



Układy zasilania diod LED dużej mocy



Diody LED zadomowiły się już w aplikacjach oświetleniowych. Stosuje się je do oświetlania budynków, jako światła wewnętrzne i zewnętrzne w samochodach, a także w tablicach reklamowych. Wymagają zasilania prądem o natężeniu sięgającym nawet 1,25 A. Ważne jest też aby były zasilane prądem stabilizowanym, w celu przedłużenia ich żywotności. Ponieważ w technice oświetleniowej stosowane są różne „efekty świetlne”, w artykule przedstawiono układy sterowników diod LED.

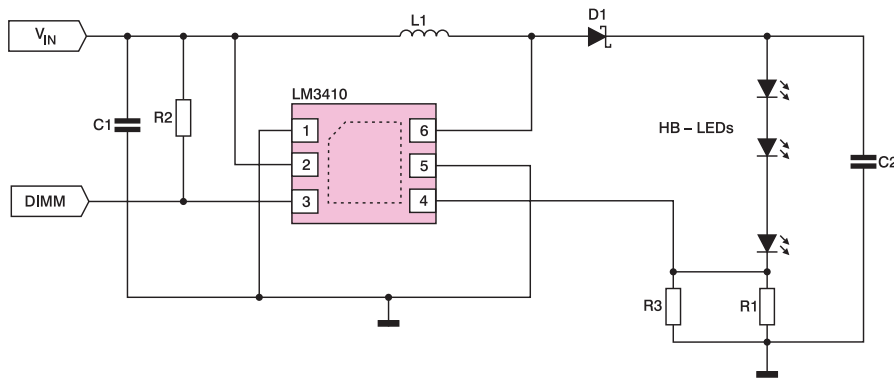
Zasilanie diod LED

Diody LED dużej mocy muszą być zasilane prądem o natężeniu sięgającym 1,2...1,25 A. Najpopularniejsze są diody o natężeniu 350...700 mA. Zależność między na-

tężeniem prądu płynącego przez diodę LED i intensywnością jej świecenia jest liniowa lub bliska liniowej. Przekroczenie maksymalnego prądu przewodzenia diody powoduje szybkie jej zużycie, a więc ważne jest sto-

sowanie zasilania prądem stabilizowanym. W zależności od rodzaju złącza diody (barwy światła), różny jest na niej spadek napięcia. W związku z tym właściwe jest zasilanie diody ze źródła prądowego. Układy impulsowe najlepiej nadają się do zasilania diod LED dużej mocy. Do ich budowy używa się indukcyjnych lub pojemnościowych przetwornic impulsowych. Układy liniowe są rzadziej stosowane ze względu na ich niższą sprawność.

Na rynku dostępne są zarówno zasilacze jak i sterowniki diod LED. Zasilacze stosowane są do stabilizacji prądu płynącego przez diodę z uwzględnieniem zmian temperatury. W tym przypadku istotnym parametrem jest prąd płynący przez diodę, gdyż od niego



LM3410X (1,6 MHz): $V_{IN} = 2,7...5,5 V$, $3 \times 3,4 V$ LEDs, ($V_{OUT} \approx 11 V$) $I_{LED} \approx 340 mA$

Rys. 1. Zasilacz typu boost dla jasnych diod LED, zbudowany przy użyciu układu LM3410

zależy intensywność świecenia. Zasilaczami diod LED są w większości przetwornice DC-DC, chociaż są też układy zasilane bezpośrednio napięciem sieci.

Innymi parametrami zasilaczy diod LED są napięcia: zasilania (wejściowe) i wyjściowe, które służą do zasilania kilku diod połączonych szeregowo. Do wyboru mamy zasilacze obniżające napięcie zasilania (*buck*), podwyższające (*boost*) oraz o napięciu wyższym lub niższym od napięcia wejściowego (*buck-boost* lub *SEPIC*).

Specjalizowane zasilacze diod LED mają odpowiednie wyjścia sygnalizacji wystąpienia usterki, np. przebicia (lub braku) diody LED. Układy te są zazwyczaj wyposażane w obwody przeciwprzepięciowe i przeciwzwarciowe oraz w obwody odłączające napięcie wyjściowe w przypadku przekroczenia maksymalnej temperatury układu.

Sterowniki diod LED stosowane są do kontroli jasności świecenia, generowania efektów świetlnych oraz do korekcji intensywności świecenia pojedynczych diod z zespołu. Większość układów zasilania diod LED dużej mocy ma zaimplementowane takie funkcje. Zazwyczaj sterowniki diod LED charakteryzują się prądem sterującym o niewielkim natężeniu (np. do 100 mA lub mniejszym). W przypadku, gdy w aplikacji jest wymagane użycie takiego sterownika do sterowania diodami o większym prądzie, to należy dołączyć dodatkowy stopień mocy w postaci dedykowanego zasilacza diod LED. Większość zasilaczy diod LED mocy ma wejścia zezwolenia, analogowe lub cyfrowe, dzięki którym można sterować intensywnością świecenia zasilanej diody, przez dołączenie do wyjścia sterownika sygnału z modulatora PWM. Należy przy tym zwró-

cić uwagę na maksymalną wartość częstotliwości sygnału PWM, który może być podany na wejście zezwolenia zasilacza.

Dedykowane układy dla diod LED

Układy do zasilania i sterowania diodami LED dużej mocy oferuje wiele firm. W artykule zostaną przedstawione wybrane układy producentów takich podzespołów.

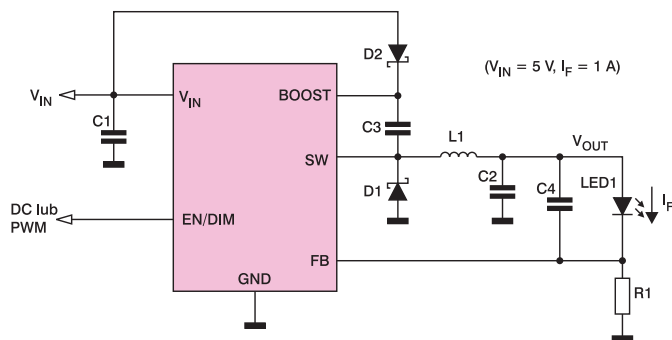
Przetwornice DC-DC firmy National Semiconductor

LM3410 jest impulsową przetwornicą indukcyjną typu *boost* do zasilania 1...5 diod LED. Dopuszczalne natężenie prądu płynącego przez diody wynosi 2,8 A. Częstotliwość przełączania, w zależności od wersji układu, wynosi 525 kHz lub 1,6 MHz. Układ zasilany jest napięciem 2,7...5,5 V, a maksymalne napięcie wyjściowe wynosi 24 V. Przykładowy schemat użycia zasilacza jasnych diod został przedstawiony na rys. 1.

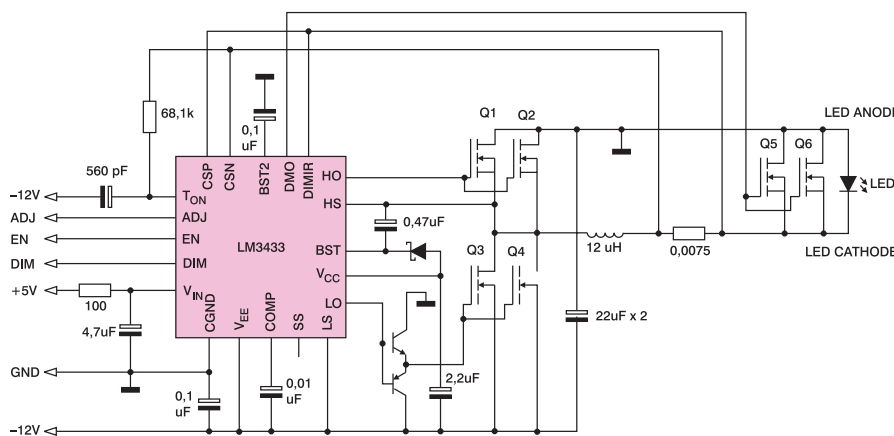
Innym układem do zasilania diod LED mocy jest LM3405A. Ma on zintegrowany tranzystor NMOS (rezystancja kanału 300 mΩ). Częstotliwość przełączania wynosi 1,6 MHz. Ma on również obwody zabezpieczenia nadprądowego i odłączania zasilania po przekroczeniu dopuszczalnej temperatury. Maksymalne natężenie prądu wyjściowego wynosi 1 A, ale tylko dla układów w obudowie eMSOP. Układy w obudowie SOT23 mogą dostarczyć „zaledwie” 400 mA. Na rys. 2 przedstawiono przykład użycia układu zasilania diody mocy LED z prądem diody 1 A.

W aplikacjach wymagających większych prądów należy użyć układu LM3433 firmy National Semiconductor. Układ ten może sterować diodami z wymaganym natężeniem prądu większym niż 6 A. Jest on zasilany napięciem z przedziału -9...-14 V względem anody diody (*inverting converter*). Do sterowania intensywnością świecenia diod LED używane są dwie końcówki: zezwolenia EN oraz wejścia DIM dla sygnału z zewnętrznego modulatora PWM (częstotliwości powyżej 30 kHz). Schemat aplikacyjny układu LM3433 z prądem płynącym przez strukturę diody LED o natężeniu do 14 A przedstawiono na rys. 3.

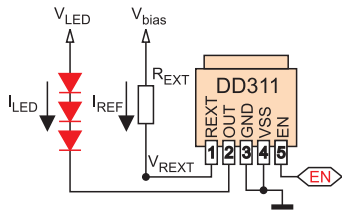
Układ LM3423 jest zasilaczem diod LED, z rozbudowanymi zabezpieczeniami, sterowanych przez tranzystor MOSFET (MOSFET gate driver). Układ ma zabezpieczenia przed zbyt niskim napięciem wejściowym, nadprądowe, przeciwprzepięciowe, oraz wyłącznik temperatury (*thermal shutdown*). Może także samoczynnie wyłączyć się po zadany czasie od wystąpienia usterki. Czas wyłączenia jest zależny od pojemności kondensatora dołączonego do wejścia TIMR. Gdy napięcie na końcówce TIMR przekroczy 1,24 V (po wystąpieniu usterki) układ ustawia poziom wysoki na wyjściu flagi FLT.



Rys. 2. Przykładowe rozwiązanie układowe drivera LED LM3405A



Rys. 3. Układ zasilacza diod LED o wydajności prądowej 2,2...14 A



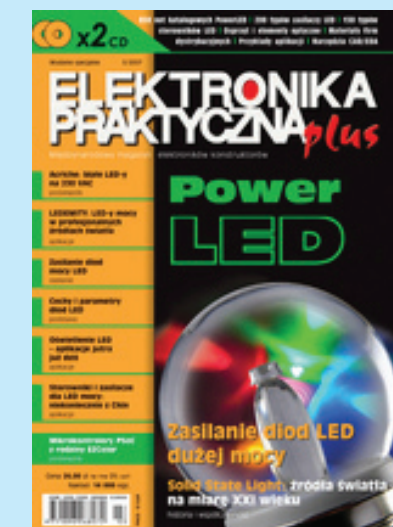
Rys. 4. Podstawowe użycie układu DD311

Silicon Touch Technology

Firma SiTI jest producentem stałoprądowych zasilaczy diod LED dużej mocy. Jednym z takich układów jest DD311, który jest przeznaczony do zasilania diod LED prądem o natężeniu do 1 A. Natężenie prądu wyjściowego I_{LED} (końcówka OUT na rys. 4) jest ustalane za pomocą natężenia prądu wejściowego I_{REF} (wejście REXT) – natężenie prądu wyjściowego jest od niego 100 razy większe. Na rys. 4 przedstawiono przykładowy schemat użycia układu DD311, w którym prąd referencyjny I_{REF} ustawiany jest za pomocą rezystora R_{EXT} . Układ ten ma wejście zezwolenia EN, dzięki któremu za pomocą sygnału PWM można sterować intensywnością świecenia diod. Maksymalna częstotliwość sygnału PWM wynosi 1 MHz. Natomiast maksymalne napięcie wyjściowe układu wynosi 33 V.

Układem o większych możliwościach funkcjonalnych jest DD312. Podobnie jak układ DD311, jest to zasilacz stałoprądowy diod LED o wydajności prądowej 1 A (maksymalne napięcie zasilania/wyjściowe 18 V) z wejściem zezwolenia EN. Układ DD312 ma rozbudowany system diagnostyczny. Wyposażono go bowiem w zabezpieczenia przeciwzwarciowe, wykrywania odłączenia obciążenia (braku diody LED) oraz przekroczenia temperatury. Wystąpienie usterki jest sygnalizowane na wyjściu ALARM (tylko w obudowie SOP8).

Więcej informacji o diodach LED dużej mocy oraz ich układach zasilania i sterowania zamieściliśmy w specjalnym numerze Elektroniki Praktycznej Plus „Power LED”.



Układ DD313 jest funkcjonalnym odpowiednikiem układu DD312 służącym do sterowania zespołem trzech diod LED, na przykład diod RGB. Ma on niezależne wejścia zezwolenia, prądu referencyjnego oraz wyjścia prądowe dla każdego kanału RGB. Wystąpienie przegrzania układu lub braku jednej z diod jest sygnalizowane na pojedynczym wyjściu ALARM. Maksymalny całkowity prąd wyjściowy układu wynosi 0,5 A.

Micrel

Również w ofercie firmy Micrel znajdują się układy zasilaczy diod LED. Jednym z nich jest stałoprądowa przetwornica DC-DC MIC3230/1/2, podwyższająca napięcie (boost). Jest ona przeznaczona do zasilania jednego lub większej liczby zespołów szeregowo połączonych diod LED dużej mocy. Napięcie wejściowe układu wynosi 6...42 V. Układ MIC3230/1/2 może dostarczyć do 70 W. Pracuje on ze stałą częstotliwością przełączania 400 kHz (MIC3232) lub z ustawianą z zakresu 109...950 kHz (MIC3230/1). Układ MIC3231 ma możliwość rozmycia widma sygnału wyjściowego w celu zminimalizowania zakłóceń elektromagnetycznych (EMI). Układ ten idealnie nadaje się do oświetlenia ulicznego lub oświetlenia budynków. Podobnie jak układy innych firm, zasilacze MIC323x mają możliwość dołączenia zewnętrznego sygnału PWM. Wyposażono je również w obwody zabezpieczające przed zbyt wysokim napięciem i wyłącznik temperaturowy.

Drugim, interesującym zasilaczem diod LED jest MIC4682. Jest to przetwornica impulsowa obniżająca napięcie, której częstotliwość przełączania jest stała i wynosi 200 kHz. Maksymalne natężenie prądu wyjściowego, które można uzyskać stosując układ MIC4682 wynosi 2 A. Układ ma wbudowany ogranicznik prądowy o wartości 0,4...2 A, ustawiany za pomocą zewnętrznego rezystora. Typowy schemat aplikacyjny tego układu została przedstawiona na rys. 5. Układ produkowany jest w obudowach SOIC-8 o podwyższonej możliwości odprowadzania ciepła. Wyprowadzenia 2, 6 i 7 są wykonane z jednego elementu metalowego mającego kontakt termiczny z strukturą półprzewodnika (rys. 6).

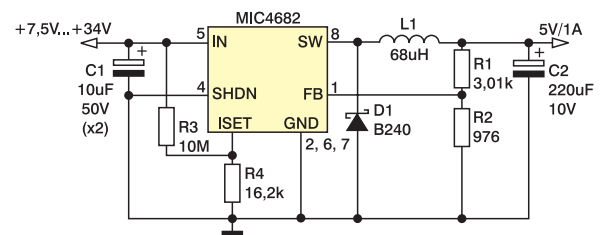
Innym zasilaczem stałoprądowym diod LED dużej mocy jest MIC2299. Może on zasilac do dwóch diod LED, połączonych szeregowo, prądem o natężeniu 1 A. Układ jest przetwornicą impuls-

ową o częstotliwości przełączania 2 MHz, pracującą w topologii *boost*. Może on zasilac diody LED z jednego lub dwóch ogniw litowo-jonowych (napięcie zasilania 2,5...10 V). Zaletą układu jest niewielka liczba niezbędnych elementów zewnętrznych. Temperatura pracy tego zasilacza to -40...125°C.

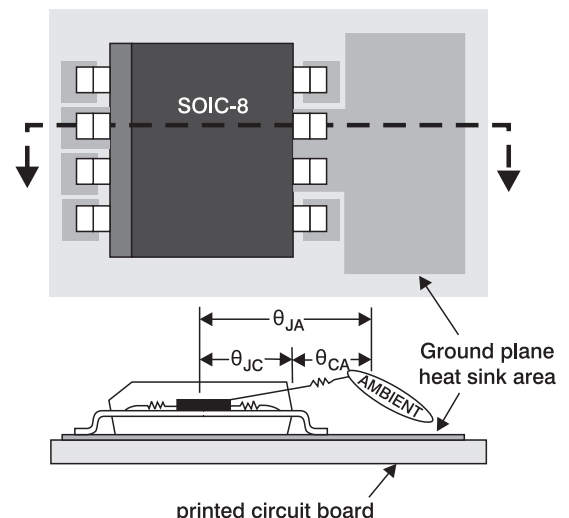
Exar

Dobrym przykładem zasilacza diod LED oferowanego przez firmę Exar jest impulsowa przetwornica obniżająca napięcie SP7600. Może być zasilana napięciem 4,5...29 V. Maksymalny, możliwy do uzyskania prąd diody wynosi 2 A. Przetwornica pracuje z częstotliwością przełączania 1,2 MHz. Ograniczenie prądowe jest ustalane za pomocą zewnętrznego rezystora R_s (rys. 7). Końcówka FB jest wejściem wewnętrznej pętli sprzężenia zwrotnego, stabilizującego prąd diody. Układ ma identyczny rozstaw wyprowadzeń jak inne układy zasilaczy diod LED firmy Exar: XRP7603 i XRP7603, które mogą zasilac diody LED prądem o maksymalnym natężeniu odpowiednio 500 mA i 1 A. Układy te mają zabezpieczenia przeciwzwarciowe oraz obwody łagodnego włączenia zasilania (*soft-start*).

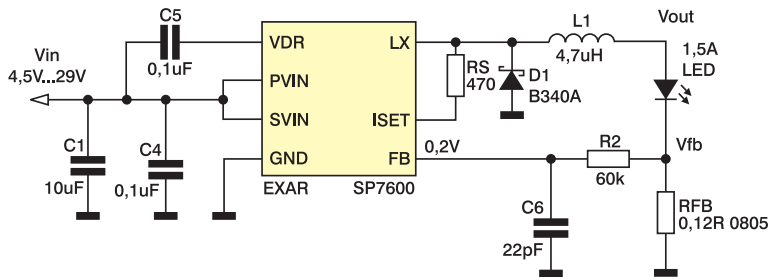
Układ SP7685 jest zasilaczem diod LED z trybem Flash. W tym trybie, dioda LED jest zasilana w krótkim przedziale czasu prądem o większym natężeniu od nominalnego. Maksymalny czas pracy w trybie Flash układu SP7685 wynosi 3,6 s. W trybie Flash



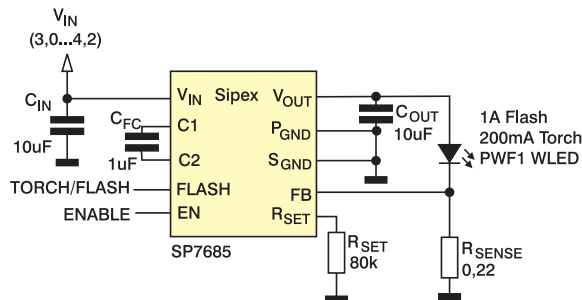
Rys. 5. Zasilacz diod LED zbudowany na bazie układu MIC4682



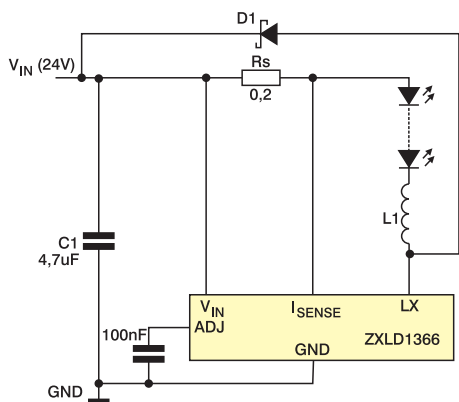
Rys. 6. Sposób odprowadzania ciepła z układów MIC4682



Rys. 7. Przetwornica impulsowa DC-DC o wydajności prądowej 1,5 A



Rys. 8. Aplikacja układu SP7685



Rys. 9. Podstawowy schemat układu zasilacza diod LED z układem ZXLD1366

układ zasila diody prądem o natężeniu do 1,2 A, a przy pracy ciągłej (tzw. tryb Torch) do 400 mA (ze sprawnością dochodzącą do 94%). Zaletą układu są niewielkie rozmiary oraz niewielka liczba potrzebnych elemen-

tów zewnętrznych (rys. 8). Układ ma zabezpieczenia przeciwprzeciążeniowe, temperaturowe oraz ogranicznik napięcia wyjściowego. Może pracować w konfiguracji zarówno *boost* jak i *buck*.

Diodes Incorporated

Firma Diodes Incorporated ma w ofercie zasilacze diod LED produkowane do niedawna przez firmę Zetex. W ofercie firmy są przetwornice DC-DC (typu *boost*) ZXLD132x o wydajności prądowej 0,7 A (ZXLD1322) 1 A (ZXLD1321) albo 1,5 A (ZXLD1320).

Układ ZXLD1320 jest zasilany napięciem 4...18 V, ZXLD1321 1,2...12 V a ZXLD1322 2,5...15 V. Prąd diody jest ustawiany w zakresie 10...100% maksymalnej wydajności prądowej za pomocą zewnętrznego rezystora. Układy ZXLD132x mają wejścia do kompensacji temperaturowych zmian natężenia prądu. Zmiana napięcia na wyprowadzeniu TADJ w przedziale 50...75 mV powoduje odjęcie od prądu diody prądu korygującego. Jeżeli napięcie spadnie poniżej 50 mV, natężenie prądu wyjściowego diody będzie niższe od 10% natężenia nominalnego, a przy napięciu powyżej 75 mV nie jest dokonywana korekcja. Dołączenie do wejścia TADJ rezystora połączony szeregowo z termistorem pozwala na dobranie temperatury progowej.

Układ ma wewnętrzne zabezpieczenie temperaturowe z temperaturą progową 150°C.

Układami prostszymi, o mniejszej liczbie wyprowadzeń, są układy ZXLD135x i ZXLD136x. Są zamykane w obudowach TSOT23-5, o pięciu wyprowadzeniach. Różnią się głównie maksymalnym natężeniem prądu wyjściowego, które dla układów ZXLD135x wynosi 350 mA, a dla układów ZXLD136x 1 A. Zasilacze diod LED zbudowane z tych układów wyróżniają się prostotą budowy (rys. 9). Sterowanie prądem wyjściowym odbywa się poprzez zmianę napięcia podawanego na końcówkę ADJ. Zmiana napięcia przyłożonego na tej końcówce w przedziale 0,3...2,5 V umożliwia zmianę prądu wyjściowego w przedziale 25...200% prądu nominalnego. Aby odłączyć prąd diody należy podać na końcówkę ADJ napięcie niższe niż 0,2 V. W normalnym trybie pracy końcówka ADJ może nie być nigdzie dołączona (pływająca), dzięki czemu prąd diody będzie zależał od wartości rezystora dołączonego do wejścia I_{sense} .

Układy samochodowe Infineon

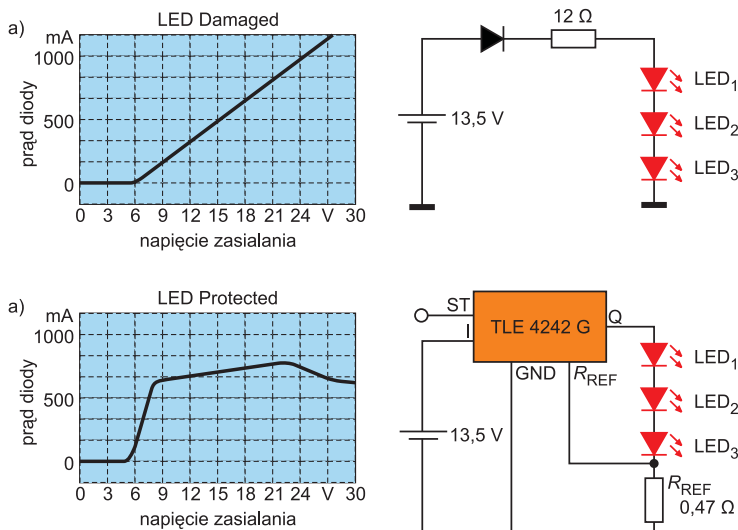
W ofercie firmy Infineon jest zasilacz diod LED TLE 4242 G o wydajności prądowej do 0,5 A, przeznaczony głównie do oświetlenia samochodowego. Jest to zasilacz stałoprądowy z wejściem dla sygnału z modulatora PWM, dzięki któremu można sterować intensywnością świecenia dołączonych diod. Układ ma obwody zabezpieczające przed przeciążeniem, zwarciami, zmianą polaryzacji zasilania oraz zabezpieczenie temperaturowe. Na wyjściu ST sygnalizowany jest brak obciążenia na wyjściu sterującym diodami LED.

Zasilacz TLE 4242 G jest zasilany napięciem stałym 4,5...42 V (obwody wejściowe tolerują napięcie z przedziału -42...45 V). Natężenie prądu płynącego przez diody jest regulowane za pomocą rezystora włączonego szeregowo między katodę diody LED (ostatnią w szeregu), a masę.

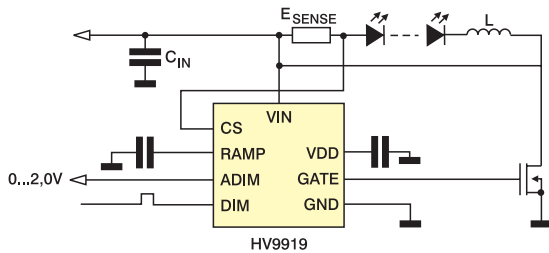
Na rys. 10 przedstawiono porównanie stałoprądowych zasilaczy diod LED: na rys. 10a układ zasilania z rezystorem ustalającym prąd płynący przez 3 diody LED, a na rys. 10b z użyciem układu zasilacza TLE 4242 G. Zastosowanie dedykowanego zasilacza pozwala na zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego prądu diody (wykresy po lewej stronie).

Linear Technology

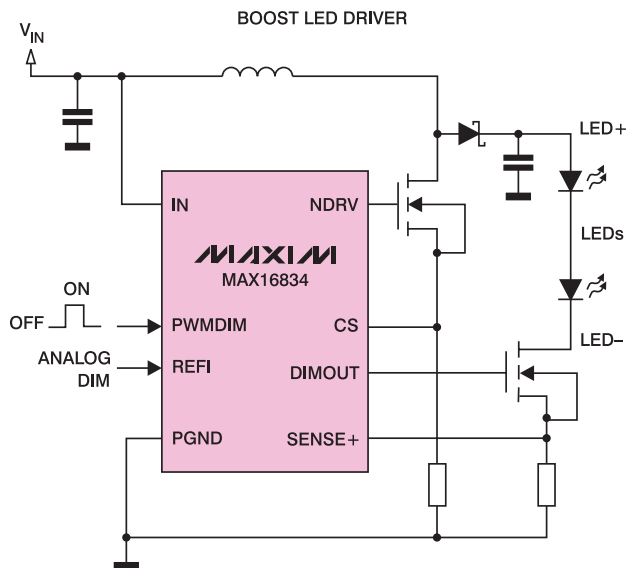
W ofercie firmy Linear Technology warto przywrzeć się układowi LTM8040. Jest to zasilacz diod LED o wydajności prądowej od 35 mA do 1 A, charakteryzujący się niewielkimi wymiarami obudowy LGA 15×9×2,82 mm. Układ zasilany jest napięciem stałym 4...36 V. Ma możliwość sterowania jasnością dołączonych diod LED za



Rys. 10. Porównanie stałoprądowych zasilaczy diod LED: a) z użyciem elementów dyskretnych, b) z dedykowanym zasilaczem TLE 4242 G



Rys. 13. Przetwornica DC-DC HV9919



Rys. 14. Schemat użycia układu MAX16834

Układem zasilacza przeznaczonym dla diod LED dużej mocy RGB jest HV9982. Jest to przetwornica DC-DC o trzech kanałach. Sterowanie intensywnością świecenia każdego kanału odbywa się podobnie, jak dla jednokanałowych układów tej firmy sygnałem PWM lub analogowym. Układ zasilany jest napięciem do 40 V.

Zasilacze diod LED firmy Maxim Integrated Products

W ofercie firmy Maxim są zasilacze diod LED oraz zasilacze z funkcjonalnością sterowników. Przykładowym układem jest MAX16834. Reguluje on wartość prądu płynącego przez diody LED za pomocą dwóch N-kanałowych tranzystorów MOSFET (rys. 14). Intensywność świecenia diod określana jest cyfrowo poprzez zewnętrzny sygnał PWM (o częstotliwości do 20 kHz) lub analogowo poprzez zmianę napięcia podawanego na wejście wewnętrznego komparatora sterującego prądem płynącym przez diody LED. Układ ma wbudowane zabezpieczenie przeciw zanikowi napięcia zasilania, przeciwprzepięciowe oraz temperaturowe. Częstotliwość przełączania może być dobierana z przedziału 0,1...1 MHz.

Układ sterownika diod LED MAX16816 jest przeznaczony do sterowania zewnętrznymi tranzystorami MOSFET. Jest on konfigurowany przez interfejs 1-wire, a wartości nastaw są przechowywane w wewnętrznej pamięci EEPROM. Można ustawiać m.in.

prąd płynący przez diody LED, czas narastania natężenia prądu po włączeniu napięcia zasilania (*soft start*), wyjściowe napięcie sterujące bramką tranzystora MOSFET oraz włączanie lub wyłączenie wewnętrznego generatora. Przy wyłączonym wewnętrznym oscylatorze układy te mogą być łączone szeregowo i zsynchronizowane zewnętrznym sygnałem zegarowym.

Układ z tranzystorami MOSFET może zasilac diody prądem o natężeniu dochodzącym do 30 A. Ma obwody przeciwprzepięciowe, przeciwzwarciowe oraz wyłącznik temperaturowy. Częstotliwość wewnętrznego generatora może być wybierana z przedziału 0,125...1,5 MHz. Możliwa jest synchronizacja zewnętrznym sygnałem zegarowym.

Układy zasilania firm ON

Semiconductor oraz Catalyst

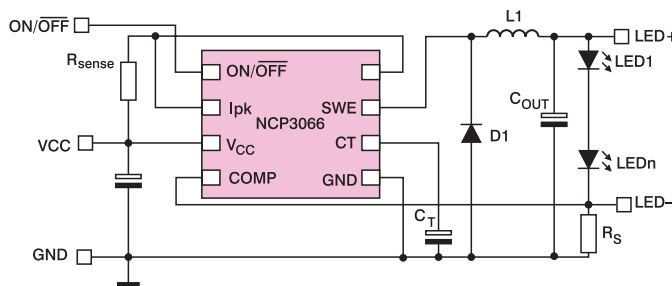
W ofercie firmy ON Semiconductor jest m.in. zasilacz impulsowy NCP3066. Może on pracować zarówno jako podwyższający jak i obniżający napięcie oraz w konfiguracji inwertera napięcia wejściowego. Przykład zastosowania układu NCP3066 w trybie obniżającym napięcie (*buck*) przedstawiono na

zewnętrznego sygnału z modulatora PWM w celu regulacji intensywności świecenia diod.

W październiku 2008 roku firma Catalyst została zakupiona przez ON Semiconductor. Więc jej produkty są już znakowane logo ON Semiconductor. Nowym układem zaprojektowanym jeszcze przez zespół inżynierów firmy Catalyst jest CAT4101. Jest to zasilacz stałoprądowy diod LED o wydajności do 1 A, przy napięciu 3...25 V. Zasilanie diod LED może być kluczowane zewnętrznym sygnałem PWM o częstotliwości do 50 kHz, podanym na wejście zezwolenia EN/PWM. Zaletą układu jest niewielka liczba zewnętrznych elementów pasywnych. Do ustawienia natężenia prądu płynącego przez diody LED służy rezystor dołączany do wejścia RSET (rys. 16).

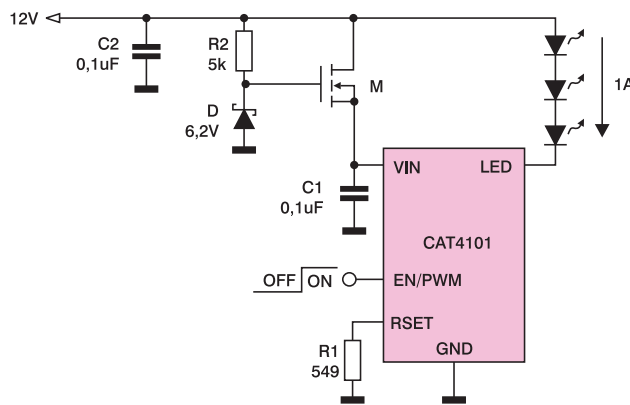
Zasilacze diod LED firmy Rohm na napięcie przemienne

W ofercie firmy Rohm znajdują się zasilacze stałoprądowe diod LED, przetwornice DC/DC oraz inne podzespoły (np. diody Shottky'ego) służące do budowy zasilaczy. Interesującymi układami tej firmy są układy z serii BP58xx, które są zasilane bezpośrednio z sieci napięcia przemienne. Przykładowy schemat zasilacza diod LED z użyciem układu BP5842A przedstawiono na rys. 17. Dzięki zastosowaniu mostka diodowego 800 V/1 A, przez diodę LED płynie prąd o natężeniu ok. 960 mA. Układy z rodziny BP58xx są produkowane na różne prądy wyjściowe z zakresu 30...960 mA. Dostępne obecnie układy są dostosowane do napięcia sieci do 120 V. W opracowaniu jest jednak układ BP5847W dostosowany do napięcia 240 V.

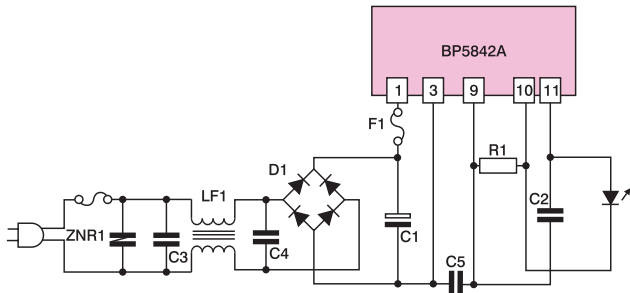


Rys. 15. Zasilacz typu Buck zbudowany z przetwornicy NCP3066

rys. 15. Układ ma zintegrowany przełącznik o wydajności prądowej 1,5 A oraz częstotliwości przełączania do 250 kHz. Dostępna jest też „samochodowa” odmiana układu o oznaczeniu NCV3066 (temperatura pracy -40...125°C, dla wersji standardowej 0...125°C). Wyprowadzenie ON/OFF układu umożliwia dołączenie



Rys. 16. Schemat zasilacza diod LED mocy z napięcia 12 V



Rys. 17. Zasilacz diod LED na napięcie przemiennie z układem BP5842A

International Rectifier

W ofercie firmy International Rectifier są dedykowane układy do zasilania diod LED oznaczone symbolami IRS2540 i IRS2541. Są to zasilacze stałoprądowe typu *buck*, które są zasilane napięciem 200 V (IRS2540) lub 600 V (IRS2541). Układy sterują dwoma tranzystorami MOSFET (*high-side* i *low-side*) kontrolującymi przepływ prądu przez diody. Przykładowy schemat aplikacyjny przedstawiono na (rys. 18). Układy IRS254x pracują przy częstotliwości do 500 kHz. Maksymalne natężenie prądu wyjściowego wynosi 500 mA. Dzięki dołączeniu do wejścia zezwolenia ENN zewnętrznego sygnału z modulatora PWM, można sterować intensywnością świecenia diod LED. Układy mają wewnętrzne obwody zabezpieczenia przed zwarcieniem z możliwością dodania obwodu wykrywającego rozwarci na wyjściu.

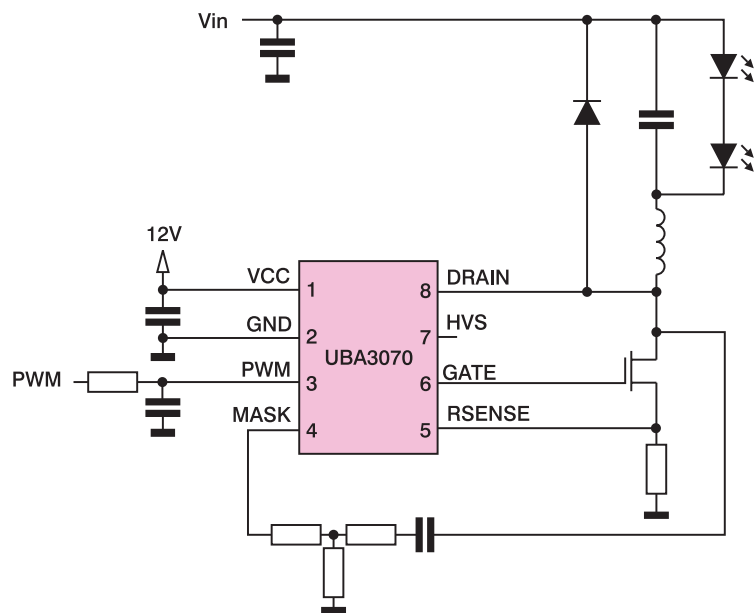
Specjalizowane układy firmy STMicroelectronics

STCF05 jest przetwornicą impulsową DC/DC podwyższającą napięcie, o wydajności prądowej do 400 mA w trybie Flash. Jest przeznaczona głównie dla urządzeń przeno-

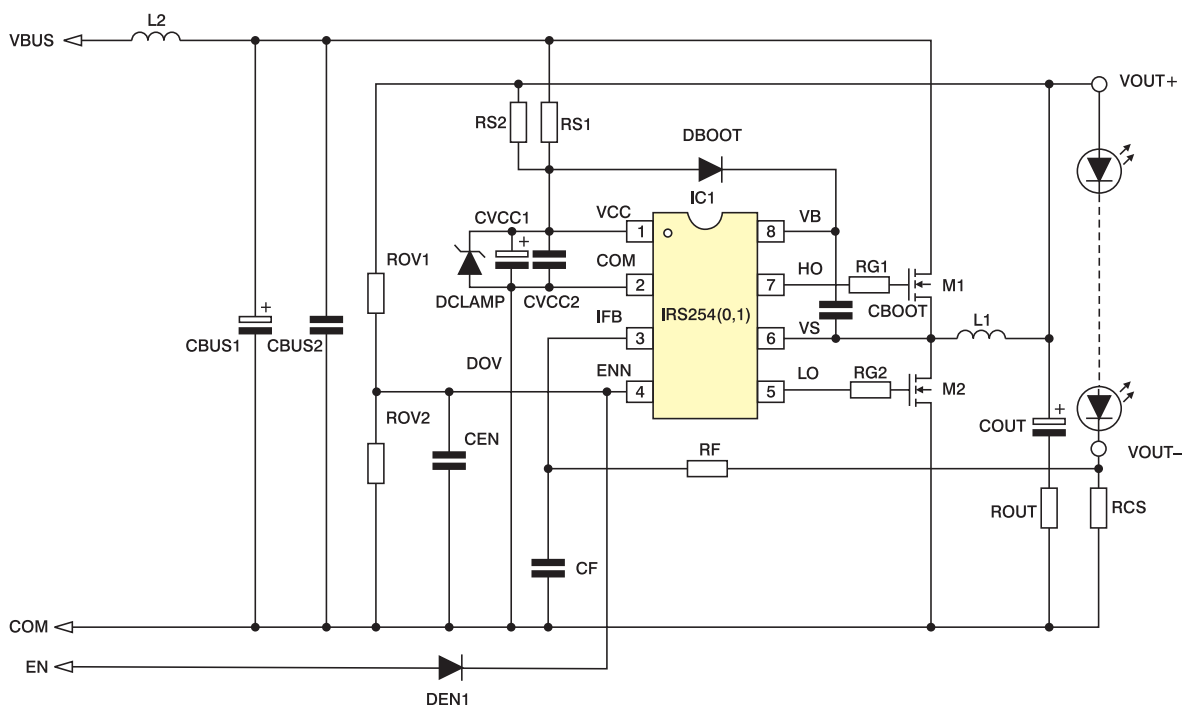
śnych, w których może pełnić funkcję wyzwalacza lampy błyskowej aparatu komórkowego. W trybie pracy ciągłej układ może zasilać diody LED prądem o natężeniu do 140 mA. Jest sterowany i konfigurowany za pośrednictwem interfejsu I²C. Czas wyzwalania błysku (tryb *Flash*) może być zapisany w rejestrach układu lub precyzyjnie kontrolowany przez mikrokontroler, poprzez wejście wyzwolenia TRIG. Układ STCF05 może sterować dodatkowo czerwoną diodą LED służącą do oświetlenia dla systemu automatycznej ostrości.

Podobnym układem, o wydajności prądowej 1,5 A w trybie *Flash*, jest układ STCF06. W trybie ciągłego zasilania STCF06 dostarcza prąd o natężeniu do 370 mA.

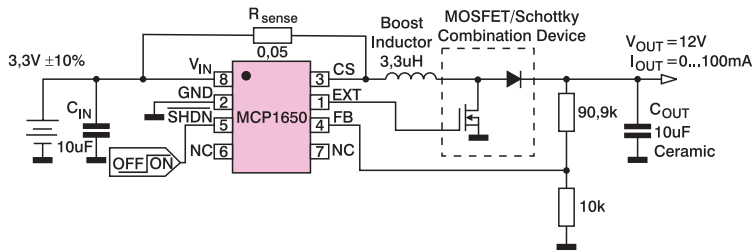
UBA3070 jest przedstawicielem nowej rodziny układów do zasilania diod LED. Maksymalne wartości natężenia prądu wyjścia GATE do sterowania zewnętrznym tranzystorem MOSFET wynoszą: 2 A (wyjście GATE pracuje w trybie ujęcia prądowego) oraz 0,8 A (w trybie źródła prądowego). Układ wyposażono w obwody zabezpieczające przed zbyt wysokim napięciem, dużym prądem oraz temperaturą. Ma wejście zezwolenia, które może służyć do sterowania intensywnością świecenia zasilanych diod LED. Może zasilać diody LED w aplikacjach wymagających wysokiego napięcia nawet do



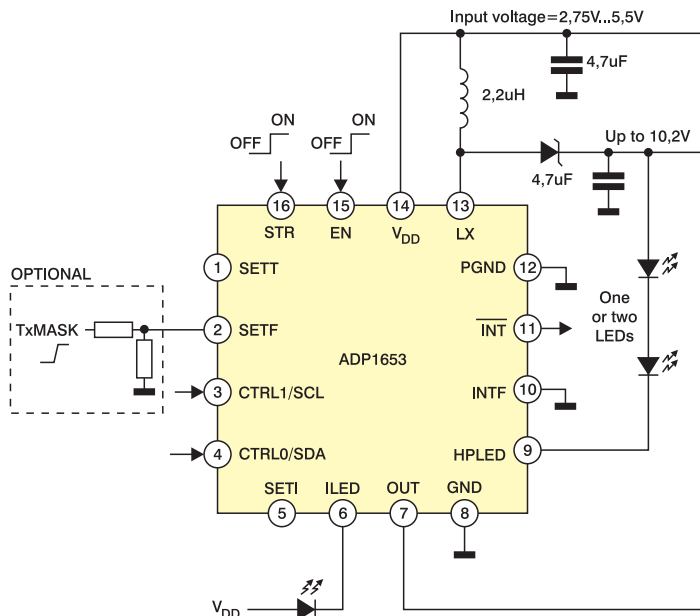
Rys. 19. Schemat zasilacza podświetlania telewizora LCD z układem UBA3070



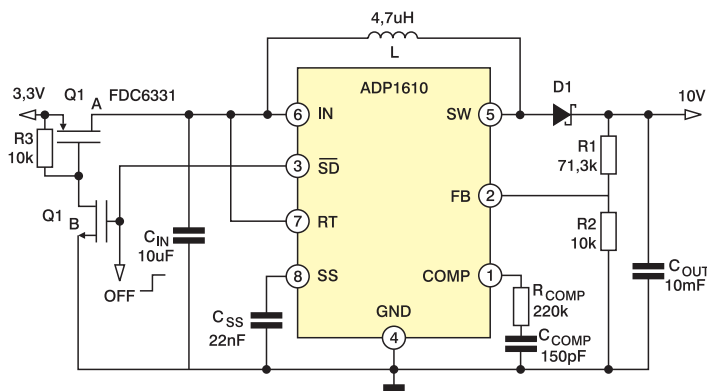
Rys. 18. Schemat aplikacyjny układu IRS2540,1



Rys. 20. Przetwornica DC-DC podwyższająca napięcie z 3,3 V na 12 V o wydajności prądowej 100 mA



Rys. 21. Przetwornica DC-DC ADP1653



Rys. 22. Schemat zasilacza z odłączeniem obciążenia przy przejściu w tryb obniżonego poboru prądu

600 V, przyłożonego do szeregowo połączonych diod. Przykładem takiego zastosowania może być podświetlenie telewizora LCD (rys. 19).

Zasilacze i sterowniki firmy Microchip

Również firma Microchip ma w ofercie zasilacze diod LED. Zasilaczami impulsowymi tej firmy, przeznaczonymi dla jasnych diod LED, są układy MCP1650...MCP1653. Można je zastosować do budowy zasilaczy podwyższających napięcie (do 3,3...100 V), z zewnętrznym elementem przełączającym. Częstotliwość przełączania tych układów jest stała i wynosi 750 kHz. Układy MCP165x

są zasilane napięciem 2,7...5,5 V. Schemat przykładowego zasilacza diod LED ze źródła 3,3 V przedstawiono na rys. 20. Układy są wyposażone w obwody przeciwzwarciowe. Do układów MCP165x są dostępne zestawy ewaluacyjne dla różnych konfiguracji zasilacza. Układy MCP1652 i MCP1653 mają wyjście PG sygnalizujące przekroczenie przez napięcie zasilania $\pm 15\%$ wartości nominalnej. Układy MCP1651 i MCP1653 mają wejście LBI służące do monitorowania napięcia zasilania bateryjnego oraz wyjście LBO sygnalizujące spadek napięcia zasilania bateryjnego poniżej progu.

W ofercie firmy Microchip znajdują się również przetwornice impulsowe DC/DC ob-

niżające napięcie wejściowe (*buck*) MCP16x2. Wydajność prądowa wynosi 1 A dla układu MCP1612 i 0,5 A dla MCP1602. Są one zasilane napięciem 2,7...5,5 V a napięcie wyjściowe jest ustawiane w zakresie 0,8...5 V. Ich częstotliwość przełączania wynosi 2 MHz (MCP1602) i 1,4 MHz (MCP1612). Mają zabezpieczenia przeciwzwarciowe, termiczne oraz obwody wyłączające przetwornicę przy zbyt niskim napięciu wejściowym. Układ MCP1602 ma wyjście PG sygnalizujące przekroczenie 94% wartości nominalnego napięcia wyjściowego.

Analog Devices

Analog Devices ma w ofercie układy do zasilania diod LED z trybem Flash, na przykład układ ADP1653. Jest to przetwornica DC-DC zoptymalizowana dla urządzeń przenośnych. Ma ona niewielkie wymiary 3x3 mm, a w typowej konfiguracji wymagane są jedynie cztery elementy zewnętrzne (rys. 21). Wydajność prądowa wyjścia zasilania diod LED w trybie Flash wynosi 500 mA oraz 200 mA w trybie pracy ciągłej. Konfigurowanie trybu pracy układu dokonywane jest poprzez dwie końcówki CTRL0 i CTRL1 lub poprzez interfejs I²C dołączony do tych końcówek. Wybór trybu pracy dokonywany jest poprzez podanie logicznego 0 lub 1 na wejście INTF. Układ ma obwody wykrywające przeróżne usterki: zbyt dużego napięcia, zbyt długiej pracy w trybie Flash (powyżej 820 ms), temperaturowe, wykrywania zwarcia. Wykrycie usterki jest sygnalizowane na wyjściu przerwania INT. Układ zasilany jest napięciem 2,7...5,5 V.

Układem do zasilania diod LED prądem o większym natężeniu jest ADP1610. Jest to przetwornica impulsowa DC-DC podwyższająca napięcie wejściowe. Układ jest zasilany napięciem 2,5...5,5 V, a maksymalne możliwe do uzyskania napięcie wyjściowe wynosi 12 V. Ma zintegrowany tranzystor przełączający 1,2 A, 0,2 Ω. Częstotliwość przełączania może być wybierana (za pomocą wyprowadzenia RT) spośród dwóch wartości: 700 kHz i 1,2 MHz. Układ ma wejście przełączające go w stan obniżonego poboru mocy *standby* (ST). W tym stanie pobiera prąd o natężeniu 10 nA. Na rys. 22 przedstawiono schemat układu zasilacza z odłączeniem obciążenia przy przejściu w tryb *standby*.

Podsumowanie

W artykule przedstawione zostały nowe, najbardziej interesujące podzespoły do aplikacji oświetleniowych. Jednym z najważniejszych elementów układu oświetleniowego zbudowanego z diod LED jest zasilacz stałoprądowy, który musi zapewnić im odpowiednie warunki pracy.

Maciej Gołaszewski, EP
maciej.golaszewski@ep.com.pl