przez diodę a intensywnością jej świecenia jest bliska liniowej, natomiast charakterystyka przejściowa diody

REKLAMA

► POLECANY PRODUKT


MICROCHIP

HV9910C





JM elektronik z o.o.
ul. Karolinki 58, 44-100 Gliwice
tel. +48 323 396 901
www.jm.pl, sprzedaz@jm.pl

Szeroki zakres napięć zasilania i skalowalna moc układu zasilania

- Zakres napięcia zasilania: 15 ÷ 450V DC
- Pełna skalowalność mocy całego układu zasilania z zastosowaniem zewnętrznego tranzystora MOSFET
- Prosta konstrukcja wymagająca niewielkiej liczby zewnętrznych elementów pozwala uprościć proces aplikacji i uzyskać najwyższą niezawodność
- Precyzyjna stabilizacja prądu wyjściowego na poziomie od kilkunastu mA do kilku A
- Sterowania prądem wyjściowym w sposób liniowy poprzez źródło napięciowe (0÷250mV) i za pomocą sygnału PWM (0÷100%)
- Dwa niezależne wejścia regulacji
- Zabezpieczenie przed przegrzaniem
- Dwie wersje obudowy: 8 i 16 PIN



jest bardzo stroma i silnie zależy od temperatury złącza. Napięcie progowe jest tym niższe, im jest wyższa temperatura złącza. Jeśli dioda jest zasilana ze źródła o stabilizowanym napięciu, to nawet niewielka różnica temperatury złącza, a co za tym idzie – napięcia progowego – może wywołać widoczną różnicę jasności świecenia, ponieważ źródło napięciowe stabilizujące swoje napięcie wyjściowe nie będzie starało się podwyższyć go lub obniżyć, aby ustalić odpowiednią jasność świecenia diody. Tę zdolność ma jedynie źródło prądowe, które będzie dążyło do takich warunków pracy, w których prąd wyjściowy będzie stały i przez to jasność świecenia diody będzie utrzymywana na stałym poziomie. Przekroczenie maksymalnego prądu przewodzenia powoduje szybkie zużycie diody, zmianę koloru jej świecenia, uszkodzenie złącza.

Zasilaczy diod LED nie należy mylić ze sterownikami, aczkolwiek te mogą być zintegrowane ze źródłami prądowymi. Sterowniki LED są używane do załączania, wyłączania, kontroli jasności i koloru świecenia, tworzenia efektów świetlnych itp. Często mają interfejs cyfrowy (np. I²C lub SPI) umożliwiający komunikowanie się z systemem nadrzędnym. Zwykle sterowniki diod LED mają prąd wyjściowy o niedużym natężeniu, raczej nieprzekraczającym 100...150 mA [4].

Jasność świecenia diod LED można kontrolować:

- Analogowo, za pomocą regulowania prądu płynącego przez diodę.
- Zmieniając współczynnik wypełnienia prądu płynącego przez diodę.
- Zmieniając natężenie prądu szczytowego przy zasilaniu impulsowym za pomocą przebiegu o wypełnieniu o wypełnieniu 1/10.

Zmiana prądu diody LED może polegać po prostu na zmianie rezystora regulującego jego natężenie. Nie zawsze da się to zrobić za pomocą potencjometru ze względu na duże straty mocy występujące w elemencie rezystancyjnym, ale tak właśnie można sobie ją wyobrazić. W świetle dostępnych podzespołów jeszcze łatwiejsze do realizacji jest regulowanie natężenia światła za pomocą zmiany wypełnienia impulsów przebiegu PWM zasilającego diodę. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że praktyczna realizacja układowa może być skomplikowana ze względu na zjawiska występujące podczas przełączania (kluczowania) prądu o dużym natężeniu. Należą do nich możliwość wystąpienia przepięcia, przetężenia, straty mocy w elemencie przełączającym i inne. Sterowanie PWM umożliwi uzyskanie liniowej charakterystyki regulacji jasności względnej oraz łatwe (przy stosowaniu mikrokontrolera) dopasowanie zakresu regulacji do preferencji użytkownika, typu diody, charakterystyki jej świecenia itp. Kolejna metoda regulowania jasności świecenia diody LED bazuje na bardzo dużej szybkości działania diody LED, co tworzy możliwość jej zasilania krótkimi impulsami prądowymi o częstotliwości od kilku kHz, których natężenie szczytowe przekracza znamionowy prąd diody. Zasilana w ten sposób dioda świeci z kilkakrotnie większą jasnością niż przy zasilaniu „tradycyjnym”. Duża częstotliwość impulsów przekłada się na dużą częstotliwość błysków diody, co dzięki bezwładności oka ludzkiego jest postrzegane jako świecenie ciągłe. Jasność świecenia diody w tej metodzie reguluje się za pomocą natężenia szczytowego

(„wysokości” impulsów prądowych). Dioda pracuje impulsowo, co wpływa na wydłużenie jej żywotności. Warunkiem stosowania tej metody jest, aby energia wydzielona w diodzie w czasie jednego okresu była mniejsza lub równa wartości energii wydzielającej się w tym samym czasie przy zasilaniu prądem ciągłym, znamionowym. Inaczej można doprowadzić do przegrzania diody i jej uszkodzenia. Ta metoda nie jest zalecana dla diod, których moc przekracza 1 W ze względu na znaczne natężenie prądu impulsowego, który może spowodować uszkodzenie połączeń pomiędzy strukturą diody a jej doprowadzeniami. Z drugiej strony, jest też skomplikowana układowo, jeśli do jej realizacji nie będzie się używało gotowego kontrolera lub układu scalonego zasilacza.

Układy scalone do zasilaczy diod LED

Oświetlenie LED spotkamy niemal we wszystkich zastosowaniach. Odpowiednie diody świecące podświetlają tła wyświetlaczy LCD w użytkowanych przez nas urządzeniach. Coraz częściej diody o dużej mocy są stosowane w oświetleniu ulicznym. Szczególną estymą cieszą się one także u architektów, którzy ukrywając we wnękach miniaturowe źródła światła, mogą tworzyć obiekty o niepowtarzalnym wyglądzie.

Ze względu na ogromny popyt układy scalone do budowania zasilaczy LED są oferowane przez każdego większego producenta półprzewodników. Ogromna jest również oferta gotowych zasilaczy do diod LED. Ze względu na tak naprawdę podobną ofertę bardzo trudno jest doradzić, czym kierować

Tabela 1. Drivery LED ogólnego przeznaczenia firmy Allegro Microsystems (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ	Topologia	Kanaty	Obciążalność	Napięcie wejściowe	Diod LED/kanal
A6217	Buck	1	3 A	6...48 V	1...12
A6217-1		1	1,5 A	6...48 V	1...12
A6274/-1	Liniowy	6	360 mA	5...42 V	1...3
A6284/-1		6	720 mA	5...42 V	1...3

Tabela 2. Nowe układy scalone firmy Diodes do oświetlenia LED (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ	I _{LED}	Regulacja	I _{wy.}
AL1663	-	PWM, PWM...DC, analogowa	1 mA
AL1663R	-	PWM, PWM...DC, analogowa	1 mA
AL1676	350 mA	Brak	0,17 mA
AL1677	80...240 mA	-	0,12 mA
AL1678	120 mA 180 mA 240 mA	-	0,12 mA
AL1692	-	Triak	0,17 mA
AL1696	230 mA	Triak	0,15 mA
AL1697	180 mA 230mA	Triak	0,17 mA
AL6562	Zewnętrzny MOSFET	-	3,5 mA
AL6562A	Wbudowany MOSFET	-	3,5 mA
AL9901	Wbudowany MOSFET	Analogowa i PWM	1 mA
AL9902	Wbudowany MOSFET (650 V, do 2 A)	Analogowa i PWM	1 mA

się przy wyborze konkretnego rozwiązania. Na pewno ogromne znaczenie będą tu miały cena, dostępność, relacje z producentem lub dystrybutorem, wsparcie – każdy wybór będzie indywidualny, dopasowany do sytuacji, w której jest opracowywana aplikacja.

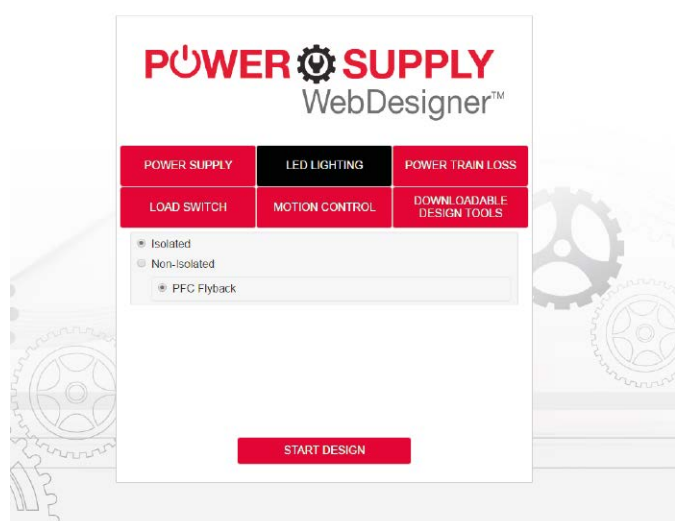
ALLEGRO MICROSYSTEMS

Firma Allegro MicroSystems ma w ofercie szereg układów przeznaczonych do zasilania diod LED. Są to zasilacze impulsowe i liniowe, znajdujące zastosowanie w aplikacjach ogólnego przeznaczenia oraz specjalnych, takich jak oznakowanie oraz oświetlenie pojazdów (<https://goo.gl/9i9MiO>). Wiele z tych układów ma wbudowane tranzystory kluczujące MOSFET, co upraszcza aplikację oraz zmniejsza powierzchnię zajmowaną na płycie drukowanej. Oferta firmy Allegro MicroSystems obejmuje układy o różnych topologiach, różnej obciążalności i liczbie kanałów wyjściowych. Przegląd nowości, które pojawiły się od poprzedniego artykułu, układów scalonych – driverów LED ogólnego przeznaczenia umieszczono w tabeli 1. Przypomnijmy, że firma oferuje również układy scalone przeznaczone do zastosowania w motoryzacji – nie tyle do zasilania oświetlenia głównego, ile do oświetlenia pomocniczego (oświetlenie wnętrza, podświetlenie tła).

DIODES INCORPORATED

Na stronie internetowej producenta (<https://goo.gl/JP-DFBX>), jak poprzednio nadal jest widoczny podział układów

Get help for every stage of your project.



Rysunek 5. Okno główne programu Power Supply WebDesigner

Tabela 3. Układy firmy Diodes do oświetlenia oznakowania (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ układu	AEC10X	Maks. U_{wyj}	Liczba kanałów	I_{wyj}	I_{LED}	Regulacja
AL1791	Nie	30 V	1	600 mA	1200 mA	Analogowa, PWM
AL1792	Nie	30 V	2	-	600 mA	Analogowa, PWM
AL1793	Nie	30 V	3	600 mA	600 mA	Analogowa, PWM
AL1794	Nie	30 V	4	600 mA 450 mA 150 mA	600 mA 450 mA 150 mA	Analogowa, PWM
BCR401UW6	Nie	18 V	1	10 mA	10 mA	Brak
BCR402UW6	Nie	40 V	1	20 mA	20 mA	Brak
BCR405UW6	Nie	40 V	1	50 mA	50 mA	Brak
BCR420UW6	Tak	40 V	1	350 mA	350 mA	Brak
BCR420UW6Q	Tak	40 V	-	350 mA	350 mA	Tak
BCR421UW6	Tak	40 V	1	350 mA	350 mA	PWM
BCR421UW6Q	Tak	40 V	1	350 mA	350 mA	PWM

Tabela 6. Układy scalone do zasilania LED z oferty Fairchild Semiconductor (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ	Opis	Topologia	Maks. U_{wyj}	Kanały
FL77904	Kompaktowy, bezpośredni zasilacz diod LED współpracujący ze ściemniaczem	Zasilacz AC	17 V	4
FL77905	Analogowy / PWM / współpracujący ze ściemniaczem, kompaktowy zasilacz LED	Zasilacz AC	17 V	3
FL5150	Kontroler przetwornicy z MOSFET lub IGBT	Back to Back AC	5 V	1
FL5160	Kontroler przetwornicy z MOSFET lub IGBT współpracujący ze ściemniaczem	Back to Back AC	5 V	4
FLS6617	Regulator ze zintegrowanym tranzystorem MOSFET	PSR Flyback	23 V	1
FL77944	Analogowy / PWM / współpracujący ze ściemniaczem zasilacz diod LED dużej mocy	Zasilacz AC	16,8 V	1

scalonych do zasilaczy LED na przeznaczone do: oświetlenia LED, znaków świetlnych, pojazdów (certyfikowane), urządzeń przenośnych. Podstawowe parametry układów scalonych z oferty Diodes Inc. umieszczono w tabelach 2...3. Układy mogą pracować w różnych technologiach i zależnie od przeznaczenia są to albo nieskomplikowane zasilacze, albo wielokanałowe, mające funkcje sygnalizujące uszkodzenia diod LED i inne stany awaryjne. Co ciekawe, prawie nie ma zmian w ofercie układów dla motoryzacji. Powodem jest zapewne długotrwały proces certyfikacji. Owszem, nieliczne układy wycofano z oferty, inne zyskały nowe certyfikaty, ale na pierwszy rzut oka nie widać większych zmian w ofercie.

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR

- AKTUALNIE WŁASNOŚĆ ON SEMICONDUCTOR

Po opublikowaniu ostatniego przeglądu, ogromnie zasłużona dla rozwoju elektroniki firma Fairchild Semiconductor, producent pierwszego, komercyjnego układu scalonego, stała się własnością ON Semiconductor. Wizyta na nadal istniejącej stronie internetowej firmy Fairchild (<https://goo.gl/XkbV0I>) nie wykazała jakichś ogromnych zmian w ofercie firmy. W porównaniu do poprzedniego przeglądu należy zauważyć, że w jej ofercie przybyło kilka interesujących układów scalonych – wymieniono je w tabeli 6. Na stronie można też skorzystać z narzędzia Power Supply WebDesigner podpowiadającego – w interesującym nas

zakresie – gotowe rozwiązania przetwornic izolowanych, nieizolowanych, przeznaczonych do różnych zastosowań (**rysunek 5**).

INFINEON

Sporo zmieniło się w ofercie Infineona. Od poprzedniego przeglądu firma znacznie rozbudowała swoją ofertę, wprowadzając nowe grupy produktów. Nowe, animowane menu na stronie internetowej (<https://goo.gl/5XuH3U>) umożliwi przegląd całej oferty układów przeznaczonych do oświetlenia. Skrócony przegląd obszernej oferty prezentujemy w **tabelach 7...9**.

Tabela 7. Układy scalone kontrolerów do oświetlenia LED z oferty firmy Infineon (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ układu	Topologia	Przeznaczenie	Opis
ICL8002G	Fly-back, buck	Kontroler	Kontroler przetwornicy flyback lub buck
IRS2982S	Fly-back/Buck-Boost	Kontroler	Kontroler przetwornic do zasilania diod LED i budowania zasilaczy ogólnego przeznaczenia
ICL8105	Fly-back	Kontroler	Kontroler cyfrowy z interfejsem 0-10 V i rozszerzonym zakresem regulacji do programowalnych zasilaczy LED
ICL5101	PFC+LLC	Kontroler	Kontroler przetwornicy LLC z korekcją PFC i rozszerzonym zakresem regulacji do zasilaczy LED
ICL8201	Buck	Kontroler	Buck controller for non-dimmable LED lamps

Tabela 8. Układy scalone zasilaczy do oświetlenia LED z oferty firmy Infineon (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ układu	Topologia	Regulacja	Maks. U_{WEJ}	Maks. I_{WYJ}
ILD2111	Buck	Cyfrowa	600 V	3000 mA
ILD6150	Buck	Cyfrowa lub analogowa	60 V	1500 mA
ILD6070	Buck	Cyfrowa lub analogowa	60 V	700 mA
ILD4035 E6327	Buck	Cyfrowa lub analogowa	40 V	400 mA
TLE4309G	Linear	-	24 V	500 mA
ILD4071	Buck	-	45 V	700 mA
BCR320U	Analogowy	Nie	25 V	300 mA
BCR321U	Analogowy	Cyfrowa	25 V	300 mA
BCR420U	Analogowy	Nie	40 V	200 mA
BCR421U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	200 mA
BCR401U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	65 mA
BCR401W	Analogowy	Cyfrowa	18 V	60 mA
BCR402U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	65 mA
BCR402W	Analogowy	Cyfrowa	18 V	60 mA
BCR405U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	65 mA
BCR205W	Analogowy	Nie	18 V	80 mA
BCR450	Analogowy	Cyfrowa	27 V	2500 mA
ILD4001 E6327	Buck	Analogowa lub cyfrowa	42 V	3000 mA
ILD1151	Uniwersalny	-	45 V	3000 mA
ILD1150	Uniwersalny	-	45 V	3000 mA

LINEAR TECHNOLOGY

Ten producent jest dobrze znany z wytwarzania układów przeznaczonych do budowania zasilaczy o różnym przeznaczeniu. Dlatego też w jego ofercie nie mogło zabraknąć układów do zasilania LED. W **tabelach 11...17** umieszczono skrócony przegląd oferty LT. Zależnie od typu, w strukturach układów mogą być zintegrowane diody Schottky'ego, tranzystory kluczujące,

Tabela 9. Układy scalone źródeł prądowych do oświetlenia LED z oferty firmy Infineon (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ układu	Topologia	Regulacja	Maks. U_{WEJ}	Maks. I_{WYJ}
ILD2111	Buck	Digital	600 V	3 A
ILD6150	Buck	Analogowa lub cyfrowa	60 V	1,5 A
ILD6070	Buck	Analogowa lub cyfrowa	60 V	700 mA
ILD4035 E6327	Buck	Analogowa lub cyfrowa	40 V	400 mA
TLE4309G	Analogowy	-	24 V	500 mA
ILD4071	Buck	-	45 V	700 mA
BCR320U	Analogowy	Nie	25 V	300 mA
BCR321U	Analogowy	Cyfrowa	25 V	300 mA
BCR420U	Analogowy	Nie	40 V	200 mA
BCR421U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	200 mA
BCR401U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	65 mA
BCR401W	Analogowy	Cyfrowa	18 V	60 mA
BCR402U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	65 mA
BCR402W	Analogowy	Cyfrowa	18 V	60 mA
BCR405U	Analogowy	Cyfrowa	40 V	65 mA
BCR205W	Analogowy	Nie	18 V	80 mA
BCR450	Analogowy	Cyfrowa	27 V	2,5 A
ILD4001 E6327	Buck	Analogowa lub cyfrowa	42 V	3 A
ILD1151	Multi-Topology	-	45 V	3 A
ILD1150	Multi-Topology	-	45 V	3 A

Tabela 10. Nowe układy scalone do aplikacji LED z oferty Linear Technology (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ układu	Liczba wyjść	Maks. U_{WYJ}	Topologia	Liczba diod LED
LT3952	1	60 V	Buck, Boost, Buck-Boost	Do 60 V
LT3922	1	40 V	Boost, Buck, Buck-Boost	Do 34 V
LT3909	2	36 V	Boost	2x10
LT3761A	1	100 V	Buck, Boost, Buck-Boost, Sepic	25+
LT8613	1	41,6 V	Buck	
LT3952	1	60 V	Buck, Boost, Buck-Boost	Do 60 V
LT3922	1	40 V	Boost, Buck, Buck-Boost	Do 34 V
LT3761A	1	100 V	Buck, Boost, Buck-Boost, Sepic	25+
LT3744	1	36 V	Buck	Up to 36V
LT8391	1	60 V	Buck-Boost	25+
LT3952	1	60 V	Buck, Boost, Buck-Boost	Do 60 V
LT3922	1	40 V	Boost, Buck, Buck-Boost	Do 34 V
LT3761A	1	100 V	Buck, Boost, Buck-Boost, Sepic	25+

Tabela 11. Nowe układy scalone do aplikacji LED z oferty Maxim Integrated (wprowadzone po przeglądzie w EP 12/2015)

Typ układu	Opis	Topologia	Kanały	I_{LED}/kanal	Moc	Maks. U_{wy}
MAX20070	Zasilacz podświetlenia tła LCD TFT z wbudowanym tranzystorem kluczującym	Z indukcyjnością	2	0,16 A	12 W	52 V
MAX20070B	Zasilacz podświetlenia LCD TFT dla motoryzacji, ze zintegrowanymi driverami do zasilania dwóch łańcuchów LED	Z indukcyjnością	2	0,16 A	12 W	52 V
MAX8819	PMIC ze zintegrowaną ładowarką i modułem Smart Power Selector	Z indukcyjnością	1	0,03 A	0,75 W	24 V
MAX1848	Efektywny konwerter Step-Up do zasilania 2-3 białych diod LED	Z indukcyjnością	1	0,06 A	0,8 W	12 V
MAX16821	Mocny, synchroniczny driver diod LED dla motoryzacji	Z indukcyjnością	1	30 A	300 W	100 V

obwody mierzące prąd obciążenia i sygnalizujące uszkodzenia diod LED, wielowyjściowe klucze z interfejsem cyfrowym itp. Na stronie internetowej <https://goo.gl/Ibwb4o> udostępniono filtr umożliwiający wstępną selekcję układu scalonego do aplikacji.

MAXIM INTEGRATED

Firma Maxim Integrated oferuje dużą liczbę układów scalonych do zasilania diod LED i sterowania nimi w różnorodnych aplikacjach (<https://goo.gl/dvt0ID>), jednak zdecydowaną większość układów scalonych oferowanych przez tego producenta wymieniliśmy w EP 12/2015. Wstępną selekcję układów do aplikacji umożliwia filtr umieszczony na stronie internetowej firmy pod wymienionym wcześniej adresem. Ten producent oferuje liczną grupę układów scalonych przeznaczonych do zasilania diod LED używanych w projektorach oraz do zastosowania w motoryzacji, gdzie oświetlenie LED staje się coraz bardziej popularne (w ofercie tego producenta można znaleźć układy dostarczające do obciążenia moc do 300 W przy napięciu 100 V).

MICROCHIP

Firma Microchip ma nową, wygodną w użyciu stronę internetową, na której można posłużyć się rozbudowanym selektorem produktów (<https://goo.gl/jUxIJo>). Są wśród nich również liczne układy scalone służące do budowania zasilaczy LED, źródeł prądowych, sterowników i inne. Niektóre z nich, na przykład te przeznaczone dla segmentu „automotive”, noszą oznaczenie AT, co zapewne jest związane z zakupem przez Microchipsa firmy Atmel.

ON SEMI

Po zakupie przez ON Semi firmy Fairchild ofertę obu producentów należałoby rozpatrywać łącznie, jednak na razie wygląda na to, że obie firmy działają samodzielnie. Pełna oferta ON Semi jest dostępna na stronie internetowej <https://goo.gl/UrOP0L>. Ważniejsze parametry nowych układów scalonych do zasilaczy LED wymieniono w tabeli 11. Wstępną selekcję umożliwia filtr parametryczny umieszczony na stronie internetowej producenta.

POWER INTEGRATIONS

Firma koncentruje się na wytwarzaniu układów scalonych przeznaczonych do zasilaczy impulsowych. W jej ofercie znajduje się kilka rodzin driverów do zasilania diod LED

Tabela 12. Zasilacze LED ogólnego przeznaczenia firmy Microchip

Typ układu	Topologia	Prąd wyj.	Rodzaj przetw.
HV9801A	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
HV9803	Buck	Zewnętrzny FET	
HV9803B	Buck	Zewnętrzny FET	
HV9805	2-stopniowy	0,7 A	Off Line
HV9861A	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
HV9910B	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
HV9910C	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
HV9918	Buck	Wewnętrzny FET	DC/DC
HV9919B	Buck	Zewnętrzny FET	DC/DC
HV9921	Buck	20 mA	Off Line
HV9922	Buck	20...50 mA	Off Line
HV9923	Buck	30 mA	Off Line
HV9925	Buck	20...50 mA	
HV9930	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
HV9931	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
HV9961	Buck	Zewnętrzny FET	Off Line
MIC2841A	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC2842A	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC2843	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC2843A	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC2844A	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC2846A			Analogowy driver LED
MIC2860-2D	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC2860-2P	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC3201	Buck	1A FET	Duża jasność
MIC3202	Buck	1 A FET	Duża jasność
MIC3202-1	Buck	1 A FET	Duża jasność
MIC3203	Buck	Zewnętrzny FET	Duża jasność
MIC3203-1	Buck	Zewnętrzny FET	Duża jasność
MIC3205	Buck	Zewnętrzny FET	Duża jasność
MIC3230	Boost	Zewnętrzny FET	Duża jasność
MIC3231	Boost	Zewnętrzny FET	Duża jasność
MIC3232	Boost	Zewnętrzny FET	Duża jasność
MIC4801	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC4802	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC4811	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC4812	Analogowy		Analogowy driver LED
MIC5400	Analogowy		Sterownik ekranu
MM5450	Analogowy		Sterownik ekranu
MM5451	Analogowy		Sterownik ekranu

Tabela 14. Zasilacze LED dla motoryzacji oferowane przez Microchip

Typ	Topologia	Maks. U_{we}	Maks. I_{wy}	Regulacja
AT9917	Boost	5,3 V	40 A	Zewnętrzny FET
AT9919	Buck	40 V		PWM
AT9932	Boost-Buck (Cuk)	40 V	Zewnętrzny FET	PWM/ Analogowa
AT9933	Boost-Buck (Cuk)	75 V		PWM
MAQ3203	Buck	42 V		PWM

(<https://goo.gl/uZUxdC>). Jest sztanarową ofertę nadal stanowią układy z rodzin LYTSwitch-0...LYTSwitch-7 (<https://goo.gl/cfz42I>). Ich charakterystyczną cechą jest wbudowany w strukturę tranzystor kluczujący. Układy te nie wymagają dodatkowego zasilacza dla części cyfrowej.

Rodzina układów LYTSwitch-0 jest przeznaczona do konstruowania nieizolowanych źródeł światła, które nie mają możliwości współpracy ze ściemniaczem. Struktura układów zawiera tranzystor MOSFET o napięciu przebicia U_{DS} 700 V, oscylator, źródło prądowe, obwody zabezpieczające przed przegrzaniem i przeciążeniem. Zasilacze wykonane w oparciu o te układy są tanie i mają niewielkie wymiary. Aplikacja układu zawiera jedynie kilkanaście elementów zewnętrznych, w większości komponentów pasywnych. Sprawność układów przekracza przy tym 90%,

a współczynnik mocy jest lepszy niż 0,5. Układy z tej rodziny mogą dostarczać do obciążenia moc do 12 W.

Układy z rodziny LYTSwitch-2 są przeznaczone do zasilania diod LED o mocy do 22 W. Dzięki mechanizmowi regulacji po stronie pierwotnej wyeliminowano konieczność użycia transoptora w pętli sprzężenia zwrotnego, osiągając przy tym dobrą dokładność stabilizacji prądu wyjściowego ($\pm 3\%$). Jest to możliwe między innymi dzięki wbudowanemu modułowi kompensującemu wahania wartości indukcyjności transformatora oraz pozostałych elementów pasywnych. Struktura układu zawiera wysokonapięciowy tranzystor MOSFET (725 V), innowacyjną maszynę stanów, źródło prądowe, obwody zabezpieczające, moduł kontroli jittera częstotliwościowego.

LYTSwitch-3 to układy przeznaczone do jednostopniowych zasilaczy „żarówek” i oświetlaczy LED. Każdy z układów zawiera tranzystor kluczujący MOSFET oraz szereg obwodów zabezpieczających przed zwarcie, przegrzaniem, przepięciem i innymi sytuacjami mogącymi zdarzyć się w czasie eksploatacji. Wszystkie układy z tej rodziny mogą pracować ze ściemniaczami oświetlenia opartymi na triaku, co jednak ma wpływ na sprawność gotowego zasilacza. Dlatego, jeśli wbudowany detektor nie wykryje obecności triaka w instalacji, układ przechodzi w tryb pracy bez regulacji, w którym ma podwyższoną sprawność energetyczną. Układy charakteryzują się również obniżonym

Tabela 11. Nowe układy scalone do aplikacji LED z oferty On Semi (od przeglądu w EP 12/2015)

Typ	Opis	Topologia	Maks. U_{we}	Maks. I_{wy}
NCL30161	Przetwornica Buck, zasilacz stałoprądowy dla diod LED dużej mocy	Step-Down	40 V	1 A
NCL30185	Kontroler przetwornicy Quasi LLC z korekcją PFC do oświetlenia LED	Step-Up/Step-Down	200 V	3 A
NCL30188	Kontroler przetwornicy Quasi LLC z korekcją PFC do oświetlenia LED	Step-Up/Step-Down	200 V	3 A
NCP1370	Kontroler przetwornicy Quasi LLC z korekcją PFC do zasilania podświetlenia ekranu w odbiornikach TV i monitorach	Flyback	200 V	3 A
NCL30085	3-stopniowy kontroler przetwornicy Quasi LLC z korekcją PFC do oświetlenia LED	Flyback	200 V	3 A
NCL30086	3-stopniowy kontroler przetwornicy Quasi LLC z korekcją PFC do oświetlenia LED z funkcją ściemniania	Flyback, Step-Up/Step-Down	200 V	3 A
NCL30088	Kontroler przetwornicy Quasi LLC z korekcją PFC do oświetlenia LED	Flyback	200 V	3 A
NCV78763	Driver 2. generacji do samochodowych, czołowych świateł LED	Step-Up/Step-Down	68 V	1,6 A 1,9 A

Tabela 12. Układy do zasilania LED pracujące w topologii boost z oferty STMicroelectronics

Typ	Opis	I_{wy}	Liczba kanałów	Liczba LED	Połączenia LED
ALED6001	Driver LED dla motoryzacji ze zintegrowanym kontrolerem przetwornicy boost	-	1	18 V	Szeregowe
ALED7707	Regulator dla diod 6×85 mA do podświetlenia LCD	510 mA	6	60 V	Szeregowe
LED6001	Zasilacz PWM ze zintegrowanym kontrolerem boost	-	1	18 V	Szeregowe
LED7706	Regulator boost dla LED 6×30 mA do podświetlenia LCD	180 mA	6	60 V	Szeregowe
LED7707	Regulator boost dla LED 6×85 mA do podświetlenia LCD	510 mA	6	60 V	Szeregowe
LED7708	Regulator boost dla LED 16×85 mA z interfejsem szeregowym	1,36 A	16	160 V	Szeregowe
STLA02	Driver białych diod LED do podświetlenia tła	20 mA	1	6 V	Szeregowe
STLD40D	Zasilacz biały diod LED mocy do podświetlania dużych ekranów	20 mA	1	10 V	Szeregowe
STLD41	Driver białych diod LED do podświetlania ekranów o średniej wielkości	120 mA	4	40 V	Szeregowe
STP2CMP	Niskonapięciowy, 2-kanałowy zasilacz diod LED z pompą ładunku	60 mA	2	2 V	Równoległe
STP4CMP	Niskonapięciowy, 4-kanałowy zasilacz diod LED z pompą ładunku	120 mA	4	4 V	Równoległe

Tabela 13. Układy do zasilania LED pracujące w topologii buck z oferty STMicroelectronics

Typ	Opis	Maks. $I_{wyj.}$	$U_{wyj.}$
A5975AD	Regulator impulsowy dla motoryzacji	2,5 A	36 V
A5975D	Regulator impulsowy Step-Down dla motoryzacji	3 A	36 V
L5970AD	Regulator impulsowy Step-Down	1 A	36 V
L5970D		1 A	36 V
L5972D		1,5 A	36 V
L5973AD		1,5 A	36 V
L5973D		2 A	36 V
L5980		0,7 A	18 V
L5981		1 A	18 V
L5983		1,5 A	18 V
L5985		2 A	18 V
L5986		2,5 A	18 V
L5987	3 A	18 V	
L5988D	Regulator Step-Down pracujący w trybie ciągłym z wbudowanym prostownikiem synchronicznym	4 A	28 V
L5989D		4 A	18 V
L7980	Regulator impulsowy Step-Down	2 A	28 V
L7981		3 A	28 V
L7986TA		3 A	38 V
LED2000	Monolityczne źródło prądowe Step-Down z prostownikiem synchronicznym	3 A	18 V
LED2001		4 A	18 V
LED5000	Monolityczne źródło prądowe Step-Down z możliwością ściemniania	3 A	43 V
LED6000		3 A	61 V
ST1CC40	Monolityczne źródło prądowe Step-Down o częstotliwości kluczowania 850 kHz	3 A	18 V

Tabela 14. Układy liniowe do zasilania LED z oferty STMicroelectronics

Typ	Opis	Min. $U_{WEJ.}$	Maks. $U_{WEJ.}$	$I_{wyj.}$	Liczba LED	Połączenie LED
STCS05	Źródło prądowe do zasilania LED	4,5 V	40 V	500 mA	10	Szeregowe
STCS05A		4,5 V	40 V	500 mA	10	Szeregowe
STCS1		4,5 V	40 V	1,5 A	10	Szeregowe
STCS1A		4,5 V	40 V	1,5 A	10	Szeregowe
STCS2		4,5 V	40 V	2 A	10	Szeregowe
STCS2A		4,5 V	40 V	2 A	10	Szeregowe

Tabela 15. Przetwornice izolowane do zasilania LED z oferty STMicroelectronics

Typ	Opis	$R_{DS(on)}$	Maks. U_{DS}	I_D
HVLED001	Kontroler przetwornicy do zasilania LED z pomiarem napięcia po stronie pierwotnej i wysokim współczynnikiem PF	-	-	-
HVLED001A	Kontroler przetwornicy do zasilania LED z pomiarem napięcia po stronie pierwotnej i wysokim współczynnikiem PF	-	-	-
HVLED002	Kontroler przetwornicy LED	-	-	-
HVLED805	Kontroler przetwornicy do zasilania LED o mocy do 5 W z pomiarem napięcia po stronie pierwotnej i wysokim współczynnikiem PF	14 Ω	800 V	1 A
HVLED807PF	Kontroler przetwornicy do zasilania LED o mocy do 7 W z pomiarem napięcia po stronie pierwotnej i wysokim współczynnikiem PF	14 Ω	800 V	-
HVLED815PF	Kontroler przetwornicy do zasilania LED o mocy do 15 W z pomiarem napięcia po stronie pierwotnej i wysokim współczynnikiem PF	6 Ω	800 V	-
STLUX285A	Cyfrowy kontroler do oświetlenia i aplikacji przetwornic z maksymalnie 6 programowalnymi generatorami PWM, PLL 96 MHz, z int. DALI	-	-	-
STLUX325A		-	-	-
STLUX383A		-	-	-
STLUX385A		-	-	-

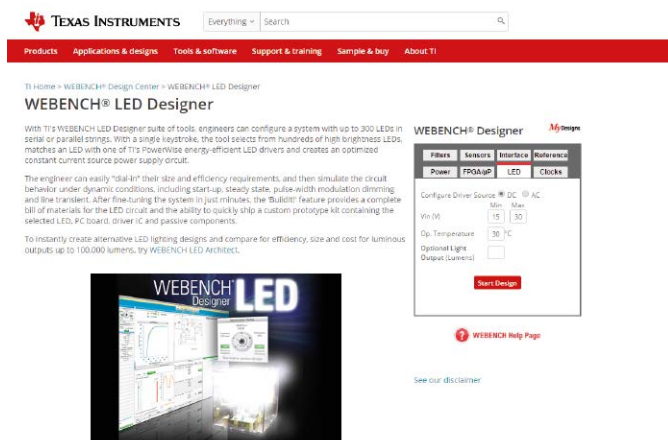
poziomem emisji zaburzeń EMI dzięki połączonym technikom regulacji jittera częstotliwości oraz przełączaniu w konfiguracji low side. Układy mogą zasilać obciążenie o mocy do 25 W.

LYTSwitch-4 to rodzina kontrolerów umożliwiająca budowanie izolowanych galwanicznie zasilaczy LED o mocy do 78 W. Mechanizm regulatora zaimplementowano po stronie pierwotnej, dzięki czemu uniknięto konieczności użycia transoptora w pętli sprzężenia zwrotnego. Mechanizm korekcji PFC zapewnia współczynnik mocy lepszy niż 0,9 przy sprawności powyżej 90%. Niektóre z układów LYTSwitch-4 mogą współpracować ze ściemniaczami opartymi na triakach.

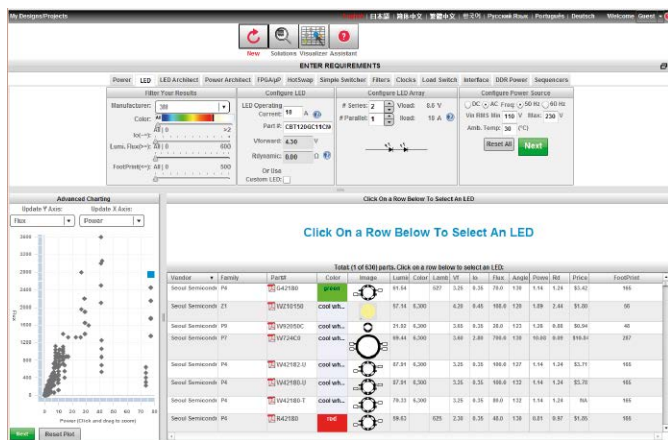
Układy z rodziny LYTSwitch-5 służą do budowania zasilaczy źródeł światła LED dostarczających stałego światła, niewymagających współpracy ze ściemniaczami. Podobnie jak inne układy, również rodzinę LYTSwitch-5 wyposażono w mechanizmy korekcji PFC. Zasilacze zbudowane z użyciem układów z tej rodziny mogą dostarczać do obciążenia moc do 225 W. Wbudowany tranzystor MOSFET ma napięcie przebicia U_{DS} wynoszące 725 V. Mogą pracować w różnych topologiach.

Na razie w ofercie Power Integrations nie ma rodziny „6”. Ominięto ją i wprowadzono do oferty jedyne jak na razie przedstawiciela rodziny LYTSwitch-7. Jest to układ przeznaczony do zasilania „żarówek” LED. Na jego bazie można wykonać jednostopniowy zasilacz z mechanizmami korekcji PF, mający możliwość współpracy ze ściemniaczem, zasilający diody o mocy z zakresu 4...22 W.

Oprócz wymienionych wyżej rodzin układów warto wspomnieć jeszcze o LinkSwitch-PL oraz HiperPFS2+HiperLCS. Ta pierwsza, podobnie jak LYTSwitch-0, umożliwiała budowanie zasilaczy pracujących przede wszystkim w nieizolowanych konfiguracjach typu buck i buck-boost, osiągając przy tym moc do około 20 W (PFC, współczynnik mocy >0,9). Budując zasilacze o mocy powyżej 80 W, często wykorzystuje się rozwiązania dwustopniowe. W pierwszym stopniu pracuje kontroler współczynnika mocy HiperPFS2, a w drugim sterownik zasilacza HiperLCS działający w układzie przetwornicy rezonansowej. Korzystając z tego połączenia



Rysunek 6. Okno główne programu TI Webench LED Designer



Rysunek 7. Ekran TI Webench LED Designer w czasie pracy

można zaprojektować zasilacze przeznaczone np. do systemów oświetlenia ulicznego lub budynków dostarczających do obciążenia moc ciągłą do około 400 W.

STMICROELECTRONICS

W porównaniu do roku 2015 w ofercie STMicroelectronics nastąpiły ogromne zmiany. Przede wszystkim teraz została ona przeorganizowana i jest bardziej czytelna. Ofertę firmy w zakresie układów do zasilania LED podzielono pod względem konfiguracji, a więc na układy: boost, buck, liniowe, offline (przetwornice izolowane). Na drzewie produktów wyświetlanym na stronie internetowej (<https://goo.gl/dA03Qw>) pokazano również sterowniki matryc diodowych oraz obszarów świecących, jednak są one poza ramami tego przeglądu.

Skróconego przeglądu oferty firmy STM dokonano w tabelach 12...15. Podano w nich podstawowe parametry układów. Po więcej warto sięgnąć na stronę internetową, która jest wyposażona w wygodny filtr parametryczny. Co ciekawe, oprócz przeorganizowania samej oferty wprowadzono również bardziej czytelne nazwy układów, które niekiedy jednoznacznie sugerują przeznaczenie komponentów (ALED, HVED, LED itp.).

Do aplikacji zasilanych z napięcia sieci energetycznej nadają się również układy zasilaczy z rodziny Viper. Ich aplikacja wymaga niewielu elementów zewnętrznych. Struktura układu zawiera kontroler PWM i tranzystor kluczujący MOSFET.

TEXAS INSTRUMENTS

Firma oferuje ogromną liczbę rozwiązań, tym większą, że do własnych rozwiązań dodała te przejęte wraz z firmą National Semiconductor. Oferta firmy zawiera ponad 1200 (!!!) układów przeznaczonych do budowania zasilaczy liniowych i nieliniowych, pracujących w różnych konfiguracjach, w tym na przykład sterowniki mające od 3 aż do 48 kanałów wyjściowych, sterowane za pomocą różnych interfejsów cyfrowych.

Do wyboru rozwiązania zasilacza LED warto posłużyć się programem narzędziowym *Webench LED Designer* umieszczonym pod adresem <https://goo.gl/dCacc3> (rysunek 6). Przy użyciu tego programu można zadać parametry naszej aplikacji, określić światłość diody LED, wybrać spośród proponowanych komponentów różnych producentów, a następnie wyświetlić gotowe rozwiązanie zasilacza. Oczywiście, można przy tym szeregować komponenty zgodnie z różnymi kryteriami (cena, obudowa itp.), skorzystać z oferty tylko wskazanego dostawcy, zamówić zestaw ewaluacyjny i tak dalej. Ponadto, za pomocą narzędzia *Power Lab* można zaprojektować i wirtualnie przetestować zasilacz dla LED (rysunek 7).

PODSUMOWANIE

Zaprezentowany przegląd układów nie wyczerpuje wszystkich aspektów i przez szczupłość miejsca mogłem w nim pokazać tylko wybrane parametry. Pominięto w nim produkty mniejszych firm lub firm oferujących jedynie kilka rozwiązań. Nie ma też mikrokontrolerów, które coraz częściej są wyposażane w bloki peryferyjne służące do „inteligentnego” sterowania diodami LED. Mam jednak nadzieję, że będzie pomocną wskazówką dla konstruktora, który będzie poszukiwał rozwiązań do projektowanej aplikacji.

JACEK BOGUSZ, EP

Bibliografia:

- [1] OSRAM Opto Semiconductors, nota aplikacyjna „Comparison of LED Circuits”
- [2] Diotec Semiconductor, 2011-02-07, nota aplikacyjna „Cost Effective Driving of Standard LEDs from 10VDC up to 110/230VAC with Current Limiting Diodes”
- [3] <https://goo.gl/PHLbOL>
- [4] „Elektronika Praktyczna” 12/2015 „Układy scalone do zasilania diod LED”
- [5] <https://goo.gl/h8uBFr>
- [6] <https://goo.gl/53gINs>
- [7] <https://goo.gl/hjNj13>
- [8] <https://goo.gl/WODmfo>
- [9] <https://goo.gl/4iTRih>
- [10] <https://goo.gl/ga1Kn5>
- [11] <https://goo.gl/K9IDPf>
- [12] <https://goo.gl/l3eSxF>
- [14] <https://goo.gl/YOJCZL>
- [15] <https://goo.gl/ahRP2c>
- [16] <https://goo.gl/dak2wB>
- [17] <https://goo.gl/JQAodW>