

# DMX Dimmer & Relay

## Regulator oświetlenia i wyłącznik z interfejsem DMX

System DMX (Digital MultipleXed Protocol) umożliwia obsługę 512 urządzeń, takich jak: reflektory, kotary, ruchome elementy sceny. Do transmisji używa jednej pary przewodów. Jest powszechnie używany w kinach, teatrach i operach.

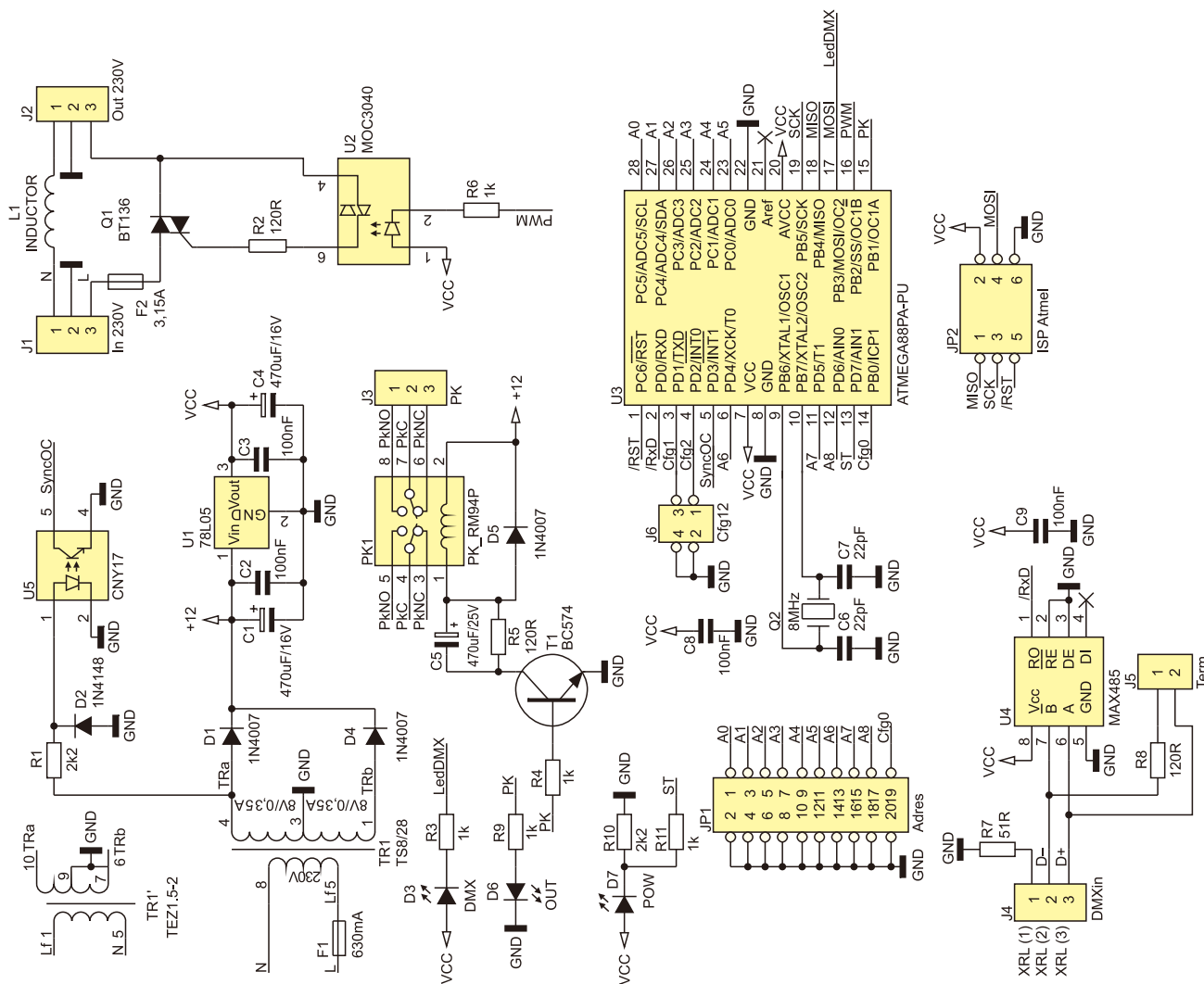
**Rekomendacje:** urządzenie przyda się osobom zajmującym się scenografią i aranżacją do strony technicznej.



Niegdyś sterowanie oświetleniem i innymi urządzeniami odbywało się w sposób analogowy. Z konsoli operatora do każdego

odbiornika był prowadzony co najmniej jeden przewód. Z czasem, gdy liczba odbiorników urosła, zaczęły się także rozrastać

konsole oraz liczba kabli łącząca konsolę z odbiornikami. Wtedy narodził się pomysł, aby sterować odbiornikami za pomocą jak



Rysunek 1. Schemat ideowy regulatora/ściemniacza DMX

najmniejszej liczby przewodów. Pierwsze systemy multiplexerów powstały w latach 80. System D54 potrafił obsłużyć 384 kanałów z użyciem pojedynczego przewodu mikrofonowego (złącza XRL-3). Niestety, co producent, to inny system sterowania... Wreszcie ujednociono protokół transmisji decydując się na transmisję cyfrową. Tak powstał *USITT DMX512 Standard*. Za datę jego powstania można przyjąć 1989 r.

## Interfejs DMX

Interfejs DMX umożliwia transmisja danych za pomocą 512 kanałów cyfrowych (min 24) i z użyciem jednej pary różnicowej (warstwa fizyczna – RS485). Do jednej linii mogą być podłączone maksymalnie 32 odbiorniki (wymaganie specyfikacji RS485). Przy większej liczbie odbiorników trzeba stosować wzmacniacze. Co prawda istnieją odbiorniki o obciążalności 1/4 UL (*Unit Load*) np. MAX487 umożliwiające dołączenie do 128 odbiorników, ale nie stosuje się ich w DMX. Minimalna częstotliwość odświeżania zależy od liczby kanałów. Przy 512 kanałach częstotliwość ta wynosi 44 Hz. W wypadku braku transmisji urządzenia powinny zapamiętać swój stan przez sekundę. Niestety, specyfikacja nie określa, co zrobić, gdy trwa on dłużej. Najczęściej spotka się dwa przypadki:

- Zapamiętanie stanu (kotary, oświetlenie ciągu komunikacyjnego, ruchome elementy sceny).
- Wyłączenie lub płynne wygaszenie (sterowniki konfetti, oświetlenie sceny).

Ostatnie urządzenie w sieci DMX musi być wyposażone w terminator – podobnie jak na magistrali RS485.

Dane są transmitowane asynchronicznie z prędkością 250 kb/s (czas trwania bitu 4  $\mu$ s) w formacie 8N2 (osiem bitów danych, brak parzystości, dwa bity stopu). Brak transmisji (poziom wysoki) jest traktowany jako stan spoczynkowy *Idle*. Pakiet rozpoczyna się sygnałem Break (poziom niski) trwającym minimum 88  $\mu$ s, maksimum 1 sekunda (typowo 100...200  $\mu$ s). Kolejny jest sygnał MAB (*Mark After Break*). Charakteryzuje się on poziomem wysokim na wyjściu przez minimum 8  $\mu$ s, a maksimum 1 sekundę. Następne znaki to:

- SC (*Start Code*) – bajt o wartości 0 (bit startu – poziom niski, 8 bitów danych – poziom niski, 2 bity stopu – poziom wysoki),
- MTBF (*Mark Time Between Frames*) – poziom wysoki, czas trwania 0...1 sekundy.
- CD (Channel Data) – od 24 do 512 danych 8-bitowych: bit startu (poziom niski), 8 bitów danych, 2 bity stopu (poziom wysoki).
- MTBP (*Mark Time Between Packets*) – poziom wysoki, czas trwania 0...1 sekundy.

Po wysłaniu ostatniej ramki CD można wysłać kolejny pakiet począwszy od Break

lub wystawić sygnał Idle (poziom wysoki) na czas nie dłuższy niż 1 sekunda.

## Budowa

Schemat ideowy regulatora/wyłącznika pokazano na **rysunku 1**. Urządzenie jest zasilane z sieci energetycznej 230 V AC za pośrednictwem transformatora TR1 typu TS8/28 lub TEZ1.5/D/12/12 (płytkę drukowaną przystosowano dla obu). Transformator jest zabezpieczony bezpiecznikiem topikowym F1. Napięcie bezpieczne jest prostowane diodami D1 i D2. Dodatkowo, napięcie przemienne steruje transoptorem U5 zapewniając synchronizację mikrokontrolera z napięciem sieci. Pierwotnie zakładano możliwość synchronizowania z wykorzystaniem szeregowego rezystora 10 k $\Omega$ , ale opóźnienie w detekcji przejścia napięcia sieci przez zero było dużo większe, niż przy użyciu optotriaka, co komplikowało program.

Napięcie wyprostowane przez diody, po odfiltrowaniu za pomocą kondensatora C1 trafia na stabilizator U1 zasilający mikrokontroler U3. Mikrokontroler odbiera i dekoduje sygnał DMX, który jest konwertowany napięciowo przez układ U4. Jest to popularny nadajnik/odbiornik RS485 i ma wiele zamienników (SN75176, ADM485). Rezystor R7 jest zalecany przez specyfikację RS485, rezystor R8 umożliwia obciążenie linii bez użycia dodatkowych wtyków terminujących. Należy pamiętać, że w układzie „szeregowym” włączony może być tylko jeden terminator, a w układzie gwiazdy, aktywny powinien być terminator na każdym końcu linii.

Po zdekodowaniu ramki DMX i wykryciu zgodności adresu odbieranego z ustawionym za pomocą JP1, mikrokontroler załącza przekaźnik. Jest on sterowany za pośrednictwem obwodu rezystor R5 – kondensator C5. W pierwszej chwili po otwarciu T1, prąd cewki przekaźnika płynie głównie przez C5, który jest rozładowany. Po pewnym czasie, gdy C5 naładuje się, prąd zostanie ograniczony do wartości wyznaczonej przez R5. Wraz z przekaźnikiem, zostaje wysterowany w odpowiednim momencie (fazowo) triak T2 za pośrednictwem optotriaka U2. Dławik L1 zmniejsza zakłócenia przedostające się do sieci energetycznej. Bezpiecznik F2 zabezpiecza płytkę drukowaną w wypadku zwarcia w obwodzie ściemniacza.

## Program

Dekodowanie sygnału DMX odbywa się przez USART z wykorzystaniem mechanizmu przerwań. Przerwania od USART-a muszą mieć najwyższy priorytet i nie mogą być przerwane przez inne źródło (zadeklarowane jako „SIGNAL” lub „ISR”). Wszystkie inne przerwana (np. od timer-ów) muszą być zadeklarowane jako „INTERRUPT”. Najważniejszy fragment procedury dekodującej DMX pokazano na **listingu 1**.

**W ofercie AVT\***  
AVT-5400 A  
AVT-5400 B

### Podstawowe informacje:

- Odbiór sygnału DMX-512.
- Sterowanie przekaźnikiem i ściemniaczem.
- Konfigurowane funkcje przy braku transmisji: wyłączenie odbiornika, zapamiętanie ostatniego stanu.
- Adres odbiornika aktualizowany on-line.
- Podwyższona odporność na błędy transmisji.
- Pobór mocy: 4 W.
- Maksymalny prąd obciążenia styków przekaźnika: 16 A.
- Maksymalny prąd obciążenia triaka regulatora: bez radiatora - 2 A (460W), z radiatorem - 4 A (920 W).
- Obciążenie regulatora np. żarówka 230 VAC o mocy do 900 W (przy użyciu radiatora).

### Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 63241, pass: 7410bq51

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

### Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5376 RadioDimmer - regulator oświetlenia w mieszkaniu (EP 1/2013)
- AVT-5361 4dimmer - 4-kanałowy regulator oświetlenia (EP 9/2012)
- AVT-5336 Sterownik oświetlenia sufitu (EP 3/2012)
- AVT-5181 Sześciokanałowy dimmer z DMX512 (EP 4/2009)
- AVT-5129 Cyfrowy sterownik DMX512 (EP 4/2008)
- AVT-2794 Automatem sterownik oświetlenia (EdW 8/2006)
- AVT-930 Konwerter USB-DMX512 (EP 5-6/2006)
- AVT-924 Programowany sterownik światła (EP 4/2006)
- AVT-2749 4-kanałowy regulator oświetlenia (EdW 3/2005)
- 12-kanałowy regulator mocy sterowany sygnałem DMX512 (EP 4-5/2003)
- AVT-3014 Automatem sterownik oświetlenia (EdW 4/2002)
- Projekt 089 Zdalnie sterowany regulator oświetlenia (EP 8/2001)
- Projekt 051 Uniwersalny sterownik oświetlenia dyskotekowego (EP 9/1998)
- AVT-445 Inteligentny sterownik oświetlenia (EP 6/1998)
- AVT-1133 Inteligentny regulator oświetlenia (EP 12/1997)

### \* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx A-1 wersja UK bez elementów dodatkowych.  
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf  
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf.  
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)  
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A-1, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

W przerwaniu jest sprawdzany status modułu USART. Jeśli wykryto sygnał Break (ustawiona flaga FE0 w rejestrze UCSR0A), jest zerowany licznik danych. Jeśli dane zdekodowane przez USART są poprawne, następuje zwiększanie licznika danych. Gdy licznik osiągnie wartość równą adresowi urządzenia ustawionego na JP6, nastąpi interpre-

REKLAMA

Wykaz elementów

Rezystory:

R1 R10: 2,2 kΩ  
 R2, R5, R8: 120 Ω  
 R3, R4, R6, R9, R11: 1 kΩ  
 R7: 51 Ω

Kondensatory:

C1, C4, C5: 470 μF/16 V (elektrolityczny)  
 C2, C3, C8, C9: 100 nF (ceramiczny)  
 C6, C7: 22 pF (ceramiczny)

Półprzewodniki:

D1, D4, D5: 1N4007  
 D2: 1N4148  
 D3: dioda LED 5 mm, żółta  
 D6: dioda LED 5 mm, czerwona  
 D7: dioda LED 5 mm, zielona  
 U1: 78L05  
 U2: MOC3040  
 U3: ATmega88PA-PU  
 (zaprogramowany+podstawka)  
 U4: MAX485  
 U5: CNY17  
 T1: BC574  
 T2: BT136

Inne:

Q1: 8 MHz  
 F1: F630 mA (bezpiecznik 5x20 z gniazdem)  
 F2: F3,15 A (bezpiecznik 5x20 z gniazdem)  
 L1: 100 μH/5 A  
 PK1: przekaźnik RM94P-12  
 TR1: TEZ1.5/D/12/12 (transformator)  
 TR1: TS8/28 (transformator)  
 JP1+J5: ZL211-20KG (listwa goldpin 1×22)  
 JP2: ZL201-06G (listwa goldpin 2×3)  
 J1...J3: TB-5.0-PP-2P, TB-5.0-PIN (złącze TB z listwą kołkową)  
 J4: NS25-W3 (gniazdo NS25 3 pin)  
 J6: ZL201-04G (listwa goldpin 2×3)  
 NS25-G3 (wtyk NS25 3 pin)  
 NS25-T: 3 szt terminali do wtyku NS25  
 XLR-3G-C: wtyk XLR-3 do obudowy  
 Obudowa KM-60

tacja danej. Jeśli odebrana dana jest większa od 128+histereza (definiowana przez: #define HISTEREZAPK), zostanie załączony przekaźnik. Jeśli jest mniejsza od 128-histereza, przekaźnik zostanie wyłączony. Równocześnie dana jest zapamiętywana w zmiennej *RejestrPWM* na potrzeby dimmera.

Napięcie przemienne – za pośrednictwem transoptora U5 – steruje wejściem przerwań INT1. Każde narastające i opadające zbocze sygnału wywołuje przerwanie, w którym jest ustawiany timer1. Przerwanie od timera załącza triak, za pośrednictwem optotriaka U2, zapewniającym izolację galwaniczną. Im później triak zostanie załączony, tym mniejsze jest wypełnienie sygnału PWM, a tym samym mniejsze napięcie na odbiorniku podłączonym do J2.

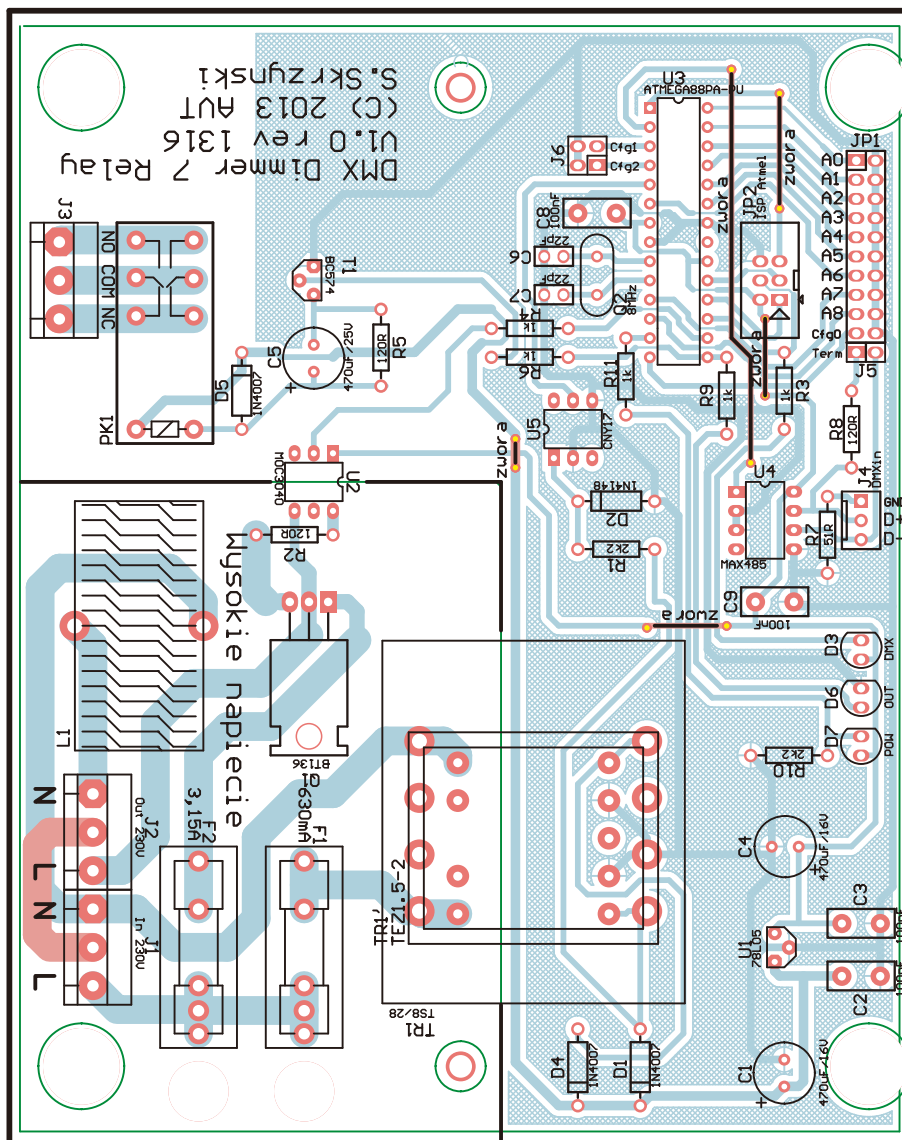
W programie, na timerze0 zrealizowano liczenie timeout-u braku transmisji. Jeśli brak adresowania dimmera przez ponad sekundę, przekaźnik i triak zostanie wyłączony lub zostanie zapamiętany ostatni stan zależnie od ustawienia zworki CFG0.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy wyłącznika/regulatora pokazano na rysunku 2. Montaż ele-

Listing 1. Najważniejszy fragment procedury dekodującej DMX

```
SIGNAL( USART_RX_vect ) //Wyłączone przerwanie wielopoziomowe
{
    byte static last_dana=0;
    UsartStatus = UCSR0A;
    UsartDana = UDR0;
    UCSR0A = 0;
    if ( (UsartStatus & (1<<FE0)) ) //Wykryto błąd ramki-skończył BREAK
    {
        DmxStatus = DMX_BREAK; //Ustaw status
        CntDanych = 0; //Zeruj licznik danych
    }
    else if(DmxStatus == DMX_BREAK) //Jeśli był BREAK, a pojawiła się nowa
    dana:
    {
        if ( CntDanych>512 ) DmxStatus=DMX_OFFLINE;
        return; //Jeśli za dużo danych
    }
    if ( CntDanych==AdrDMX ) //Jeśli nr danej zgadza sie z adresem
    {
        if ( last_dana == UsartDana ) // Jesli 2 odebrane dane są identyczne
        {
            if ( UsartDana >= 128+HISTEREZAPK ) SetPK();
            if ( UsartDana <= 128-HISTEREZAPK ) ClrPK();
            RejestrPWM = UsartDana; //Sterowanie jasnoscia
            TCNT0 = TCNT0_HH = 0; //Liczymy timeout
        }
        last_dana = UsartDana;
    }
    CntDanych++; //Następny kanał
}
```



Rysunek 2. Schemat montażowy regulatora/ściemniacza DMX

mentów jest typowy i nie wymaga omawiania. Pod mikrokontroler warto zastosować podstawkę. Uruchomienie rozpoczynamy

od zasilacza. W pierwszej fazie nie umieszczamy bezpiecznika F2 w gnieździe. Po pomiarze napięcia na mikrokontrolerze (5 V

Tabela 1. Funkcje diod LED

Oznaczenie elementu	Oznaczenie	Funkcja
D7	POW	Lekkie świecenie: włączone zasilanie Pełna jasność: odbiór sygnału Break
D6	PK	Przełącznik załączony
D3	DMX	Poprawne zdekodowanie DMX (wykryto Break i SC)

Tabela 2. Funkcje zworek konfigurujących

Oznaczenie	Funkcja
ADRES (JP1-1..18)	Adresy od 1 do 511
TERM (JP5)	
CFG0 (JP1-19..20)	Brak zworki: przy braku transmisji wyjścia pamiętają ostatni stan Zwórka założona: przy braku transmisji wyjścia zostaną wyłączone
CFG1 (JP6-3..4)	Brak zworki: pojedyncza transmisja jest akceptowana (mniejsza odporność na błędy, szybsza reakcja na zmiany) Zwórka założona: dwie identyczne transmisje wywołują zmianę (większa odporność na błędy, wolniejsza reakcja na zmiany)
CFG2 (JP6-1..2)	Do przyszłych zastosowań.

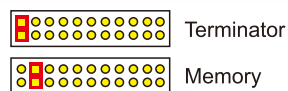
## Ustawienie zworek

## Wartość

	1
	2
	4
	8
	16
	32
	64
	128
	256
	$8 + 4 + 1 = 13$
	$128 + 64 + 8 = 200$

Rysunek 4. Ustawienie adresów urządzenia DMX

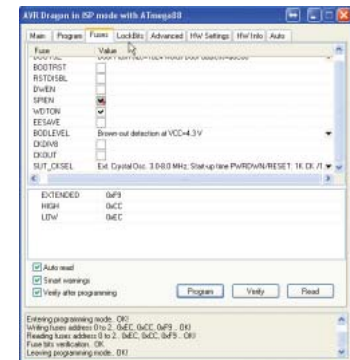
±10%) można sprawdzić funkcjonowanie przełącznika zwierając nóżkę 15 U1 z zasilania



Rysunek 5. Położenie zworek konfigurujących

niem. Przełącznik powinien zadziałać. W następnym kroku umieszczamy mikrokontroler w podstawce. Jeśli nie jest zaprogramowany możemy to zrobić za pomocą złącza JP2. Ustawienie bitów konfiguracyjnych przedstawiono na **rysunku 3**. W kolejnym kroku dołączamy urządzenie do sygnału DMX. Może to być konsola DMX lub np. moduł AVTDMX512 z oprogramowaniem. Zworkami na urządzeniu ustawiamy adres według zgodnie z **rysunkiem 4**. Można też włączyć terminator i funkcje zapamiętywania ostatniego stanu urządzenia przy braku transmisji (**rysunek 5**).

Regulując manipulatorem na konsoli lub w programie na komputerze powodujemy zadziałanie przełącznika. Jeśli wszystko działa jak należy, umieszczamy bezpiecznik F2 w gnieździe, do wyjścia J2 dołączamy obciążenie np. żarówkę (nie może to



Rysunek 3. Ustawienie bitów mikrokontrolera

być świetlówka) i ponownie zmieniamy położenie manipulatora. Teraz, poza przelączeniem przełącznika, powinniśmy zobaczyć zmieniające się natężenie światła żarówki. Na koniec pozostaje umieścić urządzenie w obudowie KM-60, w której należy wyciąć otwory na diody LED, przewody doprowadzające napięcie 230 V AC oraz JP1 i J5, które dla ułatwienia są umieszczone obok siebie.

Jeśli urządzenia ma pracować jedynie jako dimmer, można nie montować elementów: R4, R5, T1, C5, D5, PK1, J3. Gdy urządzenie pracuje jako wyjście przełącznikowe, można nie montować: R2, R6, U2, T2, L1, F2, J1, J2. W tabeli 1 umieszczono opis funkcji diod LED, natomiast w tabeli 2 opis funkcji zworek konfigurujących.

**Sławomir Skrzyński, EP**

## Bibliografia:

- Elektronik 08/2008, strona 80  
<http://tichy.fn.interia.pl/dmx.html>  
<http://livesound.pl/tutorial/artykuly/4313-dmx-odrobina-historii-na-dobry-poczonek>  
<http://livesound.pl/tutorial/artykuly/4325-dmx-podstawowe-informacje>  
<http://livesound.pl/tutorial/artykuly/4353-elementy-systemu-dmx-cz-i-terminatory-splittery-wzmacniacze-dystrybucyjne>  
<http://livesound.pl/tutorial/artykuly/4358-elementy-systemu-dmx-cz-2-mergery-multipleksery-repeatery-i-inne>

## Softstart do żarówek samochodowych AVT 1599

Urządzenie, które w momencie włączania oświetlenia dołącza do żarówek dodatkową, szeregową rezystancję. Ogranicza to prąd wólkna do bezpiecznej wartości. Dopiero po upływie pewnego czasu, podczas którego żarnik jest wstępnie rozgrzany, następuje jego pełne zasilanie.

**Wybrane parametry:**

- opóźnione, pełne zasilanie żarówek samochodowych
- prąd wstępnie rozgrzewający żarniki ograniczony do 5A
- czas rozgrzewania (opóźnienia pełnego zasilania) ok. 55sek
- zasilanie: 12Vdc

**www.sklep.avt.pl**