



Precyzyjne źródło prądowe 0...25mA

Testy systemów wykorzystujących do komunikacji pętlę prądową 4-20mA nie mogą się obyć bez dokładnego ustalenia wartości prądu płynącego w pętli. Prezentowany układ umożliwia manualne zadanie natężenia prądu, przy okazji pozwalając na wykonanie prób z prądem zbyt małym lub zbyt dużym.

Do czego to służy?

Opisywany układ jest źródłem prądowym, które dostarcza prąd (wyływający) o ręcznie ustawionym natężeniu. Zakres regulacji tego prądu wynosi od 0 do 25mA, a regulacji dokonuje się potencjometrem. Jest więc idealne jako nadajnik prądu w pętli prądowej 4-20mA, ponieważ można nim wygenerować również dwie sytuacje awaryjne: przerwa (prąd poniżej 4mA) i przeciążenie (prąd powyżej 20mA).

Do podglądania aktualnie płynącego prądu można podłączyć woltomierz, dla którego zostały przewidziane stosowne zaciski. Układ jest przystosowany do zasilania napięciem 20-30V prądu stałego.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na rysunku 1. Nie zawiera żadnych układów

programowalnych, więc analiza jego działania będzie nieskomplikowana nawet dla początkujących elektroników.

Za dokładność ustalenia prądu odpowiada źródło napięcia referencyjnego US1, ponieważ między jego anodą a katodą odkłada się napięcie o wartości równej 2,5V. Potencjometr P1 dzieli to napięcie – w ten sposób dokonywana jest regulacja prądu. Rezystor R1 polaryzuje wspomniane źródło, zapewniając mu prąd rzędu 1,2...2,2mA.

Wzmacniacz operacyjny US2 porównuje dwa napięcia. Jednym z nich jest różnica potencjałów między środkowym a górnym wyprowadzeniem potencjometru P1. Drugim z kolei jest spadek napięcia, który występuje na rezystorze R4, a który jest wywoływany przez prąd wyjściowy.

Wyjście wzmacniacza operacyjnego ma za zadanie takysterować tranzystory T1 i T2, połączone w układzie Darlingtona, aby oba te napięcia zrównały się ze sobą. Im potencjał tego wyjścia będzie niższy, tym bardziej otworzy się tranzystor T1, a on z kolei otwiera tranzystor T2, przez który płynie lwa część prądu wyjściowego. T2 to tranzystor średniej mocy, ponieważ przy zwarciu wyjścia do masy, wydzielić się na nim może moc rzędu 0,5W – małe elementy w obudowach TO92 mogą tego nie wytrzymać. Rezystor R2 ułatwia zatkanie tranzystorów T1 i T2 (odcinając tym samym prąd wyjściowy) oraz wymusza pewien prąd płynący przez wyjście wzmacniacza operacyjnego, poprawiając pracę jego stopnia wyjściowego.

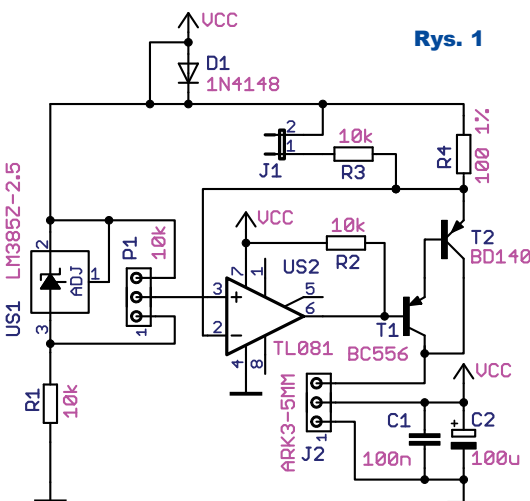
Układ nie posiada wyświetlacza, na którym nie można podejrzeć aktualną wartość prądu płynącego przez wyjście. Dlatego zostało dodane złącze J1, do którego można podłączyć woltomierz, najlepiej cyfrowy. Warto,



aby jego opór wewnętrzny był jak największy (np. 10MΩ), ponieważ w szeregu z nim znajduje się rezystor R3, który odkłada na sobie niewielką część mierzonego napięcia. Obecność tego rezystora jest jednak konieczna – bez niego, po przypadkowym zwarciu wyprowadzeń J1, przez wyjście popłynąłby prąd o bardzo wysokim natężeniu, niszcząc przy tym kilka elementów. Mierzony jest spadek na rezystorze o rezystancji 100Ω, co oznacza, że na każdy płynący miliamper przypada napięcie 10mV.

Uważny Czytelnik może zapytać, czemu użyto układu Darlingtona, skoro sam tranzystor T2 ma wystarczająco wysokie wzmocnienie prądowe. Odpowiedzi udzieli prądowe równanie Kirchhoffa: przez rezystor R3, na którym badany jest spadek napięcia, płyną dwa prądy: prąd wyjściowy oraz prąd bazy T1. Prąd bazy tranzystora bipolarnego, jak powszechnie wiadomo, zależy od jego prądu kolektora oraz aktualnej wartości współczynnika wzmocnienia prądowego. Ten drugi zmienia się z temperaturą, dlatego użyto układu Darlingtona, aby prąd sterujący tranzystorem wyjściowym był możliwie mały, gdyż wtedy jego wahania będą niemal niezauważalne dla użytkownika. Prądy płynące przez wejście wzmacniacza operacyjnego oraz przez woltomierz, podłączony do zacisków J1, można bez wahania uznać za bliskie zeru.

Wzmacniacz operacyjny typu TL081 powinien prawidłowo obsługiwać napięcia wejściowe bliskie potencjałowi jego dodatkowej linii zasilającej. Jednak może się zdarzyć egzemplarz „oporny”, który będzie wymagał pewnego marginesu napięcia. Dlatego też, aby mieć do dyspozycji pełen zakres sterowania tranzystorem wyjściowym (w tym również jego całkowite zatkanie), dodano diodę D1, która ustala wszystkie potencjały w układzie –



Rys. 1

poza napięciem zasilającym wzmacniacz operacyjny – na odpowiednio niższym poziomie. Na płytce jest ona zwarta ścieżką, którą należy wtedy rozciąć.

Prąd polaryzujący tę diodę nie musi być sztucznie wymuszany przez dodatkowy rezystor. Można zauważyć, że stale płynie przez nią prąd polaryzujący źródło US1, czyli wspomniane wyżej 1,2...2,2mA. Do tego należy dodać prąd obciążenia, który może wynosić nawet 25mA. Napięcie na zaciskach tej diody będzie ulegało zmianom, ponieważ jej prąd zmienia się nawet dwudziestokrotnie,

lecz w tym układzie nie ma to znaczenia. Jej zadaniem jest wyłącznie zapewnienie „zapasu” napięcia dla stopnia wyjściowego we wzmacniaczu operacyjnym US2.

Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 32×50mm, której wzór ścieżek i schemat montażowy przedstawia rysunek 2. W odległości 3mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Wszystkie użyte elementy są w obudowach do montażu przewlekanego, więc ich wlutowanie nie powinno sprawiać trudności nawet początkującym użytkownikom lutowicy.

Pod układ US2 warto zastosować podstawkę. Obsadzoną podzespołami płytkę można zobaczyć na fotografii 1.

Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu zasilania do zacisków GND i VCC, a jego wartość powinna wynosić od ok. 20V do ok. 30V – może to być np. 24V. Obciążenie, przez które ma płynąć zadany prąd, musi być włączone między wyjście (OUT) a masę (GND). Pobór prądu przez układ jest o ok. 2mA większy od danego, czyli zawiera się w zakresie 2...27mA.

Zmierzony miliamperomierzem prąd, jaki płynie przez wyjście, wynosił w pro-

Wykaz elementów

R1...R3	10kΩ 0,25W
R4	100kΩ 1% 0,6W
P1	10kΩ liniowy
C1	100nF THT raster 2,54mm
C2	100μF/35V THT raster 2,5mm
D1	1N4148 (opis w tekście)
T1	BC556
T2	BD140
US1	LM385Z-2.5 T092
US2	TL081 DIP8 (opis w tekście)
J1	ARK3 5mm
JP1	goldpin 2pin 2,54mm THT
Podstawka DIP8	

Komplet podzespołów z płytka jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3284

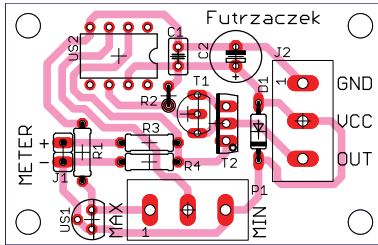
totypowym układzie od 1μA (minimum) do 25,1mA (maksimum). Napięcie na zaciskach J1 odzwierciedla natężenie płynącego przez wyjście prądu: od 1,2mV (minimum) do 2,50V (maksimum).

Maksymalne napięcie, jakie może wystawić ten układ na swoim wyjściu, jest o ok. 3,5V mniejsze (przy prądzie maksymalnym) od napięcia zasilającego. Dlatego, przy zasilaniu go napięciem 24V, najwyższe dostępne napięcie na wyjściu to ok. 20,5V. To przekłada się na maksymalną rezystancję obciążenia wynoszącą 820Ω.

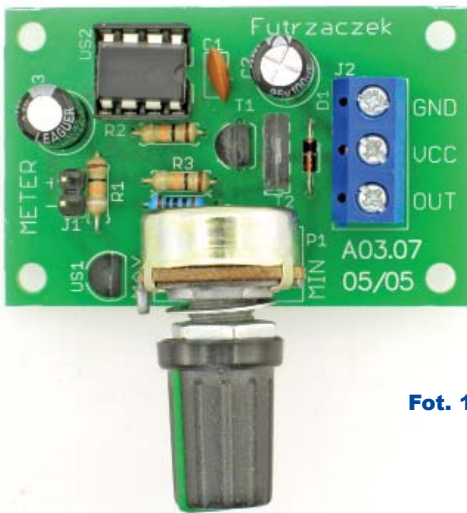
Nie ma jednak obstrzeżeń co do napięcia minimalnego – wyjście można bez obaw zwiierać z masą.

Michał Kurzela

michal.kurzela@ep.com.pl



Rys. 2



Fot. 1