

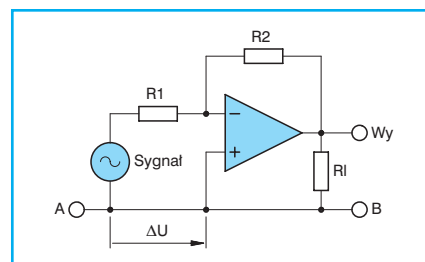
Problemy z masą w układach wzmacniaczy m.cz.

Dla wielu elektroników masa stanowi wspólny potencjał odniesienia. Na schematach jest ona zaznaczana odpowiednim symbolem. Podczas „czytania” schematu powszechnie przyjmuje się do wiadomości, że dany punkt układu umieszczony jest na masie. W rzeczywistych układach zamontowanych na płytkach drukowanych masa nabiera istotnego znaczenia. Nie sposób jest zapewnić ekwipotencjalności masy, czyli jednakowego we wszystkich punktach napięcia. Rezystancja ścieżki o szer. 1 mm wykonanej na typowym laminacie o grubości miedzi $35 \mu\text{m}$ wynosi ok. $5 \text{ m}\Omega/\text{cm}$. Wydaje się to wartością stosunkowo małą. Nic bardziej złudnego. Płynący przez ścieżkę długości 10 cm prąd o wartości 4 A powoduje powstanie na niej spadku napięcia równego aż 200 mV. Wartość ta jest porównywalna z sygnałem sterującym w układach akustycznych. Oprócz tego ścieżka charakteryzuje się także pewną niewielką indukcyjnością. Na szczęście w układach wzmacniaczy m.cz. jest to wielkość którą można pominąć. Odgrywa ona rolę w układach w.cz. i szybkich układach cyfrowych.

Zatem w świetle przedstawionych powyżej uwag masa nabiera nowego znaczenia. Pierwszym ważnym elementem jest zasilacz obejmujący mostek Graetz'a i kondensator filtru. Na rysunku 1 przedstawiono schemat tego fragmentu układu. Jak wiadomo kondensator filtru ma za zadanie „wygładzać” wyprostowany przebieg napięcia który otrzymuje się na wyjściu mostka. Z kondensatora pobierany jest przez układy zasilane w miarę stały prąd. Sam zaś kondensator ładowany jest dość krótkimi

impulsami prądu w chwilach szczytu napięcia w sieci. Czas ładowania kondensatora wynosi ok. 20% czasu rozładowywania. Tak więc gdy prąd pobierany z zasilacza ma wartość 1 A impuls prądowy ładujący kondensator ma wartość ok. 5 A. Dla wzmacniacza mocy pobierającego prąd rzędu 4 A impuls prądowy wynosi aż 20 A! Z tego względu konieczne jest właściwe prowadzenie ścieżek masy i zasilania mające na celu wyeliminowanie spadków napięcia powiększających tętnienia powstające na ścieżkach doprowadzających. Prawidłowy przebieg ścieżek pokazano na rysunku 1a. Ścieżki prowadzone od wyjść prostownika powinny bezpośrednio dochodzić do kondensatora i dopiero z jego zacisków biec dalej do zasilanych układów. Należy unikać sytuacji w których przez te same ścieżki płynie prąd ładowania kondensatora i prąd pobierany przez układ, tak jak przedstawiono to na rysunku 1b. Produkowane są nawet specjalne kondensatory elektrolityczne posiadające cztery zaciski: dwa wejściowe i dwa wyjściowe. Układ ten ma na celu eliminację spadków napięć na doprowadzeniach wewnętrznych kondensatora. Rozwiązanie to wydaje się jednak zbyt ekskawagantkie i drogie.

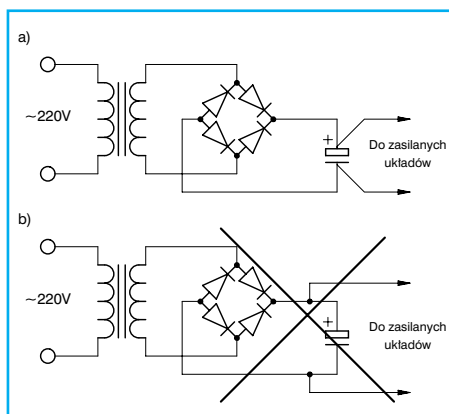
Poprawnie zbudowany zasilacz to dopiero niewielka część problemów związanych z masą. Drugim zagadnieniem jest



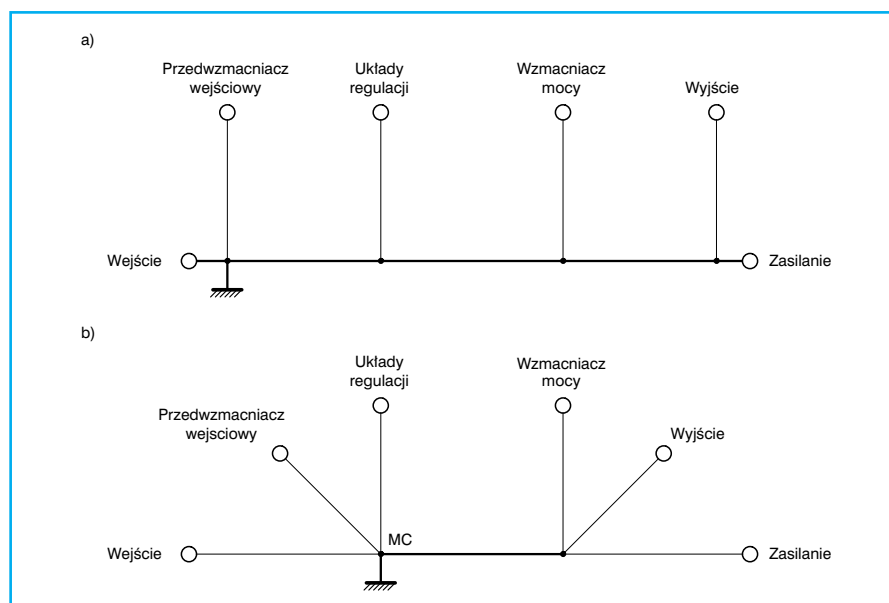
Rys. 2 Podłączenie zasilacza do wzmacniacza m.cz.

rozdzielanie masy wejściowej i wyjściowej. Na rysunku 2 przedstawiono układ wzmacniacza odwracającego, który można traktować jako wzmacniacz mocy. Można zauważyć, że zarówno źródło sygnału jak i obciążenie połączone są z masą układu. Wzmocniony sygnał wejściowy powoduje przepływ znacznego prądu przez obciążenie R_L . Jeżeli ścieżkę masy prowadzoną z zasilacza podłączymy do punktu „A” doprowadzimy do powstania niepożądanego sprzężenia. Dzieje się tak na wskutek spadku napięcia ΔU wywołanego prądem wyjściowym, który płynie od wyjścia wzmacniacza do punktu „A”. Wywołany przepływem tego prądu spadek napięcia na ścieżce dodaje się do sygnału wejściowego, gdyż wzmacniacz reaguje na różnicę potencjałów pomiędzy wejściem nieodwracającym a końcem rezystora R_1 . Nawet krótki odcinek ścieżki może prowadzić do powstawania wzbudzeń lub przydźwięku sieci objawiającego się buczeniem (100 Hz).

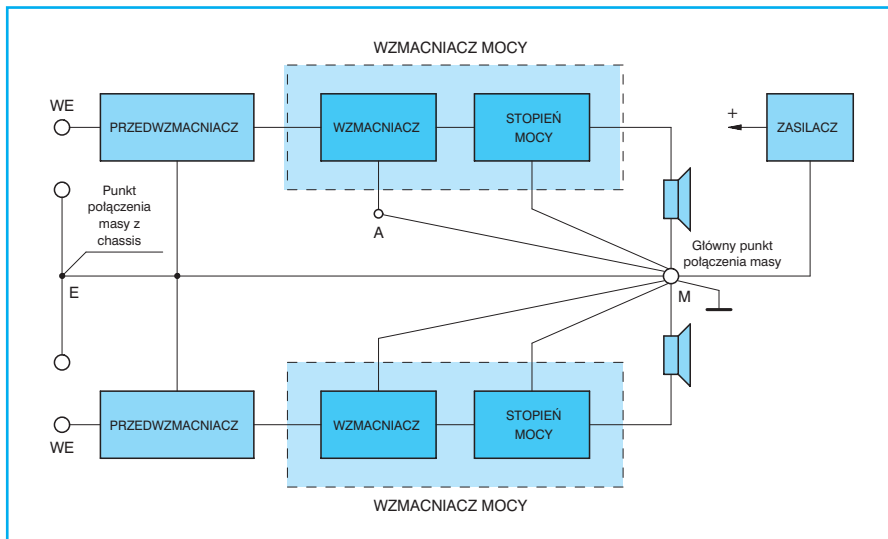
Jeżeli sytuację odwrócimy, tzn. ścieżkę masy prowadzącą z zasilacza dołączymy do punktu „B”, duży prąd wyjściowy nie będzie płynął przez masę obwodu wejściowej



Rys. 1 Prowadzenie ścieżek w zasilaczu: a) prawidłowe, b) nieprawidłowe



Rys. 3 Łączenie mas we wzmacniaczu z zastosowaniem: a) głównej szyny masy, b) punktu centralnego



Rys. 4 Prowadzenie masy do punktu centralnego

go i problem wzbudzeń lub przydźwięków zostanie wyeliminowany. Na tym prostym przykładzie przedstawiono generalną zasadę prowadzenia masy od zasilacza do obwodów silnoprądowych i kolejno do obwodów słaboprądowych. Inaczej mówiąc masę należy prowadzić od wyjścia do wejścia wzmacniacza. Taki układ szeregowo prowadzonej masy przedstawiono na rysunku 3a. Jest on często nazywany ukła-

dem z szyną główną masy. Połączenie masy z metalowymi częściami wzmacniacza należy wykonać bezpośrednio przy najczulszym wejściu przedwzmacniacza. Oczywiście ścieżka masy może zakręcać na płycie drukowanej w miarę potrzeb. Wskazane jest jednak, aby masa była prowadzona stosunkowo grubą ścieżką.

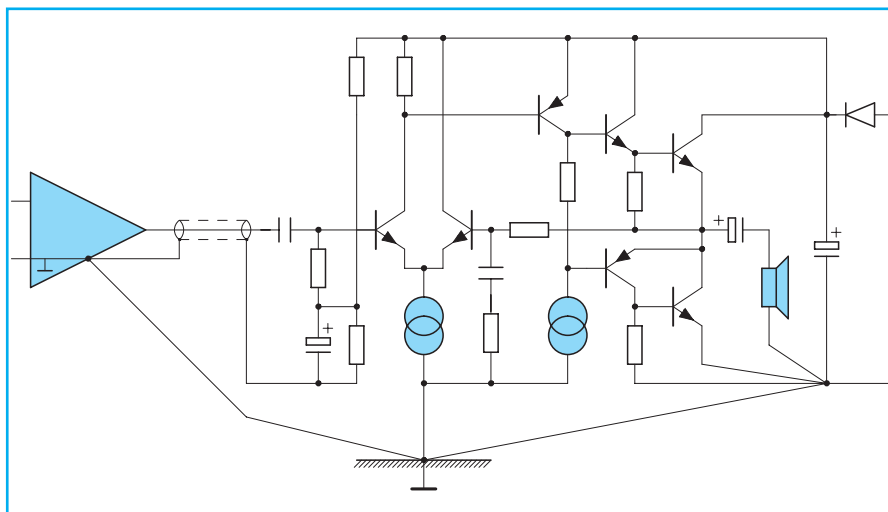
Czasami jednak nie ma technicznej możliwości poprowadzenia ścieżki od

punktu do punktu. Dlatego też stosowane jest prowadzenie masy do punktu wspólnego. Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na rysunku 3b. Zastosowano tu dwa punkty masy. Pierwszy z nich po lewej stronie to połączenie zasilacza, masy wyjściowej i masy wzmacniacza mocy. Drugi punkt to tzw. masa centralna MC w którym zbiegają się masy wejścia, przedwzmacniacza i układów regulacji. Połączenia obu punktów powinny być wykonane szczególnie grubą ścieżką. Rozwiązanie to jest nieco gorsze od przedstawionego wcześniej.

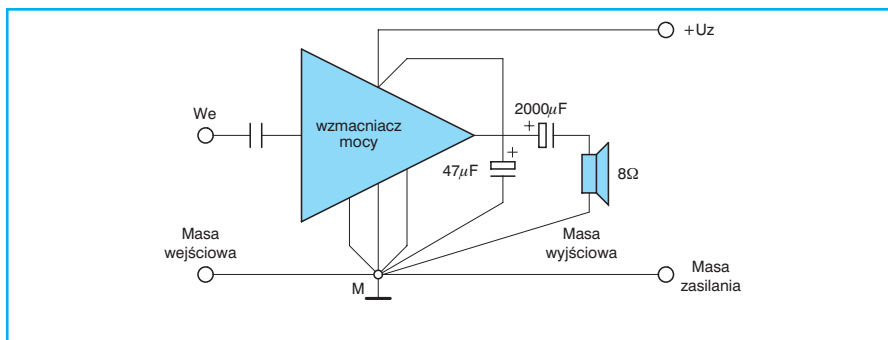
Najlepsze efekty można uzyskać w przypadku zastosowania jednego punktu masy. Taki układ przedstawiono na rysunku 4. Masy wszystkich bloków wzmacniacza są tu poprowadzone do jednego punktu odrębnymi ścieżkami. Jako wspólny punkt masy przyjmuje się z reguły oczko lutownicze kondensatora elektrolitycznego w filtrze zasilacza. Ścieżki powinny dochodzić do kondensatora promiennie i łączyć się ze sobą dopiero na samym „oczku”. Także w tym przypadku elementy metalowe obudowy łączy się z masą przy najbardziej czułym wejściu wzmacniacza. Rozwiązanie to choć zapewnia bardzo dobre efekty jest stosowane dość rzadko, gdyż bardzo komplikuje układ ścieżek na płycie drukowanej i zajmuje dużo miejsca.

Gdy wzmacniacz mocy i przedwzmacniacz umieszczone są na odrębnych płytkach drukowanych także należy zapewnić odseparowanie masy wejściowej i wyjściowej. Przykład takiego rozwiązania podano na rysunku 5. Zgodnie z regułą prowadzenia masy „od tyłu” ścieżkę z zasilacza należy doprowadzić do stopnia wyjścia i stopnia mocy (można zastosować lokalny punkt masy) a dopiero w dalszej kolejności należy podłączyć przedwzmacniacz. W tym przypadku najlepiej masę wejścia wzmacniacza mocy podłączyć do opłotu przewodu ekranowanego, którego drugi koniec jest połączony z masą przy wyjściu przedwzmacniacza.

W przypadku gdy scalony wzmacniacz mocy posiada pojedynczą końcówkę masy wskazane jest zastosowanie połączenia pokazanego na rysunku 6. Z uwagi na to, że zamknięcie pętli sprzężenia zwrotnego znajduje się wewnątrz układu scalonego wzmacniacza mocy konieczne jest doprowadzenie wszystkich mas, a szczególnie masy wyjściowej i zasilania do jednego punktu. Wymagany jest także kondensator elektrolityczny blokujący zasilanie, dołączony jak najbliższej nóżek wzmacniacza



Rys. 5 Przykład prowadzenia mas przy połączeniu wzmacniacza mocy z przedwzmacniaczem



Rys. 6 Przykład połączenia masy we wzmacniaczu mocy z jedną końcówką masy