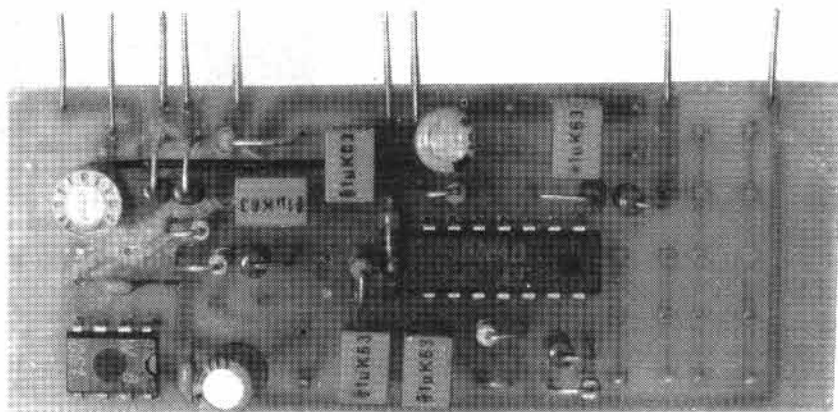


Regulator proporcjonalny

kit AVT-197

W artykule przedstawiamy kolejny klocek z serii układów automatyki pomiarów i sterowania, który można wykorzystać do regulacji różnych wielkości fizycznych.

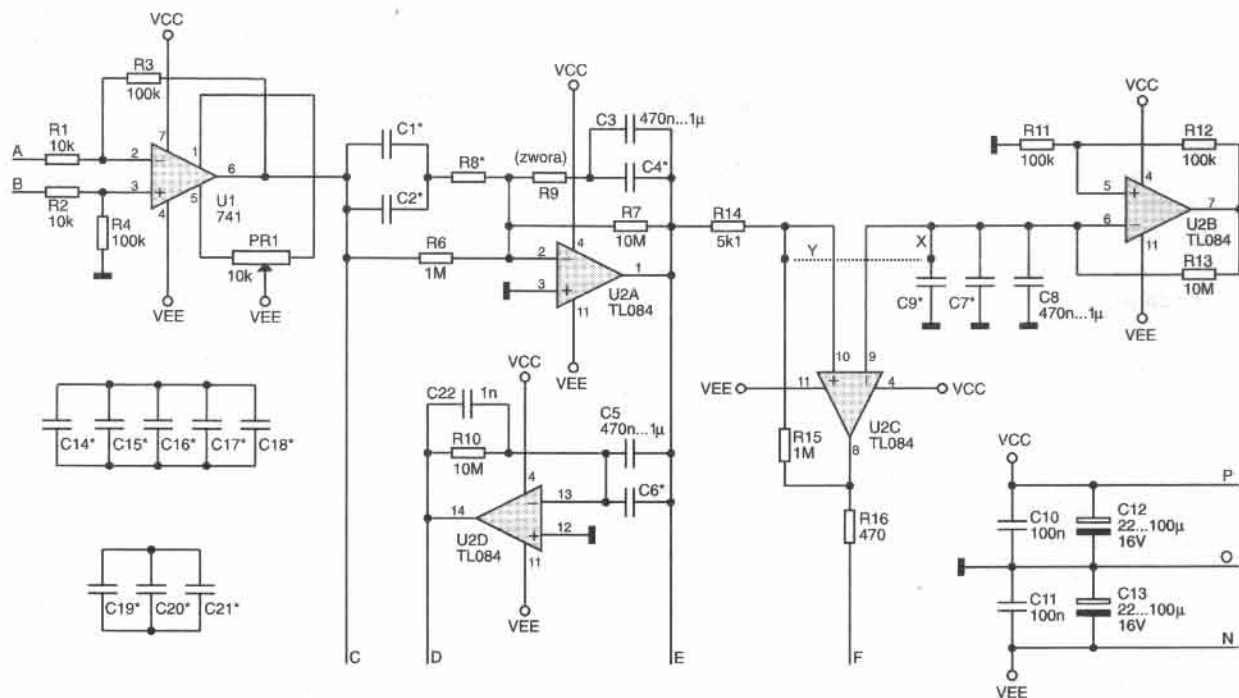
Moduł jest prostym regulatorem o dobrych parametrach. Jego charakterystykę działania można dostosować we własnym zakresie do konkretnego obiektu, a przez to uzyskać znakomite parametry regulacji. Wyjścia pomocnicze pozwalają na dołączenie dodatkowych wskaźników, co umożliwi dokładny nadzór nad przebiegiem procesu. Bardzo ważny artykuł dla Czytelników pragnących poznać podstawy regulacji publikujemy w ramach „Notatnika Praktyka“ w tym numerze EP.



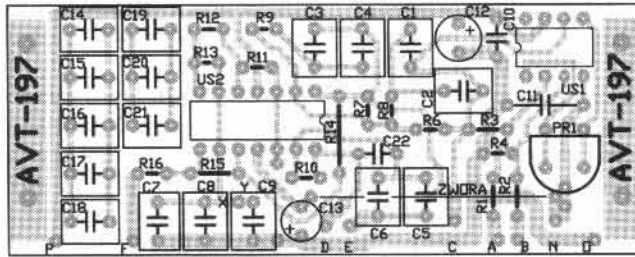
Opis układu

Układ US1 na rys.1 pracuje w konfiguracji wzmacniacza różnicowego porównującego napięcia z wejść A i B. Do wejścia A dołączony jest potencjometr zadający potrzebną temperaturę, a do wejścia B wyjście przetwornika temperatura/napięcie. Wzmocnienie tego stopnia wyznaczone jest stosunkiem rezystancji $R3/R1$ (przy czym $R3/R1 = R4/R2$). Dalejsze wzmocnienie zapewnia układ US2a, którego charakterystykę kształtują elementy C1-C4 i R6-R9.

W obiektach grzewczych częstotliwości graniczne są rzędu ułamków herca (stałe czasowe rzędu wielu sekund), więc przewidziano miejsce na stałe kondensatory $1\mu F$. Gdy rezystory będą mieć wartości rzędu megaomów, to uzyskamy odpowiednio duże stałe czasowe. Dodatkowo równoległe do kondensatorów C1...C9 można dołączyć opcjonalne kondensatory C14-C21. Pozwoli to uzyskać stałe czasowe rzędu pojedynczych minut. Na wyjściu pomocniczym C uzyskujemy wzmocniony sygnał błędu, czyli



Rys. 1. Schemat elektryczny regulatora.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

aktualną odchyłkę od wartości zadanej. Z kolei na wyjściu układu różniczkującego z układem US2d (wyjście D) mamy sygnał proporcjonalny do szybkości zmian. Może on być potrzebny do wskaźnika kierunku zmian (na przykład miernik wychyłowy z zerem na środku skali). Zerowe napięcie na wyjściu D będzie też wskazywać, że układ osiągnął zadaną temperaturę po zmianie wartości nastawionej.

Aby blok ten pracował poprawnie konieczne okazało się zastosowanie kondensatorów C22, C3 i C4. Bez tych kondensatorów przedostający się do obwodów pomiarowych przydźwięk sieci 50Hz powodował, że na wyjściu D zamiast oczekiwanego napięcia stałego proporcjonalnego do szybkości zmian temperatury pojawiał się przebieg 50Hz o amplitudzie kilku woltów. Dlatego też kondensatorów C3 i C4 nie można traktować jako elementów kształtujących charakterystykę PI, pełnią one tylko funkcje filtrujące. Należy przy tym zwrócić uwagę, aby stała czasowa (C3+C4)R7 była mniejsza niż suma czasów opóźnienia t_0 i całkowania t_1 obiektu grzejnego. Jeśli wskaźnik zmienności z układem US2d nie będzie wykorzystywany, to kondensatorów C3, C4 nie trzeba montować.

Wyjście E jest wyjściem regulatora, ale w podstawowej aplikacji nie jest ono wykorzystywane, ponieważ układ wyposażony jest w obwody wykonawcze z elementami US2c i US2b. Regulator przeznaczony jest do grupowego sterowania triaków, ewentualnie także stycznika, więc wykonaliśmy układ wyjściowy dostarczający przebieg prostokątny o stałej częstotliwości i współczynnika wypełnienia zmiennym od 0 do 100%. Układ z wzmacniaczem US2b jest generatorem. Na nóżce 6 US2b otrzymujemy przebieg trójkątny

o częstotliwości wyznaczonej przez elementy R13 i C7-C9. Okres tego przebiegu powinien być kilkakrotnie krótszy od sumy czasów T_0 i T_1 obiektu grzejnego.

Układ US2c jest komparatorem porównującym chwilową wartość przebiegu generatora z wyjściowym sygnałem regulatora. W ten sposób uzyskuje się modulację współczynnika wypełnienia impulsów na wyjściu F w zakresie 0...100%. Dla uniknięcia zakłóceń zastosowano tu komparator z niewielką histerezą wyznaczaną przez elementy R14, R15. Histerezy tej nie należy zbyt zwiększać, bo nie będzie można uzyskać wypełnienia impulsów wyjściowych bliskiego 0 i 100%.

Jeśli byłyby potrzebne wprowadzenie dodatkowego członu inercyjnego, to można wykorzystać elementy R14, C9. Należy wtedy przeciąć ścieżkę w punkcie X i wykonać zwoz Y. Nie wolno wtedy stosować R15, a R14 będzie mieć wartość rzędu megaomów.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płycie pokazanej na wkładce wewnątrz numeru nie sprawi żadnej trudności. Najpierw należy zamontować dwie zwory, tę dłuższą, doprowadzającą minus zasilania do US2 wy-

WYKAZ ELEMENTÓW:

Rezystory

- R1, R2: 10k Ω 1%
- R3, R4: 100k Ω 1%
- R6, R15: 1M Ω
- R7, R10, R13: 10...22M Ω
- R9: 0 Ω (zwoz)
- R14: 5,1k Ω (3,3...10k Ω)
- R16: 470 Ω
- PR1: 10k Ω

Kondensatory

- C3, C5, C8: 470nF...1 μ F
- C10, C11: 100nF ceramiczny
- C12, C13: 22...100 μ F/16V
- C22: 1nF

Półprzewodniki

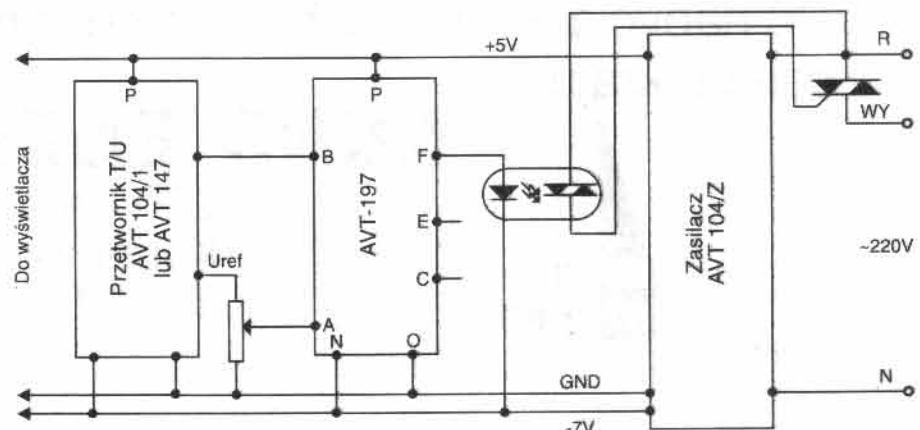
- US1: LM741
- US2: TL084

* - elementy oznaczone gwiazdką oraz elementy wykonawcze: triak i optotriak nie wchodzi w skład zestawu AVT-197.

konać przewodem izolowanym. Potem wlutować kondensatory filtrujące C10-C13, a następnie pozostałe elementy. Układy scalone należy wlutować bezpośrednio w płytkę. Tanie podstawki nie są zalecane do układów mających długo i bezawaryjnie pracować w różnych warunkach środowiskowych.

Po zmontowaniu należy moduł zasilić napięciem $\pm 5... \pm 15V$ i przy wejściach A, B zwartych do masy ustawić za pomocą PR1 napięcie stałe w punkcie C równe zero. Następnie trzeba sprawdzić pracę generatora US2b.

Kompletny regulator temperatury otrzymamy łącząc niezbędne moduły według rys. 3. Jako element wykonawczy przewidziany jest optotriak z załączaniem przy przejściu przez



Rys. 3. Przykład zastosowania modułu regulatora.

zero napięcia sieci energetycznej (np. serii MOC itp). Można również użyć zwykłego optotriaka. Ze względu na bezpieczeństwo użytkownika żadnym wypadku nie wolno podłączać triaka bezpośrednio do regulatora z pominięciem izolacji galwanicznej!

Korzystne będzie też zastosowanie wyświetlacza cyfrowego AVT-104/2 lub 104/3.

Zamiast optotriaka można użyć tranzystora i przekaźnika.

Po zmontowaniu regulatora należy jeszcze sprawdzić funkcjonowanie całości. Ponieważ optotriaki mają różne prądy pracy może trzeba będzie zmienić wartość R16, lub dodać tranzystor sterujący.

Elementy R7, R6 posłużą do ewentualnej zmiany wzmocnienia

naszego regulatora. Jeśli chcemy uzyskać możliwie dobre parametry regulacji, to należy dobrać elementy opcjonalne, oznaczone na schemacie gwiazdką, stosownie do parametrów współpracującego obiektu. Potrzebna będzie do tego znajomość czasów opóźnienia i całkowania obiektu. Czasy te należy wyznaczyć doświadczalnie. Szereg wskazówek na ten temat zawartych jest w bieżącym odcinku „Notatnika Praktyka”. Przy sprawdzaniu stałych czasowych nie należy zwiększać mocy od zera do wartości maksymalnej. Powinno to być raczej skokowe zwiększenie mocy o 5...20%, w zakresie przewidywanych temperatur pracy, bowiem przy niskich,

pokojowych temperaturach odpowiedź impulsowa może być inna (krótsze czasy).

Jeśli regulator przeznaczony będzie do pracy w warunkach przemysłowych, to należy koniecznie zabezpieczyć płytki przed wpływem kurzu i wilgoci lakierem izolacyjnym lub przynajmniej roztworem kalafonii w spirytusie. Bez tego zabiegu po pewnym czasie na pewno pojawią się błędy w działaniu regulatora.

Piotr Górecki, AVT

Moduł jest przeznaczony do współpracy z modułami serii AVT 104 i stanowi trzeci regulator obok modułów AVT 104/R i AVT104/5.