

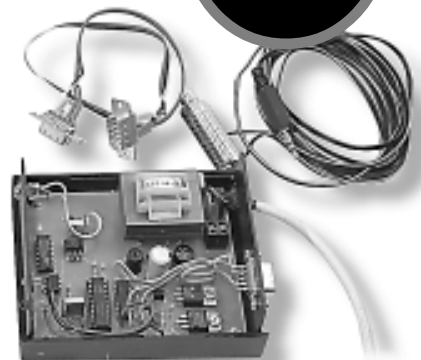
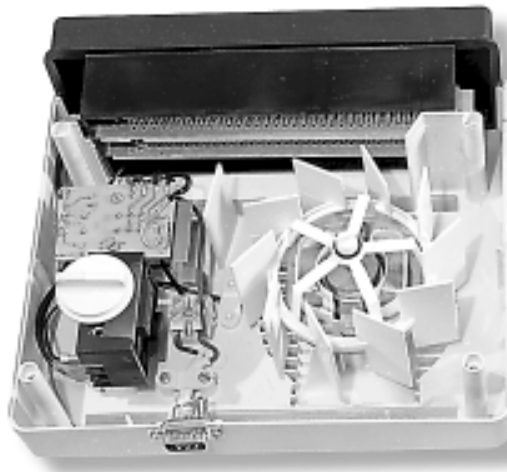
Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

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 200,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Sterownik nagrzewnicy elektrycznej

Projekt
046

Temat na czasie.
U progu lata przedstawiamy artykuł na temat grzania. Mamy nadzieję, że daliśmy Czytelnikom dostatecznie dużo czasu na przygotowanie się do zimy. A może przy okazji sprowokujemy lato. Urządzenie przedstawione w artykule jest dość ciekawe, ale znacznie bardziej zaskakujące jest zastosowanie przewidziane przez autora.



Prezentowane w artykule urządzenie ma ogrzewać zgrabiące palce operatora podczas pracy z klawiaturą komputera. Dzięki zastosowaniu komputerowego sterowania nagrzewnicą - dmuchawą elektryczną, jest możliwe ustalenie jaką moc zamierzamy do niej dostarczać, co oczywiście znajdzie odbicie w temperaturze wydmuchiwanego powietrza.

Urządzenie wykonawcze składa się z dwóch modułów:

- sterownika mikroprocesorowego (schemat na rys. 1);
- płytki przełączającej, wmontowanej w obudowę nagrzewnicy (schemat na rys. 2).

Rolę urządzenia wykonawczego spełnia nagrzewnica FAREL OW-3, która jest wyposażona grzałkę oporową o mocy 1kW. Ten model nagrzewnicy nie jest wyposażony w termostat.

Podczas opracowywania projektu przyjęto następujące założenia realizacji sterowania:

- możliwość włączenia i wyłączenia dmuchawy z poziomu Windows 95,
- możliwość regulacji temperatury powietrza (także z wykorzystaniem Windows 95),

- samoczynne wyłączenie w momencie wyłączenia komputera.

Włączanie i wyłączenie nagrzewnicy nie wymaga komentarza. Regulacja temperatury odbywa się poprzez zmianę średniej mocy dostarczanej do nagrzewnicy, ze skokiem co 100 W. Zrezygnowałem z pomiaru temperatury i układu automatyki, po pierwsze dlatego, że chciałem uprościć konstrukcję urządzenia, a po drugie - ze względu na subiektywne i zmienne potrzeby podgrzania powietrza.

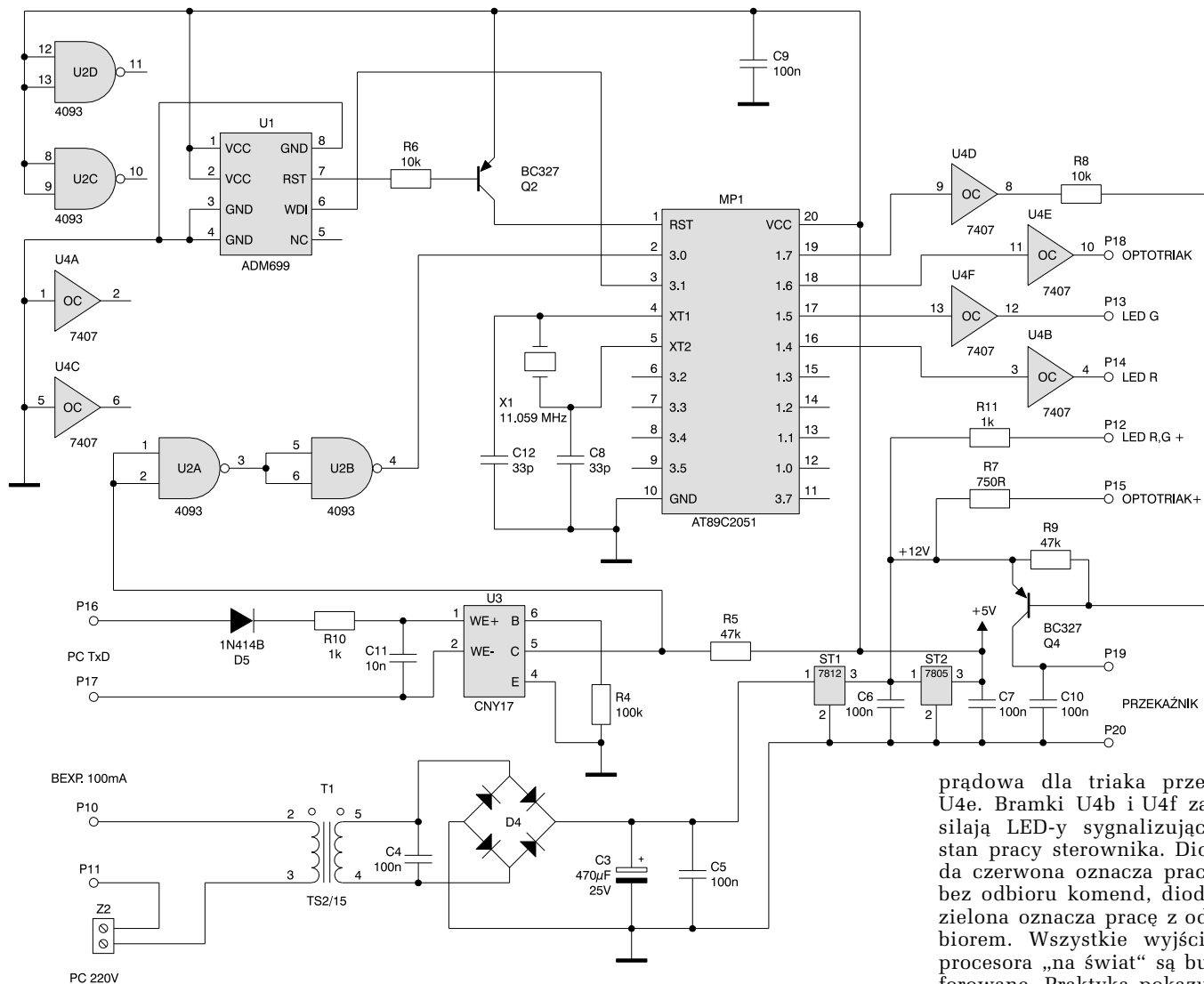
Tak wykonane urządzenie działa - jak dla mnie - wystarczająco dobrze. Regulacja mocy jest zrealizowana metodą sterowania grupowego: w okresach 1-sekundowych zmieniany jest czas wypełnienia, czyli włączenia spirali grzejnej. Samoczynne wyłączenie jest uzyskane dzięki zasilaniu sterownika z gniazda wyjściowego 220V komputera, które akurat miałem wolne (nie można stąd zasilić całej dmuchawy ze względu na zbyt duży pobór mocy).

W tym miejscu warto wtrącić kilka uwag „elektroenergetycznych“:

- ✓ Moc chwilowa nagrzewnicy zawsze wynosi ok. 1kW, co odpowiada prądowi skutecznemu prawie

5A, a w przypadku chłodniejszej spirali prawdopodobnie więcej (nie mierzyłem jak zmienia się z temperaturą rezystancja zastosowanej spirali). W związku z tym elementy wykonawcze (przełącznik i triak) muszą mieć odpowiedni zapas mocy (zastosowałem elementy o wartościach nadmiarowych parametrów granicznych, co przy stosunkowo niewielkiej cenie załatwia problem).

- ✓ Nie wolno zasilać nagrzewnicy z obwodów zasilania komputera (UPS, filtry). Najlepiej jest ją zasilić z oddzielnego punktu instalacji elektrycznej (wpływ cyklicznego włączania mocy na pracę instalacji zależy od jej stanu technicznego - może być np. widoczne przygasanie lamp, natomiast nie ma problemu zakłóceń ze względu na zastosowane włączenie w "zerze").
- ✓ Należy zdawać sobie sprawę, że przeróbka nagrzewnicy nie tylko powoduje utratę wszelkich uprawnień gwarancyjnych, ale także unieważnia atesty bezpieczeństwa urządzenia. Jego dalsze bezpieczne użytkowanie zależy od staranności wykonania modyfikacji (cho-



Rys. 1.

cięż zastosowane elementy oraz druk spełniają wymogi bezpieczeństwa, to jakość montażu zależy już tylko od wykonawcy).

Uwaga! W związku z powyższym montaż płytki przełączającej w nagrzewnicy powinien być wykonany, lub chociażby nadzorowany, przez elektryka o odpowiednich kwalifikacjach.

Opis działania

Ogólny schemat działania jest następujący:

✓ Sterownik przyjmuje z komputera komendy wysyłane portem szeregowym (jak to wygląda od strony komputera podaje w opisie oprogramowania), sprawdza ich poprawność i dekoduje, a następnie formuje sygnały elektryczne kontrolujące pracę układu wykonawczego nagrzewnicy. Linia transmisji szeregowy jest

optoizolowana, co stanowi pierwszy stopień bariery bezpieczeństwa.

✓ Układ wykonawczy odbiera sygnały sterujące i poprzez elementy separujące (drugi stopień bariery bezpieczeństwa) kontroluje obwody sieciowe nagrzewnicy.

Opis układu

Jako element sterujący zastosowałem „mały” procesor AT89C2051 ze sprzętowym portem szeregowym. Zegar jest typowy dla aplikacji wykorzystujących transmisję szeregową: 11,059MHz.

Zasilanie jest dwustopniowe: 12 V dla potrzeb przełącznika i 5V dla zasilania części cyfrowej układu. Napięcie sieciowe 220V jest pobierane z gniazda wyjściowego zasilacza komputera, co rzecz jasna nie jest warunkiem koniecznym.

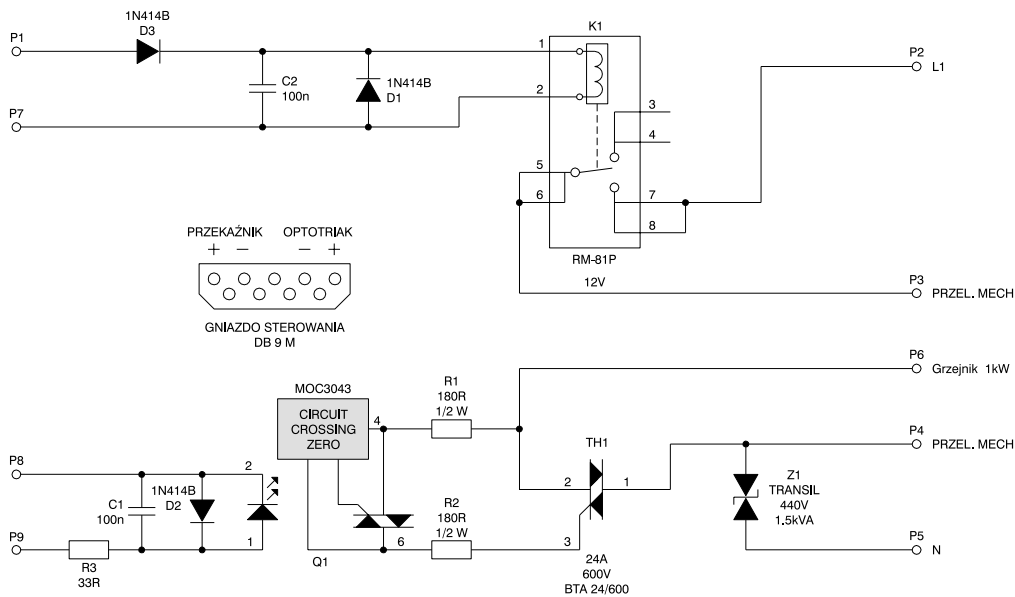
W szereg z tym obwodem zasilania włączony został bezpiecznik 100mA. W prototypie wstawiłem bezpiecznik multifuse o prądzie zadziałania 145mA. Ponieważ z dostępnością tych elementów bywa różnie, lepiej jest zastosować zwykły bezpiecznik topikowy, zamontowany w dowolnej oprawie mocowanej do obudowy.

Obwód odbiornika transmisji szeregowy obejmuje transoptor separujący i przetwornik Schmitta, które regenerują sygnał i ustawiają jego właściwą fazę. Dioda LED transoptora jest zasilana bezpośrednio z linii TxD portu szeregowego komputera. Przy niewielkim prądzie tranzystora wyjściowego dla wysterowania transoptora wystarcza kilka mA.

Wyjścia sterujące to: zasilanie przełącznika 12V podawane przez Q4 i pętla

prądowa dla triaka przez U4e. Bramki U4b i U4f zasilają LED-y sygnalizujące stan pracy sterownika. Dioda czerwona oznacza pracę bez odbioru komend, dioda zielona oznacza pracę z odbiorem. Wszystkie wyjścia procesora „na świat” są buforowane. Praktyka pokazuje, że tak jest bezpieczniej dla stabilności jego pracy, chociaż z parametrów elektrycznych wyjść wynikałaby możliwość bezpośredniego sterowania elementami zewnętrznymi.

Ostatnim elementem peryferyjnym jest watchdog z układem U1, R6 i Q2. Tu nasuwa mi się kilka ogólnych uwag. Mianowicie, w prezentowanych w literaturze rozwiązaniach rzadko stosuje się watchdogi. Wydaje się to nieco dziwne, ponieważ mikrokontrolery są z założenia przewidziane do realizacji samodzielnych zadań i każdy, nawet najprostszemu układowi powinien umieć - przynajmniej w podstawowym zakresie - poradzić sobie z „wypadnięciem” z programu lub jego zawieszeniem. Wydaje mi się, że także opisywanym ostatnio zestawem edukacyjnym przydałyby się watchdogi, co pozwoli-



Rys. 2.

łoby wytworzyć pożyteczne przyzwyczajenia programistyczne i konstruktorskie.

Wracając do sterownika zastosowałem tutaj moją ulubioną, 8-pinową kostkę - ADM699, która zapewnia prawidłowe zerowanie przy włączeniu zasilania oraz generuje, co około 1 s, impulsy zerujące w wypadku ustalenia się poziomu na wejściu WDI (program powinien odpowiednio często ten poziom zmieniać). Niedogodnością układu ADM699 w mariażu z MCS-51 jest fakt zerowania niskim poziomem. Dlatego niezbędny jest klucz odwracający Q2.

Zestaw ten także ma swoje mankamenty, z których dosyć istotnym jest brak rozróżnienia pomiędzy zerowaniem przypadkowym, a prawidłowym włączeniem zasilania (niektóre odmiany procesorów mają wspomaganie sprzętowe tej funkcji). Powstaje tutaj sprzeczność pomiędzy właściwą inicjalizacją po włączeniu, a podtrzymaniem ustawień po przypadkowym zerowaniu - na drodze czysto programowej nie da się jej usunąć. W tym przypadku rozwiązanie jest kompromisowe: watchdog eliminuje konieczność ręcznego zerowania w razie zatrzymania programu, natomiast sygnał zerowania wyłącza dmuchawę i wymaga ponownego przesłania komendy ustawiającej wyjścia (jeżeli nie wykorzystujemy portu dla innej aplikacji i pozostawiamy

włączony serwer, to komenda jest ponawiana co 250ms i zerowania prawie nie zauważymy).

Jak zaznaczałem, elementy wykonawcze mają zapas mocy. Triak SGS-Thomson może przewodzić prąd do 24A, natomiast styki przekaźnika RM-81P do 16A. Należy mieć to na względzie przy doborze ewentualnych zamienników. Wejście przekaźnika jest wyposażone w gasik przepięć (D1, C2) i kontroler polaryzacji (D3). Wejście optotriaka jest dodatkowo odfiltrowane i także zabezpieczone przed odwrotnym zasilaniem. Należy przy próbach uważać, aby nie zamienić wejść - optotriak nie ma ogranicznika prądu wejściowego i napięcie 12V, przeznaczone dla przekaźnika, może go uszkodzić (można też zwiększyć wartość rezystancji R3 zmniejszając R7 w sterowniku tak, aby utrzymać prąd sterowania na poziomie ok. 15mA).

Triak jest zabezpieczony transilem Z1 przed impulsowymi zakłóceniami sieciowymi. Od strony obciążenia przepięcia nie grożą, gdyż ma ono charakter rezystancyjny.

Opis montażu i podłączenia

Sterownik zamontowałem w popularne, tanie pudełko typu Z5. Zewnętrzne gniazda są dowolnego typu, zależnie od stanu zapasów szufladowych (w prototypie do połączenia po-

między sterownikiem a nagrzewnicą zastosowałem DB-9, a jako wejście transmisji Jack-mono 3,5). Jedyнным warunkiem jest lokalizacja gniazd zapewniająca bezpieczne odstępstwa (w praktyce 10..15mm) od elementów sieciowych. Przy składaniu wskazane jest najpierw wlutowanie zasilania i sprawdzenie napięć.

Układ wykonawczy jest umieszczony na płytce dopasowanej do fabrycznego uchwytu wewnątrz obudowy, który w tym modelu nagrzewnicy jest wolny. Przy składaniu płytki należy pamiętać o wzmacnieniu wysokoprądowych odcinków ścieżek cyną lub srebrzanką. Połączenia silnoprądowe wewnątrz nagrzewnicy należy także wykonać odpowiednim przewodem - linką o przekroju min. 1mm².

Fabryczne podłączenia są następujące: przewód sieciowy dochodzi do kostki, do zacisku neutralnego podłączony jest silnik oraz obie sekcje spirali, natomiast faza wchodzi na silnik i sekcje spirali poprzez czteropółkowy przełącznik mechaniczny (stop, nadmuch, nadmuch + 1 sekcja, nadmuch + 2 sekcje). Faza i punkt neutralny są zaznaczone umownie, bo przy podłączeniu wtorkowym mogą być zamienione, ale zasada działania pozostaje taka sama. Przekaźnik włączamy pomiędzy kostkę a przełącznik mechaniczny, natomiast triak pomiędzy przełącznik a pier-

wszą sekcję spirali. Płytke umieszczamy triakiem w stronę wentylatora (zapewnia to znakomite wymuszone chłodzenie, niemniej dla pewności wyposażylem triak w niewielki radiator) i przykręcamy, a linki połączeniowe lutujemy od strony druku. Przy montażu gniazda sterującego oraz przewodów sterujących należy zapewnić ich bezpieczny odstęp od elementów sieciowych.

Opis wstępnego uruchomienia

Układ wykonawczy sprawdzamy podając na wejścia sterujące odpowiednio: 12 V dla przekaźnika i 15mA dla triaka.

Zmontowany sterownik ze sprawdzonym zasilaniem i bez włożonego procesora dobrze jest wstępnie przetestować, podłączając do wyjść albo docelowy układ albo kontrolne LED-y (ten drugi sposób szczególnie polecam). Podając niskie poziomy napięcia na wejścia bufora '07 sprawdzamy sprawność elektryczną wyjść. Podając stały poziom

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 180Ω/0,5W
- R3: 22Ω
- R4: 100kΩ
- R5, R9: 47kΩ
- R6, R8: 10kΩ
- R7: 750Ω
- R10, R11: 1kΩ

Kondensatory

- C1, C2, C4, C5, C6, C7, C9, C10, C11: 100nF
- C3: 470μF/25V
- C8, C12: 33pF

Półprzewodniki

- MP1: AT89C2051 (zaprogramowany)

- U1: ADM699
- U2: 4093
- U3: CNY17
- U4: 7407
- ST1: 7812
- ST2: 7805
- Q1: MOC3043
- Q2, Q4: BC327
- D1, D2, D3, D5: 1N4148
- D4: mostek 300mA/50V
- Z1: transil 1,5kW/440V
- TH1: BTA24/600

Różne

- K1: RM-81P/12V
- T1: TS2/15
- X1: 11,059MHz
- Złącze DB-9

niski lub wysoki na wejście WDI watchdoga sprawdzamy obecność impulsów zerujących (WDI „pływające“ nie generuje sygnału zerującego). Wprowadzając na wejście transmisyjne dowolną transmisję o zbliżonej prędkości, sprawdzamy poprawność formowania sygnału.

Ogólny opis programu sterującego

Program nie realizuje wielu funkcji, więc nie jest zbyt złożony. Przyjąłem technologię programowania zbliżoną do programowania obsługi zdarzeń, tzn. warunki i rozgałęzienia nie są sprawdzane w pętli głównej, ale zostały ulokowane w procedurach tematycznych, których reakcja zależy od flag będących rezultatem działania przerwania oraz innych procedur (dla tego główna pętla programu

wygląda nieprzyzwoicie skromnie). Drugim podstawowym założeniem jest maksymalne skrócenie obsługi przerwania - w ich ramach są wykonywane tylko podstawowe działania.

Dwie sprawy zasługują na więcej uwagi. Pierwsza to obsługa watchdoga. Musi być ona zlokalizowana tak, aby watchdog wyłapał możliwie wiele odstępstw od prawidłowego działania programu. Nie należy więc umieszczać jej w przerwaniach, które mogą być wywoływane, chociaż główna pętla "poszła w maliny". Dobrze też jest (i tak też to napisałem) sprawdzać, czy podstawowe ustawienia konfiguracyjne procesora przypadkiem się nie zmieniły.

Drugą sprawą jest organizacja odbioru danych przez port szeregowy. Musi ona - zwłaszcza przy wyko-

rzystaniu przesyłanych danych do sterowania procesem fizycznym - zapewnić bezbłądność i skuteczną eliminację zakłóceń. W tym przypadku dane są przesyłane jako 9-bajtowy blok, w którym bajty są traktowane binarnie, tzn. mogą mieć dowolną zawartość. Nie ma więc jak stosować nagłówka rozpoznawczego czy też znaków sterujących popularnych w transmisjach znakowych.

W zamian odbiornik rozpoznaje długość bloku, wykorzystując jednocześnie timeout dla przywrócenia stanu oczekiwania w przypadku zgubienia synchronizacji. Jak zaznaczono wyżej, obsługa przerwania portu jest zminimalizowana - ogranicza się do ustawienia flagi o nowej komendzie i ładowania znaku do bufora (można tu rozpoznać asemblerową implementację

znanego z języków wyższego poziomu wskaźnika na bufor). Kontrola poprawności jest realizowana z użyciem sumy kontrolnej mod. 256, co przy takich niewielkich i krótkozasięgowych transmisjach znakomicie się sprawdza.

Dobór elementów jest w znacznej mierze dowolny. Wartości rezystorów ustawiających prąd diod LED mogą być zmieniane w szerokich granicach - praktycznie nie ma różnicy, czy LED pracuje z prądem 8, czy 12mA. Podobnie tranzystory, mostek itd.

Jerzy Szczesiul

Oprogramowanie (także kody źródłowe) do opisanego w artykule urządzenia jest dostępne do końca czerwca '98 na internetowej stronie EP, pod adresem:

www.avt.com.pl/avt/ep/ftp.