

# Cyfrowa stacja lutownicza RL1, część 2

## AVT-987

Stację lutowniczą umożliwiającą ustawienie wybranej temperatury w sposób analogowy za pomocą potencjometru można nabyć już za około 300 zł. Trzeba jednak pamiętać, że proste stacje wykorzystując do regulacji temperatury najczęściej regulację dwustanową typu załącz-wyłącz, przez co temperatura grota może oscylować wokół ustawionej wartości nawet o kilkadziesiąt stopni.

### Rekomendacje:

lutownica to podstawowe narzędzie elektronika; wykonanie stacji według poniższego projektu pozwoli zaoszczędzić trochę funduszy.



### Montaż i uruchomienie

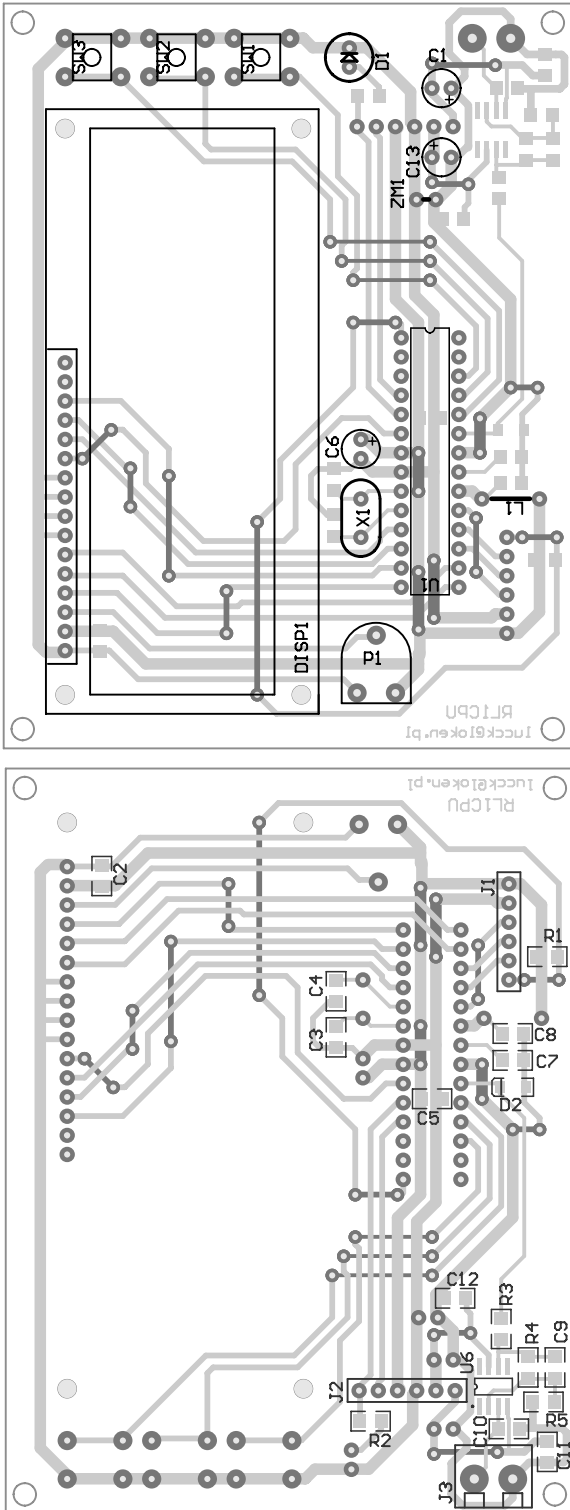
Stację lutowniczą umieszczono w obudowie po starym zasilaczu komputerowym ATX. W przedniej części obudowy zostały wywiercone otwory na klawisze oraz został wycięty otwór na wyświetlacz LCD 2x16. Transformator TST100 przymocowano za pomocą odpowiednich śrub tak, aby jego środek ciężkości znalazł się w środku obudowy. Urządzenie zostało zamontowane na dwóch oddzielnych płytkach drukowanych jedna płytka zawiera blok sterownika wraz z wyświetlaczem i klawiaturą, natomiast druga płytka zawiera blok zasilacza i sterowania mocy. Blok sterownika został zamocowany bezpośrednio do płyty czołowej urządzenia za pomocą kołków dystansowych. Schematy montażowe płytek przedstawiono na rys. 4 i 5. Płytki zostały wykonane jako jednostronne, dlatego montaż rozpoczynamy od wlutowaniu zworek wykonanych z kawałków drutu. Następnie montujemy elementy SMD, a po nich pozostałe elementy przewlekane w kolejności od najmniejszych do największych. Triak BT136 (TY1) należy wyposażyć w mały radiator, ponieważ podczas pracy trochę się nagrzewa. Jeżeli nie będziemy używać podświetlenia wyświetlacza, na stabilizator 7805 (U3) nie będzie konieczny radiator. Pomimo

iż wzmocnienie wzmacniacza można skorygować w sposób cyfrowy, w torze wzmacniacza OP07 (U6), ze względu na współczynnik temperaturowy zaleca się używanie rezystorów o tolerancji 1%. Po zmontowaniu obu płytek drukowanych należy je zamocować za pomocą śrub wewnątrz obudowy, a następnie połączyć je między sobą za pomocą odpowiednich złącz szpilkowych. Uruchamianie lutownicy rozpoczynamy od bloku zasilacza poprzez sprawdzenie poprawności napięć zasilających  $\pm 9$  V oraz +5 V. Po upewnieniu się, że napięcia zasilające są poprawne przystępujemy do sprawdzenia przebiegu na linii ZCD, na której powinien występować przebieg prostokątny o częstotliwości 50 Hz. W następnej kolejności możemy sprawdzić poprawność działania bloku sterowania grzałki, w tym celu możemy połączyć na chwilę wejście optotriaka MOC3020 (Q1) GRZ z wyjściem ZCD komparatora i sprawdzić czy na zaciskach grzałki lutownicy występuje około połowa wartości napięcia zasilającego. Po uruchomieniu bloku zasilacza przystępujemy do uruchomienia płytki sterownika – rozpoczynamy od sprawdzenia poprawności oraz wyznaczenia wzmocnienia toru wzmacniacza termopary. W tym celu na wejście zacisków wzmacniacza termopary podłączamy napięcie sta-



### PODSTAWOWE PARAMETRY

- Współpraca z dowolną lutownicą na napięcie 24 V wykorzystującą jako czujnik temperatury termoparę typu K (na przykład Pensol SL1)
- Regulacja PID zapewniająca dużą stabilność temperatury
- Dokładność pomiaru temperatury: 1°C
- Zakres regulacji temperatury 80...450°C
- Funkcja SLEEP redukująca utlenianie grota
- Samostrojenie regulatora dostosowujące nastawy regulatora PID do lutownicy



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce sterownika

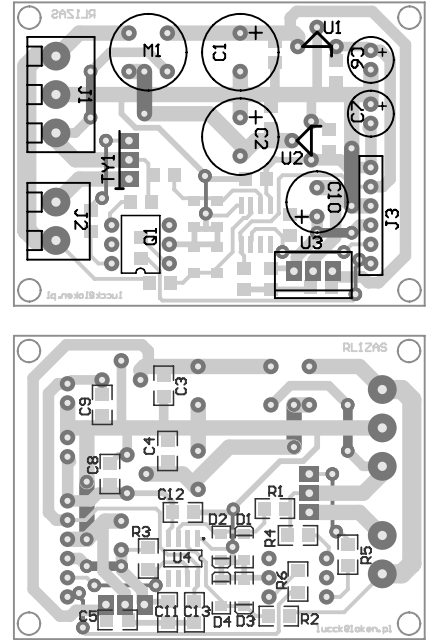
łe o wartości 10...20 mV, a następnie mierzymy woltomierzem napięcie na wyjściu. Powinno mieć ono wartość odpowiednio około 1...2 V. Jeżeli znamy napięcie wyjściowe i wejściowe, możemy wyznaczyć wzmacnienie wzmacniacza według wzoru  $k=U_{wy}/U_{we}$ , którą następnie będziemy musieli wpisać pod-

czas kalibracji regulatora. Wartość wzmacnienia wzmacniacza możemy także wyznaczyć mierząc rezystancję rezystorów R4 i R5 tuż przed wlutowaniem, a następnie wyliczyć wzmacnienie według wzoru  $k=1 + R4/R5$ . Po uruchomieniu toru analogowego lutownicy przystępujemy do zaprogramowania mikrokontrolera ATmega8 (U1) za pomocą programatora ISP. W tym celu do złącza J1 należy podłączyć programator ISP, a na komputerze PC uruchomić program umożliwiający zaprogramowanie procesora, np. PonyProg. Po wybraniu odpowiedniego typu procesora (ATmega8) należy go zaprogramować wykorzystując pliki *rl1.hex* oraz *rl1.epp* zawierające odpowiednio zawartość pamięci Flash oraz EEPROM procesora. Po zaprogramowaniu należy jeszcze odpowiednio ustawić bity FUSE procesora, tak jak przedstawiono na **rys. 6**.

Po zaprogramowaniu i zweryfikowaniu zawartości pamięci mikrokontrolera możemy odłączyć programator, a następnie włączyć ponownie napięcie zasilające. Po tym powinien pojawić się ekran powitalny, a następnie menu główne. Po tej czynności lutownica jest już prawie gotowa do pracy należy jeszcze uruchomić proces samonastawiania, czyli automatycznego doboru nastaw regulatora do posiadanej lutownicy.

**Obsługa urządzenia**

Użytkowanie lutownicy jest bardzo proste i sprowadza się tylko do ustawienia żądanej temperatury klawiszami + i - oraz sterownia trybem pracy lutownicy On/Sleep/Off za pomocą klawisza MNU Podczas wyświetlania menu głównego, w górnej linii wyświetlacza wyświetlana



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce zasilacza

jest aktualna temperatura grota lutownicy ( $T_w$ ) oraz procentowa moc, z jaką w danej chwili pracuje grzałka (P). W dolnej linii wyświetlana jest natomiast ustawiona temperatura lutowania ( $T_z$ ) oraz stan pracy (On/Sleep/Off), w jakim znajduje się regulator. Wciśnięcie klawisza MNU powoduje zmianę trybu pracy lutownicy po kolei na On, Sleep, Off. W przypadku, gdy lutownica znajduje się w trybie On, zadana temperatura utrzymywana jest na określonym poziomie – jest to normalny tryb wykorzystywany podczas lutowania. Jeżeli chcemy na chwilę przerwać lutowanie, w celu zapobieżenia utlenianiu grota przechodzimy w tryb Sleep. Wówczas temperatura grota jest obniżana o połowę. Jeżeli natomiast chcemy na dłuższy okres przerwać lutowanie, wówczas możemy wyłączyć lutownicę wybierając tryb Off. Wciśnięcie klawisza + lub - powoduje zwiększenie lub zmniejszenie zadanej temperatury o 1°C, natomiast dłuższe przytrzymanie jednego z klawiszy powoduje cykliczne zwiększanie/zmniejszanie temperatury o 10°C. Równoczesne wciśnięcie klawiszy + i - powoduje przejście do trybu kalibracji wzmacniacza termopary (Ku) oraz wyświetlenia nastaw regulatora PID. Będąc w tym trybie klawiszem MNU przechodzimy przez kolejne nastawy regulatora, do których należą:

- wzmacnienie wzmacniacza termopary Ku

# Nie przegap!

interesujących materiałów w czasopiśmie



W sierpniowym, numerze  
**Elektroniki dla Wszystkich** m.in.:

■ **Polygraf – superczuły wykrywacz kłamstwa** – Jest to urządzenie pomagające określić czy osoba badana mówi prawdę, czy kłamie. U przeciętnego człowieka pewne czynniki (ciśnienie krwi, tętno, szybkość i głębokość oddechu, rezystancja skóry) zmieniają się w pewnym niewielkim stopniu, zależnie od stanu emocjonalnego. Prezentowane urządzenie wykrywa nawet znikome zmiany rezystancji skóry.

■ **Sterownik wideo** – Ponieważ pomysł wykorzystania telewizora w roli wyświetlacza graficznego jest bardzo kuszący, dlatego postanowiliśmy zaprezentować moduł, który by to umożliwił. Układ stanowi część „Telewizyjnej stacji meteo” opublikowanej w EdW 7/2007, ale może także funkcjonować, jako niezależne urządzenie.

■ **Zamek analogowy** – Opisany projekt to zamek z kluczem analogowym. Jedyny i niepowtarzalny, o nieskończonej (sic!) liczbie kombinacji! Można go wykorzystać do zabezpieczenia szuflady biurka przed wścibskim rodzeństwem, ale także i do poważniejszych zastosowań.

■ **Prosty mikrofon bezprzewodowy**  
Mikrofon ten umożliwił komunikację w paśmie FM. Współpracuje z dowolnym odbiornikiem UKF-FM, a maksymalny zasięg to 30...40m. Częstotliwość pracy nadajnika można łatwo dostosować do lokalnych warunków. Zastosowanie tego układu może być bardzo różnorodne: łączność pomiędzy bliskimi domami, nadzór nad osobami chorymi lub dziećmi.

■ **Wariator świetlny** – Prezentowane urządzenie znajduje zastosowanie przy wzbogacaniu efektów świetlnych w dyskotekach, klubach, na różnych imprezach, itp. Posiada siedem trybów pracy tzn. sterowania kolorami diody i wyjściami mocy. Dodatkową jego zaletą jest wejście umożliwiające dołączenie odfiltrowanego tonowo sygnału audio.

#### PONADTO W NUMERZE:

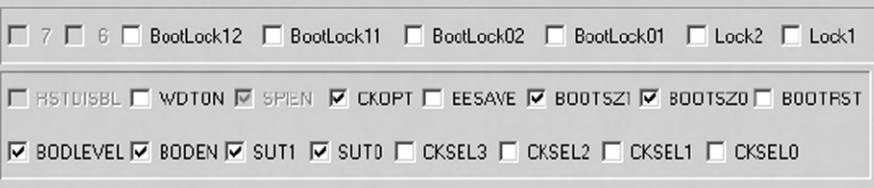
- Squadaq 6.0
- Sterownik żarówki
- Gwiazda rowerowa
- Regulator głośności
- Moduł pomocniczy do PMLCDL
- Kurs C – Konkurs finałowy
- Pod lupa – Podstawowe parametry MOSFET-ów
- Moc audio: średnia czy skuteczna?
- TV SAT – Tone Burst, DiSEqC, USALS
- PowerLED – płytki drukowane
- Szkoła Konstruktorów – Nietypowe czujniki
- Szkoła Konstruktorów – Układ „fotograficzny”
- Szkoła Konstruktorów – Dwukanalowy termometr
- Inteligentny dom, czyli ofensywa optoelektroniki – Systemy fotowoltaiczne

A może masz pomysł na ciekawy artykuł lub projekt? Skonstruowałeś urządzenie, które jest godne zaprezentowania szerszej publiczności? Możesz napisać artykuł edukacyjny?

Cieszysz się doświadczeniami? Chcesz podzielić się doświadczeniami?

W takim razie zapraszamy do współpracy na łamach „Elektroniki dla Wszystkich”. Kontakt: edw@elportal.pl.

EdW możesz zamówić w sklepie internetowym AVT  
<http://www.sklep.avt.com.pl>, telefonicznie 022 568 99 50,  
fax: 022 568 99 55, listownie lub za pomocą e-maila  
[handlowy@avt.com.pl](mailto:handlowy@avt.com.pl). Do kupienia także w Empikach  
i wszystkich większych kioskach z prasą.  
Na wszelkie pytania czeka także Dział Prenumeraty  
tel. 022 568 99 22, [prenumerata@avt.com.pl](mailto:prenumerata@avt.com.pl).



Rys. 6. Ustawienie fusebit-ów podczas programowania mikrokontrolera

- nastawy członu proporcjonalnego  $K_p$  regulatora PID
- nastawy członu całkującego  $T_i$  regulatora PID
- nastawy członu różniczkującego  $T_d$  regulatora PID
- czas cyklu  $T_p$  regulatora PID

W momencie, gdy wyświetlane jest wzmocnienie wzmacniacza termopary, klawiszami + i – możemy ustawić pożądane wzmocnienie wzmacniacza, zgodnie z wcześniej wyliczonym wzmocnieniem wyznaczonym podczas procesu uruchamiania urządzenia. Krótkie przytrzymanie klawisza powoduje zmianę wzmocnienia o 0,1, natomiast dłuższe przytrzymanie zmienia wzmocnienie o 0,5. Z uwagi na niewystarczającą ilość pamięci Flash mikrokontrolera, nastawy regulatora PID nie mogą być zmieniane ręcznie – są one ustalane tylko w procesie samonastawiania i są wyświetlane tylko w celach informacyjno-dydaktycznych.

Przy pierwszym uruchomieniu lutownicy należy przeprowadzić proces kalibracji toru wzmocnienia wzmacniacza oraz uruchomić procedurę automatycznego doboru nastaw regulatora PID. Natomiast w przypadku samej wymiany lutownicy na inny typ wystarczy tylko przeprowadzić sam proces automatycznego doboru nastaw (samostrojenia). Jeżeli już wyznaczyliśmy wzmocnienie toru wzmacniacza pomiarowego (co zostało opisane wcześniej), należy wpisać wartość wzmocnienia toru do ustawień lutownicy. W tym celu po włączeniu stacji naciskamy równocześnie klawisze + i –, co spowoduje wyświetlenie na ekranie wzmocnienia Ku. Będąc w tym menu, klawiszami + i – należy ustawić wyliczone wzmocnienie toru pomiarowego. Po wprowadzeniu wartości wzmocnienia toru pomiarowego przystępujemy do jednorazowego procesu doboru nastaw regulatora. Aby uruchomić proces samonastawiania, należy równocześnie wcisnąć przyciski MNU oraz –. Proces ten trwa nawet kilkana-

ście minut, a po jego zakończeniu na wyświetlaczu jest wyświetlany komunikat *AutoSet Success – Press Any Key* informujący o prawidłowym procesie doboru nastaw. Wyznaczone nastawy regulatora po zakończeniu procesu są zapisywane do nieulotnej pamięci EEPROM. Czasami może się zdarzyć, że z powodu zakłóceń proces samonastawiania nie powiedzie się. Wówczas na ekranie pojawi się komunikat *AutoSet Failed – Press Any Key*. W takim przypadku po wychłodzeniu lutownicy do temperatury pokojowej proces automatycznego doboru nastaw należy powtórzyć.

Uwaga! Musimy pamiętać, aby proces samonastawiania rozpoczynać w momencie, gdy lutownica jest całkowicie zimna i posiada temperaturę otoczenia. Jeżeli tak nie jest, wówczas proces doboru nastaw jest zafałszowany i uzyskane w ten sposób nastawy nie będą optymalne.

## Zakończenie

Podczas projektowania lutownicy, planowano wprowadzenie automatycznego wykrywania przerwy w lutowaniu, która miała spowodować automatyczne obniżenie temperatury lutowania o połowę, jednak z powodu ograniczonej pojemności pamięci Flash mikrokontrolera ATmega8 nie udało się zaimplementować tego algorytmu. Podobnie z powodu braku pamięci nie udało się wprowadzić możliwości ręcznego wpisywania nastaw parametrów regulatora PID. Po wymianie mikrokontrolera na ATmega168 zawierającego 16 kB pamięci Flash istnieje możliwość dalszej rozbudowy oprogramowania lutownicy o wyżej wspomniane funkcje. Jak pokazały praktyczne próby, brak tych funkcji nie jest uciążliwy i opisana tutaj lutownica służy w warsztacie autora już przez 2 lata. Zastosowany w lutownicy algorytm PID będzie szczegółowo opisany w odrębnym cyklu artykułów zaprezentowanych na łamach EP.

**Lucjan Bryndza, EP**  
[lucjan.bryndza@ep.com.pl](mailto:lucjan.bryndza@ep.com.pl)