

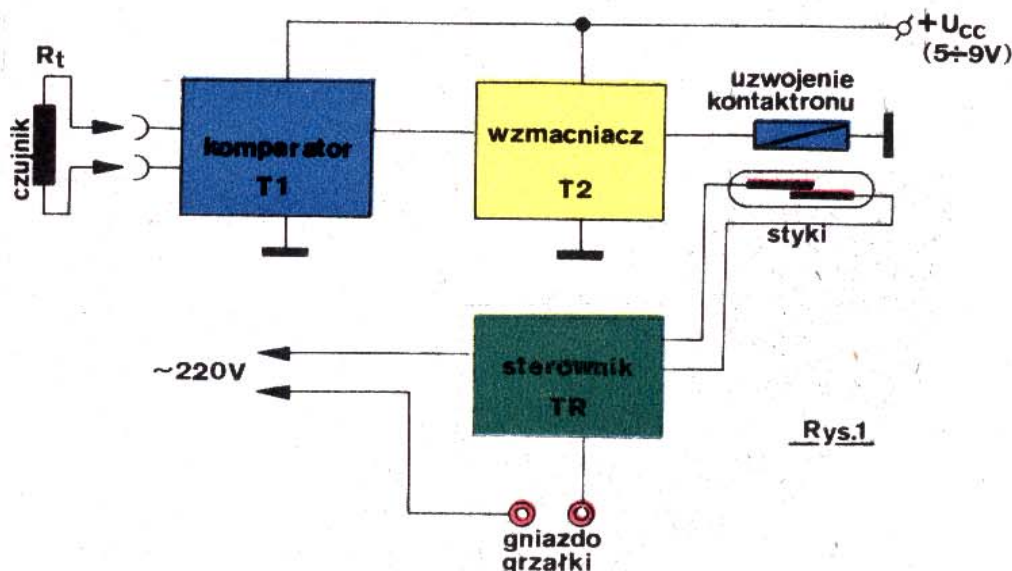
ELEKTRONICZNY STABILIZATOR TEMPERATURY DO AKWARIUM

Wszyscy akwaryści doskonale wiedzą, jak ważną sprawą jest zapewnienie odpowiedniej temperatury wody. Doskonale nadają się do tego celu elektroniczne stabilizatory temperatury. Są one proste w budowie i łatwe do amatorskiego wykonania. Opisany w dalszej części artykułu, taki właśnie stabilizator, może sterować pracą grzałki elektrycznej o mocy do 300 W.

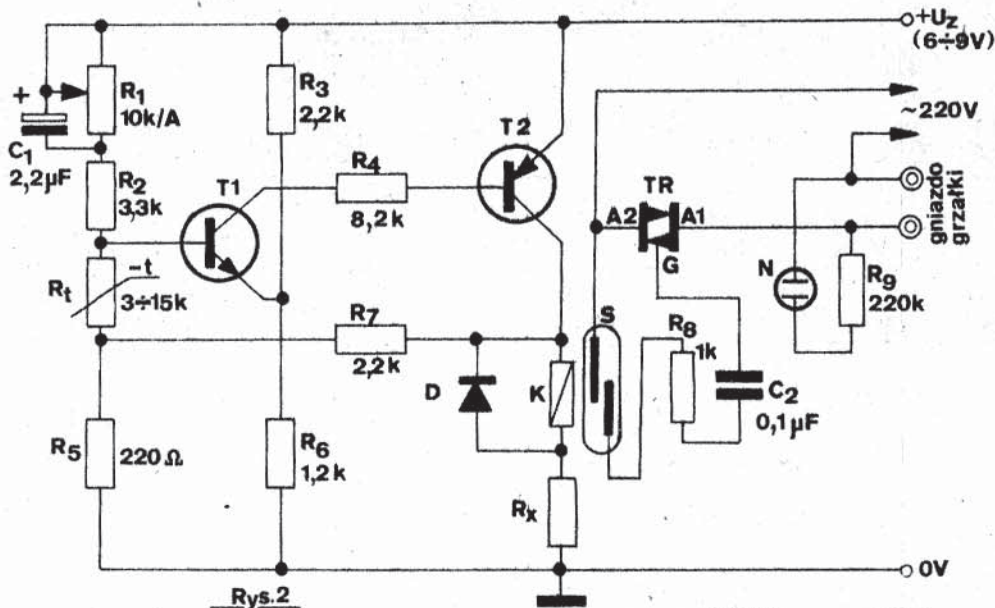
W urządzeniu tym można wyróżnić cztery podstawowe zespoły elektroniczne: czujnik z komparatorem, wzmacniacz, sterownik i zasilacz (rys. 1). Należy nadmienić, że zmie-

niając tylko jeden zespół, a mianowicie sterownik, możemy używać grzałek o dużo większych mocach. W praktyce okazuje się, że moc do 150 W jest już całkowicie wystarczająca.

Omówimy teraz kolejno poszczególne zespoły schematycznie zaznaczone na rys. 1. Czujnikiem temperatury jest termistor R_t . Jest to rezystor o oporności zależnej od temperatury (przeważnie przy wzroście temperatury jego oporność maleje). Znajduje się on w obwodzie dzielnika składającego się z rezystorów: R_1 , R_2 i R_3 .



Rys.1



Rys. 2

Rolę komparatora (układu porównującego dwa napięcia) spełnia tranzystor T1, a ściślej jego złącze baza-emiter.

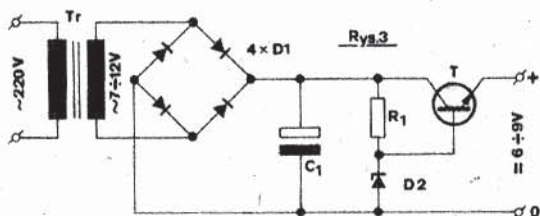
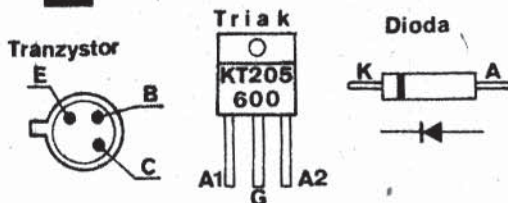
Wzmacniaczem prądu komparatora jest tranzystor T2. W obwodzie kolektora tego tranzystora znajduje się uzwojenie (K) kontaktronu. Trzecim zespołem jest sterownik. Służy on do włączania i wyłączania grzałki o odpowiedniej mocy. Elementem wykonawczym w tym zespole jest triak TR, sterowany stykami kontaktronu. W ten sposób **obwód sieciowy zasilający grzałkę odizolowany jest galwanicznie od pozostałego układu elektronicznego. Jest to bardzo ważne ze względów bezpieczeństwa użytkownika całego urządzenia.**

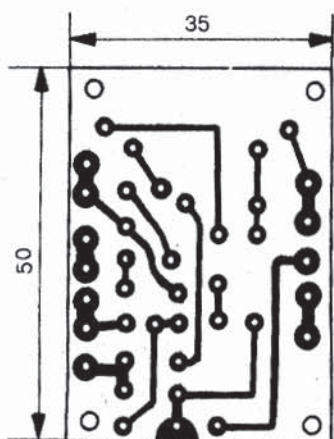
W zależności od typu zastosowanego triaka, można korzystać z grzałek o różnych mocach. W urządzeniu modelowym triak typu KT 205/600 zaopatrzone w radiator, po-

zwala na ciągłą pracę z grzałką o mocy do 300 W lub z kilkoma grzałkami połączonymi równolegle o sumie mocy nie przekraczającej 300 W.

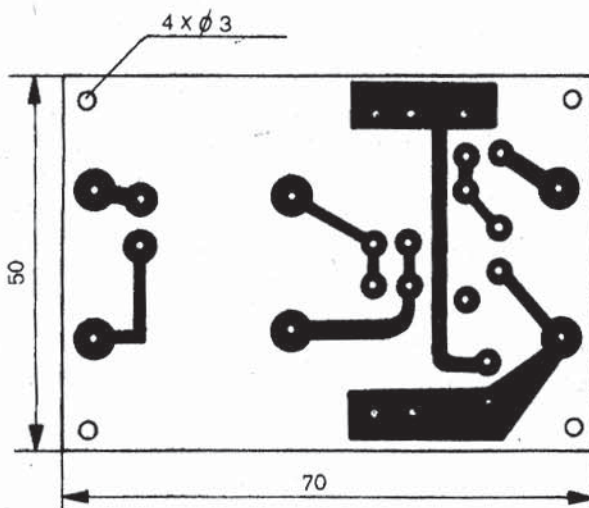
Wreszcie ostatnim zespołem jest zasilacz (rys. 3). Konstrukcja jego może być praktycznie dowolna pod warunkiem, że napięcie stałe na wyjściu będzie wynosić od 6 do 9 V. Podczas pracy napięcie to nie może zmieniać się więcej niż $\pm 5\%$.

Układ regulatora pracuje w następujący sposób. Załóżmy, że przy pewnym położeniu suwaka potencjometru R_1 , styki kontaktronu są zwarte i przez grzałkę płynie prąd. Grzałka ogrzewając wodę w akwarium powoduje wzrost temperatury czujnika i zmniejszenie się oporności termistora R_t , a to z kolei zmniejszenie napięcia na bazie tranzystora T1. Jeżeli napięcie to spadnie poniżej napięcia przewodzenia U_{B-E} (około 0,7 V), to tranzystor ten nie będzie przewodził, a także tranzystor wzmacniacza T2 ulegnie zatkaniu. Spowoduje to, że przez znaj-

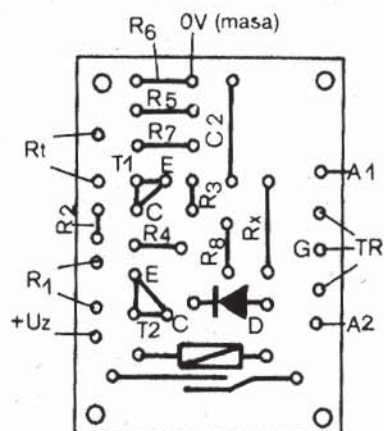




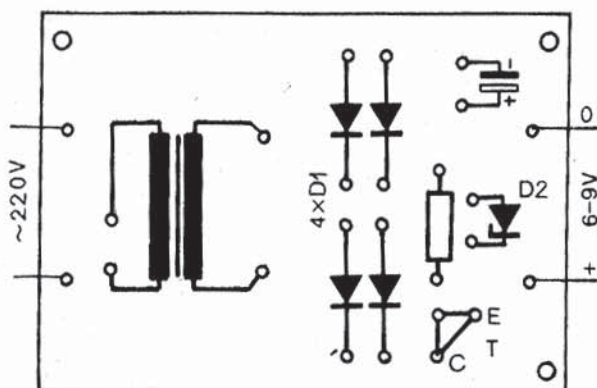
Rys. 4



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7

dujące się w jego obwodzie kolektorowym uzwojenie kontakttronu nie będzie przepływał prąd i styki S zostaną rozwarne. Oznacza to brak sterowania triaka TR, a w związku z tym grzałka nie otrzyma napięcia zasilającego. Temperatura otoczenia czujnika znacznie spada. Napięcie na bazie tranzystora T1 tym razem będzie wzrastać, aż do momentu otwarcia złącza baza-emiter. Od tej chwili tranzystor T2 przewodzi i przez uzwojenie kontakttronu znowu płynie prąd. Dzięki zwartym stykom bramka triaka „G” otrzymuje napięcie sterujące z sieci poprzez

rezystor R_8 i kondensator C_2 . Sterownik więc działa i zasila grzałkę napięciem z sieci.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że na uzwojeniu kontakttronu (K), które powinno mieć około 250 omów oporności, następuje spadek napięcia. Napięcie to poprzez rezystor R_7 powoduje zwiększenie potencjału bazy tranzystora T1 i szybsze jego wejście w stan przewodzenia. Efektem tego jest również szybsze i pewniejsze działanie przekaźnika.

Dobierając wartość rezystora R_2 (od 1 do 5 kiloomów), można przesuwac zakres regulo-

wanej temperatury w górę lub w dół. Oczywiście średnia wartość R_2 zależy również od oporności użytego termistora i powinna być w przybliżeniu równa oporności R_t w temperaturze pokojowej. Zwiększenie wartości R_2 powoduje przesunięcie zakresu w dół i odwrotnie. Podczas nastawiania temperatury potencjometrem R_1 mogą wystąpić „trzaski” na skutek złego kontaktu pomiędzy suwakiem a masą oporową. Objawia się to w postaci przerywania i zwierania styków przekaźnika. Zapobiega temu kondensator C_1 , którego pojemność można w razie potrzeby zwiększyć do 10 μF .

Konstrukcja

Cały układ regulatora temperatury, z wtykami zasilacza, został zmontowany na jednej płytce drukowanej. Na rys. 4 przedstawiona została płytka z połączeniami drukowanymi, a na rys. 6 schemat montażowy. Jak widać z tego ostatniego rysunku, płytka ma oprócz zasilania następujące punkty połączeniowe: do potencjometru nastawczego, do termistora i do obwodu sieciowego (elektrody A1 i A2 triaka). Radiator triaka wykonany jest z blachy aluminiowej grubości 1 mm wygiętej w kształcie litery „U”, o wymiarach podanych na rys. 9. Radiator przykręcony został do triaka i płytki drukowanej w taki sposób, że elementy elektroniczne znajdują się jakby w osłonie.

Czujnik zabudowany jest w rurce mosiężnej cienkościennej o średnicy wewnętrznej około 8 mm i długości 18 cm. Przekrój końcówki czujnika pokazany został na rys. 10. Jeden koniec rurki został spłaszczony i w tym miejscu znajduje się zatopiony w kleju epoksydowym (EPIDIAN lub DISTAL) termistor. Do kleju należy dodać około 50% drobnych opiłków aluminiowych w celu zwiększenia przewodnictwa cieplnego. W drugim końcu przestrzeń pomiędzy przewodem a ścianką rurki również wypełniona jest klejem epoksydowym, chroniąc termistor przed ewentualnym zawilgoceniem. Czujnik połączony jest z układem elektronicznym przewodem sieciowym $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ zakończonym wtyczką diodową.

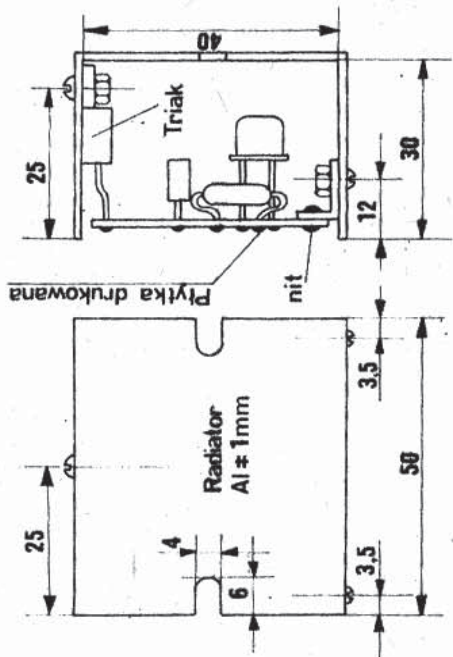
W urządzeniu modelowym uzwojenie przekaźnika wykonano samodzielnie. W tym celu na rurkę przekaźnika naklejono za pomocą „Distalu” dwie kształtki wycięte ze

sztywnego kartonu, stanowiące boki cewki (rys. 11). Na tak wykonany korpus nawinięto 2000 zwojów drutu DNE o średnicy 0,08 mm. Końce drutu nawojowego przylutowano do odcinków drutu o $\varnothing 0,8 \text{ mm}$ uprzednio przyklejonego do boków cewki (np. końcówki rezystora większej mocy). Można oczywiście zastosować kompletny przekaźnik kontaktowy zmieniając położenie otworów na płytce drukowanej, ale opisany powyżej sposób daje korzyści w postaci zwiększonej czułości i mniejszych wymiarów. Oporność tak wykonanego uzwojenia wynosi około 140 omów. Dla prawidłowej pracy układu oporność ta powinna wynosić 250 omów. W związku z tym, w szereg z uzwojeniem włączono rezystor o wartości 110 omów (na schematach oznaczony jako R_x).

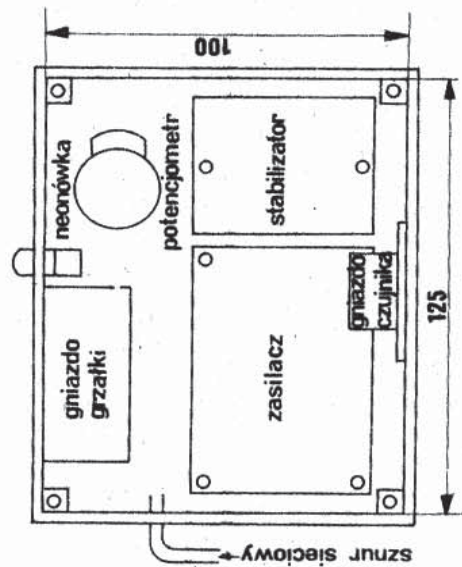
Zasilacz stanowi zupełnie niezależny podzespół. Zmontowany on został na osobnej płytce drukowanej (rys. 5 i 7). Miniaturowy transformator sieciowy (od zasilaczy kalkulatorowych) wlutowany jest bezpośrednio do płytki. Dioda Zenera typu BZP 630 lub BZP 683 powinna mieć napięcie nominalne z zakresu 6V2 do 9V1.

Całe urządzenie mieści się w pudełku sklejonym z kawałków płyty paździerzowej grubości 3 mm. Wymiary wewnętrzne są następujące: $125 \times 100 \times 45 \text{ mm}$. W rogach pudełka wklejono drewniane słupki usztywniające, do których przykręcono czterema wkrętami dno, stanowiące jednocześnie zamknięcie obudowy. Należy pamiętać o wywierceniu w nim kilkunastu otworów o $\varnothing 4 \text{ mm}$. Również kilka takich otworów trzeba wykonać w ściankach bocznych (krótszych) dla zapewnienia odpowiedniego przepływu powietrza chłodzącego. Rozmieszczenie podzespołów we wnętrzu obudowy pokazuje rys. 8.

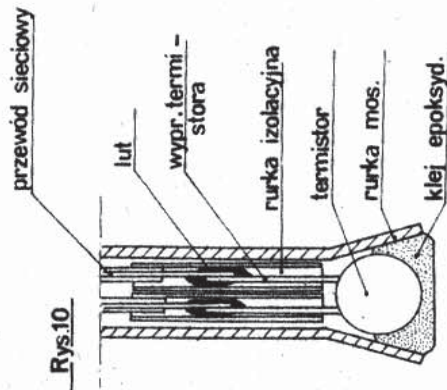
Przewód sieciowy doprowadzony jest bezpośrednio do uzwojenia transformatora, ale można także na ściance pudełka zainstalować gniazdo bezpiecznika rurkowego (100 mA), połączone szeregowo z transformatorem. Gniazdo grzałki jest typowym natynkowym gniazdem sieciowym bez obudowy, przymocowanym od wewnątrz do ścianki bocznej pudełka. Wskaźnikiem włączenia grzałki jest neonówka na napięcie 220 V dołączona równolegle do gniazda grzałki poprzez rezystor ograniczający R_g . Dla kon-



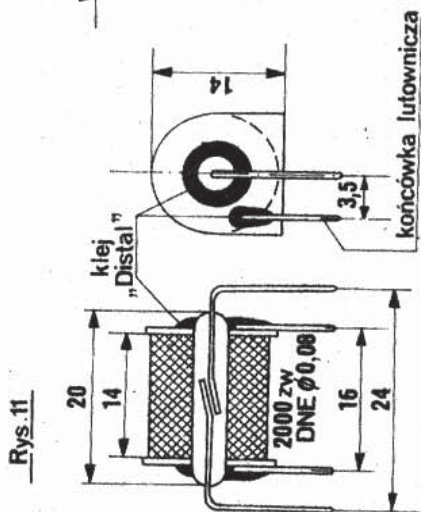
Rys. 9



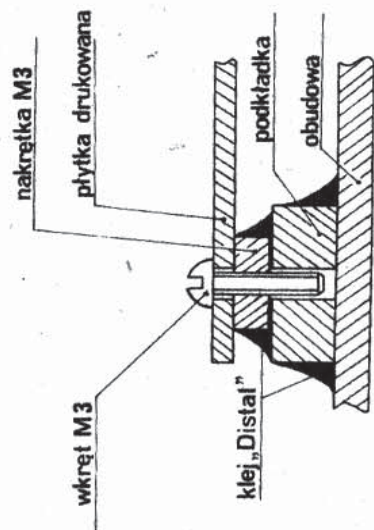
Rys. 8



Rys. 10



Rys. 11



Rys. 12

densatora C_1 nie przewidziano miejsca na płytce ponieważ z powodzeniem można go wlutować bezpośrednio do końcówek potencjometru.

Zasilacz i regulator mocowany jest do obudowy bez konieczności wiercenia w niej otworów. Jest to podyktowane wyłącznie względami estetycznymi, ale ponieważ takie rozwiązanie może być również przydatne w innych konstrukcjach, sposób wykonania podany został na rys. 12. Regulator przykręcamy do obudowy wykorzystując specjalne otwory w radiatorze (4×6 mm). W ten sposób uzyskamy łatwy dostęp do punktów lutowanych na płytce drukowanej.

Pod gałką potencjometru trzeba jeszcze umieścić skalę, której współczynnik podziału zależy od wymaganej dokładności nastawiania temperatury. Oczywiście na początku będą to tylko „działki”. Dopiero po przeprowadzeniu prób i pewnym czasie eksplo-

tacji można zaznaczyć położenie pokrętki odpowiadającego danej temperaturze.

Uruchomienie

Po zmontowaniu obydwóch płytek i sprawdzeniu, czy wszystkie elementy zostały prawidłowo wlutowane, uruchomienie rozpoczynamy od zasilacza. Wystarczy w tym celu zmierzyć napięcie wyjściowe i jeśli jest prawidłowe, obciążyć zasilacz rezystorem o takiej wartości, aby prąd wynosił około 50 mA. Napięcie nie powinno się zmniejszyć więcej niż o 5%. Powodem większego spadku napięcia może być zbyt małe napięcie zmienne na wejściu mostka lub za duża wartość rezystora R_1 .

Następnie do płytki regulatora podłączymy zamiast czujnika rezystor o wartości 1,5–2 razy **mniejszej** od tej, którą ma termistor w temperaturze pokojowej. Ustawiamy potencjometr R_1 w środkowym położeniu i podłączamy zasilanie. W takim stanie w gnieździe grzałki nie powinno być pełnego napięcia, a tylko około 10 V.

Po wyłączeniu zasilacza z sieci w miejsce czujnika włączamy inny rezystor o wartości 1,5–2 razy **większej** od oporności termistora. Teraz napięcie zasilające grzałkę powinno wynosić 220 V. Wystarczy jeszcze dobrać rezystor R_2 dla średniej, interesującej nas temperatury i zabrać się do prób eksploatacyjnych. Przed zamknięciem obudowy należy przeprowadzić próbę obciążenia pełną mocą na okres kilku godzin. Temperatura radiatora nie powinna przekraczać 50°C .

Uwagi eksploatacyjne

Ze względu na specyficzne zastosowanie opisanego termoregulatora niecelowe jest skalowanie od razu podziałki potencjometru w $^\circ\text{C}$. Pamiętajmy bowiem, że woda w każdym akwarium ma określoną, stosunkowo dużą, masę, z którą związana jest duża bezwładność cieplna. **Ważną sprawą jest również odległość czujnika od grzałki lub grzałek, głębokość zanurzenia grzałki i czujnika, a także rozmieszczenie ich w akwarium. Te wszystkie parametry należy dobrać doświadczalnie.** Przy optymalnym doborze wymienionych parametrów, stabilność temperatury nie powinna przekroczyć $\pm 1^\circ\text{C}$.

Jacek Sawicki

Spis elementów

Zasilacz

T – tranzystor BC211; 337; 338,
D1 – dioda BYP101/50,
D2 – dioda Zenera BZP630; 683/6V2-9V1,
 C_1 – kondensator 100–200 $\mu\text{F}/16\text{V}$,
 R_1 – rezystor 750–100 Ω ,
Tr – transformator TS2/10; 14; 15; 16

Regulator

Półprzewodniki:

T1 – BC107; 108; 109,
T2 – BC313; 393 lub BF257,
TR – KT205/600,
D – BYP401/50 lub BAVP18-21

Rezystory:

R_2 – 3,3 k,
 R_3 – 2,2 k,
 R_4 – 8,2 k,
 R_5 – 220 Ω ,
 R_6 – 1,2 k,
 R_7 – 2,2 k,
 R_8 – 1 k,
 R_9 – 220 k,
 R_x – patrz opis,

wszystkie rezystory 0,25 W

Kondensatory:

C_1 – 2,2 $\mu\text{F}/10\text{V}$,
 C_2 – 0,1 $\mu\text{F}/250\text{V}$.

Inne:

K+S – kontaktron ZM108/III lub podobny (patrz opis),
 R_t – termistor NTC110; 111 (3k–15k),
N – neonówka 220 V,
 R_1 – potencjometr 10 k/A, 0,25 W