

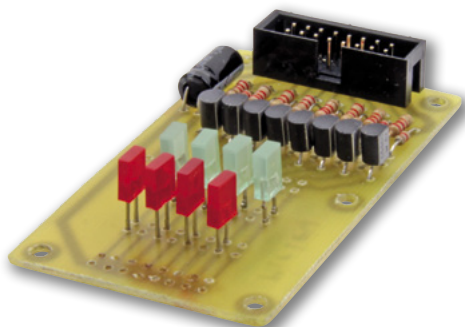


Sterownik oświetlenia sufitu



Sterownik podświetlania sufitu to urządzenie, który może być zastosowane jako element architektury światła w domu. Ponieważ współcześnie bardzo ważny jest aspekt oszczędności energii, całość docelowo ma zostać oparta o diody LED pod różnymi postaciami. Mowa tutaj o „żarówkach” LED w obudowach do typowych sufitowych oprawek halogenowych (zasilanych z sieci 230 V AC), taśmach z diodami LED SMD oraz klasycznych diodach w obudowach do montażu przewlekane.

Sterownik podzielono na 3 moduły: dwa układy wykonawcze i kontroler oparty o ATmega162. Całość pozwala na sekwencyjne zapalenie do 12 lamp halogenowych 230 V (za pomocą układu wykonawczego z triakami), reguluje jasność taśmy LED zasilanej napięciem 12 V i symuluje niebo z gwiazdami w postaci 40 niebieskich diod LED pracujących w 8 niezależnych kanałach. Gwiazdzone niebo może pracować w różnych trybach animacji, a pokaźne zasoby pamięci programu mikrokontrolera (16 kB) pozwalają stworzyć niemal dowolne efekty świetlne.



Program w wersji podstawowej nie zajmuje nawet połowy dostępnego miejsca, zatem jest możliwa jego dowolna rozbudowa. Obsługa sterownika odbywa się za pomocą pilota RC5 lub czterech klasycznych przycisków podtynkowych. Układ zapewnia automatyczne wyłączenie lamp po zaniku i powrocie napięcia zasilania.

Działanie

Schemat blokowy urządzenia pokazano na **rysunku 1**. Najważniejszą, a zarazem najtrudniejszą do wykonania częścią układu jest „wyświetlacz”, jeśli oczywiście można tak nazwać sufit podwieszany z diodami LED i lampami halogenowymi. W projekcie modelowym zastosowano 10 lamp halogenowych, 40 niebieskich (gwiazdy) i 6 białych diod LED w obudowach do montażu przewlekane, umieszczonych w jednej linii nad miejscem, w którym będzie stało łóżko oraz 10 metrów listwy z diodami SMD w kolorze białym.

Taśmy LED są zasilane za pomocą układu wykonawczego wbudowanego w sterow-

AVT-5336 w ofercie AVT:
AVT-5336A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- W projekcie modelowym zastosowano 10 lamp halogenowych, 40 niebieskich (gwiazdy) i 6 białych diod LED, 10 metrów listwy z diodami SMD w kolorze białym.
- Taśmy LED i białe diody LED są zasilane za pomocą układu wykonawczego wbudowanego w sterownik.
- Lampy halogenowe są sterowane za pomocą układu wykonawczego z 12 triakami.
- Do sterowania diodami niebieskimi (gwiazdami) wykorzystuje się 2 moduły wykonawcze; każdy z nich może sterować do 32 diod.
- Włączniki podtynkowe są dołączone bezpośrednio do sterownika zwierną odpowiednio jego wejścia do masy.
- Zasilanie jest dołączone do układu na stałe – zasilacz impulsowy 12 V/60 W.
- Zdalne sterowanie za pomocą nadajnika podczerwieni (RC5).
- Mikrokontroler ATmega162, oprogramowanie w Bascom AVR.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 13057, pass: 41sjv430
- 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-2794 Automatyk sterownik oświetlenia (EdW 8/2006)
- AVT-3014 Automatyk sterownik oświetlenia (EdW 4/2002)
- AVT-1223 Czasowy wyłącznik oświetlenia (EP 8/2001)
- AVT-445 Inteligentny sterownik oświetlenia (EP 6/1998)
- AVT-1133 Inteligentny regulator oświetlenia (EP 12/1997)
- Projekt 089 Zdalnie sterowany regulator oświetlenia (EP 8/2001)
- Projekt 051 Uniwersalny sterownik oświetlenia (EP 9/1998)

Wykaz elementów
Sterownik

Rezystory:

R4, R5: 1 k Ω
 R6, R7: 2,2 k Ω
 R1, R8: 10 k Ω
 R2: 220 Ω
 R3: 470 Ω

Kondensatory:

C1, C2: 22 pF
 C4, C6, C7: 100 nF
 C5: 47 μ F/16 V
 C8: 100 μ F/16 V
 C3: 220 μ F/25 V

Półprzewodniki:

D1: dioda LED
 T2, T3: BC547B
 T1: IRF1405
 U1: ATmega162
 U2: 7805
 U3: TSOP1736

Inne:

FD1, FD2: FD16
 GP1...GP4, GP9, GP10: GW02 (złącze SIP2)
 RS232: GW-03 (złącze SIP3)
 12 V, P: złącze ARK2
 Prog: listwa goldpin
 RST: przycisk
 X1: kwarc 16 MHz

Moduł sterujący LED

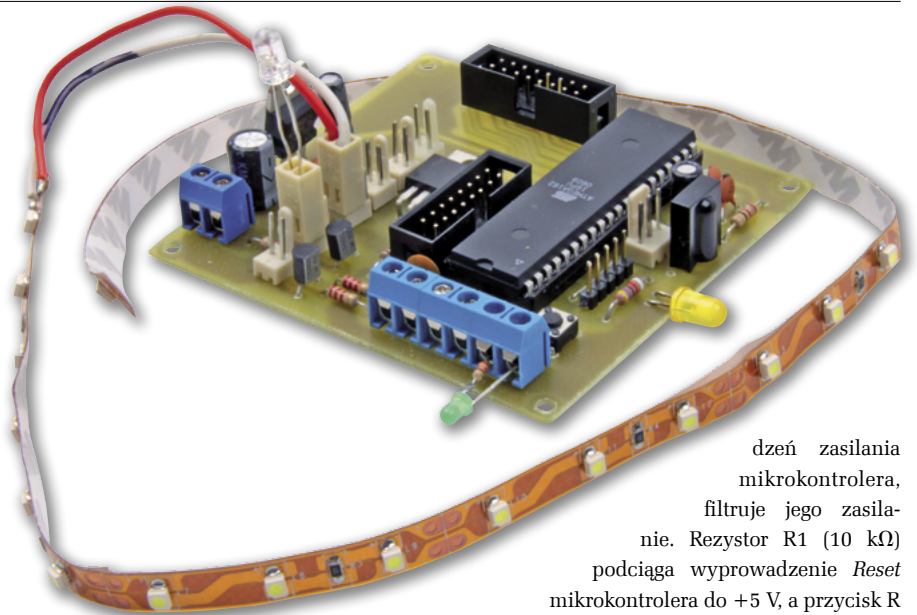
R1...R8: 1 k Ω
 R9...R16: 2,2 k Ω
 C1, C2: 100 μ F/25 V
 T1...T8: BC547B
 FD1...FD5: FD16

Moduł z triakami

R1...R24: 180 Ω
 R25...R36: 330 Ω
 D1...D12: dioda LED
 TR1...TR12: BT136-600E
 OPT1...OPT12: MOC3041
 FD1: FD16
 ARK1...ARK12, 230 V: złącze śrubowe ARK2 (podwójne)

Przykładowe elementy oświetlenia

40 szt. niebieskich diod LED z oprawkami
 6 szt. białych diod LED z oprawkami
 1 szt. listwa LED



nik, podobnie 6 białych diod LED. Lampy halogenowe są sterowane za pomocą układu wykonawczego z 12 triakami (można rozbudować układ o 2 dodatkowe lampy). Do sterowania diodami niebieskimi (gwiazdami) wykorzystuje się dwa moduły wykonawcze włączone równoległe do sterownika. Każdy z nich może sterować do 32 diod, jednak w projekcie modelowym jeden moduł steruje 24 diodami, a drugi 16 ze względu na wymiary sufitu. Wyłączniki podtynkowe są podłączone bezpośrednio do sterownika zwierając odpowiednie jego wejścia do masy. Zasilanie podłączone jest do układu na stałe poprzez zasilacz impulsowy 12 V/60 W. Sterownik pracuje z zasilaniem ciągłym, dlatego w dowolnym momencie można włączyć lampy za pomocą pilota.

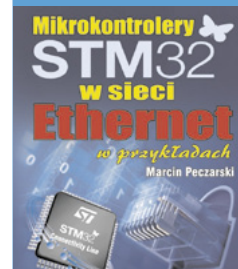
Na rysunku 2 przedstawiono schemat ideowy sterownika. Sercem układu jest mikrokontroler U1 (ATmega162) taktowany sygnałem o częstotliwości 16 MHz. Kondensator C7 (100 nF), umieszczony blisko wyprowa-

dzeń zasilania mikrokontrolera, filtruje jego zasilanie. Rezystor R1 (10 k Ω) podciąga wyprowadzenie *Reset* mikrokontrolera do +5 V, a przycisk R (uSwitch) umożliwia jego zerowanie. Zasilanie U1 realizowane jest dzięki stabilizatorowi U2 (7805) i kondensatorom filtrującym. Dioda D1 sygnalizuje odbiór transmisji RC5. Układ U3 (TSOP1736) to scalony odbiornik podczerwieni pracujący z częstotliwością nośną sygnału 36 kHz. Złącze FD1 (FD16) umożliwia dołączenie dwóch modułów wykonawczych (równoległe na jednej taśmie) do sterowania diodami imitującymi gwiazdy. Do złącza śrubowego P (ARK) jest dołączony przewód sterujący od wyłączników ściennych oraz do diody LED montowanej w wyłączniku. W projekcie modelowym do sterowania zastosowano dwa podwójne wyłączniki podtynkowe, w których wmontowano diody LED. Informują one o wyłączeniu wszystkich źródeł światła i pozwalają zlokalizować wyłącznik w ciemności.

Tranzystor T1 (IRF1405) jest elementem wykonawczym do zrealizowanego programu PWM dla taśm LED 12 V (światła obrysu wokół sufitu). Rezystor R8 (10 k Ω) stanowi zabezpieczenie przed przypadkowym zwarcie branki tranzystora do +12 V lub masy. Rezystor ten można zastąpić zworą w finalnym układzie. Do gniazd GP1-GP4 (GW-02) należy dołączyć fragmenty taśm diodowych. W projekcie modelowym do każdego ze złącz dołączono ok. 2...3-metrowe taśmy LED (w sumie 10 m).

REKLAMA

WWW.STM32.EU



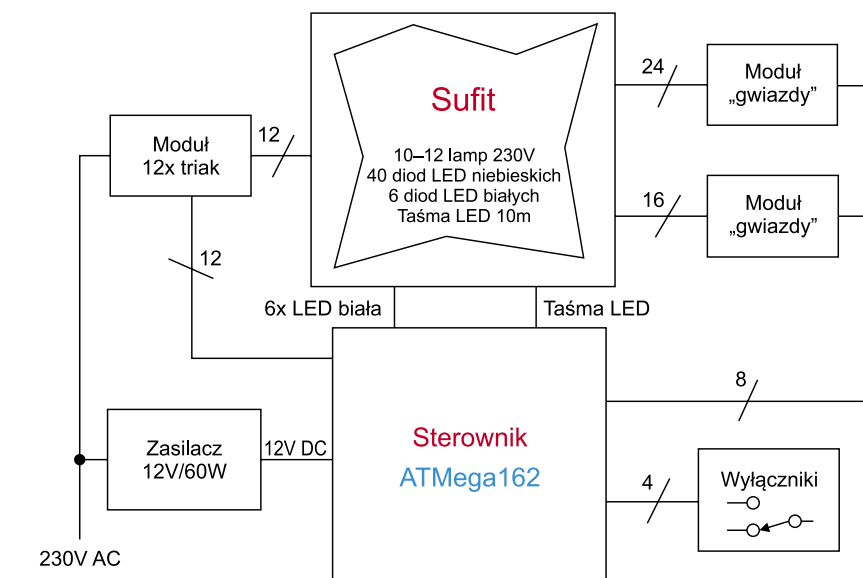
ETHERNET
STM32

Gotowe przykłady i aplikacje!

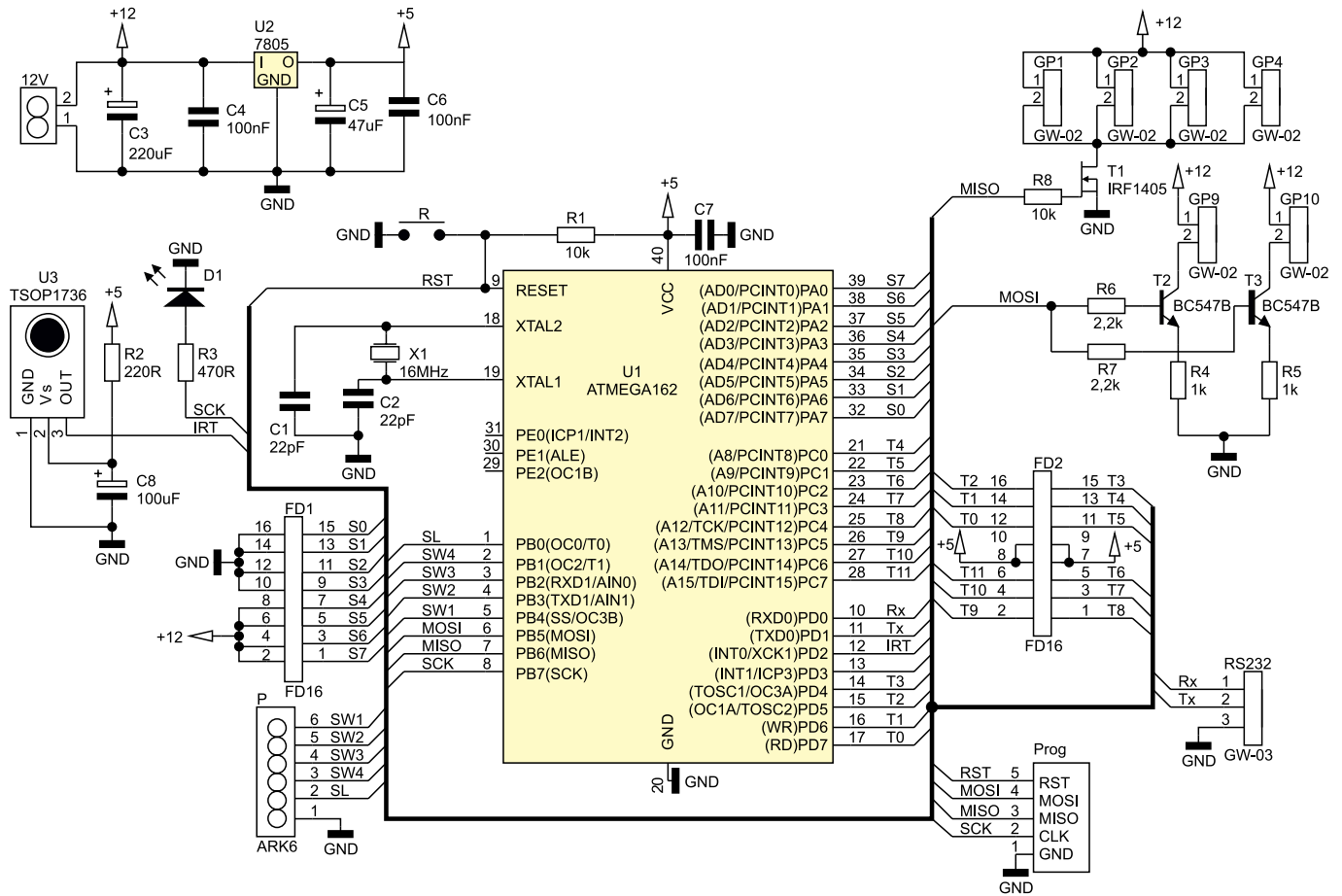
Jak sobie z poradzić z Ethernetem? Pomoże Ci książka Wydawnictwa BTC! Sprawdź pod adresem www.stm32.eu



KAMAMI



Rysunek 1. Schemat blokowy układu



Rysunek 2. Schemat ideowy sterownika

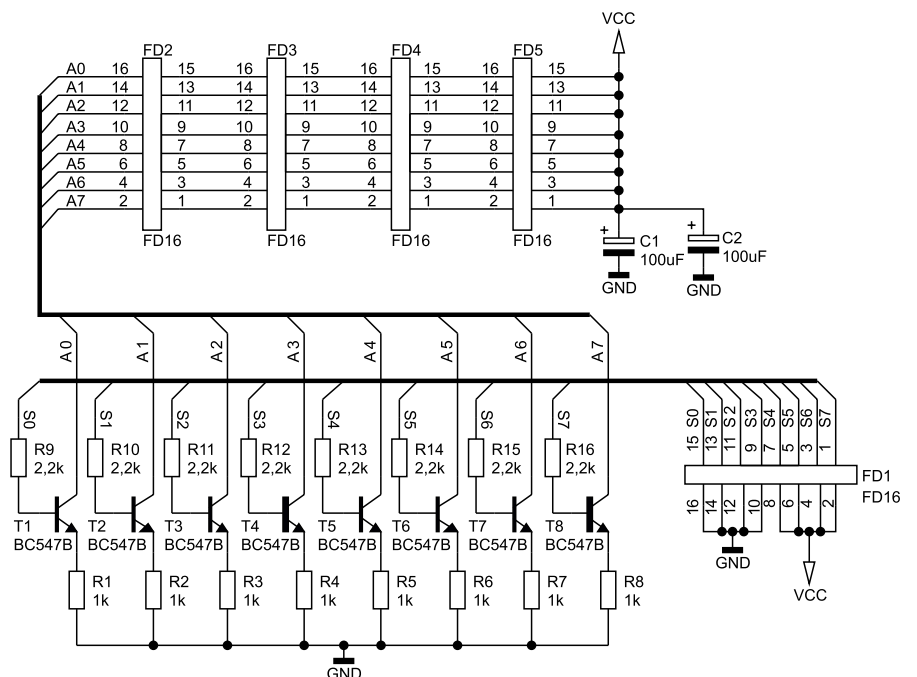
Tranzystor T2 (BC547B) wraz z rezystorami R6 (2,2 kΩ), R4 (1 kΩ) i złączem GP9 (GW-02) stanowi układ wyjściowy do zasilania diod LED w obudowach do montażu przewlekane (do FD1 podłączone jest jeszcze 8 takich układów). Do złącza GP9 można dołączyć od 1 do 3 diod połączonych szeregowo. Prąd diod jest ograniczany przez rezystor R4, a dzięki takiej konfiguracji (zdegenerowany emiter) niezależnie od liczby diod i wahań napięcia zasilania, ich prąd zawsze będzie taki sam. Tu natężenie prądu ustalono na około 4,3 mA (4,3 V na emiterze i rezystora 1 kΩ). Rezystor R6 ogranicza prąd bazy tranzystora T2. Elementy T3 (BC547B), R7 (2,2 kΩ), R5 (1 kΩ) i złącze GP10 (GW-02) stanowią drugi identyczny, równoległy pracujący kanał sterowania. Pozwala ona na dołączenie kolejnych diod.

Złącze FD2 (FD16) umożliwia dołączenie modułu wykonawczego z 12 triakami, które z kolei zapewnią poprawne włączanie żarówek halogenowych. Gniazdo GD-03 jest wyprowadzeniem interfejsu UART mikrokontrolera. W projekcie modelowym nie wykorzystano tej opcji. Złącze Prog służy do programowania mikrokontrolera w układzie.

Schemat modułu wykonawczego diod LED imitujących gwiazdy pokazano na rysunku 3. Układ w istocie składa się z 8 źródeł prądowych zbudowanych w oparciu o tranzystory T1...T8 (BC547) i rezystory

R1...R8 (1 kΩ). Rezystory R9...R16 (2,2 kΩ) ograniczają prąd baz tranzystorów. Połączenie z mikrokontrolerem w sterowniku odbywa się dzięki złączu FD1 (FD16). Działanie układów z tranzystorami T1...T8 jest bardzo proste: Poziom wysoki podawany przez mikrokontroler na bazę tranzystora T1 powoduje przepływ prądu w złączu baza emiter

tranzystora. Na rezystorze R1 pojawi się napięcie w granicach 4,3 V, a więc prąd płynący przez rezystor będzie wynosił 4,3 mA. Taki sam prąd popłynie przez szeregowo połączone diody LED. Diody (maksymalnie 4 połączone szeregowo) zostaną dołączone do gniazd FD2...FD5 (FD16), jednak nie wszystkie gniazda muszą być wykorzystane.

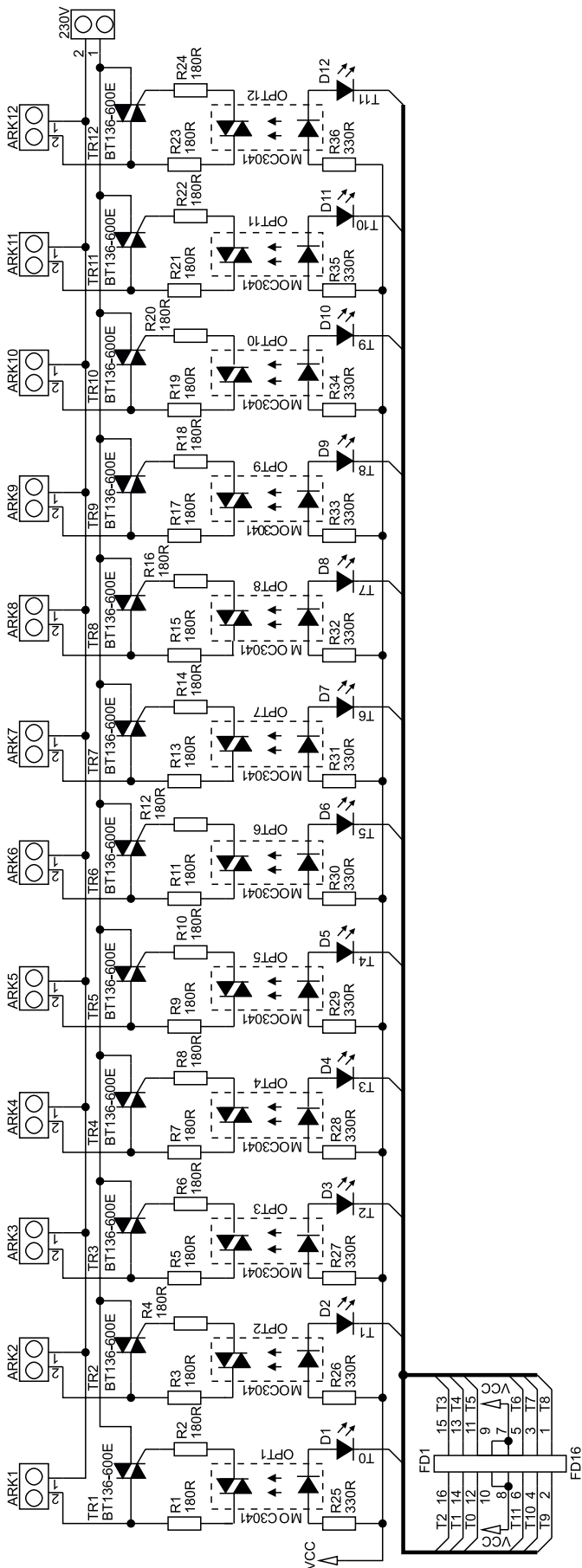


Rysunek 3. Schemat ideowy modułu wykonawczego LED

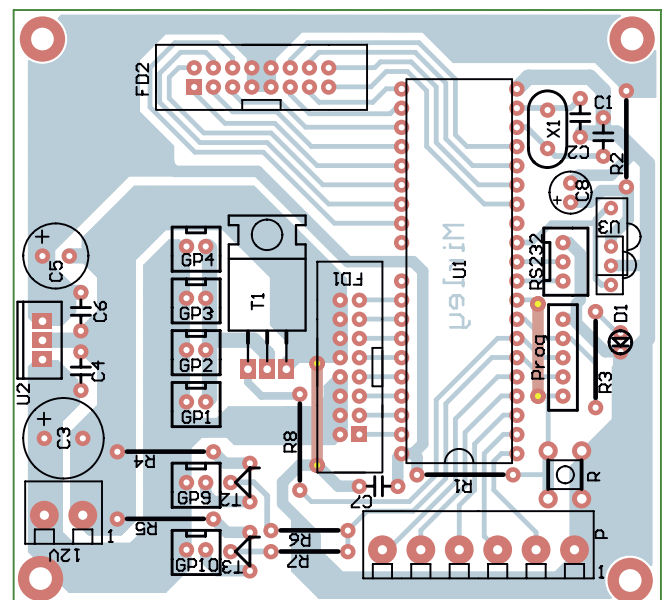
Jeśli w każdym z kanałów będzie pracowała mniejsza liczba diod, to w pozostałych złączach należy zewrzeć piny 1 z 2, 3 z 4 itd., aby uzyskać obwód zamknięty dla płynącego prądu. Zastosowa-

nie układu z tranzystorami T1-T8 pozwoliło na ominięcie problemu wahań napięcia zasilania. Prąd, a co za tym idzie jasność świecenia zależy tylko od rezystorów R1...R8. Należy jednak pamiętać, że napięcie zasilania modułu (VCC) musi być odpowiednio wysokie, przynajmniej o 5...6 V wyższe, niż suma napięć przewodzenia diod. Jeśli ten warunek nie będzie spełniony, obwód z tranzystorami T1...T8 nie będzie działał w poprawnie, a prąd diod będzie mniejszy niż wynika z zastosowanego rezystora emiterowego. Dla zasilania 12...12,3 V (jak w projekcie modelowym) można zastosować 2, maksymalnie 3 niebieskie diody LED, przy czym dla 3 diod niebieskich i zasilania 12 V układ pracuje na granicy i prąd jest nieco mniejszy niż powinien. Dla diod czerwonych i zielonych sprawa wygląda nieco lepiej ze względu na niższe napięcie przewodzenia. W efekcie w niektórych wypadkach będzie konieczne zasilanie diod wyższym napięciem, a co za tym idzie, nie mogą one być dołączone do punktu VCC, który w typowych warunkach będzie na potencjale 12 V względem masy.

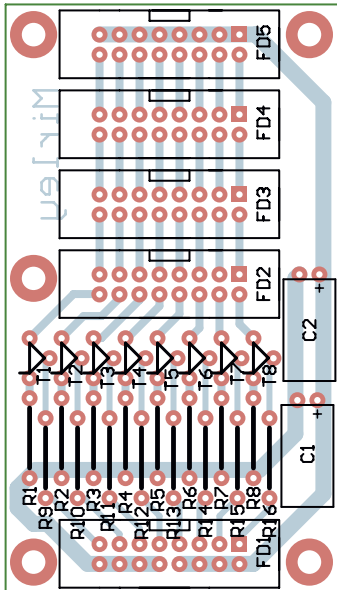
Schemat ideowy modułu wykonawczego z triakami pokazano na **rysunku 4**. Jako elementy wykonawcze pracują tutaj triaki TR1...TR12 (BT136-600E). Pozwalają one sterować odbiornikami o maksymalnym prądzie do 4 A. Prądy bramek triaków są ograniczane przez rezystory R1...R24 (180 Ω). Izolację galwaniczną zapewniają optotriaki OPT1-OPT12 (MOC3041). Diody optotriaków są sterowane z mikrokontrolera (lub innego układu) za pomocą złącza FD1 (FD16) poprzez zwiera-



Rysunek 4. Schemat ideowy modułu wykonawczego z triakami



Rysunek 5. Schemat montażowy sterownika

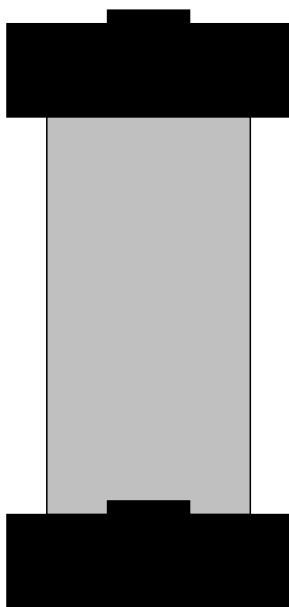


Rysunek 6. Schemat montażowy modułu wykonawczego LED

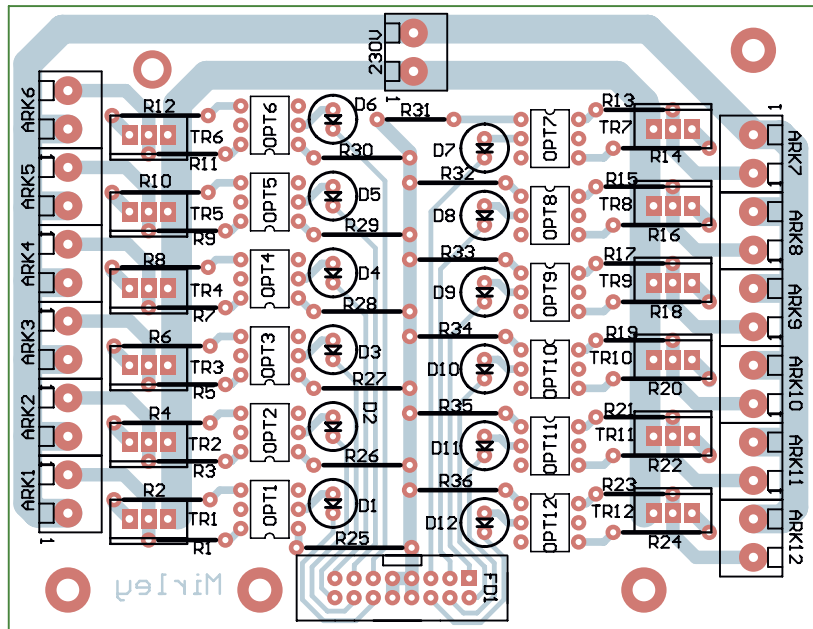
nie sygnałów do masy. Dodatkowo, na złączu wyprowadzono zasilanie, które przy wartości rezystorów R25...R36 (330 Ω) powinno wynosić 5 V. Diody LED D1...D12 sygnalizują zadziałanie optotriaka. Ich szeregowe połączenie z diodą w optotriaku sprawia, że z układu sterującego nie jest pobierany dodatkowy prąd. Moduł jest przystosowany do sterowania żarówkami halogenowymi, które należy dołączyć do wyjść ARK1...ARK12. Do złącza 230 V doprowadzamy zasilanie sieciowe.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy sterownika zamieszczono na rysunku 5. W projekcie zastosowano elementy w obudowach do montażu przewlekane. Montaż sterownika należy rozpocząć od wlutowania dwóch zworek. W dalszej kolejności dobrze jest wlutować



Rysunek 8. Zaciskanie taśm FC16



Rysunek 7. Schemat montażowy modułu wykonawczego z triakami

elementy najmniejsze: rezystory, kwarc i jego kondensatory. W drugiej kolejności powinna zostać zamontowana podstawa pod mikrokontroler. Kolejność pozostałych elementów jest mało istotna, jednak montaż złącz dobrze jest zostawić na sam koniec. Stabilizator U2 należy wyposażyć w niewielki radiator. Co prawda testy wykazały, że układ ten nie nagrzewa się w sposób grożący jego uszkodzeniem, jednak pamiętając, że całość będzie zamknięta w obudowie nad sufitem podwieszanym, warto zadbać o chłodzenie stabilizatora.

Moduł wykonawczy dla gwiazd jest także prosty w montażu (rysunek 6), na płytce nie ma ani jednej zworki, a jego montaż należy rozpocząć od rezystorów. W drugiej kolejności trzeba zająć się tranzystorami i konden-

Listing 2. Obsługa przerwania zewnętrznego Int0

```
Przew0:
  Disable Int0
  Enable Interrupts
  Getrc5(adres , Komenda)
  Komenda = Komenda And &B01111111
  Odebrano = 1
Return
```

satorami filtrującymi, a na samym końcu zamontować złącza IDC. Nie trzeba montować wszystkich, zależy to od liczby diod. Nieużywane gniazda trzeba zastąpić zworkami (pin 1 z 2, 3 z 4 itd.), gdyż diody są podłączone szeregowo. Brak jednej uniemożliwi działanie całego szeregu. Warto tutaj wspomnieć o montażu samych diod, gdyż muszą one zostać odpowiednio podłączone. Złącze w mo-

Listing 1. Obsługa przerwania Timera1

```
Prztimer1:
  Timer1 = 65286

  Incr Licznik
  If Licznik = 100 Then Licznik = 0

  If Licznik < Stars(1) Then Set Stars_p.0 Else Reset Stars_p.0
  If Licznik < Stars(2) Then Set Stars_p.1 Else Reset Stars_p.1
  If Licznik < Stars(3) Then Set Stars_p.2 Else Reset Stars_p.2
  If Licznik < Stars(4) Then Set Stars_p.3 Else Reset Stars_p.3
  If Licznik < Stars(5) Then Set Stars_p.4 Else Reset Stars_p.4
  If Licznik < Stars(6) Then Set Stars_p.5 Else Reset Stars_p.5
  If Licznik < Stars(7) Then Set Stars_p.6 Else Reset Stars_p.6
  If Licznik < Stars(8) Then Set Stars_p.7 Else Reset Stars_p.7
  If Licznik < Aura Then Set Aura_port Else Reset Aura_port
  If Licznik < Special Then Set Spec_port Else Reset Spec_port

  S_port = Stars_p

  Incr Dziel
  If Dziel = 400 Then
    Dziel = 0
    Set Flag
    Incr Dziel2
    If Dziel2 = 2 Then
      Dziel2 = 0
      Set Flag2
      Incr Dziel3
      If Dziel3 = 5 Then
        Dziel3 = 0
        Set Flag3
      End If
    End If
  End If
End If

Return
```

Listing 3. Interpreter komend Rc5

```

If Odebrano = 1 Then
  If Adres = 0 Then
    `halogeny
    If Komenda = 16 Then Toggle H_on.0
    If Komenda = 17 Then Toggle H_on.1
    `specjalny kanał
    If Komenda = 6 Then Special_set = 0
    If Komenda = 3 Then Special_set = 50
    `aura
    If Komenda = 4 Then If Aura_set > 5 Then Decr Aura_set
    If Komenda = 1 Then
      If Aura_set < 50 Then Incr Aura_set
      If Aura_set < 5 Then Aura_set = 5
    End If
    If Komenda = 7 Then Aura_set = 0
    If Komenda = 13 Then Aura_set = 50
    `gwiazdy
    If Komenda = 2 Then Star_state = 1
    If Komenda = 5 Then Star_state = 2
    If Komenda = 8 Then Star_state = 3
    If Komenda = 0 Then Star_state = 4
    If Komenda = 15 Then Star_state = 0
    `inne
    If Komenda = 12 Then
      Aura_set = 0
      Special_set = 0
      Star_state = 0
      H_on = 0
    End If

    Set Ir_led
    Waitms 20
    Reset Ir_led
  End If
  Odebrano = 0
  Enable Int0
End If

```

dule wykonawczy umożliwia podłączenie tasiemki 16 żyłowej, która powinna zostać podzielona na 8 części po dwa przewody. Piny 1...2 mają być dołączone do pierwszej diody, 3...4 do drugiej itd. Doprowadzenia nieparzyste są anodami diod, a parzyste katodami.

Montaż układu wykonawczego nie jest skomplikowany, kolejność montażu jest dowolna, jednak najwygodniej jest rozpocząć pracę od elementów najmniejszych (rezystorów), kończąc na złączach ARK i złączu FD1. W układzie mogą pracować dowolne triaki

w obudowach TO-220, jednak należy zwrócić uwagę na obciążalność prądową ścieżek. Większy prąd może z łatwością sprawić że odparują. Niezależnie od mocy obciążenia warto pocynować ścieżki, przez które płyną duże prądy (ścieżki między triakami i złączami ARK). W roli optotriaków nie koniecznie muszą pracować MOC3041, można zastosować MOC3021 i zrezygnować z włączania w zerze sieci. Przy lampach halogenowych o mocy 20 W nie da to zauważalnej różnicy. Pod optotriaki warto zastosować podstawki DIP6. Taśmy między sterownikiem i modułami wykonawczymi muszą być zaciśnięte 1:1 co oznacza że doprowadzenia 1, 2, 3... powinny trafić na piny o tych samych numerach w drugim złączu (**rysunek 8**). Układ modelowy jest zasilany z zasilacza impulsowego 12 V/60 W przeznaczonego do zasilania diod LED. Oczywiście, można też wykorzystać typowy zasilacz transformatorowy. Należy przy tym pamiętać o odpowiedniej wydajności prądowej, która przy długiej listwie LED będzie musiała być rzędu kilku A. Zasilacz obowiązkowo należy dołączyć do uziemienia.

Programowanie

Program dla sterownika napisano za pomocą Bascom AVR. Na **listingu 1** zamieszczono procedurę obsługi przerwania Timera1. Został on skonfigurowany do pracy

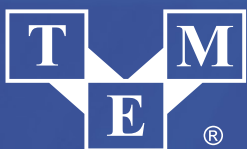
REKLAMA

od piko... przez mikro... do Faradów



poznaj naszą ofertę kondensatorów

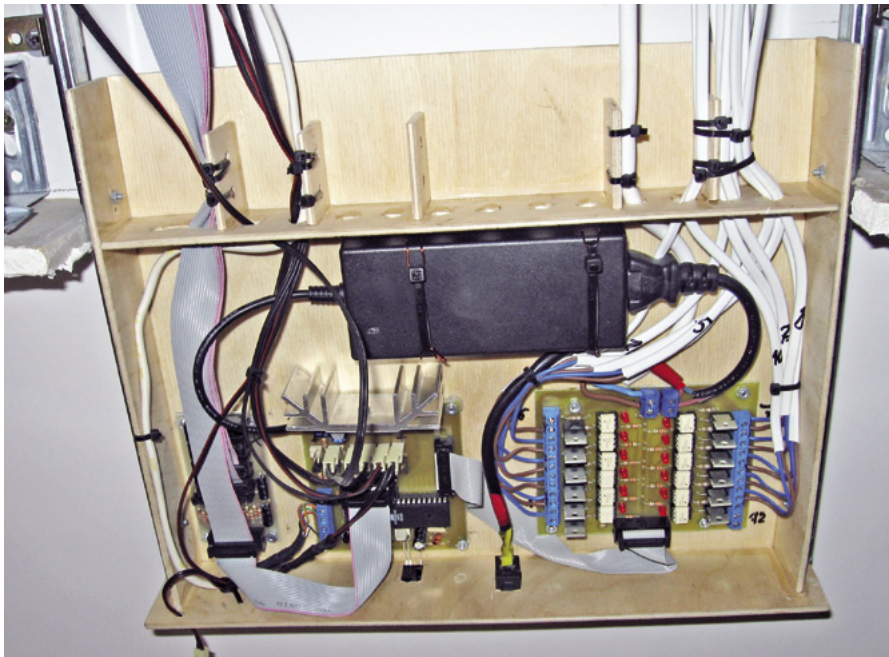
www.tme.pl



Electronic Components

Transfer Multisort Elektronik

93-350 Łódź, ul. Ustronna 41, Polska, tel.: 42 645 55 55, fax: 42 645 55 00, e-mail: tme@tme.pl, www.tme.pl



z sprzętowym dzielnikiem przez 8. Ponieważ na początku obsługi przerwania do rejestru timera jest ładowana wartość 65286, przerwanie jest wywoływane z częstotliwością 8 kHz. Z tą też częstotliwością jest zwiększana wartość zmiennej *Licznik*, cyklicznie od 0 do 99. Dalej jej wartość jest porównywana z wartością zmiennych określających wypełnienie przebiegu na wyjściach. Jeśli dla przykładu zmienna *Stars(1)* będzie miała wartość 50, to dla wartości licznika 0...49 odpowiadające jej (zmiennej *Stars(1)*) wyprowadzenie portu będzie na poziomie wysokim, a w pozostałych przypadkach na poziomie niskim. Zatem wypełnienie prze-

biegu osiągnie wartość 50%. Podobnie w kolejnych liniach zrealizowana jest modulacja szerokości impulsu dla wszystkich kanałów (8 kanałów dla gwiazd (5×8 niebieskich LED), jeden dla taśm LED i jeden dla specjalnego kanału z 6 białymi diodami LED). W dalszej kolejności częstotliwość występowania przerwania jest dzielona przez 400 a potem jeszcze przez 2 i 5 oraz ustawiane są odpowiednie zmienne flagi, taktujące pracę programu w pętli głównej.

Na **listingu 2** przedstawiono procedurę obsługi przerwania zewnętrznego wywołwanego wyzerowaniem wyjściu odbiornika podczerwieni. Procedura ta zajmuje się jedy-

Listing 5. Sterowanie sekwencyjnym włączaniem i wyłączeniem lamp halogenowych

```

If Flag2 = 1 Then
  Flag2 = 0

,halogeny
If H_on.0 = 1 Then
  If H1_licz < 6 Then Incr H1_licz
Else
  If H1_licz > 0 Then Decr H1_licz
End If

If H_on.1 = 1 Then
  If H2_licz < 6 Then Incr H2_licz
Else
  If H2_licz > 0 Then Decr H2_licz
End If

Hb = Lookup(h1_licz , H1_data)
Hb2 = H1_port And &B00001111
H1_port = Hb Or Hb2

Hb = Lookup(h1_licz , H1_datab)
Hb2 = Lookup(h2_licz , H2_data)
H2_port = Hb Or Hb2
End If

```

nie odbieraniem transmisji RC5, zerowaniem najstarszego bitu komendy i ustawianiem flagi Odebrano. W pętli głównej po zarejestrowaniu kliknięcia klawisza na pilocie zostaną wykonane odpowiednie akcje.

Fragment programu z **listingu 3** jest częścią pętli głównej, a jego zadaniem jest dbanie o poprawną interpretację komend odbieranych z pilota. W projekcie modelowym komendy 16 i 17 włączają lampy halogenowe, które podzielone są na dwa kanały po 5...6 żarówek. Zmienne *H_on.0* i *H_on.1* odpowiadają za rozpoczęcie sekwencji gaszenia lub zapalania żarówek. Jeśli chodzi o kanał specjalny z 6 diodami LED to komendy 3 i 6 umożliwiają odpowiednio jego włączenie bądź wyłączenie. Sterowanie taśmą LED odbywa się za pomocą komend 1 i 4 (zwiększanie i zmniejszanie jasności) oraz 7 i 13 (włączanie i wyłączenie). Komendy 2, 5, 8, 0 i 15 powodują przejście do odpowiedniego trybu pracy „gwiazd” LED. Po otrzymaniu komendy 12 wszystko zostaje wyłączone.

Na **listingu 4** zaprezentowana została uproszczona obsługa zmiennej *Flag*. Procedura ta wykonywana jest z częstotliwością 20 Hz. Pierwszym poleceniem jest zerowanie licznika Watchdog, który uprzednio skonfigurowano na 2 sekundy. Kolejnym zadaniem jest płynna zmiana jasności wszystkich diod. Występują tutaj 3 zmienne związane z jasnością danej diody. *Stars_set(i)* to tablica przechowująca żądaną wartość jasności 0...50, co 2% w skali liniowej. *Stars_i(i)* to aktualna jasność także w skali liniowej, natomiast *Stars(i)* to tablica przechowująca jasność, ale podniesioną do kwadratu, która odpowiada wypełnieniu sygnału PWM zasilającego diody. Jeśli wartość żądana jest inna od aktualnej, następuje podążanie wartości aktualnej za żądaną aż do ich zrównania. Następnie wartość aktualna jasności jest podnoszona do kwadratu i wpiisywana do zmiennej określającej wypełnienie przebiegu zasilającego diody. Podobny algo-

Listing 4. Uproszczona obsługa zmiennej *Flag*

```

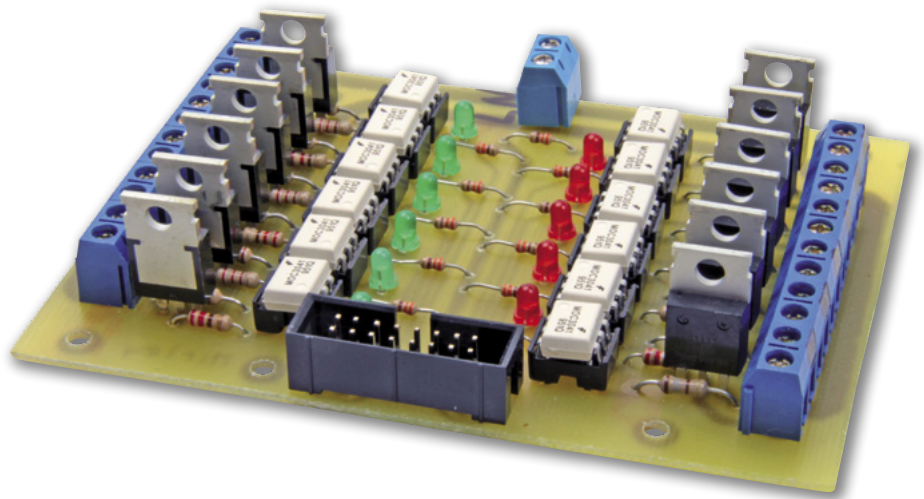
If Flag = 1 Then
  Flag = 0
  Reset Watchdog
  ,fade all diodes
  For I = 1 To 8
    If Stars_i(i) > Stars_set(i) Then Decr Stars_i(i)
    If Stars_i(i) < Stars_set(i) Then Incr Stars_i(i)
    X = Stars_i(i) * Stars_i(i)
    X = X / 25
    Stars(i) = X
  Next I
  ,.....
  ,switches
  Sw = Sw_port And &B00011110
  Shift Sw , Right , 1
  If Sw <> Stan_sw And Last_sw = Sw Then
    Incr Licznik_sw
    If Licznik_sw = 4 Then
      If Sw.0 <> Stan_sw.0 Then ,SW4
        If Star_state = 0 Then Star_state = 1 Else Star_state = 0
      End If
      If Sw.1 <> Stan_sw.1 Then ,SW3
        If Aura_set = 0 Then Aura_set = 50 Else Aura_set = 0
      End If
      If Sw.2 <> Stan_sw.2 Then ,SW2
        Toggle H_on.0
      End If
      If Sw.3 <> Stan_sw.3 Then ,SW1
        Toggle H_on.1
      End If
      Stan_sw = Sw
      Set Ir_led
      Waitms 20
      Reset Ir_led
    End If
  Else
    Last_sw = Sw
    Licznik_sw = 0
  End If
End If

```

rytm zmiany jasności dotyczy też sterowania taśmą LED i kanału specjalnego z 6 diodami LED. Został on pominięty na tym listingu.

Dalsza część zadań jakie zostały przewidziane dla fragmentu programu z listingu powyżej to obsługa wyłączników podtynkowych. Ponieważ zwykle wyłączniki podtynkowe są bistabilne, procedura musi wyglądać trochę inaczej niż dla klasycznego mikrosterownika. Na samym początku odczytywany jest stan portu a odpowiednie operacje bitowe sprawiają, że stany przycisków znajdują się w czterech najmłodszych bitach zmiennej *Sw*. Następnie obecny stan przełączników porównywany jest z poprzednim stanem i akcja podejmowana jest tylko wtedy gdy stan któregoś bitu uległ zmianie. Aby uniezależnić się od drgań styków, nowy stan musi się utrzymywać przez kilka kolejnych wywołań procedury. Dopiero gdy wszystkie te warunki zostaną spełnione, program sprawdza które bity się zmieniły i wykonuje jedną z akcji: włączenie lamp halogenowych (kanał 1 lub 2), włączenie taśmy LED lub włączenie diod LED imitujących gwiazdy. Po wykonaniu akcji jako nowy stan spoczynkowy przełączników jest przypisywany ich stan aktualny.

Procedura z **listingu 6** odpowiada za sterowanie sekwencyjnym włączaniem i wyłączeniem lamp halogenowych. Jest ona wykonywana jest z częstotliwością 10 Hz dzięki zmiennej flagowej *Flag2*. W dwóch najmłodszych bitach zmiennej *H_on* są przechowywane stany dwóch kanałów po 5...6 żarówek każdy. Za sekwencyjne zaświecanie



lamp w dwóch kanałach odpowiadają zmienne licznikowe *H1_licz* i *H2_licz* przyjmujące wartości 0...6, przy czym wartość 0 odpowiada zgaszeniu wszystkich lamp w danym kanale, 1 to jedna zaświecona lampa i tak dalej aż do 6, przy której wszystkie lampy świecą. Jeśli dla przykładu zmienna *H_on.0* jest ustawiona, a licznik *H1_licz* jest mniejszy od 6, to jest ona zwiększana po każdym ustawieniu *Flag2*. Jeśli natomiast *H_on.0* jest wyzerowana, to zmienna licznikowa jest zmniejszana aż osiągnie 0. Taka sama sytuacja występuje w drugim kanale, działa on identycznie. Na samym końcu procedury zostają ustawione odpowiednie stany na portach mikrokontrolera za pomocą polecenia lookup i tablic wartości, które umieszczono na końcu programu.

Na **listingu 7** przedstawiono obsługę flagi *Flag3*. Jest ona wywoływana z częstotliwością 2 Hz i zajmuje się modyfikacją jasności wszystkich diod LED (animacjami). Na samym początku jest zaświecana dioda LED w wyłączniku. Dzięki temu łatwiej jest zlokalizować wyłącznik w całkowitej ciemności. Dalsza część procedury zajmuje się sterowaniem „nieba” z „gwiazdami” LED w zależności od zmiennej *Star_state*, która określa tryb ich pracy. Tryb 0 powoduje sekwencyjne wygaszenie wszystkich diod. Do tablicy *Stars_set(n)* są przypisywane sekwencyjnie same 0. Tryb 4 jest podobny z tym, że zaświecane są wszystkie diody. W pozostałych trybach pracy generowane są proste animacje zmiany jasności diod we wszystkich 8 kanałach. Dla *stars_state=1* wszystkie kanały po kolei zmieniają jasność od wartości minimalnej na maksymalną i odwrotnie. Wartości te są odpowiednio zapisane są w zmiennych *Mn* i *Mx* na początku programu. W trybie dla *stars_state=2* dla każdego kanału po kolei losowana jest wartość jasności z przedziału od *Mn* do *Mx*, natomiast w trybie 3 losowana jest dioda i czy jej jasność ma być ustawiona na 0, 50% czy 100%. Ten fragment programu stoi otworem, można tutaj wymyślić całkiem skomplikowane przejścia jasności a nawet po zastosowaniu różnobarwnych diod, można wprowadzić barwne animacje.

Do prawidłowego funkcjonowania sterownika istotne jest ustawienie fusebitów mikrokontrolera. Pokazano je na **rysunku 9**.

Mirosław Firlej
elektronika@firlej.org
<http://mirlej.firlej.org>

Listing 6. Sterowanie modyfikacją jasności diod LED

```

If Flag3 = 1 Then
  Flag3 = 0

  If Aura_set = 0 And Special_set = 0 And Star_state = 0 And H_on = 0 Then
    Stb_led = 1 Else Stb_led = 0

  If Star_state = 0 Then
    Incr Star_licz
    If Star_licz = 9 Then Star_licz = 1
    Stars_set(star_licz) = 0
  End If

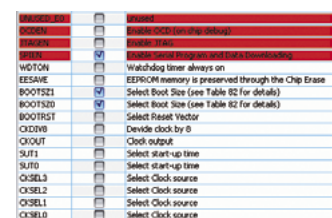
  If Star_state = 1 Then
    Incr Star_licz
    If Star_licz = 9 Then Star_licz = 1
    If Stars_set(star_licz) <> Mx Then Stars_set(star_licz) = Mx Else Stars_set(star_licz) = Mn
  End If

  If Star_state = 2 Then
    Incr Star_licz
    If Star_licz = 9 Then Star_licz = 1
    Hb = Mx - Mn
    Hb = Rnd(hb)
    Hb = Hb + Mn
    Stars_set(star_licz) = Hb
  End If

  If Star_state = 3 Then
    Hb = Rnd(250)
    Star_licz = Hb Mod 8
    Hb = Hb / 8
    Hb = Hb Mod 3
    If Hb = 0 Then Stars_set(star_licz + 1) = 0
    If Hb = 1 Then Stars_set(star_licz + 1) = 25
    If Hb = 2 Then Stars_set(star_licz + 1) = 50
  End If

  If Star_state = 4 Then
    Incr Star_licz
    If Star_licz = 9 Then Star_licz = 1
    Stars_set(star_licz) = 50
  End If
End If

```



Rysunek 9. Ustawienia fusebitów mikrokontrolera