



Cyfrowa stacja lutownicza



Ciekaw jestem, drogi Czytelniku, z jakim nastawieniem podchodzisz do aktualnie czytanego artykułu. Czy rzeczywiście interesuje Cię omawiany temat? Czy zamierzasz wykonać w najbliższym czasie układ stacji lutowniczej i jesteś zainteresowany nową propozycją? Jeśli takie właśnie jest Twoje podejście – bardzo się cieszę! Myślę bowiem, że projekt ten może Cię zainteresować jako bardzo ciekawe, a przy tym ergonomiczne rozwiązanie. Może też troszkę wnieść do idei własnej konstrukcji.

Możliwe również, że czytając tytuł artykułu, już pomyślałeś sobie „jeszcze jedna stacja lutownicza”, „na co to komu?”... Jeśli takie właśnie myśli zaprzątają Twoją głowę, cieszę się tym bardziej! Moim głównym celem bowiem nie jest przedstawienie nowej wersji „Stacji lutowniczej”. Chcę przedstawić kilka ciekawych pomysłów, które mogą z powodzeniem zostać wykorzystane w zupełnie innych układach, pozornie niezwiązanych z tematem.

Chcę zaznaczyć, że wbrew pozorom projekt ten nie jest przeznaczony jedynie dla maniaków cyfryzacji wszelkich banalnych nawet w swej analogowej formie układów. Jak się okazało, przerobienie układu na postać cyfrową dodało mu bardzo wiele zalet, które będę omawiał dalej, opisując działanie układu. Koszty wykonania przy tym są bardzo zbliżone do porównywalnego rozwiązania analogowego, niezapewniającego jednak choćby tak stabilnego utrzymywania temperatury grota.

Stacja przeznaczona jest do współpracy z kolbą lutowniczą firmy ELWIK model LES-24. Połączenie to daje możliwości dostępne w rozwiązaniach z „wyższej półki”. Możliwe jest ustawianie temperatury w sposób cyfrowy w zakresie od 50°C do 450°C z rastrem 1°C. Na wyświetlaczu widoczna jest cały czas aktualna temperatura grota, a po naciśnięciu dowolnego przycisku pojawia się na nim temperatura ustawiona. Sama grzałka jest włączana i wyłączana zawsze synchronicznie z zerem sieci, co zminimalizowało generowane zakłócenia. Dodatkowo algorytm grupowego sterowania mocą umożliwia stabilizację

temperatury z dokładnością +/-6°C. Oczywiście wszystko to jest sprawą wyłącznie oprogramowania i nic nie stoi na przeszkodzie, aby opracować lepszy algorytm stabilizacji, a sterowanie dostosować do własnych potrzeb.

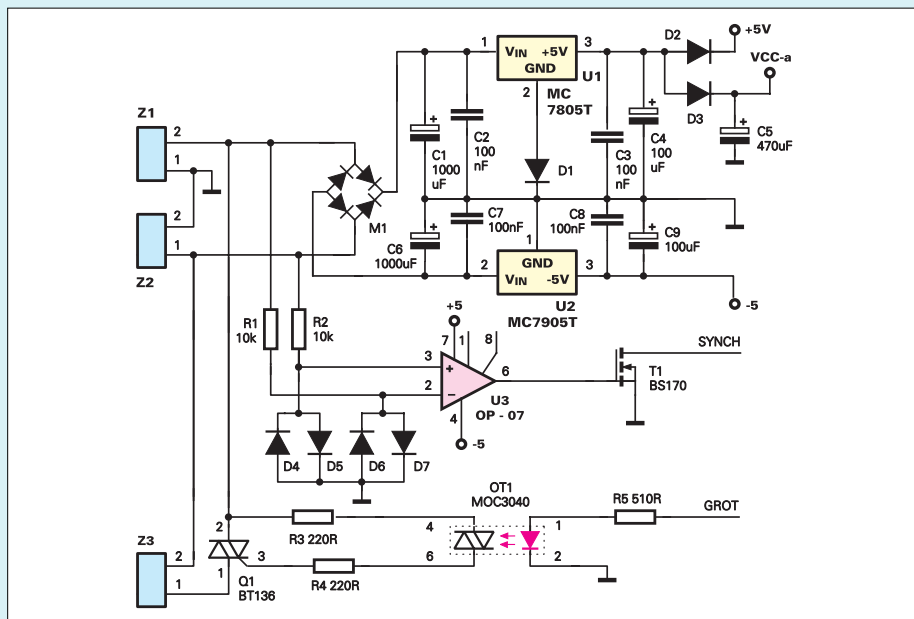
Oprogramowanie zostało napisane w darmowym kompilatorze C, jakim jest GCC. Ponieważ na łamach *Elektroniki dla Wszystkich* nie było jeszcze żadnego artykułu na ten temat, mogę przybliżyć ten znakomity język wszystkim zainteresowanym w cyklu artykułów, który pojawiłby się w EdW po zakończeniu mikroprocesorowej Oślej łączki.

Opis układu

W celu zwiększenia czytelności schemat ideowy został podzielony na trzy części. Na **rysunku 1** znajduje się obwód zasilacza, układ synchronizacji z zerem sieci oraz obwody wykonawcze, krótko mówiąc – wszystko to co jest związane z napięciem zmiennym. Widoczna na schemacie linia oznaczona jako **VCC-a** zasilają jedynie mikrokontroler. Jest ona

dotąd dodatkowo buforowana za pomocą kondensatora C5. Takie rozwiązanie okazało się konieczne ze względu na to, że przy zaniku napięcia zasilania mikrokontroler dokonuje zapisu aktualnych nastaw do pamięci EEPROM – dodatkowy kondensator służy za magazyn energii na wykonanie tej operacji. Wzmacniacz operacyjny U3 wraz z kilkoma elementami biernymi tworzy obwód detekcji zera. Na jego wyjściu pojawia się przebieg prostokątny, którego zbocza pojawiają się Wyżej wspomniałem o sporych synchronicznie z zerem napięcia na uzwojeniu wtórnym transformatora. Sygnał ten pełni w układzie trzy funkcje: dzięki niemu pomiar napięcia termopary rozpoczyna się zawsze przy zerowym prądzie zasilania grzałki, co minimalizuje powstające błędy pomiarowe; po drugie, brak sygnału synchronizacji jest wykrywany jako brak napięcia sieci, co powoduje rozpoczęcie procedury zapisu ustawień; wreszcie po trzecie – umożliwi on realizację algorytmu grupowego sterowania mocą.

Rys. 1



Rysunek 2 zawiera schemat samego układu sterownika. Jest on oparty o doskonale znany już Czytelnikom mikrokontroler AVR AT90S2313. Schemat ten może wydawać się dość skomplikowanym. Składa się on jednak z kilku prostych bloków. Analizę układu przeprowadzmy od wejścia Z4. Na to złącze powinny być podłączone zaciski termopary wbudowanej w lutownicę. Pojawiające się na tym wejściu napięcie jest proporcjonalne do temperatury grota i wynosi $30\text{-}50\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Oznacza to, że maksymalne napięcie, jakie może się w tym miejscu pojawić, ma wartość $21,5\text{mV}$. Bezpośrednie przetwarzanie tak małego sygnału byłoby obciążone dużym błędem. Wzmacniacze operacyjne U4 i U5 wraz z elementami R7-R10 wzmacniają sygnał termopary tak, aby dostosować zakres jego napięć do zakresu przetwarzania skonstruowanego dalej przetwornika analogowo-cyfrowego. Ze względu na to, że wymagane wzmocnienie jest większe od możliwego do uzyskania za pomocą jednego wzmacniacza, wybrano wzmacniacz kaskadowy. Zaraz za wzmacniaczem znajduje się prosty filtr dolnoprzepustowy ustawiony na częstotliwość troszkę mniejszą niż 50Hz . Ma to na celu zmniejszenie ewentualnych zakłóceń o częstotliwości sieci, które mogą być indukowane w kablach pomiarowych przez duży prąd płynący przewodami zasilającymi grzałkę lutowniczą. Maksymalna częstotliwość zmian temperatury jest dużo niższa niż częstotliwość wymienionych zakłóceń, więc filtr nie będzie miał wpływu na sygnał użyteczny.

Widoczny na schemacie i występujący na płycie drukowanej rezystor R6 miał na celu także zmniejszenie poziomu zakłóceń poprzez prądowe obciążenie termopary. Jednak po próbach

okazało się, że nie ma on właściwie wpływu na działanie układu.

Wyżej wspomniałem o sporych rozrzutach napięcia generowanego przez różne egzemplarze termopary na każdy 1°C . Jak jednak widać, w torze analogowym brak jakichkolwiek potencjometrów regulujących wzmocnienie w celu dostosowania układu do konkretnego modelu lutownicy. Jest to jeden ze wspomnianych „ciekawych pomysłów”: procesor przetwarza i sam koryguje dane wejściowe na podstawie danych zapisanych w swojej pamięci EEPROM. Dało to możliwość zastosowania w torze analogowym tylko i wyłącznie rezystorów o stałej wartości. Dużo łatwiej i taniej jest zakupić takie elementy o dużej stabilności parametrów, niż podpościć regulowane. Rozwiązanie to uproszcza także znacznie procedurę wstępnej regulacji układu. Ale o tym za chwilę.

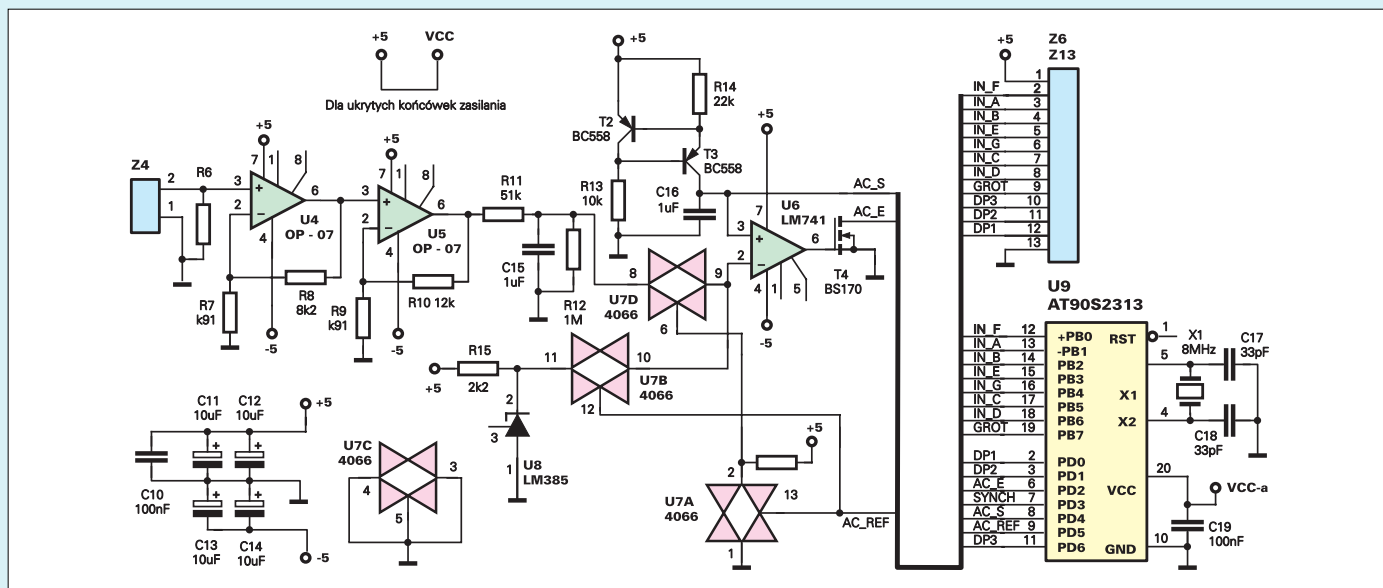
Reszta elementów razem z częścią peryferii U9 tworzy już przetwornik napięcie-cyfra.

Jego działanie postanowiłem omówić w oddzielnym rozdziale. Po więcej szczegółów odsyłam więc do śródtytułu „Pomiędzy temperaturą a cyfrą”.

Rysunek 3 to schemat wszystkiego tego co znajduje się na płycie wyświetlacza. Ze względu na niewielką liczbę wyprowadzeń wykorzystanego procesora wyświetlacz pracuje w trybie multipleksowanym. Dodatkowo z tych samych wyprowadzeń korzystają klawisze oraz przełącznik programowalny. Klawisze oraz ustawienie przełącznika są testowane po każdym przeskanowaniu wyświetlacza. Dzięki bramce logicznej NAND skonstruowanej z elementów D8-D10, R27 i T8 przyciski są aktywne jedynie wówczas, gdy wszystkie wyświetlacze są wygaszone.

Podczas prób z prototypem wyszło na jaw, że układ U10 służący jako wzmacniacz segmentów zawiera w swoim wnętrzu rezystory zwierające wejścia do masy. W związku z tym rezystory podciągające zawarte wewnątrz

Rys. 2



Rys. 3

procesora U9 okazały się niewystarczające do prawidłowego działania klawiatury i konieczne było dodanie drabinki rezystancyjnej RP1. Diody D11 i D12 oraz D14 i D15 zapobiegają nieprzyjemnym skutkom zwarcia przez przyciski segmentów wyświetlacza.

Wiemy już teraz do czego służą poszczególne elementy układu. Dalej omówię ogólne działanie programu sterującego całym urządzeniem. Nie przedstawię tutaj niestety kodu źródłowego programu. Okazało się, że pełny kod źródłowy zająłby 15 stron i wątpię, aby takie marnotrawstwo miejsca było mi przebaczone. Kod programu jest jednak udostępniony przeze mnie w postaci elektronicznej, jak zwykle jest on opatrzony porządną dawką komentarzy, więc zainteresowanych zachęcam do jego ściągnięcia (ze strony internetowej EdW z działu FTP) i przejrzenia. Kilka fragmentów programu zostanie przedstawionych przy okazji omawiania języka C.

A więc ogólnie:

Układ nie startuje zaraz po włączeniu. Po podaniu zasilania na procesor uruchamiany jest watchdog timer i rozpoczyna się oczekiwanie około 1 sekundy przed włączeniem czegokolwiek. Opóźnienie to zostało wprowadzone po eksperymentach z prototypem. Okazało się, że włączenie grzałki zaraz po podaniu napięcia sieci na toroid o dość dużej mocy powoduje częste spalanie bezpiecznika.

Następnie wczytane są dane z pamięci EEPROM, przy czym nie jest sprawdzana w jakikolwiek sposób ich poprawność. Po konfiguracji sprzętu program przechodzi do pętli głównej. Jedyne, czym się tutaj procesor ma zająć, to sprawdzanie, czy nie został naciśnięty jakiś przycisk oraz czasowe zerowanie timera WDT. Większość programu toczy się w procedurach obsługi przerwań.

Układ mierzy okresowo temperaturę grota lutownicy z dokładnością do 0,5°C. W zależności od jej wartości w odniesieniu do temperatury zadanej ustawia aktualną moc grzałki. Jeśli temperatura grota osiągnie temperaturę zadaną, moc grzałki jest ustawiana na 50% i zmienia się o 5% na każde pół stopnia różnicy. Oznacza to w praktyce, że grzałka lutownicy jest całkowicie wyłączona gdy tempera-

tura przekroczy zadaną o 5°C, oraz całkowicie włączona przy temperaturze o 5°C niższej. Przeprowadzone próby wykazały, że takie sterowanie zapewnia znacznie większą stabilność utrzymywania temperatury niż sterowanie oparte na histerezie, nawet jeżeli jej wartość wyniesie tylko 2°C. Sterowanie tylko na zasadzie włącz/wyłącz jest niedoskonałe ze względu na sporą bezwładność termiczną grota.

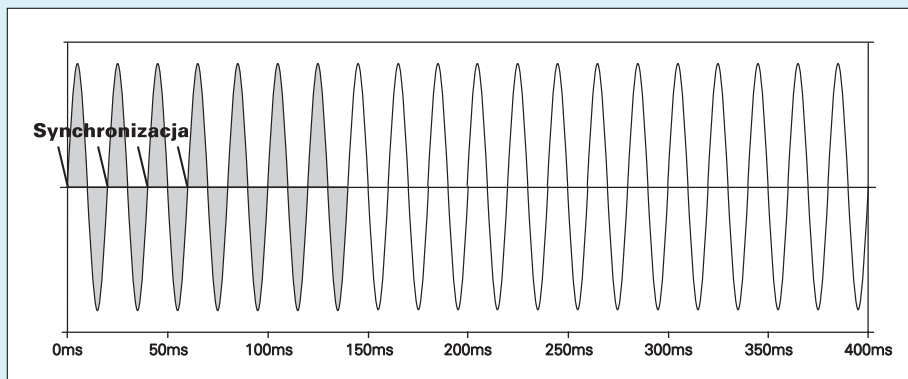
Trochę o samej metodzie regulacji mocy dostarczanej do grzałki lutownicy. Grzałka jest włączana zawsze w zerze sieci. Dla uproszczenia oprogramowania procesor reaguje tylko na jedno ze zboż obwodu synchronizacji. Grupowe sterowanie mocą oznacza, że grzałka jest zasilana grupami całych sinusoid napięcia. Przykład widać na **rysunku 4**. Moc jest regulowana ze skokiem 5%. Oznacza to, że w jednym cyklu znajduje się 20 takich sinusoid. To, jaka moc skuteczna zostanie dostarczona do grzałki, zależy od tego, ile sinusoid będzie „przepuszczonych” w każdym cyklu. Łatwo obliczyć, że w takim przypadku pojedynczy cykl będzie trwał przez około pół sekundy. Ze względu na dużą bezwładność termiczną jest to czas całkowicie dopuszczalny, a jego długie trwanie umożliwiło wizualną orientację na temat dostarczonej mocy – dioda D13 swoim miganiem informuje o aktualnej temperaturze grota w stosunku do temperatury zadanej.

Pomiędzy temperaturą a cyfrą

Jest to rozdział dla zainteresowanych działaniem zastosowanego przetwornika analogowo-cyfrowego. Jeśli szukasz taniego i precyzyjnego przetwornika, a jednocześnie jego szybkość nie gra roli, to możesz znaleźć poniżej kilka ciekawych informacji.

Na początek wypada wspomnieć, że sama idea przetwornika nie jest moim autorskim dziełem. Pomysł został zaczerpnięty z dokumentacji firmy *Atmel* dotyczącej wykonania taniego i precyzyjnego przetwornika o rozdzielczości 8 bitów. Moja rola w tym przypadku sprowadziła się do poprawienia rozdzielczości oraz precyzji rozwiązania.

Rys. 4



Wykaz elementów

Płytki główna

Rezystory

R1,R2,R13,R16	.....	10kΩ
R3,R4	.....	220Ω
R5	.....	510Ω
R6	.....	*brak (patrz tekst)
R7,R9	.....	910Ω
R8	.....	8,2kΩ
R10	.....	12kΩ
R11	.....	510kΩ
R12	.....	1MΩ
R14	.....	22kΩ
R15	.....	2,2kΩ

Kondensatory

C1,C6	.....	1000μF/25V
C2,C7,C3,C8,C10,C19	.....	100nF
C4,C9	.....	100μF
C5	.....	470μF
C11-C14	.....	10μF
C15	.....	1μF ceramiczny
C16	.....	1μF tantalowy
C17,C18	.....	33pF

Półprzewodniki

D1-D3	.....	diody prostownicze
D4-D7	.....	diody krzemowe
M1	.....	mostek prostowniczy 1A DF08
Q1	.....	BT136
OT1	.....	MOC3040
T1,T4	.....	BS170 lub BS107
T2,T3	.....	BC558
U1	.....	7805
U2	.....	7905
U3-U5	.....	OP-07
U6	.....	LM741
U7	.....	CMOS4066
U8	.....	LM385-2,5
U9	.....	AT90S2313 (zaprogramowany)

Inne

X1	.....	rezonator kwarcowy 8MHz
Z1-Z4	.....	złącza śrubowe ARK2
Z6	.....	listwa kątowa goldpin

* Transformator sieciowy 2x12V min. 70VA (zalecany 100VA)
 * Bezpiecznik AT510mA
 * Właznik 220V, min 0,5A

Płytki wyświetlacza

Rezystory

RP1	.....	drabinka rezystorów 4x1kΩ, ew. 8x4kΩ
R17-R23	.....	68Ω
R24-R26	.....	2,2kΩ
R27	.....	10kΩ
R28	.....	510Ω

Półprzewodniki

D8-D12,D14,D15	.....	diody krzemowe
T5-T7	.....	BC558
T8	.....	BS170 lub BS107
U10	.....	ULN2003A
D13	.....	dioda LED
DP1-DP3	.....	wyświetlacze 11EWA

Inne:

Z7	.....	złącze SIP (pod goldpin)
SW1	.....	podwójny przełącznik DIP-SWITCH

Przełącznik chwilowy, typu włącz-wyłącz-włącz do montażu na płycie czołowej

* elementy oznaczone gwiazdką nie wchodzi w skład zestawu AVT-2727

Komplet podzespołów z płytki jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2727

Przyjrzyjmy się rysunkowi 2. Tranzystory T1 i T2 razem z dwoma rezystorami tworzą źródło prądowe. Z tego źródła jest ładowany kondensator C16. Powoduje to, że na jednym z wejść komparatora U6 pojawia się liniowo narastające napięcie. Na drugie podawane jest napięcie aktualnie mierzone. Kondensator może zostać rozładowany przez podanie stanu niskiego na linię oznaczoną jako AC_S (normalnie panuje na niej stan wysokiej impedancji). Jak łatwo już się domyślić, ta część układu ma na celu przetworzenie napięcia mierzonego na czas, który jest mierzony przez procesor. Mierzone są czasy ładowania kondensatora do dwóch napięć: napięcia wejściowego oraz napięcia odniesienia. **Rysunek 5**, zaczerpnięty zresztą ze wspomnianej dokumentacji, pokazuje cykl pracy przetwornika.

Po zakończeniu cyklu pomiarowego przez przetwornik temperatura jest obliczana za pomocą poniższego wzoru:

$$\text{temp} = (\text{tempodn} \times \text{czas}) / \text{czasodn} + \text{offset}$$

Gdzie:

Temp – zmierzona wartość temperatury;

Tempodn – temperatura, jaka odpowiada pojawieniu się na wejściu napięcia o wartości napięcia odniesienia;

Czas – zmierzony czas ładowania kondensatora do wartości napięcia wejściowego;

Czasodn – zmierzony czas ładowania kondensatora do wartości napięcia odniesienia;

offset – temperatura pokojowa – wynika z tego, że termopara nie mierzy wartości bezwzględnej temperatury, lecz jej różnicę między grotem a rękojeścią.

Ogólnie zasada działania tego przetwornika jest bardzo podobna do działania przetwornika z podwójnym całkowaniem. Przyjęte rozwiązanie sprawia, że dokładność pomiaru zależy jedynie od dokładności napięcia odniesienia. Zmiany parametrów, na przykład pojemności kondensatora czy wydajności źródła prądowego, odbiją się proporcjonalnie na pomiarze napięcia wejściowego i odniesienia, co spowoduje, że zmiany te wzajemnie się zniósą i nie wpłyną na wynik.

Policzmy wymaganą rozdzielczość przetwornika: musimy zmierzyć temperaturę z zakresu 20 - 450°C. Do zapisania liczb z takiego zakresu potrzebujemy 9 bitów. Ponieważ jednak, ze względu na wymaganą dokładność, wartość temperatury jest przez

program wewnętrznie obliczana z dokładnością do 0,5°C, potrzebujemy dodatkowego bitu. Wliczając w to fakt, że z podaną dokładnością chcemy mierzyć temperaturę za pomocą dowolnej termopary, w których zakres generowanych napięć może różnić się prawie dwukrotnie, potrzebujemy następnego bitu.

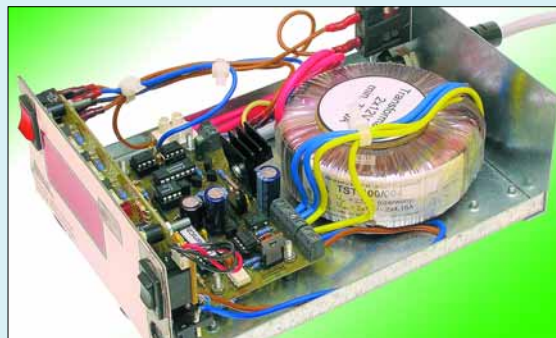
W wyniku wymagana rozdzielczość całego przetwornika wynosi 11 bitów. Według dokumentu służącego za pierwowzór rozdzielczość pomiaru czasu powinna być 2x większa od wymaganej rozdzielczości wyjściowej. **Ostatecznie wynika z tego, że musimy mierzyć czas ładowania kondensatora z 12-bitową dokładnością.**

Do pomiaru czasu wykorzystano wbudowany w mikrokontroler 16-bitowy timer. Parametry źródła oraz pojemność kondensatora zostały tak dobrane, aby napięcie 3,5V odpowiadało w przybliżeniu wypełnieniu 12-bitowego licznika umieszczonego w mikrokontrolerze. Czas odpowiadający tej sytuacji wynosi około 130ms.

Montaż i uruchomienie

Mozaiki ścieżek płytek drukowanych są pokazane na **rysunkach 6 i 7**. Układ składa się z dwóch płytek połączonych ze sobą za pomocą listwy kątownej goldpin. Płytki zostały zaprojektowane jako jednostronne, co spowodowało konieczność zastosowania kilku zworek czy wręcz połączeń koniecznych do wykonania za pomocą kabelków.

Pewna przestroga dla tych, którzy chcieliby przeprojektować płytkę. Czasami bowiem wydaje się, że pewne połączenia można by wykonać prościej, rezygnując tym samym z kilku zworek. Tkwi w tym jednak dosyć przykra pułapka, w którą sam się złapałem, tworząc pierwszy układ z termoparą. Pamię-



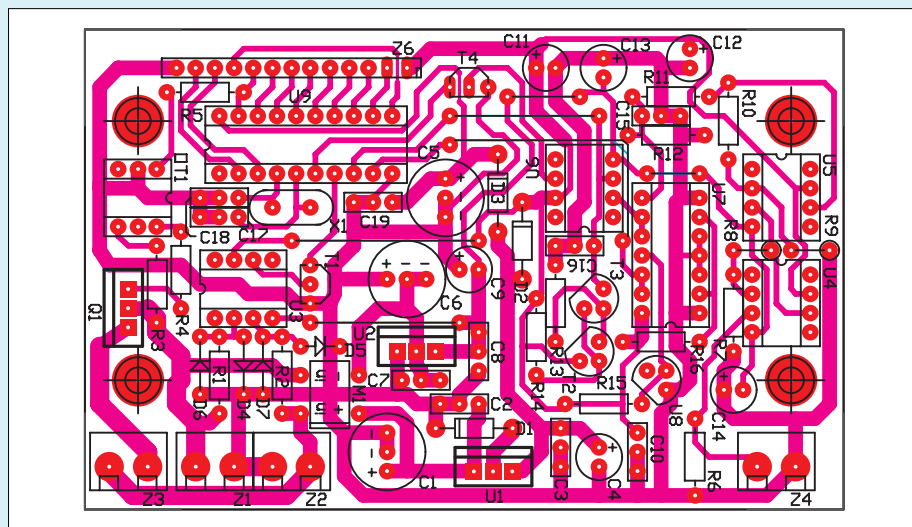
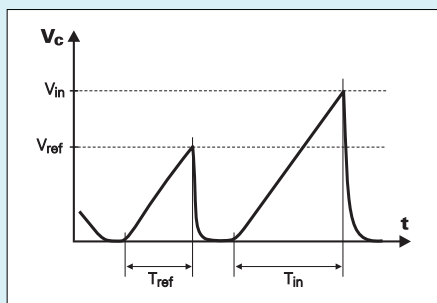
tajmy, że mamy tutaj do czynienia z bardzo niewielkimi napięciami użytecznymi dostarczonymi przez termoparę. Złe poprowadzenie masy w takim przypadku może wprowadzić „skakanie” wyników o duże wartości. W układzie najpierw został zaprojektowany przebieg masy w kluczowych miejscach, a dopiero potem zostały dodane pozostałe połączenia.

Montaż przeprowadzamy w typowy sposób, rozpoczynając od wspomnianych zworek poprzez elementy o niewielkich gabarytach, a kończąc na dużych elektrolitach. Przełącznik programowania SW1 wygodnie jest zamontować od strony druku – uproszczy to późniejszy dostęp do niego. W celu połączenia obu płytek ze sobą należy płytkę bazową wyposażyć w złącze kątowne typu goldpin, a płytkę wyświetlacza w odpowiednie „gniazdko” na goldpina. Takie zdejmowalne połączenie znacznie uproszczy późniejsze przygotowanie obudowy.

Układ został zaprojektowany z myślą o umieszczeniu go w obudowie metalowej typu T43. Obudowa ta posiada już gotowy przepust na kabel sieciowy oraz wbudowaną oprawkę bezpiecznikową. W jej tylnej części powinien zmieścić się transformator. Jego montaż będzie zależny od typu wybranego elementu. Jeśli zdecydujemy się na transfor-

Rys. 6 Schemat montażowy

Rys. 5



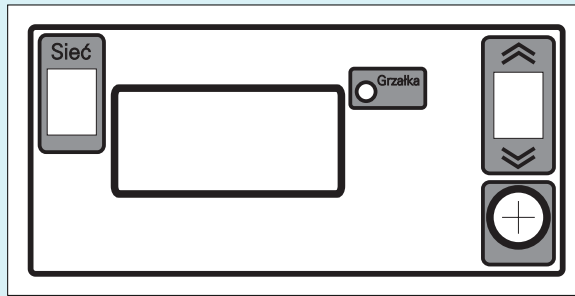
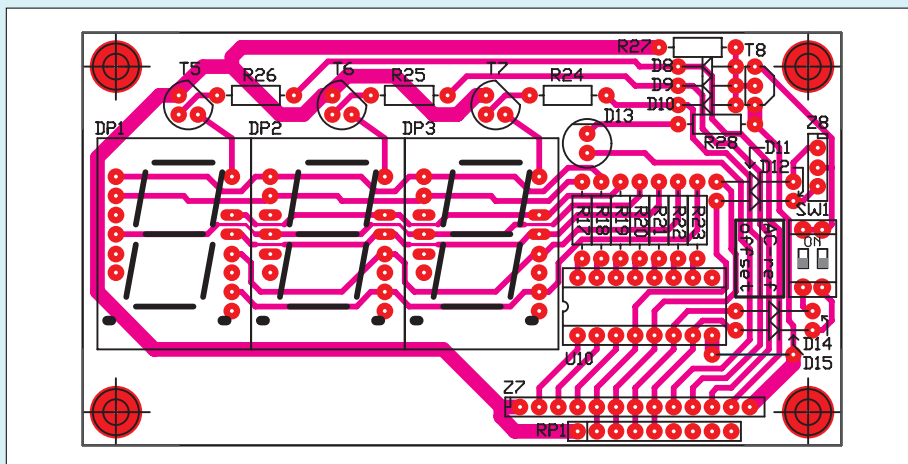
mator toroidalny, to polegać on będzie na wywierceniu pojedynczego otworu w spodzie obudowy i przeprowadzeniu przez niego śruby.

Płytkę bazową powinna zostać przymocowana na tulejkach dystansowych do spodu obudowy.

W tym miejscu pragnę podzielić się z Czytelnikami pomysłem na proste, a przy tym efektywne wykonanie płyty czołowej urządzenia (rysunek 8). Oczywiście na początku musimy wyciąć otwory pod gniazdko do podłączenia lutownicy, przełącznik regulacji temperatury oraz wyświetlacz. To, co jest najciekawsze w proponowanym rozwiązaniu, polega na tym, że nie musimy dbać o precyzję wykonania otworu wyświetlacza. Do wykonania opisu płyty czołowej będą nam potrzebne dwie przezroczyste folie samoprzylepne: bezbarwna oraz w kolorze czerwonym, do tego papier samoprzylepny do drukarki atramentowej. Na papierze przygotowujemy wydruk naszej płyty czołowej. Wycinamy w nim dokładnie otwór pod wyświetlacz. Następnie tak przygotowaną naklejkę naklejamy na czerwoną folię. Na całość naklejamy folię bezbarwną, co zabezpieczy wydruk przed wilgocią i ścieraniem. Obcinamy brzegi folii, które wystają poza obris opisu. Teraz należy z folii czerwonej wyciąć taki prostokąt, aby przykrył wykonany otwór pod wyświetlacz. Ten fragment należy nakleić na przygotowywany opis od spodu – dokładnie w miejscu, gdzie wypadnie otwór wyświetlacza. Zabezpieczy to całość przed przyklejaniem się kurzu od wewnątrz do odsłoniętego kleju. Tak wykonaną kanapkę można już nakleić na przód naszej obudowy. Wykonana tym sposobem płyta czołowa prezentuje się naprawdę elegancko, a jej jedyną wadą jest mała odporność na... celowe próby zniszczenia.

Do płyty czołowej płytkę wyświetlacza można dodatkowo przytwierdzić za pomocą dwóch śrub przyklejonych za lby po wewnętrznej stronie za pomocą jakiegoś dobrego dwuskładnikowego kleju. Montaż

Rys. 7 Schemat montażowy wyświetlacza



Rys. 8 Płyta czołowa (skala 50%)

przełącznika plus/minus oraz gniazdka lutownicy będzie zależał od zastosowanych elementów.

Po zmontowaniu i połączeniu całości, jeśli układ działa, należy jeszcze stację przygotować do pracy – to znaczy wprowadzić do jej pamięci parametry zastosowanej termopary. O tym, jak to wykonać, piszę poniżej.

Programowanie

Do wprowadzenia układu w tryb konfiguracji służą dwie sekcje przełącznika SW1. Został on zamontowany tak, aby był niedostępny bez demontażu obudowy.

Przełącznik oznaczony jako OFFSET służy do ustawienia założonej temperatury, w jakiej odbywa się pomiar (pamiętajmy, że termopara jest czujnikiem różnicowym). Wartość ta jest ustawiona „fabrycznie” na 20°C. W większości przypadków wartości tej nie trzeba będzie zmieniać. W przypadku gdyby temperatura otoczenia, w jakim będzie pracował układ, znacząco odbiegała od 20°C, można jednak pokusić się o dokonanie zmiany tego ustawienia. W tym celu należy:

- 1 – Ustawić przełącznik OFFSET w pozycję „włączony” („on”). Na wyświetlaczu pojawi się aktualnie ustawiona wartość offsetu.
- 2 – Przyciskami góra-dół należy ustawić żądaną wartość.
- 3 – Przełącznik OFFSET przełączyć z powrotem w pozycję nieaktywną. W tym momencie niezbędne ustawienia zostaną zapisane do

pamięci nieulotnej.

Dużo ważniejsze jest ustalenie temperatury odniesienia. W tym celu należy wykonać poniższe czynności:

- 1 – Na początek dla własnej wygody przyciskami góra-dół ustawić temperaturę, jaką układ będzie starał się utrzymać.
- 2 – Przełącznik AC-ref należy przestawić w pozycję „włączony” („on”). Na wyświetlaczu

nadal wskazywana jest bieżąca temperatura. Jednak przyciski góra-dół powodują teraz zmianę temperatury odniesienia.

3 – Posługując się przyciskami góra-dół, należy zsynchronizować wskazania przyrządu z miernikiem wzorcowym.

4 – Przełącznik AC-ref przełączyć z powrotem w pozycję nieaktywną. W tym momencie niezbędne ustawienia zostaną zapisane do pamięci nieulotnej.

Jeśli nie dysponujemy miernikiem temperatury, możemy wyregulować układ „na oko”, wykorzystując fakt, że typowe spoiwo lutownicze topi się w pobliżu temperatury 275°C.

Można też po odłączeniu przewodów zasilających grzałki i odpowiednim zabezpieczeniu przed wilgocią kolby włożyć jej koniec do gotującej się wody. Należy dbać przy tym o to, aby nie grzać rękojeści lutownicy, gdyż tam znajduje się drugi koniec termopary, względem którego temperatura jest mierzona. Po około 10-minutowym gotowaniu można ustawić wskazania stacji na 100°C.

Po przeprowadzeniu kalibracji układ jest gotowy do pracy. Dokładność wskazań nie powinna ulegać dużym zmianom z upływem czasu. Należy pamiętać jedynie, że ponieważ pomiar jest pomiarem względnym, na jego precyzję mają wpływ wahania temperatury otoczenia. Jednak w układzie takim jak stacja lutownicza zmiany wskazań rzędu kilku stopni nie mają większego znaczenia.

Eksploatacja

Eksploatacja sprowadza się w zasadzie do włączenia urządzenia i ustawienia żądanej temperatury za pomocą przycisków góra-dół.

W czasie normalnej pracy na wyświetlaczu widoczna będzie aktualna temperatura grota.

Pojedyncze naciśnięcie przycisku umożliwi podejrzenie ustawionej temperatury. Jeśli teraz po raz kolejny go naciśniemy lub też chwilę przytrzymamy, wartość zadanej temperatury znacznie się zmieni. Po około 2 sekundach od puszczenia klawisza na wyświetlaczu pojawi się ponownie temperatura mierzona.

Po wyłączeniu układu zadana wartość temperatury jest zapamiętywana, przy czym w celu oszczędzania pamięci zapis odbywa się tylko jeżeli ustawiona temperatura różni się od ostatnio zapisanej.

Radosław Koppel

radoslaw.koppel@edw.com.pl