

REGULATOR TEMPERATURY Z TERMISTOREM

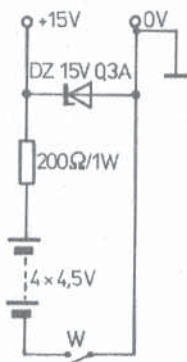
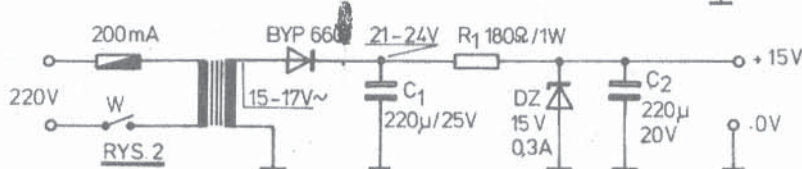
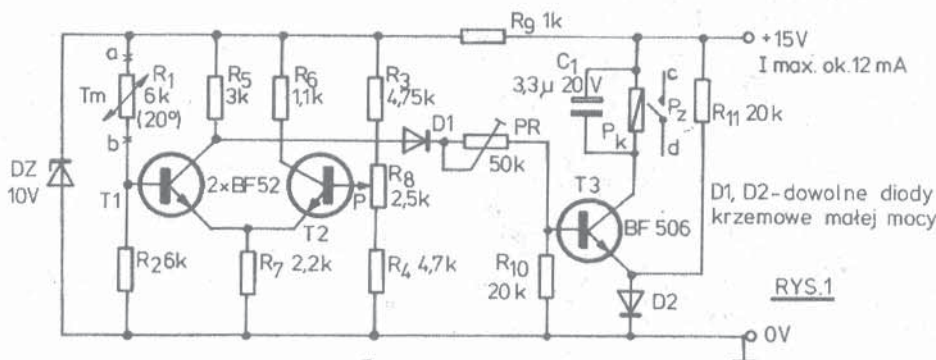
Powszechnie używane bimetaliczne regulatory temperatury są przystosowane do pracy w dość wysokich temperaturach, np. w żelazkach elektrycznych, a poza tym nie odznaczają się one zbyt wielką precyzją działania. Inne typy regulatorów, np. z czujnikiem w postaci termometru kontaktowego, są trudne do zdobycia.

Omawiany niżej regulator został zaprojektowany do pracy w temperaturze pokojowej. Może on służyć do utrzymywania stałej ciepłoty wody w akwarium, a po zastosowaniu większego przekaźnika wykonawczego, do utrzymywania stałej temperatury w pomieszczeniach, np. w mieszkaniach, inkubatorach itp.

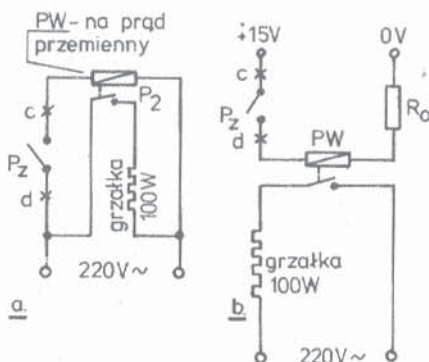
Schemat ideowy proponowanego regulatora zamieszczony został na rys. 1. Zasadniczym elementem regulatora jest termistor, pracujący w jednej z gałęzi mostka oporowego R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 . W ustalonych warunkach zewnętrznych ($293\text{ K} - 20^\circ\text{C}$) mostek znajduje się w równowadze elektrycznej. Zmiana temperatury powoduje pojawienie się odpowiedniego napięcia, zależnego od kierunku tej zmiany, na bazach tranzystorów T_1, T_2 . Tranzystory te pracują w tzw. **układzie różnicowym** (stałoprądowy wzmacniacz symetryczny). Podczas równowagi mostka, na kolektorze tranzystora T_1 utrzymuje się pewne napięcie U , względem masy. Wzrost temperatury powoduje zmniejszenie się oporu termistora T_m , a zatem zmianę napięcia na kolektorze tranzystora T_1 (oczywiście w pewnym zakresie temperatury) i w efekcie zmniejszenie się prądu kolektora tranzystora T_3 (obwód D_1, PR, R_{10}). Zmniejszony prąd kolektora tranzystora T_3 , pracującego w układzie jednostopniowego wzmacniacza stałoprądowego, powoduje zwolnienie styków zwiernych przekaźnika kontaktronowego P_1 . Z kolei, styki zwierne przekaźnika P_1 rozwierają obwód, sterujący przekaźnikiem wykonawczym, czyli pośrednio obwód grzałki.

Poziom temperatury ustala się potencjometrem \dot{P} . Czulość regulatora sięga $0,5\text{ K}$ ($0,5^\circ\text{C}$), a zakres regulacji około 20 K (20°C).

Układ regulatora należy zmontować na niewielkiej płytce z drukiem uniwersalnym. Szczególnie starannie trzeba dobrać elementy mostka i tranzystory T_1, T_2 . Najlepiej byłoby dysponować tranzystorami parowanymi. Nie jest to jednak konieczne. Na przykład, w układzie próbnym zastosowano dwa przygodne tranzystory BF 521 z V grupy, które pracowały od razu poprawnie. Ze względu na tzw.



RYS. 3.



RYS. 4

dryft, występujący we wzmacniaczach stałoprądowych, obudowy tranzystorów T1, T2 muszą być umieszczone na wspólnym radiatorze. W przypadku użycia tranzystorów typu BF 521 trzeba podłączyć pod ich obudowy mikę (kolektor na masie), izolując je w ten sposób od radiatora.

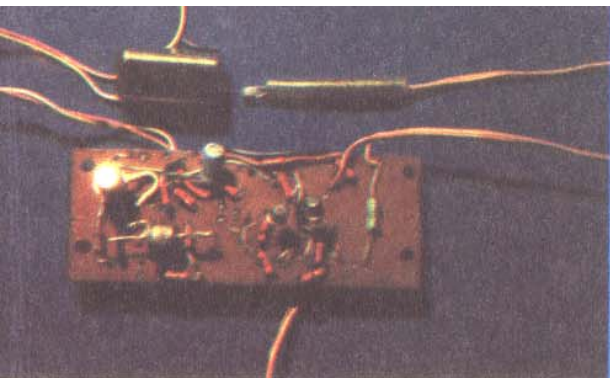
Ze względu na niezawodność działania regulatora, napięcie zasilające mostek i wzmacniacz różnicowy stabilizuje się za pośrednictwem diody Zenera (dowolny typ na 10 V); nadmiar napięcia odkłada się na oporniku R_6 .

Dioda D2 poziomuje emiter tranzystora T3. Można tu użyć dowolnej diody krzemowej (spadek napięcia około 1,4 V).

W układzie zastosowano miniaturowy przekaźnik kontaktronowy na napięcie 12 V. Zapewnia on niewielki pobór mocy, a ponadto dużą czułość. Styki zwierne tego przekaźnika sterują dopiero właściwym przekaźnikiem wykonawczym, mającym styki robocze zwierne na napięcie pracy 220 V,

wytrzymujące prąd 1 A lub większy, zależnie od rodzaju grzałki. Cewka sterująca przekaźnika wykonawczego może być zasilana wprost z sieci (rys. 4a) albo prądem stałym z zasilacza układu (rys. 4b). Bardziej zaawansowani w elektronice Koledzy mogą dobudować jeszcze jeden stopień, ze wzmacniaczem na tranzystorze T3, dzięki czemu można będzie od razu wysterować nawet duży przekaźnik, zdolny do załączania większych mocy.

Do układu próbnego wykonano zasilacz sieciowy (rys. 2). Stabilizację napięcia wyjściowego uzyskuje się w nim na 15-woltowej diodzie Zenera. Ponieważ cały układ pobiera prąd nie większy niż 15 mA, do stabilizacji wystarczy niewielka dioda, np. na 300 mA, co i tak zapewni możliwość ewentualnego zasilania niskonapięciowego, stałoprądowego przekaźnika wykonawczego (rys. 4b). Do zasilania układu można też zastosować cztery baterie płaskie 4,5 V, połączone szeregowo (rys. 3) – wystarczą one na długo.



Próbny układ termoregulatora bez zasilacza. Z tranzystorów BF 527 zdjęto wspólny radiator, który zasłaniał i inne elementy urządzenia

Transformator sieciowy powinien mieć niewielką moc (kilka VA), np. z powodzeniem można zastosować dwa transformatory dzwonekowe, z wtórnymi uzwojeniami połączonymi szeregowo na 16 V.

Z płytki drukowanej, mieszczącej regulator, wychodzą dwa przewody do termistora-sondy (punkty a, b) oraz dwa przewody do obwodu sterującego przekaźnikiem wykonawczym (punkty c, d).

Jeżeli regulator ma służyć do utrzymywania stałej temperatury cieczy, trzeba starannie odizolować elektrycznie termistor-sondę, tak jednak, aby nie zwiększać zbytnio jego pojemności cieplnej.

Zakupienie odpowiedniego termistora, o oporności 6 kiloomów w temperaturze pokojowej, może okazać się niełatwe. W razie trudności, radzimy użyć na sondę dwóch termistorów od odbiorników TV (pracujących w obwodzie żarzenia lamp), połączonych szeregowo. Opór termistora, regulującego prąd żarzenia lamp odbiornika TV, wynosi w stanie zimnym około 3 kiloomy. Zatem takie dwa termistory, połączone szeregowo, będą miały potrzebną nam oporność w temperaturze pokojowej. Jeśli ktoś dysponuje termistorem o oporności zbliżonej (w granicach 4–10 kiloomów), to może go zastosować, jednak wówczas trzeba dobrać oporniki w gałęziach mostka. (Termistory o dużej bezwładności cieplnej, np. od odb. TV, nadają się tylko do pracy w cieczy).

Po zmontowaniu całego układu i sprawdzeniu poprawności montażu oraz funkcjonowania zasilacza, można przystąpić do regulacji i cechowania urządzenia. W tym celu odłącza się diodę D1 od kolektora tranzystora T1. Między masą i tym kolektorem powinno występować napięcie około 9 V (mierzone miernikiem UM3a, na zakresie 15 V). Napięcie między masą i kolektorem tranzystora T1 zależy od położenia suwaka potencjometru P. Przy prawidłowo działającym mostku i wzmacniaczu różnicowym obserwujemy zmniejszanie się napięcia tylko dla niewielkiego kąta obrotu suwaka

potencjometru. W pozostałych punktach utrzymuje się ono właśnie na poziomie 9 V. Właściwa regulacja polega na znalezieniu takiego położenia suwaka, od którego rozpoczyna się zmniejszanie napięcia. To położenie wyznacza punkt dla temperatury otoczenia, tzn. tej temperatury, w jakiej akurat znajduje się układ. Poszukiwanie tego punktu należy prowadzić bez pośpiechu, ponieważ termistor reaguje nawet na niewielkie zmiany prądu, a oprócz tego na każde źródło promieniowania cieplnego. Nie wolno w tym czasie dotykać termistora ręką, a tym bardziej lutownicą, po prostu cały układ powinien mieć temperaturę otoczenia.

Celowe dotknięcie termistora palcami powoduje szybkie zmniejszenie się wskazań miernika o kilka woltów – jest to najlepszy dowód na poprawność funkcjonowania układu.

Po zaznaczeniu punktu dla danej temperatury otoczenia, diodę D1 łączymy na powrót z kolektorem tranzystora T1 (potencjometr regulacyjny PR – ustawiony na największy opór). Następnie łączymy styki przekaźnika P_k z omomierzem albo w obwód małej żarówki i powoli zmniejszamy opór potencjometru regulacyjnego PR do momentu, aż zamkną się styki przekaźnika P. Omomierz wskaże wtedy zero, albo zaświeci żaróweczka. Po zamknięciu obwodu zmniejszamy jeszcze nieco opór potencjometru PR (około 5%). Na tym regulacja jest zakończona.

Dla sprawdzenia funkcjonowania układu dotykamy palcami termistora – po chwili omomierz powinien wskazać nieskończoność albo powinna zgasnąć żaróweczka. Teraz puszcza my termistor – omomierz powinien po chwili wskazać zero albo powinna zaświecić żaróweczka. Obracając potencjometrem, w zakresie stałości napięcia między kolektorem tranzystora T1 i masą układu, znajdujemy różne temperatury, dla których nastąpi odłączenie grzałki.

Po zmontowaniu układu, np. w pudełku, trzeba jeszcze przeprowadzić skalowanie regulatora. Używamy do tego celu dokładnego termometru i wolno podgrzewanej wodnej kąpieli, w której zanurzamy termometr wraz z sondą-termistorem (izolowaną). Wskazania termometru, dla których następuje odłączenie grzałki, zaznaczamy, odpowiednio do położenia pokrętki potencjometru.

UWAGA! Stosowanie omówionego układu do regulacji temperatury wody w akwarium wymaga zakupu specjalnej grzałki. Ze względu na bezpieczeństwo nie wolno takiej grzałki budować samodzielnie!

Mgr Włodzimierz Augustyniak