



Switch

Urządzenie jest prostym modulem wykonawczym, pracującym w popularnym standardzie DMX. Powstało z myślą o stosowaniu głównie w klubach, w roli urządzenia umożliwiającego kontrolowanie urządzeń oświetleniowych typu neony, blindery, stroboskopy, reflektory itp.

Główne cechy urządzenia:

- sterowanie DMX 512, 1 kanał, tryb on/off (brak dimmera)
- praca ciągła przy obciążeniu do 400W
- praca z wypełnieniem 15% przy obciążeniu do 2000W
- definiowalny domyślny stan wyjścia (bez sygnału DMX)
- tryb sterowania ręcznego

Prezentowane urządzenie służy do sterowania obciążeniem 230V AC w dowolnych instalacjach oświetleniowych, wykorzystujących system DMX. DMX to popularny sposób sterowania, oparty na centralnym sterowniku i urządzeniach (efektach) oświetleniowych połączonych magistralą. Magistralę stanowi zwykle przewód ekranowany, łączący po kolei wszystkie urządzenia ze sterownikiem. Prezentowany Switch DMX zajmuje (wykorzystuje) jeden kanał DMX i pozwala na proste sterowanie typu włącz-wyłącz. W podstawowej wersji może być obciążony mocą do 400W w sposób ciągły oraz do 2000W przy pracy chwilowej. Ma dodatkowy tryb pracy, specjalnie przewidziany do pracy z dużymi obciążeniami, uniemożliwiający pracę z wypełnieniem większym niż 15%, przy maksymalnym czasie włączenia 14s. Tryb ten przydaje się przy obciążeniu takim jak stroboskopy dużej mocy czy blindery (bardzo mocne światła żarowe, zapalane na krótki czas w celu uzyskania dodatkowego efektu – fotografia 1). Egzemplarze modelowe pracują właśnie z takimi obciążeniami (1200W) oraz z systemem neonów, gdzie pobór mocy nie przekracza 400W, dzięki czemu możliwa jest praca w trybie ciągłym. Jeśli zachodziłaby taka potrzeba, to obciążalność urządzenia może być w prosty sposób zwiększona. Prezentowany projekt umożliwia wygodną nastawę i odczyt adresu DMX oraz dodatkowo dopuszcza ręczne sterowanie obciążeniem. Jeszcze jedną wygodną cechą jest możliwość definicji, co ma się dziać w przypadku braku sygnału DMX – czy obciążenie ma być włączone, czy wyłączone. Przykładów zastosowania urządzenia może być bardzo wiele, będą one ograniczone praktycznie jedynie wyobraźnią użytkownika. Za pomocą switcha DMX można uruchamiać efekty świetlne niewyposażone przez producenta w wejścia DMX, np. różnego rodzaju reflektory, systemy neonów, oświetlacze itp.



Ogólnie o DMX

DMX, a ściślej DMX512, jest protokołem transmisji, opracowanym z myślą o sterowaniu urządzeniami oświetleniowymi podczas spektakli, koncertów, produkcji telewizyjnych oraz przy kontrolowaniu wszelkiego typu instalacji oświetleniowych np. na obiektach architektonicznych. Urządzenia działają jako odbiorniki, a sterownikiem (nadajnikiem sygnału DMX) jest samodzielny pulpit bądź komputer wyposażony w odpowiednią przejściówkę i oprogramowanie. Istnieje darmowe oprogramowanie o dużych możliwościach, służące do sterowania oświetleniem, powszechnie wykorzystywane w klubach muzycznych. Przykładem jest program Freestyler. Pokróćce rzecz ujmując, protokół i system DMX512 pozwala sterować niezależnie 511 różnymi parametrami. Pojemność systemu zależy od tego, ile każde urządzenie „zabiera” parametrów. Parametry zwyczajowo nazywa się kanałami DMX. Urządzenie może mieć tylko jeden parametr (np. jasność lampy) bądź kilka (pochylenie strumienia światła w osiach X, Y, jego kolor, jasność itp.). Nasze urządzenie ma tylko jeden parametr. Zasadniczo parametr przekazywany ze sterownika do urządzenia wykonaw-

czego (np. naszego switcha) to bajt, czyli liczba 0...255. My wykorzystujemy tylko tryb załącz/wyłącz, więc ustawienie jego wartości na więcej niż 127 powoduje włączenie obciążenia. Urządzenia oświetleniowe zgodne z DMX umożliwiają ustawienie adresu. Adres jest to po prostu numer kanału, na którym „słucha” urządzenie. Jeśli przykładowo urządzenie ma 4 parametry, a kanał ustawimy na 64, to zajmie ono 4 kolejne kanały DMX – odpowiednio o numerach 64, 65, 66, 67. Nie jest wymagane, żeby każde z urządzeń w systemie miało ustawiony inny kanał. Jeśli kilka takich samych urządzeń ma zachowywać się zawsze w identyczny sposób, najwygodniej ustawić je na jednym kanale. Przykładem mogą być tu np. 2 stroboskopy, które z reguły pracują razem.

Fot. 1



Trochę ściślej

Specyfikacja DMX w warstwie fizycznej (mówiąc po ludzku – w kwestii kabli, wtyczek, poziomów napięć itp.) przewiduje zastosowanie ekranowanego kabla z dwiema skręconymi parami żył w środku. Dodatkowo przewód powinien mieć impedancję falową 120Ω, a linia powinna być zakończona terminatorem (przy ostatnim urządzeniu), zapobiegającym szkodliwym odbiciom sygnału. Linia tą przesyłane są dane według specyfikacji EIA-485 (RS-485). Sama metoda kodowania danych przybliżona jest w dalszej części artykułu. Każde urządzenie jest wpięte w linię równolegle do niej, co w uproszczeniu przedstawione jest na **rysunku 1**. Standard zakłada maksymalnie 32 urządzenia na jednej linii. Wykorzystywana jest tylko jedna para przewodów, a druga stanowi zapas. Złącze, jakie przewiduje standard, to 5-biegunowy XLR. Instalacje zgodne z taką specyfikacją można spotkać przy dużych profesjonalnych systemach, gdzie liczy się jak najwyższa niezawodność. Spotyka się jeszcze złącza RJ-45, gdzie wykorzystywane są tylko 2 bieguny (nie ma masy), a samo wejście jest transformatorowe. Jednak praktyka amatorska i pół-amatorska, typu kluby, dyskoteki, ma swoją (uproszczoną) specyfikację. Pierwsza różnica to złącza. W mnóstwie tanich urządzeń oraz również tych z nieco wyższej półki cenowej, jedyne złącza, jakie się znajdują, to XLR 3-biegunowy (tzw. mikrofonowy). Dotyczy to rozmaitych ruchomych głów, skanerów, stroboskopów, reflektorów i tym podobnych. Tu również powinno się stosować kabel ekranowany symetryczny o impedancji falowej 120Ω, zakończony terminatorem. Jednak z tych zaleceń, po bolesnej konfrontacji z amatorską praktyką, pozostaje jedynie kabel symetryczny o nieznanym impedancji falowej (jego rolę odgrywa zazwyczaj zwykły przewód mikrofonowy), a terminator jest abstrakcją. Mimo tego uproszczenia, małe instalacje i tak działają prawidłowo, głównie dzięki dużej odporności na zakłócenia symetrycznej linii DMX i dzięki stosunkowo wysokim poziomom sygnałów.

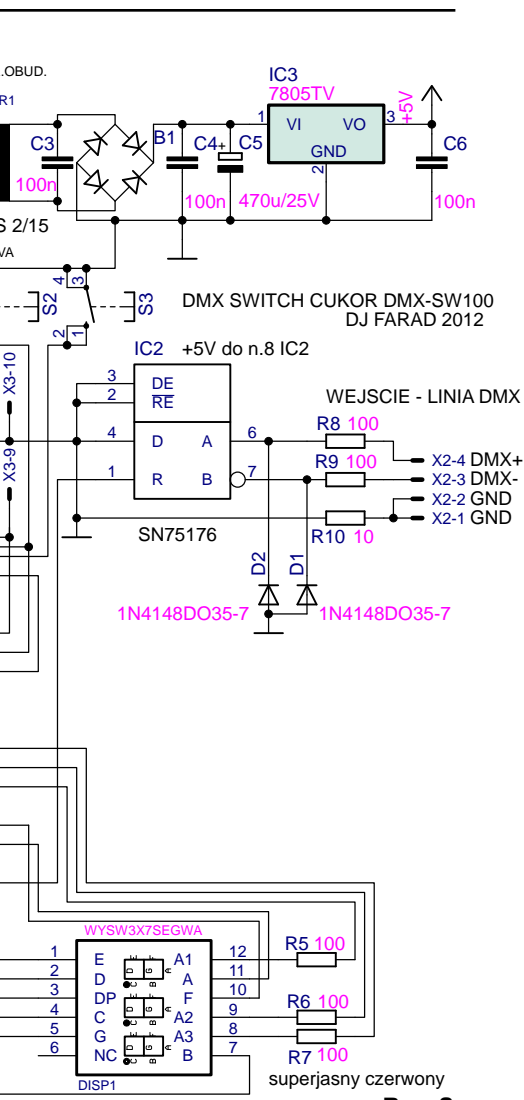
Skoro jesteśmy już przy praktyce, to trzeba nadmienić, że nie warto podpinąć wszystkich urządzeń na jednej linii. Jakiegokolwiek zwarcie lub przerwa w linii (przy dwóch złączach na

każde urządzenie jest to prawdopodobne) „uziemia” nam całe oświetlenie. Minimum przyzwoitości to chociaż dwie lub trzy linie, podłączone do sterownika przez odpowiedni rozdzielacz (splitter). W przyszłości planuję przedstawić projekt takiego rozdzielacza, zapewniającego dodatkowo separację galwaniczną.

Opis układu

Schemat ideowy urządzenia przedstawiony jest na **rysunku 2**. Sygnał DMX doprowadzony jest do złącza X2. Rezystory R8...R10 oraz diody D1 i D2 zabezpieczają wejście. Dodatkową funkcją diod jest zapewnienie pracy układu IC2 w akceptowalnym zakresie napięć wejściowych w przypadku rozłączenia się przewodu masy. Układ IC2 75176 jest odbiornikiem

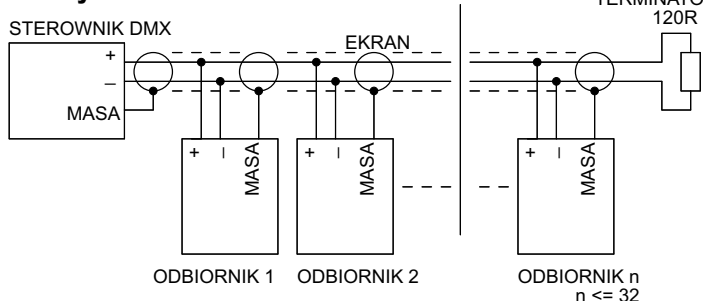
linii symetrycznej i jest to tani zamiennik podobnego układu o oznaczeniu MAX485. Zadaniem tej kostki jest bardzo proste – skonwertować wejściowy sygnał symetryczny na „zwykłe” niesymetryczne poziomy logiczne 0/5V. Wyjście układu IC2



Rys. 2

podłączone jest do wejścia interfejsu UART (odbiornika transmisji szeregowej) mikrokontrolera IC1. Znane są przypadki krzywienia się pewnych osób na widok wszechobecných mikrokontrolerów, lecz w tym zastosowaniu użycie układu programowalnego jest wręcz konieczne. Mikrokontroler jest taktowany zewnętrznym kwarcem ze względu na wymaganą dokładność zegara, odpowiedzialnego za

Rys. 1



bezbłędny odbiór danych napływających z układu IC2.

Układem wykonawczym, odpowiedzialnym za załączanie obciążenia, jest triak T1 sterowany przez optotriak OK1. Zastosowany optotriak typu MOC3041 ma wbudowany układ załączania w zerre, dzięki czemu zapewnia ograniczenie do minimum emisji zakłóceń elektromagnetycznych powodowanych włączaniem obciążenia. Obwód gasikowy R1 i C1 zabezpiecza triak, a R2 i C2

gwarantuje brak iskrzenia podczas odłączania urządzenia od sieci 230V. Bezpiecznik F1 zabezpiecza układ przed przeciążeniami. Do wyboru odpowiedniej wartości bezpiecznika wrócimy w dalszej części artykułu.

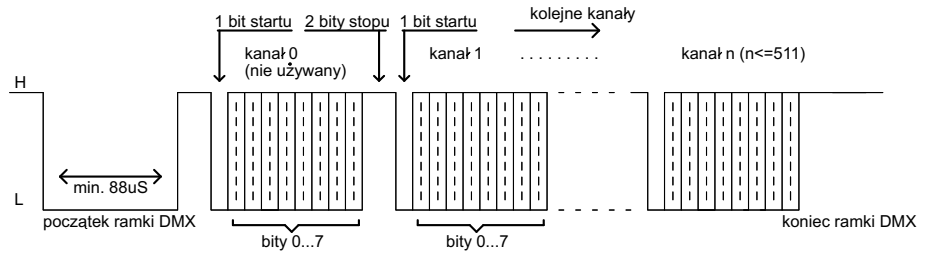
Triak T1 może wydawać się nieodpowiedni w tym zastosowaniu, lecz celowo został wybrany droższy element o dużej obciążalności w celu podniesienia niezawodności całego urządzenia. Zalecany typ to BTA26 o prądzie maksymalnym 25A, choć nadaje się również dobrze BTA41 o prądzie maksymalnym 40A. Dzięki zastosowaniu „przewymiarowanego” elementu wykonawczego znacznie podnosimy odporność urządzenia na chwilowe przeciążenia.

Układ zasilania jest klasyczny i nie wymaga szerszego omawiania. Funkcję zasilacza spełnia dwuwatowy transformator współpracujący z mostkiem prostowniczym, standardowym stabilizatorem 5V (niewymagającym w tym układzie radiatora) i garścią kondensatorów odsprężających zasilanie. Długich opisów nie wymagają również podłączone w powszechny sposób

```

$crystal = 12000000
$baud = 250000
Config Com1 = Dummy, Synchron = 0, Parity = None, Stopbits = 2, Databits = 8, Clockpol = 1
On Urxc Dmxint
Enable Urxc
Enable Interrupts
.
.
.
reszta kodu programu
.
.
Obsługa przerwania (uproszczona):
Dmxint:
  Odb = Udr 'zapis odebranego bajtu z rejestru procesora do zmiennej
  If Ucsra.fe = 1 Then 'tu sprawdzany jest początek ramki DMX
    i jeśli potrzeba licznik kanałów jest zerowany
    Kanal = 0
  Else
    Incr Kanal 'w tym miejscu zmienna Kanal przechowuje numer kanału
    a Odb ustawioną na danym kanale wartość
  End If
Return
    
```

Listing 1
Konfiguracja przerwania i UARTu



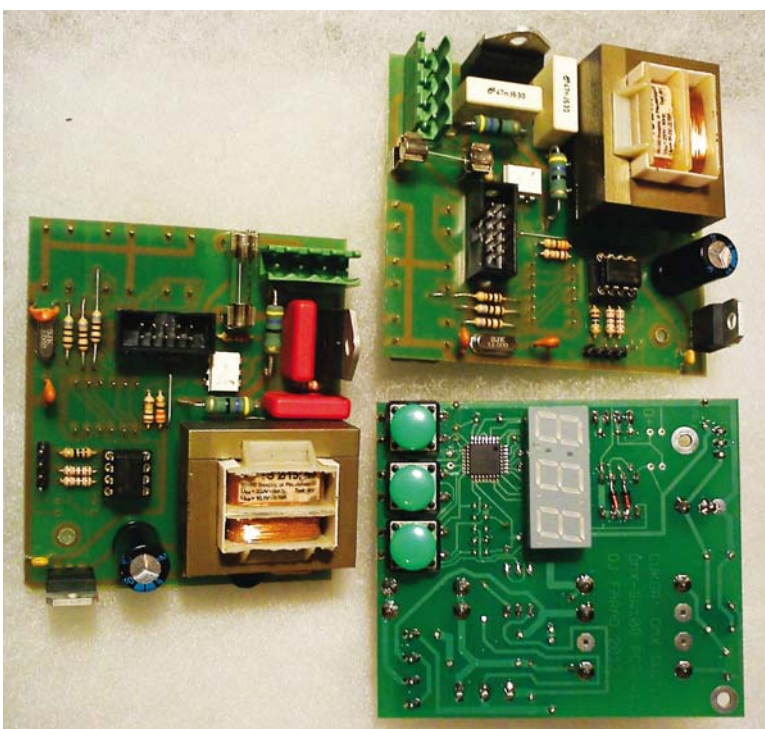
Rys. 3

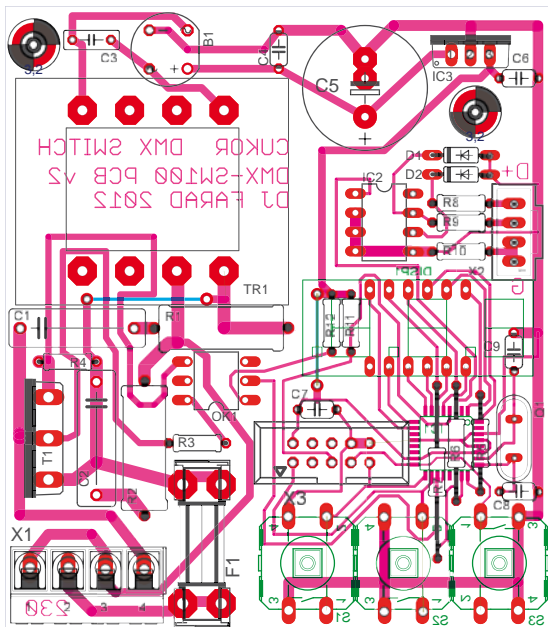
przyciski S1...S3 służące do nastaw parametrów urządzenia. Chwili uwagi wymaga jednak sposób sterowania trzycyfrowym wyświetlaczem LED ze wspólną anodą. Na pierwszy rzut oka ta część schematu może wydawać się zbyt oszczędna, ponieważ są tu tylko 3 rezystory ograniczające prąd segmentów, włączone w anodach wyświetlaczy. Niektórzy Czytelnicy mogą mi zarzucić, że są to nadmierne „ciąćcia w budżecie” i że zmiana jasności świecenia wyświetlacza w zależności od liczby zaświeconych segmentów jest czymś nieakceptowalnym. Otóż spieszę z wyjaśnieniami – choć to może wydać się dziwne, żadna zmiana jasności nie wystąpi! Sekret tkwi w sposobie sterowania wyświetlaczem. Nie jest to klasyczne multiplexowanie, jakby mogło się wydawać na pierwszy rzut oka. Owszem, wyświetlacze sterowane są cyklicznie, lecz w każdej chwili świeci zawsze tylko jeden segment, przewodząc prąd jednego z rezystorów R5, R6 lub R7. Tak więc odświeżenie całego wyświetlacza zamyka się w $3 * 8 = 24$ cyklach (liczba wyświetlaczy razy liczba segmentów). Nietrudno zauważyć, że przy takim sposobie sterowania średni prąd na segment jest bardzo niski i w tym konkretnym przypad-

ku nie przekracza 1,5mA. Jest to sytuacja odpowiadająca multiplexowaniu 24 wyświetlaczy w klasyczny sposób. Może się to wydawać karkołomnym sposobem, lecz zastosowanie nowoczesnych wyświetlaczy o dużej wydajności (jasności) oraz przyjęcie wysokiej częstotliwości odświeżania zapewnia efekty bardziej niż przyzwoite. Przy użyciu czerwonego wyświetlacza o podwyższonej światłości, jasność wyświetlanych znaków umożliwia bezproblemowy odczyt nawet przy silnym oświetleniu zewnętrznym. W modelu pracował wyświetlacz typu E30392-II o deklarowanej światłości 24...28mcd (niestety nie dotarłem do informacji, przy jakim prądzie). W ofercie AVT znajduje się odpowiednik typu AT5636BMR o światłości 15mcd przy 10mA. Nastawy dokonane przyciskami S1...S3 przechowywane są w nieulotnej pamięci EEPROM mikrokontrolera, w dwóch kopiach, zabezpieczone sumą kontrolną dla podniesienia niezawodności.

Dekodowanie sygnału DMX

Protokół transmisji standardu DMX jest w istocie zwykłą transmisją szeregową o prędkości 250000bps. Każda ramka (paczka danych) DMX składa się z n bajtów wysyłanych ciągiem, jeden po drugim. Pierwszy bajt zawsze ma wartość 0 (poza pewnymi szczególnymi przypadkami), a kolejne bajty zawierają wartości parametrów ustawionych w kanałach DMX, począwszy od kanału pierwszego. Budowę ramki danych przedstawia **rysunek 3**. Liczba bajtów wynosi zasadniczo 512 (511 + 1), ale dopuszczalne są krótsze pakiety (liczba przesyłanych bajtów nie jest narzucona). Przed każdą ramką występuje przerwa (stan niski) o długości





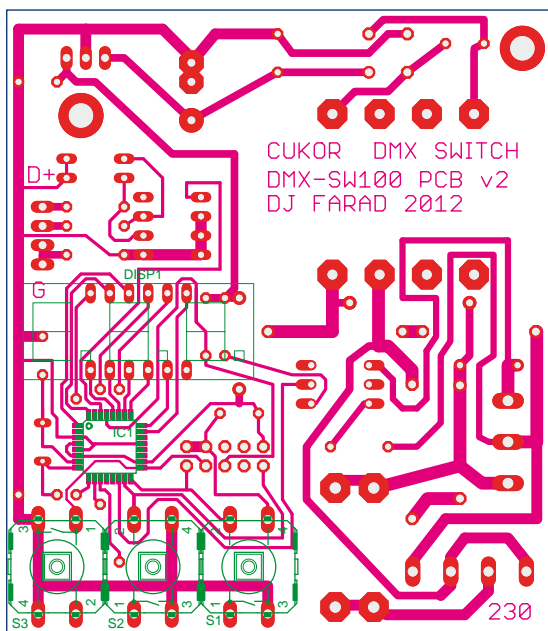
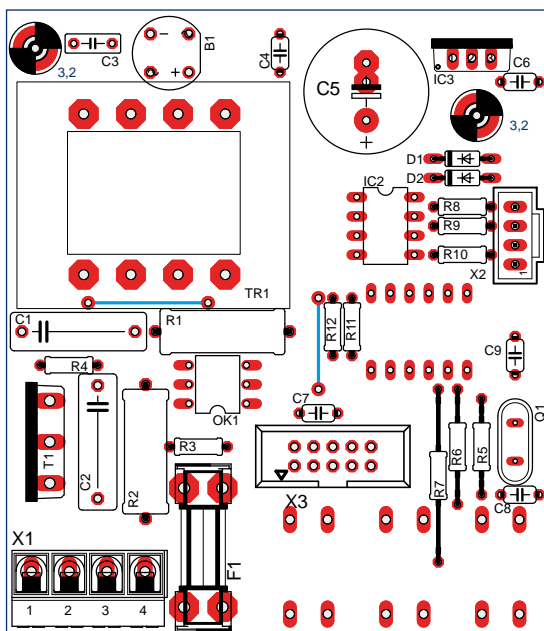
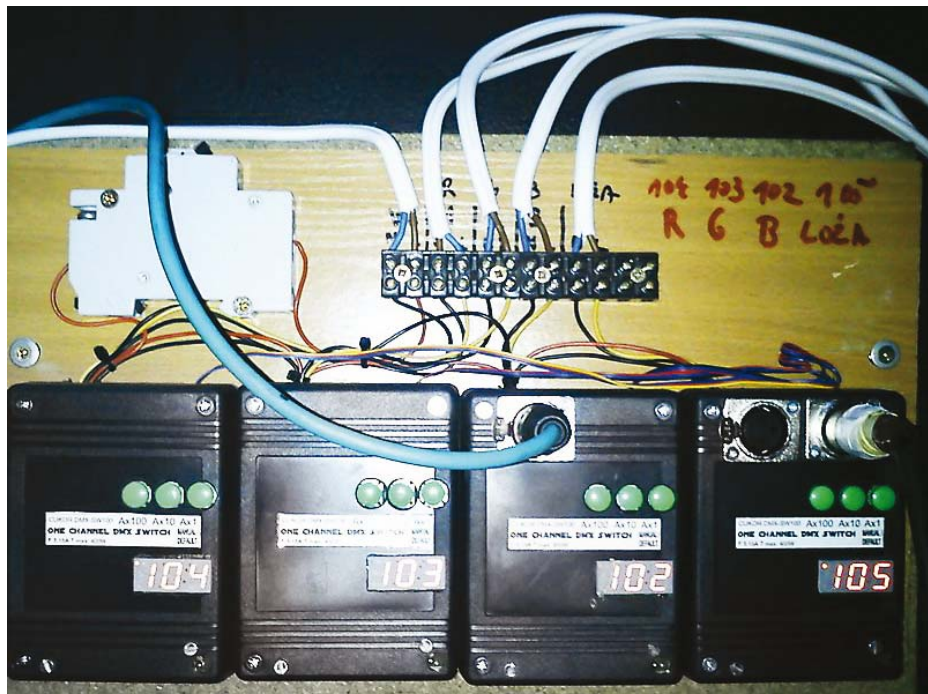
Rys. 4

minimum 88us, która umożliwia zidentyfikowanie początku ramki DMX. Sterowniki (nadajniki) DMX powtarzają ramki cyklicznie, a maksymalna częstotliwość ich pojawiania się (zakładając wysyłanie pełnych 512 kanałów) wynosi około 44Hz. Wynika to z czasu trwania samych ramek i przerw przed nimi.

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), czyli sprzętowy interfejs szeregowy mikrokontrolera ATMEGA8, umożliwia bezproblemowy odbiór takiej transmisji, należy go tylko odpowiednio skonfigurować. Na **listingu 1** przedstawiono kod w języku BASCOM-AVR odpowiedzialny za odpowiednie ustawienia oraz odbiór pakietów DMX. Należy nadmienić, że w stosunku do kodu źródłowego oprogramowania opisywanego urządzenia jest to uproszczona wersja pozbawiona m.in. testowania poprawności pakietów. Wnikliwi Czytelnicy mogą zapoznać się z pełnym kodem źródłowym, znajdującym się w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 4**. Płytkę jest jednostronna i przy odrobinie staranności można ją wykonać domową metodą (np. popularnym sposobem termotransferowym). Jednak elementy montuje się na dwóch stronach płytki, co pokazuje **rysunek 5**. Należy jednak zwrócić uwagę na pewne szczegóły dotyczące montażu. Po pierwsze –



Rys. 5

układ scalony IC1 jest montowany powierzchniowo. Wybór takiego elementu został podjęty jego niższą ceną i oszczędnością miejsca na płytce. Myślę, że Czytelnicy nie powinni mieć problemu z przyłutowaniem tej kostki, należy tylko użyć dość prostego sposobu z pastą lutowniczą. Najpierw ustawiamy układ w odpowiednim miejscu i 4 kroplami cyny, z każdej strony ustalamy jego położenie, lutując nóżki do ścieżek. Nie należy przejmować się w tym momencie zwarciami. Następnie obficie smarujemy wokół układu pastą lutowniczą. Drugim etapem jest rozpuszczenie kropli cyny i przeciągnięcie ich w „jeziorku” z pasty po wszystkich wyprowadzeniach układu. Dzięki takiej pseudofali nóżki powinny ładnie przyłutować się do pół lutowniczych. Może się zdarzyć, że przy

ostatnich końcówkach zostanie za dużo cyny i będą zwarcia. Nadmiar należy odciągnąć plecionką.

Kolejny niuans to montaż wyświetlacza i przycisków – montujemy je na końcu, od strony druku. Aby było możliwe wlutowanie wyświetlacza, należy go montować w pewnej wysokości nad płytką. Wyświetlacz jest umiejscowiony dodatkowo „do góry nogami”, czyli kropki dziesiętne na górze i w ten sposób powinien być obserwowany. W zorientowaniu się co do właściwego położenia elementów pomocne będą zdjęcia modelu. Na panelu urządzenia nad wyświetlaczem znajdują się przyciski. Przyciski muszą być wlutowane bezwzględnie wszystkimi

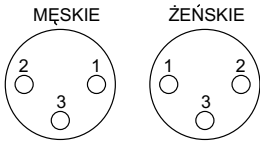
ZŁĄCZA 3-BIEGUNOWE

GND – PIN 1
DMX- – PIN 2
DMX+ – PIN 3

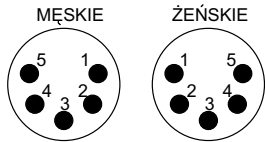
ZŁĄCZA 5-BIEGUNOWE

GND – PIN 1
DMX- – PIN 2
DMX+ – PIN 3
ZAPAS DMX- – PIN 4
ZAPAS DMX+ – PIN 5

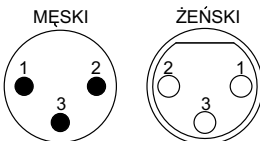
GNIAZDA TABLICOWE WIDOK OD STRONY LUTOWANIA



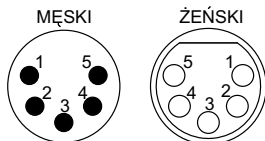
GNIAZDA TABLICOWE WIDOK OD STRONY LUTOWANIA



WTYKI NA PRZEWÓD WIDOK OD STRONY PINÓW



WTYKI NA PRZEWÓD WIDOK OD STRONY PINÓW



wymaga uruchamiania, a jedynie dokonania nastaw przyciskami S1...S3 po wpięciu do instalacji DMX, przed przystąpieniem do właściwego użytkowania. Po podłączeniu zasilania i obciążenia powinno od razu pracować poprawnie. W podstawowej

dzenia przy pracy w trybie „PROT 15%”. Płytkę drukowaną nie została zwymiarowana pod konkretną obudowę. Modele zmieściły się w gotowej obudowie typu Z80, lecz było konieczne wycięcie w spodniej części okna na karkas transformatora, który jest najwyższym elementem na PCB.

Po zamocowaniu płytki w obudowie należy jeszcze podłączyć do niej złącza XLR, którymi będzie doprowadzany sygnał DMX. Należy użyć dwóch złączy – męskiego (DMX IN) oraz żeńskiego (DMX OUT). Złącza łączą się równoległe. Pomocą może być rysunek 6.

Obsługa urządzenia

Adres DMX należy ustawić, korzystając z przycisków S1...S3, odpowiadających odpowiednio za setki, dziesiątki i jedności. Taki sposób ustawiania jest najszybszy ze względu na brak konieczności kłopotliwego „przewijania” adresu. W następnej kolejności należy zdefiniować tryb pracy urządzenia – przytrzymanie

przycisku S3 powoduje wejście w tryb ręcznego sterowania obciążeniem. Wyjście z tego trybu następuje przez ponowne przytrzymanie S3. Jeśli w chwili przytrzymania przycisku obciążenie będzie wyłączone, to taki stan stanie się domyślny w przypadku braku sygnału DMX. W przeciwnym przypadku obciążenie będzie domyślnie włączone. Stan obciążenia sygnalizuje trzecia kropka na wyświetlaczu. Pierwsza kropka miga w przypadku odbioru prawidłowego sygnału DMX. Pozostaje jeszcze ustawienie trybu „PROT 15%”, jeśli jest on wymagany. Jak już wcześniej wspominałem, zabezpiecza on układ przed ciągłym włączeniem obciążenia. Tryb ten ustawia się poprzez przytrzymanie przycisku S2, a o jego aktywności informuje druga kropka na wyświetlaczu.

Rys. 6

czterema końcówkami ze względu na to, że ich wyprowadzenia są elementem obwodu na płytce (przez ich wewnętrznie połączone wyprowadzenia przechodzi masa). Zwrócić należy też uwagę na rezystor R7, którego wyprowadzenie wypada pod mikrostrykiem. W związku z tym należy po przylutowaniu skrócić je do minimum. Uwaga! W projekcie płytki występują dwie zwory, oznaczone kolorem niebieskim, które lutuje się w okolicy R1, C1 oraz przy R12.

Miejsce na bezpiecznik zostało przystosowane do wlutowania standardowych „gołych” sprężynki dla bezpiecznika, a w roli złącza X1 można zastosować zaciski śrubowe albo lepiej zaciski śrubowe rozłączane (piny na płytce i kostka z zaciskami na przewodzie). Funkcję złącza X2 w modelach pełni listwa goldpin. Złącze goldpin zostało również użyte jako wejście programatora dla mikrokontrolera X3, z tym że ma ono dodatkową ramkę z tworzywa (złącze typu IDC). Rozkład pinów jest zgodny ze standardowym 10-pinowym gniazdem ISP dla AVR. Wszystkie wykorzystane w tym projekcie złącza są powszechnie dostępne w handlu.

Po zamontowaniu kompletu elementów, należy zaprogramować mikrokontroler wsadem znajdującym się na Elportalu, w materiałach dodatkowych do tego numeru EdW. Odpowiednie ustawienie tzw. fusebitów podano na schemacie ideowym oraz w komentarzach na początku kodu źródłowego programu. Kolejną czynnością jest zabezpieczenie obwodów wysokonapięciowych (okolice triaka, transformatora, złącza X1 i bezpiecznika). Jeśli płytką została wykonana domową metodą i nie ma soldermaski, to bezwzględnie należy tę jej część zabezpieczyć lakierem. Pożądane jest to również w przypadku płytki z soldermaską. Urządzenie nie

wersji triak oraz stabilizator nie wymagają radiatora. Jeśli ktoś chciałby pracować w sposób ciągły z większymi obciążeniami niż 400W, musi wyposażyć triak w odpowiedni radiator, wzmocnić ścieżki prądowe odcinkami drutu oraz użyć odpowiednio wytrzymałego złącza X1. Oddzielną sprawą jest dobór bezpiecznika – standardowo montujemy 3,15A T (T, czyli zwłoczny), co zapewni zapas w przypadku większych chwilowych obciążeń. Jednak jeśli planujemy sterować w sposób chwilowy mocą większą niż 1000W, należy zastosować bezpiecznik 6,3A T, co umożliwi pobieranie do 2000W. Taka wartość bezpiecznika może wydawać się za mała przy 2kW mocy, jednak w tym momencie należy poprosić Czytelników podejrzewających spalenie się bezpiecznika, aby zaznajomili się z artykułem o tych niedocenianych elementach, publikowanym jakiś czas temu w EdW. W skrócie rzecz ujmując, bezpiecznik 6,3A T przy przeciążeniu o 40% nie przepali się w ciągu 14s, a na tyle pozwalała program urzą-



Wykaz elementów

R1, R2	47Ω 2W	IC3	LM7805T
R3, R4, R12	330Ω	OK1	MOC3041
R5...R9	100Ω	B1	mostek 1A
R10	10Ω	D1, D2	1N4148
R11	10kΩ	T1	BTA26 lub BTA41 400...800V
C1, C2	47nF/630V	DISP1	wyśw. 3-cyfr. LED, wsp. anoda
C3	100nF/100V cer. lub foliowy	TR1	transformator TS 2/15 10,1V 0,18A
C4, C6, C7	100nF cer.	Q1	kwarc 12MHz
C5	470uF/25V	S1...S3	mikroprzełączniki TACT 12x12
C8, C9	22pF	X1	złącze ARK lub podobne
IC1	ATMEGA8 (lub 8A) SMD TQFP32	X2	złącze jednorzędowe goldpin 1x4
IC2	SN75176 lub MAX485	X3	złącze dwurzędowe IDC 2x5

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3045.

Grzegorz Pietrzyk
djfarad@djfarad.net