

Zestawy ewaluacyjne STMicroelectronics dla diod RGB



Metoda tworzenia wielobarwnego obrazu na zasadzie mieszania trzech kolorów podstawowych – czerwonego, zielonego i niebieskiego, jest znana i stosowana co najmniej od chwili powstania pierwszego kolorowego telewizora. Obecnie, dzięki bardzo dynamicznemu rozwojowi technologii produkcji diod LED, możliwe jest konstruowanie wielkogabarytowych telebimów, reklam i efektów świetlnych, napisów itp. W urządzeniach takich, oprócz samych diod LED RGB, niezbędne są jeszcze odpowiednie układy sterujące.

Jednym z producentów zajmujących się wytwarzaniem sterowników diod świecących RGB jest STMicroelectronics. Firma ta ma w swojej ofercie kilka układów przeznaczonych dla urządzeń, w których są wykorzystywane diody świecące RGB. W praktyce spotykane są rozwiązania z trzema niezależnymi diodami LED: czerwoną, zieloną i niebieską, ale coraz częściej są one zastępowane jedną diodą RGB integrującą trzy struktury w jednym chipie. Ustawiając odpowiednie relacje między jasnością świecenia każdego „koloru”, uzyskuje się całą gamę barw pośrednich, co jest zwykłą konsekwencją zjawisk fizycznych i właściwości ludzkiego oka. Z praktycznego punktu widzenia bardzo ważny jest sposób sterowania diodami RGB. Należy tu uwzględnić dwie bardzo ważne cechy diody świecącej. Pierwszą z nich jest prawie liniowa zależność jasności świecenia od prądu diody (przynajmniej w zakresie roboczym). Drugą jest kształt charakterysty-

ki prądowo-napięciowej diody LED (rysunek 1). Jak wynika z wykresu, prąd diody jest pomijalnie mały dla małych napięć na złączu i zaczyna bardzo szybko rosnąć po przekroczeniu napięcia złączeniowego, charakterystycznego dla danego typu diody (koloru świecenia). Z charakterystyki tej wynika wprost, że zasilanie diody powinno mieć charakter prądowy. Zasilając diodę LED napięciowo, można bardzo łatwo doprowadzić do jej uszkodzenia, gdyż nawet niewielka zmiana napięcia, wynikająca chociażby ze zmiennych warunków temperaturowych, może doprowadzić do nadmiernego wzrostu prądu. W praktyce, w większości spotykanych sterowników diod świecących stosowana jest cyfrowa regulacja prądu diody, wykorzystująca modulację PWM. Mamy zatem do czynienia z wartością średnią natężenia prądu impulsowego, a nie faktyczną regulacją analogową.

Jak powyższe koncepcje są realizowane w praktyce, prześledzimy na przykładzie oferty firmy STMicroelectronics.

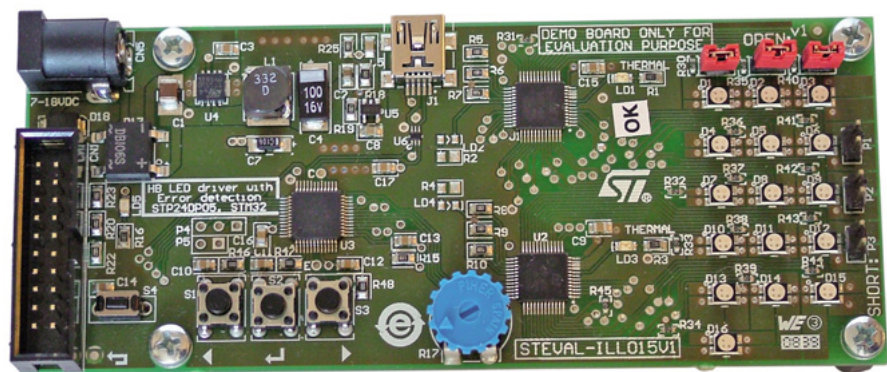
Zestaw STEVAL-ILL015V1

Zestaw ILL015V1 (fotografia 2) został opracowany w celu prezentacji możliwości scalonego, 24-bitowego sterownika diod RGB z wyjściami stałoprądowymi, o oznaczeniu STP24DP05. Schemat blokowy tego układu przedstawiono na rysunku 3. 24 regulowane źródła prądowe o wydajności od 50 do 80 mA bezpośrednio sterują matrycą RGB (przebieg PWM). Są one taktowane przebiegiem zegarowym o częstotliwości 25 MHz.

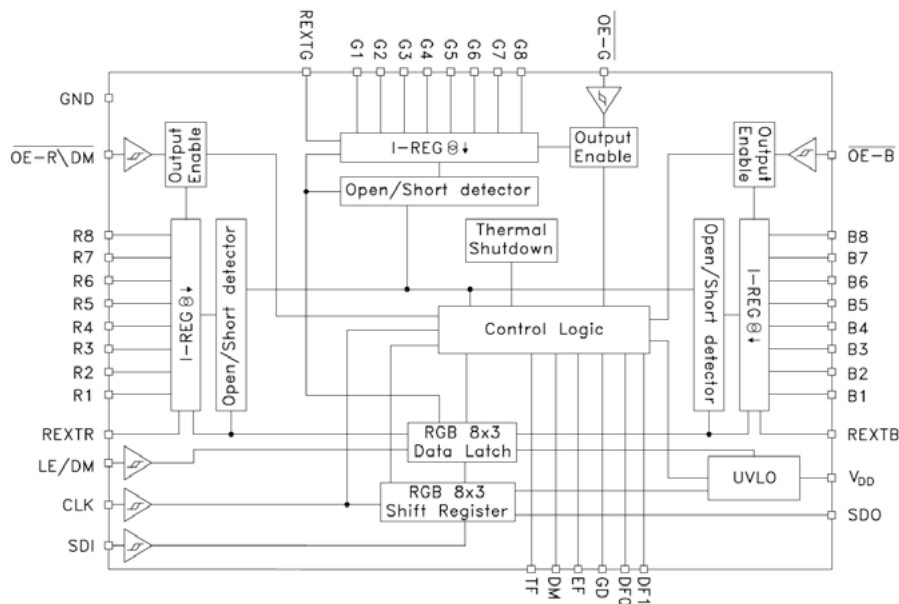
Na płycie umieszczono wyświetlacz zbudowany z miniaturowych diod RGB połączonych w matrycę o 5 wierszach i 3 kolumnach. W wersji fabrycznej przewidziano prezentację czterech efektów świetlnych opracowanych przez producenta, generowanych przez znajdujący się na płycie ILL015V1 mikrokontroler STM32. Oprogramowanie firmowe wraz z używanymi bibliotekami jest udostępnione w wersji źródłowej (w języku C) i skompilowanej. Użytkownicy mogą zatem „podpatrywać” techniki sterowania diodami, co pozwoli im modyfikować efekty firmowe, a nawet tworzyć własne. Programowanie mikrokontrolera odbywa się za pośrednictwem interfejsu JTAG. Zastosowane algorytmy w pełni wykorzystują dużą moc obliczeniową procesora ARM z rdzeniem Cortex M3. Płynność i szybkość efektów świetlnych jest osiągana m.in. dzięki wspieraniu operacji sterowania przez system przetwarzania i blok DMA. Przyjęta w zestawie koncepcja umożliwia wielokanałową regulację jasności świecenia diod RGB z precyzją 8-



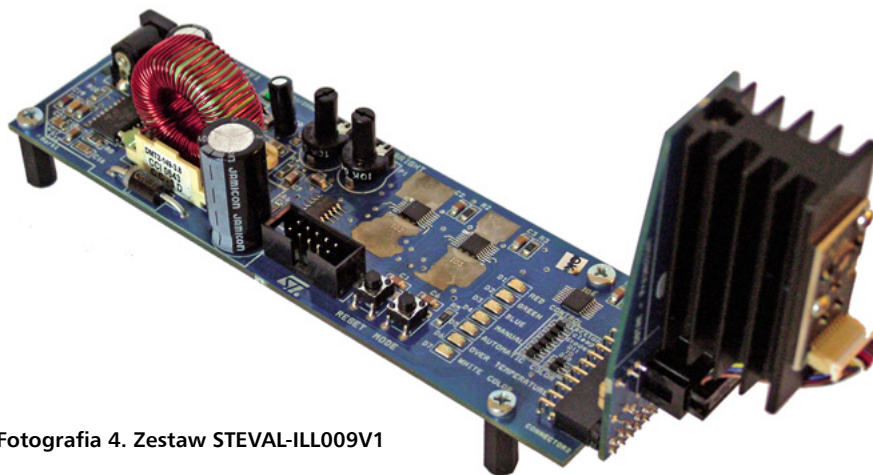
Rysunek 1. Charakterystyka prądowo-napięciowa diody LED



Fotografia 2. Zestaw STEVAL-ILL015V1



Rysunek 3. Schemat blokowy układu STP24DP05



Fotografia 4. Zestaw STEVAL-ILL009V1

10-, 11- i 12-bitową. Płytkę ILL015V1 wymaga zasilania napięciem 7,5...18 VDC/700 mA. W zestawie nie ma jednak zasilacza.

Zmiany wyświetlanych efektów i regulacji związanych z nimi parametrów dokonuje się przy użyciu znajdujących się na płytce mikroprzełączników, zworek i potencjometru. Programy są rozróżniane wyświetlanymi na matrycy literkami od A do D.

Program A to uproszczona implementacja dobrze znanej gry Tetris. Zamiast złożonych figur geometrycznych ustawiane są tylko kolorowe punkty spadające w 3 kolumnach. Sterowanie grą odbywa się przy użyciu dwóch przycisków umieszczonych na płytce. Jasności świecenia diod jest regulowana potencjometrem.

Program B pokazuje przykładową metodę sterowania kolorem i jasnością świecenia każdej z diod niezależnie. Efekty są wybierane jednym z przycisków. Pierwszy efekt polega na wyświetlaniu kolumn w kolorach RGB (Red, Green, Blue) lub CMY (Cyan, Magenta, Yellow) z modulacją jasności. Drugi efekt to trzy pełzające węże o dwóch kolorach (każdy węż inny). Chyba najbardziej

efektywny jest efekt trzeci, którym jest płynąca tęcza.

W programie C użytkownik ma możliwość ręcznego sterowania jasnością świecenia diod, do czego jest wykorzystywany potencjometr znajdujący się na płytce. Po naciśnięciu przycisku następuje zmiana koloru świecenia diod w sekwencji: czerwony, zielony, niebieski, żółty, seledyn, lila, biały, wygaszenie diod, lub w kolejności odwrotnej.

Program D demonstruje skutek automatycznej detekcji błędów dokonywanej przez sterownik STP24DP05. Jako błąd traktowane jest symulowane uszkodzenie (przerwa lub zwarcie) wywoływane przez zdjęcie lub założenie przeznaczonych do tego celu zworek. Badana jest więc reakcja na zwarcie lub przerwę w połączeniach matrycy. W wyniku stwierdzenia błędów mikrokontroler zapala odpowiednią diodę.

Zestaw STEVAL-ILL009V1 + ILL009V3 lub ILL009V4

Zestaw STEVAL-ILL009V1 (fotografia 4) może być traktowany jako autonomiczny ste-

rownik diod RGB stosowany np. w oświetleniu dekoracyjnym. Diody takie coraz częściej stanowią źródło światła w podobnych urządzeniach, a kolorowe żarówki bezpowrotnie odchodzą do lamusa. Nie jest to zresztą jedyne zastosowanie diod RGB. Możemy je znaleźć także w motoryzacji, reklamie, sygnalizacji drogowej itp. Zaletą stosowania takiego źródła światła jest łatwość sterowania zarówno jasnością, jak i kolorem.

ILL009V1 to płytka bazowa, do której za pośrednictwem 30-pinowego złącza krawędziowego mogą być dołączane moduły ILL009V3 i ILL009V4 dostarczane przez STMicroelectronics. Równie dobrze będą współpracowały moduły własnej konstrukcji, o ile tylko zostaną zaprojektowane zgodnie z przyjętą w zestawie koncepcją. Płytkę ILL009V3 zawiera cienkowarstwowe diody InGaAlP (kolor czerwony (amber) – 617 nm) oraz ThinGaN (kolor zielony (green) – 525 nm i niebieski (blue) – 464 nm), tworzące jedną diodę projekcyjną LED RGB. Uzyskiwana wydajność świecenia jest równa 86 lm/W (kolor zielony) i 17 lm/W (kolor niebieski). Odprowadzenie ciepła z diody zapewnia czerniony, wielożebrowy radiator, zaś do zabezpieczenia termicznego zastosowano termistor NTC typu STLM20. Dopuszczalna moc strat jest równa 10 W, przy prądzie przewodzenia 700 mA.

Płytkę jest zasilana z zewnętrznego źródła o napięciu 8...30 VDC i mocy co najmniej 14 W dołączanego do typowego gniazda DC. Napięcie to jest podawane na wewnętrzną 3-ampierową przetwornicę DC/DC wykorzystywaną do zasilania diod LED RGB. Maksymalne natężenie każdego segmentu superjasnej diody projekcyjnej RGB jest równe 700 mA. Do sterowania diodami zastosowano 8-bitowy mikrokontroler ST7LITE09 generujący 3 przebiegi PWM, osobno dla każdego koloru. Są one jednak tworzone wirtualnie, co oznacza, że nie występują na fizycznych wyprowadzeniach mikrokontrolera. Procesor tworzy wewnętrznie jakby obraz wyjść sterujących diodami zatrzymanym w danej chwili i na tej podstawie formuje odpowiednią sekwencję danych, którą wysyła do driverów STP04CM596 via interfejs szeregowy SPI. Operacja ta jest powtarzana z częstotliwością przebiegu PWM. Każdy driver zawiera 4-bitowy rejestr przesuwający ze stałoprądowymi wyjściami buforowymi o obciążalności 80...500 mA. Pamiętajmy jednak, że prąd ten ma charakter impulsowy (PWM), stąd wynika możliwość regulacji jasności świecenia diod. Natężenie prądu wyjściowego jest ustawiane jednym, zewnętrznym rezystorem, wspólnym dla wszystkich wyjść. Rozdzielczość sterowania jest zależna od rozdzielczości przebiegu PWM. Na płytce ILL009V1 przyjęto 64-poziomą regulację jasności każdej z diod, co odpowiada 6 bitom. Parametr ten jest kompromisem pomiędzy szybkością prze-

FIRMA PREZENTUJE

syłania danych interfejsem SPI i wydajnością obliczeniową mikrokontrolera. Zalecane jest, aby częstotliwość przebiegu PWM nie była mniejsza niż 100 Hz. Układy STP04CM596 mogą być łączone szeregowo lub równolegle, tym samym można sterować większą liczbą diod. Mimo prądowego zasilania diod LED RGB, napięcie jest również istotnym parametrem. Musi być ono wyższe od najwyższego napięcia złączonego spośród wszystkich diod R, G i B, ale nadmierny jego zapas będzie powodował zwiększenie strat.

Na płytce ILL009V1 zastosowano kilka rodzajów zabezpieczeń. Jednym z nich jest zabezpieczenie napięciowe wyjść układu STP04CM596 zrealizowane przy użyciu tranzystorów SMAJ33A. Zabezpieczenia temperaturowe z kolei są wykonane bezpośrednio w module z diodą. Na płytce ILL009V3 zastosowano np. precyzyjny czujnik temperatury (termistor NTC) typu STLM20, umieszczony na radiatorze diody. Element ten nie zapewnia jednak pełnego bezpieczeństwa, gdyż pełną kontrolę nad diodami ma jedynie mikrokontroler. W przypadku zawieszenia się programu może więc dojść do uszkodzenia diody RGB.

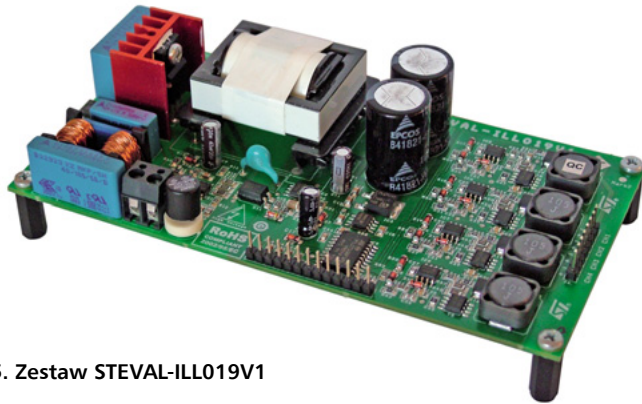
Zestaw ILL009V1 w wersji fabrycznej demonstruje kilka efektów świetlnych przygotowanych przez producenta. Użytkownik ma możliwość wpływania na nie poprzez przycisk zmiany trybu (*MODE*) i dwa potencjometry. Pokaz obejmuje zmianę kolorów obejmującą całą gamę barw oraz regulację jasności świecenia. W jednym z trybów dioda RGB świeci kolorem białym o regulowanej jasności, a w kolejnych zapalane są poszczególne kolory. Demonstracja zabezpieczenia termicznego polega na ustawieniu białego koloru świecenia pełną mocą. Po około 3 minutach powinna zaświecić się dioda *Over temperature*.

Tradycyjnie STMicroelectronics udostępnia wszystkie źródła programów oraz dokumentację zestawu.

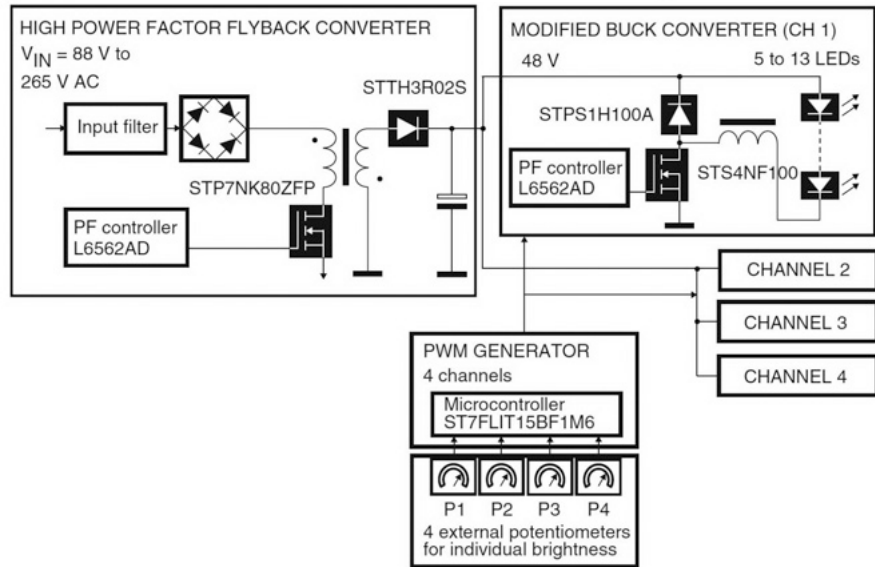
Zestaw STEVAL-ILL019V1

Pozostając w tematyce sterowania diodami LED RGB, zapoznamy się z jeszcze jednym zestawem ewaluacyjnym firmy STMicroelectronics, jakim jest STEVAL-ILL019V1 (fotografia 5). Jest to 32-watowy sterownik diod RGGB z indywidualną jasnością świecenia w każdym kanale, przy czym kanał koloru zielonego został zdublowany. W oprogramowaniu firmowym przewidziano możliwość ręcznego sterowania jasnością świecenia diod. Są do tego potrzebne potencjometry 10 kΩ dołączane do łączówki szpilkowej umieszczonej w dolnej części płytki. Potencjometrów takich nie ma jednak w zestawie.

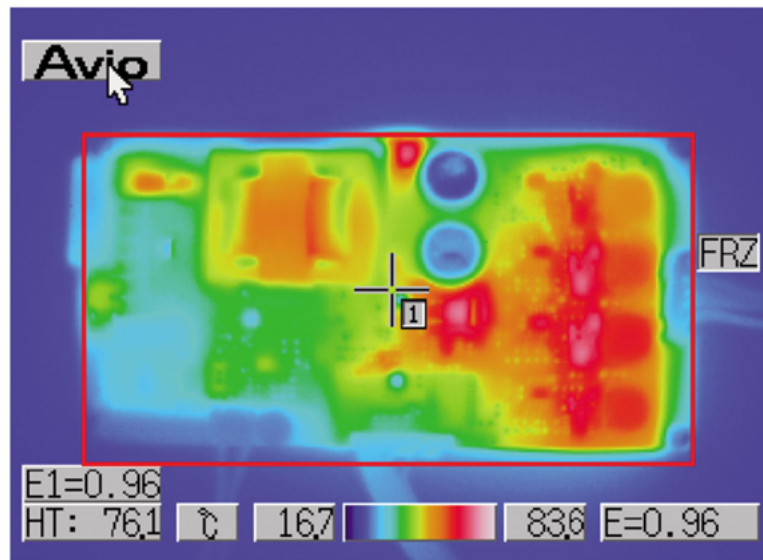
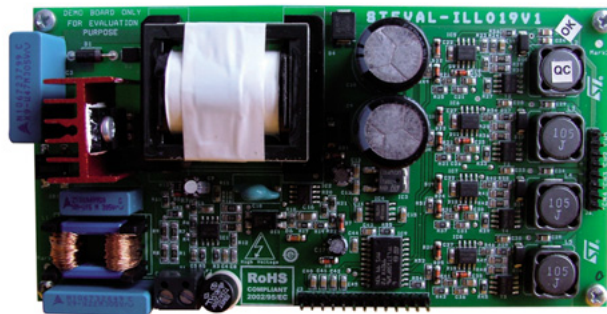
Przyjęte w sterowniku rozwiązania układowe mogą być stosowane w urządzeniach oświetlenia dekoracyjnego, reklamie itp. Oprogramowanie firmowe wyświetla krótką projekcję składającą się z kilku różnych efektów świetlnych. Jasność świecenia diod jest



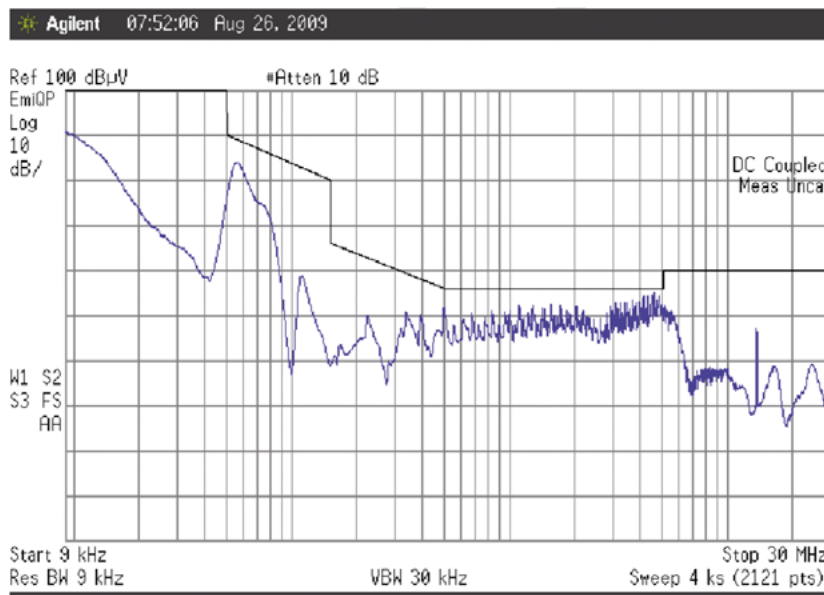
Fotografia 5. Zestaw STEVAL-ILL019V1



Rysunek 6. Schemat blokowy płytki ILL019V1



Fotografia 7. Newralgiczne ze względu na nagrzewanie miejsca płytki STEVAL-ILL019V1



Rysunek 8. Wyniki pomiarów EMC zestawu STEVAL-ILL019V1

regulowana poprzez zasilanie ich przebiegami PWM generowanymi przez zamontowany na płycie mikrokontroler. Bezpośrednie sterowanie diod z wyjść mikrokontrolera nie jest oczywiście możliwe ze względu na zbyt niską wydajność prądową układu ST7FLIT15. Wymaganą wydajność wyjść równą 350 mA uzyskano przez zastosowanie indywidualnych dla każdego kanału przetwornic typu *buck*. Ich konfiguracja została zmodyfikowana tak, aby uzyskać wyjścia typu stałoprądowego. Cel ten zrealizowano, wprowadzając sprzężenie zwrotne w obwodzie układu L6562AD (*Power Factor Correction Controller*). Ponadto są to przetwornice o topologii *inverted buck*, dzięki czemu możliwe jest całkowite wyłączenie obciążenia (bez przepływu prądu w diodach). Współczynnik wypełnienia sygnału PWM zmienia się w zakresie od 0 do 100%, a jego częstotliwość jest równa 240 Hz.

Opisane wyżej przetwornice sterujące diodami nie są jedynymi, jakie znajdują się na płycie ILL019V1. Zestaw został skonstruowany z myślą o zasilaniu go napięciami z szerokiego zakresu. Aby było to możliwe,

konieczne było użycie przetwornicy dopasowującej napięcie wejściowe do potrzeb sterownika. Wynika stąd obecność przetwornicy High Power Factor *flyback* wytwarzającej napięcie 48 V niezależnie od napięcia zasilającego. Wystarczy, by mieściło się ono w przedziale 88...265 VAC. Przetwornica ta zapewnia jednocześnie izolację galwaniczną obwodu wykonawczego i zasilającego. Schemat blokowy płytki ILL019V1 przedstawiono na rysunku 6.

Do każdego kanału można dołączyć od 5 do 13 diod LED. Taka elastyczność jest możliwa dzięki sterowaniu prądowemu. Przy stałym prądzie wyjściowym utrzymywanym z dokładnością $\pm 5\%$ napięcie wyjściowe zmienia się w zakresie od 15 do 38 V. Maksymalna moc diod RGGB jest równa 32 W dla tzw. szerokiego zakresu napięć wejściowych i 42 W dla zakresu EU.

Elementem bezpośrednio sterującym diodami są tranzystory mocy MOSFET typu STS4NF100. Uzyskiwany w przetwornicy współczynnik mocy dla napięcia wejściowego 230 VAC i obciążenia 30 W jest równy

0,94, a przy napięciu 110 VAC osiąga wartość nawet 0,995. Całkowita sprawność urządzenia jest dla obciążenia 30 W równa ok. 75%, co jest wynikiem dość dobrym, biorąc pod uwagę, że w sterowniku pracują dwa typy przetwornic.

Na fotografii 7 przedstawiono neuralgiczne, ze względu na nagrzewanie, miejsca płytki ILL019V1. Zdjęcie zostało wykonane kamerą termograficzną. Jak widać, najbardziej nagrzewają się cewki czterech przetwornic *buck* i znajdujący się w centralnym punkcie płytki stabilizator liniowy napięcia +5 V. Nieco mniej rozgrzewa się dławik wejściowy. Analiza wykonana na podstawie tego zdjęcia wykazuje, że zastosowany w sterowniku ILL019V1 radiator pod tranzystorem MOSFET przetwornicy *flyback* doskonale spełnia swoją funkcję – element ten jest zupełnie zimny.

Urządzenie „nafaszerowane” przetwornicami, kluczami wysokoprądowymi, w którym aż roi się od cewek i przebiegów impulsowych, przy nieodpowiednim zaprojektowaniu obwodu drukowanego stanowi swego rodzaju bombę zakłóceńową. Mimo to zestaw STEVAL-ILL019V1 spełnia normy EN55015 i EN61000-3-2 dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej przewidziane dla tego typu urządzeń. Potwierdzają to wyniki badań przedstawione na wykresie z rysunku 8.

Lepiej uciekać niż gonić

Najważniejszą cechą sterownika jest duża, w porównaniu z klasycznymi źródłami światła, oszczędność energii zużywanej przez LED-owy panel oświetleniowy. Nieuchronnie zbliża się epoka, w której żarówki będziemy mogli oglądać tylko w muzeach i kuferkach z rupieciami, przechowywanych gdzieś na strychach lub w piwnicach. Już teraz warto być w awangardzie i sięgać po nowoczesne rozwiązania. Przedstawione wyżej propozycje firmy STMicroelectronics na pewno do takich należą.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

REKLAMA

RK-SYSTEM®
www.rk-system.com.pl

Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debuggery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chelmońskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax: (022) 724 30 37

RAISONANCE Innovative Development Tools | IAR SYSTEMS | SPECTRUM DIGITAL