

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

## Sterownik szkolnego dzwonka

Przedstawiamy projekt, którego aktualność podkreśla rozpoczynający się rok szkolny.

Urządzenie prezentowane w artykule nie tylko ułatwi życie woźnej, ale zapewni także komfort uczniom, dla których minimalne wydłużenie lekcji może stanowić poważne niebezpieczeństwo...

### Rekomendacje:

urządzenie może wykazać szczególną przydatność w szkołach – ułatwiając życie uczniom i „operatorom” dzwonek, ale także we wszelkich innych aplikacjach wymagających regularnych cykli sterowania.



Projekt  
133

Prezentowany sterownik posiada dwa stany (aktywny, nieaktywny) oraz trzy tryby pracy – normalny (Nr), sobotni (Sb) i specjalny (Sp), wykorzystujące dwa zestawy wpisów (dzwonek). Użycie trzech trybów podyktowane było doświadczeniem i jak można się domyśleć, różnica między nimi polega na długości cyklu pracy. Stąd też tryb Nr obsługuje zwykły szkolny tydzień, włączając pierwszy zestaw dzwonek i powtarzając go każdego dnia od poniedziałku do piątku, Sb wykorzystuje ten sam zestaw wpisów obsługując również soboty (jest bardzo przydatny ze względu na zachodzącą od czasu do czasu potrzebę tzw. odrabiania zajęć), a specjalny wiąże się ze zmianą układu dzwonek wskutek skrócenia lekcji, wynikającego z przewidzianych w danym dniu uroczystych apeli, zabaw szkolnych itp. Taki układ można wcześniej przygotować i przywołać rano dnia, w którym zmiana ma nastąpić lub po zakończeniu zajęć dnia poprzedniego. Tryb ten wykorzystuje drugi zestaw wpisów, a raz włączony pracuje w cyklu poniedziałek – sobota. W każdym z zestawów można zapisać do 20 dzwonek trwających 7 sekund.

Jak wskazuje doświadczenie, urządzenia automatyki, których obsługa ograniczona jest do niezbed-

nego minimum działają lepiej od „narażonych” na częsty kontakt z człowiekiem. Stąd też sterownik posiada funkcję samoczynnej zmiany czasu letniego na zimowy i odwrotnie (pracuje przy założeniu, że zmiany następują w ostatnie niedziele marca i października o godz. 2.00). Na czas dłuższych przerw (ferie, wakacje, święta) wystarczy przełączyć system w stan nieaktywny. Odmierzany jest wówczas tylko czas. Zmiany trybów jak i uaktywnienia systemu dokonuje się w bardzo prosty sposób, poprzez pojedyncze naciśnięcie wybranego przycisku. Każdy wybór potwierdzany jest sygnałem dźwiękowym oraz odpowiednią informacją na wyświetlaczu. Oczywiście istnieje też możliwość natychmiastowego włączenia dzwonka z pominięciem automatyki. Awaryjne podtrzymanie zasilania gwarantuje prawidłowe odmierzanie czasu, a wszystkie ustawienia dokonane przed zanikiem głównego zasilania są po jego powrocie natychmiast przywracane.

### Budowa

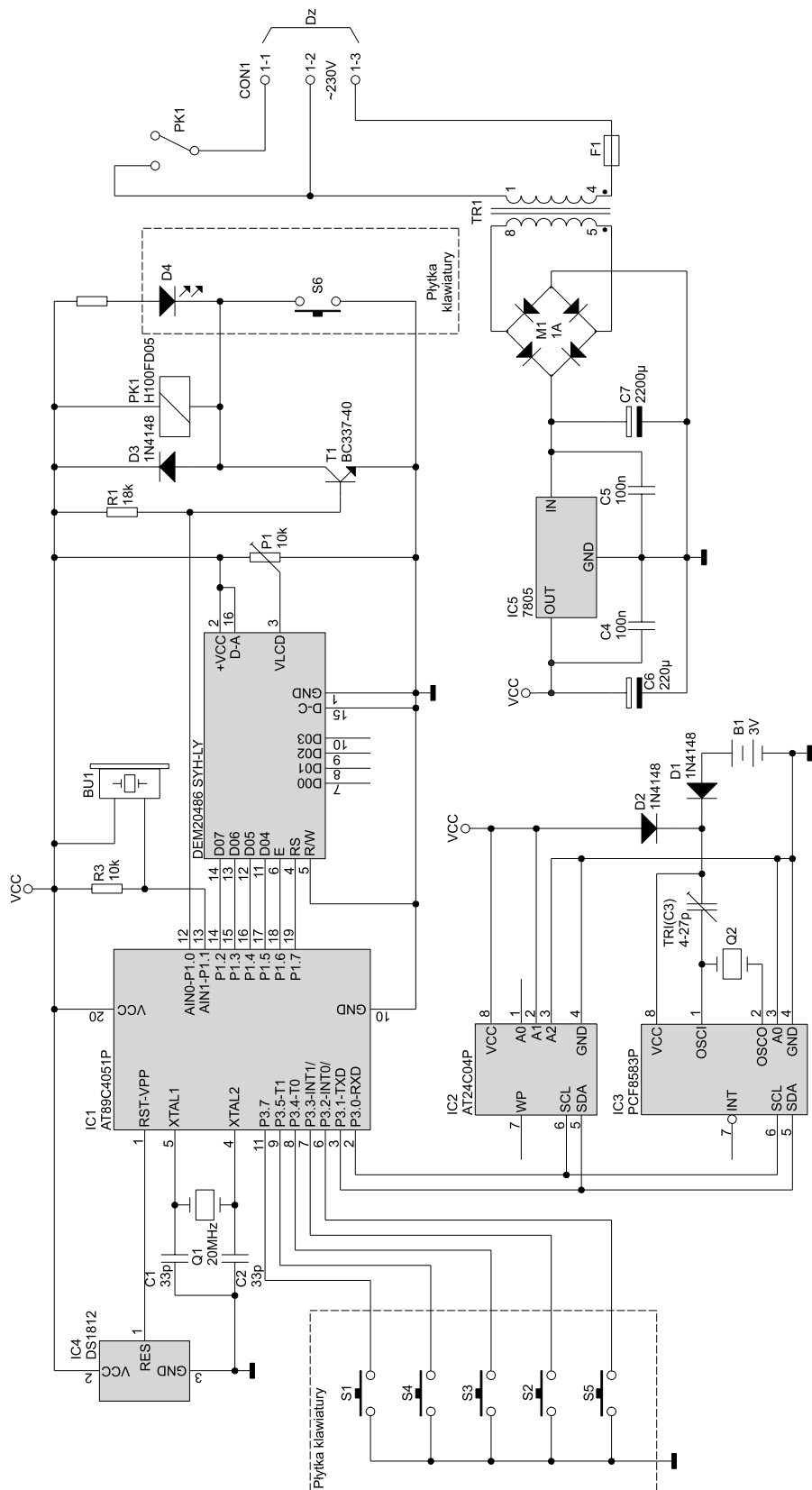
Schemat elektryczny urządzenia przedstawiono na rys. 1. Jednym z założeń było oparcie projektu o któryś z mikrokontrolerów serii 89Cx051.

Po włączeniu zasilania, mikroprocesor wyczytuje z E<sup>2</sup>PROM infor-

macje dotyczące stanu i trybu pracy sterownika (sprawdza, z którego zestawu i w jakim cyklu ma korzystać), pobiera dane z RTC, a następnie powraca do E<sup>2</sup>PROM w poszukiwaniu godziny najbliższej podanej przez zegar. Jeżeli jej nie znajduje (godzina jest późniejsza niż godzina ostatniego dzwonka), ustawia pierwszą z zestawu do wykonania w dniu następnym i oczekuje na wystąpienie zgodności (porównując godzinę wyczytaną z bieżącą). Po wystąpieniu zgodności, wyczytywana jest kolejna najbliższa. Oprócz tego sprawdzana jest zgodność trybu z dniem tygodnia. Jeśli odczytywanie danych z pamięci nastąpi w dniu nie objętym trybem lub na taki dzień wypada kolejny dzwonek, to jego wykonanie zostanie przesunięte na pierwszy dzień trybu obowiązującego (poniedziałek).

Lwią część programu zajęła obsługa wprowadzania nastaw i ukazywania związanych z nimi informacji. Wynika to z założenia, że urządzenie ma przedstawiać użytkownikowi maksymalnie dużo potrzebnych danych tak, aby nie musiał się on niczego domyślać bez instrukcji obsługi, stąd również zastosowanie wyświetlacza 4x20. LCD wykorzystany w prototypie (DEM20486 SYH-LY) bazuje na sterowniku KS0066 (kompatybilny z HD44780). Potencjometr P1 służy do ustawienia kontrastu.

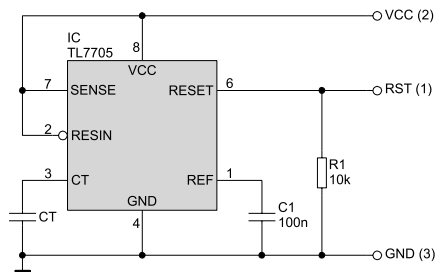
Tak więc, jeżeli zastosujemy 89C4051, a nie np. 89S8252, to jasne się staje, że musi być zastosowana oddzielna pamięć do przechowywania nastaw 20 (możliwe 30) dzwonków w każdym zestawie oraz informacji dodatkowych – wszystkie nastawy dokonywane przez użytkownika, są natychmiast zapamiętywane, dzięki czemu po okresie chwilowego zaniku napięcia w sieci (i zainicjowaniu pracy przez mikroprocesor) nie następuje samoczynne przejście do ustawień wstępnych lub przypadkowych, a w konsekwencji odliczanie i włączanie dzwonków „ni z gruszki, ni z pietruszki”. Pamięć szeregowa 24C04 jest jedną z najbardziej popularnych i relatywnie najtańszych. W układzie pracuje z adresem 164. Adres tego elementu wyznacza się na dwóch bitach A1 i A2, dlatego zwarcie nóżek 1 i 2 ze sobą (na płytce) nie ma znaczenia. Trzecie wyprowadzenie adresowe (bit A0) nie jest wewnętrznie



Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika szkolnego dzwonka

podłączone – wynika to z organizacji tej pamięci. Jeżeli Czytelnik bardzo chciałby zastosować zamiast pamięci 4 kb dwie pamięci 2 kb, to może to zrobić pamiętając, aby nadać im adresy bazowe 164 i 166.

Zegar czasu rzeczywistego wykonany został na układzie PCF8583. Oczywiście RTC zrealizować można programowo w niewielkim stopniu wykorzystując do tego zasoby mikrokontrolera, jednak wymagałoby



Rys. 2. Schemat elektryczny układu zerującego

to podtrzymania zasilania procesora w stanach awaryjnych. PCF8583 przy  $f_{SCL} = 0$  Hz pobiera tylko ok.  $10 \mu A$  (5 V)/ $2 \mu A$  (1 V). Poza tym, 240 B pamięci RAM, którą zawiera ten układ miało być wykorzystane do sortowania wpisów (dzwonków). Ostatecznie funkcja ta uznana została za zbyt cenną. Oscylator pracuje z rezonatorem kwarcowym 32,768 kHz. Do kalibracji najlepiej użyć trymera o wartości 4...27 pF (C3). Nic nie stoi na przeszkodzie, aby był to kondensator stały. W prototypie bardzo dobry rezultat dało zastosowanie kondensatora o wartości 20 pF. Adres bazowy zegara to 160. Układ zasilania awaryjnego jest zbudowany w sposób ogólnie znany (D1, D2, B1). Jako źródło prądu wykorzystana została bateria litowa 3 V, 230 mAh.

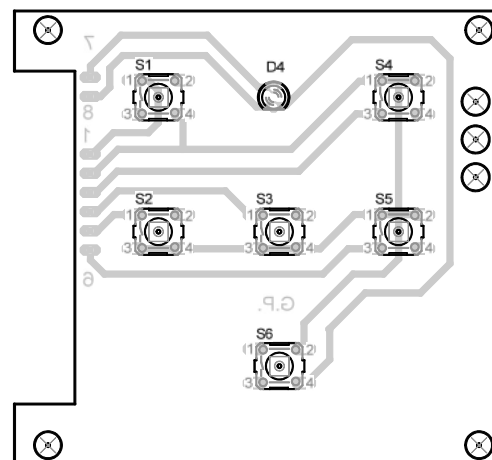
Wiadomo, że podczas inicjalizacji w większości mikroprocesorów tej rodziny następuje ustawienie portów w stan wysoki. Ta właściwość jest wykorzystana poprzez programowe ustawienie bitu 0 portu P1 (układ wykonawczy) w stan niski po czasie 0,5 s. Dzięki temu urządzenie zyskuje dodatkową funkcję sygnalizacji obecności napięcia w sieci po chwilowym zaniku, poprzez krótkie włączenie dzwonka. Układ wykonawczy składa się z T1, D3, R1 i PK1. Załączenie następuje po wystąpieniu sta-

nu wysokiego na wyprowadzeniu mikroprocesora lub zwarcia tranzystora włącznikiem S6. Można zastosować rozwiązanie z triakiem zamiast przekaźnika (odpowiednio modyfikując układ sterowania).

Oddzielną kwestią jest sposób zerowania. Aby zmniejszyć ryzyko nieprawidłowości w działaniu układu związanych z zasilaniem, zastosowano układ automatycznego zerowania typu DS1812. Układ ten wysyła sygnał wysoki na wyprowadzeniu RST mikrokontrolera, po spadku napięcia zasilającego do założonej wartości (typ. 4,35V dla DS1812-10) i utrzymuje przez ok. 150 ms po powrocie do wartości właściwej. Problem z tym elementem jest jeden – dostępność. Dlatego opisane zostanie rozwiązanie alternatywne, oparte na układzie TL7705, znacznie łatwiej dostępnym i o połowę tańszym. W przeciwieństwie do DS1812, jego prawidłowa praca wymaga kilku elementów zewnętrznych. Na rys. 2 przedstawiono schemat obrazujący prawidłowe połączenie go do pracy z 89C4051. Stan wysoki na wyjściu RST po powrocie do właściwego poziomu napięcia zasilającego, utrzymywany jest przez czas ( $t_d$ ) określony pojemnością kondensatora  $C_T$ , którego wartość wyznacza się ze wzoru:

$$C_T(F) = \frac{t_d(S)}{1,3 \cdot 10^4}$$

Jeżeli taki sposób realizacji zerowania Czytelnik uzna za zbyt cenny, zawsze można zastosować kondensator 2,2  $\mu F$  w miejsce wyprowadzeń 2(+) i 1(-) DS1812. 89C4051 ma wbudowany rezystor o wartości z zakresu 50...300 k $\Omega$ , z którym zewnętrzny kondensator tworzy układ różniczkujący. Należy tylko pamię-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce klawiatury

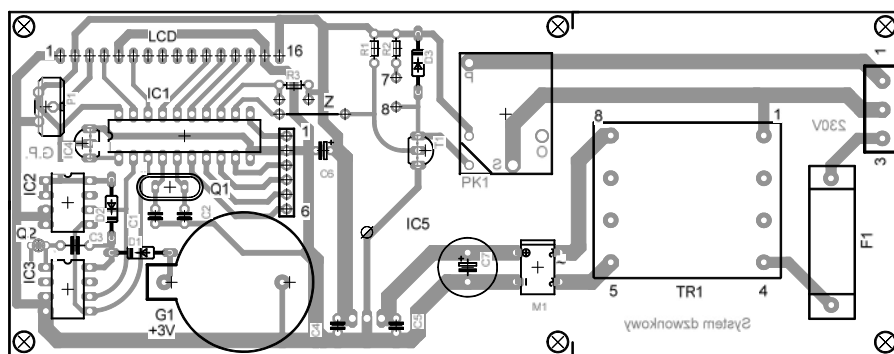
tać, że przy tej wartości wydłużeniu ulegnie sygnalizacja powrotu napięcia sieciowego.

Zasilacz (IC5, M1, TR1, C4...C7, F1) posiada standardową konstrukcję, dostarczając napięcie stabilizowane o wartości 5 V. Myślę, że nie wymaga komentarza. Prąd pobierany przez układ, to głównie prąd przekaźnika (ok. 90 mA) i wyświetlacza (właściwie podświetlenia – ok. 200 mA).

## Montaż

Urządzenie składa się z 3 płytek – głównej, wyświetlacza i klawiatury. Rozmieszczenie poszczególnych elementów przedstawiono na rys. 3 i 4. Montaż należy rozpocząć od wlutowania elementów tworzących zasilacz, a następnie sprawdzić napięcia, po czym można przejść do kolejnych czynności (oczywiście wcześniej odłączając zasilanie), przebiegających wg ogólnie przyjętych zasad. Przetwornik piezoelektryczny należy przykleić do płytki klawiatury od strony druku. Ze względu na obciążenie, stabilizator powinien być umieszczony w pozycji leżącej i wyposażony w radiator. Urządzenie od początku konstruowane było z myślą o zawieszeniu na ścianie, stąd też ułożenie stabilizatora.

Mechanicznie płytki połączone zostały ze sobą przy pomocy śrub M3, tulejek dystansowych obustronnie gwintowanych typu DI5M3X30 (30 mm), tulejek przelotowych KDR05 (5 mm) między płytkami wyświetlacza i klawiatury oraz KDR06 (6 mm) jako dodatkowe między tulejkami dystansowymi, a płytką klawiatury (o 1 mm dłuższe od poprzednich, aby zniwelowa-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce głównej sterownika (pomniejszony o 24%)

wać różnicę wynikającą z grubości płytki wyświetlacza). Trzy dodatkowe otwory w płycie klawiatury ułatwiają przykręcenie przewodów zasilających. Całość powinna być powieszona w pobliżu wychodzących ze ściany przewodów zasilających dzwonek (w miejscu włącznika).

### Obsługa

Po pierwszym włączeniu układu (z nową pamięcią), na wyświetlaczu ukaże się stan systemu, tryb pracy, godzina i informacja „dzwonki nieaktywne”. Jest to wynikiem wartości FFhex we wszystkich komórkach E<sup>2</sup>PROM. Taki stan będzie utrzymywał się do aktywowania przynajmniej jednego dzwonka. Wszelkie informacje potrzebne do prawidłowego wprowadzenia nastaw są ukazywane na LCD. Program posiada zabezpieczenia nie pozwalające wprowadzić błędnych wartości np. 30. dnia lutego lub 68. godziny.

Włącznik S2 służy do zmiany trybu (kolejne wciśnięcia odpowiadają trybom Nr, Sb, Sp), S3 do zmiany stanu systemu (aktywny – wszystkie funkcje urządzenia są

czynne; wstrzymany – odmierzany jest czas, dzwonek nie jest włączany, kolejne godziny nie są odczytywane), S6 do natychmiastowego włączenia dzwonka (bez udziału mikrokontrolera), S4 i S5 nie są aktywne. Poprzez naciśnięcie S1 przechodzimy do ustawień zegara i zestawów dzwonek. Dalsze kroki ukazuje schemat wprowadzania nastaw (rys. 5), mogący w pierwszej chwili wydać się nieco skomplikowanym, choć dokonywanie różnych wpisów jest naprawdę bardzo proste. Zmiany poszczególnych wartości dokonuje się włącznikami S4 (+) i S5 (-). Podczas ustawiania dzwonek, S3 ułatwia szybsze dojście do konkretnego dzwonka w zestawie, a także przeglądanie dokonanych wcześniej nastaw. Funkcja aktywowania dzwonka „mówi” mikrokontrolerowi czy wskazana w zestawie godzina ma być brana pod uwagę.

Omówienia wymaga wprowadzanie daty. Jest ona potrzebna do prawidłowego działania tylko jednej funkcji – automatycznej zmiany czasu z letniego na zimowy i odwrotnie. Miesiąc i dzień miesiąca wprowadza się „wprost”, wpisując odpowiednie wartości (zabezpieczenie dotyczące ilości dni w miesiącu, np. 31, 30, 29, 28, modyfikuje ich maksymalną liczbę w zależności od wcześniej wpisanego miesiąca i roku). Rok ustawia się w trybie 4-letnim (0...3), gdzie wartość 0 oznacza rok przestępny. Aby sprawdzić działanie funkcji zmiany czasu, należy ustawić sobotę, godz. np. 23.59 oraz datę, z której wynika, że jest to ostatnia sobota właściwego miesiąca. Zmiana nastąpi o godz. 2.00 dnia następnego.

Godziny dzwonek powinny być wprowadzane w porządku rosnącym np. 5.17, 6.36. Jeżeli zostałyby wprowadzone odwrotnie to dzwonek 5.17 będzie po-

minięty. W programie nie zdefiniowano polskich liter, ale nie wpływa to na czytelność komunikatów (tylko cztery wyrazy zawierające po jednym znaku diakrytycznym). Zapamiętywanie poszczególnych nastaw w pamięci mikrokontrolera i dopiero na końcu zapis do E<sup>2</sup>PROM, daje możliwość ich przeglądania bez dokonywania wpisów.

**Grzegorz Poprzeczny**

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

- R1: 18 kΩ
- R2: 1 kΩ
- R3: 10 kΩ
- P1: 10 kΩ – montażowy, stojący, 6x6 mm

#### Kondensatory

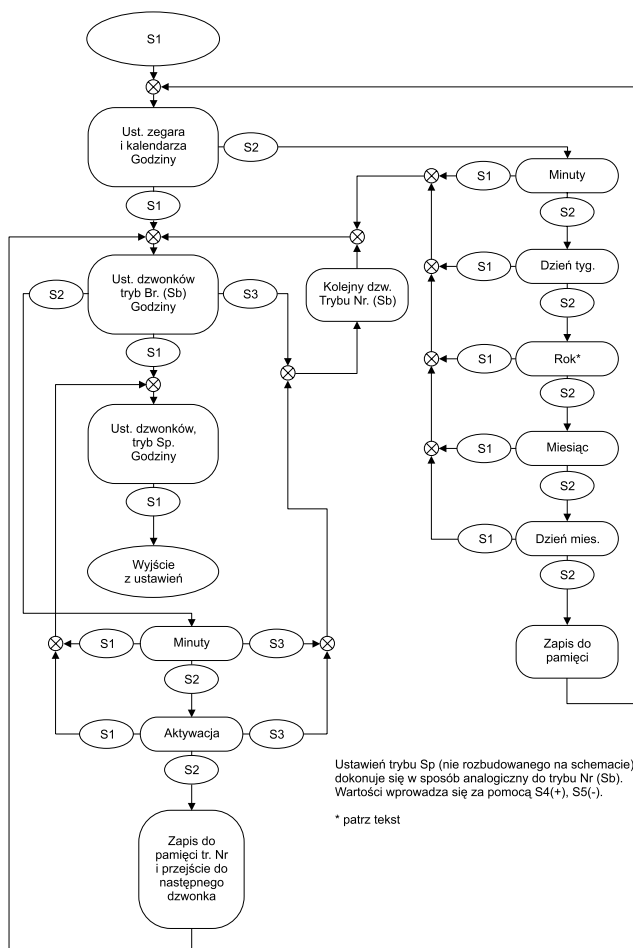
- C1, C2: 33 pF
- C4, C5: 100 nF
- C6: 220 μF/16 V
- C7: 2200 μF/25 V
- TR1 (C3): 4...27 pF (patrz tekst)

#### Półprzewodniki

- D1...D3: 1N4148
- D4: LED 3 mm
- M1: mostek 1 A
- T1: BC337
- IC1: AT89C4051P (zaprogramowany)
- IC2: AT24C04P
- IC3: PCF8583P
- IC4: DS1812 (patrz tekst)
- IC5: 7805

#### Inne

- Q1: 20 MHz
- Q2: 32768 Hz
- S1...S6: mikroprzełączniki
- B1: litowa, 3 V/20 mm
- BU1: przetwornik piezoelektryczny (bez generatora)
- PK1: H100FD05
- DS1: DEM20486 SYH-LY (patrz tekst)
- TR1: 7.5...9 V, 0,5 A do druku (np. TS 4/40)
- F1: bezpiecznik 250 mA
- CON1: ARK3
- Oprawka bezpiecznika do druku, leżąca
- Gniazdo do baterii 20 mm



Rys. 5. Algorytm wprowadzania danych

**Od redakcji**  
 Nie jest prawdą, że układy DS1812 są trudno dostępne – oferuje je większość internetowych sklepów dla elektroników w cenie od 4,9 do ok. 6 PLN brutto. Drugim problemem jest także fakt, że układy TL7705 i TL7705A nie utrzymują na wyjściu sygnału zerującego przed przekroczeniem napięcia progowego, aktywującego zerowanie (<http://focus.ti.com/lit/an/slvae04/slvae04.pdf>, str. 7). Może to powodować nieprawidłową pracę systemu – mikrokontrolery zaczynają bowiem pracę już przy napięciu ok. 2 V, a napięcie progowe wynosi ok. 3,6 V (dla Vcc=5 V). Lepsze są układy TL7705B, ale te udało się nam znaleźć w tylko jednym sklepie internetowym, niestety wyłącznie w ilościach hurtowych.