



# Termostat – sterownik trawiarzki B327



## Do czego to służy?

W procesie wytrawiania płytek PCB wodnym roztworem nadszarczanu sodu ważnym parametrem jest jego temperatura. Jak napisano na etykiecie opakowania B327, optymalnymi temperaturami przy trawieniu jest zakres od +40 do +50°C, ale nie więcej niż +50°C. W celu szybkiego przygotowywania roztworu, czyli rozpuszczenia soli w wodzie, zalecana jest temperatura +50°C lub wyższa. I podczas rozpuszczania, i trawienia, zalecane jest wymuszenie cyrkulacji cieczy. Prezentowane urządzenie, zależnie od wybranego przełącznikiem procesu, stabilizuje temperaturę oraz zapewnia cyrkulację cieczy, załączając pompę (np. pompę napowietrzającą do akwarium). Przy sterowaniu grzałki zastosowano sterowanie grupowe. Wykrycie za małej ilości wytrawiacza (zbyt niskiego poziomu roztworu) uniemożliwia załączenie grzałki i pompy. Dwie dwukolorowe diody LED zapewniają prostą i czytelną sygnalizację stanu trawiarzki. Przewidziano też opcjonalny kanał, sterowany przełącznikiem.

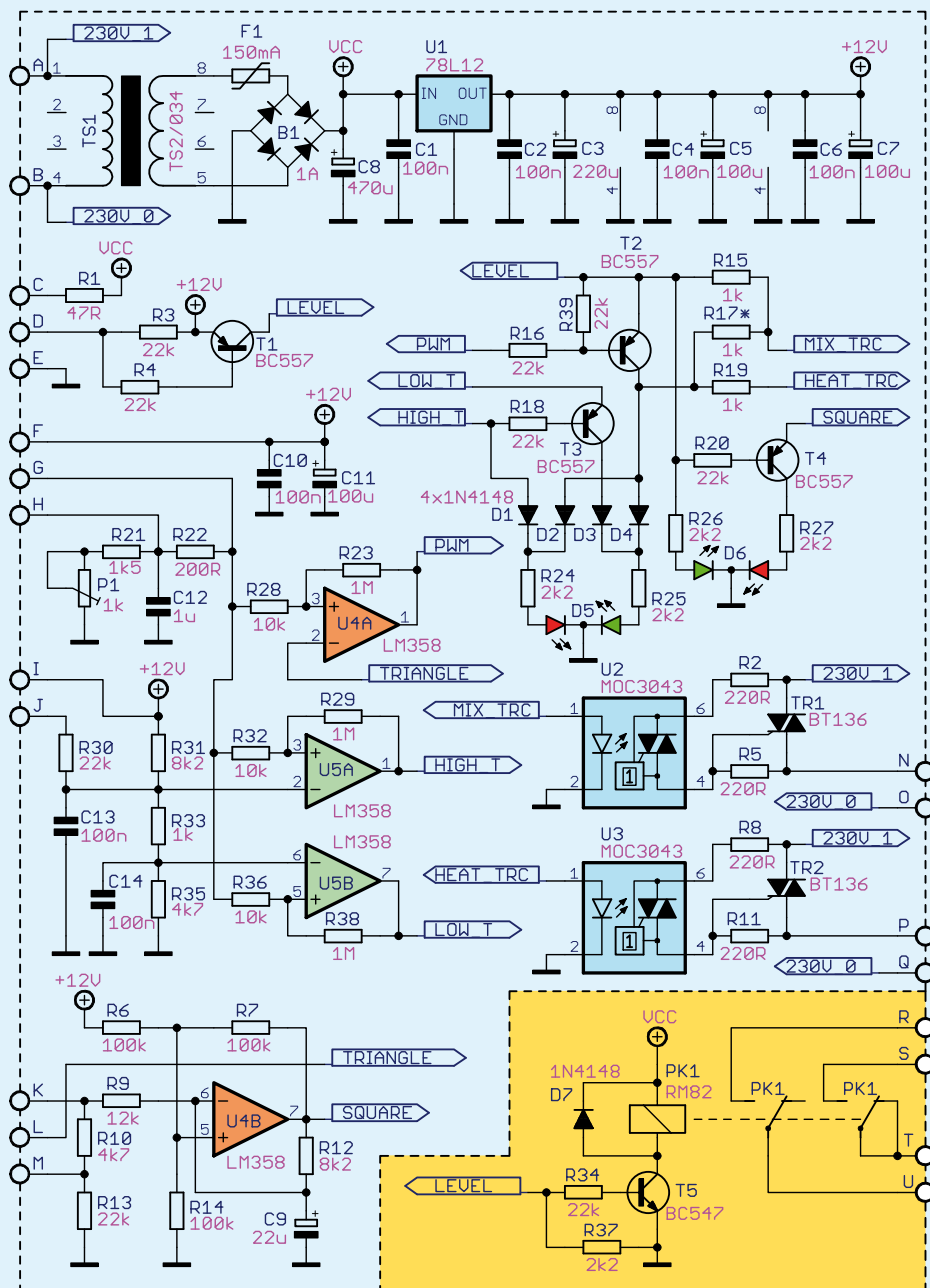
## Jak to działa?

Na **rysunku 1** przedstawiono schemat układu. Zasilanie układu zapewnia klasyczny zasilacz (w prototypie bezpiecznik F1 został zastąpiony zworą). Do monitorowania temperatury służy układ LM35, dołączony do punktów F, G, H płytki. Zasadniczo napięcie z wyjścia czujnika temperatury zmienia się proporcjonalnie do temperatury otoczenia w stosunku 10mV/1°C (co np. przy +40°C daje 0,4V). Aby zmniejszyć problem możliwych zakłóceń, warto pracować z większymi napięciami, zwiększając nachylenie charakterystyki przetwarzania czujnika temperatura-napięcie do 100mV/1°C (przy 40°C daje 4V). Czujnik temperatury pracuje jako źródło prądowe, wypływający z jego wyjścia prąd jest w przybliżeniu proporcjonalny do temperatury. Realizują to elementy R21, R22, P1, a idea tego rozwiązania (podobna jak w stabilizatorach rodziny LM317) została przedstawiona na **rysunku 2**. Potencjometr P1 umożliwia dokładną regulację nachylenia. Wzmacniacz operacyjny U4B pracuje jako generator o częstotliwości około 1Hz. Przebieg z „dodat-

**Sterownik amatorskich trawiarek płytek PCB, wykorzystujących B327 jako środek trawiący. Urządzenie nadzoruje „parametr cieplny i ilościowy” cieczy w zbiorniku. Model jest zbudowany bez użycia mikrokontrolera.**

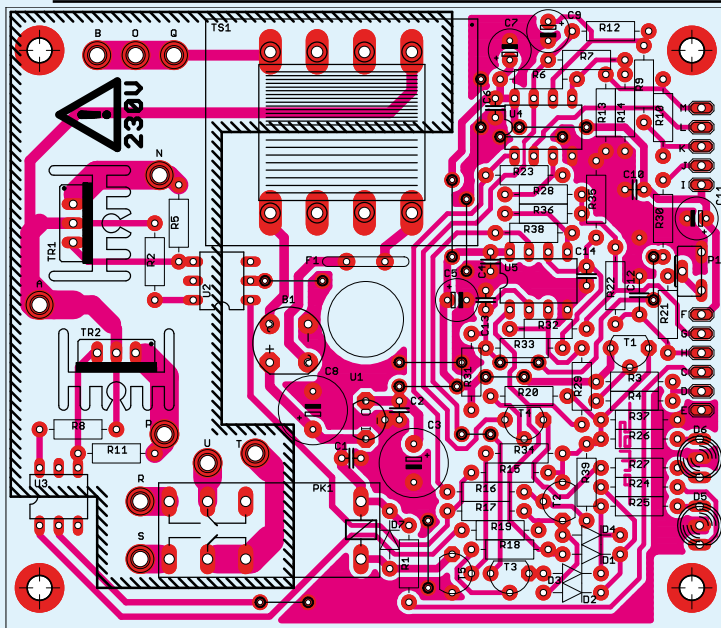
niej” okładki C9 jest dalej nazywany „trójkątnym”. Rezystory R6, R14 „przesuwają” przebieg do góry względem masy. Następnie przebieg jest

**Rys. 1 Schemat ideowy**







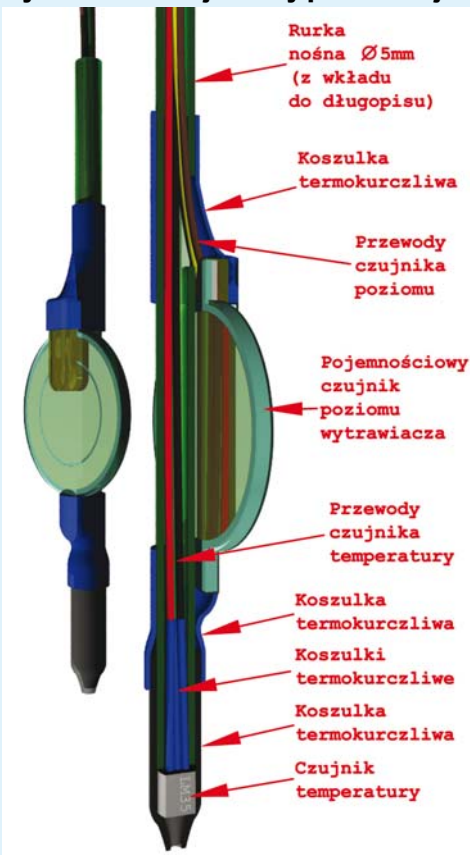


Rys. 6 Obwód drukowany

## Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na PCB jest widoczne na rysunku 6. Najpierw należy wlutować czarnańskie zwór. W wersji podstawowej (grzałka i pompa sterowane triakami) nie należy montować elementów znajdujących się na schemacie w żółtym obszarze oraz rezystora R17. Na początek warto zmontować i uruchomić tylko część niskonapięciową. Układ wymaga jedynie ustawienia nachylenia charakterystyki przetwarzania czujnika temperatury na 0,1V/°C

Rys. 7 Konstrukcja sondy pomiarowej



potencjometrem P1 z pomocą woltomierza. W pierwszej kolejności należy zmierzyć napięcie między punktami G i H. Następnie za pomocą P1 należy ustawić napięcie w punkcie G na wartość napięcia wcześniej odczytaną pomnożoną przez 10 i dla kompensacji prądu spoczynkowego czujnika dodać 0,1V. Przykładowo dla napięcia między G i H równego 0,21V (21°C) na G ustawić 2,2V. Następnie sprawdzić pracę generatora U2B, rozwierając czujnik poziomu cieczy –

LED D6 powinna błyskać z częstotliwością około 1Hz. Aby sprawdzić poprawność działania obwodów, należy zmieniać temperaturę czujnika w zakresie 20...60°C. Przy zwartym do masy wejściu czujnika poziomu powinny być widoczne zmiany świecenia LED D5: od świecenia w kolorze pomarańczowym, miganie kolorem pomarańczowym przy zaświeconym zielonym, zaświeconym zielonym i w końcu zaświeconym czerwonym kolorze. LED D6 powinna przez cały czas świecić kolorem zielonym. Przy „wiszącym w powietrzu” wejściu czujnika poziomu, D6 powinna błyskać kolorem czerwonym. LED D5 może się nie świecić lub zależnie od temperatury świecić się kolorem czerwonym lub zielonym natomiast nie może świecić się w kolorze pomarańczowym. Gdy układ pracuje prawidłowo, można zamontować elementy i obwody wysokonapięciowe. Obwody 230V należy zrealizować przewodami o przekroju co najmniej 1,5mm<sup>2</sup> w podwójnej izolacji. Przy grzałce o mocy większej niż 100W, triak należy zaopatrzyć w niewielki radiator i z uwagi na napięcie 230V zastosować podkładki i tulejki izolacyjne. Obudowa urządzenia z tworzywa sztucznego – płytką drukowaną została zwyżmiarowana pod obudowę Z-3A. Panele przedni i tylny wymagają obróbki mechanicznej. Rysunki perforacji i naklejek dostępne są na Elportalu. Jako czujnik poziomu zastosowano pojemnościowy czujnik krańcowy poziomu cieczy (EdW 4/2011, str. 50). Czujnik-kondensator wraz z czujnikiem temperatury umocowano na plastikowej rurce – rysunek 7. Należy zabezpieczyć czujniki przed żrącym roztworem trawiącym np. klejem na gorąco lub silikonem sanitarnym. Połączenie sondy ze sterownikiem zostało zrealizowane kablem o sześciu przewodach zakończonym wtykiem DIN 5. Jeżeli napęd pompy wymaga napięcia innego niż 230V, przewidziano montaż opcjonalnego przełącznika PK1 i elementów nim sterujących: T5, R34, R37, D7. W takim przypadku

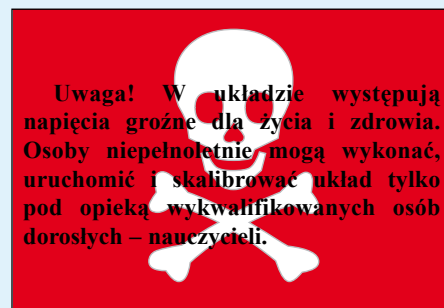
## Wykaz elementów

R1	.....	47Ω 1/4W
R22	.....	200Ω 1/4W
R2,R5,R8,R11	.....	220Ω 1/4W
R15,R19,R33	.....	1kΩ 1/4W
R21	.....	1,5kΩ 1/4W
R24,R25,R26,R27	.....	2,2kΩ 1/4W
R10,R35	.....	4,7kΩ 1/4W
R12,R31	.....	8,2kΩ 1/4W
R28,R32,R36	.....	10kΩ 1/4W
R9	.....	12kΩ 1/4W
R3,R4,R13,R16,R18, R20, R30, R39	.....	22kΩ 1/4W
R6, R7, R14	.....	100kΩ 1/4W
R23, R29, R38	.....	1MΩ 1/4W
P1	.....	1kΩ mont. pionowy
R17*	.....	1kΩ opcjonalny
R37	.....	2,2kΩ opcjonalny
R34	.....	22kΩ opcjonalny
C1,C2,C4,C6,C10,C13,C14	.....	100n ceramiczny
C12	.....	1uF foliowy
C9	.....	22uF/16V
C5, C7, C11	.....	100uF/16V
C3	.....	220uF/16V
C8	.....	470uF/25V
D1,D2,D3,D4	.....	1N4148
B1	.....	1A mostek prostowniczy
D5,D6	.....	LED 5mm dwukolorowe (RG) wspólna katoda
T1,T2,T3,T4	.....	BC557
TR1,TR2	.....	BT136
U1	.....	78L12
U2,U3	.....	MOC3043
U4,U5	.....	LM358
Czujnik temperatury	.....	LM35
D7	.....	1N4148 opcjonalna
T5	.....	BC547 -opcjonalny
S1,S2	.....	dwusekcyjny dzwignikowy 250V/3A
F1	.....	150mA polimerowy PTC lub zwora
TS1	.....	TS2/034 transformator sieciowy
Z-3A	.....	obudowa
PK1	.....	RM82 cewka na 12V - opcjonalny
Gniazdo DIN 5	.....	
Bezpieczniki 1,6A i 200mA wraz z oprawkami	.....	
Dwa gniazda „sieciowe”	.....	

**Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3033.**

można wykorzystać nieużywany triak TR1 do sterowania drugą grzałką w celu zwiększenia mocy grzania. Modyfikacja polega na montażu rezystora R17 i niemontowaniu rezystora R15. Jeżeli nie jest wymagane zwiększenie mocy grzania, to optotriaka U2, triaka TR1 i rezystorów im towarzyszących R2, R5, R15, R17 można nie montować. Konstrukcję pojemnika „akwarium”, mocowanie grzałek i konstrukcję części mechanicznej odpowiedzialnej za cyrkulację cieczy pozostawiam Szanownym Czytelnikom.

Cyprian Kamil Kowalski  
c4v2@o2.pl



**Uwaga! W układzie występują napięcia groźne dla życia i zdrowia. Osoby niepełnoletnie mogą wykonać, uruchomić i skalibrować układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych – nauczycieli.**