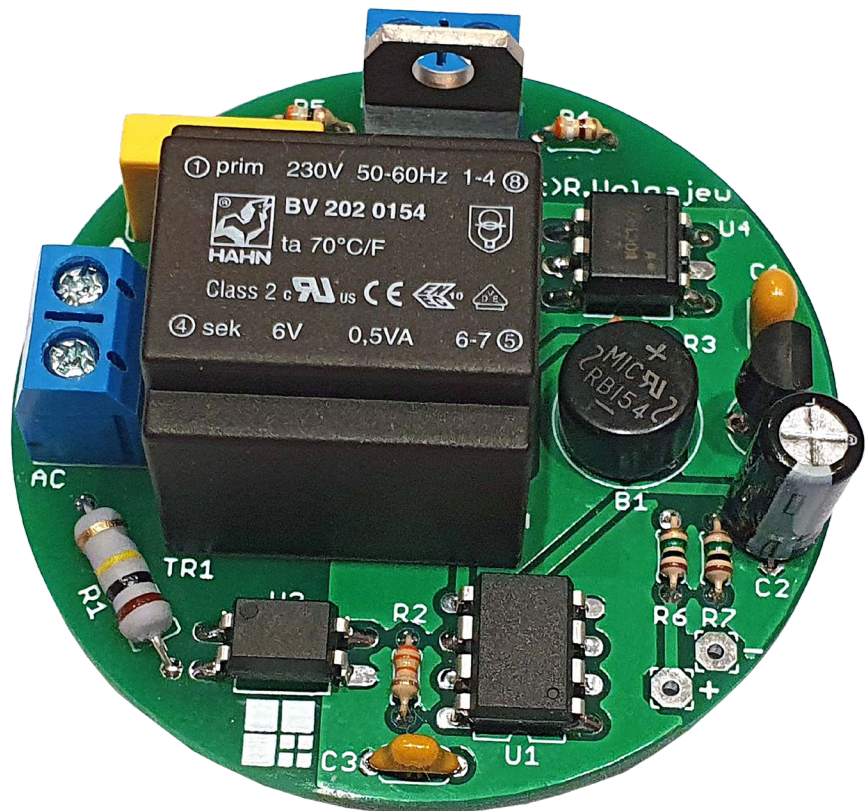


# tDimmer – regulator oświetlenia sieciowego

Mikrokontrolery znajdują się dzisiaj prawie wszędzie, od prostych urządzeń AGD po skomplikowane systemy stosowane w wojsku, medycynie czy nauce. Dzięki nim rośnie funkcjonalność urządzeń a jednocześnie maleje cena ich wytworzenia. Biorąc pod uwagę stały spadek cen mikrokontrolerów i towarzyszący mu wzrost ich możliwości, celowe wydaje się stosowanie tych komponentów nawet w urządzeniach, które można byłoby zbudować bez ich udziału. Dzięki temu zyskujemy zwiększoną funkcjonalność, łatwość sterowania i obsługi, a nierzadko nawet zmniejszenie kosztów produkcji. Przykładem takiego zastosowania jest zaprezentowany w artykule regulator oświetlenia sieciowego.



Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl)

**W ofercie AVT\* AVT5852**

#### Podstawowe parametry:

- sterowany dwubiegunowym łącznikiem żaluzjowym lub zwykłymi mikroprzełącznikami,
- 16-stopniowa regulacja jasności oświetlenia,
- regulacja realizowana metodą sterowania fazowego,
- przeznaczony do sterowania źródłami światła o niewielkiej mocy – do 200 W.

#### Projekty pokrewne na [www.media.avt.pl](http://www.media.avt.pl):

AVT-5664	Niskonapięciowy regulator mocy AC (EP 6/2020)
AVT-5664	Uniwersalny moduł regulacji mocy AC (EP 4/2019)
AVT-5643	Mikroprocesorowy regulator mocy z oscyloskopem (EP 2/2019)
AVT-3218	Regulator mocy z wyświetlaczem LCD (Edw 3/2018)
AVT-2623	Uniwersalny regulator mocy (EP 12/2016)
AVT-1860	Wzmocniony regulator mocy odbiorników 230 V AC (EP 8/2015)
AVT-1813	Regulator wentylatora z silnikiem klatkowym (EP 8/2014)

#### Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!

Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zamontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB)
  - wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
    - wersja [Ae] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
    - wersja [UK] – zaprogramowany układ
- Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz: <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

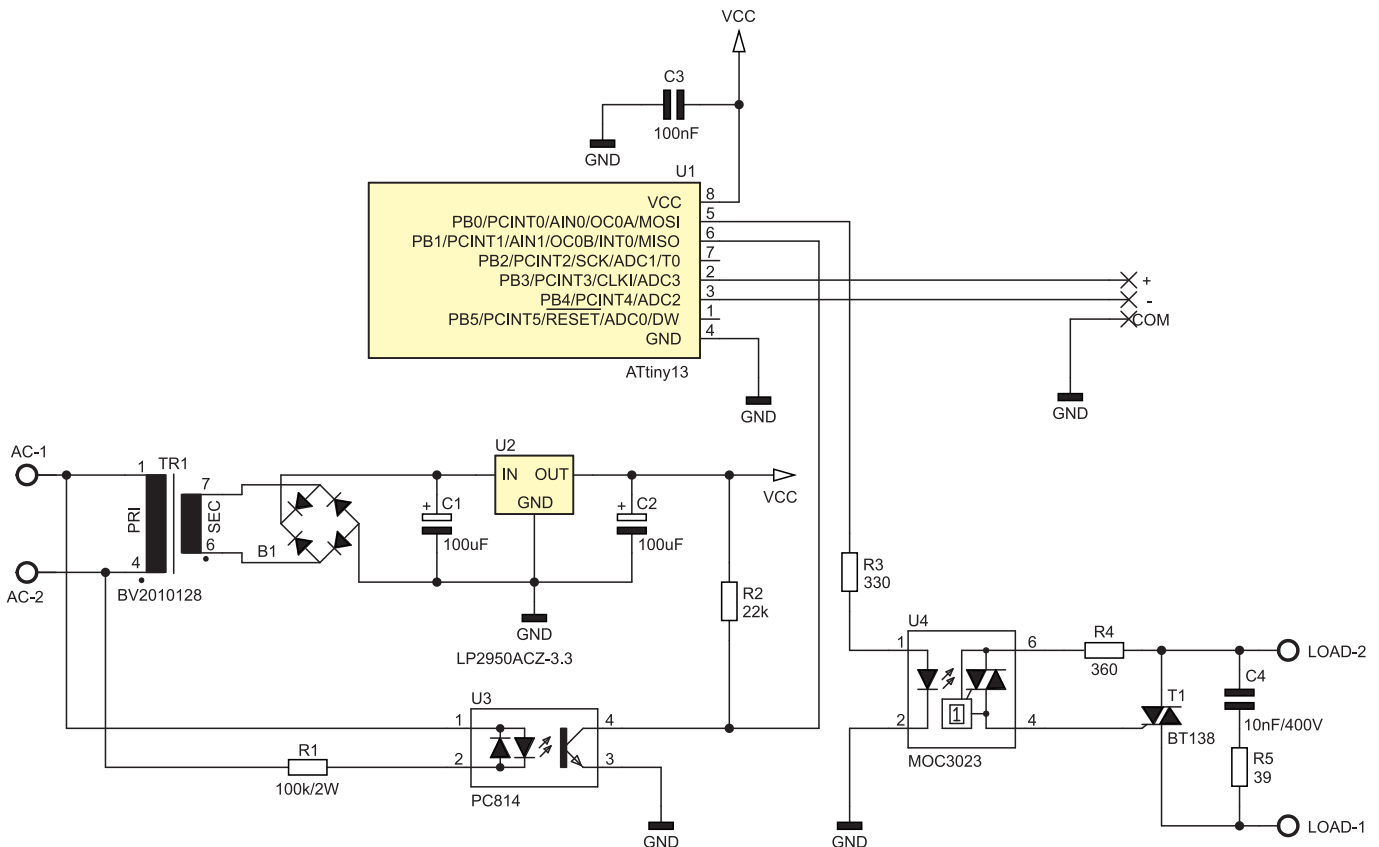
Dzięki zastosowaniu popularnego mikrokontrolera układ ściemniacza oświetlenia sieciowego odznacza się dodatkowymi funkcjami oraz ergonomią obsługi. Jest sterowany dwubiegunowym łącznikiem żaluzjowym lub zwykłymi mikroprzełącznikami. Zastosowano dobrze znane sterowanie fazowe mocą odbiornika napięcia przemiennego. Trzeba uczciwie przyznać, że to zadanie, mimo że proste, jest niezmiernie ciekawe. Polega na ograniczeniu prądu płynącego przez odbiornik zasilany napięciem sieciowym 230 VAC (w naszym przypadku żarówkę) poprzez wycięcie części przebiegu napięcia zasilającego w każdym okresie takiego przebiegu (podobnie jak to ma miejsce przy sterowaniu PWM, tyle że tutaj regulujemy „wypełnienie” sinusoidy napięcia zasilającego). Regulacja odbywa się poprzez zmianę czasu, jaki upływa od przejścia przebiegu

napięcia zasilającego przez zero do czasu załączenia elementu wykonawczego – triaka. Im większe jest to opóźnienie, tym mniejsza średnia moc dostarczana do odbiornika.

## Budowa i działanie

Schemat ideowy urządzenia został pokazany na rysunku 1. Jest to dość prosty system mikroprocesorowy, którego sercem a zarazem elementem odpowiedzialnym za realizację całej, założonej funkcjonalności jest niewielki mikrokontroler firmy Microchip (dawniej Atmel) typu ATtiny13. Jątkowany jest wewnętrznym, wysokostabilnym generatorem RC o częstotliwości 1,2 MHz. Jest odpowiedzialny za obsługę łącznika żaluzjowego podłączonego do wyprowadzeń „+” (PB3) i „-” (PB4) mikrokontrolera oraz za sterowanie odbiornikiem prądu przemiennego przyłączonego do wyprowadzeń „LOAD” urządzenia.

**UWAGA!** Na płycie urządzenia zbudowano kompletny układ zasilający łącznie z transformatorem zasilanym napięciem sieciowym 230 V oraz zamontowano elementy będące na potencjale tego napięcia. Istnieje niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym, co może stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka. W związku z tym montaż i uruchomienie układu muszą być wykonane pod nadzorem wykwalifikowanej osoby.



Rysunek 1. Schemat ideowy urządzenia tDimmer

Listing 1. Funkcja konfigurująca peryferia mikrokontrolera do realizacji sterowania fazowego

```

void initDimmer(void){
    ZERO_DETECTOR_PORT |= (1<<ZERO_DETECTOR_NR); //Podciągnięcie portu INT0 detektora zera sieci do VCC
    OPTOTRIAC_DDR |= (1<<OPTOTRIAC_NR); //Port sterujący optotriakiem jako wyjściowy -> 0 (wyłączony)

    //konfiguracja detektora przejścia przez zero -> przerwania INT0
    MCUCR = (1<<ISC01)|(1<<ISC00); //Zbocze narastające wyzwala przerwanie INT0
    GIMSK = (1<<INT0); //Zezwolenie na przerwanie INT0

    //Konfiguracja Timera0 w trybie CTC: Preskaler = 8, OCR2 = 90. Wywołanie przerwania TIM0_COMPA_vect
    //wystąpi co 606us, co oznacza, iż 16 takich przerwań wykona się w 9.8ms, czyli w czasie jednej połówki
    //sinusoidy pomniejszonym o 0.2ms (połowę czasu szpilki z detektora przejścia przez zero)
    OCR0A = 90;
    TCCR0A = (1<<WGM01); //Tryb CTC
    TCCR0B = (1<<CS01); //Preskaler = 8
    TIMSK0 = (1<<OCIE0A); //Zezwolenie na przerwanie TIM0_COMPA_vect
}

```

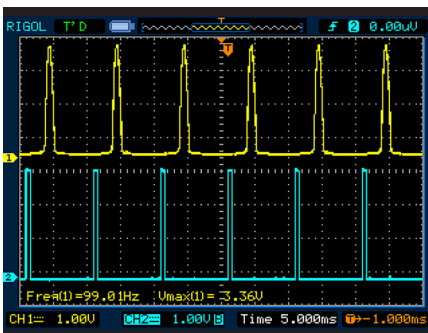
Do realizacji regulacji fazowej niezbędny jest dokładny układ synchronizujący nasz algorytm z przebiegiem napięcia sieciowego. W tym celu zastosowano popularny optoizolator PC814, który w swojej strukturze integruje dwie diody LED połączone przeciwobnie i fototranzystor wyjściowy. Dzięki temu na wyjściu tego elementu (kolektor wbudowanego fototranzystora) otrzymujemy

bardzo wąską szpiłkę dla każdego przejścia napięcia sieciowego przez zero.

Narastające zbocze szpilki wyzwala przerwanie zewnętrzne INT0, którego procedura obsługi odpowiedzialna jest za programowy mechanizm obsługi wspomnianej regulacji fazowej. W procedurze tej uruchamiany jest układ czasowo-licznikowy Timer0 w trybie CTC, dla którego parametry pracy dobrano w taki sposób, aby w czasie jednej połówki przebiegu napięcia zasilającego (10 ms,

pomniejszonej o połowę szerokości szpilki wyzwalającej) nastąpiło 16 przerwań *TIM0\_COMPA\_vect* – od porównania zawartości licznika TCNT0 z wartością rejestru porównania OCR0A. Przerwanie to realizuje regulację fazową w 16 krokach poprzez cykliczne załączanie triaka T1 w chwili zależnej od wartości zmiennej globalnej definiującej poziom jasności.

Regulacja taka niesie ze sobą niedogodność w postaci silnych zniekształceń prądu



Rysunek 2. Rzeczywiste przebiegi napięć sterujących w układzie regulacji fazowej

Listing 2. Funkcje obsługi przerwań systemowych realizujące właściwy mechanizm sterowania fazowego

```

ISR(INT0_vect){
    dimSteps = 15;
    //Podwójne buforowanie, synchronizacja do 50Hz
    dimBuffer = dimValue;
    //Obsługa timera debouncingu
    //niezwiązane ze sterowaniem fazowym
    if(debTimer) --debTimer;
    TCNT0 = 0;
}

ISR(TIM0_COMPA_vect){
    OPTOTRIAC_OFF;
    if(dimBuffer && (dimSteps == dimBuffer)) OPTOTRIAC_ON;
    --dimSteps;
}

```

płynącego przez odbiornik, a co za tym idzie, powstanie harmonicznych wyższego rzędu powodujących zakłócenia radioelektryczne (zwłaszcza w zakresie fal długich i średnich). Dlatego zastosowano prosty układ gasika (elementy C4, R5) na wyjściu zmniejszający poziom wspomnianych zakłóceń.

Na **rysunku 2** pokazano zrzut ekranu oscyloskopu ukazujący rzeczywiste przebiegi: napięcia na wyjściu układu detekcji przejścia napięcia sieciowego przez zero (przebieg górny) oraz napięcia sterującego regulacją fazową (końcówka PB0 mikrokontrolera, przebieg dolny). Rejestrację sporządzono dla ustawionej wartości jasności około 30%. Idea sterowania, mimo że dość prosta, sprawdza się w 100% w układzie rzeczywistym.

### Program sterujący

Na **listingu 1** została pokazana funkcja konfigurująca peryferia mikrokontrolera (Timer0 oraz przerwanie INT0) do realizacji sterowania fazowego. Dalej, na **listingu 2**, znajduje się kod dwóch prostych i bardzo krótkich funkcji obsługi przerw systemowych (INT0 i od porównania Timer0) realizujących właściwy mechanizm sterowania fazowego.

Przejdźmy zatem do drugiego zagadnienia, którym zajmuje się nasz niewielki mikrokontroler, czyli obsługi łącznika żaluzji dwubiegunowego, który jest niczym innym jak dwoma mikroprzełącznikami chwilowymi. Są one oznaczone strzałkami w górę i w dół, przez co idealnie nadają się do regulacji jasności. Warto zaznaczyć, że obsługa tego komponentu została zaimplementowana jako obsługa nieblokująca pętli głównej programu, gdyż korzysta z timera programowego w postaci zmiennej *debTimer*. Jest ona dekrementowana co 10 ms w funkcji obsługi przerwania INT0 (jako funkcjonalność

Listing 3. Funkcja przeznaczona do obsługi mikroprzełączników (lub też łącznika żaluzjiowego)

```
enum {IDLE, SHORT, LONG, REPEAT}; //Możliwe stany klawisza

//Definicje dla pinów klawiatury lokalnej
#define KEYBOARD_PORT PORTB
#define KEYBOARD_PIN PINB
#define PLUS_NR PB3
#define MINUS_NR PB4

uint8_t keyPressed(uint8_t PINNR, uint8_t *keyStatus){
    enum {action_idle, action_debounce, action_check, action_repeat};

    if(!(KEYBOARD_PIN & (1<<PINNR))){
        switch(*keyStatus){
            case action_idle:
                *keyStatus = action_debounce;
                debTimer = 5; //50ms na debouncing
                break;

            case action_debounce:
                if(!debTimer){
                    *keyStatus = action_check;
                    //500ms na sprawdzenie czy to krótkie
                    //czy długie przycisnięcie
                    debTimer = 50;
                }
                break;

            case action_check:
                if(!debTimer){
                    *keyStatus = action_repeat;
                    //300ms na sprawdzenie czy klawisz nadal wciśnięty
                    //(start funkcji REPEAT)
                    debTimer = 30;
                    return LONG;
                }
                break;

            case action_repeat:
                if(!debTimer){
                    //100ms - czas powtórzenia funkcji REPEAT
                    debTimer = 10;
                    return REPEAT;
                }
                break;
        }
    }
    else if(*keyStatus == action_check){
        if(debTimer){
            *keyStatus = action_idle;
            //Zwracamy SHORT, gdyż zwolniliśmy klawisz
            //zanim upłynął czas 500ms (LONG)
            return SHORT;
        }
        else *keyStatus = action_idle;
    }
    return IDLE;
}
```

dotąd tego przerwania). Ponadto wspomniana implementacja obsługuje krótkie i długie naciśnięcie przycisku oraz jego przytrzymanie, co jest wykorzystywane w programie obsługi aplikacji urządzenia. Kod funkcji obsługującej mikroprzełączniki „+” i „-” (czy też łącznik żaluzjiowy) został pokazany na **listingu 3**.

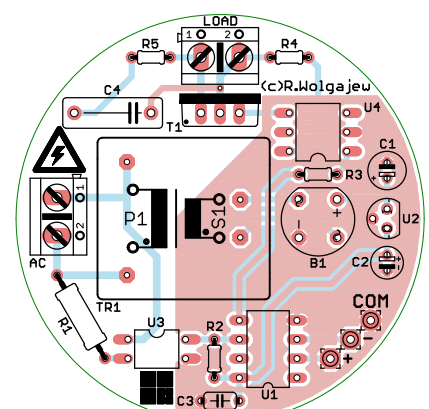
Tyle w kwestiach programowych. Nie powinno to specjalnie dziwić, gdyż urządzenie jest niezmiernie proste, w związku z tym i kod aplikacji nie jest zbyt rozległy. Prostotę tę uzyskano w dużej mierze dzięki wykorzystaniu zasobów sprzętowych mikrokontrolera, przez co skompilowany kod aplikacji zajmuje tylko 438 bajtów (a i tak jest wydatnie zwiększony, tylko i wyłącznie dzięki implementacji obsługi długiego i krótkiego przyciśnięcia mikroprzełączników).

### Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy urządzenia został pokazany na **rysunku 3**. Zaprojektowano dwustronną, niewielką płytkę drukowaną z zastosowaniem wyłącznie elementów przewlekanych montowanych po stronie TOP. Co ważne, rozmiar płytki drukowanej został dobrany w taki sposób, by można było ją bez

problemu umieścić w typowej puszcze podtynkowej o średnicy 60 mm.

Montaż urządzenia rozpoczynamy od przylutowania wszystkich rezystorów, następnie lutujemy kondensatory, później wszystkie elementy półprzewodnikowe a na samym końcu złącza AC i LOAD oraz transformator TR1. Na koniec można pocynować ścieżki obwodu drukowanego, które będą przewodziły większe prądy i których nie pokryto z tego powodu tzw. solder



Rysunek 3. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

#### Wykaz elementów:

**Rezystory:** (miniaturowe 1/4 W, jeśli nie zaznaczono inaczej)

- R1: 100 kΩ/2 W
- R2: 22 kΩ
- R3: 330 Ω
- R4: 360 Ω
- R5: 39 Ω

#### Kondensatory:

- C1: 100 μF/16 V
- C2: 100 μF/6,3 V
- C3: 100 nF ceramiczny
- C4: 10 nF/400 V polipropylenowy, raster 0,4"

#### Półprzewodniki:

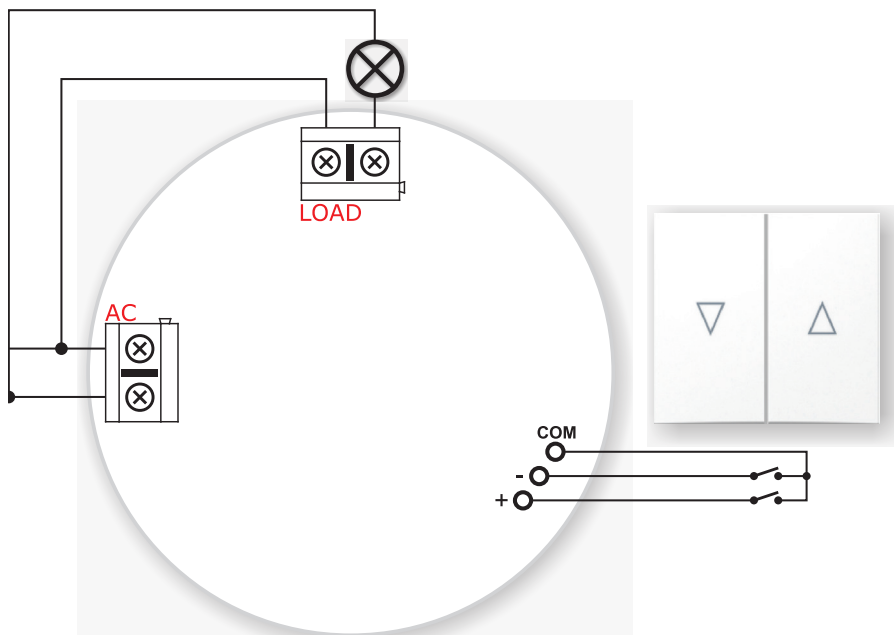
- U1: ATtiny13 (DIP-08)
- U2: LP2950ACZ-3.3 (TO-92)
- U3: PC814 (DIP-04)
- U4: MOC3023 (DIP-06)
- T1: BT138 (TO-220)
- B1: mostek prostowniczy 1 A

#### Pozostałe:

- AC, LOAD: złącze śrubowe AK500/2
- TR1: transformator BV2010128 (PCB, 6 V, 0,35 VA)

#### Ustawienia Fusebitów:

- SUT1: 1
- SUT0: 0
- CKSEL1: 1
- CKSEL0: 0
- CKDIV8: 0



Rysunek 4. Sposób podłączenia urządzenia tDimmer do sieci zasilającej

maską. Mowa o ścieżkach pomiędzy wyprowadzeniami triaka T1 a gniazdem przyłączeniowym LOAD. Sposób podłączenia urządzenia tDimmer do sieci zasilającej

(w tym podłączenie żarówki) pokazano na **rysunku 4**.

Z uwagi na brak radiatora na elemencie wykonawczym T1 urządzenie nadaje się

do sterowania źródłami światła o niewielkiej mocy, rzędu 100...200 W. Wyposażenie triaka w stosowny do mocy radiator znacznie poprawi możliwości układu w tym zakresie, gdyż dopuszczalny prąd zastosowanego elementu wynosi aż 12 A.

### Obsługa

Kilka słów wyjaśnienia wymaga sposób obsługi urządzenia. Do regulacji jasności przyłączonej żarówki przewidziano łącznik żaluzjowy lub najwyklesze mikroprzełączniki chwilowe (TACT), które należy dołączyć do trzech pól lutowniczych oznaczonych „+”, „-” oraz „COM”. Każdorazowe, krótkie naciśnięcie odpowiedniego przełącznika zwiększa lub zmniejsza jasność regulowanego źródła światła w 16 krokach regulacji (0...15). Długie naciśnięcie przełącznika „+” powoduje natychmiastowe, maksymalne rozświetlenie podłączonego źródła światła (maksymalna jasność), zaś długie naciśnięcie przełącznika „-” powoduje natychmiastowe jego wygaszenie. Stanem domyślnym po włączeniu zasilania jest wygaszenie źródła światła, a więc ustawienie jasności na wartość 0.

**Robert Wołgajew, EP**

REKLAMA

## NIE PRZEGAP! INTERESUJĄCYCH MATERIAŁÓW W SIOSTRZANYM CZASOPIŚMIE

Szkola Konstruktorów – Elektroniczny sposób pomiaru lub regulacji poziomu wody

# Elektronika dla wszystkich

4.2021 KWIECIEŃ • CENA 15,90 zł

### Uniwersalna przystawka pomiarowa do komputerowej karty dźwiękowej

#### Schematy EdW we Fritzingu

- ▶ MAX232 w roli przetwornicy napięcia, czyli XY-Plotter konwerter
- ▶ Model precyzyjnego generatora TCRD i synchronizacji z GPS
- ▶ Felixon: Tłumaczenia
- ▶ Zasilacz z elektronicznym bezpiecznikiem
- ▶ Analizator NWT – Modyfikacja analizatora D6
- ▶ Droga do RRD, czyli wzmacniacze
- ▶ Specjalne (nie tylko) dla początkujących
- ▶ Drukujemy schematy
- ▶ Zasilacze komputerowe
- ▶ Modułowe mierniki napięcia i prądu stałego
- ▶ NPPF – Zmiany NPP
- ▶ Wzmacniacze klasy D – Impulsowa klasa G
- ▶ Lampowy magnetron szpalowy

Drukarki 3D  
Portale branżowe  
Miejsca dla specjalistów

WYBIERAJCIE SIĘ  
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE  
przełączniki  
diody  
oporniki  
kondensatory  
i wiele więcej...

www.plikiarty.pl

### W kwietniowym wydaniu Elektroniki dla Wszystkich między innymi:

#### Uniwersalna przystawka pomiarowa do komputerowej karty dźwiękowej

Nieskomplikowana przystawka, która rozszerza możliwości komputerowej karty dźwiękowej. Pozwoli precyzyjnie mierzyć impedancje, badać charakterystyki przenoszenia i przeprowadzać różne inne pomiary.

#### Schematy EdW we Fritzingu

Na potrzeby EdW już dawno temu opracowaliśmy sposób wykonywania schematów i podobnych rysunków, w różnych programach. Teraz jeden z Czytelników przeniósł ten pomysł do coraz bardziej popularnego Fritzinga.

#### Modułowe mierniki napięcia i prądu stałego

Większość tanich modułów wykorzystuje niestety precyzyjne przetworniki ADC wbudowane w mikroprocesor. Jednak niektóre zawierają precyzyjny przetwornik zewnętrzny, na przykład aż 18-bitowy MCP3421.

#### Wzmacniacze klasy D. Impulsowa klasa G

Pracujące według różnych zasad wzmacniacze impulsowe klasy D stają się coraz bardziej popularne. Okazuje się jednak, że nadal atrakcyjne są klasyczne wzmacniacze klasy G, a także ich cyfrowe wersje klasy DG.

#### ... z potrzeby chwili: Zasilacz z elektronicznym bezpiecznikiem

Przystawka do dowolnego transformatora o napięciu od 10 VAC, prostująca i filtrująca napięcie, wyposażona w regulowany bezpiecznik i monitor napięcia i prądu.

#### Ponadto w numerze:

- Z potrzeby chwili... MAX232 w roli przetwornicy napięcia, czyli XY-Plotter konwerter
- Analizatory NWT – modyfikacja analizatora D6
- Wzmacniacze klasy D
- Szkoła Konstruktorów:
  - Elektroniczny sposób pomiaru/regulacji poziomu wody w zbiorniku
  - Zaproponuj, jak wdrażać dzieci i wnuki w arkanę techniki, w szczególności elektroniki, logiki oraz programowania

**ELPORTAL.pl**

EdW możesz zamówić na  
**www.ulubionykiosk.pl**  
lub w Empikach i wszystkich  
większych kioskach z prasą.

Masz może pomysł na ciekawy artykuł lub projekt? Skonstruowałeś urządzenie, które jest godne zaprezentowania szerszej publiczności? Możesz napisać artykuł edukacyjny? Chcesz podzielić się doświadczeniem?

W takim razie zapraszamy do współpracy na łamach Elektroniki dla Wszystkich. Kontakt: edw@elportal.pl