

POZNAJEMY PRZYRZĄDY POMIAROWE

Zasilacz to podstawowe urządzenie w pracowni radioamatora. Wiele urządzeń elektronicznych może być zasilanych wprost ze zwykłej baterii. Jednak często do zasilania badanego układu potrzeba zbyt dużego napięcia lub prądu niż bateria jaką dysponujemy może dostarczyć. Można oczywiście teoretycznie utrzymać każde napięcie, łącząc baterie szeregowo. Gorzej jest, gdy chcemy uzyskać większy prąd. Stosowanie do zasilania badanych układów baterii jest rozwiązaniem kosztownym, szczególnie wtedy gdy układ nie pracuje poprawnie i pobiera zbyt duży prąd. Nie mając kontroli wartości prądu (ograniczenia prądowego) szybko doprowadzimy albo do uszkodzenia następnych elementów układu albo do całkowitego rozładowania baterii.

Do prac serwisowych czy konstrukcyjnych jest konieczne urządzenie uniwersalne, umożliwiające regulację napięcia, najlepiej od zera, z jednoczesną kontrolą tego napięcia na wewnętrznym woltomierzu. Podobne wymagania dotyczą prądu. Zasilacz laboratoryjny powinien posiadać zabezpieczenie przed poborem zbyt dużego prądu obciążenia i najlepiej gdyby ten prąd maksymalny był regulowany. Warto też móc obserwować wartość tego prądu na amperomierzu zasilacza.

Typowy zasilacz laboratoryjny zapewnia zarówno stabilizację napięcia z niego otrzymywanego jak i prądu. Gdy prąd pobierany przez badany układ przekroczy ustawioną wartość ograniczenia, czyli rezystancja obciążenia jaką przedstawia dołączony do zasilacza badany układ zmniejszy się, zasilacz przełącza się automatycznie na stabilizację prądową. Oznacza to, że przez wspomnianą rezystancję obciążenia płynie prąd o wartości stabilizowanej. Dalsze zmniejszanie rezystancji obciążenia nie powoduje zwiększenia prądu ponad ustawioną wartość maksymalną. Rodzaj stabilizacji, przy której pracuje zasilacz jest sygnalizowany zwykle w sposób optyczny tj. za pomocą żarówek lub diod świecących.

Indywidualne potrzeby użytkowników zasilaczy są bardzo różne. W wielu przypadkach jest potrzebne znacznie większe napięcie, sięgające często kilkuset woltów i kilkudziesięciu amperów.

Iloczyn wartości maksymalnych napięcia i prądu wyjściowego, czyli moc, to podstawowy parametr zasilacza. Firmy produkujące zasilacze wytwarzają zwykle jedną lub kilka serii zasilaczy, różniących się napięciem i prądem maksymalnym, lecz mających taką samą moc. Na przykład, produkowana niegdyś w Polsce przez firmę Unima rodzina zasilaczy o mocy wyjściowej 100W liczyła cztery modele o parametrach: 10V-10A, 20V-5A, 50V-2A i 100V-1A.

Oczywiście napięcie i prąd maksymalny to tylko dwa, choć najważniejsze, parametry zasilacza. Do pozostałych należą: współczynniki stabilizacji napięcia wyjściowego i prądu wyjściowego (od zmian napięcia sieci zasilającej), napięcie szumów i tętnień przy stabilizacji napięciowej, tętnienia prądu wyjściowego przy stabilizacji prądu, niestabilność termicz-

na napięcia i prądu wyjściowego, rezystancja wyjściowa czyli stabilizacja napięcia od zmian prądu obciążenia, oraz zakres temperatur pracy zasilacza.

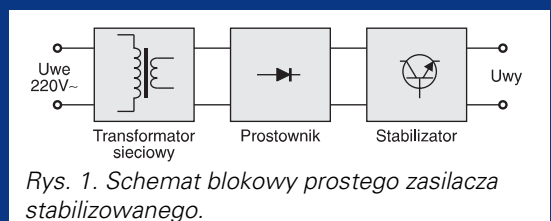
Na **rysunku 1** przedstawiono schemat blokowy prostego zasilacza stabilizowanego.

Współczesne zasilacze laboratoryjne umożliwiają realizację jeszcze wielu innych rodzajów pracy. Do tego celu wykorzystuje się zwykle specjalne gniazdo wielostykowe, znajdujące się na tylnej płycie zasilacza. Tak więc jest możliwe dołączenie do odpowiednich wyprowadzeń tego gniazda napięcia zewnętrznego, służącego do sterowania napięciem wyjściowym zasilacza (a także jego prądem) według zależności $U_{wy} = k U_{zewn}$. Jest to przykład wykorzystania zasilacza jako wzmacniacza prądowego o dużym wzmocnieniu ponieważ zasilacz pobiera ze źródła zewnętrznego prąd rzędu 1mA a przez obciążenie dołączone do zacisków wyjściowych zasilacza płynie prąd rzędu np. kilku amperów. Współczynnik stabilizacji zasilacza pracującego w takim połączeniu jest określony wyłącznie przez dokładność napięcia źródła zewnętrznego. Gdy w miejsce źródła zewnętrznego włączy się przetwornik analogowo-cyfrowy, to będzie możliwe sterowanie napięciem wyjściowym zasilacza w sposób cyfrowy.

Jeszcze innym ciekawym rodzajem pracy realizowanym przez nowoczesne zasilacze jest sterowanie napięcia wyjściowego za pomocą rezystora zewnętrznego. Realizuje się to, umieszczając w w/w gnieździe specjalny wtyk ze zworami. Zdjęcie wtyku powoduje rozwarcie odpowiednich połączeń. Regulacja napięcia wyjściowego odbywa się wówczas według zależności $U_{wy} = k R$, gdzie wartość współczynnika k zależy od wykonania odpowiednich połączeń.

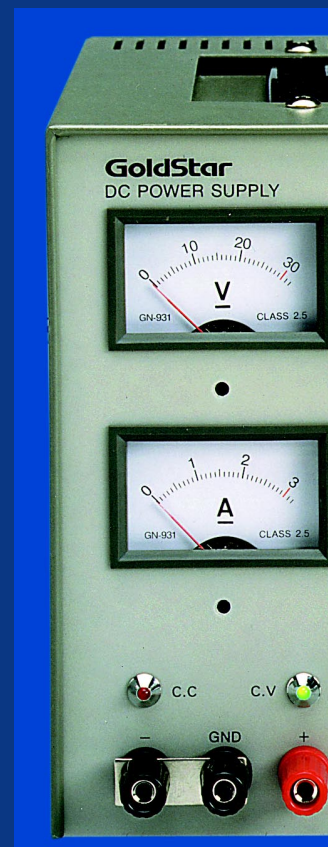
Jeżeli układ badany potrzebuje napięcia zasilania większego niż napięcie jakie może dostarczyć jeden zasilacz, a jednocześnie jest do dyspozycji drugi o takich samych parametrach, to można połączyć zaciski wyjściowe obu zasilaczy szeregowo. Całkowite maksymalne napięcie wyjściowe jest wtedy dwukrotnie większe niż maksymalne napięcie wyjściowe jednego zasilacza. Maksymalny prąd wyjściowy jest jednak równy maksymalnemu prądowi tylko jednego zasilacza.

Gorzej wygląda sytuacja gdy jest potrzeba uzyskania większego prądu niż może dać jeden posiadany zasilacz. W takiej sytuacji można połączyć zasilacze równolegle. Całkowity prąd otrzymywany z obu tak połączonych zasilaczy będzie dwukrotnie większy niż maksymalny prąd jednego z nich przy maksymalnym napięciu równym maksymal-



CZĘŚĆ 6

Zasilacze



mu napięciu każdego z zasilaczy. Jednak dodatkowo należy spełnić szereg warunków. Oba zasilacze powinny dostarczać jednakowe napięcie. Gdy napięcia te nie będą równe, to nastąpi przepływ tzw. prądu wyrównawczego z zasilacza o wyższym napięciu do zasilacza o napięciu niższym. Zasilacz o napięciu wyższym może przejść wtedy na stabilizację prądową a jego napięcie wyjściowe zmniejszy się do napięcia wyjściowego drugiego zasilacza. Dlatego też przy takim połączeniu zasilaczy należy wyrównać możliwie dokładnie ich napięcia wyjściowe a przy dużych prądach doprowadzenia do zasisków wyjściowych zasilaczy powinny mieć tę samą długość. Ponadto włączanie i wyłączanie obu zasilaczy powinno nastąpić jednocześnie.

Łatwe łączenie (szczególnie równoległe) zasilaczy jest możliwe jedynie w tzw. zasilaczach podwójnych, zawierających dwa niezależne zasilacze. Wyposaża się je w funkcję nadążania (tracking) polegającą na tym, że napięcie wyjściowe i prąd wyjściowy są takie same dla obu zasilaczy składowych i regulowane za pomocą tylko jednego pokrętki, osobnego dla regulacji napięcia i prądu. Przy realizacji takiej funkcji, wykorzystywanej też przy łączeniu równoległym zasilaczy, odłącza się źródło napięcia odniesienia jednego z zasilaczy. Napięciem wyjściowym obu zasilaczy steruje wówczas tylko jedno źródło. Wymaga to oczywiście dokonania odpowiednich połączeń w układach obu zasilaczy tj. połączyć zaciski wyjściowe źródła napięcia odniesienia jednego zasilacza tj. sterującego (master - układ nadrzędny) z miejscem dołączenia źródła odniesienia drugiego zasilacza, sterowanego (slave - układ podporządkowany).

Nowoczesne zasilacze to urządzenia sterowane za pomocą mikroprocesora. Typowe pokrętki służące w konwencjonalnych zasilaczach do regulacji napięcia i prądu zastąpiono w nich klawiaturą, często numeryczną. Zasilacze takie zamiast wskaźników analogowych są wyposażone w wyświetlacze cyfrowe. Tańsze wykonania zasilaczy stosują wskaźniki cyfrowe typu LED, droższe natomiast, wyświetlacze alfanumeryczne, ciekłokrystaliczne, z podświetleniem. Na wyświetlaczach takich, oprócz ustawionych wartości napięcia i prądu wyjściowego (wyświetlanych jednocześnie i z podaniem jednostek) są też wyświetlane również komunikaty np. o przekroczeniu ustawionego prądu czy napięcia jak również o trybie pracy zasilacza np. o włączonej funkcji nadążania. Napięcie oraz prąd ograniczenia są w takich zasilaczach programowane tj. wprowadzane do jego pamięci za pomocą klawiatury. Oprócz napięcia oraz tzw. ograniczenia prądowego, tj. prądu maksymalnego, można też niekiedy ustawić np. wartość prądu po przekroczeniu którego prąd wyjściowy spadnie do zera.

Warto też wspomnieć o zasilaczach typu Dual Range, tzn. o zasilaczach mogących pracować w dwóch zakresach napięć i prądów. Niech np. zasilacz ma maksymalne napięcie wyjściowe U i maksymalny prąd wyjściowy przy tym napięciu I . Jeżeli teraz będziemy stopniowo zmniejszać napięcie otrzymywane na wyjściu zasilacza to w momencie osiągnięcia napięcia wyjściowego równego $U/2$ maksymalny prąd wyjściowy wzrośnie dwukrotnie tj. do wartości $2I$. Maksymalna moc zasilacza pozostanie niezmienną.

Dużą wygodą dla użytkownika jest wyposażenie

zasilacza w gniazdo interfejsu szeregowego RS-232C. Należy ono najczęściej do wyposażenia dodatkowego zasilacza i jest montowane na specjalne życzenie. Umożliwia ono sterowanie napięciem i prądem zasilacza za pomocą komputera klasy PC, jak również zbieranie informacji "zwrotnej" z zasilacza. Dalszym udoskonaleniem tej funkcji użytkowej jest gniazdo interfejsu GPIB. Umożliwia ono włączenie zasilacza w cały system pomiarowy sterowany za pomocą komputera (o ile komputer jest wyposażony w specjalną kartę). Za pomocą komputera można dokonywać również kalibracji zasilacza chociaż zasilacze mogą być kalibrowane również z klawiatury.

Zastosowanie mikroprocesorów umożliwiło realizację różnych pożytecznych funkcji. Za przykład niech posłuży np. funkcja inteligentego chłodzenia. Przy dużych prądach pobieranych przez obciążenie, w tranzystorach szeregowych zasilacza wydziela się duża moc i konieczne staje się zastosowanie chłodzenia. W konwencjonalnych zasilaczach, jednocześnie z włączeniem za pomocą specjalnego przycisku, najwyższego zakresu prądowego, włączał się wentylator chłodzący tranzystory szeregowe. Niezależnie czy pracowało się przy małym prądzie pobieranym przez obciążenie czy dużym wentylator pracował, co było często męczące dla użytkownika, ze względu na jednostajny szum dochodzący z wnętrza zasilacza. W nowoczesnych zasilaczach ze sterowaniem mikroprocesorowym, problem ten rozwiązano inaczej. Wentylator włącza się dopiero wtedy gdy moc wydzielona w tranzystorach szeregowych zasilacza przekroczy pewną wartość progową.

Na zakończenie parę słów podsumowania tj. na temat z jakimi zasilaczami można spotkać się aktualnie na rynku. Najtańsze są zasilacze pojedyncze. Najczęściej umożliwiają one regulację napięcia od 0 do 30V a prądu do 3A. Odczytu napięcia i prądu dokonuje się na wskaźnikach analogowych, choć coraz częściej spotyka się wskaźniki cyfrowe typu LED. Cena zasilacza jest w dużym stopniu związana z jego mocą tj. iloczynem maksymalnego napięcia i prądu wyjściowego. Bardziej zaawansowane technicznie, są zasilacze sterowane mikroprocesorem. Jednak są one dość skomplikowane obsłudze i nieodporne na uszkodzenie w wyniku np. przypadkowego "wejścia" w tryb kalibracji parametrów zasilacza. Ponadto cyfrowa obróbka napięcia i prądu wyjściowego powoduje, że napięcie i prąd wyjściowe nie są regulowane w sposób ciągły lecz dyskretny (skokowy). Na przykład zasilacze serii LPS, produkowane przez firmę Meter, umożliwiają regulację napięcia z rozdzielczością 10mV a prądu z rozdzielczością 1mA, co w pewnych zastosowaniach może być niewystarczające. Takie zasilacze są produkowane w wersji pojedynczej, pojedynczej z funkcją Auto Range, podwójnej umożliwiającej łączenie szeregowo i równoległe. Na szczególną uwagę zasługuje zasilacz model LPS 305 produkowany przez wspomnianą już firmę Meter. Składa się on właściwie z trzech zasilaczy i umożliwia uzyskanie napięcia maksymalnego $\pm 30V$, regulowanego od zera, prądu regulowanego od 0 do $\pm 2,5A$, a ponadto wyposażono go w niezależny zasilacz napięcia nieregulowanego 5V. Napięcie wyjściowe tego ostatniego zasilacza można przeprogramować na napięcie 3,3V.

Leszek Halicki

