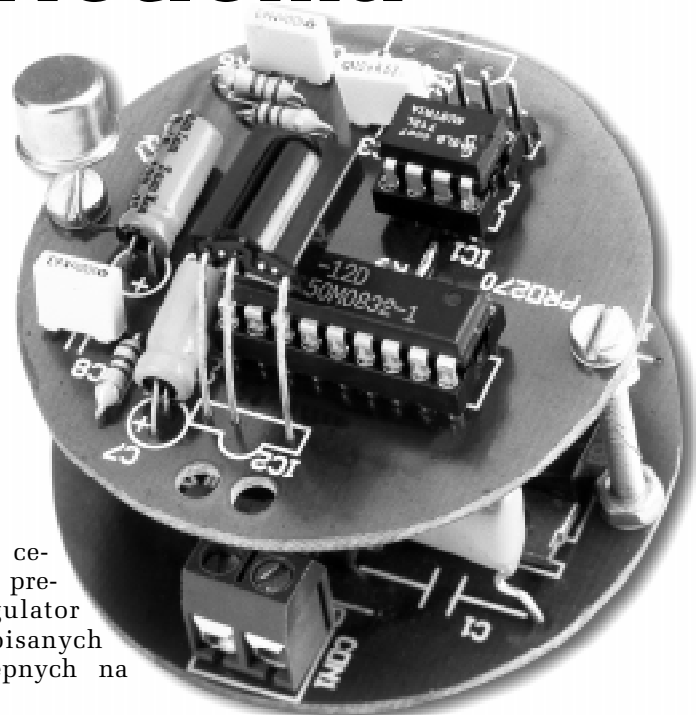
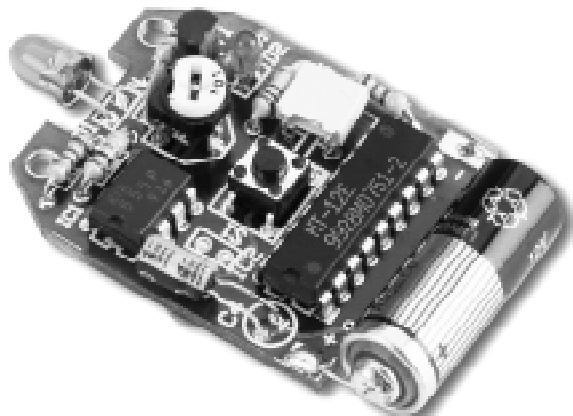


Zdalnie sterowany regulator oświetlenia

AVT-881



Prezentowany w artykule układ jest kolejnym, który umożliwia płynną regulację natężenia oświetlenia elektrycznego, a ściślej mówiąc prądu pobieranego przez odbiornik energii elektrycznej. Od innych, popularnych „ściemniaczy“ odróżnia go jednak kilka cech, które znacznie podnoszą jego walory użytkowe.

Podstawowe cechy odróżniające prezentowany regulator od innych opisanych w EP lub dostępnych na rynku to:

1. Regulacji dokonujemy bez stosowania jakichkolwiek, zużywających się i zawodnych elementów mechanicznych. Mamy do dyspozycji aż dwa sposoby regulacji natężenia oświetlenia:

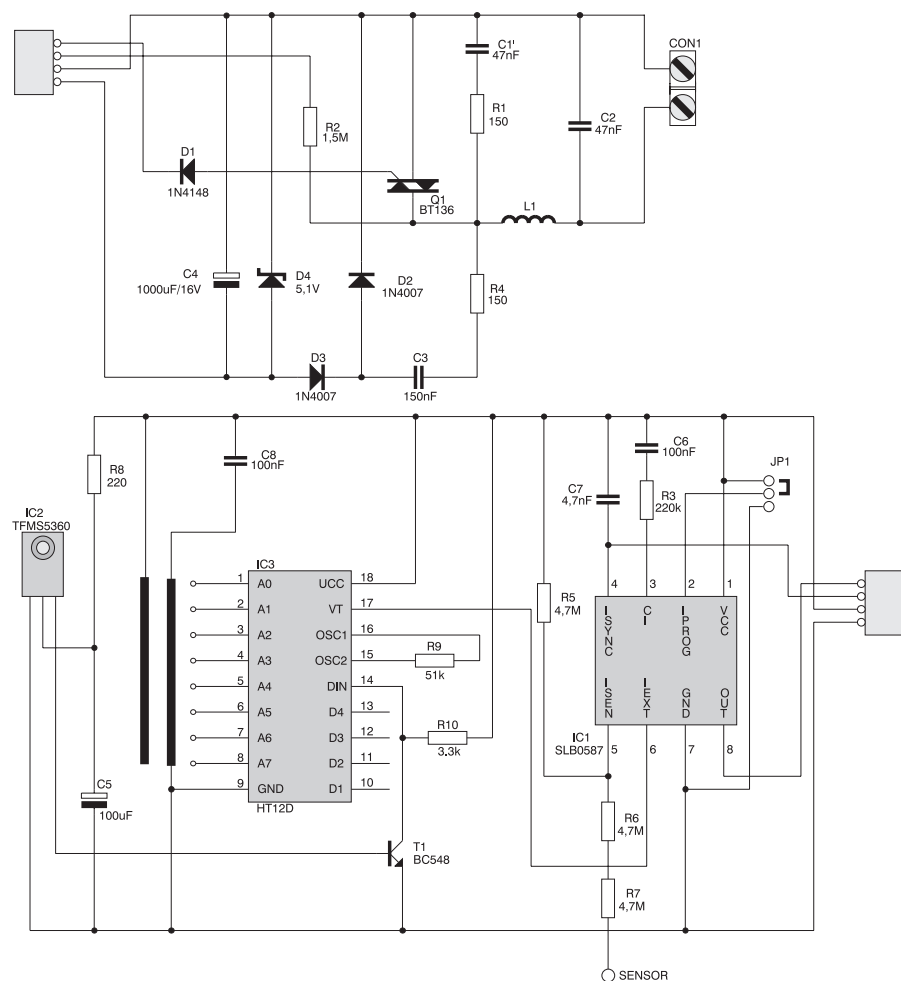
- Regulacja dotykowa. Dotknięcie palcem sensora powoduje włączenie lub wyłączenie oświetlenia. Dłuższe przytrzymanie palca na sensorze wywoła, w zależności od sposobu skonfigurowania układu, powolne zmniejszanie natężenia lub, po kolejnym dotknięciu, jego zwiększanie. W drugim trybie pracy po zmniejszeniu natężenia oświetlenia do minimum dalsze dotyknięcie sensora powoduje zwiększanie natężenia światła, a po dojściu do maksimum ponowne zmniejszanie.
- Opisane funkcje mogą być także wywoływane z odległości, za pomocą specjalnego pilota pracującego w podczerwieni. Informacja przekazywana przez pilota jest kodowana, co praktycznie wyklucza błędne działanie układu na skutek zakłóceń.

2. Popularne ściemniacze, wykorzystujące fazową regulację natężenia oświetlenia, nadawały się doskonale do zasilania żarówek lub grzałek, czyli elementów o ma-

łej indukcyjności. Zasilanie odbiorników energii o dużej indukcyjności, jakimi są na przykład transformatory zasilające popularne żarówki halogenowe, było utrudnione, a czasami niemożliwe. Zastosowanie wyspecjalizowanego układu scalonego typu SLB0587, przeznaczonego głównie do sterowania zasilaniem obciążeń indukcyjnych, pozwoliło na regulację mocy niskonapięciowych żarówek halogenowych (typowo zasilanych z transformatorów) i silników prądu przemiennego.

3. Po wyłączeniu oświetlenia układ potrafi zapamiętać (w jednym z trybów pracy) ostatnio ustawione natężenie siły światła i po ponownym włączeniu przywrócić jego poprzednią wartość.

Kiedy przystąpiłem do projektowania układu zdalnie sterowanego regulatora oświetlenia, początkowo miałem zamiar wykorzystać do jego sterowania typowego pilota od sprzętu RTV. Jednak po namyśle zrezygnowałem z tego, pozornie tylko ułatwiającego życie pomysłu. Po pierwsze, do sterowania ściemniaczem nadawałyby się tylko jeden, narzucony z góry rodzaj pilota,



Rys. 1. Schemat elektryczny regulatora.

którym najprawdopodobniej byłoby urządzenie pracujące w standardzie RC5. Jest to jedynie pozornie najpopularniejszy standard w naszym kraju. Mam kilka urządzeń RTV (produkcji „fabrycznej”) w domu, ale żadne z nich nie wykorzystuje standardu RC5, ponieważ wszystkie są produkcji japońskiej. Myślę, że w przypadku zastosowania w układzie ściemniacza odbiornika RC5 wielu Czytelników napotkałoby taki sam problem.

Po drugie, ściemniacz oświetlenia w założeniu może być instalowany w dowolnym pomieszczeniu, a nie tylko w tym, gdzie znajduje się domowy sprzęt RTV. Nawet w przypadku niewielkiego mieszkania, udawanie się do drugiego pomieszczenia w celu odnalezienia pilota, użycie go do wyłączenia oświetlenia i ponowne odniesienie nadajnika na miejsce nie byłoby udogodnieniem, ale jego zaprzeczeniem. Stosowanie domowej elektroniki powinno to gwarantować.

Te dwa powody zadecydowały, że postanowiłem zbudować specjalnego pilota, przeznaczonego tylko do naszego regulatora oświetlenia. Oczywiście, nikt nie jest zmuszony do budowania tego fragmentu układu ściemniacza. Jeżeli zadowolimy się regulacją za pomocą dotykania sensora, to nadajnik podczerwieni jest całkowicie zbędny.

Układ zdalnie sterowanego ściemniacza charakteryzuje się bardzo małymi wymiarami, a ponadto został umieszczony na płytce obwodu drukowanego o kształcie koła. Umożliwia to umieszczenie układu wewnątrz typowej elektrotechnicznej szafki instalacyjnej. Regulator dołączany jest szeregowo w obwód żarówki lub innego odbiornika energii, tak że prowadzenie jakichkolwiek dodatkowych przewodów do szafki instalacyjnej jest absolutnie zbędne. Małe wymiary ułatwiają także umieszczenie układu w obudowie transformatora zasilającego żarówki halogenowe.

Jak już wspominałem, zdalne sterowanie regulatorem nie zawsze i nie każdemu jest potrzebne. Dlatego też urządzenie zostało zaprojektowane tak, aby mogło zostać wykonane również w zubożonej wersji: bez odbiornika podczerwieni, dekodera i pilota.

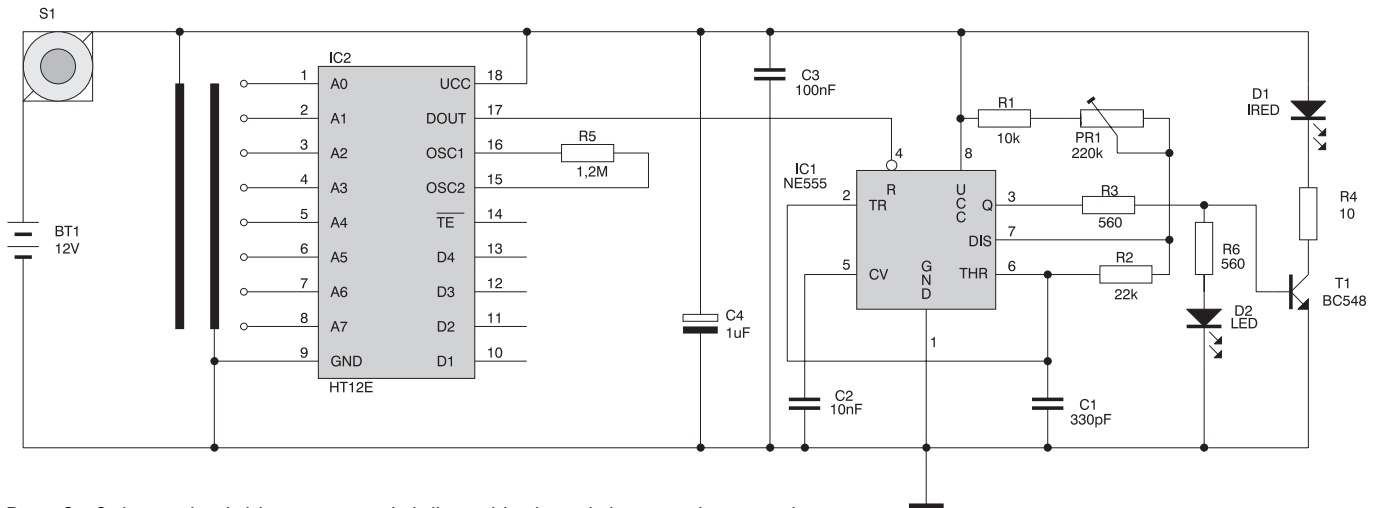
Opis działania układu

Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny regulatora wraz z odbiornikiem podczerwieni i dekodern, a na rys. 2 schemat elektryczny pilota - nadajnika kodowanego sygnału sterującego regulatorem. Schemat regulatora został podzielony na dwie części, zgodnie z rozmieszczeniem elementów na płytce obwodu drukowanego.

Górna część rys. 1 przedstawia układ zasilania regulatora, obwód wykonawczy z triakiem Q1 i prosty filtr przeciwzakłóceńowy. Napięcie sieci prostowane jest za pomocą prostownika napięcia zbudowanego z diod D2 i D3 i stabilizowane do poziomu ok. 5VDC za pomocą diody Zenera D4. Rezystor R4 i kondensator C3 ograniczają prąd płynący do zasilacza do bezpiecznej wartości. Filtr przeciwzakłóceńowy został zgodnie z zaleceniami firmy SIEMENS - producenta układu SLB0587 - zbudowany z wykorzystaniem rezystora R1 i kondensatorów C1' i C2. Jednak taki filtr, pomimo zapewnień producenta, okazał się mało skuteczny i dlatego dodałem do niego dodatkowy element: dławik L1. Po takim uzupełnieniu układu skuteczność tłumienia zakłóceń wywołanych włączeniem triaka znacznie wzrosła.

Zasada fazowej regulacji napięcia jest chyba znana wszystkim Czytelnikom i dlatego przypomnijmy ją tylko w największym skrócie. Moc oddawana do odbiornika zależy od momentu, w którym po przejściu napięcia sieci przez zero zostanie włączony triak. Sądzę, że rys. 3 wystarczająco jasno ilustruje ten sposób regulacji.

Sercem naszego regulatora jest układ scalony SLB0587. Jest to wyjątkowo interesujący układ, kryjący w swoim wnętrzu spore możliwości i zaprojektowany wyjątkowo przemyślnie. Dziwne nawet wydaje się, że do tej pory nie



Rys. 2. Schemat elektryczny nadajnika układu zdalnego sterowania.

znalazł zastosowania w naszych projektach. W zasadzie SLB0587 został zaprojektowany do sterowania obciążen o charakterze indukcyjnym, a konkretnie do zasilania żarówek halogenowych za pośrednictwem transformatora sieciowego. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować go do zasilania zwykłych żarówek, pamiętając o możliwości dołączania do układu obciążen zawierających duże indukcyjności.

Poza podstawowymi funkcjami, które za chwilę omówimy, SLB0587 posiada wbudowany obwód tzw. „miękkiego startu”. Oznacza to, że obciążenie włączane jest stopniowo, co likwiduje udary prądowe występujące podczas dołączania do sieci żarówek z zimnym włóknem. Nie przeprowadzałem długotrwałych testów, ale należy sądzić, że już tylko ta cecha układu SLB0587 pozwoli na znaczne zmniejszenie wydatków na nowe żarówki, które zwykle przepalają się w momencie ich włączenia do sieci.

Układ SLB0587 jest sterowany alternatywnie przez jedno z dwóch wejść: ISEN lub IEXT. Do wejścia ISEN, za pośrednictwem rezystorów zabezpieczających przed porażeniem prądem, dołączony jest czujnik dotykowy. Reakcje układu na dotknięcie czujnika są następujące:

- Jeżeli czujnik jest dotykany przez czas od 50 do 400ms, to układ naprzemiennie włącza i wyłącza dołączone do niego obciążenie. W przypadku pracy w trybie 2 układ zawsze zapamiętuje ostatnio ustawioną moc,

a w pozostałych trybach do obciążenia zawsze dostarczana jest początkowo pełna moc.

- Jeżeli natomiast pobudzenie czujnika będzie trwało przez czas dłuższy niż 400ms (dłużej przytrzymamy palec na czujniku), to reakcja układu będzie zależeć od stanu wejścia programującego IPROG:

Tryb pracy 1 - wejście IPROG zwarte do masy. Każdorazowe dotknięcie czujnika na czas dłuższy niż 400ms powoduje rozpoczęcie regulacji natężenia oświetlenia od minimalnego poziomu. Po kilku sekundach natężenie światła wzrasta do maksimum i jeżeli nadal dotykamy do czujnika, to zaczyna stopniowo maleć, aż do ponownego osiągnięcia minimum. Dalsze dotknięcie czujnika powoduje ponowny wzrost natężenia oświetlenia, i tak dalej.

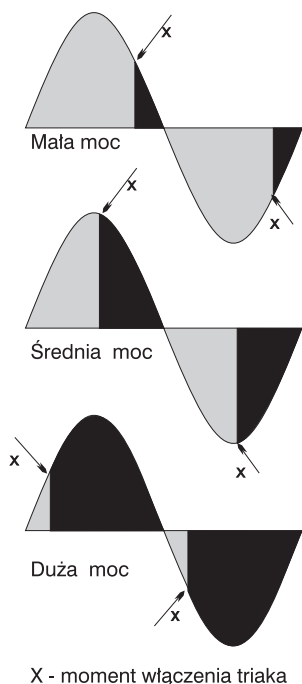
Tryb pracy 2 - wejście IPROG „wisi w powietrzu”. Każdorazowe dotknięcie czujnika przez czas dłuższy niż 400ms powoduje odwrócenie kierunku regulacji. W tym trybie pracy układ zapamiętuje ostatnio ustawione natężenie oświetlenia.

Tryb pracy 3 - wejście IROG zwarte do plusa zasilania. Układ zachowuje się podobnie jak podczas pracy w trybie 2, z tym że ostatnio ustawione natężenie światła nie jest zapamiętywane i oświetlenie zawsze jest włączane z pełną mocą.

Reakcje układu na pobudzenie drugiego wejścia - IEXT są identyczne, jak reakcje na dotknięcie czujnika. Stanem aktywnym na wejściu IEXT jest stan wysoki. Zajmijmy się więc teraz zdalnym sterowaniem naszego regulatora, realizowanym właśnie z wykorzystaniem wejścia IEXT.

Sygnal emitowany przez nadajnik pilota odbierany jest przez scalony detektor podczerwieni typu TFMS5360, co daje możliwość łączności na odległość nawet do kilkunastu metrów. Wydawałoby się, że taki układ pracowałby poprawnie nawet bez stosowania kodowania przesyłanej informacji. Niestety, takie rozwiązanie nie zdałoby egzaminu w praktyce ze względu na możliwość zakłócenia. Dlatego też zastosowałem transmisję kodowaną za pomocą pary układów koder-dekoder: HT12E (koder) i HT12D (dekoder). Ukła-

Zanim jednak przystąpimy do wyjaśnienia zasady działania układu i jego budowy, chciałbym, aby Czytelnicy wzięli sobie do serca następujące ostrzeżenie: Wszystkie elementy układu regulatora (rzecz jasna, z wyjątkiem pilota) znajdują się pod niebezpiecznym dla życia i zdrowia napięciem sieci energetycznej 220VAC! Dlatego też stanowczo odradzam początkującym konstruktorom samodzielną budowę układu i proszę Ich o skorzystanie z pomocy bardziej doświadczonych elektroników. Po dołączeniu układu do zasilania należy zawsze pamiętać o zasadzie pracy jedną ręką, a najlepiej w ogóle nie dotykać niczego, z wyjątkiem sensora. Muszę także przestrzec, że korzystanie z układu przez osoby z wszczepionymi rozrusznikami serca może być **ekstremalnie niebezpieczne dla ich zdrowia i życia**.



Rys. 3. Zasada fazowej regulacji napięcia.

dy te, niezbyt już nowoczesne i nie nadające się do pełnienia swojej pierwotnej funkcji w pilotach od samochodowych układów alarmowych, w naszym układzie spełnią swoją rolę doskonale, a ich dodatkowym atutem jest relatywnie niska cena.

Nie będziemy tu opisywać działania tych układów, ponieważ były one już wielokrotnie stosowane w projektach AVT. Wystarczy wspomnieć, że koder emituje ciąg impulsów prostokątnych reprezentujących liczbę określoną stanem wejść adresowych. Dekoder porównuje otrzymaną sekwencję sygnałów z własnym wzorcem ustalonym stanem jego wejść adresowych i jeżeli dwa kolejne po-

równania wypadną pozytywnie, to na wyjściu VT dekodera pojawia się stan wysoki. Stan ten trwa tak długo, jak długo będziemy naciskać na przycisk pilota. Ponieważ wyjście VT dekodera zostało dołączone do wejścia IEXT układu SLB0587, wiemy już, że reakcja układu na naciśnięcie przycisku w pilocie będzie identyczna, jak na dotknięcie palcem sensora. Na schemacie z rys. 1 warto jeszcze zwrócić uwagę na tranzystor T1, pełniący funkcję inwertera sygnału otrzymywanego z detektora TFMS6360. Wiem, że początkujący konstruktorzy miewają problemy z interpretacją transmisji odebranej przez TFMS5360, zapominając, że sygnał na jego wyjściu jest zanegowany w stosunku do sygnału emitowanego przez nadajnik. Powtórna negacja przywraca zatem prawidłową fazę sygnału i zapewnia poprawne odebranie transmisji przez dekodery.

Na rys. 2 został pokazany schemat elektryczny pilota - nadajnika współpracującego z naszym regulatorem. Niewiele jest tu do skomentowania: znana nam już aplikacja koder HT12E, współpracująca z generatorem fali nośnej zrealizowanym oczywiście na moim ukochanym NE555. Praca generatora nośnej jest kluczowana sygnałem z wyjścia koder IC2, a jego częstotliwość określona jest wartościami rezystancji R1, R2, PR1 i pojemności C1. Potencjometr montażowy PR1 służy do precyzyjnego dostrojenia częstotliwości generatora, która powinna wynosić dokładnie 36kHz.

Zmodulowany sygnał pobierany z wyjścia Q generatora nośnej wzmacniany jest przez tranzystor

WYKAZ ELEMENTÓW

Układ ściemniacza

Rezystory

R1, R4: 150Ω/0,5W
R2: 1,5MΩ
R3: 220kΩ
R5..R7: 4,7MΩ
R8: 220Ω
R9: 51kΩ
R10: 3,3kΩ

Kondensatory

C1: 150nF/250V
C1, C2: 47nF/350V
C3: 150nF
C4: 1000μF/10V
C5: 100μF/10V
C6, C8: 100nF
C7: 4,7nF

Półprzewodniki

D1..D3: 1N4007
D4: Dioda Zenera 5,1V
IC1: SLB0587
IC2: TFMS5360
IC3: HT12D
T1: BC548
Q1: BT136

Różne

CON1: ARK2
JP1: 3x goldpin + jumper
L1: dławik wg opisu

Pilot

Rezystory

PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 220kΩ
R1: 10kΩ
R2: 22kΩ
R3, R6: 560Ω
R4: 10Ω
R5: 1,2MΩ

Kondensatory

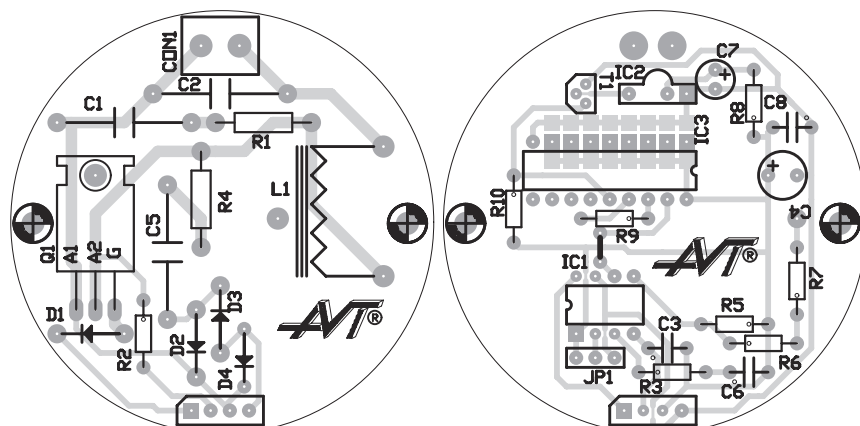
C1: 330pF
C2: 10nF
C3: 100nF
C4: 1μF/16V

Półprzewodniki

D1: IRED
D2: LED φ3mm
IC2: HT12E
IC1: NE555
T1: BC548

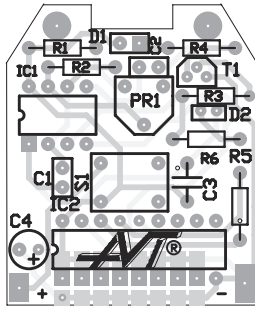
Różne

S1: przycisk typu microswitch 6 mm
Obudowa typu KM-15N



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych regulatora.

T1, z którego kolektora zasilana jest dioda nadawcza IRED - D1. Dioda LED D2 pełni wyłącznie funkcję kontrolną, a jasność jej świecenia może w przybliżeniu informować o stanie zużycia baterii.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej nadajnika.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 4 pokazano rozmieszczenie elementów na płytkach obwodu drukowanego regulatora, a na rys. 5 - na płytce pilota.

Obydwie płytki układu regulatora mają obrys kołowy i zostały zwymiarowane tak, aby zmontowany układ mieścił się w typowej elektrotechnicznej puszcze instalacyjnej.

Montaż rozpoczniemy od układu regulatora zaczynając od elementów o najmniejszych wymiarach, a kończąc na wlotowaniu w płytkę triaka i większych kondensatorów. Musimy pamiętać, że nasz układ będzie pracował pod napięciem 220V i montaż należy wykonać szczególnie starannie, stosując cynę dobrej jakości. Pewnym problem będzie wykonanie dławika L1. Jak już wspominałem, jest to element opcjonalny, nie zalecany przez producenta układu SLB0587, ale w pewnym stopniu zmniejszający nieuniknione zakłócenia radioelektryczne generowane przez nasz regulator. Można go wykonać nawijając na odcinku pręta ze starej anteny ferrytowej kilkanaście zwojów izolowanego drutu, o przekroju 0,8mm².

Po zmontowaniu układu regulatora musimy obydwie płytki połączyć ze sobą, najpierw elektrycznie, a potem mechanicznie. Połączenie elektryczne wykonujemy za pomocą czterech krótkich, izolowanych przewodów o długości 2..3cm. Następnie obydwie płytki skręcamy ze sobą za pomocą dwóch śrub o przekroju 3mm² i długości ok. 3cm oraz tulejek dystansowych. Zamiast tulejek można zastosować cztery dodatkowe nakrętki, stabilizujące położenie płytek względem siebie.

W układzie modelowym, z natury rzeczy przeznaczonym do testowania układu w warunkach laboratoryjnych, czujnik dotykowy wykonany był po prostu z kawałka drutu. W wykonaniu praktycznym w miarę efektywny czujnik można wykonać z łebka uszkodzonego tranzystora BC211/313 lub innego w podobnej obudowie.

Zmontowany układ należy umieścić wewnątrz naściennej puszkii elektrotechnicznej i zasłonić płytą czołową, wykonaną z przerobionego włącznika sieciowego. **Wszystkie czynności związane z dołączeniem układu do sieci należy bezwzględnie wykonać przy wyłączonych bezpiecznikach.**

Pozostał nam już tylko montaż pilota i ustawienie w obydwóch urządzeniach identycznych kodów transmisji. Płytkę pilota także montujemy typowo z jednym wyjątkiem: tym razem nie należy stosować podstawek pod układy scalone. Płytkę pilota została zwymiarowana pod typową dla takich układów obudowę: KM-15B, w której przy zastosowaniu pod-

stawek układ w żadnym wypadku nie zmieściłby się.

Po zmontowaniu płytki pilota wkładamy ją do obudowy i doświadczalnie ustalamy długość przycisku S1. Przycisk dostarczany w kicie celowo jest nieco za długi i należy go skrócić, delikatnie obcinając nożem lub obrabiając pilnikiem.

Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ nie wymaga jakiegokolwiek uruchamiania, ale jedynie prostej regulacji i ustawienia kodów, identycznych w nadajniku i odbiorniku. Kod ustawiamy łącząc z masą lub pozostawiając nie podłączone końcówki A0..A7 układu kodera i dekoder. Połączenia wykonujemy za pomocą kropelek cyny nakładanych na specjalnie powiększone punkty lutownicze na spodniej stronie płytki. **Ważne jest, aby kody ustawione w nadajniku i odbiorniku były identyczne!**

Regulacja układu polega na ustawieniu za pomocą potencjometru montażowego PR1 częstotliwości generatora (IC1) w układzie pilota. Częstotliwość ta powinna wynosić dokładnie 36kHz, a do regulacji wskazane jest użycie miernika częstotliwości. W razie jego braku częstotliwość fali nośnej możemy wyregulować metodą prób i błędów, kierując się uzyskaniem maksymalnej czułości układu.

Zbigniew Raabe, AVT
zbigniew.raabe@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP10/2000 w katalogu PCB.