

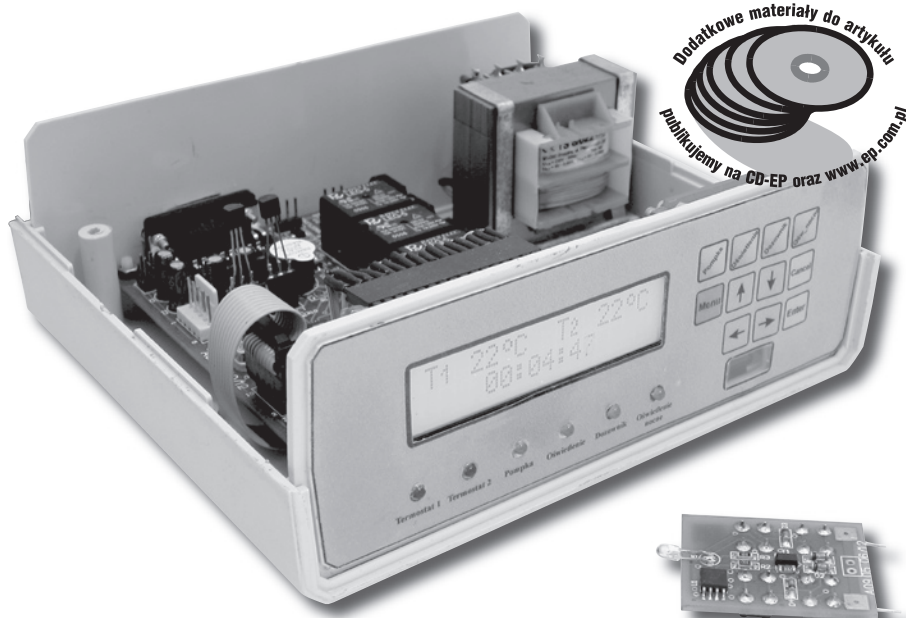
Sterownik akwariowy, część 1 AVT-980

Słowo „sterownik” jest jednym z częściej pojawiających się w tytułach projektów zamieszczanych na łamach EP. Prezentowaliśmy już sterowniki motoryzacyjne, muzyczne, różne odmiany sterowników sieciowych, sterowniki dzwonek, świateł i nie wiadomo jeszcze czego. Tak oczywistego pomysłu, jak sterownik akwariowy chyba jeszcze jednak nie było. Nadrabiamy więc zaległości.

Rekomendacje:
sterownik dedykujemy akwarystom, którzy chcą zautomatyzować obsługę akwarium, pytanie tylko, czy jego stosowanie nie osłabi emocjonalnej więzi z rybkami.

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach: 83x112 mm (sterownik), 41x51 mm (klawiaturowa), 30x38 mm (pilot)
- Zasilanie: 7...9 VAC/1,5 A (sterownik), bateria 12 V (pilot)
- Zasilanie awaryjne zegara RTC: bateria litowa CR2032
- Sterowanie dołączonymi urządzeniami w trybie 24-godzinny
- Dokładność włączania i wyłączenia: 1 sekunda
- Liczba sterowanych grzałek: 2 (dwa niezależne termostaty)
- Obciążalność wyjść przekaźnikowych: 7 A/240 V
- Obciążalność wyjść niskonapięciowych: 1 A
- Rozdzielczość pomiaru temperatur: 1°C
- Automatyczne odłączenie dowolnej grzałki w przypadku wykrycia jej uszkodzenia
- Sterowanie wyjściami za pomocą pilota IR
- Zachowywanie parametrów w pamięci EEPROM
- Funkcje:
 - automatyczne/ręczne sterowanie karmieniem
 - automatyczne/ręczne sterowanie oświetleniem
 - automatyczne/ręczne sterowanie oświetleniem nocnym
 - automatyczne/ręczne sterowanie napowietrzeniem w trybach „z grzałką” i „automat”



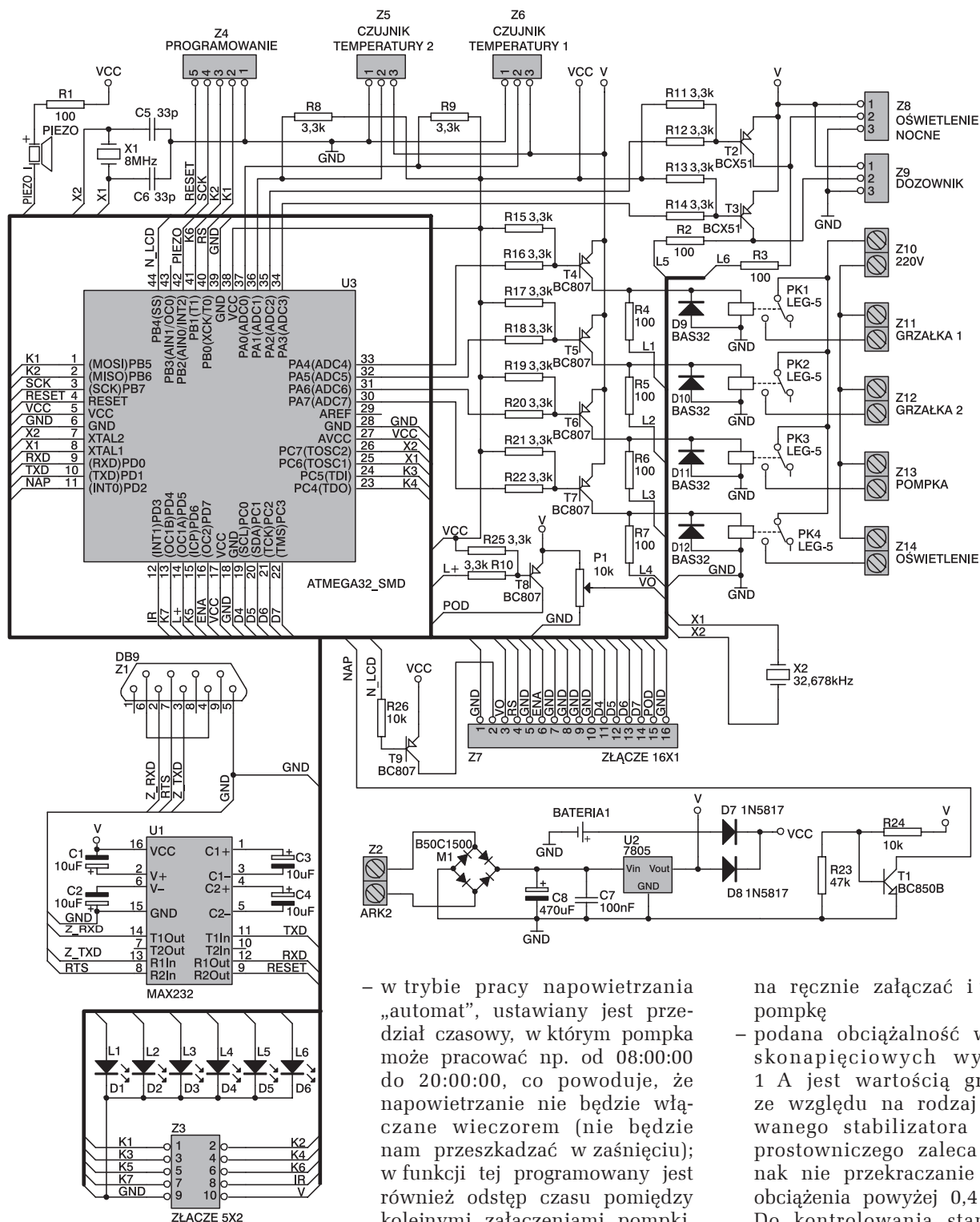
Zaprezentowane w poniższym artykule urządzenie, jak sama nazwa wskazuje, przeznaczone jest do sterowania urządzeniami utrzymującymi odpowiednie parametry w akwarium. Sterownik ten powinien zainteresować akwarystów traktujących swe zajęcie jedynie jako hobby, ale również osoby zajmujące się profesjonalną hodowlą rybek. Zarówno jedni, jak i drudzy doskonale wiedzą, jak ważne jest zapewnienie w akwarium stałych warunków hodowlanych zbliżonych do naturalnego środowiska rybek akwariowych. Bardzo ważne jest, aby temperatura wody była utrzymywana na stałym poziomie. Określony gatunek ryb wymaga odpowiedniej temperatury, w której czuje się najlepiej i może się prawidłowo rozwijać i rozmnażać. Za niska lub za wysoka temperatura może nawet doprowadzić do śnięcia ryb, a niektóre gatunki są bardzo wrażliwe na gwałtowne zmiany czynników środowiskowych. Bardzo ważne jest również zapewnienie w akwarium odpowiedniego napowietrzenia wody i oświetlenia. Czynniki te również wpływają na rozwój roślin.

W sytuacji, gdy wyjeżdżamy z domu na dłużej, często musimy prosić sąsiadów lub bliskie osoby o to, by doglądali naszej hodowli. Stałe warunki hodowlane mogą wówczas zostać łatwo zachwiane,

a zabezpieczeniem przed tym może być wyposażenie akwarium w prezentowany sterownik. Jego zaletą jest duża uniwersalność – nie dość, że sam zapewni prawidłowe utrzymanie wszystkich parametrów panujących w akwarium, to również będzie mógł dbać o karmienie rybek.

Podstawowe parametry sterownika zostały podane w tabelce, niektóre z nich wymagają dodatkowego omówienia. I tak:

- w sytuacji, gdy jeden z czujników ulegnie uszkodzeniu lub zostanie odłączony, związana z nim grzałka jest automatycznie wyłączana, aby nie doprowadzić do nadmiernego wzrostu temperatury wody,
- automatyczne/ręczne sterowanie karmieniem umożliwia zaprogramowanie dwóch czasów, w których będzie uruchamiany dozownik pokarmu, jak również zaprogramowanie wielkości dawki; dodatkowym przyciskiem można podawać pokarm w dowolnym momencie,
- automatyczne/ręczne sterowanie oświetleniem włącza i wyłącza oświetlenie o zadanych godzinach; dodatkowym przyciskiem można włączać i wyłączać oświetlenie w dowolnym momencie.
- do sterowania oświetleniem nocnym mogą być wykorzystane np. diody LED,



Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika

- w trybie pracy napowietrzania „z grzałką”, pompka jest włączana razem z grzałką, co zapewnia lepszą cyrkulację wody w akwarium i równomierne jej nagrzewanie; w tym trybie można też ręcznie włączyć/wyłączyć pompkę, przy czym podczas kolejnego włączenia się termostatu funkcja automatycznie załączy pompkę.

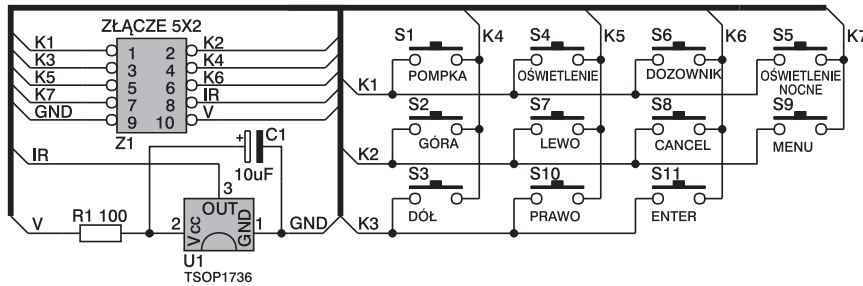
- w trybie pracy napowietrzania „automat”, ustawiany jest przedział czasowy, w którym pompka może pracować np. od 08:00:00 do 20:00:00, co powoduje, że napowietrzanie nie będzie włączane wieczorem (nie będzie nam przeszkadzać w zaśnięciu); w funkcji tej programowany jest również odstęp czasu pomiędzy kolejnymi załączeniami pompki, a także czas jej pracy; można również ręcznie załączyć/wyłączyć pompkę, przy czym funkcja wyłączy/włączy ją zgodnie z zaprogramowanymi czasami

- istnieje możliwość jednoczesnego włączenia funkcji „z grzałką” i „automat”; wówczas pompka pracuje tak jak opisano w funkcji „automat”, a oprócz tego jest włączana razem z termostatem; dodatkowym przyciskiem moż-

na ręcznie załączać i wyłączać pompkę

- podana obciążalność wyjść niskonapięciowych wynosząca 1 A jest wartością graniczną, ze względu na rodzaj zastosowanego stabilizatora i mostka prostowniczego zaleca się jednak nie przekraczanie wartości obciążenia powyżej 0,4 A.

Do kontrolowania stanu pracy sterownika, a także jego konfiguracji zastosowano czytelny wyświetlacz LCD oraz diody LED. Zastosowano zasilanie awaryjne umożliwiające pracę zegara mimo krótkotrwałych zaników zasilania. Podczas awarii głównego napięcia zasilającego działanie układu jest redukowane do minimum, odłączane są wszystkie przekaźniki sterujące. Zabezpieczeniem przed skutkami zawieszenia się programu jest układ watchdoga.



Rys. 2. Schemat elektryczny klawiatury

Opis układu

Schemat sterownika akwariowego przedstawiono na rys. 1 i 2. Projektując układ brano pod uwagę funkcjonalność, uniwersalność oraz łatwość wykonania ewentualnych przeróbek i dostosowania go do własnych potrzeb. Głównym elementem sterownika jest mikrokontroler AVR ATmega32, który posiada 32 kB pamięci programu. Nie została ona w pełni wykorzystana przez program sterujący, dzięki czemu, mimo wielu zaimplementowanych już funkcji istnieje możliwość dalszej rozbudowy softwaru. Bardziej zaawansowani użytkownicy mogą pokusić się o napisanie własnego oprogramowania do sterownika.

Mikrokontroler pracuje z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 8 MHz (bit FusebitA987 ma ustawioną wartość 1100). Drugi zewnętrzny re-

zonator kwarcowy o częstotliwości 32,768 kHz jest przeznaczony do taktowania zegara czasu rzeczywistego (RTC). Do sterowania wyświetlaczem LCD 2*16 przydzielono piny PC0...PC3 i PB0...PD7. Wyprowadzenia PA4...PA7 sterują za pośrednictwem tranzystorów przez czujniki, które załączają odpowiednio: grzałkę 1, grzałkę 2, pompki i oświetlenie. Wyprowadzenia PA2, PA3 sterują natomiast wyjściami niskonapięciowymi, do których powinno być dołączone oświetlenie nocne oraz dozownik pokarmu. Napięcie na tych wyjściach wynosi 5 V, więc w roli oświetlenia nocnego można zastosować równoległe połączenie diody LED, np. niebieskie, co da bardzo ciekawy efekt. Należy jednak pamiętać o zastosowaniu rezystora ograniczającego prąd diod. Stero-

wanie dozownikiem odbywa się na zasadzie podawania napięcia 5 V na wyjście układu, na czas zależny od wielkości ustawionej dawki. Wyjście PB2 steruje buzerem, który sygnalizuje naciśnięcie któregośkolwiek przycisku na klawiaturze. W układzie zastosowano dwa czujniki temperatury z magistralą 1Wire typu DS1820. Nie podłączono ich jednak do wspólnej magistrali, jak w typowych aplikacjach, co wynikało z dwóch powodów. Pierwszym z nich było zwiększenie uniwersalności układu przez zastosowanie dwóch oddzielnych wejść dla czujników. Są one dołączone do wejść mikrokontrolera, które mogą również pełnić funkcję wejść przetwornika A/C. Z łatwością można więc zamiast układów DS1820 zastosować popularne LM35, oczywiście po niewielkiej przeróbce oprogramowania sterującego. Wówczas zbyt ciężkie stało się montowanie rezystorów R8 i R9. Drugim powodem było łatwiejsze rozpoznawanie czujników i uniknięcie odczytywania ich numerów seryjnych, jak to ma miejsce przy podłączeniu ich do jednej magistrali. Procedura odczytywania numerów seryjnych niepotrzebnie komplikowałaby program i utrudniała ewentualną wymianę czujników. Stosując dwie magistrale uniknię-

WYKAZ ELEMENTÓW

Płytki główna

Rezystory

R1...R7: 100 Ω SMD1206

R8...R22, R25: 3,3 kΩ SMD1206

R23: 47 kΩ SMD1206

R24, R26: 10 kΩ SMD1206

P1: 10 kΩ potencjometr montażowy

Kondensatory

C1...C4: 10 µF/25 V (nie wchodzi w skład kitu)

C5, C6: 33 pF SMD1206

C7: 100 nF SMD1206

C8: 470 µF/25 V

Półprzewodniki

D1...D6: LED 3 mm

D7, D8: 1N5817

D9...D12: BAS-32

M1: mostek prostowniczy B50C1500

T1: BC850B

T2, T3: BCX51

T4...T9: BC807

U1: MAX232 (nie wchodzi w skład kitu)

U2: 7805

U3: ATmega32L

DS1820: czujnik temperatury (2 sztuki)

Inne

Piezo: buzzer piezo 6 V z generatorem

X1: kwarc 8 MHz

X2: kwarc 32,768 kHz

Z1: złącze DSUB DB9 męskie kątowe do druku (nie wchodzi w skład kitu)

Z2: ARK2 3,5 mm

Z3: szpilki goldpin 2x5

Z4: szpilki goldpin 1x5

Z5, Z6, Z8, Z9 szpilki goldpin 1x3

Z7: szpilki goldpin 1x16

Z10...Z14: ARK2 5 mm

PK1...PK4: LEG5

Podstawka DIP16 (nie wchodzi w skład kitu)

gniazdo do druku na baterię CR2032

wyświetlacz alfanumeryczny LCD 2*16

taśma połączeniowa 10-żyłowa z wtykami goldpin

Płytki klawiatury

Rezystory

R1: 100 Ω

Kondensatory

C1: 10 µF/25 V SMD

Półprzewodniki

U1: TSOP1736

Inne

Z1: szpilki goldpin 2x5

S1...S11: mikrostyk 9,5 mm

Płytki pilota

Rezystory

R1: 10 kΩ SMD1206

R2, R3: 3,3 kΩ SMD1206

R4: 10Ω SMD1206

Kondensatory

C1: 100 nF SMD1206

Półprzewodniki

D1...D4: BAS-32

D5: LED 3mm IR nadawcza

T1: BCX51

U1: ATtiny13

U2: 78M05CDT

Inne

S1...S4: mikroprzełącznik 4,3mm

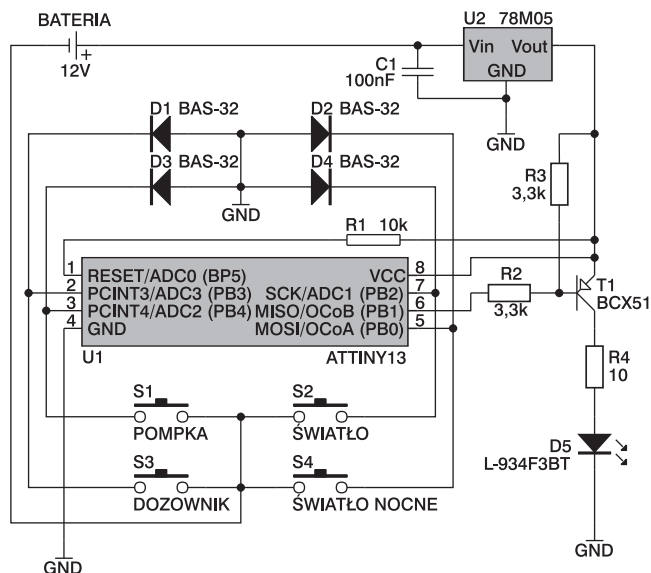
to więc wstępnego programowania czujników przy pierwszym ich podłączeniu do sterownika. Czujnik podłączony do wejścia 1 mierzy temperaturę 1 i jest automatycznie przypisywany do termostatu pierwszego. Analogicznie działa drugi czujnik.

Cały sterownik jest zasilany stabilizowanym napięciem z wyjścia układu U2 poprzez diodę D8. Napięcie z anody tej diody zasila przełączniki, wyjścia niskonapięciowe, podświetlenie LCD oraz za pośrednictwem dzielnika napięcia R23, R24 podawane jest na bazę tranzystora T1. Ten z kolei zwraca wejście PD2 mikrokontrolera do masy. Na podstawie tej informacji mikrokontroler rozpoznaje moment zaniku głównego napięcia zasilania. Wówczas dla zmniejszenia poboru prądu, funkcje sterownika zostają ograniczone do minimum. Przy zasilaniu bateryjnym ważne jest, aby układ pobierał jak najmniej prądu. Zostaje odcięte napięcie przełączników i wyjść niskonapięciowych. Na wyprowadzeniach mikrokontrolera sterujących wyjściami ustawiany jest stan wysoki, tak aby prąd nie wpływał do końcówek mikrokontrolera poprzez rezystory podciągające bazy tranzystorów. Wyłączany jest również wyświetlacz LCD, a następnie za pośrednictwem tranzystora T9 odcinane jest jego napięcie zasilania. Mikrokontroler zostaje wprowadzony w tryb uśpienia (*Powersave*). Wszystkie te zabiegi pozwoliły zminimalizować pobór prądu przy zasilaniu bateryjnym. W trybie *Powersave* aktywne są m.in. przerwania i liczniki asynchroniczne. Po wystąpieniu jakiegokolwiek przerwania mikrokontroler „obudzi się”. I tak się dzieje po upływie jednej sekundy, gdyż używany jest zegar RTC, a ten z kolei używa licznika asynchronicznego Timer2 do generowania przerwań co jedną sekundę. Procedura obsługi tego przerwania zwiększa odpowiednio zawartość zmiennych `_sec`, `_min` oraz `_hour`. Odpowiednie skonfigurowanie zegara RTC pozwoliło również na napisanie własnego podprogramu wywoływanego co sekundę, a ściślej mówiąc procedury wprowadzającej mikrokontroler powtórnie w tryb *Powersave*. Tak więc mikrokontroler budzi się co sekundę, aktualizuje czas i powtórnie przechodzi do trybu oszczędzania energii. Średni po-

bór prądu podczas zasilania bateryjnego wynosi około $40 \mu\text{A}$. W trybie uśpienia mikrokontrolera nie są wykonywane żadne procedury sterujące. Procedury odpowiedzialne za sterowanie oświetleniem, oświetleniem nocnym, napowietrzaniem i karmieniem porównują aktualny czas z zaprogramowanym i mogą załączyć dany element tylko w określonym, nastawionym czasie, zaistniała więc konieczność sprawdzania stanu wyjść jakiegoś elementu przed zanikiem napięcia i sprawdzenia ustawionych przedziałów czasowych przypisanych danym funkcjom. Po zaniku i powrotnym pojawieniu się napięcia zasilania przywracane są poprzednie stany wyjść, ale tylko wtedy, gdy tryb automatyczny danej funkcji jest włączony i aktualny czas mieści się w zakresie, w którym dane wyjście powinno być załączone. Przykładowo, jeśli czas włączenia oświetlenia jest ustawiony na 18:00:00, a czas wyłączenia na 22:00:00 i tryb automatyczny jest włączony, to niezależnie od tego, kiedy nastąpił zanik napięcia, oświetlenie zostanie włączone, jeśli napięcie zasilania pojawi się w okresie między 18:00:00 a 22:00:00.

Stany wyjść ustawione w wyniku ręcznego załączenia nie są przywracane, gdyż mogłoby to utrudniać działanie sterownika. Mogłaby zaistnieć sytuacja, gdy oświetlenie zostało włączone ręcznie, a napięcie pojawiłoby się już po czasie, w jakim powinno pracować oświetlenie, np. po 22:00:00, wówczas tryb automatyczny nie wyłączyłby oświetlenia, a przywrócenie stanu wyjścia, sprzed zaniku napięcia spowodowałoby, iż oświetlenie świeciłoby się przez całą noc.

Zaawansowani użytkownicy mogą rozbudować sterownik o komunikację urządzenia z komputerem poprzez interfejs RS232, dla którego przewidziano na płytce miejsce pod odpowiednie gniazdo (Z1) oraz układ konwertera poziomów



Rys. 3. Schemat elektryczny pilota

MAX232 (U1). Elementy te jednak nie wchodzi w skład zestawu.

Na rys. 2 przedstawiono klawiaturę z odbiornikiem podczerwieni dołączanymi do układu. Płytkę klawiatury jest połączona z płytką bazową za pomocą taśmy 10-żyłowej. Oprogramowanie sterownika zostało napisane w BASCOM AVR i zajmuje około 14 kB pamięci programu.

Schemat pilota współpracującego ze sterownikiem został przedstawiony na rys. 3. Zastosowano w nim mikrokontroler ATTiny13. Pilot pracuje w standardzie RC5 ze stałym adresem równym 25. Za jego pomocą można sterować oświetleniem, oświetleniem nocnym, napowietrzaniem i dozownikiem pokarmu. Naciśnięcie któregośkolwiek przycisku powoduje zamknięcie obwodu zasilania i w konsekwencji nadanie odpowiednich instrukcji zależnych od tego, jaki przycisk został wciśnięty. Wyjście PB1, za pośrednictwem tranzystora, steruje diodą nadawczą. Zasięg pilota w otwartej przestrzeni wynosi około 5 metrów, w pomieszczeniach zamkniętych będzie nawet większy, ze względu na odbijanie się fal promieniowania podczerwonego od różnych przedmiotów. Układ jest zasilany z baterii 12 V, więc konieczne było zastosowanie stabilizatora 5 V. Mikrokontroler pracuje z wewnętrznym generatorem RC o częstotliwości 4,8 MHz.

Mariusz Nowak
nowak_mariusz@poczta.fm