



Precyzyjny bipolarny czujnik prądu

Układ umożliwi pomiar wartości prądu w sytuacji, gdy pomiędzy obwodem, z którego jest zasilany układ pomiarowy, a obwodem, w którym jest dokonywany pomiar prądu, występuje napięcie o znacznej wartości. Sytuacja taka zdarza się w bardzo wielu zastosowaniach, jako przykład może chociażby służyć zasilacz laboratoryjny. Obwody pomiarowe są często zasilane pojedynczym napięciem +5V, natomiast pobór prądu przez zewnętrzne układy jest mierzony w obwodach, w których może występować kilkadziesiąt woltów, przy czym w obwodach tych może występować zarówno dodatnie, jak i ujemne napięcie względem masy układu pomiarowego. Prezentowany układ umożliwi dokonanie precyzyjnego pomiaru w takich sytuacjach, a dzięki dużej wartości tłumienia sygnału wspólnego, układ ten jest odporny na zakłócenia. Umożliwia to niezawodny pomiar również w przypadku znacznego oddalenia od miejsca pomiaru. Szerokie pasmo pracy układu daje możliwość pomiaru prądu zmiennego dostarczanego do obciążenia (np. głośnika).

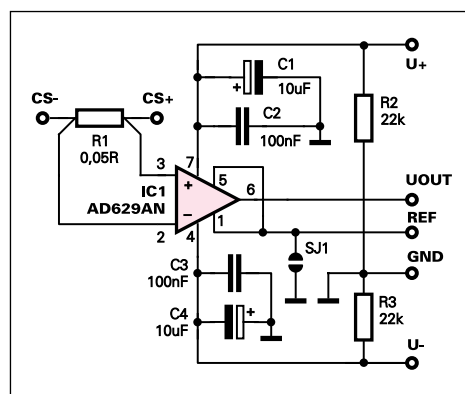
Innym zastosowaniem prezentowanego układu może być precyzyjna sonda umożliwiająca obserwację prądu pobieranego przez obciążenie. Zastosowanie odpowiedniego rezystora pozwala na dostosowanie układu do wymagań i potrzeb danej aplikacji. Przyrząd ten charakteryzuje się niewielkimi wymiarami, szerokim zakresem napięć zasilających oraz niskim poborem mocy. Te, jak i pozostałe parametry, umożliwiają bezproblemowe wbudowanie do istniejących, jak również nowo budowanych urządzeń.

Opis układu

W prezentowanym układzie do pomiaru wartości prądu pobieranego przez obciążenie wykorzystana została jedna z najpopularniejszych metod, a mianowicie kontrola spadku napięcia

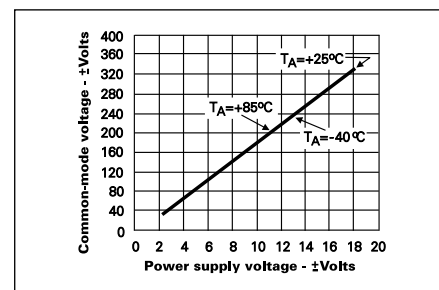
na rezystorze włączonym szeregowo ze źródłem zasilania. Rozwiązanie to jest powszechnie wykorzystywane dzięki niewielkiej komplikacji układu współpracującego. Jak wiadomo, na rezystorze - czujniku prądu, zgodnie z prawem Ohma, występuje spadek napięcia równy $U=I\Delta R$. Ponieważ wartość R jest stała, niezależnie od przyłożonego napięcia, tak więc spadek napięcia na tym rezystorze jest wprost proporcjonalny do przepływającego prądu. W przypadku, gdy między układem dokonującym pomiaru a rezystorem - czujnikiem prądu występuje niewielkie napięcie lub gdy układ pomiarowy „pływa” na potencjale obciążenia, pomiar ten jest sprawą trywialną. Prawdziwy problem pojawia się wtedy, gdy musimy zmierzyć spadek napięcia w obwodzie, w którym występuje napięcie o wartości znacznie wykraczającej poza napięcie zasilania obwodu pomiarowego. W tym przypadku z pomocą przychodzi wykorzystanie wzmacniacza różnicowego o dużej dopuszczalnej wartości napięcia wspólnego. Wzmacniacz taki można wykonać z wykorzystaniem wzmacniacza operacyjnego. W tym przypadku zachodzi jednak konieczność precyzyjnego dobrania czterech rezystorów. Dokładność ich dopasowania jest szczególnie istotna w sytuacji, gdy napięcie w obwodzie, w którym mierzymy wartość prądu, może się zmieniać w szerokich granicach (np. w zasilaczu laboratoryjnym, gdzie zakres napięcia wyjściowego często osiąga lub przekracza 30V). W takim przypadku, przy niedokładnym dopasowaniu wartości rezystorów, zmiana napięcia wyjściowego układu będzie powodowała również zmianę wartości wskazywanego prądu. W przedstawionym na rysunku 1 układzie problem dopasowania rezystorów rozwiązano poprzez zastosowanie precyzyjnego wzmacniacza różnicowego typu AD629 firmy Analog Devices, który jest zdolny do pracy przy napięciu wspólnym (tzn. pojawiającym się jednocześnie na obu jego wejściach), osiągającym $\pm 270V$. Układ ten jest również w stanie przetrwać przepięcia napięcia różnicowego, jak i wspólnego o wartości $\pm 500V$. Zakres napięć zasilania tego układu wynosi od $\pm 2,5V$ do $\pm 18V$. Na

rysunku 2 przedstawiono dopuszczalny zakres napięcia wspólnego w funkcji napięcia zasilania.



Rys.1 Schemat ideowy

Rys.2 Dopuszczalne wspólne napięcie wejściowe (CMRR) w funkcji napięcia zasilania.



Zastosowanie we wzmacniaczu wewnętrznych rezystorów pozwoliło na osiągnięcie dużego współczynnika tłumienia sygnału wspólnego (CMRR - Common Mode Rejection Ratio) osiągającego, zależnie od wersji, 77 lub 86 dB (są to wartości minimalne).

Na rysunku 3 przedstawiona jest zależność (typowa) tego współczynnika od częstotliwości. Jako rezystor pełniący funkcję czujnika prądu zastosowany został element przeznaczony specjalnie do precyzyjnych pomiarów prądu, wyposażony w wyprowadzenia w konfiguracji Kelvina. Rezystor ten posiada cztery wyprowadzenia, przez dwa z nich przepływa prąd, wartość którego chcemy

zmierzyć, natomiast pozostałe dwa służą do pomiaru spadku napięcia na tym rezystorze. Wyprowadzenia te są wewnętrznie dołączone w taki sposób, aby weliminować spadek napięcia na rezystancji wyprowadzeń, przez które przepływa prąd o dużej wartości. Jumper SJ1 umożliwia pracę układu zarówno przy pojedynczym, jak również bipolarnym napięciu zasilania. Przy pracy z bipolarnym napięciem zasilania, powinien zostać on zwarty do masy (zamiast tego można wypro-

wadzenia ref dołączyć do masy w punkcie dołączenia do miernika), natomiast przy pojedynczym napięciu zasilania powinien pozostać rozarty, a do wyprowadzeń ref należy dostarczyć napięcie o dobranej wartości.

Przy pracy z pojedynczym napięciem zasilania należy również dołączyć wyprowadzenie -V_s do masy oraz nie montować kondensatorów C3, C4. Pozostałe elementy to kondensatory odsprężające zasilanie.

Montaż i uruchomienie

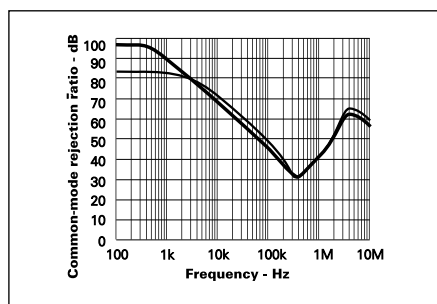
Prezentowany układ można zmontować na płytce uniwersalnej. Montaż należy rozpocząć od zwarcia kropłą cyny jumpersa SJ1, wlotowując następnie dwa kondensatory SMD, umieszczone pod układem IC1, następnie wlotować kondensatory elektrolityczne (zalecałbym tantalowe, mające znacznie lepsze parametry), ewentualną podstawkę pod IC1 (lepiej układ ten wlotować bezpośrednio w płytkę, jeżeli jednak konieczne ktoś chce zastosować podstawkę, to powinna to być podstawka precyzyjna, ponieważ układ przetwarza sygnały o niewielkiej amplitudzie). Następnie należy wlotować

rezystor R1 tak, aby zapewnić dobre warunki odprowadzania ciepła, oraz odsunąć go w miarę możliwości od pozostałych elementów, zwłaszcza kondensatorów elektrolitycznych. Teraz należy wlotować układ IC1.

Po dokładnym sprawdzeniu poprawności montażu można do układu dołączyć zasilanie, natomiast do wyjścia, pomiędzy końcówki *ref* i *output*, woltomierz lub oscyloskop. Układ ten nie wymaga uruchamiania ani regulacji.

Piotr Czarkowski

Rys.3 Współczynnik tłumienia sygnału wspólnego w funkcji częstotliwości.



Wykaz elementów

Rezystory

R10,05Ω/1W/4PIN
R2,R222kΩ SMD

Kondensatory

C1,C410μF/16V
C2,C3100nF

Półprzewodniki

IC1AD629AN