

# Zegar cyfrowy z analogowym sekundnikiem.

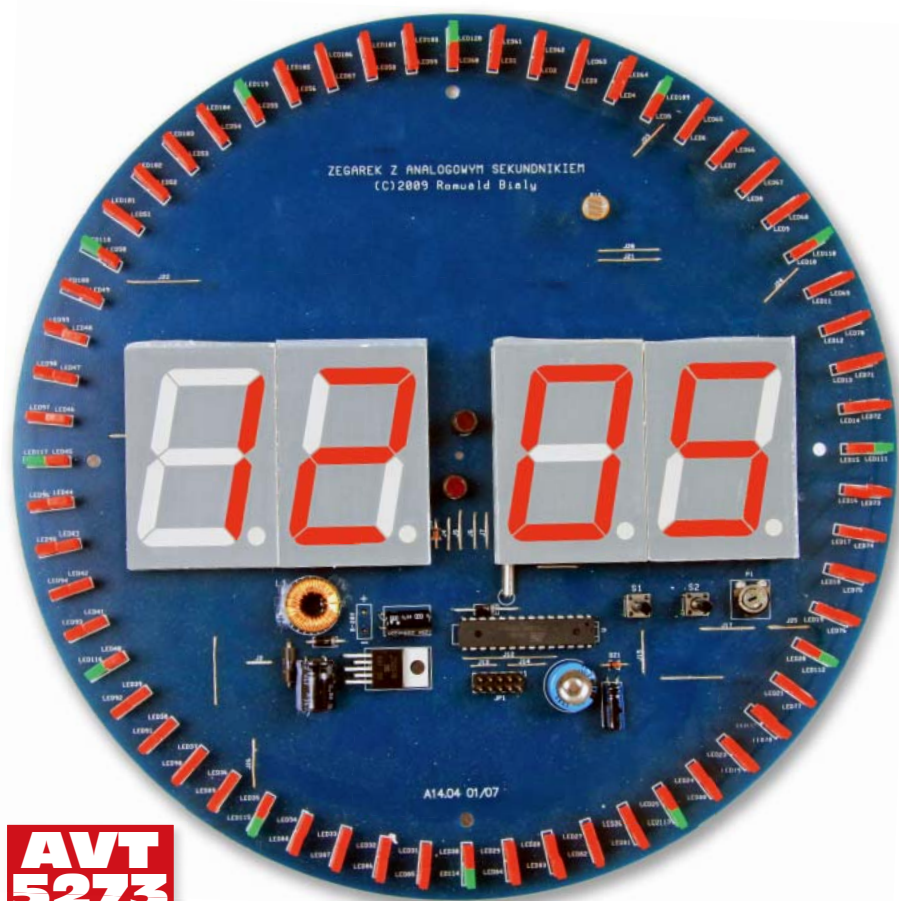
Prezentujemy projekt zegara cyfrowego z dużymi, czytelnymi wyświetlaczami 7-segmentowymi LED wyświetlającymi godziny i minuty, natomiast sekundnik jest wykonany w postaci okrągłej tarczy ze 120 prostokątnymi diodami świecącymi rozmieszczonymi na obwodzie okręgu i otaczającymi wyświetlacze.

**Rekomendacje:** zegar może pełnić funkcję dekoracyjną. Będzie interesującą ozdobą każdego wnętrza, a ze względu na swoje wymiary, po zamknięciu w odpowiedniej obudowie, może być użyty do wyświetlania czasu w dużych pomieszczeniach.

Dla każdej sekundy przewidziano połączone szeregowo dwie diody świecące. Co piąta zewnętrzna dioda sekundnika świeci w kolorze zielonym. Są lekko podświetlone na stałe tworząc obraz „tarczy” zegara analogowego. Pozostałe diody świecą w kolorze czerwonym, i zapalają się po kolei wraz z upływem każdej sekundy. W pierwszej sekundzie każdej minuty świecą się diody umieszczone nad godziną 12 w zegarze analogowym (zielona i czerwona), w kolejnych są włączane dwie kolejne itd., aż do 59 sekundy kiedy to świecą się wszystkie diody (120).

## Opis budowy i zasada działania układu

Schemat ideowy zegara pokazano na rysunku 1. Ze względu na spory prąd zasilania, dochodzący do 0,8 A przy napięciu 5,6 V, do jego zasilania zastosowano stabilizator impulsowy. Do jego budowy użyto popularnego układu scalonego z rodziny Simple Switcher firmy National Semiconductors o oznaczeniu LM2576. Zastosowano układ w wersji



**AVT 5273**

z napięciem wyjściowym wynoszącym 5 V. Ponieważ do zasilania zegara trzeba zastosować nieco wyższe napięcie (5,6...5,7 V), zastosowano dodatkowy rezystor R22 w pętli stabilizacji napięcia wyjściowego, który powoduje podniesienie napięcia wyjściowego do wymaganej wartości. Wyjście stabilizatora zabezpieczono diodą transil na napięcie 6,8 V która chroni zasilany układ w przypadku awarii stabilizatora. Zastosowanie stabilizatora impulsowego umożliwia zasilanie zegara napięciem w bardzo szerokim przedziale od 8 do nieco ponad 20 V, bez wydzielania w nim dużych ilości ciepła.

Napięciem 5,6 V są zasilane drivery anod wyświetlaczy zbudowane z użyciem tranzystorów Q1-Q4, wszystkie diody LED oraz układy sterujące diodami sekundnika. Mikrokontroler U1 jest zasilany przez diodę D2, za którą jest



### AVT-5273 w ofercie AVT:

AVT-5273A – płytka drukowana  
AVT-5273B – płytka drukowana + elementy

### Podstawowe informacje:

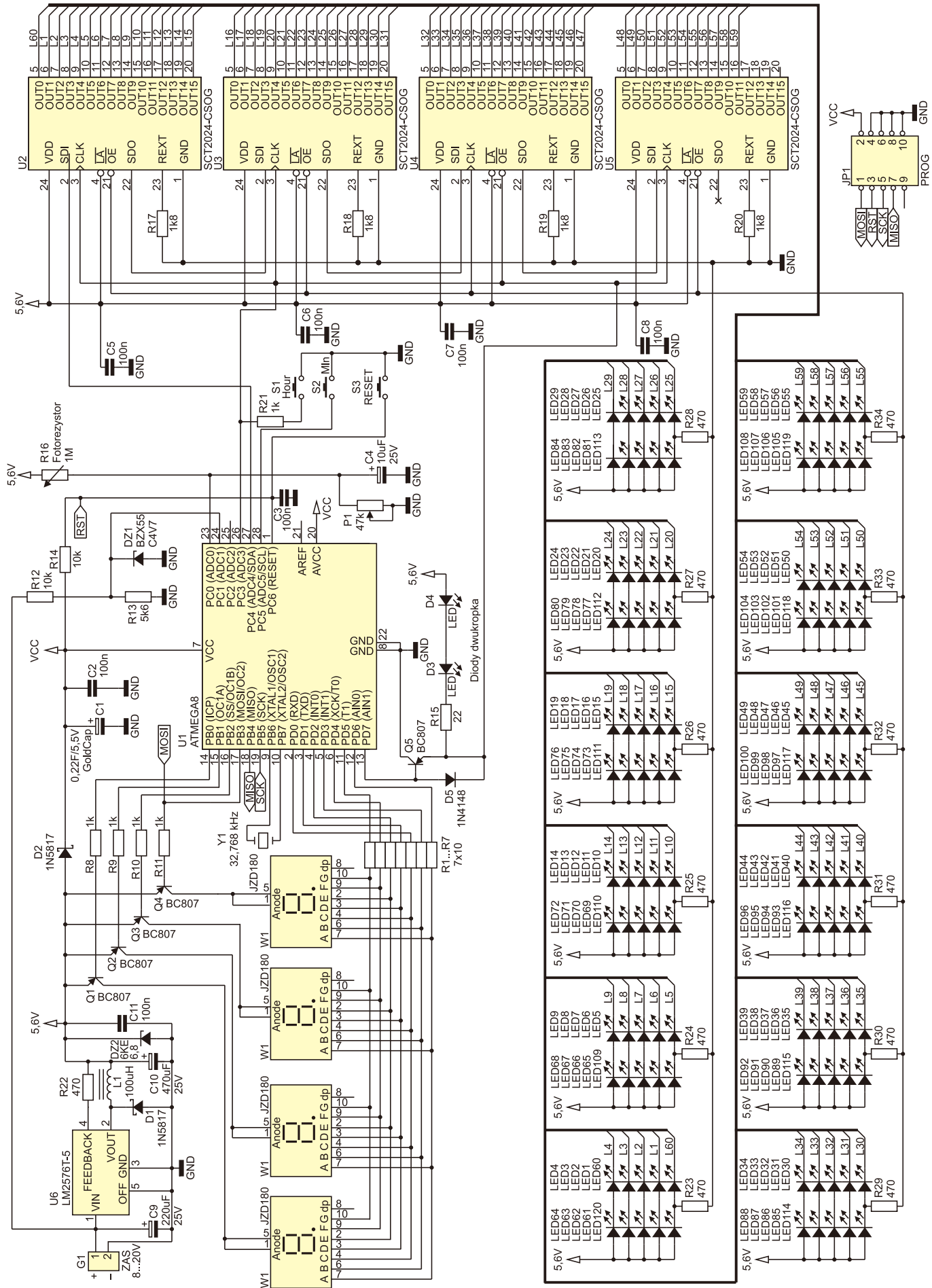
- Wyświetlanie czasu na dużym, czytelnym wyświetlaczu 7-segmentowym.
- Sekundnik zbudowany z diod LED.
- Możliwość wyświetlania temperatury.
- Jasność świecenia regulowana automatycznie w zależności od natężenia światła zewnętrznego.
- Zasilanie 8...20 VDC, pobór prądu do ok. 600 mA.
- Mikrokontroler ATmega8.
- Możliwość korekty chodu zegara.

### Dodatkowe materiały na CD i FTP:

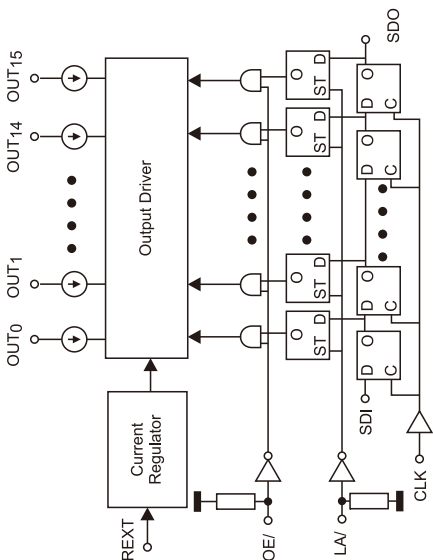
- <ftp://ep.com.pl>, user: 10142, pass: 5x7bu87r
- wzory płytek PCB
  - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

### Projekty pokrewne na CD i FTP:

- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-5245 Zegar widmowy (EP 7/2010)
  - AVT-5145 Zegar retro na lampkach NIXIE



Rysunek 1. Schemat ideowy zegara



Rysunek 2. Schemat blokowy układu SCT2024

kondensator C1 typu GoldCap, podtrzymujący zasilanie mikrokontrolera w przypadku zaniku napięcia sieciowego. Umożliwia to pracę zegara, a właściwie tylko zliczanie czasu, przez kilka-kilkanaście godzin bez zasilania sieciowego. Na pin PC1 mikrokontrolera podawany jest sygnał informujący mikrokontroler o występowaniu lub zaniku zasilania sieciowego. Ze względu na duży zakres dopuszczalnych napięć zasilania oprócz dzielnika rezystorowego zastosowano diodę Zenera DZ1 ograniczającą napięcie do 4,7 V.

Katody wyświetlaczy są sterowane, poprzez rezystory ograniczające prąd, wprost z linii portu PD mikrokontrolera. Do pinu PC0 mikrokontrolera dołączono dzielnik napięcia z fotorezystorem umożliwiającym automatyczne dostosowanie jasności świecenia wyświetlaczy zegara do natężenia oświetlenia zewnętrznego. Do wejść PC4 i PC5 mikrokontrolera są dołączone przyciski służące do ustawiania czasu oraz innych parametrów pracy zegara. Ponieważ pin PC4 jest jednocześnie używany jako wyjście danych dla sterowników sekundnika, to przycisk S2 został odseparowany rezystorem R21.

Do sterowania diodami sekundnika zastosowano 4 specjalizowane układy SCT2024 firmy StarChips Technology. Są to 16-wyjściowe sterowniki diod LED ze stałym prądem wyjściowym i szeregowym wprowadzaniem danych. Jego schemat blokowy pokazano na rysunku 2.

Składa się z 16-bitowego rejestru przesuwającego z wejściem szeregowym (SDI), taktowanego sygnałem zegarowym doprowadzonym do wyprowadzenia CLK, 16-bitowego rejestru zatraskowego sterowanego sygnałem /LA, oraz 16 źródeł prądowych pełniących funkcję driverów wyjściowych. Wyprowadzenie /OE umożliwia szybkie włączanie lub wyłączanie źródeł wyjściowych umożliwiając tym samym, za pomocą sygnału PWM, regulację jasności świecenia diod dołączonych do wyjść. Wszystkie wejścia układu są wyposażone w przerzutniki Schmitt'a, co zwiększa ich odporność na zakłócenia. Maksymalny prąd źródeł prądowych jest programowany za pomocą pojedynczego rezystora włączonego pomiędzy wyprowadzenie REXT a masę układu. Maksymalny prąd wyjściowy układu SCT2024 przy zasilaniu 5 V wynosi 45 mA na jedno wyjście. W zegarze prąd wyjściowy został dobrany na około 10 mA. Wyjście SDO układu służy do kaskadowego łączenia kilku układów i podłącza się je do wejścia SDI kolejnego układu. Diody świecące włącza się bezpośrednio pomiędzy wyjścia układu a napięcie dodatnie, przy czym może mieć ono wartość do 17 V. Wyjścia układu są przystosowane do pracy przy spadku napięcia

w granicach od 1...4 V, natomiast sam układ może być zasilany napięciem z przedziału 3...7 V.

Wyjście PC3 mikrokontrolera jest źródłem sygnału zegarowego dla rejestrów przesuwających w układach U2...U5. Dane dla rejestru są podawane z wyjścia PC4 mikrokontrolera. W układzie zegara nie ma potrzeby stosowania rejestru zatraskowego na wyjściach rejestru przesuwającego, a więc jego wyprowadzenia /LA są dołączone do zasilania, co powoduje że zatraski są przezroczyste.

Wyjście PD7 mikrokontrolera jest przeznaczone do sterowania dwukropkiem wyświetlacza. Ponieważ na tym wyjściu występuje sygnał PWM stosowany do ustawienia jasności, to został on użyty również do regulacji jasności świecenia diod sekundnika, dwukropka oraz wstępnego podświetlenia tarczy zegara. Ze względu na zbyt dużą wartość prądu potrzebnego do sterowania tych diod, za wyjściem mikrokontrolera zastosowano wtórnik emiterowy z tranzystorem Q5. Dioda D5 przekazuje poziom „1” z wyjścia mikrokontrolera na wyjście wtórника. Taki sposób regulacji jasności sekundnika wymaga, aby na wyjściu PD7 mikrokontrolera przez cały czas występował sygnał PWM.

```

Listing 1. Procedury sterowania analogowego rejestru przesuwającego sekundnika.
void clk_pulse(void) // impuls CLK dla rejestru
{
    PORTC &= ~(1<<SER_CLK);
    asm volatile("NOP");
    asm volatile("NOP"); // opóźnienie
    asm volatile("NOP");
    PORTC |= (1<<SER_CLK);
    asm volatile("NOP");
}

void clr_rejestr(void) // Kasowanie rejestru analogowego sekundnika
{
    DDRC |= (1<<SER_DAT); // PC4 jako wyjście
    u08 l = 64;
    PORTC &= ~(1<<SER_DAT); // Serial Data = 0
    while(l-->0) // gaś sekundnik (wyślij 64 * „0”)
        clk_pulse();
    DDRC &= ~(1<<SER_DAT); // przywróć PC4 jako wejście z klawisza
    PORTC |= (1<<SER_DAT); // Załącz Pullup
}

void set_rejestr(void) // Ustawienie rejestru na aktualną wartość sekund
{
    u08 tmp = t.second; // zapamiętaj wartość sekund
    clr_rejestr(); // najpierw zgaś wszystko
    u08 l = 0;
    DDRC |= (1<<SER_DAT); // PC4 jako wyjście
    PORTC |= (1<<SER_DAT); // Serial Data = 1
    clk_pulse(); // zaświeć pierwszą diodę

    if(opt.anaver) // jeśli wędrujący punkt
        PORTC &= ~(1<<SER_DAT); // Serial Data = 0

    while(l++ < tmp) // zaświecaj aż do zrównania z aktualną liczbą sekund
        clk_pulse();

    DDRC &= ~(1<<SER_DAT); // przywróć PC4 jako wejście z klawisza
    PORTC |= (1<<SER_DAT); // Załącz Pullup
}

// Fragment wykonywany w pętli głównej co 1 sekundę:
//-----
// sterowanie rejestrem przesuwającym do analogowego sekundnika
if(t.second == 0)
    clr_rejestr(); // jeśli sekundy = 0, kasuj rejestr
DDRC |= (1<<SER_DAT); // PC4 jako wyjście
PORTC |= (1<<SER_DAT); // Serial Data = 1
if(opt.anaver && t.second != 0) // jeśli wędrujący punkt
    PORTC &= ~(1<<SER_DAT); // to od pierwszej sekundy Serial Data = 0
clk_pulse(); // impuls na linii CLK
DDRC &= ~(1<<SER_DAT); // przywróć PC4 jako wejście z klawisza
PORTC |= (1<<SER_DAT);
. . .
    
```

Oznacza to, że w ustawieniach zegara trzeba wyłączyć migotanie dwukropka, aby nie migotał też cały sekundnik. Wstępne podświetlenie tarczy zegara zrealizowano poprzez podłączenie katod diod LED109...LED120 przez rezystory R23...R34 do wyjścia PWM mikrokontrolera. Powoduje to, że diody te są cały czas sterowane małym prądem i cały czas podświetlone.

Kwarc zegarkowy 32,768 kHz podłączony do wyprowadzeń TOSC1 i TOSC2 mikrokontrolera taktuje generator timera 2 pracującego w trybie asynchronicznym. Również co sekundę generuje on przerwanie służące do odmierzenia czasu.

Sterowanie analogowym sekundnikiem odbywa się następująco. Przy każdej pełnej minucie, do rejestrów sekundnika wysyłane są 64 wartości 0, co powoduje wygaszenie wszystkich diod, wysyłana jest jedna wartość 1 powodująca zaświecenie się diod na pozycji godziny 12. Następnie co jedną sekundę wysyłana jest kolejna 1 powodująca zaświecenie kolejnych diod. Po wyjściu z uśpienia mikrokontrolera, spowodowanego brakiem zasilania sieciowego, albo po wyjściu z procedur ustawiania programu lub aktualnego czasu, rejestr sekundnika jest kasowany, po czym wypełniany właściwą liczbą wartości 1, zależną od aktualnego stanu licznika sekund zegara. Powoduje to że sekundnik na-

tychmiast po załączeniu zasilania sieciowego wyświetla aktualną liczbę sekund.

Przewidziano też drugą opcję pracy analogowego sekundnika. Po jej wybraniu w programie P7, zamiast ciągłego zaświecania kolejnych diod jest sekundnik w postaci wędrującej, pojedynczej kreski (dwie świecące się diody). W tym przypadku zielone diody tworzące tarczę zegara są również lekko podświetlone. Na **listingu 1** pokazano procedury sterowania rejestrem sekundnika analogowego.

### Montaż i uruchomienie

Układu zegara zmontowano na okrągłej, jednostronnej płytce drukowanej o średnicy 230 mm. Zastosowanie druku jednowarstwowego spowodowało konieczność zamontowania 27 mostków po stronie elementów. Część zastosowanych elementów jest wykonana w technologii SMD i od nich należy rozpocząć montaż. Rozmieszczenie tych elementów pokazano na **rysunku 3**. Aby go przeprowadzić wystarcza wprawna ręka, dużo topnika, zwykła lutownica (nawet transformatorowa), pęseta oraz nieco cierpliwości.

W przypadku złania sąsiednich wyprowadzeń któregoś z układów U2...U5 należy posłużyć się plecionką do usunięcia nadmiaru cyny oraz stosować zasadę „nie żałuj

topnika”. Po przylutowaniu elementów SMD montujemy elementy przewlekane, których rozmieszczenie pokazano na **rysunku 4**. Zaczynamy od wlutowania mostków wykonanych np. ze srebrzanki o średnicy 0,5 mm. Należy zamontować wszystkie oprócz J2. Następnie wlutowujemy resztę przewlekanych elementów poczynając od najmniejszych, ale za wyjątkiem diod D2 i DZ2, wyświetlaczy, fotorezystora oraz diod LED. Jeśli mamy wstępnie zaprogramowany mikrokontroler U1 oraz nie przewidujemy opcji poprawiania bądź rozszerzania we własnym zakresie oprogramowania zegara, możemy zrezygnować z montowania złącza JP1 służącego do zmiany oprogramowania.

Teraz kolej na wstępne uruchomienie zasilacza. Tu właśnie niezamontowanie zwory J2 i diody D2 umożliwi ochronę reszty układu przed skutkami źle działającego zasilacza. Do zacisków zasilających podłączamy zasilacz prądu stałego o napięciu od 8...20 V i mierzymy napięcie na kondensatorze C10. Powinno ono wynosić od 5,6...5,8 V. Jeśli tak jest, to zasilacz działa prawidłowo i po odłączeniu zasilania możemy przystąpić do wlutowania mostka J2 oraz diod D2 i DZ2. Jeśli napięcie na C10 nie zawiera się w podanym przedziale, to należy sprawdzić wartość rezystora R22 oraz pozostałe elementy w otoczeniu układu LM2576.

R E K L A M A

**EVERYTHING YOU NEED IN ONE PLACE**

DIODES  
TRANSISTORS  
THYRISTORS  
TRIACS  
INTEGRATED CIRCUITS

MICRO-CONTROLLERS  
MEMORIES  
COMMUNICATION MODULES



Electronic Components

AND MANY MORE...

Transfer Multisort Elektronik

93-350 Łódź, ul. Ustronna 41, Polska, tel. 42 645 55 55, fax 42 645 55 00, e-mail: tme@tme.pl, www.tme.pl

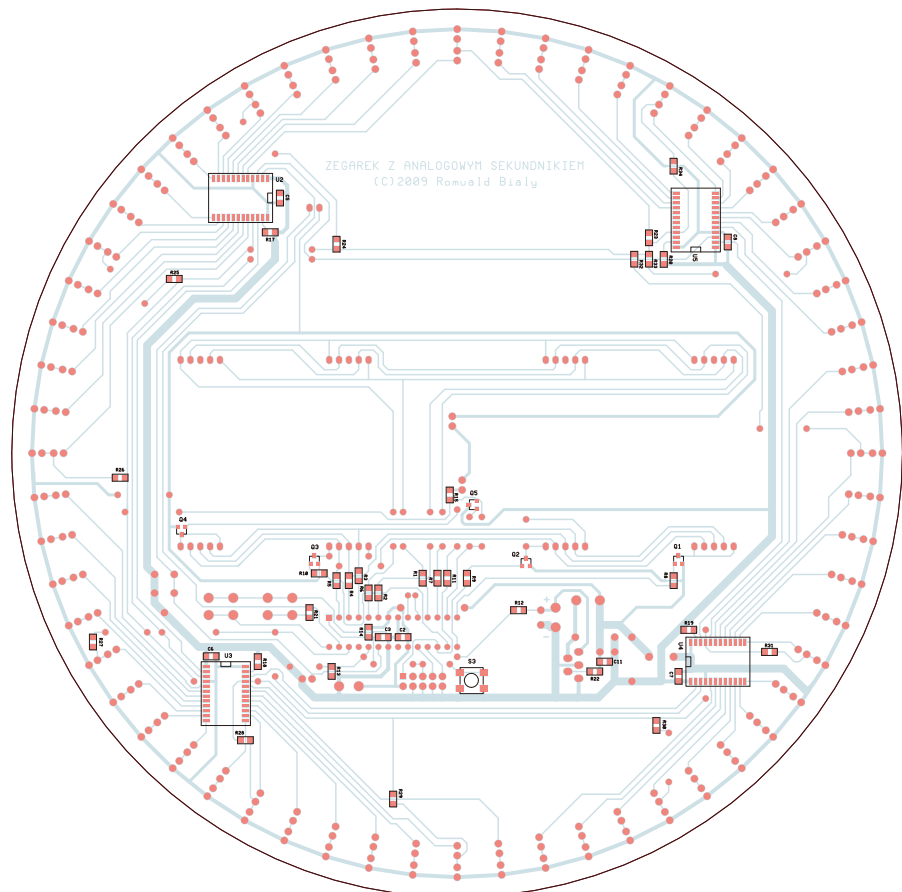
Teraz zamontujemy wyświetlacze W1... W4, fotorezystor oraz diody dwukropka, które muszą być zamontowane tak, aby ich czoła były na równi z powierzchnią wyświetlaczy. Na koniec pozostaje najtrudniejsze zadanie, czyli równe zamontowanie diod sekundnika LED1...LED120. Radzę montować je ćwiartkami wkładając po 30 sztuk diod, przykryć je czymś płaskim, obrócić na drugą stronę, wyrównać do poziomu wyświetlaczy i przylutować po jednej nóżce każdej z diod. Po zamontowaniu wszystkich diod sprawdzić czy któraś nie jest zbyt głęboko osadzona, ewentualnie skorygować to, obciąć wystające wyprowadzenia, wyrównać ich położenie, a następnie przylutować pozostałe wyprowadzenia diod.

Jeśli zamontowany mikrokontroler był wstępnie zaprogramowany plikiem zegarek.hex, to po załączeniu zasilania zegar powinien od razu wystartować. Jeśli nic się nie dzieje, to odczekajmy kilka sekund potrzebnych na naładowanie kondensatora C1, po czym naciśniemy przycisk S3 – czyli RESET. Na wyświetlaczach powinny pojawić się poziome linie („--:--”), a sekundnik analogowy powinien rozpocząć normalną pracę. Przycisk RESET, dostępny np. przez otwór w tylnej ściance zegara, umożliwi ręczne zerowanie mikrokontrolera przydatne w przypadku zbyt długiej przerwy w zasilaniu sieciowym. Przerwa taka może spowodować spadek napięcia zasilania mikrokontrolera poniżej poziomu w którym jeszcze może on pracować, lecz jednocześnie być zbyt krótka do całkowitego rozładowania kondensatora podtrzymania i tym samym zadziałania wewnętrznych obwodów zerujących mikrokontroler. W takim przypadku może się zdarzyć że po przywróceniu zasilania sieciowego zegar będzie ciemny, więc musimy go zrestartować ręcznie.

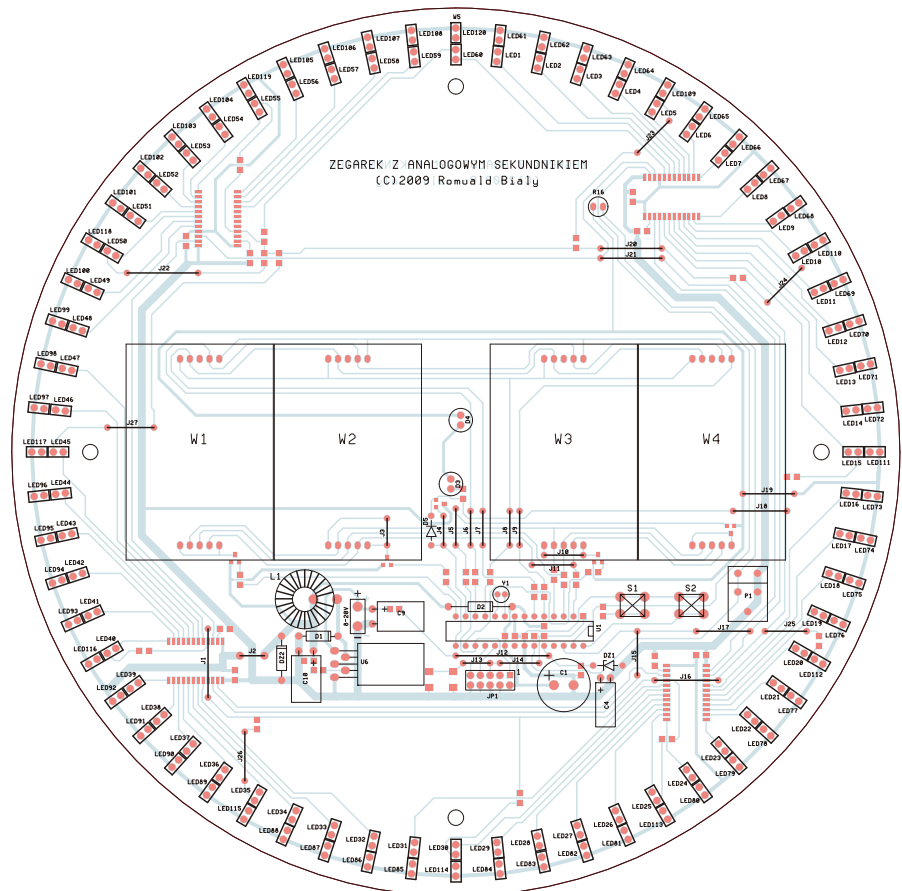
**Ustawienie parametrów zegara**

Aby wejść w tryb konfigurowania należy odłączyć zasilanie sieciowe, nacisnąć jednocześnie oba przyciski S1 i S2, i trzymając je wciśnięte włączyć zasilanie sieciowe. W tym momencie zegar wyświetli komunikat „Set”, a po puszczeniu przycisków – numer programu, w tym przypadku „P1”. Przyciskiem S1 zmieniamy numer programu (P1→P2→P3→P4→P5→P6→P7→P1 ...), natomiast przyciskiem S2 wchodzimy w odpowiedni program. W wybranym programie ustawianą wartość zwiększa się przyciskiem S2 a zmniejsza S1. Wyjście z programu następuje po 5 sekundach od ostatniego naciśnięcia dowolnego z przycisków. Wyjście z trybu wyboru programu następuje po 10 sekundach od ostatniego naciśnięcia przycisku bądź powrotu z programu, po czym zegar wraca do trybu normalnej pracy.

W programie P1 ustawia się czas wyświetlania wskazań aktualnego czasu, je-



Rysunek 3. Rozmieszczenie elementów SMD



Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów przewlekanych

śli zegarek jest wyposażony w termometr. W opisywanym projekcie nie musimy nic zmieniać.

W programie P2 ustawia się czas wyświetlania temperatury (nie dotyczy tego projektu).

W programie P3 ustawiamy poprawkę dokładności pracy zegara. Aby to zrobić, uruchamiamy zegarek, ustawiamy poprawkę na zero (co powoduje wyłączenie korekcji), po czym jak najdokładniej ustawiamy bieżący czas (najlepiej według DCF'a). Godziny zmienia się przyciskiem K1, a minuty K2. Umieszczamy zegarek w miejscu docelowym (bo temperatura otoczenia ma również wpływ na częstotliwość kwarcu, a więc na dokładność pracy zegarka) i czekamy około sześciu dni nie ruszając zegara. Około szóstego dnia pracy zegara sprawdzamy jego odchyłkę, znów porównując go z DCF'em lub jakimś innym wzorcem czasu i zapisujemy ile sekund się spóźnił lub przyspieszył. Następnie wyłączamy zasilanie sieciowe i po chwili ponownie łączymy. Przez około sekundę po załączeniu zasilania zegar wyświetli czas pracy w minutach od momentu poprzedniej regulacji. Wartość poprawki, którą należy wpisać w programie P3, to czas pracy zegara w minutach podzielony przez odchyłkę wyrażoną w sekundach. A więc przyjmijmy, że po załączeniu zasilania zegar wyświetlił 8960, a spóźnił o 39 sekund. Więc dzielimy wartość 8960 przez 39, co daje 229,74 czyli w zaokrągleniu 230. Właśnie te 230 ustawiamy w programie P3 jako poprawkę. Jeśli zamiast spóźniania zegar by się śpieszył, to wyliczoną wartość poprawki wpisujemy jako liczbę ujemną. Ponownie ustawiamy aktualny czas i od tego momentu zegar będzie dokładnie odmierzał czas.

W Programie P4 ustawiamy opóźnienie reakcji regulatora jasności wyświetlacza na zmianę natężenia oświetlenia zewnętrznego. Czym mniejsza wartość, tym szybsza reakcja. Ustawienie zbyt małej wartości może spowodować „sprzęganie” się fotorezystora z wyświetlaczem, i fluktuacje jego jasności.

W Programie P5 ustawiamy minimalną jasność wyświetlacza. W trakcie regulacji tej wartości, jasność wyświetlacza zmienia się na bieżąco, więc możemy w ciemności ustawić go tak, żeby był dobrze widoczny w zupełnej ciemności, i jednocześnie nie raził i nie oświeślał całego pokoju.

Program P6 umożliwia niewielką zmianę częstotliwości taktowania mikrokontrolera w górę lub w dół, a co za tym idzie również i częstotliwość multipleksowania wyświetlaczy. Może być to przydatne w przypadku, gdyby zegar zakłócał pracę np. pobliskiego odbiornika DCF, lub byłyby widoczne jakies zdudnienia świecenia wyświetlacza z świetlówkami kompaktowymi bądź jarzeniówkami. W takim przypadku należy doświadczalnie dobrać właściwą wartość. Częstotliwość zmienia się na bieżąco podczas regulacji wartości w tym programie.

Program P7 umożliwia zmianę konfiguracji pracy zegara. Wartość ustawiona w programie P7 jest sumą wartości poniż-

szych ustawień (dodajemy do siebie wartości opcji które mają być załączone):

- 1 - wersja 6 cyfrowa
- 2 - dwukropka migota przy wyświetlaniu czasu
- 4 - w wersji 4-cyfrowej z termometrem, termometr wyświetla dziesiąte części stopnia i nie wyświetla symbolu °C
- 8 - sekundnik analogowy jako wędrujący punkt, a nie linijka,
- 16 - anody diod dwukropka podłączone do PB5, a nie do +5,6 V (w wersji 4 cyfrowej).

W przypadku tego projektu zegara w programie P7 ustawiamy 0 lub 8, w zależności od tego czy chcemy sekundnik analogowy jako kolejno zaświecające się diody czy też jako wędrujący punkt.

Następnie potencjometr P1 ustawiamy tak, aby w dzień, przy mocnym oświetleniu zegar był dobrze widoczny. Należy pamiętać że jeśli zegar zostanie przykryty przyciemniającym filtrem, to ilość światła „widziana” przez fotorezystor też zostanie ograniczona, a więc ustawienie w programie P5 oraz regulację potencjometru P1 należy wykonać po przyłożeniu filtra przyciemniającego. Jako filtr można zastosować płytkę z dymnej pleksi, lub szybę oklejoną od wewnątrz folią do przyciemniania szyb samochodowych.

Najprostszym sposobem zasilania zegara jest zastosowanie niestabilizowanego zasilacza wtyczkowego 12 V o obciążalności co najmniej 0,5 A.

### Modyfikowanie układu

Na koniec uwagi dotyczące możliwości pomiaru i wyświetlenia temperatury. Ze względu na sposób wykorzystania wyjścia dwukropka do sterowania jasnością sekundnika, w czasie wyświetlania temperatury diody sekundnika byłyby wygaszane co mogłoby być irytujące. Istnieje jednak pewna możliwość ominięcia tego problemu, czyli dołączenie anody diod dwukropka do wolnego portu mikrokontrolera, a nie wprost do napięcia +5,6 V. Taka modyfikacja układu pozwoli na oddzielne sterowanie momentem świecenia samego dwukropka, bez wpływu na sygnał PWM, regulujący jasność świecenia analogowego sekundnika, występujący na wyprowadzeniu PD7. Wersja oprogramowania 3.0 przewiduje już taką opcję, lecz powstała ona po zaprojektowaniu płytki drukowanej, która takiej opcji nie przewiduje. Jeśli chcemy wykorzystać tę możliwość, to musimy przeciąć ścieżkę idącą od diod dwukropka do zasilania 5,6 V i połączyć uwolnioną nóżkę diody do wyprowadzenia PB5 mikrokontrolera. Wówczas będzie również konieczne zmniejszenie wartości rezystora R15, aby zachować taką samą jasność świecenia diod dwukropka. Po dokonaniu owych modyfikacji, w programie P7 zamiast 0 lub 8 ustawiamy 16 lub 24. Zastosowanie tej

### Wykaz elementów

#### Rezystory: (SMD 0805)

R1...R7: 10 Ω  
R8...R11, R21: 1 kΩ  
R12, R14: 10 kΩ  
R13: 5,6 kΩ  
R15: 22 Ω  
R17...R20: 1,8 kΩ  
R22...R34: 470 Ω

#### Kondensatory:

C1: ColdCap 0,22 F/5,5 V (BUC-0.22F - TME)  
C2, C3, C5...C8, C11: 100 nF (SMD 0805)  
C4: 10 μF/25 V  
C9: 220 μF/25 V  
C10: 470 μF/25 V (LOW ESR)

#### Półprzewodniki:

U1: ATmega8 (DIL28)  
U2...U5: SCT2024CSOG (SOP24-300)  
U6: LM2576T-5 (TO220-5)  
Q1...Q5: BC807 (SOT23)  
DZ1: BZX55C4V7  
DZ2: Transil P6KE6.8A  
D1, D2: 1N5817 Schottky  
D5: 1N4148  
D3, D4: LED Czerwona 5mm z płaskim czołem (LL-5031DF lub L-4831DT - TME)  
LED1...LED108: Czerwona prostokątna 2x5 mm (LL-2541D - TME)  
LED109...LED120: Zielona prostokątna 2x5mm (LL-254GD - TME)  
W1...W4: JZD180106RO-GW 1,8" czerwony (LTS180RU-ASGW-E4 - Maritex)

#### Inne:

Y1: Kwarc zegarkowy 32,768 kHz  
R16: Fotorezystor 1M (FR48/1M - TME)  
L1: Dławik toroidalny 100 μH / 1A ( 100L1 - sklep.avt.com.pl )  
P1: Potencjometr montażowy 47 kΩ  
JP1: L Złącze szpilkowe 2x5 raster 2,54mm (do programowania U1)  
S1, S2: przycisk o h=13mm  
S3: przycisk SMD INT-1187 (TACTDF52H16M250 - Maritex)



modyfikacji umożliwi również odblokowanie migotania dwukropka, ponieważ w tym przypadku sterowanie świeceniem i gaszeniem dwukropka realizowane jest przez wyjście PB5, a na PD7 pozostaje PWM do regulacji jasności. W tym przypadku wartość w programie P7 ustawiamy oczywiście na 18 lub 26.

Romuald Biały  
romek\_b@o2.pl

R E K L A M A

## STM32 FanClub

**Książka to lokomotywa postępu...**  
Dla fanów STM32 mamy wszystko!

[www.kamami.pl](http://www.kamami.pl)