

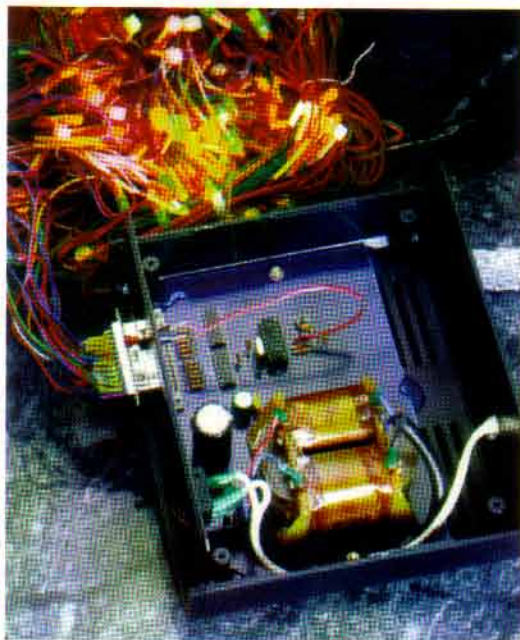
Mikroprocesorowy sterownik świateł

PROJEKT Z OKŁADKI

kit AVT-299

Przedstawiony w artykule układ przeznaczony jest do sterowania łańcuchami świetlnymi, które można wykorzystać do oświetlenia choinki (idealny prezent dla rodziny na zbliżające się święta) lub jako atrakcyjną reklamę na wystawę sklepu.

Zamiast standardowych żarówek w układzie zastosowano diody świecące LED, połączone w kilka niezależnych grup, co znacznie podnosi niezawodność działania.



Zasada działania

Modulacja jasności świecenia diod LED została zrealizowana poprzez modulację szerokości impulsu (PWM) przebiegu prostokątnego, który zasila diody. Jeśli będziemy generować impulsy dostatecznie szybko, zanika migotanie, ponieważ bezwładność naszego oka jest dość duża. W technice cyfrowej istnieją dwie drogi realizacji generatora PWM: sprzętowa

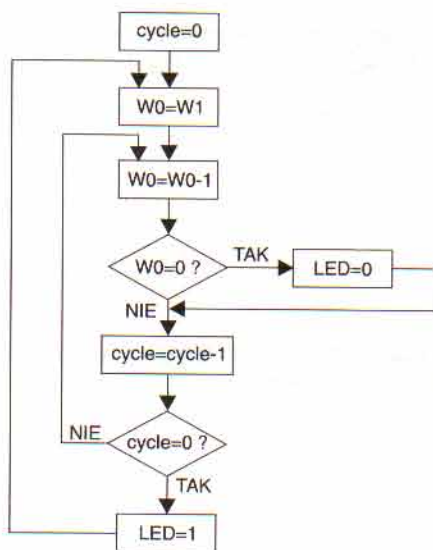
albo programowa. Metoda sprzętowa wymaga konstrukcji wielokanałowego generatora impulsów w oparciu o regularną strukturę zapewnianą np. przez układy PLD.

Metoda programowa opiera się na zastosowaniu mikroprocesora. Wprawdzie ten sposób nie jest w pełni oderwany od sprzętu, bowiem budujemy specjalny układ przeznaczony tylko do tego celu, ale ilość układów scalonych i ich koszt może być niższy niż w poprzednim rozwiązaniu. Tak zbudowany generator niewątpliwie jest wolniejszy od wykonanego na układzie PLD, ale, prawdę mówiąc, czy tutaj potrzebny jest bardzo szybki generator? W praktyce wystarczy nam przebieg o czasie powtarzania rzędu dziesiątek milisekund. Jeśli ten czas podzielimy przez liczbę obsługiwanych kanałów dostaniemy faktyczny czas, jaki mikroprocesor powinien przeznaczyć na wypracowanie sygnału wyjściowego dla każdego kanału z osobna.

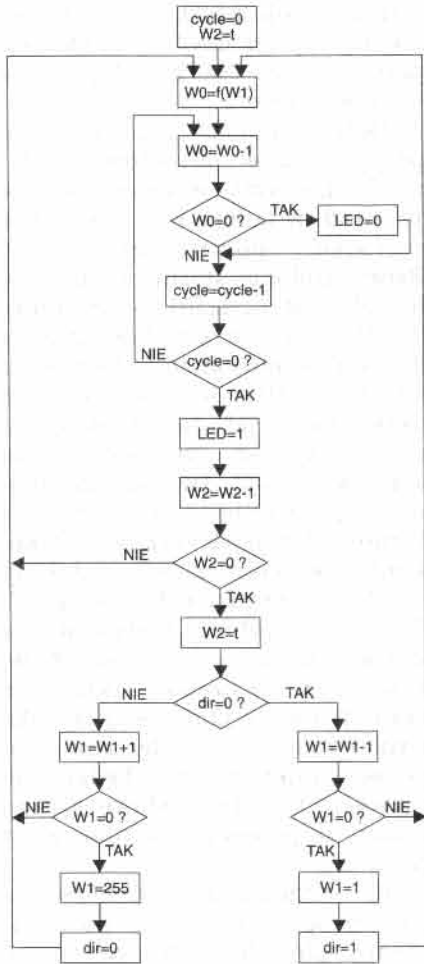
Zbudujemy najpierw generator o stałym współczynniku wypełnienia. Sieć działań dla pojedynczego kanału i stałego wypełnienia impulsu pokazano na rys. 1. Jednocześnie dekrementowane są (zmniejszane o 1) dwie komórki

pamięci RAM procesora: $w0$ i $cycle$. Zmienna $w0$ jest wstępnie ustawiana poprzez przepisanie zawartości komórki o adresie $w1$, a $cycle$ jest dekrementowana cyklicznie, od 255 do 0 (mówimy, że zachodzi zliczanie w dół modulo 256). Domyślnie zakładamy, że wszystkie komórki pamięci RAM procesora są 8-bitowe, czyli wyzerowanie $cycle$ zawsze nastąpi po wyzerowaniu $w0$. Gdy $w0$ osiągnie zero, dioda LED jest wygaszana, z kolei $cycle=0$ oznacza, że należy zapalić diodę i ustawić $w0$ na wartość początkową, przepisując ją z $w1$. Im większą liczbę zapiszemy w $w1$, tym będziemy mieć większe wypełnienie generowanego przebiegu prostokątnego, bo później nastąpi wygaszenie diody, a to oznacza, że dioda będzie jaśniej świecić.

Wzbogacamy teraz nasz algorytm o możliwość zmiany wypełnienia przebiegu prostokątnego (rys. 2). Zmiana będzie polegać na stopniowej zmianie zawartości komórki $w1$. O tym, czy LED ma się rozjaśniać, czy ma gasnąć decyduje flaga dir . Ustawienie tej flagi oznacza rozjaśnianie, a jej zerowanie - wygaszanie diody LED. Istotną nowością w stosunku do algorytmu z rys. 1 jest zastosowanie w podstawieniu do $w0$



Rys. 1. Sieć działań programu generującego sygnał o stałym wypełnieniu.



Rys. 2. Sieć działań programu generującego przebieg o zmiennym wypełnieniu.

nie zawartości $w1$, lecz stabilizowanej funkcji zależnej od $w1$.

Zmienna $w2$ ma za zadanie

określić prędkość zmiany $w1$. Im większa liczba zapisana w $w2$ tym wolniej następuje rozjaśnianie albo ściemnianie diod. Jest to regulacja drugiego rzędu (prędkość zmiany jasności), regulacja pierwszego rzędu (bieżąca jasność diody) zależy od $w1$.

Po zakodowaniu programu okazało się, że pozostało jeszcze ok. 40% wolnej przestrzeni adresowej pamięci programu. Wykorzystano ją do implementacji innych sposobów świecenia diod LED, tym razem migoczących w sposób charakterystyczny dla reklam sklepowych. Są to:

- cykliczne przesuwanie przypadkowej kombinacji zer i jedynek,
- cykliczne przesuwanie stałej, wybranej kombinacji zer i jedynek,
- „wysuwanie“ i „chowanie“ liniiki diodowej,
- stałe włączenie wszystkich diod, oraz inne, które warto zobaczyć, a trudno opisać. Zrealizowano je poprzez przesuwanie bitów lub bezpośrednie sterowanie stanem przerzutników wyjściowych portów procesora. Za zmianę sposobu świecenia odpowiada przełącznik monostabilny, podłączony do gniazda JP1.

Wykonanie układu

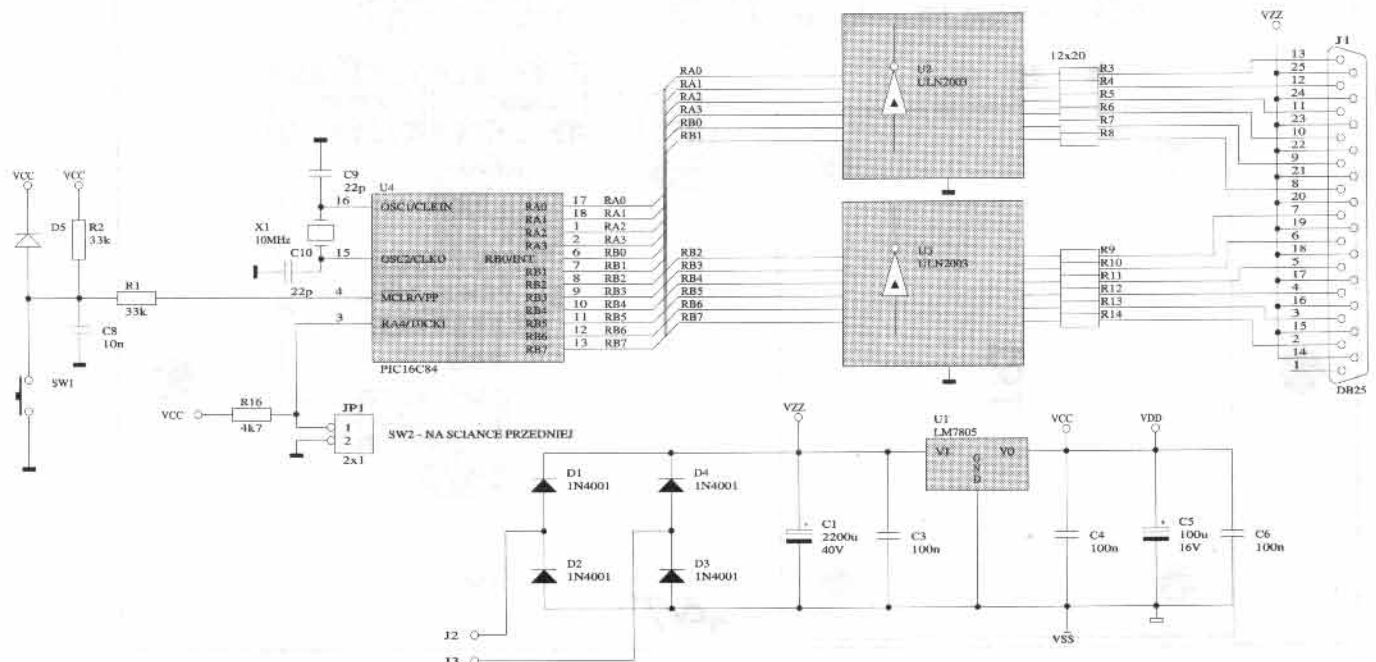
Na rys. 3 pokazano schemat elektryczny sterownika. W urządzeniu modelowym zastosowano mikroprocesor PIC16C84. Ma on pamięć programu typu EEPROM.

W trybie płynnej modulacji program obsługuje 11 obwodów, na tyle bowiem starczy pamięci RAM procesora. W pozostałych trybach pracy pracuje 12 obwodów. Jako wzmacniaczy prądowych użyto dwóch układów ULN2003, wytrzymujących napięcie 50V. Zakłada się, że maksymalny prąd pobierany przez jeden obwód nie powinien przekroczyć 50mA.

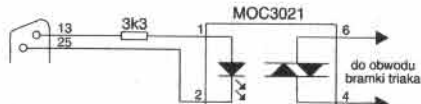
Wyjścia układów ULN2003 są typu otwarty kolektor, co oznacza, że mamy możliwość sterowania przez to urządzenie wielokanałowego włącznika świateł dyskotekowych opartego na triakach. Na rys. 4 pokazano, jak przykładowo sprząc nasz sterownik z grupą triaków. Wykorzystano tutaj optotriaki serii MOC, których wyjście bezpośrednio łączy się do obwodu bramki triaka mocy. Niestety, tylko sterownik w trybach „witrynowych“ może poprawnie pracować, natomiast tryb płynnej modulacji nie bardzo, ze względu na brak koniecznej tutaj synchronizacji z siecią zasilającą.

Na listingu 1 przedstawiono zapis programu po asemblacji. Jest to format HEX, czytelny dla programatora procesorów PIC.

Zasilacz jest prosty i nie wymaga specjalnego omówienia. Diody świecące są zasilane z napięcia niestabilizowanego po prostowniku i filtrze, zaś zasilanie procesora jest buforowane przez układ 7805.



Rys. 3. Schemat elektryczny sterownika.



Rys. 4. Sposób podłączenia optotriaka do sterownika.

Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek znajduje się na wkładce. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej pokazano na rys. 5. Na płytce przewidziano miejsce na transformator wykonany na rdzeniu zwanym. Jest to transformator z grupy TS40/... i pod taki zostały zaprojektowane otwory mocujące.

Montaż urządzenia zaczynamy od płytki drukowanej, poczynając od wlotowania elementów zasilacza. Tu trzeba uważać, bowiem po stronie pierwotnej transformatora mamy do czynienia z napięciami niebezpiecznymi dla życia. Uruchomienie zasilacza polega na sprawdzeniu, czy w stanie jałowym jego pracy na wyjściu, po filtrze, panuje napięcie minimum 20V. Uruchomiony zasilacz posłuży nam do sprawdzenia obwodów diodowych. Wstrzymajmy się z przykręcaniem transformatora aż do pełnego uruchomienia płytki. Ciężki, niewygodny transformator

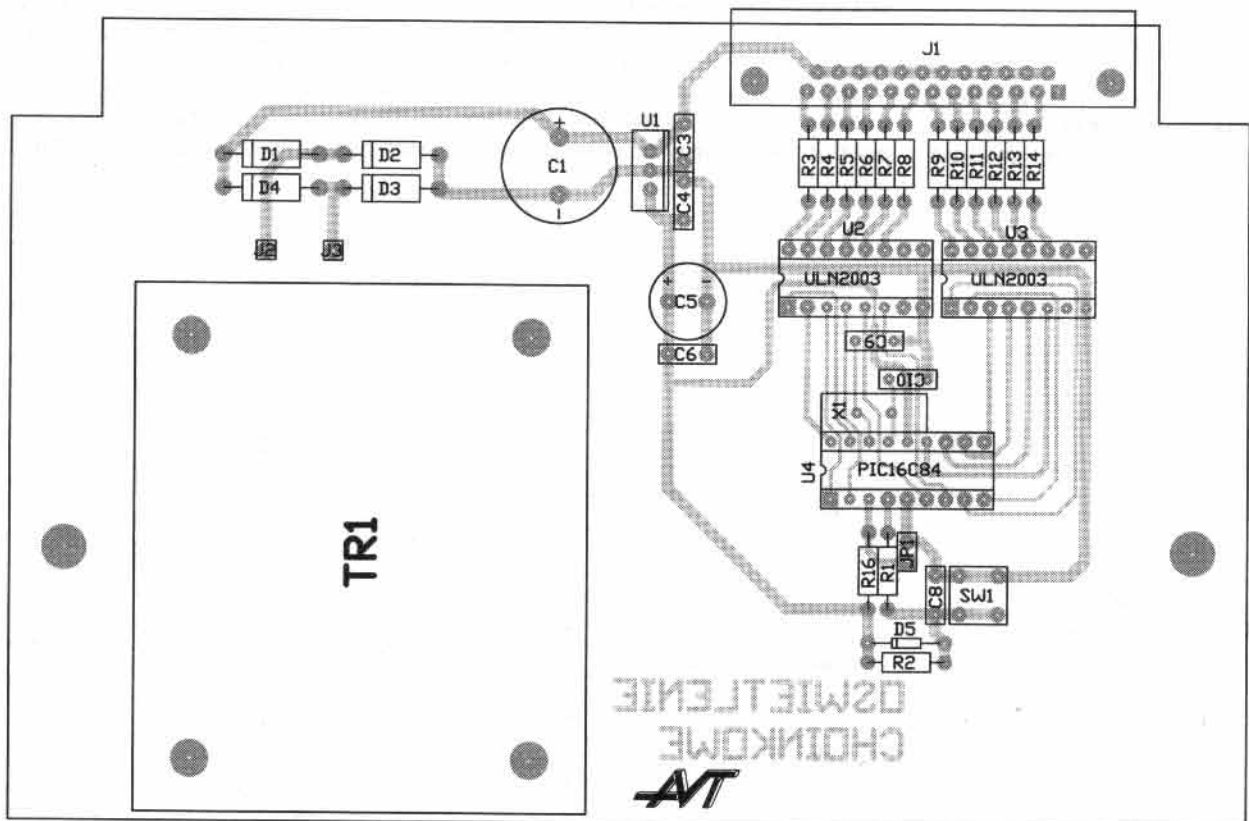
może chwilowo stać obok płytki, podłączony do niej nieco wydłużoną parą przewodów.

Wlotujemy pozostałe podzespoły znajdujące się na płytce. Przed włożeniem procesora w podstawkę musimy upewnić się, czy napięcie między nóżkami 14 i 5 podstawki wynosi 5V, z tolerancją $\pm 0.1V$. Wprawdzie procesor jest nieczuły na zmiany napięć zasilających w granicach 3-6V, taki bowiem zakres pracy zapewnił jego producent, ale uszkodzony stabilizator może dać napięcie wychodzące poza ten dopuszczalny zakres. Zbyt niskie napięcie spowoduje, że procesor nie będzie prawidłowo pracował, a przy zbyt wysokim - może on ulec uszkodzeniu. Podobnie może się stać, jeśli włożymy kostkę procesora odwrotnie niż to wynika z opisu na płytce drukowanej. Tak się składa w tej konstrukcji mikroprocesora, że odwrotne włożenie kostki do podstawki powoduje zmianę biegunowości jego zasilania. Chociaż, niżej podpisanemu, wskutek zmęczenia wielokrotnymi próbami testowania programu, zdarzyło się kilkakrotnie włożyć kostkę odwrotnie i proce-

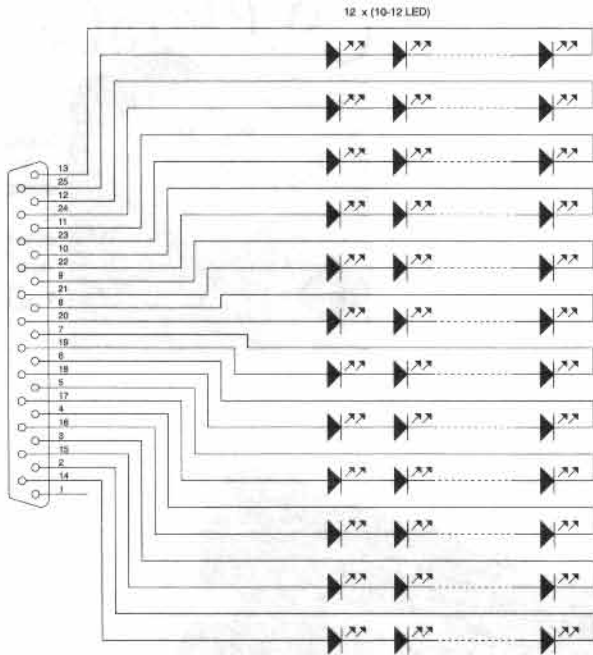
sorowi to nie zaszkodziło, jednak nie poleca on czynić takich eksperymentów, choćby dla dobra własnej kieszeni.

Dalszy montaż urządzenia to przygotowanie obwodów diodowych. Łączymy w szereg po 10-12 diod w kolorach o przewodze czerwieni, pomarańczy i żółci. Barwy zielonej stosujemy niewiele, taki jest przecież kolor choinki. Długości przewodów między diodami w obwodzie ustalamy na 10-25cm. Proponujemy montaż okablowania jak na rys. 6. Przed przylutowaniem przewodów do końcówek diod świecących, ucinamy je w odległości 5-7mm od korpusu. Pierścień wykonany z koszulki termokurczliwej założony na obu przewodach dochodzących do diody zapobiega wyłamaniu sztywnych, mocno skróconych jej końcówek w czasie układania oświetlenia na choince. Koszulka termokurczliwa, podgrzana np. grottem lutownicy nie będzie się zsuwać. Obwody diodowe sprawdzamy za pomocą uruchomionego zasilacza.

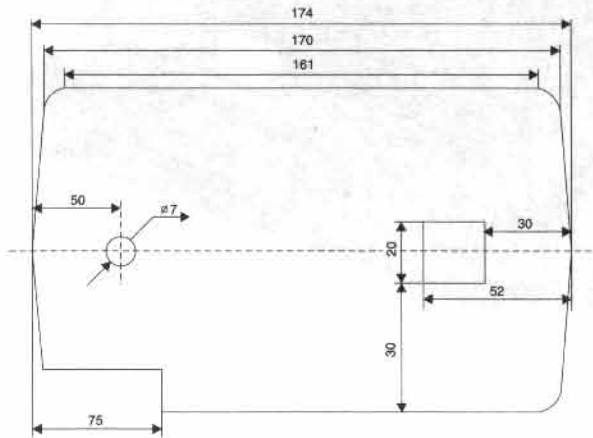
Po włożeniu zaprogramowanego mikroprocesora oraz po połączeniu obwodów diodowych ze



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.



Rys. 6. Sposób podłączenia diod świecących do wyjścia sterownika.



Rys. 7. Rozmieszczenie otworów w płycie czołowej urządzenia.

złączem szufladowym znajdującym się na płytce, urządzenie powinno natychmiast zadziałać. Z początku może się wydawać, że diody świecą równym światłem, jednak po pewnym czasie światło zaczyna „płynąć”. Przełącznikiem SW2 można zmienić tryb pracy na inne, impulsowe, wyżej opisane. Posiadaczom oscyloskopu polecamy obejrzenie przebiegów na liniach portu RB procesora: opadające zbcze, „wędrujące” z niejednakową prędkością w prawo i w lewo.

Osobnego komentarza wymaga przygotowanie obudowy KM-48N. Składa się ona z dwóch identycznych połówek, górnej i dolnej oraz dwóch ścianek, przedniej i tylnej. Jej producent przewidział płaskie

nóżki, przykręcane przez długie wkręty 3,5x60. Ustalamy, którą połówkę obudowy uznamy za dolną, a która będzie połówką górną. Za pomocą wiertarki, w słupkach połączeniowych połówki dolnej poszerzamy otwór do średnicy 3,5mm, w taki sposób, ażeby wiertłem przebić słupek na wylot. Wszystkie wiercenia proponujemy wykonywać przy obniżonej prędkości obrotowej, nawet do 100 obr/min, często chłodząc wiertło. Szybko nagrzewające się wiertło powoduje w otworze wytapianie się polistyrenu i samoczynne powiększanie średnicy odwiertu. Dodatkowym kłopotem jest zaklejające się wiertło, które trzeba często czyścić.

Na przedniej ścianie obudowy wykonujemy otwory na przeprowadzenie złącza DB25, przykręcenie przycisku rodzaju pracy SW2 oraz wycinamy otwór pod wyłącznik sieciowy. Na rys. 7 pokazano umiejscowienie i wy-

miary wspomnianych otworów.

Przed zamknięciem obudowy, zmontowaną i uruchomioną płytkę mocujemy dwoma wkrętami do dolnej połówki. Mogą to być wkręty samogwintujące albo wkręty walcowe metryczne M3. Jeśli będą to wkręty metryczne, gniazdo mocujące należy przewiercić na wylot i przepchać wkręty od spodu, z góry przykręcając płytkę przez podkładkę. Producent obudowy przewidział tylko dwa gniazda mocujące płytkę drukowaną, co czyni ją, obciążoną transformatorem, trochę niestabilną. Dodatkowym obciążeniem mechanicznym, na jakie płytka może być narażona, jest moment sprzężenia z diodami LED. Autor zaradził temu, wprowadzając w okolice klej termotopliwego. Co prawda płytka została w sposób niezwykle trwały przytwierdzona do obudowy, niemniej po wstępnym uruchomieniu znika potrzeba jej demontażu.

Złożenie i zamknięcie obudowy polega na przykręceniu obu jej połówek czterema długimi, znajdującymi się na wyposażeniu wkrętami. Przed przykręceniem wkrętów oczywiście nie należy zapomnieć o plastikowych nóżkach obudowy.

Teraz pozostaje nam rozwiesić lampki na choince i usiąść w fotelu, rozkoszując się widokiem namiastki zorzy polarnej na świątecznym drzewku. Albo sklepowej witryny, jak kto woli.

Mirosław Lach, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 33kΩ
R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10,
R11, R12, R13, R14: 20Ω(18Ω...51Ω)
R16: 4,7kΩ(1kΩ...10kΩ)

Kondensatory

C1: 2200μF/40V (1000μF...4700μF)
C3, C4, C6: 100nF (47nF...220nF)
C5: 100μF/16V (47μF...220μF)
C8: 10nF (10nF...100nF)
C9, C10: 22pF (20pF...30pF)

Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4: 1N4001 (dowolna dioda prostownicza o prądzie przewodzenia ≥0,3A)
D5: 1N4148 (dowolna dioda impulsowa)
U1: LM7805

U2,U3: ULN2003

U4: PIC16C84-10/P (dla kwarcu 4MHz ... 10MHz), PIC16C84-04/P (dla kwarcu o częstotliwości poniżej 4MHz), PIC16C61 (wersja odpowiednia dla stosowanego kwarcu)

Inne

J1: złącze krawędziowe DB25, (wtyk + gniazdo)
SW1: mikrowyłącznik
Tr: transformator TS 40/57 lub podobny, na którego uzwojeniu pierwotnym panuje napięcie 20V i prądzie obciążenia min. 0,3A
X1: 10MHz (4MHz...10MHz)
Włącznik sieciowy 8650VB produkcji ARCOELECTRIC, Anglia
SW2: Przycisk monostabilny
Obudowa KM48N