

# Rozwiązanie konkursu „Nowe kontra stare”

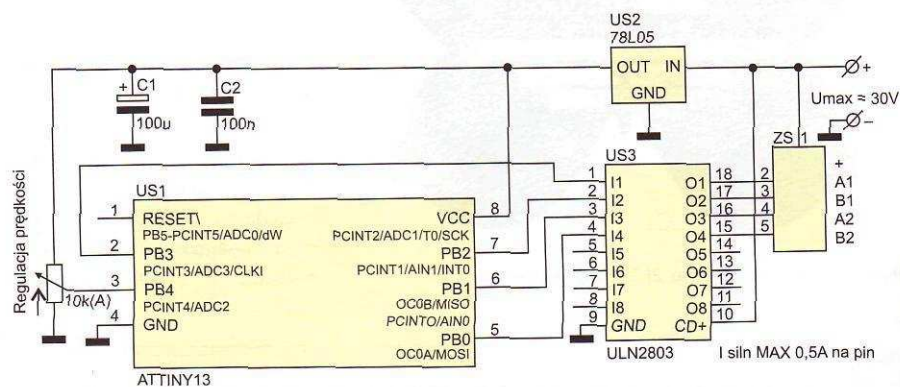
W sierpniowej EP ogłosiliśmy konkurs, którego zadaniem było skonstruowanie układu takiego jak na 555, ale bez 555, z użyciem nowoczesnych podzespołów. Napłynęło wiele odpowiedzi, jednak całą konkurencję zwyciężył pan Wiesław Pytlewski z Głogowa, którego pomysły i rozwiązania z użyciem małego mikrokontrolera ATtiny13 prezentujemy niżej. Gratulujemy! Nagrodę, 2-kanalowy oscyloskop cyfrowy, dostarczy kurier.

## Ciągnik do skanera

Na rys. 1 pokazano schemat zmodyfikowanego układu. Procesor ATtiny13 za pomocą wbudowanego przetwornika A/C cyklicznie mierzy napięcie zadane z potencjometru oznaczonego na schemacie jako *REGULACJA\_PREDKOSCI*. Od wartości zmierzonego napięcia, uzależnione są czasy opóźnień pomiędzy kolejnymi sekwencjami sterującymi silnik. W związku z tym, że prototyp miał być zmontowany i uruchomiony na płycie uniwersalnej, jako wzmacniacz sygnałów sterujących silnikiem zastosowano układ ULN2803 (można też użyć ULN2003). W tej konfiguracji układ umożliwia sterowanie tylko silnikami unipolarnymi mającymi 5 lub 6 przewodów. Silnik nie może pobierać większego prądu niż 0,5 A z jednego wyprowadzenia układu ULN. W razie potrzeby sterowania silnikiem bipolarnym, jako wzmacniacz sygnałów sterujących można użyć na przykład układu L298. Napięcie zasilania całego urządzenia powinno być stałe i dobrze odfiltrowane. Wartość napięcia dobieramy z zakresu 7...30 V. Napięcie zasilające silnik należy dobrać odpowiednio do zastosowanego silnika, tak aby płynący prąd nie przekroczył nominalnego prądu silnika i nie był większy od dopuszczalnych wartości prądu wzmacniacza ULN2803. Gdyby okazało się, że napięcie wymagane do zasilania silnika musi być mniejsze od 7 V, to trzeba oddzielić na płycie obwód stabilizatora i zasilania silnika. W tym celu obydwie obwody zasilamy z oddzielnych źródeł prądu z zachowaniem wspólnej masy.

### Wykaz elementów

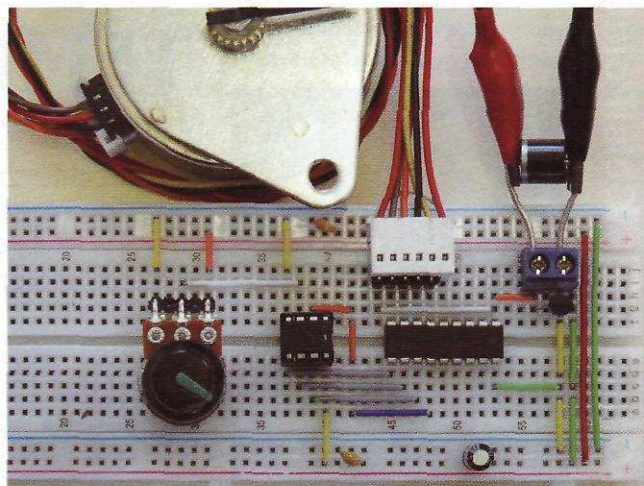
US1: ATtiny13V lub 13  
US2: 78L05  
US3: ULN2803 lub ULN2003  
P1: 10 kΩ liniowy  
C1: 100 μF/25 V  
C2: 100 nF



Rys. 1. Schemat zmodyfikowanego sterownika silnika krokowego

Urządzenie można zmontować na płycie uniwersalnej. Widok zmontowanego i uruchomionego modelu przedstawiony jest na fot. 2.

Po uruchomieniu układu, w pierwszej kolejności inicjalizowane są porty mikrokontrolera oraz układy przetwornika ADC i Timera. Poprzez załączenie odpowiednich bitów, rozpoczyna się procedura obracania rotorem silnika. Sterowanie silnikiem, czyli zmiana sekwencji załączania poszczególnych uzwojeń, odbywa się w przerwach Timera. W programie głównym jest wykonywany cykliczny pomiar napięcia zadanego z potencjometru. Wartość tego napięcia wpływa na czasy opóźnień pomiędzy kolejnymi sekwencjami sterującymi silnikiem. Zbyt szybkie przełączanie sekwencji sterujących uzwojeniami silnika, może spowodować zakłócenie ruchu obrotowego rotora, a nawet jego zatrzymanie. Zależy to



Fot. 2. Model sterownika silnika krokowego wykonany przez autora

od parametrów silnika i jest spowodowane tym, że wirnik ze względu na swoje właściwości mechaniczne nie nadąża za wirującym polem magnetycznym. Gdyby kierunek ruchu silnika był niewłaściwy, to możemy go zmienić poprzez odwrócenie złącza silnika o 180°. Procesor powinien być skonfigurowany do pracy z taktowaniem 4,8 MHz, przy czym dzielenie zegara przez 8 powinno być wyłączone.



# Dozownik cieczy

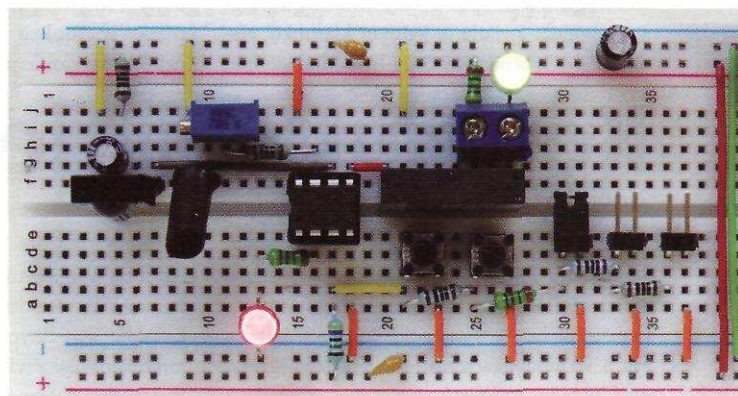
Schemat układu dozownika cieczy pokazano na rys. 3. Układ dozownika składa się z kilku bloków. Najważniejszym elementem zmodyfikowanego układu jest oczywiście sterownik. Rola ta przypadła mikrokontrolerowi ATtiny13. Sensor IR zbudowany jest z diody podczerwieni LED1 i odbiornika TSOP1736. Urządzenie działa nieco inaczej niż pierwotny wzór. Układ załącza sterowany obwód zaworu w momencie, kiedy wiązka podczerwieni zostanie odbita od jakiegoś przedmiotu i oświetli odbiornik TSOP1736. Takie rozwiązanie umożliwia sterowanie kranem lub na przykład dmuchawą, po zbliżeniu ręki do czujnika. Każde wykrycie obecności rąk lub innego przedmiotu w pobliżu sensora, przedłuża czas pracy zaworu o kolejne 5, 10 lub 15 s. Czas załączenia przełącznika ustawiany jest za pomocą zworki, której położenie ustalane jest podczas inicjalizacji programu.

Do analizy ustawienia zworki i stanu włączników *START* i *STOP*, zastosowano przetwornik A/C. Przy inicjalizacji mierzone jest napięcie na wejściu ADC2. Na podstawie wartości tego napięcia, kontroler oblicza, w którym miejscu zamontowana jest zworka, określająca czas

pracy zaworu. Rezystory R6...R10 powinny mieć tolerancję 1%. Duży rozrzut ich wartości może spowodować niewłaściwą pracę klawiatury. W układzie zamontowano diodę LED informującą o stanie pracy (LED2). Jeżeli LED2 miga z częstotliwością około 0,5 Hz to znaczy, że podczas inicjalizacji, został prawidłowo odczytany stan zworek konfiguracji czasu. Jeżeli LED2 generuje krótkie mignięcia co 1,5 s oznacza to, że pomiar nastaw czasu pracy zaworu nie udał się. Taka sytuacja może wystąpić, kiedy podczas inicjalizacji na przykład został wciśnięty przycisk *START*. Ustawiony zostaje wtedy domyślny czas pracy zaworu 5 s. Kiedy dioda miga z częstotliwością około 1 Hz, oznacza to tryb załączenia zaworu. W tym czasie powinien też załączyć się przełącznik P1. Przełącznik P1 (HF49F-005) podczas pracy pobiera mały prąd, który ma wartość około 25 mA.

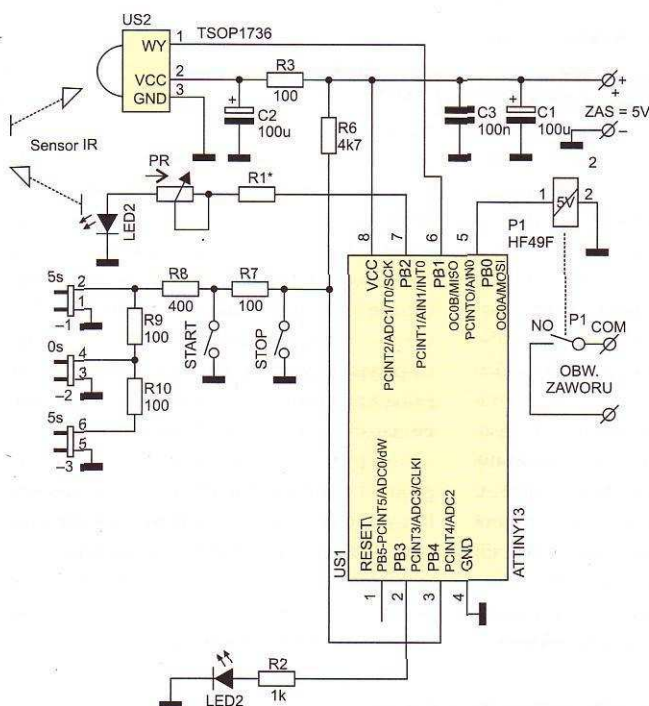
Przy tak małym prądzie pracy przełącznika P1 może on być sterowany bezpośrednio z wyjścia procesora. W razie użycia innego przełącznika, trzeba zastosować układ sterowania z rys. 2.

Poprzez zmiany wartości rezystora R1 lub regulując potencjometrem PR, możemy ustawić czułość sensora IR. Wraz z zmniejszaniem jasności świecenia diody IR, zmniejsza się czułość sensora. Układ wymaga zasilania stabilizowanym napięciem 5 V. Prototyp układu został zmontowany na płytce stykowej. Widok zmontowanego i uruchomionego modelu przedstawiony jest na fot. 4.

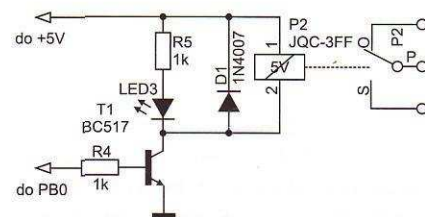


Fot. 4. Model dozownika wykonany przez autora

rwań na sekundę. W procedurach przerwania od timera wykonywane jest kilka zadań. Jest to odmierzenie czasu załączenia przełącznika P1, odmierzenie czasu świecenia diod LED1 i LED2 oraz analiza sygnałów z czujnika IR. Dioda LED1 generuje serię 20 impulsów świetlnych o częstotliwości 36 kHz. Następnie testowany jest stan odbiornika. Po czasie około 21 ms ponownie generowane są impulsy światła podczerwonego i ponownie sprawdzony jest stan wyjścia odbiornika IR. Podwójna kontrola stanu odbiornika ma na celu wyeliminowanie zakłóceń i przypadkowych załączeń urządzenia. Jeżeli odbiornik dwukrotnie zostanie oświetlony, oznacza to, że przed czujnikiem jest jakiś obiekt, na przykład może to być ręka. Zostają wtedy ustawione odpowiednie bity, na podstawie których w pętli programu głównego oceniany jest stan bariery i w razie wykrycia obecności dłoni zostaje załączony przełącznik P1. W pętli programu głównego, cyklicznie mierzone jest napięcie na porcie PB4. W przypadku wykrycia napięcia odpowiadającego przyciśnięciu łącznika *START* lub *STOP*, zostaje odpowiednio zainicjowane załączenie lub wyłączenie przełącznika.



Rys. 2. Schemat zmodyfikowanego dozownika cieczy



Rys. 3. Opcjonalny driver przełącznika

## Działanie programu

Podczas inicjalizacji ustawiane są odpowiednio porty kontrolera. Jak wspomniałem przy inicjalizacji mierzone jest napięcie na porcie PB4 i ustalany jest czas załączenia przełącznika P1. Timer ustawiony zostaje do pracy w trybie CTC tak, aby generował 72000 prze-

## Wykaz elementów

US1: ATTINY13V lub 13  
 US2: TSOP1736-lub inny 36 kHz  
 LED1: dioda nadawcza podczerwieni dopasowana do odbiornika  
 LED2, LED3: diody LED dowolnego koloru  
 D1: 1N4007  
 T1: BC517 lub np. BC337-25  
 R1: dobrać w zakresie 100 Ω do kilku kΩ lub wlotować 100 Ω i potencjometr 4,7 kΩ  
 R2: 200 Ω do 1 kΩ  
 R3: 100 Ω  
 R4, R5: 1 kΩ  
 R6, R7, R9, R10: 100 Ω 1%  
 R8: 400 Ω 1%  
 C1, C2: 100 µF/25 V  
 C3: 100 nF  
 P1 HF49F 005-1H1 5A250AC lub JQC-3FF z cewką 5 V



Procesor musi być skonfigurowany do pracy z taktowaniem 9,6 MHz, przy czym dzielenie zegara przez 8 ma być wyłączone. W modelu konieczne jest osłonięcie diody podczerwieni w taki sposób, aby świeciła wąskim strumieniem światła w jednym kierunku. Nadajnik i odbiornik powinny być odpowiednio

ustawione w jedną stronę, tak żeby nadajnik nie oświecał bezpośrednio odbiornika.

Zastosowanie mikrokontrolera umożliwia łatwe zmienianie funkcji urządzenia. Bez problemu można przerobić układ na pracę w funkcji bariery fotoelektrycznej, czyli załączanie poprzez przecięcie wiązki

światła. Inną możliwość to dodanie funkcji *AQUA STOP*, która wyłączałaby wodę, gdyby sensor IR działał zbyt długo. Możliwości jest wiele. W przeciwieństwie do odpowiednika z 555, układ można łatwo modyfikować dodając różne funkcje.

# Komputer świetlny

Efekt świetlny jest jedną z najprostszych aplikacji, które można wykonać z użyciem mikrokontrolera. Schemat układu pokazano na rys. 5. Po modyfikacji zastosowanie jako sterownika układu ATtiny13 wymaga zmniejszenia liczby sterowanych kanałów z 7 na 5. Poszczególne elementy układu pełnią proste funkcje. Diody LED wyświetlają sekwencje stanów logicznych portów PB0...PB4. Rezystory R1...R5 ograniczają prąd płynący przez diody LED.

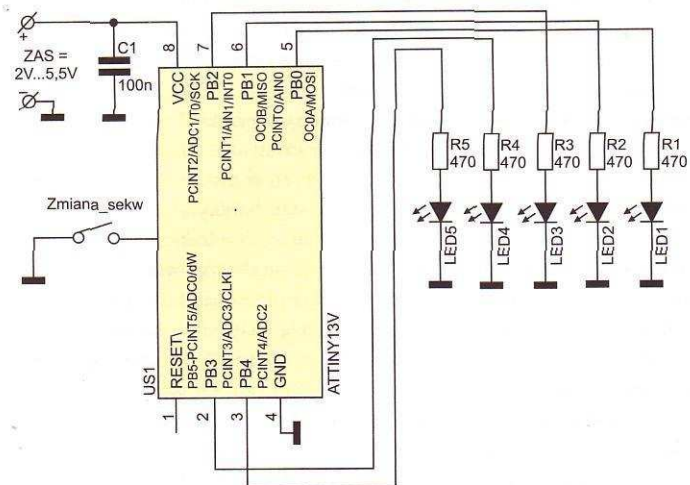
Cały układ jest opracowany w ten sposób, że może być połączony z układem wykonawczym zbudowanym tak, jak w oryginale. Przycisk *ZMIANA\_SEKW* pracuje jako sprzętowe zerowanie procesora. Przyciskiem tym zmieniamy wyświetlane efekty. Zmianę efektu na następny można też wywołać poprzez krótkotrwałe wyłączenie zasilania. Poprzez zmianę funkcji wy-

figuracja wymaga używania specjalnego programatora. Oczywiście, w celu zwiększenia liczby kanałów świetlnych, można też zastosować mikrokontroler z większą ilością wyprowadzeń. Testowy model zmontowano i uruchomiono na płycie uniwersalnej, pokazanej na fot. 10.

Po uruchomieniu program ustawia port PB jako wyjściowy. Następnie zostaje zwiększony o jeden rejestr wyboru efektu. Rejestr ten jest inkrementowany po każdym uruchomieniu procesora. Umożliwia to przełączanie wyświetlanych efektów za pomocą przycisku *RESET*. Dwa młodsze bity z rejestru wyboru efektu określają prędkość zmian sekwencji. Następne cztery bity określają numer efektu. W wyniku takiej konfiguracji, każdorazowe przyciśnięcie łącznika *RESET*, powoduje zwiększenie prędkości zmian efektu. Po wyświetleniu danego efektu w czterech

prędkościach, układ wyświetla następny efekt w czterech prędkościach itd.

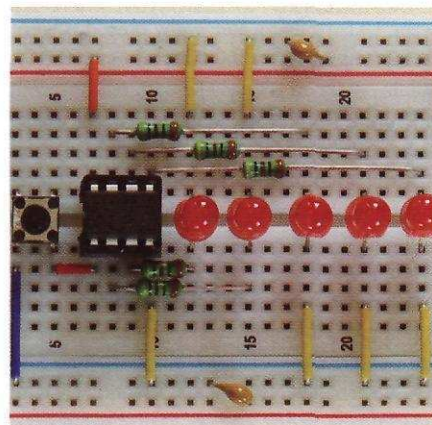
Efekty są tworzone programowo poprzez przesuwanie zawartości rejestru „obrazu” lub wykonywanie na nim działań arytmetycznych. Część efektów powstaje przez bezpośrednie wpisywanie stałych do rejestru. Przepisywanie zawartości rejestru obrazu na wyprowadzenia portu PB



Rys. 5. Schemat zmodyfikowanego komputera świetlnego

przewodzenia RESET, możliwe jest zwiększenie liczby kanałów świetlnych do 6. Wyprowadzenie może pełnić rolę portu I/O PB5, ale taka kon-

następuje w specjalnej procedurze. Procedura ta odlicza również czas opóźnienia pomiędzy kolejnymi zmianami wyświetlanych sekwencji.



Fot. 6. Model komputera świetlnego wykonany przez autora

## Wykaz elementów

U1: ATTINY13V lub 13  
LED1...LED5: diody LED dowolnego koloru  
R1...R5: 100 Ω do 1 kΩ  
C1 100 nF  
ZMIANA\_SEKW: przycisk

W programie jest 16 efektów świetlnych, a w wersji z dopiskiem V2 są aż 32 wersje. Dodatkowe efekty utworzone są z zanegowanego widoku pierwszych 16 sekwencji. Mimo że pamięć procesora zapisana jest w całości, to faktycznie program i dane zajmują mniej niż 512 bajtów. Pozostała część pamięci została zapisana przypadkowymi liczbami używanymi przez jedną z procedur. Te 512 bajtów danych programu pozostaje do dyspozycji programisty.

Na płycie CD dostępne są dwie wersje programu – *HEX-Komputer\_swietlny-Pytlewski.hex* i *HEX-Komputer\_swietlny\_V2-Pytlewski.hex*. Ustawienia sprzętowe mikrokontrolera są następujące: taktowanie 4,8 MHz, dzielenie przez 8 wyłączone. Ustawienia fusebit-ów nie są krytyczne i można je zmieniać.

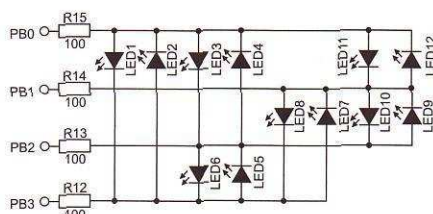
# Metronom z ruchomym wyświetlaczem

Schemat układu oryginalnego pokazano na rys. 7. Wykonałem odpowiednią modyfikację, korzystając ze zdobyczy nowoczesnej techniki.

Zbudowałem układ, który jest metronomem z 10-diodowym wyświetlaczem imitującym ruch wahadła. Dodatkowo, metronom ten

wyposażony jest w wielostykową klawiaturę do wprowadzania i zmiany parametrów. W zmodernizowanym metronomie możemy nie tylko





Rys. 8. Sposób połączenia diod LED metronomu (Charlieplexing)

#### Wykaz elementów

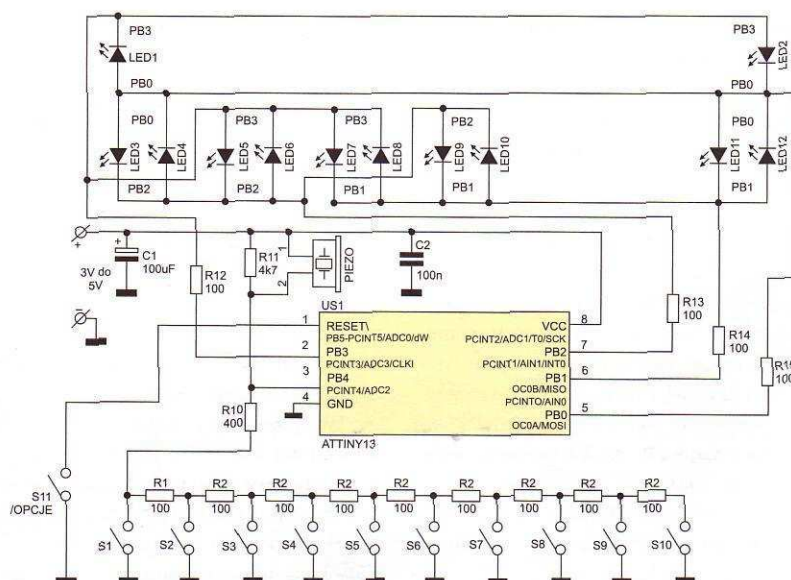
US1: ATTINY13V lub 13  
LED1...LED12: diody LED dowolnego koloru  
R1...R9: 100  $\Omega$  1%  
R10: 400  $\Omega$  1%  
R11: 4,7 k $\Omega$  1%  
R12...R15: 47...100  $\Omega$   
C1: 100  $\mu$ F/16 V  
C2: 100 nF  
S1...S11: przyciski  
PIEZO: Piezoelektryczny przetwornik akustyczny bez generatora

zmieniać tempo, ale również określić długość czasu dźwięku taktu, metrum taktowania, wysokość tonu dla pierwszego taktu oraz ton drugiego i kolejnych taktów metrum.

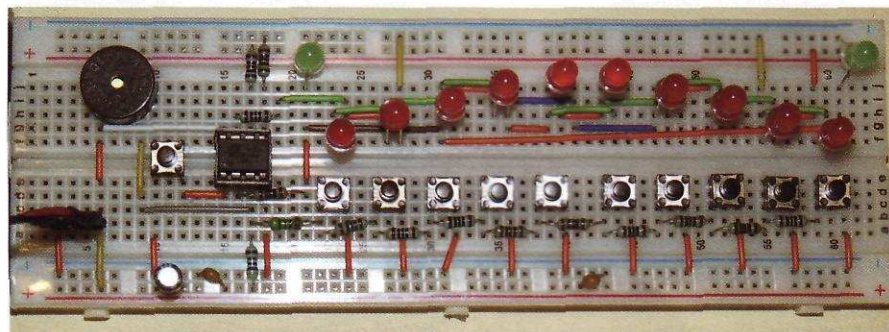
Parametr określający tempo pracy metronomu wprowadzany jest z klawiatury w zakresie od 1 do 255 BPM. Zastosowanie multipleksowania do sterowania diod LED oraz użycie przetwornika ADC do testowania stanu klawiatury, umożliwiło zbudowanie układu, w którym kontroler za pomocą pięciu wyprowadzeń steruje niezależnie 12 diod LED i odczytuje stan 11 włączników klawiatury.

Urządzeniem steruje mikrokontroler, którego zadaniem jest odczytywanie stanu klawiatury i sterowanie diodami LED. Klawiatura składa się z 10 przycisków, które wraz z rezystorami R1...R11 tworzą dzielnik napięcia. Napięcie z klawiatury mierzone jest przez kanał ADC2 mikrokontrolera. Na podstawie tej wartości program ustala, który włącznik klawiatury jest wciśnięty. Po zdekodowaniu klawisza realizowane jest odpowiednie zadanie lub podprogram opcji metronomu. W przerzaniach timera są generowane dźwięki i sterowane diody LED. Sterowanie diod odbywa się za pomocą metody multipleksowania nazywanej, jako Charlieplexing.

Charlieplexing umożliwia niezależne sterowanie dużej ilości diod świecących LED za pomocą małej liczby wyprowadzeń kontrolera. Ilość diod LED sterowanych za pomocą N wyprowadzeń mikrokontrolera wynosi  $N \cdot N - N$ , czyli dla 4 pinów  $4 \cdot 4 - 4 = 12$  a dla 5 pinów będzie to już  $5 \cdot 5 - 5 = 20$ . Aby mikrokontroler mógł sterować diodami z użyciem tej metody, jego wyprowadzenia muszą być trzystanowe i powinny mieć odpowiednio dużą wydajność prądową. Pomiędzy każde dwa wyprowadzenia przeznaczone do sterowania diodami są podłączone równolegle dwie diody LED, obrócone katodami w przeciwnych kierunkach. Sposób podłączenia diod do czterech wyprowadzeń portu PB przedstawiony jest na rys. 8.



Rys. 9. Schemat zmodyfikowanego metronomu



Fot. 10. Model metronomu wykonany przez autora

Tab. 1. Sekwencje sterujące diodami LED

|         | LED1 | LED2 | LED3 | LED4 | LED5 | LED6 | LED7 | LED8 | LED9 | LED10 | LED11 | LED12 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| PORTB.0 | WY+  | WY-  | WY+  | WY-  | WE*  | WE*  | WE*  | WE*  | WE*  | WE*   | WY+   | WY-   |
| PORTB.1 | WE*  | WE*  | WE*  | WE*  | WE*  | WE*  | WY-  | WY+  | WY-  | WY+   | WY-   | WY+   |
| PORTB.2 | WE*  | WE*  | WY-  | WY+  | WY-  | WY+  | WE*  | WE*  | WY+  | WY-   | WE*   | WE*   |
| PORTB.3 | WY-  | WY+  | WE*  | WE*  | WY+  | WY-  | WY+  | WE*  | WE*  | WE*   | WE*   | WE*   |

WY+ oznacza port skonfigurowany, jako wyjście podłączone do +  
WY- oznacza port skonfigurowany, jako wyjście podłączone do -  
WE\* oznacza port skonfigurowany, jako wejście w stanie wysokiej impedancji

Jeżeli chcemy zaświecić diodę LED1 to port PB0 trzeba wysterować, jako wyjście i ustawić w stan wysoki (+) a port PB3, jako wyjście w stanie niskim (-). Natomiast, aby nie zaświeciły się w tym momencie pozostałe diody LED, porty PB1 i PB2 trzeba ustawić w stan wysokiej impedancji. Oczywiście w jednym momencie może świecić tylko jedna dioda, ale dzięki szybkiemu załączaniu kolejnych diod, mamy wrażenie, że świecą wszystkie naraz. Do sterowania multipleksowego zalecane jest stosowanie diod wysokoefektywnych. Jednak nie jest to konieczne. Wykonałem kilka układów z zastosowaniem charlieplexingu i mimo użycia najtańszych diod LED, uzyskany efekt jest, co najmniej zadowalający.

Zmodyfikowany układ metronomu wykonany jest zgodnie z schematem z rys. 9. Idea sterowania diodami jest identyczna z metodą opisaną powyżej. W tab. 1 podano stany wy-

prowadzeń portu PB wymagane do rozświetlenia poszczególnych diod LED. Za wytwarzanie dźwięków jest odpowiedzialny przetwornik akustyczny PIEZO. Wyprowadzenie PB4 pełni podwójną rolę: wyjścia sygnału dźwięku i pomiaru stanu klawiatury. Procedura sterująca odpowiednią przełącza funkcję wyprowadzenia PB4 jako wyjście lub wejście. Pomiędzy przełączeniami są odpowiednie przerwy czasowe. Rezystor R10 zabezpiecza wyjście PB4 przed zwarceniem do masy przez włącznik S1. Oczywiście, wartość R10 jest również uwzględniona w pomiarach analogowych stanu klawiatury. Przycisk opisany, jako S11/OPCJE, pełni funkcję zerowania sprzętowego. Zastosowanie go umożliwia załączenie wyboru nastaw opcji w każdym momencie.

Układ został zmontowany na płytce uniwersalnej. Modelu jest na fot. 10. W załączniku załączam jeszcze inne fotografie, które mogą



ułatwić montaż tego układu na płytce stykowej. Przy montażu diod LED należy zwrócić uwagę czy są one odpowiednio ustawione katodami. Diody LED1 i LED2 są innego koloru. Migają one w momencie taktu dźwiękowego.

Procesor trzeba zaprogramować (Flash i EEPROM) plikami znajdującymi się na płycie dołączonej do EP. W pamięci EEPROM przechowywane są nastawy metronomu. Plik służący do zapisu w EEPROM ma zapisane przykładowe nastawy trzech programów metronomu. Metronom można uruchomić bez zapisu tych danych w EEPROM, jednak wymaga to ręcznego wpisywania wszystkich 5 parametrów.

Program napisany został w assemblerze i zajmuje cały 1 kB. Przy programowaniu kontrolera trzeba również zaprogramować fusebity zegara RC na 4,8 MHz i wyłączyć dzielenie taktowania przez 8. Jeżeli użyjemy mikrokontrolera w wersji niskonapięciowej ATtiny13V, to urządzenie można zasilac napięciem od 2 V do 5,5 V. Warunkiem jest właściwe ustawienie bitów BOTLEVEL w FUSEBITACH.

Po załączeniu zasilania diody wyświetlają jeden z dwu efektów świetlnych. W tym momencie mamy możliwość zmiany nastaw, wyboru opcji lub możemy uruchomić metronom. Teraz za pomocą włączników S1 do S10 wybieramy jedną z 10 opcji. Wciskając S11/OPCJE lub restartując układ, program zawsze zatrzyma się i w tym miejscu będzie oczekiwał na załączenie wybranego podprogramu.

Włącznikiem S1 załączamy pracę metronomu z podstawowym zestawem ustawień. Są to ustawienia bieżące parametrów, które po każdej zmianie są zapisywane w pamięci EEPROM, jako pakiet danych 0. Pakiet tych danych odtwarzany jest z EEPROM po każdym restarcie programu.

Włącznikami S2 i S3 załączamy pracę metronomu z zapisanymi wcześniej ustawieniami, ustawienia te zapamiętujemy przyciskami S9 i S10. Takie rozwiązanie umożliwia szybkie przełączanie trzech zaprogramowanych nastaw metronomu. Dane te są zapisane w pamięci EEPROM, jako pakiet danych 1 i 2.

We wszystkich pakietach danych zapisane są wartości następujących parametrów: metrum, ton pierwszego taktu metrum, ton drugiego i kolejnych taktów metrum, parametr określający tempo pracy metronomu, długość czasu dźwięku taktu metronomu.

Włącznikiem S4 przechodzimy do opcji ustawiania wysokości tonu dla pierwszego taktu z metrum. Po wejściu do tej opcji i po przyciśnięciu S1 do S9 usłyszymy różne tony. Po wciśnięciu S10 zostaje zapamiętany ton ostatnio wciśniętego klawisza. Ton ten będzie tonem sygnału metrum.

Włącznikiem S5 przechodzimy do opcji ustawiania wysokości tonu dla kolejnych taktów metrum. Wyboru dokonujemy podobnie jak dla S4.

Włącznik S6 uruchamia opcję wpisu okresu taktu. Okres wpisujemy cyfrowo w jednost-

kach BPM (takty na minutę). Trzy diody z lewej strony wyświetlacza informują nas, którą cyfrę wprowadzamy. Na początku świecą się trzy diody. Włączniki S1 do S9 odpowiadają cyfrom od 1 do 9 a włącznik S10 wprowadza cyfrę 0. Wpisu dokonujemy wprowadzając zawsze trzy cyfry z zakresu od 1 do 255 (BPM). Chcąc wprowadzić liczbę 16 wciskamy 0,1,6 czyli S10,S1,S6 a dla liczby 245 wciskamy kolejno S2,S4,S5. Po wprowadzeniu trzech cyfr, układ przelicza liczbę i jej wartość na chwilę wyświetlona zostaje binarnie na diodach. Jeżeli wprowadzimy liczbę spoza dopuszczalnego zakresu, program ją automatycznie skoryguje.

Włącznik S7 uruchamia opcję ustalania metrum. Metrum ustala, co ile taktów będzie „akcent” o innym tonie. Po przyciśnięciu S1 do S10 wybierzemy odpowiednio akcent na takt odpowiadający numerowi wciśniętego włącznika.

Włącznik S8 uruchamia opcję wyboru długości czasu brzmienia tonu metronomu. Po przyciśnięciu S1 do S10 wybieramy jeden z dziesięciu czasów z przedziału <0,1s do ~1s.

Po zmianie nastaw, działanie metronomu można sprawdzić przyciskając S1. Wyłączenie pracy metronomu następuje tylko po przyciśnięciu S11/OPCJE. Jeżeli nastawa nam odpowiada to możemy ją zapisać w jednej z dwóch pamięci nastaw. Zapisu dokonujemy przyciskami S9 i S10. Uruchomienie metronomu z tymi nastawami następuje po załączeniu przycisku S2 lub S3.

## Sterownik oświetlenia z licznikiem osób

Dzięki zastosowaniu mikrokontrolera układ elektryczny sterownika jest bardzo prosty. Schemat układu pokazano na rys. 11.

Procesor ATtiny13 generuje odpowiednie sygnały i analizuje dane z odbiornika podczerwieni. Diody IR – LED1 i LED2, tworzą z odbiornikiem TSOP1736 dwie odrębne, aktywne bariery podczerwieni. Każda z diod naprzemian

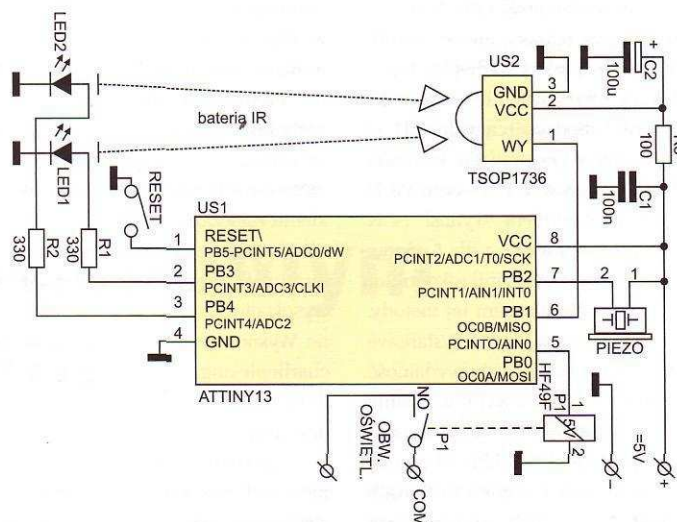
generuje strumień światła (po 20 impulsów świetlnych) o częstotliwości 36 kHz. Zależnie od tego czy impulsy świetlne oświetliły odbiornik, czy też nie, na jego wyjściu pojawia się odpowiednio stan niski lub wysoki. Analizując

zmiany stanu wyjścia odbiornika IR, można ustalić, w jakim kierunku przemieszczał się obiekt przecinający wiązki podczerwieni.

Wartość rezystorów R1 i R2 trzeba dobrać z zakresu 200...470 Ω. Przy rezystancji poniżej

### Wykaz elementów

D1: 1N4007  
T1: BC517 lub BC337-25  
US1: ATtiny13V lub 13  
US2: TSOP1736-lub inny odbiornik IR na 36 kHz  
LED1, LED2: diody nadawcze podczerwieni dopasowane do odbiornika  
LED3: dowolnego koloru  
R1, R2: 200...470 Ω  
R3: 100 Ω  
R4, R5: 1 kΩ  
C1: 100 nF  
C2: 100 μF/25 V  
PIEZO: przetwornik piezoakustyczny  
P1: rzeźakznik HF49F 005-1H1 5A250AC lub JQC-3FF z cewką 5 V



Rys. 11. Schemat urządzenia po modyfikacji

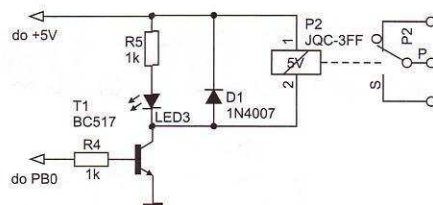


200  $\Omega$  w układzie testowym powstawały zakłócenia powodujące niestabilną pracę czujnika. Przetwornik piezoelektryczny generuje sygnały dźwiękowe sygnalizujące wejście osoby lub jej wyjście oraz inne tony alarmowe. Przyciskiem *RESET* zerujemy układ i liczbę zliczonych osób. Nieco niewłaściwe może się wydać podłączenie przekaźnika wprost do wyprowadzenia mikrokontrolera, jednak jest to przekaźnik HF49F005, którego cewka załącza styki pobierając prąd jedynie 25 mA. Według danych producenta w obwodzie załączanym przez ten przekaźnik, może płynąć prąd do 5 A/230 V. Używając innego przekaźnika można zastosować schemat z rys. 12.

Ze względu na napięcie pracy przekaźnika i odbiornika TSOP całość powinna być zasilana napięciem stabilizowanym 5 V. Urządzenie można zmontować na płytce uniwersalnej. Widok zmontowanego i uruchomionego modelu jest na fot. 13.

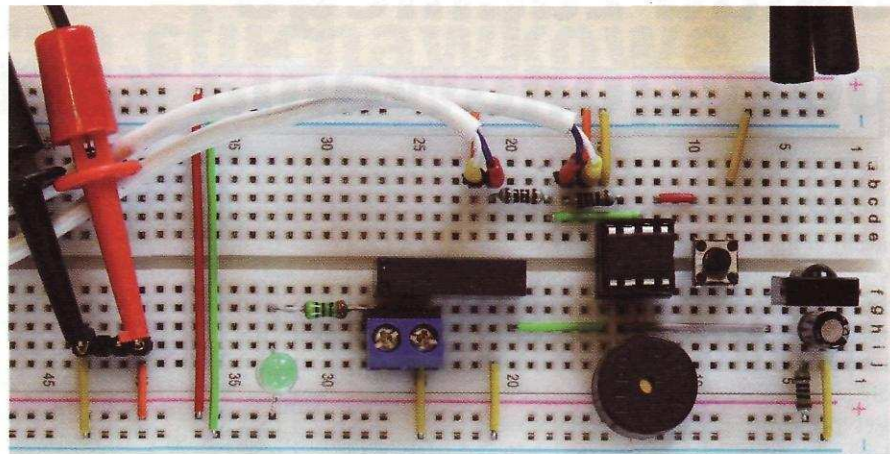
Podczas inicjalizacji zostają odpowiednio ustawione wyprowadzenia wejścia/wyjścia. Port PB1 jest ustawiany jako wejście podciągnięte do plusa, natomiast pozostałe wyprowadzenia są wyjściami. Timer jest ustawiany do pracy w trybie CTC i generuje przerwania co 133 takty. Przy taktowaniu procesora przebiegiem o częstotliwości 9,6 MHz ustawienia te powodują, że przerwania są generowane 72000 razy na sekundę, a więc łatwo można modulować podczerwień częstotliwością 36 kHz. W przerwanach timera generowane są też dźwięki i badany jest stan wiązek świetlnych obu barier.

Informacje o stanie barier zapisywane są w zmiennych bitowych. Zmienne te analizowa-



Rys. 12. Opcjonalny driver przekaźnika

szło, będzie to sygnalizowane specjalnym sygnałem dźwiękowym. Każde wejście powyżej ustalonej liczby osób spowoduje generowanie sygnału alarmowego, który informuje o przekroczeniu limitu. Różne sygnały dźwiękowe są generowane przy wejściu, wyjściu lub gdy analiza przejścia wykaze błąd.



Fot. 13. Model sterownika oświetlenia wykonany przez autora

wane są przez procedury w pętli programu głównego. Sprawdzane są poszczególne fazy przejścia przez obie wiązki i zależne od tego czy pierwsza wiązka była przerywana po stronie wejścia, czy po stronie wyjścia, licznik osób jest zwiększany lub zmniejszany. Po wejściu pierwszej osoby zostaje załączony przekaźnik i zliczane są kolejne wejścia lub wyjścia. Po wyjściu wszystkich, przekaźnik jest wyłączany. Jeżeli wyjdzie więcej osób niż we-

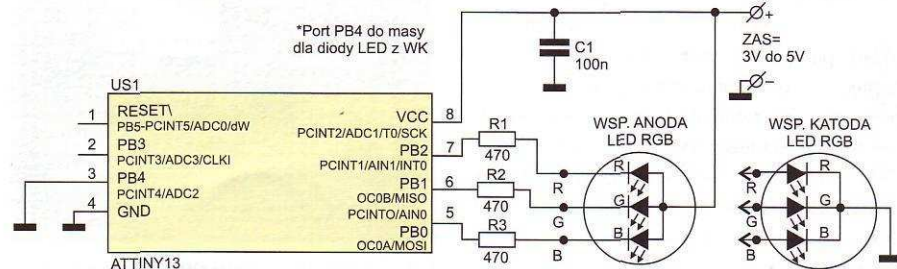
Procesor musi być skonfigurowany do pracy z taktowaniem 9,6 MHz, przy czym dzielenie zegara przez 8 ma być wyłączone. W modelu konieczne jest osłonięcie diod podczerwieni w taki sposób, aby świeciły wąskim strumieniem światła w jednym kierunku. Nadajniki i odbiornik powinny być odpowiednio ustawione naprzeciwko siebie.

# Sterownik dwubarwnych diod LED

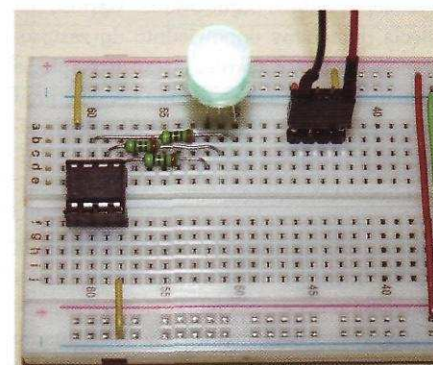
Jest to bardzo prosta aplikacja, sterująca jasnością świecenia diod podłączonych do wyprowadzeń PB0, PB1 i PB2. Schemat elektryczny zmodyfikowanego układu pokazano na rys. 14.

Układ może sterować różnymi diodami, ale przeznaczony jest do sterowania diod RGB. Jasność świecenia poszczególnych diod, proporcjonalna jest do wypełnienia przebiegu ste-

rującego tymi diodami. Zależnie od tego, czy podłączamy do układu diodę RGB z wspólną anodą czy wspólną katodą, jej wspólna elektroda powinna być prawidłowo podłączona do zasilania. Przy podłączaniu diody z wspólną katodą, warto zewrzeć z masą układu wyprowadzenie PB4. Sterownik odwróci wtedy sterowanie wypełnieniem tak, aby zachować odpowiednie wyświetlanie barw RGB.



Rys. 14. Schemat układu sterownika LED po modyfikacji



Fot. 21. Model sterownika LED wykonany przez autora

## Wykaz elementów

US1: ATtiny13V lub 13  
LED: dioda RGB z wspólną anodą lub katodą  
R1...R3: 100  $\Omega$  do 1 k $\Omega$   
C1: 100 nF



Sterowanie wypełnieniem przebiegu odbywa się w podprogramie obsługi przerwań timera. Procedura ta wytwarza trzy niezależne przebiegi z modulacją PWM. Dane sterujące wypełnieniem, przekazywane są do procedury timera z programu głównego.

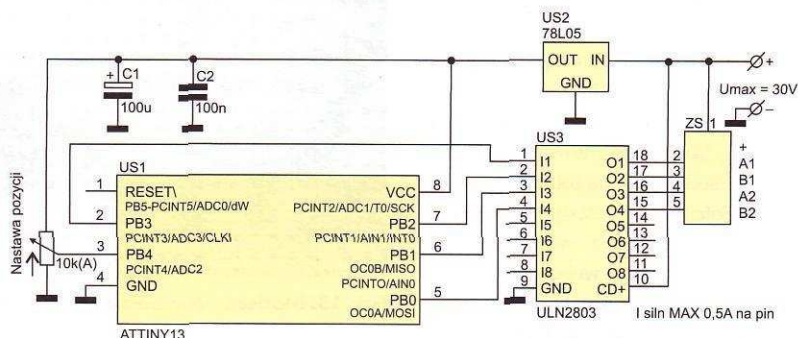
# Układ zdalnego pozycjonowania kamery

Mikrokontroler ATTiny13 bez problemu mógłby zastąpić wszystkie elementy sterujące w oryginalnym układzie zdalnego pozycjonowania kamery. W konstrukcji wzorowanej na pierwotnym układzie, stan potencjometrów odczytywany byłby przez dwa kanały przetwornika ADC i na podstawie wartości pomiarów pozostałe wyprowadzenia sterowałyby serwomechanizmami. Jednak z powodu braku dostępu do serwomechanizmów, zdecydowałem się na zbudowanie urządzenia o podobnych właściwościach, jakie ma pierwowzór, ale opartego na silniku krokowym. Jego schemat jest na **rys. 16**. Elektrycznie układ jest identyczny z układem sterownika silnika krokowego „ciągnik do skanera”. Urządzenie ma za zadanie ustawiać rotor silnika krokowego proporcjonalnie do wychYLENIA - obrotu potencjometru.

Procesor mierzy napięcie zadane z potencjometru i ustawia silnik w odpowiedniej pozycji. Jako wzmacniacz sygnałów sterujących z procesora jest użyty układ ULN2803. W takiej konfiguracji układ może sterować tylko silnikami unipolarnymi, które pobierają prąd do 0,5 A na jedno uzwojenie. Do sterowania silników bipolarnych można użyć innego wzmacniacza, na przykład L298. Napięcie zasilania całego urządzenia powinno być stałe i dobrze odfiltrowane. Wartość napięcia dobieramy odpowiednio do zastosowanego silnika z zakresu 7...30 V. Napięcie zasilające silnik należy dobrać tak, aby prąd pobierany z poszczególnych wyjść sterownika, nie przekraczał prądu nominalnego silnika i nie był większy od dopuszczalnych wartości prądu wzmacniacza ULN. Gdyby okazało się, że napięcie wymagane do zasilania silnika musi być mniejsze niż 7 V, to trzeba oddzielić obwody zasilania silnika i stabilizatora. W tym celu obydwa obwody zasilamy z oddzielnych źródeł prądu z zachowaniem

Układ można traktować, jako prosty efekt świetlny. Po dodaniu tranzystorowych stopni mocy, układ może sterować wieloma diodami RGB, tworzącymi łańcuchy świetlne. Wolne wyprowadzenia można wykorzystać do sterowania zmianami efektów świetlnych.

Układ testowy został zmontowany i przetestowany na płytce testowej widocznej na **fot. 15**. Ustawienia sprzętowe mikrokontrolera dla programu, to taktowanie 4,8 MHz oraz dzielenie zegara przez 8 wyłączone.



Rys. 16. Schemat układu do zdalnego pozycjonowania kamery po modyfikacji

wspólnej masy. Aby wykorzystać wszystkie walory układu, silnik powinien mieć mechaniczne ograniczenie możliwości obrotu ponad 360°. Zablokowanie możliwości obracania się o więcej niż jeden obrót, zabezpieczy kamerę przed możliwością urwania się przewodu. Układ testowy można zmontować na płytce uniwersalnej. Widok zmontowanego i uruchomionego modelu przedstawiony jest na **fot. 17**.

Po rozpoczęciu pracy programu, zostają odpowiednio skonfigurowane porty. Wyprowadzenia PB0 do PB3 są ustawione, jako wyjścia. Za pomocą tych wyprowadzeń sterowany jest silnik. Port PB4 jest ustawiany jako wejście pomiarowe przetwornika A/C. Załączone zostają przerwy od timera, który pracuje w trybie CTC. Następnie wykonywana jest sekwencja *AUTOZERO*, która ustawia rotor silnika przy punkcie oporu obrotu. Jej działanie polega na obróceniu rotora silnika w lewo o 512 półkroków. Jeżeli rotor silnika zostanie wcześniej zablokowany mechanicznie, to silnikowi nic się nie stanie. Mechaniczne zatrzymanie obrotu silnika krokowego nie powoduje bowiem zwarcia, tak jak to ma miejsce w silniku prądu stałego.

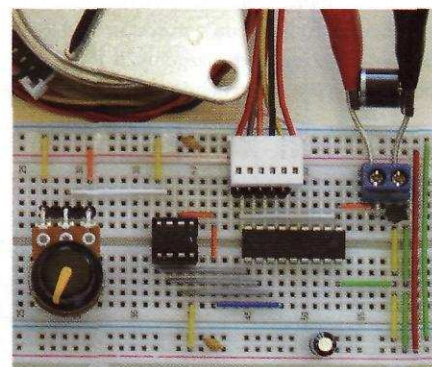
Po wykonaniu procedury *AUTOZERO* układ pomiarowy ADC dokonuje pomiaru napięcia z potencjometru i procesor steruje przesunięciem rotora do pozycji proporcjonalnej do wartości tegoż napięcia. Funkcja *AUTOZERO* powoduje, że silnik po restarcie układu zawsze ustawi się w to samo miejsce, odpowiadające danej nastawie potencjometru.

Po inicjalizacji, w pętli programu głównego cyklicznie wykonywany jest pomiar na-

pięcia z potencjometru. Dane z ADC przekazywane są do procedur sterowania silnikiem. Procedury te obliczają wymagane przesunięcie względem aktualnej pozycji rotora. Wartości przesunięć są wpisywane do zmiennych wykorzystywanych przez procedury przerwań timera. Timer w przerwanianach steruje przesuwaniem pozycji rotora o zadaną ilość kroków. Po wykonaniu zadanego przesunięcia ustawiane są bity informujące program główny, że można podać nowe dane o kolejnym przesunięciu rotora. W razie gdyby silnik obracał się odwrotnie do kierunku obrotu potencjometru, trzeba odwrotnie podłączyć (o 180°) złącze silnika, lub zamienić miejscami skrajne doprowadzenia potencjometru.

Fusebity w procesorze powinny być skonfigurowane na taktowanie 4,8 MHz, przy czym dzielenie zegara przez 8 powinno być wyłączone.

Wiesław Pytlewski  
elewp@wp.pl



Fot. 17. Model układu pozycjonowania kamery wykonany przez autora

## Wykaz elementów

US1: ATtiny13V lub 13  
US2: 78L05  
US3: ULN2803 lub ULN2003  
P1: 10 kΩ liniowy (A)  
C1: 100 μF/25 V  
C2: 100 nF