

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

# Wielofunkcyjny sterownik oświetlenia



*Prezentowane w artykule urządzenie nie jest typowym sterownikiem oświetlenia. Autor wyposażył je w zegar, budzik, interfejs Bluetooth, możliwość sterowania za pomocą podczerwieni. A jakby tego było jeszcze mało, sterownik reaguje na klaśnięcie.*

Sterownik fazowy oświetlenia jest prostym, niepozornym urządzeniem, ale jeżeli wyposażymy go w kilka dodatkowych funkcji, takich jak zegarek czy budzik, okazuje się, że jest całkiem przydatny. Możliwość zapalania i gaszenia światła za pomocą pilota docenią wszystkie „leniuchy”, którym nie chce się wstać z łóżka, aby wyłączyć światło przed zaśnięciem. Zastanawiając się nad tym, jakie funkcje mógłby mieć sterownik oświetlenia, zaczął rodzić się w mojej głowie projekt.

Podstawowym jego założeniem była konstrukcja małego sterownika oświetlenia 230 VAC, tak aby mieścił się w obudowie od większego zasilacza. Funkcje jakie miał spełniać, to przede wszystkim możliwość zapalania i gaszenia światła z użyciem pilota zdalnego sterowania, możliwość przyciemniania światła, sterowanie z komputera, zegar z budzikiem i włącznik akustyczny. Zabierając się do realizacji projektu należało podjąć kilka decyzji, a mianowicie dotyczących wyboru rodzaju pilota (podczerwień czy radiowy) oraz sposobu dołączenia do komputera. I tu nasunął się pomysł na użycie interfejsu Bluetooth.

W pierwszej fazie projektu wybrano obudowę, w której miała zmieścić się cała elektronika. Mój wybór padł na obudowę od zasilacza z wbudowanym gniazdkiem. Niestety, ten wybór pociągnął za sobą pewne konsekwencje. Wbudowane gniazdko zmniejszyło znacznie ilość miejsca wewnątrz obudowy, przewidzianą na obwód drukowany w kolejnym etapie należało przyjąć kształt płytki lub płytek PCB i rozplanowanie miejsca na wyświetlacz i przyciski. W końcu przyszedł czas na schemat elektryczny urządzenia.



**Projekt 187**

## Opis konstrukcji

Całe urządzenie podzieliłem na trzy części: pierwszą, odpowiedzialną za zasilanie i sterowanie fazowe (płytką dolną), drugą, odpowiedzialną za komunikację z komputerem, odbiór sygnału IR oraz całe menu (płytką górną) i trzecią, to jest nadajnik zadlanego sterowania.

Schemat układu płytki dolnej pokazano na **rysunku 1**. Zawiera on część układu odpowiedzialnego za sterowanie fazowe. Zostało ono zrealizowane za pomocą triaka. Detekcja przejścia fazy przez zero jest wykonana po stronie wtórnej transformatora (na napięciu bezpiecznym) za pomocą dwóch tranzystorów. Wyjście z układu detekcji jest podłączone do mikrokontrolera ATmega8

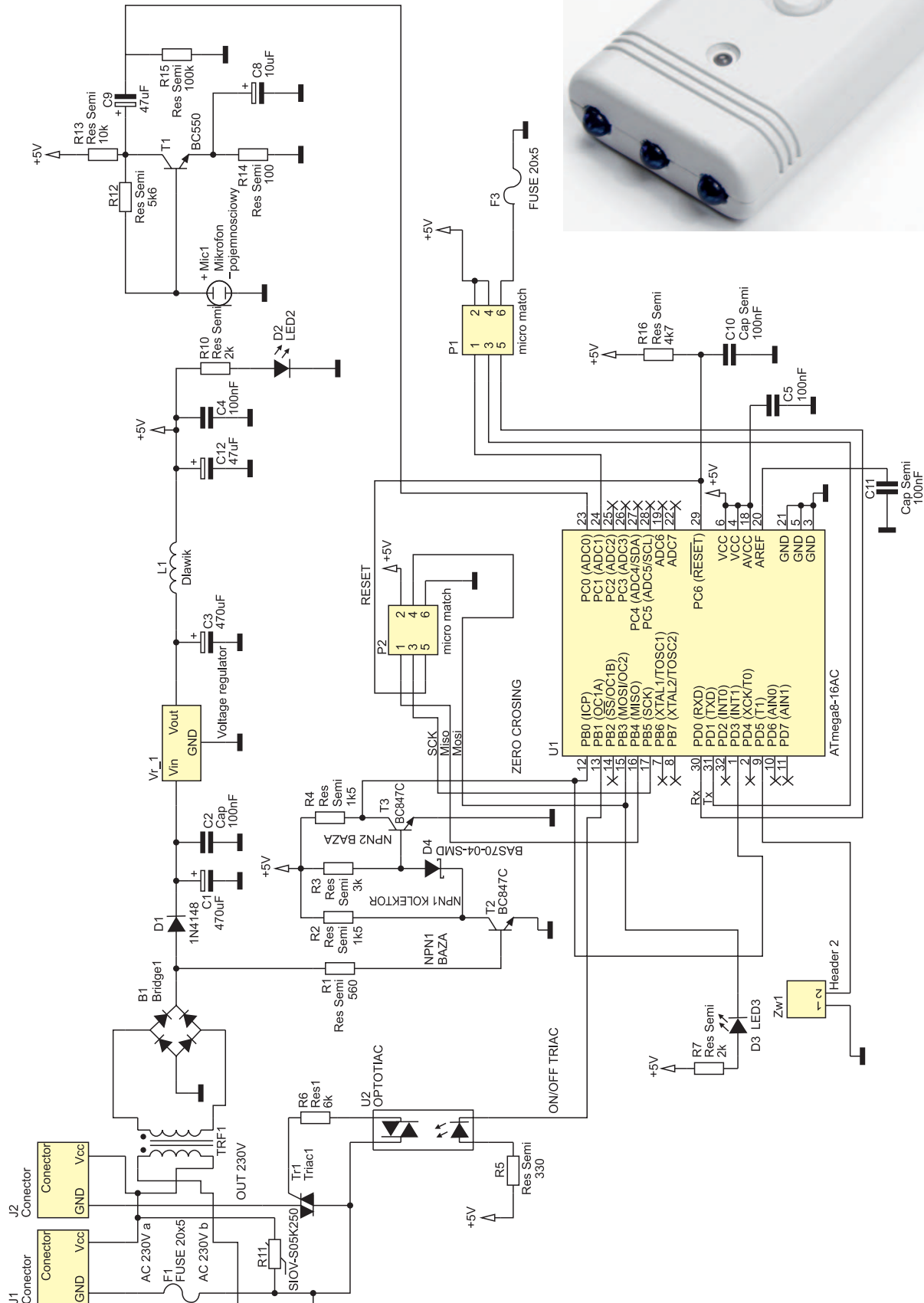
taktowanego sygnałem zegarowym 8 MHz, z wewnętrznego oscylatora RC. Taki oscylator pracuje stabilnie, jeśli pobór prądu układu jest w przybliżeniu stały (tak, aby przesunięcie fazowe na transformatorze było jednakowe). Jeżeli pobór prądu byłby zmienny, mogłoby to doprowadzić do samoistnego przyciemniania i rozjaśniania podłączonego źródła światła. W tej części układu znalazło się również miejsce na włącznik akustyczny. Mikrofon pojemnościowy został podłączony do wzmacniacza tranzystorowego, z którego sygnał jest podawany na przetwornik A/C mikrokontrolera.

Do zasilania układu posłużył transformator przewidziany do montażu na płytce PCB i liniowy stabilizator napięcia 5 V. Wszystkie

elementy układu, poza modułem Bluetooth, są zasilane z napięcia 5 V. Cały układ jest zabezpieczony przed przepięciami i ewentualnym zwarcieniem za pomocą bezpiecznika i warystora.

Głównym elementem drugiego układu (górną płytkę, schemat na rysunku 2) jest mikrokontroler ATmega162 taktowany sy-

gnalem zegarowym 16 MHz. W urządzeniu nie zastosowano zewnętrznego układu RTC, natomiast do wejścia taktującego Timera2 (nóżki TOSC1 i TOSC2) mikrokontrolera jest dołączony kwarc zegarkowy. Dzięki takiemu rozwiązaniu został obniżony koszt urządzenia i uproszczono układ oraz oprogramowa-



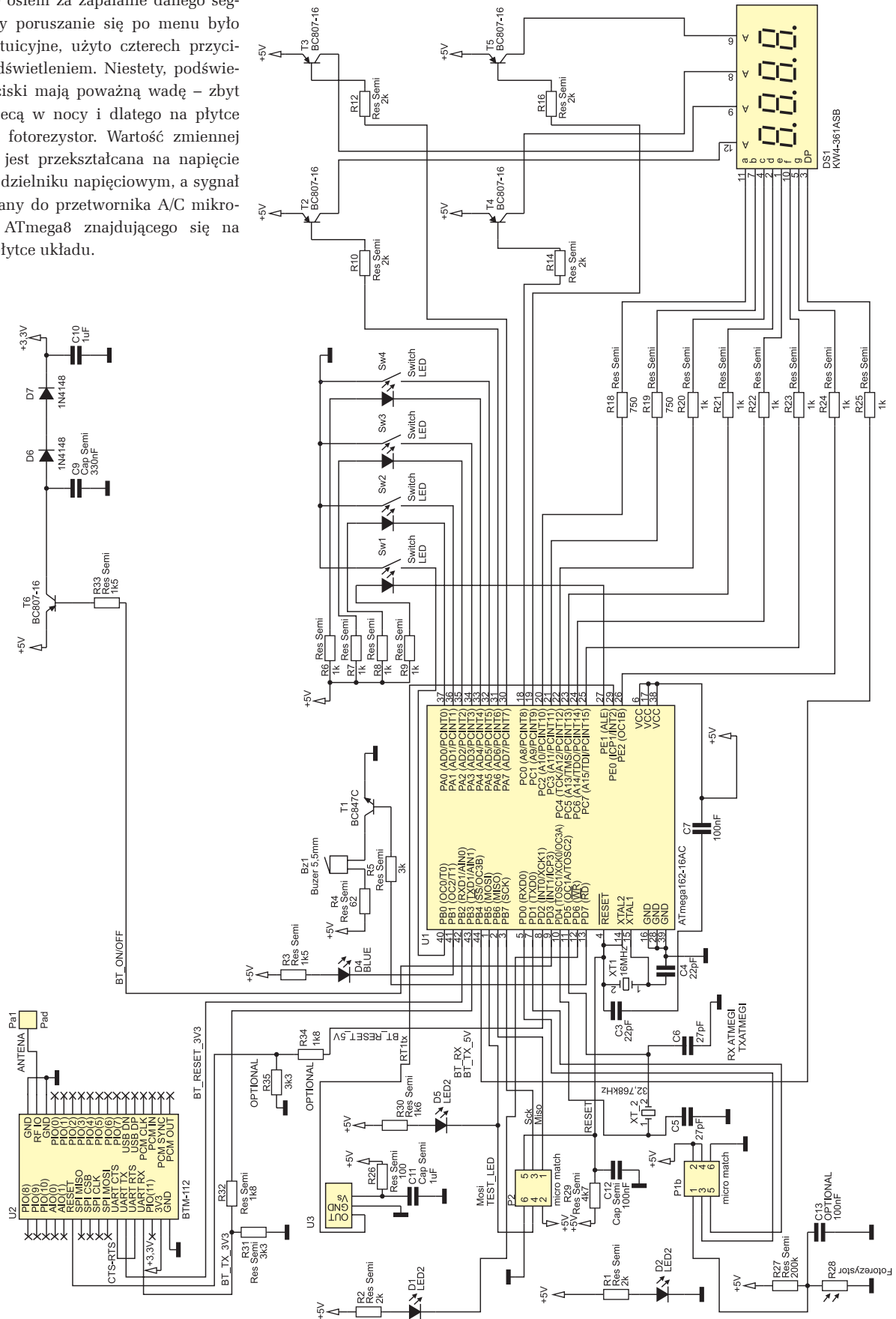
Rysunek 1. Schemat ideowy płytki dolnej

nie. Do wyświetlania godziny i menu służy poczwórny wyświetlacz segmentowy LED ze wspólną anodą. Wyświetlacz wykorzystuje 12 nóżek mikrokontrolera. Cztery z nich są odpowiedzialne za multipleksowanie cyfr, a pozostałe osiem za zapalanie danego segmentu. Aby poruszanie się po menu było proste i intuicyjne, użyto czterech przycisków z podświetleniem. Niestety, podświetlane przyciski mają poważną wadę – zbyt mocno świecą w nocy i dlatego na płytce znalazł się fotorezystor. Wartość zmiennej rezystancji jest przekształcana na napięcie w prostym dzielniku napięciowym, a sygnał jest podawany do przetwornika A/C mikrokontrolera ATmega8 znajdującego się na pierwszej płycie układu.

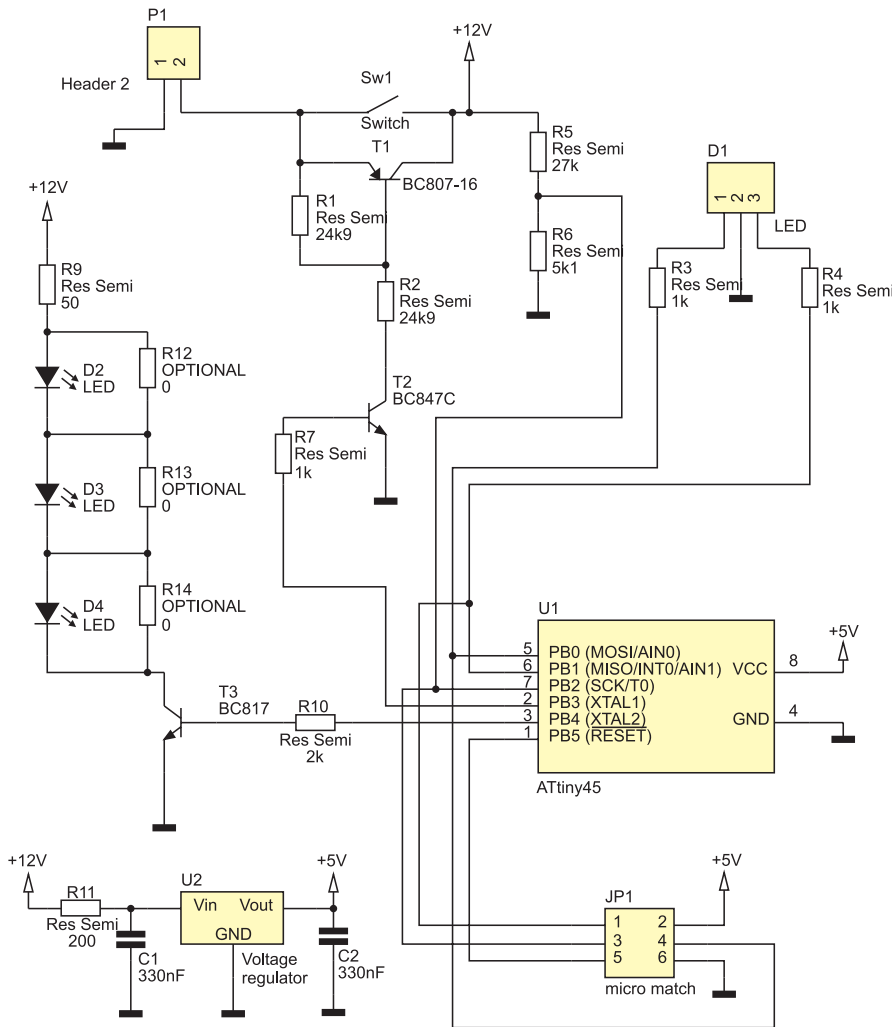
Za dźwięk budzika odpowiada buzer z wbudowanym generatorem.

Kolejnym elementem jest odbiornik Bluetooth o zasięgu około 10 m. Komunikuje się on z mikrokontrolerem ATmega162

przez interfejs UART. Ponieważ Bluetooth jest zasilany napięciem 3,3 V, na linii TX mikrokontrolera znajduje się dzielnik napięciowy dostosowujący poziomy napięć interfejsów.



Rysunek 2. Schemat ideowy płytki górnej



Rysunek 3. Schemat ideowy nadajnika zdalnego sterowania

Do odbioru sygnału IR posłużył scalony odbiornik podczerwieni.

Obie części całego układu są połączone ze sobą taśmą 6-przewodową. Mikrokontrolery komunikują się pomiędzy sobą z użyciem interfejsów UART.

Ostatnią częścią urządzenia jest pilot wykonany z mikrokontrolerem ATtiny45. Jego schemat pokazano na rysunku 3. Zasilany jest z baterii 12 V. Dla zwiększenia zasięgu użyto trzech diod IR sterowanych przez tranzystor NPN. Liczbę diod można zredukować do jednej wlotowując zamiast dwóch pozostałych rezystory 0R. Pilot nie pobiera prądu gdy nie jest używany. Napięcie jest podawane na układ w chwili naciśnięcia przycisku, a po wysłaniu kodu mikrokontroler sam odłącza zasilanie. Ma on także funkcję pomiaru rozładowania baterii. Można ją włączyć przez dłuższe przytrzymanie przycisku.

Aby obudowa wyglądała ładnie została wyfrezowana na ploterze CNC. Wykonano w niej cztery otwory pod przyciski i jeden duży pod wyświetlacz. Wyświetlacz jest zasłonięty przyciemnianą pleksi tak, by po wyłączeniu urządzenia był prawie niewidoczny. Dodatkowo nawiercono otwory w obudowie w celu lepszego chłodzenia.

Urządzenie jest zbudowane z elementów SMD. Jego montaż jest prosty, aczkolwiek wymaga pewnej wprawy i ostrożności. Odpowiednie schematy montażowe umieszczono na rysunkach 4...6, natomiast na rysunku 7 pokazano miejsca wykonania otworów w obudowie pod wyświetlacz i przyciski.

**Wykaz elementów**  
**Płytką górną**

**Rezystory:**

- R3: 1,5 kΩ (1206)
- R28: 27...94 kΩ
- R1, R2: 2 kΩ (0805)
- R10, R12, R14, R16, R30: 2 kΩ (0603)
- R34: 1,8 kΩ (0603)
- R35: 3,3 kΩ (0603)
- R4: 62 Ω (0805)
- R26: 100 Ω (0805)
- R27: 10 kΩ (0603)
- R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25: 1 kΩ (0603)
- R6, R7, R8, R9: 1 kΩ (0805)
- R5: 3 kΩ (0805)
- R29: 4,7 kΩ (0603)
- R31: 3,3 kΩ (0805)
- R32: 1,8 kΩ (0805)
- R33: 1,5 kΩ (0603)

**Kondensatory:**

- C3, C4: 22 pF (1206)
- C5, C6: 27 pF (1206)
- C10, C11: 330 nF (1206)
- C7, C9, C12, C13: 100 nF (0603)

**Półprzewodniki:**

- D1, D2, D4, D5: dioda LED
- T1: BC847C (SOT23)
- T2...T6: BC807-16 (SOT23)
- U1: ATmega16-16AC (TQFP44)
- U2: BTM112
- U3: TSOP34836

**Inne:**

- P1b, P2: Micro match 6-pin

- DS1: KW4-361ASB
- SW2, SW3: KS01-BL-3
- SW4, SW5: KS01-BL-1
- Bz1: buzzer z generatorem
- XT1: kwarc 16 MHz
- XT2: kwarc 32,768 kHz

**Płytką dolną**

**Rezystory:**

- R11: SIOV-S05K250
- R7, R10: 2 kΩ (0805)
- R15: 100 kΩ (1206)
- R5: 330 Ω (1203)
- R16: 4,7 kΩ (0603)
- R2, R4: 1,5 kΩ (1206)
- R3: 3 kΩ (1206)
- R1: 560 Ω (1206)
- R13: 5 kΩ (1206)
- R14: 2,5 kΩ (1206)

**Kondensatory:**

- C1, C3: 470 μF
- C9, C12: 47 μF (5×11)
- C2, C4, C5: 100 nF (1206)
- C10, C11: 100 nF (0603)
- C8: 10 μF (4×7)

**Półprzewodniki:**

- D1: LL4148 (MMELF)
- D2: BAS70-04 (SOT23)
- T2, T3: BC847C (SOT23)
- T1: BC550 (TO92)
- U1: ATmega8-16AC (TQFP32)
- U2: MOC3020 (DIP6)
- B1: B805
- Tr1: BT137/600 (TO220)

Vr\_1: 7805 (TO220)

**Inne:**

- MIC1: BCM-9765P
- J1, J2: TB-5.0-P-2P1-GY
- F1: ZH20
- P1, P2: AMP-0-215079-6
- F3: Z-PTC0.3
- L1: dławik BLM18PG600SN1D
- Bezpiecznik ZKSS 8A
- Radiator FK33

**Nadajnik zdalnego sterowania**

**Rezystory:**

- R12...R14: 0 Ω (0603)
- R9: 50 Ω (1206)
- R3, R4, R7, R10: 1 kΩ (0603)
- R1, R2: 24,9 kΩ (0603)
- R5: 25 kΩ (0603)
- R6: 5,1 kΩ (0603)
- R11: 200 Ω (1206)

**Kondensatory:**

- C1, C2: 100 nF (1206)

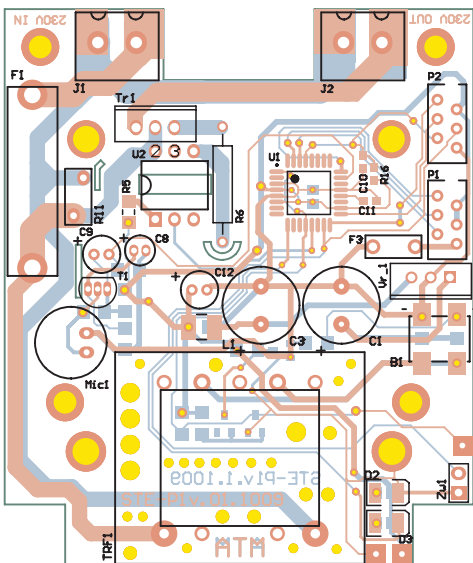
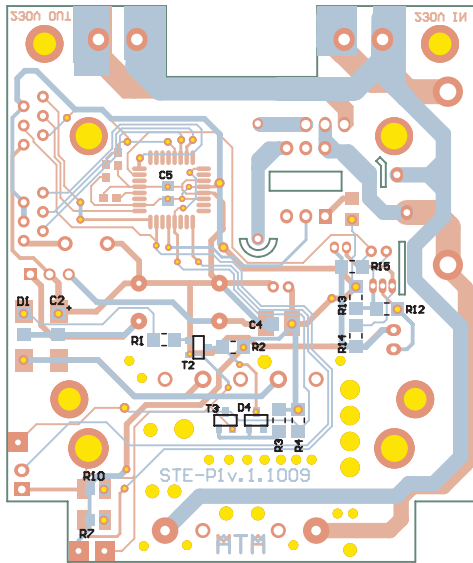
**Półprzewodniki:**

- T2, T3: BC847C (SOT23)
- T1: BC807 (SOT23)
- D2...D4: LL-503IRT2E-2AC
- D1: czerwony LED
- U1: ATtiny45 (SOIC8)
- U2: 78L05 (TO92)

**Inne:**

- JP1: AMP-0-215079-6
- SW1: B3S-1002P
- Obudowa ABS-14N





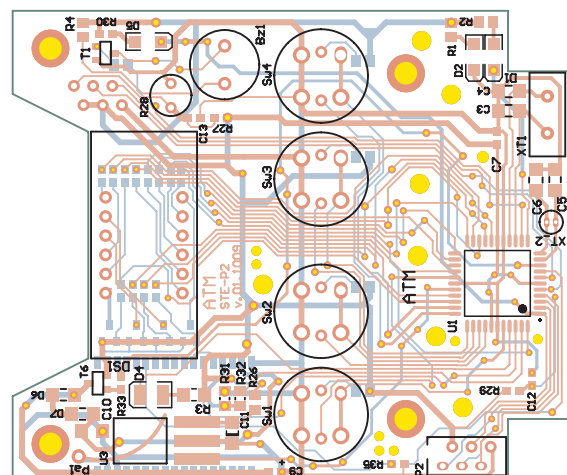
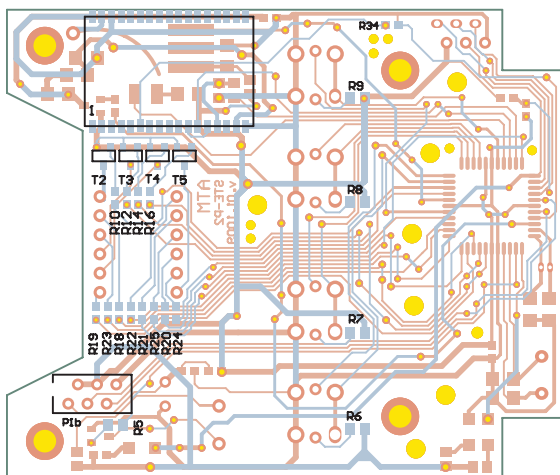
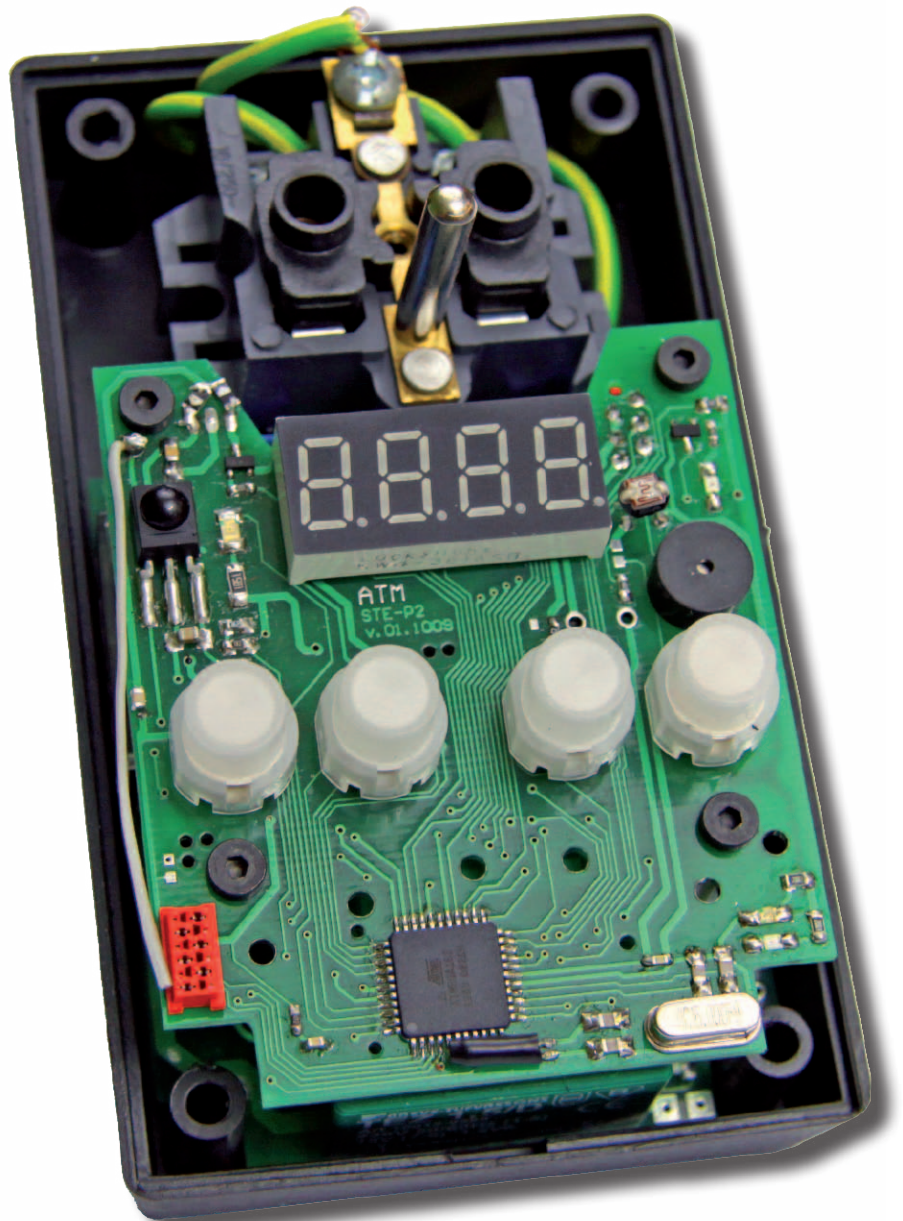
Rysunek 4. Schemat montażowy płytki dolnej

**Opis oprogramowania**

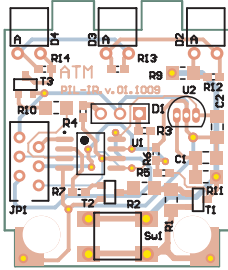
Oprogramowanie mikrokontrolerów zostało napisane w języku C (AVR Studio), natomiast oprogramowanie obsługujące urządzenie na komputerze w języku C#.

Obsługa sterownika jest prosta. Po podłączeniu do sieci, na wyświetlaczu zapalają się cztery poziome kreski i po chwili urządzenie jest gotowe do użycia. Na wyświetlaczu jest wyświetlona nieustawiony czas, czyli 00:00 i podświetlają się na czerwono

dwa przyciski: po lewej stronie przycisk włączenia i wyłączenia oświetlenia, a po prawej stronie przycisk *Menu*. Naciśnięcie jeden raz przycisku *Menu* powoduje podświetlenie zielonych przycisków i wejście w stan ustawiania budzika. Zielone przyci-



Rysunek 5. Schemat montażowy płytki górnej



Rysunek 6. Schemat montażowy nadajnika zdalnego sterowania

ski służą do ustawienia czasu wyzwolenia alarmu, natomiast przycisk czerwony po lewej stronie zatwierdza jego nastawę. Naciśnięcie przycisku dwa razy powoduje (jak poprzednio) migotanie wyświetlacza, ale tym razem ustawiany jest czas. Trzykrotne naciśnięcie przycisku *Menu* powoduje wyświetlenie dwóch cyfr o wartościach 0 lub 1. Są to wartości odpowiadające za włączenie lub wyłączenie pewnych funkcji sterownika. I tak, cyfra po lewej stronie odpowiada za ustawienie włącznika akustycznego, a cyfra po prawej za włączenie lub wyłączenie buzera. Wartości cyfr można zmienić zielonymi przyciskami. Czterokrotne naciśnięcie *Menu* wyzwala taki sam tryb, jak poprzednio lecz do ustawienia mamy odpowiednio: wyłączenie interfejsu Bluetooth i wyłączenie ustawionego alarmu.

Gdy urządzenie znajduje jest w stanie spoczynkowym (na wyświetlaczu jest wyświetlany aktualny czas), po naciśnięciu czerwonego przycisku po lewej stronie następuje podłączenie napięcia sieciowego do wbudowanego gniazdka. Przyciski podświetlone na zielono odpowiadają za ściemnienie i rozjaśnianie oświetlenia.

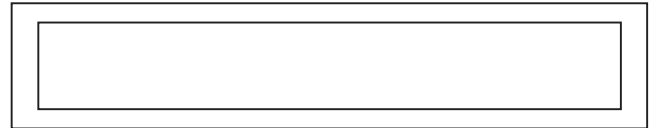


Czerwona dioda sygnalizuje ustawienie alarmu, natomiast migająca niebieska dioda sygnalizuje działanie Bluetooth. Jeżeli alarm wyzwoi się, urządzenie sygnalizuje to dźwiękiem i rozjaśniając się światłem. Aby wyłączyć alarm należy nacisnąć czerwony lub zielony przycisk po lewej stronie.

Aby włączyć 7-minutową drzemkę, należy nacisnąć zielony lub czerwony przycisk z prawej strony lub użyć pilota.

Oprogramowanie mikrokontrolera ATmega8 funkcjonuje w oparciu o system przerwań. Schemat działania jest następujący: sygnał z detektora przejścia fazy przez zero jest podawany na wejście INT1. W przerwanii jest włączany timer odmierzający czas, po którym powinno nastąpić załączenie triaka, aby oświetlenie miało żadaną moc. Wartości ustawień timera są zapisane na stałe w tablicy. Podając moc w procentach, wybieramy odpowiednią komórkę z tablicy. Zapamiętana w niej wartość zostaje wpisana do timera. W pętli jest wykonywany pomiar napięcia na wyjściu wzmacniacza mikrofonowego i pomiar napięcia dzielnika napięciowego, do którego jest podłączony fotorezystor. Aby sterownik nie załączał światła przy każdym stuknięciu został zastosowany algorytm, który rozpoznaje trzy kolejne klaśniecia i dopiero wysła komendę do drugiej płytki układu z poleceniem załączenia lub wyłączenia oświetlenia. Jeżeli mikrokontroler ATmega162 nie ma włączonej blokady mikrofonu, to załączy oświetlenie przez wysłanie komendy do płytki dolnej. Rozwiązanie to zapobiega w większości przypadków samoistnemu załączeniu się oświetlenia, ale pojawia się problem, gdy poziom dźwięku w pomieszczeniu jest podniesiony (np.: włączona głośna muzyka). Dlatego zaimplementowano filtr adaptacyjny, który w zależności od poziomu dźwięku dostosowuje siłę klaśniecia używanego do załączenia oświetlenia.

Za sterowanie urządzeniem w podczerwieni odpowiada płytka górna z mikrokontrolerem ATme-



Rysunek 7. Sposób wykonania otworów

ga162. Do komunikacji zastosowano niestandardowy kod, w którym jako pierwszy bit jest wysyłany bit startu (wartość 1), a następnie 8 bitów mówiących o adresie urządzenia i 3 bity odpowiadające rozkazowi, który ma wykonać urządzenie. Zapewnia to stabilną transmisję.

Komunikacja z komputerem odbywa się za pośrednictwem komend wysyłanych przez Bluetooth. Po stronie komputera sterownik jest widziany jako wirtualny port szeregowy. Aby nawiązać komunikację należy przede wszystkim dodać urządzenie Bluetooth. Na liście wyszukanych przez komputer PC zgłosi się ono jako „PCA CONTROLLER”. Aby uruchomić program należy zainstalować *NET.Framework 3.5*.

Po uruchomieniu programu na ekranie PC zostanie wyświetlony pasek postępu. Urządzenie w tym czasie pobierze listę dostępnych portów COM i przeszuka ją, aby wykryć czy na którymś z portów nie znajduje się PCA CONTROLLER. Jeżeli urządzenia zostanie odnalezione, w rozwijanym polu zostanie wyświetlona lista sterowników oświetlenia z dodanym kolejnym numerem, a na sterowniku zostanie automatycznie zaktualizowany czas. Po wybraniu jednego z urządzeń należy połączyć się z urządzeniem klikając na przycisk *Connect*. Jeżeli próba połączenia powiedzie się, zostanie wyświetlone menu urządzenia. Do dyspozycji mamy jeden przycisk odpowiedzialny za włączenie i wyłączenie oświetlenia, a także suwak do ustawienia mocy światła. Z komputera jest możliwe ustawienia budzika, włączenia lub wyłączenia (buzera, mikrofonu, alarmu i Bluetooth).

Fizycznie linie RX i TX Bluetooth są podłączone do sprzętowego UART mikrokontrolera. Komunikacja przebiega z prędkością 19200 bps. Aby sterownik fazy był widziany jako „PCA CONTROLLER”, należy na początku wgrać oprogramowanie konfiguracyjne do mikrokontrolera ATmega16. Jednorazowo zostanie ustawiony moduł Bluetooth (wpisana nazwa i wyłączone echo). Konfigurację należy przeprowadzić tylko raz.

Artur Miękus  
miekisz1@wp.pl