

SYSTEM UZIEMIENIA ALTAIRA PRZEWODNIK PO KONCEPCJACH I TERMINOLOGII

Temat uziemienia może powodować dezorientowanie. Istnieje wiele pojęć: uziemienie, uziemienie obudowy, uziemienie bezpieczeństwa, masa obwodu, masa sygnałowa, uziemienie rozdzielnic zasilania, szyny uziemiające, uziemienie neutralne, uziemienie zasilania, pętla masy i inne. Nie jest naszą intencją zdefiniowanie lub opisanie wszystkich szczegółów technicznych związanych z uziemieniem — raczej przyjmujemy ogólne i uproszczone podejście, aby czytelnik nietechniczny mógł zrozumieć podstawy uziemienia. Te koncepcje i techniki są niezbędne do optymalizacji i poprawy wydajności domowego systemu audio-wideo.



SHUNYATA RESEARCH

shunyata.com

HISTORIA PRAKTYK UZIEMIENIA

Wiele najlepszych praktyk stosowanych w audio pochodzi jeszcze z początków branży telekomunikacyjnej. Powszechną praktyką było montowanie sprzętu w metalowym stojaku. Sprzęt w stojaku powinien być podłączony do wspólnego terminala uziemiającego za pomocą plecionych przewodów uziemiających. Każde urządzenie elektroniczne miało dedykowane łącze uziemiające dla połączenia uziemiającego. Ta praktyka jest kontynuowana do dziś, zarówno w branży telekomunikacyjnej, jak i sieciowej. Komponenty z tamtej epoki były powszechnie wyposażone w gniazda RCA z pojedynczą końcówką, które są dość podatne na prądy doziemne, które mogą powodować słyszalny szum i brzęczenie. Podłączenie całego sprzętu do centralnego punktu uziemienia zapewniło bezpieczeństwo elektryczne i wyeliminowało różnice napięcia między obudową komponentów, które powodowały problemy z pętlą uziemienia. Wraz z pojawieniem się nowoczesnych, masowych konsumenckich produktów audio i plastikowych obudów, wiele komponentów nie zawiera już zacisku uziemiającego. Wyjątkami są gramofony i przedwzmacniacze gramofonowe, w przypadku których wymagane są zaciski uziemiające, aby zapobiec przydźwiękowi. Oczywiście gramofony i przedwzmacniacze gramofonowe to wiekowo dojrzałe komponenty, które przetrwały z wcześniejszej generacji systemów audio.

Chociaż wiele komponentów nie jest już wyposażonych w dedykowane zaciski uziemiające obudowy, nadal korzystne jest uziemienie całego sprzętu do wspólnego systemu uziemiającego. Zmniejsza to prądy pętli uziemienia i związane z nimi problemy z buczeniem i zniekształceniem. Zewnętrzny system uziemiający poprawia ogólną jakość dźwięku i obrazu, nawet jeśli nie ma widocznych pętli uziemienia ani przydźwięków.

Istnieją dwie główne kategorie systemów uziemiających. Chociaż są one powiązane i często wiele je ze sobą łączy, jednak występują znaczne różnice, które są ważne aby zrozumieć - jak i dlaczego - błędy uziemienia mogą powodować poważne problemy z wydajnością.

UZIEMIENIE SYSTEMU

System uziemienia ziemia-ziemia

Pierwszą kategorię można nazwać układem ziemia-ziemia. Zaczyna się od szyny uziemiającej i obejmuje uziemienie skrzynki elektrycznej, ścienne okablowanie uziemiające prądu przemiennego, styki uziemiające gniazda lub gniazodka, przewody uziemiające przewodu zasilającego i wreszcie metalową obudowę każdego urządzenia podłączonego do obwodów zasilania prądem zmiennym.

Elektryczne uziemienie bezpieczeństwa

W nowoczesnych domowych obwodach prądu przemiennego istnieją trzy przewody: linia (L - przewód gorący), przewód neutralny (N) i uziemienie ochronne. Bezpieczny przewód uziemiający zapewnia nieprzerwaną ścieżkę od urządzenia lub urządzenia elektronicznego przez okablowanie ścienne do szyny uziemiającej panelu elektrycznego. Podstawy bezpieczeństwa służą tylko do zapobiegania porażeniu prądem elektrycznym i pożarowi.

Uziemienie obudowy

Termin uziemienie obudowy odnosi się do metalowej obudowy elementu elektrycznego lub urządzenia. Komponent ma wewnętrzny przewód, który łączy się bezpośrednio z przewodu zasilającego AC lub wlotu (bolca uziemiającego) z samą metalową obudową. Zasadniczo obudowa komponentu jest przedłużeniem uziemienia bezpieczeństwa. Przepisy elektryczne wymagają tego połączenia i ma ono kluczowe znaczenie dla zapobiegania porażeniu prądem elektrycznym lub potencjalnemu zagrożeniu pożarem w przypadku usterki elektrycznej.

Na przykład, jeśli przewód pod napięciem poluzowałby się w urządzeniu i dotknął metalowej obudowy, mógłby potencjalnie porazić prądem osobę, która dotknie urządzenia. Uziemienie zabezpieczające zapewnia skierowanie prądu (zwarcie) z powrotem do panelu elektrycznego, powodując włączenie bezpiecznika.

NIGDY nie należy odłączać przewodów uziemiających w gniazdku, odłączać przewodu uziemiającego w kablu zasilającym ani używać nielegalnego adaptera do wyłączenia połączenia uziemiającego.

SYSTEM UZIEMIENIA SYGNAŁU

Drugim głównym systemem uziemienia jest system masy sygnału. W przeciwieństwie do systemu ziemia-ziemia, w systemie istnieje wiele mas sygnałowych. Każdy element elektroniczny, który wzmacnia lub przesyła sygnał, będzie miał jedną lub więcej mas sygnałowych.

Masa sygnału zaczyna się w zasilaczach komponentu. Masy sygnałowe obejmują przewody uziemiające z zasilacza, ścieżki uziemiające PCB oraz przewody uziemiające, które łączą płytki PCB i komponenty elektroniczne. Wreszcie obejmuje złącza wejściowe i wyjściowe oraz przewody łączące, które przenoszą sygnały elektryczne.

Zadaniem zasilacza jest przekształcenie napięcia prądu przemiennego na napięcie stałe. Obwód prostownika wytwarza określone napięcie stałe i ustala zerowy punkt odniesienia, którego celem jest zapewnienie ścieżki prądu powrotnego. Ten zerowy punkt odniesienia jest często określany jako uziemienie prądu stałego lub uziemienie sygnału. Oznacza to, że prąd płynący przewodami zasilającymi prądu stałego do obwodów musi mieć drogę powrotną do zasilacza. Zasadniczo prąd płynie zarówno w ścieżkach sygnału, jak i w ścieżkach masy powrotnej. W związku z tym ścieżki uziemienia są częścią ścieżki sygnału i mogą głęboko wpływać na jakość dźwięku.

Na przykład przedwzmacniacz jest przeznaczony do wzmacniania sygnału z komponentu źródłowego i wysyłania tego sygnału do wzmacniacza. Wewnątrz przedwzmacniacza posiada zasilacz, który przetwarza napięcie prądu przemiennego (AC) na napięcie prądu stałego (DC). Układy wzmacniające w przedwzmacniaczu modulują napięcie stałe sygnałem wejściowym i wysyłają wzmocniony sygnał do złączy wyjściowych. Prosty obwód wzmacniający składa się z przewodu sygnałowego i przewodu powrotnego sygnału, który jest powszechnie nazywany masą sygnałową. Tak więc uziemienie sygnału jest lokalne dla określonego obwodu i powiązanego zasilacza, który dostarcza do niego napięcie i prąd. Zwykle jest bezpośrednio podłączony do uziemienia zasilacza prądu stałego. Inżynierowie często nazywają to zerowym poziomem napięcia podczas wykonywania pomiarów za pomocą mierników i oscyloskopów.

W większości (ale nie we wszystkich) komponentach masy sygnału są bezpośrednio (lub za pośrednictwem rezystora) połączone z masą obudowy komponentu. W tym miejscu dochodzi do mylenia pojęć - między uziemieniem obudowy a masą sygnału, ponieważ pomiary wykażą, że są one połączone elektrycznie. Istnieją jednak komponenty zaprojektowane w taki sposób, że uziemienie sygnału NIE jest połączone z uziemieniem obudowy. Czasami mówi się, że masy sygnału są pływające. Z tego powodu masy sygnału mogą nie być na tym samym poziomie napięcia w odniesieniu do masy obudowy. Dlatego ważne jest, aby masy sygnału traktować inaczej i ostrożniej niż uziemienie obudowy.

Ilustruje to ważną podstawową różnicę między uziemieniem obudowy a masą sygnału. Podsumowując: uziemienie obudowy NIE przewodzi prądu podczas normalnej pracy. Z kolei masa sygnału ze swej natury musi przenosić prądy powrotne i dlatego są w dużej mierze częścią ścieżki sygnału.

Jest to fundamentalny powód, dla którego systemy uziemienia i systemy masy sygnału MUSZĄ być traktowane oddzielnie i różnie w zależności od konkretnego kontekstu i typu komponentów elektronicznych.



CZY UZIEMIENIE OBUDOWY NAPRAWDĘ MA ZNACZENIE?

Zakłócenia występujące z powodu uziemienia bezpieczeństwa i na elementach obudowy mogą znacząco pogorszyć działanie nawet najdroższych systemów. Długie ciągi przewodów w ścianie, kable zasilające i sama obudowa mogą działać jak anteny, wychytując sygnały o częstotliwości radiowej i zakłócenia elektryczne w środowisku. Choć większość ludzi zakłada, że uziemienie oznacza ZERO, wszystkie obwody uziemienia zasilania i wszystkie uziemienia obudowy mają w rzeczywistości pewne szczytkowe, mierzalne poziomy zakłóceń. Korzystanie z analizatora mocy lub oscyloskopu szybko ujawni znaczne ilości zakłóceń radiowych, telewizyjnych, mikrofalowych, Wi-Fi i telefonów komórkowych przenikających do systemu uziemiającego.

Dlaczego uziemienie sygnału jest istotne?

Elementy elektroniczne same w sobie generują szum w zasilaczu i obwodach elektronicznych. Szum ten jest celowo kierowany lub omijany do uziemienia zasilacza w celu zmniejszenia szumu sygnału. Ta praktyka często moduluje płaszczyznę uziemienia zasilacza losowymi szumami i zniekształceniami harmonicznymi — w konsekwencji wyższe poziomy zniekształceń i szumów na wyjściu sygnału.

Aby skomplikować problem, wiele komponentów może być połączonych ze sobą za pomocą połączeń RCA, XLR, USB, Ethernet i innych z których wszystkie mogą przenosić z jednego

komponentu do drugiego za pośrednictwem masy sygnału. Ten rodzaj szumów nie zawsze jest tak oczywisty, jak w przypadku słyszalnego buczenia, syczenia czy brzęczenia. Zakłócenia te zwiększają poziom zakłóceń i zmniejszają rozdzielczość oraz klarowność sygnału źródłowego poprzez podniesienie podstawowego poziomu szumów i rozmywanie przebiegów przejściowych sygnału. Właściwie zaprojektowany i wdrożony system uziemienia znacznie poprawia ogólną wydajność systemu poprzez redukcję szumów, poprawę dynamiki i poprawę rozdzielczości.

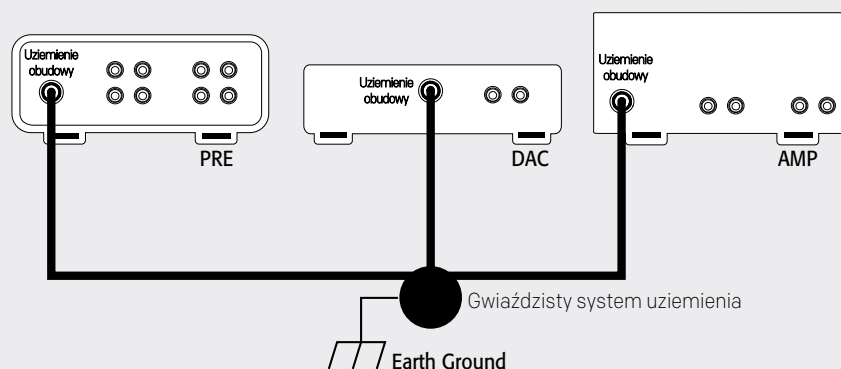
ARCHITEKTURA SYSTEMÓW UZIEMIENIA

Istnieje kilka różnych architektur uziemienia: gwiazdzisty system uziemienia, szeregowy, koncentryczny i sieciowy system uziemienia. Zrozumienie tych architektur jest pomocne podczas projektowania i konfigurowania wysokowydajnego systemu uziemiającego.

Gwiazdziste systemy uziemienia

Najbardziej podstawowym typem architektury uziemiającej jest prosty gwiazdzisty system uziemienia. System ten zmniejsza niewielkie różnice napięcia między obudową komponentów i może wyeliminować lub zmniejszyć problemy z pętlą uziemienia. Zmierzone różnice napięć mogą wynosić od kilku miliwoltów do kilkudziesięciu woltów między obudową dowolnych dwóch komponentów.

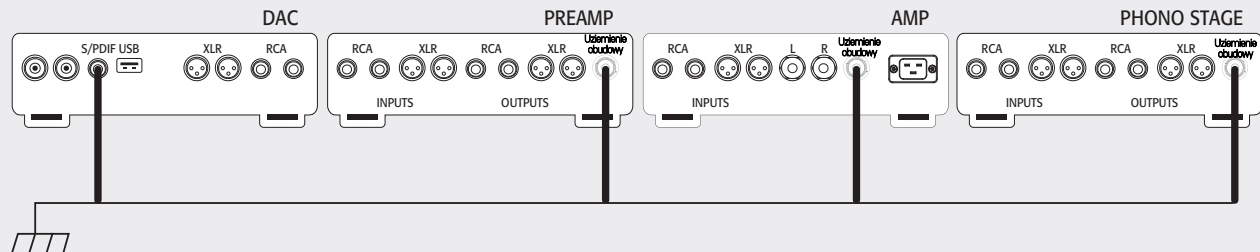
W gwiazdzistym systemie uziemienia każdy element ma oddzielny przewód uziemiający, który łączy się z obudową. Wszystkie poszczególne przewody uziemiające są podłączone do pojedynczego elementu przewodzącego uziemienie, takiego jak duży przewód uziemiający, przewodząca śruba lub przewodząca rura wodociągu. W niektórych instalacjach stosuje się oplot uziemiający o dużej przewodności. Prostą gwiazdzistą system uziemienia dla systemu audio jest stosunkowo łatwy do stworzenia i może być bardzo skuteczny w eliminowaniu pętli uziemienia i niektórych problemów związanych z uziemieniem.



ARCHITEKTURA SYSTEMÓW UZIEMIENIA

Szeregowy system uziemienia

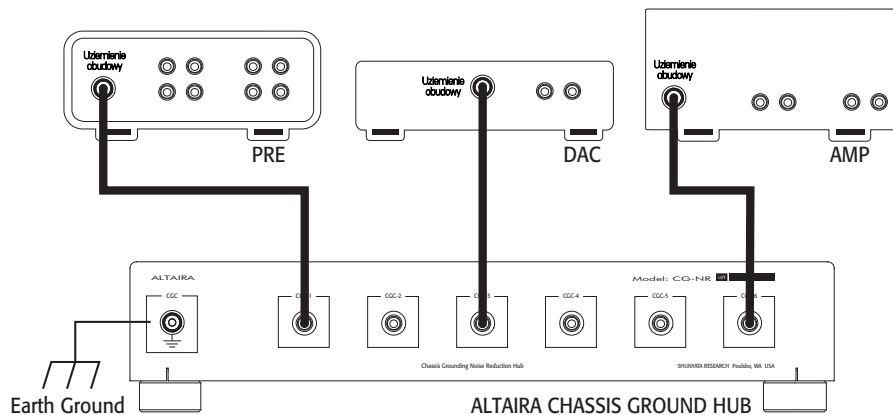
System uziemienia typu szeregowego różni się od systemu uziemienia gwiazdowego tym, że składa się z długiego drutu lub oplotu. Elementy łączone są krótkimi przewodami na całej długości przewodu magistrali.



Koncentryczne systemy uziemienia

Architektura uziemienia oparta na koncentratorze jest bardzo podobna do systemu gwiazdowego - pojedynczy punkt połączenia zastąpiony wielozaciskowym kondycjonerem uziemiającym. System uziemienia koncentrycznego może ulepszyć system gwiazdowy, zapewniając jakąś formę technologii redukcji szumów lub zapewnić izolację między komponentami od szumu doziemnego.

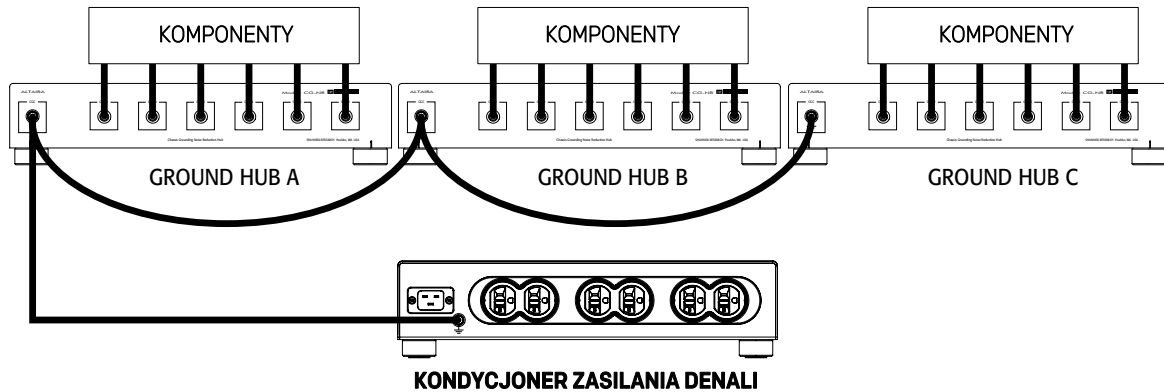
Koncentryczny system uziemienia pozwala łączyć ze sobą więcej kondycjonerów zapewniając jednocześnie prostą metodę podłączenia zasilacza do systemu uziemienia.



ARCHITEKTURY SYSTEMÓW UZIEMIENIA

Sieciowy system uziemienia

Sieciowy system uziemienia jest najbardziej złożonym systemem uziemienia, ale ma możliwość zapewnienia najwyższej jakości uziemienia i zapewnienia najlepszej wydajności. Można zastosować wiele kondycjonerów uziemiających, aby rozszerzyć system uziemiający o wiele elementów. Kondycjonery mogą być ze sobą połączone w architekturze podobnej do sieci, mogą być one konfigurowane na różne sposoby, w tym; konfiguracja gwiazdista, typ szeregowy lub połączenia hybrydowe obu typów.

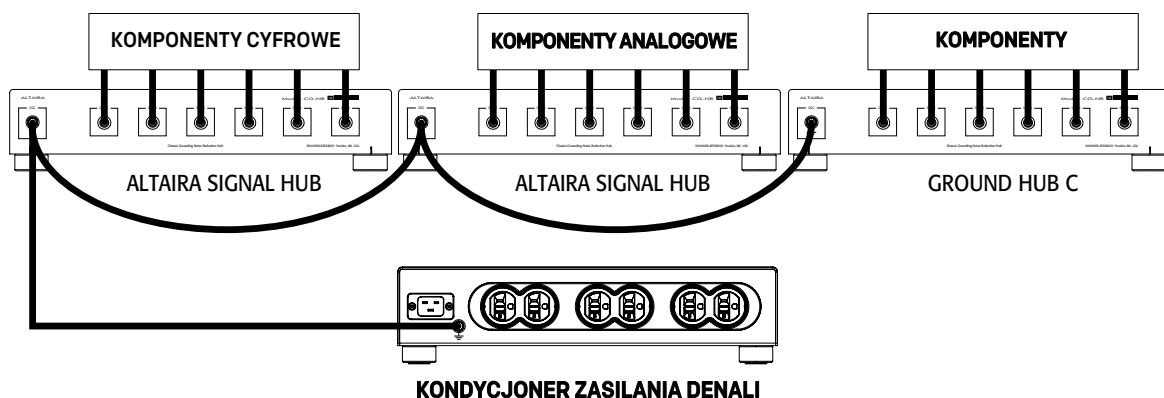


ZAAWANSOWANA ARCHITEKTURA UZIEMIENIA

Segmentowy system kondycjonerów

Segmentowany system uziemiający wykorzystuje wiele kondycjonerów uziemiających do segregacji typów na logicznie określone domeny komponentów. Różne komponenty z różnymi typami zasilaczy wytwarzają różne rodzaje i jakości zakłóceń. Korzystanie z kondycjonera uziemiającego wyposażonego w technologię redukcji szumów może być skutecznym sposobem na zmniejszenie artefaktów związanych ze zniekształceniami, które są charakterystyczne dla niektórych typów komponentów. Segregacja określonych typów komponentów i izolowanie ich w jednej domenie uziemienia może znacznie poprawić wydajność. Komponenty cyfrowe są znane z wytwarzania ogromnych ilości szumów, które zakłócają działanie innych komponentów. Przedwzmacniacze gramofonowe są szczególnie podatne na niskie poziomy szumów płaszczyzny uziemienia.

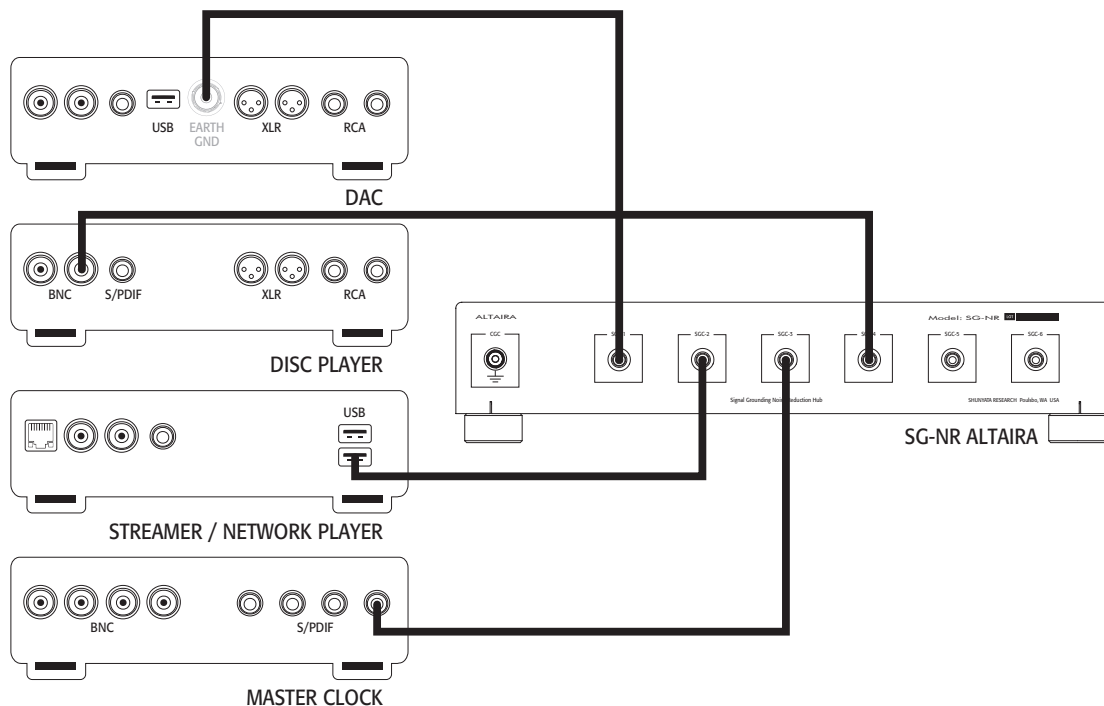
Dlatego oddzielenie komponentów cyfrowych od komponentów analogowych może poprawić wydajność poprzez ochronę obwodów uziemienia komponentu analogowego przed artefaktami szumowymi generowanymi przez komponenty cyfrowe. Grupowanie komponentów cyfrowych, komponentów komputerowych, komponentów wideo i komponentów analogowych na indywidualnie podzielonych kondycjonerach zmniejsza szumy w poszczególnych domenach uziemienia i poprawia ogólną wydajność systemu. Wykorzystanie kondycjonera typu uziemienia z redukcją szumów może być skutecznym sposobem na odseparowanie artefaktów szumu z każdej z domen uziemienia.



ZAAWANSOWANA ARCHITEKTURA UZIEMIENIA

Stosy komponentów cyfrowych

Bardzo zaawansowane stosy cyfrowe, które składają się z wielu komponentów, takich jak dCS, Esoteric i MSB przynosi wiele korzyści z zastosowania pojedynczego kondycjonera sygnału ALTAIRA dla tego systemu cyfrowego.



Strategia uziemienia dual-mono

Wiele komponentów audio posiada obwody dual-mono, które mają na celu zmniejszenie modulacji międzykanałowej i przesłuchu między lewym i prawym kanałem. Dual-mono oznacza, że lewy i prawy kanał są całkowicie oddzielone w obudowie komponentu i mogą nawet mieć osobne gniazda zasilania, zasilacze i transformatory zasilające dla każdego kanału. Niektórzy producenci oferują osobne obudowy dla każdego kanału i osobne obudowy zasilaczy. Jeżeli system audio składa się z oddzielnych elementów tego samego producenta, takich jak: przedwzmacniacz gramofonowy, przedwzmacniacz i wzmacniacze monoblokowe, a wszystkie te elementy są typu dual-mono - separacja kanałów może być utrzymana na wszystkich etapach wzmacniania komponentów. Ogólnie wiadomo, że wspólna wewnętrzna płaszczyna uziemienia, która jest wspólna dla kanałów sygnałowych, może poważnie pogorszyć zamierzoną przez projektanta izolację szumów międzykanałowych.

Wprowadzenie zewnętrznego systemu uziemiającego może całkowicie wyrzucić do góry nogami separację dual-mono.

Jeśli prosty zewnętrzny system uziemiający jest podłączony do któregośkolwiek z tych elementów, separacja ta zostanie skutecznie ominięta. Dzieje się tak, ponieważ szum może przemieszczać się z jednego kanału przez zewnętrzny system uziemienia, a następnie przedostawać się do obwodów masy sygnałowej drugiego kanału, pogarszając jego wydajność. Z tego powodu firma Shunyata Research opracowała strategię systemu uziemienia, która zapewnia korzyści z uziemienia systemu, jednocześnie zachowując zamierzoną przez producenta komponentu separację obwodów mas sygnałowych dla poszczególnych kanałów

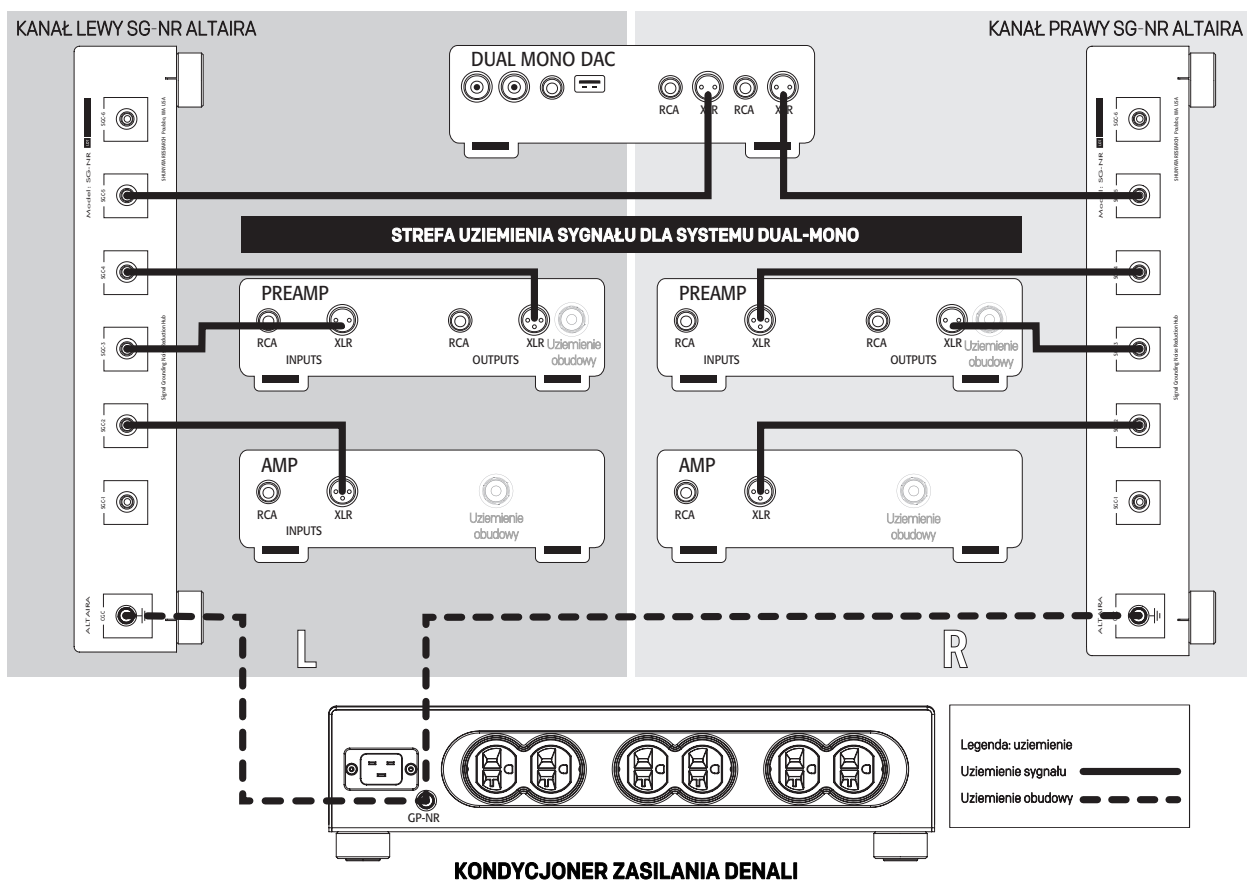
ZAAWANSOWANA ARCHITEKTURA UZIEMIENIA

Jak wdrożyć system uziemienia dual-mono?

Uziemienie systemu dual-mono wymaga dwóch oddzielnych kondycjonerów sygnału ALTAIRA, po jednym dla każdego kanału sygnału. Jeden kondycjoner jest przeznaczony dla lewego kanału, a drugi dla prawego kanału. Kondycjoner prawego kanału będzie miał kabel uziemiający podłączony do prawego kanału przedwzmacniacza gramofonowego i kabel uziemiający podłączony do prawego kanału przedwzmacniacza oraz kabel uziemiający podłączony do monoblokowego wzmacniacza prawego kanału. Kondycjoner lewego kanału będzie miał kabel uziemiający podłączony do lewego kanału przedwzmacniacza gramofonowego i kabel uziemiający podłączony do lewego kanału przedwzmacniacza oraz kabel uziemiający podłączony do monoblokowego wzmacniacza kanału lewego.

Ta metoda zapewnia całkowicie oddzielny zewnętrzny system uziemienia dla każdego z kanałów, zachowując izolację kanału sygnałowego nawet przez płaszczyzny uziemienia.

UWAGA: Kable uziemiające są podłączone do nieużywanego styku uziemiającego (XLR) lub (RCA) nieużywanego złącza sygnałowego. Niektóre marki elektroniki mają w rzeczywistości terminal „masy sygnału” z tyłu swojego sprzętu co sprawia, że metoda ta jest łatwa do wdrożenia. (CH Precision jest przykładem)



©2022 Shunyata Research Inc.

Reproduction of this brochure and its contents, in part or whole, is strictly forbidden without prior consent from Shunyata Research. Shunyata Research reserves the right to change specifications at any time without prior notice.

SHUNYATA RESEARCH

26273 Twelve Trees Lane, Poulsbo, Washington 98370

360 598 9935 | www.shunyata.com

2022.08