

Sześciokanałowy dimmer z DMX512



Wszyscy artyści doceniają żywy kontakt z publicznością. Jest on szczególnie ważny w przypadku piosenkarzy i zespołów muzycznych. To jasne – efektowny koncert doskonale przekłada się na późniejszą sprzedaż płyt. Współczesne koncerty to ogromne widowiska multimedialne, których znaczącym elementem jest oświetlenie. Nie dziwi więc fakt, że w zespołach zapewniających obsługę koncertów, istotną rolę pełnią oświetleniowcy. Jednak nawet najlepszy dźwiękowiec czy oświetleniowiec nic nie zrobi bez sprzętu odpowiedniej jakości. W przypadku oświetlenia niezmiernie ważną rolę pełnią regulatory jasności oświetlenia, które nazywane są dimmerami.

Rekomendacje: Urządzenie skierowane jest do wszystkich osób zajmujących się profesjonalną organizacją widowisk multimedialnych.

Czym jest Dimmer?

Dimmer jest układem, którego zadaniem jest sterowaniem mocą dostarczaną do oświetlenia za pomocą układu potencjometrycznego lub elektronicznego. Jak nietrudno zauważyć, pierwsza metoda jest bardzo prosta, a przy małej mocy nie wymaga również wielu elementów. Nie jest to jednak sposób ekonomiczny, ponieważ na potencjometrze tracona jest część mocy, a charakterystyka regulacji zależy od obciążenia. Poza tym, w praktyce nie istnieją potencjometry o mocy większej niż kilka watów. Za pomocą potencjometru i prostego układu elektronicznego można również sterować trakiem, jednak w praktyce oświetleniowej jest to bardzo ryzykowne ze względu na zakłócenia generowane w układach wykonawczych. Z kolei autotransformatory są duże, ciężkie i wymagają ręcznej obsługi.

Wymienionych problemów można uniknąć, gdy do sterowania mocą zastosujemy triaki, które będą włączane sygnałami dostarczonymi przez mikrokontroler. Co ważne – dzięki mikrokontrolerowi można łatwo zrealizować układ sterowania fazowego, który pozwala na minimalizację zakłóceń związanych z wyłączeniem obciążenia.

Zasadę sterowania fazowego przedstawiono na rys. 1. Dane na osi napięcia i czasu odpowiadają przebiegowi napięcia zasilającego sieci energetycznej 230 VAC. Moc oddawana

AVT-5181

W ofercie AVT:
AVT-5181A – płytka drukowana

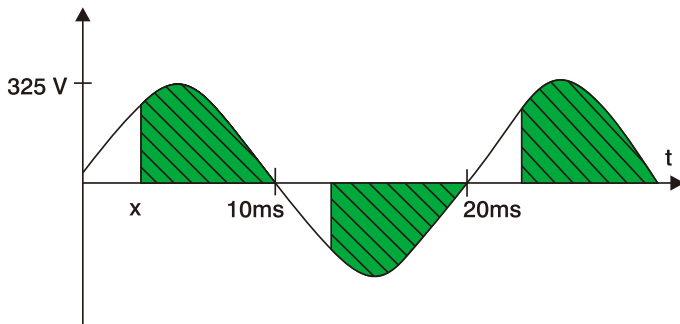
PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach: 128×128 mm
- Zasilanie: 230 VAC
- Prąd obciążenia: zależnie od żarówek – do 2,5 A
- Interfejs: DMX512
- Sterowanie 6 źródłami światła
- Mikrokontroler: MSP430F149PM

PROJEKTY POKREWNE

wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Cyfrowy sterownik DMX512	EP 4/2008	AVT-5129
Konwerter USB-DMX512	EP 5-6/2006	AVT-930
12-kanałowy regulator mocy sterowany sygnałem DMX512	EP 4-5/2003	---



Rys. 1. Zasada sterowania fazowego

do obciążenia zależy od czasu załączenia elementu wykonawczego, czyli np. triaka. Regulacja mocy polega na tym, że dzięki opóźnionemu załączeniu obciążenia maleje moc dostarczana do odbiornika. W przypadku żarówki

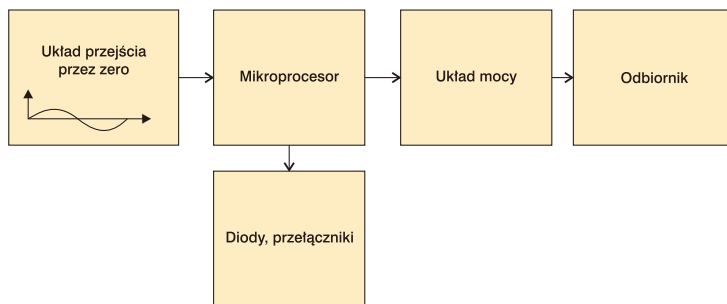
od 0 do 10 ms od chwili przejścia przez zero, uzyskujemy pełny zakres regulacji mocy dostarczanej do obciążenia. Należy przy tym pamiętać, że w przypadku obciążeń indukcyjnych lub pojemnościowych, przedstawiony sposób re-

reflektora przekłada się to wprost na jasność świecenia. Minimalizację zakłóceń uzyskuje się dzięki temu, że odłączenie obciążenia następuje w chwili, gdy napięcie przechodzi przez zero (rys. 1). Tak więc regulując opóźnienie włączenia triaka w zakresie

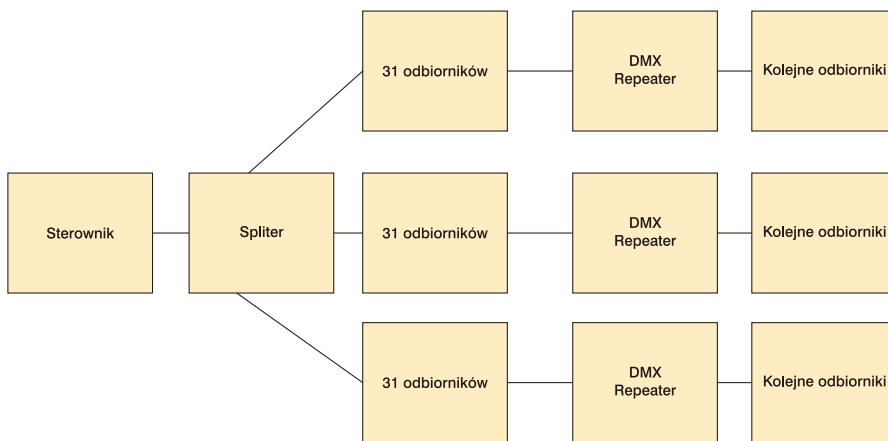
regulacji mocy nie zawsze prowadzi do oczekiwanych wyników, ze względu na przesunięcie prądu i napięcia. Taką techniką można regulować natężenie światła zwykłej żarówki, bądź moc i prędkość obrotową silnika komutatorowego.

Proces regulacji mocy dostarczanej do odbiornika wymaga, aby układ załączający triak miał informację o przejściu napięcia przez zero – od tej chwili należy liczyć czas odpowiadający oczekiwanej mocy.

Schemat blokowy dimmera przedstawiono na rys. 2. Jak widać jest on dość prosty. Układ wykrywający przejście napięcia przez zero wysyła informację do mikrokontrolera, który odlicza czas odpowiadający zadanej mocy, a następnie załącza układy mocy zasilające odbiornik.



Rys. 2. Schemat blokowy Dimmera



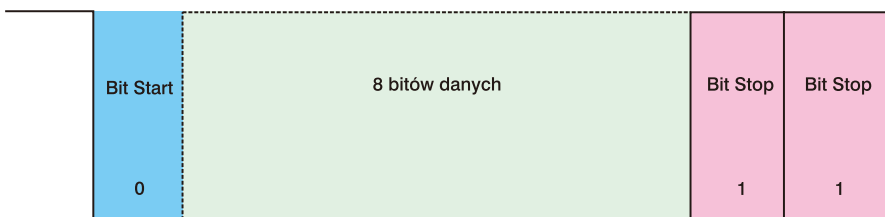
Rys. 3. Sposób łączenia urządzeń z interfejsem DMX

DMX512

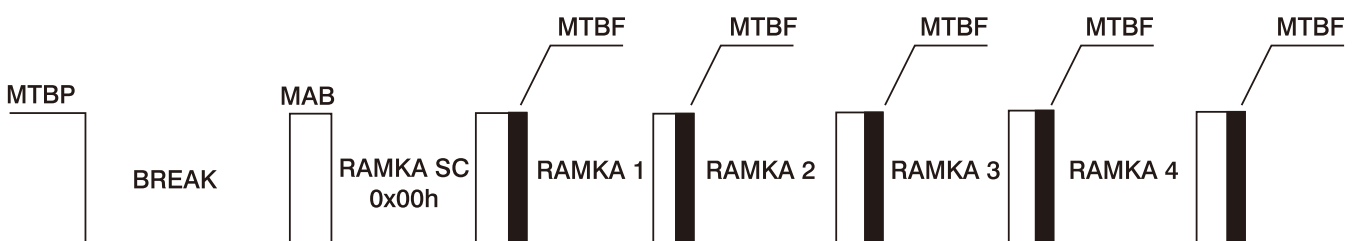
Oprócz informacji o przejściu napięcia przez zero, konieczne jest przekazanie informacji o poziomie mocy dostarczanej do odbiornika. W zastosowaniach estradowych najbardziej rozpowszechnionym i najczęściej stosowanym protokołem jest DMX512. Jego początkowy zarys powstał w 1986 roku, jednak po małych poprawkach na dobre zaistniał w 1998 roku. System miał z założenia sterować jedynie dimmerami, lecz obecnie używa się go do sterowania najróżniejszych urządzeń estradowych – świateł inteligentnych, maszyn do dymu, stroboskopów a nawet urządzeń do wyrzucania konfetti.

DMX512 jest protokołem, który może obsłużyć do 512 kanałów, czyli np. 512 osobnych urządzeń z jedną żarówką. Bardziej złożone urządzenia mogą potrzebować do wystrojenia nawet 6 i więcej kanałów. Zgodnie ze specyfikacją interfejsu DMX512, do łączenia urządzeń powinno wykorzystywać się złącza XLR 5, jednak w praktyce większość odbiorników wykorzystuje złącza XLR 3. Rozkład wyprowadzeń obu rodzajów złącz przedstawiono w tab. 1. Każde urządzenie wyposażone jest w wejście i wyjście sygnału DMX, a urządzenia łączy się ze sobą szeregowo (rys. 3). Wyjście ostatniego urządzenia powinno być wyposażone w terminator – rezystor dopasowujący 120 Ω. Najczęściej jest to wtyk XLR z rezystorem 120 Ω łączącym wyprowadzenia DMX+ i DMX-. W niektórych urządzeniach terminator jest wbudowany i w razie potrzeby załączany przełącznikiem.

Do przesyłu informacji wykorzystuje się przewód 3-żyłowy, który może mieć do 1200 m



Rys. 4. Pojedyncza ramka danych DMX512

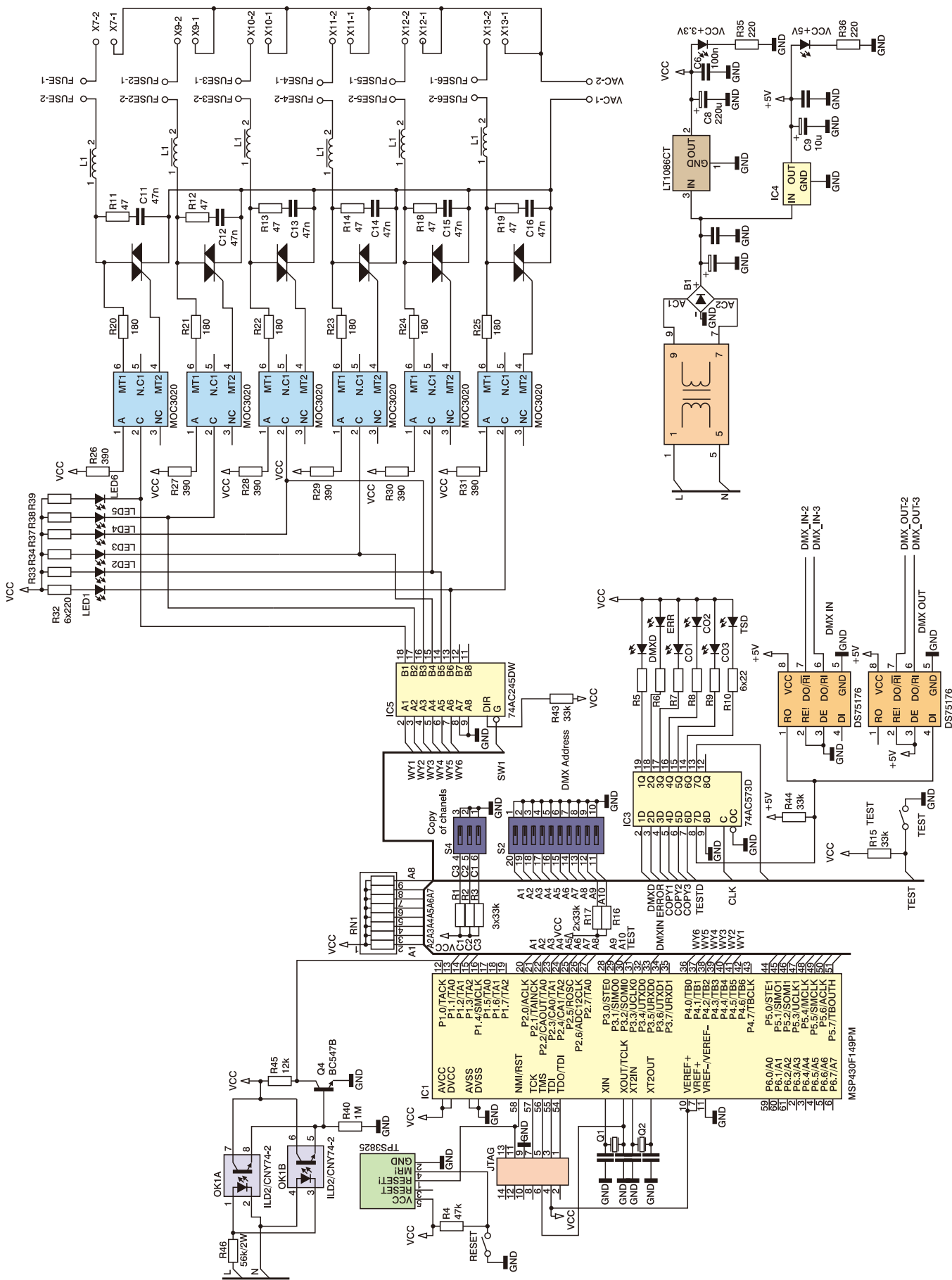


Rys. 5. Adresowanie transmisji DMX512

długości. Ze względu na zastosowanie sygnału różnicowego RS485, system charakteryzuje się dużą odpornością na zakłócenia. W niektórych

przypadkach może być konieczne zastosowanie rozdzielaczy sygnału oraz wzmacniacze. Schemat takiej struktury przedstawiono na rys. 3.

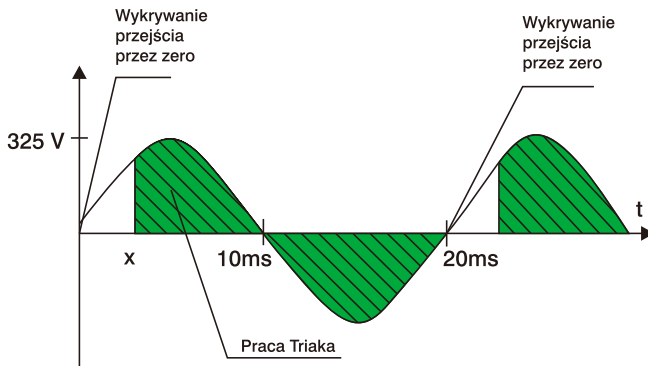
Do wad DMX512 można zaliczyć opóźnienie, które wynika z tego, że wszystkie kanały są przesyłane zawsze, nawet jeśli przesyłana



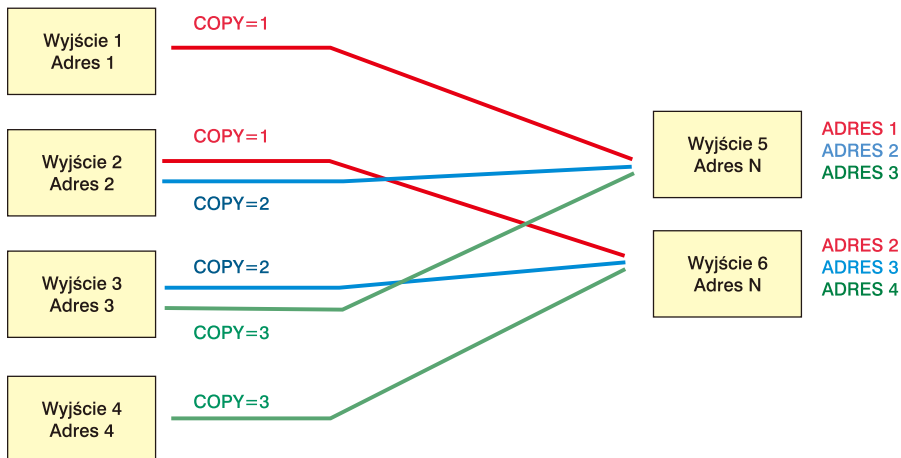
Rys. 6. Schemat elektryczny układu

Tab. 1. Funkcje wyprowadzeń w 5 i 3 – pionowym złączu AXR/XLR

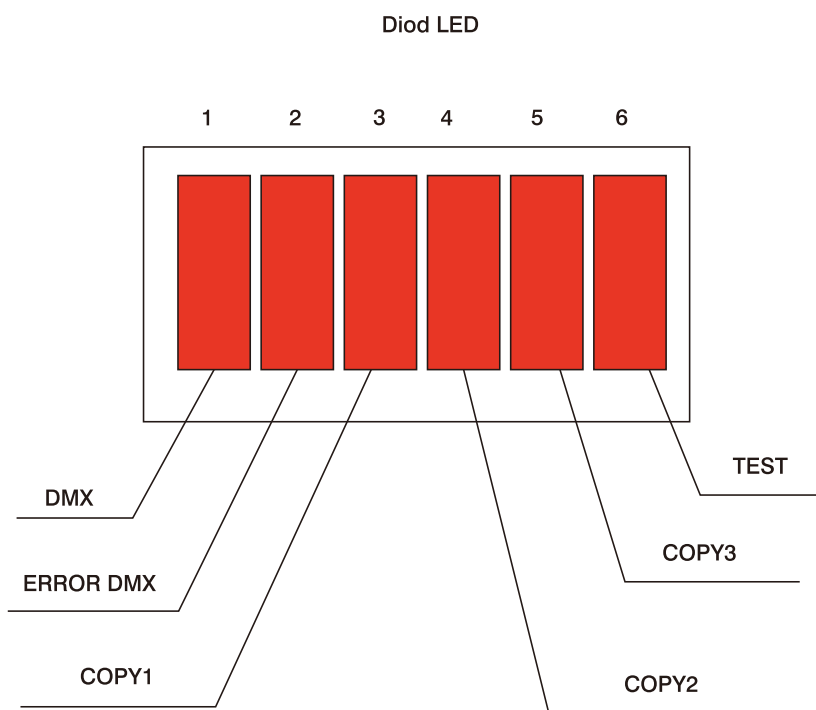
Nr kontaktu	Złącze AXR/XLR 5-kontaktowe	Złącze AXR/XLR 3-kontaktowe
1	Masa	Masa
2	DMX-	DMX-
3	DMX+	DMX+
4	Nie używany (może być połączony z DMX-)	
5	Nie używany (może być połączony z DMX+)	



Rys. 7. Zasada działania regulacji mocy



Rys. 8. Sposób działania przelączników COPY



Rys. 9. Rozmieszczenie diod sygnalizacyjnych

w przypadku kilku milisekund opóźnienia przesyłanej informacji.

W specyfikacji RS485 zdefiniowane są poziomy napięć oraz wymagania, co do fizycznego sposobu łączenia urządzeń, natomiast w interfejsie DMX512 dodatkowo specyfikowany jest protokół przesyłu danych. Podstawową jednostką danych jest przedstawiona na rys. 4 ramka, w której w skład wchodzi 1 bit startu (0 logiczne), 8 bitów danych i dwa bity stopu (2×1 logiczne). Jest to typowy format danych stosowany w transmisji szeregowej, potocznie nazywanej „RS”.

Sygnał wysyłany jest z prędkością 250 kbps, co odpowiada długości pojedynczego bitu $4 \mu\text{s}$. Czas transmisji 11 bitów ramki wynosi $44 \mu\text{s}$. Jedna ramka zawiera informację dla jednego kanału DMX, co oznacza, że do wysłania danych do wszystkich kanałów, należy wysłać 512 ramek.

Pozostaje jeszcze kwestia adresacji ramek dla poszczególnych urządzeń – wyjaśnienie tego zagadnienia przedstawiono na rys. 5.

Przed rozpoczęciem transmisji pierwszej ramki na linii generowane są sygnały nazywane BREAK i MAB (*Mark After Break*). Czas sygnału BREAK powinien wynosić $88 \mu\text{s}$, co odpowiada wysłaniu na linię 22 bitów o wartości logicznej 0. Czas trwania sygnału MAB powinien wynosić minimum $8 \mu\text{s}$. Po przesłaniu MAB sterownik wysyła bajt startowy SC (*Start Code*), który w zamysle twórców protokołu DMX miał określać, czy wysłane po nim dane mają sterować regulatorami jasności, czy też innymi urządzeniami. Ponieważ nie wiadomo o jakie urządzenia będzie chodziło w przyszłości, ustalono jego wartość na $0x00h$. Obecnie przyjmuje się, że wartość tego słowa musi być równa 0, a jeżeli jego wartość będzie inna, to odbiornik musi odrzucić wszystkie pozostałe dane. Po wysłaniu sekwencji startowej sterownik rozpoczyna wysyłanie ramek z danymi. Czas potrzebny do wysłania jednego kompletu zależy od liczby kanałów. Może być ich mniej niż 512, ale nie może ich być więcej. Każdy kanał powyżej liczby 512 traktowany będzie jak kanał z początku pakietu.

Pomiędzy kolejnymi ramkami danych przesyłany jest sygnał o wartości logicznej 1, nazywany MTBF (*Mark Time Between Frames*).

Długość tego sygnału nie jest ściśle zdefiniowana, jednak musi on zawierać się w przedziale od 0 do 1 s. Przekroczenie tego czasu oznacza brak sygnału na linii DMX i urządzenie powinno rozpocząć oczekiwanie na kolejny sygnał BREAK, sygnalizujący początek sekwencji.

Na rys. 5 przedstawiono jeszcze jeden sygnał, nazwany MTBP (*Mark Time Between Packets*), który poprzedza sygnał BREAK. Podobnie jak w przypadku MTBF, nie definiuje się długości tego sygnału, a jedynie dopuszczalny zakres w przedziale od 0 do 1 s.

Protokół DMX nie definiuje reakcji odbiorników na przerwanie transmisji i w tym przypadku producenci stosują różne rozwiązania:

- płynne wyłączenie urządzeń,
- natychmiastowe wyłączenie urządzeń,
- utrzymanie ostatniej otrzymanej wartości.

Ze względu na brak informacji zwrotnej o stanie urządzeń na magistrali DMX, nie wolno stosować DMX do sterowania urządzeń, w których nieodebranie lub odebranie przekłamanego sygnału DMX mogłoby spowodować zagrożenie zdrowia lub życia!

Przykłady systemów, w których stosowanie sterowania DMX jest zabronione:

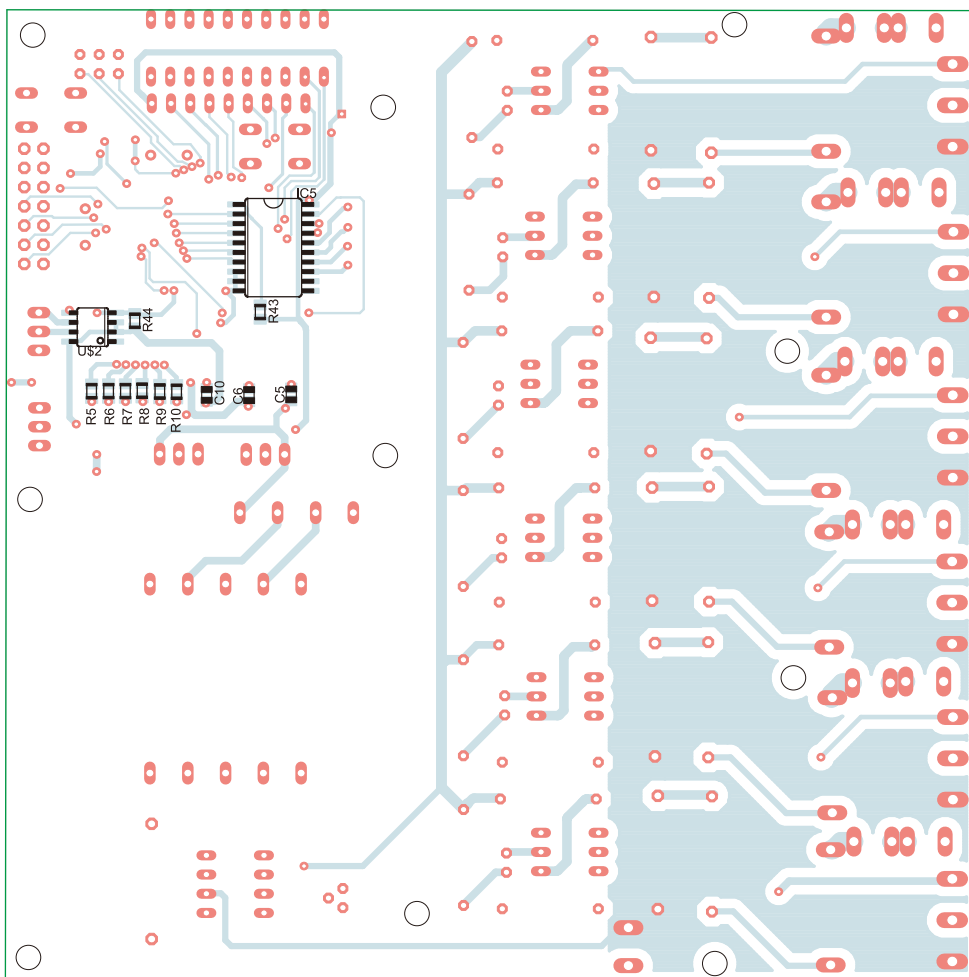
- systemy pirotechniczne,
- systemy ruchomych dekoracji,
- sterowanie wciągarkami ramp.

Opis układu

Urządzenie to 6-kanalowy dimmer – ściemniacz, którego konstrukcję oparto o procesor MSP430. Schemat elektryczny dimmera przedstawiono na rys. 6.

Cały układ dimmer można podzielić na kilka najważniejszych bloków funkcjonalnych:

- a) układ wykrywania przejścia przez zero,
- b) układ sterowania,
- c) układ mocy,
- d) zasilacz.



Rys. 10. Widok płytki Dimmera od spodu

Układ wykrywania przejścia przez zero może być wykonany na wiele różnych sposobów, ale najbezpieczniejszym rozwiązaniem jest to wykorzystujące optoizolator. W tym przypadku zastosowano CNY74-2 oraz rezystor 56 kΩ/2 W, zapewniające odpowiedni prąd dla diod świecących układu CNY. Dzięki przeciwsobnemu połączeniu diod, można wykryć przejście napięcia przez zero w obu kierunkach. Ponadto, diody zabezpieczają się nawzajem przy napięciach polaryzujących je zaporowo. Taki układ generuje fale prostokątne, która z kolektora tranzystora Q4 podawana jest na linię portu P1.0 mikrokontrolera. Przerwanie zdefiniowane dla tego portu informuje mikro-

kontroler o każdym przejściu napięcia przez zero. W tym momencie program rozpoczyna odliczanie czasu, po którym uruchamiany jest układ mocy (rys. 7).

Całym dimmerem steruje energooszczędny mikroprocesor MSP430F149. Do odbioru sygnału DMX zastosowano bardzo popularne układy odborników DS75176, jednak ze względu na ich napięcie zasilania równe 5 V, konieczna jest konwersja poziomu sygnału do napięcia 3,3 V, zasilającego procesor. Drugi układ DS75176 pracuje jako regenerator sygnału DMX.

Przy sterowaniu DMX konieczne jest zdefiniowanie adresu urządzenia, czyli kanału, na

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R3, R15...R17, R43, R44: 33 kΩ (0805)
 R4: 47 kΩ (0805)
 R5...R10: 220 Ω (0805)
 R11...R19: 47 Ω/0,25 W
 R20...R25: 180 Ω/2 W
 R26...R31: 390 Ω
 R32...R39: 220 Ω
 R40: 1 MΩ
 R45: 12 kΩ
 R46: 56 kΩ/2 W
 RN1: rpack 8×33 kΩ

Kondensatory

C1,C2: 22 pF (0805)
 C3, C4: nie montować
 C5,C6: 100 nF (0805)

C7,C8: 220 μF/35 V
 C9: 10 μF/16 V
 C10: 100 nF (0805)
 C11...C16: 47 nF/400 V

Półprzewodniki

IC1: MSP430F149PM
 IC3: 74AC573, SO20W
 IC4: 78S05
 IC5: 74AC245, SO20W
 U11...U16: BTA41-600B
 B1: mostek 2 A/600 V, 2KBP06M
 CO1...CO3, DMXD, ERR, TSD: LED,
 VCC+3,3 V, VCC+5 V, 1206
 LED1...LED6: LED 3 mm
 Q4: BC547B
 OK1: CNY74-2
 U5...U10: MOC3020

TPS1: TPS3825, TSOT23
 U1, U2: DS75176, SOIC08
 U3: LT1086CT, TO220

Inne

JTAG: goldpin 2×7
 DMX_IN, DMX_OUT: goldpin 1×3
 FUSE1...FUSE6: Gniazdo na bezpiecznik przykręcane do obudowy
 S2: switch-dil, 10 kątowy
 S4: switch-dil, 3 stojący
 L1...L6: dławik
 Q1: kwarc 8 MHz
 Q2: nie montować
 RESET, TEST: switch
 TR: transformator TSZZ4/9
 VAC, X7, X9, X10, X11, X12, X13: wyjście



ALL YOU NEED!



POWER MANAGEMENT

Linear Voltage Regulators

- Wide portfolio (low/high power; primary/secondary; std. and low drop; etc.)
- Low ESR MLCC output capacitor types available
- DMOS Power Save Technology

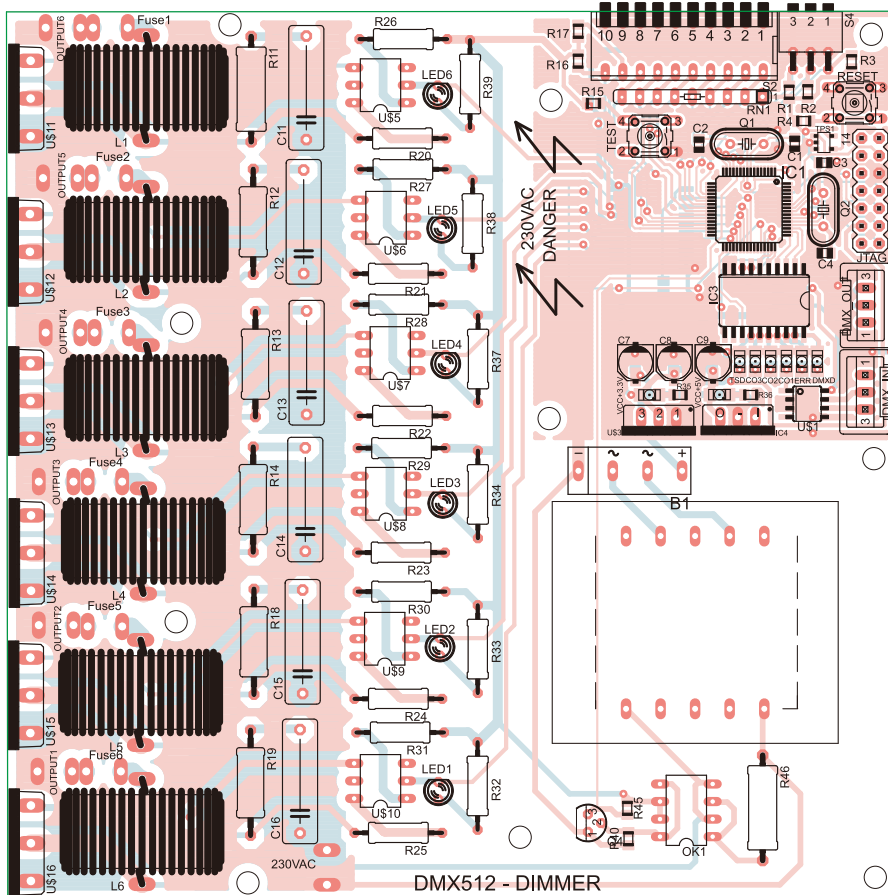
Switching Regulators

- Full line-up high current integrated Power MOSFET (<4A) high Voltage types (<46V) N-Channel types Synchronous rectifier high switching frequency (< 3MHz) controller types
- DMOS Power Save Technology

APPLICATIONS

Ideal for use in Consumer, Industrial and White Goods applications.

www.rohmeurope.com



Rys. 11. Widok płytki Dimmera od góry

który będzie reagować. W niektórych dimmerach stosuje się cyfrowe przypisanie adresu, jednak w tym przypadku zastosowano do tego celu przełączniki. Adres podawany jest binarnie, a w przypadku gdy wszystkie przełączniki adresowe będą rozwarte, procesor przypisze urządzeniu adres „1”. Dodatkowym wyposażeniem dimmera są przełączniki COPY, które mają za zadanie przypisanie wyjściom 5 i 6 wartości z wyjść od 1 do 4. Ich działanie wyjaśniono na rys. 8.

Kolejnymi elementami dimera są diody sygnalizujące stan pracy urządzenia. Połączone są one z procesorem za pośrednictwem bufora. Nie konwertuje on w tym przypadku napięcia, lecz odseparowuje obciążenie diod od portu procesora. Diody włączane są, gdy porty procesora są w stanie niskim i informują użytkownika o obecności lub braku sygnału DMX, pracy w funkcji COPY oraz w funkcji TEST.

Jednym z najważniejszych układów dimmera jest układ mocy. Składa się on z triaków mocy BTA26800B, optotriaków sterujących MOC3020, diod LED oraz z cewek i kondensatorów. Po odliczeniu czasu wynikającego z mocy ustawionej w wybranym kanale, procesor ustawia na porcie P4.X stan niski, co powoduje załączenie triaków za pośrednictwem bufora zmniejszającego obciążenie portów procesora. Diody na wyjściu bufora informują użytkownika o załączonym kanale. Mogą być przydatne także przy poszukiwaniu usterek w stopniach mocy. Optotriaki izolują galwanicznie układ

sterownika od sieci zasilającej. W celu wyeliminowania zakłóceń w stopniu mocy zastosowano filtr RLC. Na rys. 9 przedstawiono sposób rozmieszczenia diod.

Zasilacz układu składa się z transformatora TSZZ4/9, stabilizatorów 78L05 (5 V) oraz LT1086CT (3,3 V). Standardowo zastosowano kondensatory filtrujące. Stabilizator LT1086 wymaga na wejściu kondensatora elektrolitycznego 10 μ F, a na wyjściu 50 μ F.

Uruchomienie

Po zlutowaniu całego układu i kontroli na okoliczność wystąpienia zwarcia lub zimnych lutów, można uruchomić urządzenie. Przy braku sygnału DMX powinna świecić dioda Error DMX. Jej zgaśnięcie oraz świecenie diody DMX oznacza, że układ prawidłowo identyfikuje sygnał DMX. Wybór adresu spowoduje świecenie lamp, jeżeli w odpowiednich kanałach zostanie wysłany sygnał sterujący.

Dimmer przystosowany jest do pracy z urządzeniami o obciążeniu do 2,5 A. Przy podłączeniu większego obciążenia, można spalić ścieżki PCB stopnia mocy, dlatego dla ich wzmocnienia należy dolutować do nich przewód o odpowiedniej średnicy.

Podczas uruchamiania dimmera nie wolno zapominać, że jest to urządzenie zasilane z sieci 230 V i z tego powodu należy zachować szczególną ostrożność.

Marcin Barowski