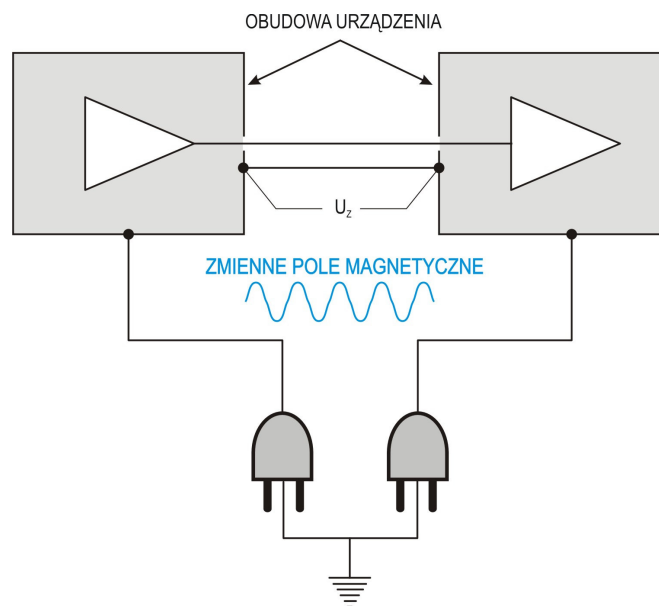


## Pętla masy, jej skutki i sposoby ich unikania.

Tytułem wstępu: wiadomości i rady zawarte w poniższym tekście mają być pomocne audiofilowi przy wyborze składników systemu audio. Czytelników z większym zapotrzebowaniem na podstawy teoretyczne omawianych problemów przepraszam za uproszczenia.

Ze zjawiskiem pętli masy mamy do czynienia wtedy, kiedy masy współpracujących ze sobą urządzeń połączone są za pomocą więcej niż jednego przewodu. Sytuację tą ilustruje rysunek.



Masy przedstawionych na nim urządzeń połączone są za pomocą przewodu powrotnego kabla sygnałowego (lub ekranu kabla, w przypadku połączeń zbalansowanych) oraz poprzez przewody ochronne PE (żółto-zielone) w kablach zasilających. Dla uproszczenia wywodu zakładamy, że obydwa kable zasilające włączone są do położonych bezpośrednio obok siebie gniazd sieciowych, podłączonych do tego samego przewodu ochronnego (warunek ten spełniony jest np. przy zastosowaniu listwy sieciowej). Przy braku tego założenia musielibyśmy brać pod uwagę ewentualną różnicę napięć na przewodzie PE lub PE/N pomiędzy gniazdami sieciowymi, a jest to zjawisko mające inne przyczyny niż omawiana pętla masy. Zmienne pola magnetyczne, zawsze obecne w naszym otoczeniu, (są one generowane są przez każde urządzenie elektryczne np. świetlówki, komputery, silniki, a także wszechobecne przewody sieci 230V) indukują napięcie tym większe, im większa jest powierzchnia pętli utworzonej przez

przez żyłę powrotną kabla sygnałowego i przewody PE będące częścią kabli zasilających. Napięcie  $U_z$ , spowodowane niezerową impedancją żyły powrotnej kabla sygnałowego, występujące na końcach tej żyły, dodaje się do napięcia sygnału i staje się jego częścią. Zakłócenia te odpowiedzialne są w znacznym stopniu za znaczne pogorszenie brzmienia całego systemu audio w tym: utratę szczegółów nagrania (mikrodynamiki), nieprzyjemne, szorstkie brzmienie, oraz znaczny spadek dynamiki całego systemu. Skalę tego zjawiska niech zilustruje następujący przykład: indukowane w pętli masy zakłócenia mogą osiągać (i często osiągają) amplitudę jednego miliwolta i więcej. Przy założeniu, że dysponujemy systemem, który przy napięciu sygnału na poziomie 1V zapewnia odstęp od szumów i zakłóceń na poziomie stu decybeli, zakłócenia o tym napięciu spowodują zmniejszenie dynamiki systemu do 60 dB, a zatem stukrotnie. Przy niezbyt głośnym odsłuchu (niższym napięciu sygnału) sprawa wygląda jeszcze gorzej. Sytuacja taka spotykana jest częściej niż nam się wydaje. Powód jest prozaiczny: urządzenia projektowane są bez uwzględnienia rzeczywistych warunków, w jakich będą używane. Mierzone w laboratorium parametry często mają się nijak do osiągnięć urządzeń w konkretnym systemach.

*Dodatkowo, (dotyczy połączeń niezbalansowanych) znaczna część sygnału płynie przewodami PE, których impedancja jest porównywalna do impedancji przewodu powrotnego kabla sygnałowego. Stosując niekiedy wyrafinowane i drogie interkonekty przesyłamy sygnał (znaczną jego część) zwykłym przewodem energetycznym.*

Jedyną, stuprocentowo skuteczną, metodą walki z tym schorzeniem jest zapobieganie. Dobieramy współpracujące urządzenia tak, aby po ich połączeniu w system, zjawisko pętli masy nie wystąpiło, lub/i wybieramy urządzenia, które dzięki swojej konstrukcji, odporne są na zakłócenia indukowane w tej pętli. Zapobieganie tym zakłóceniom za pomocą kondycjonera napięcia sieciowego nie jest skuteczne.

W tym miejscu Czytelnik mógłby zadać pytanie: po co używać przewodu ochronnego PE jeśli jego zastosowanie powoduje niekorzystne skutki? Powodów jest kilka:

- ↪ Przepisy nakazują stosowanie przewodu PE w urządzeniach wyposażonych w pojedynczą izolację (jest to tzw. pierwsza klasa ochronności), ze względu na bezpieczeństwo użytkownika.
- ↪ Zamontowanie w urządzeniu filtra napięcia zasilającego (który może być bardzo skutecznym środkiem walki z zakłóceniami sieciowymi) z kondensatorami Y (kondensatory te łączą przewody L i N sieci zasilającej z metalową obudową urządzenia) wymusza, dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika, zastosowanie przewodu ochronnego.
- ↪ Dzięki dołączeniu przewodu PE do metalowej obudowy urządzenia obudowa ta, a przez nią zawarte w niej urządzenie, uzyskuje stały, dobrze zdefiniowany potencjał odniesienia. Zwiększona jest przez to odporność urządzenia na zakłócenia, oraz ograniczona jest emisja zakłóceń przez nie do otoczenia.

↪ Niekorzystne skutki wywołuje tylko niewłaściwe zastosowanie tego przewodu.

Skuteczną metodą walki ze skutkami pętli masy (i wszystkimi innymi zakłóceniami) jest zastosowanie we współpracujących urządzeniach wejść i wyjść symetrycznych i odpowiednich między nimi połączeń. Ten rodzaj sprzętu i połączeń stosowany jest z powodzeniem w sprzęcie profesjonalnym i bez ich użycia trudno wyobrazić sobie funkcjonowanie jakiegokolwiek studia. Podstawą skuteczności tej metody jest fakt, że dla wejścia wzmacniacza różnicowego napięcie indukowane w pętli masy jest tzw. napięciem wspólnym i jako takie jest przez ten wzmacniacz tłumione. Podobny efekt uzyskamy przez zastosowanie transformatorów sygnałowych. Dodatkowym, stosowanym w praktyce środkiem, jest też przerywanie pętli masy przez jednostronne połączenie ekranu przewodu symetrycznego przez kondensator lub rezystor, albo jednostronne rozłączenie ekranu tego przewodu. (Sygnalizuję tutaj tylko istnienie takich możliwości. Istnieje wiele kontrowersyjnych poglądów na temat ich praktycznej realizacji.) W studiach, przy łączeniu wielu dziesiątek urządzeń pojawiają się co prawda jeszcze dodatkowe problemy, ale raczej nie występują one przy stosunkowo niewielkich (w porównaniu ze studyjnymi) systemach domowych, nie będziemy się więc nimi zajmować. Podsumowując: niezależnie od tego, czy mówimy o sprzęcie profesjonalnym czy audiofilskim, wykorzystanie wejść i wyjść symetrycznych oraz połączeń zbalansowanych jest dobrym, sprawdzonym sposobem ochrony przed zakłóceniami i wykorzystanie maksymalnej dynamiki urządzeń.

W praktyce, z różnych względów – finansowych, (urządzenia wyposażone w wejścia i wyjścia symetryczne są zwykle, choć nie zawsze, droższe niż urządzenia, które ich nie mają) lub brzmieniowych pożądane jest użycie urządzeń wyposażonych w gniazda RCA. Liczne są przecież tego rodzaju urządzenia oferujące doskonałe brzmienie. Nic nie stoi na przeszkodzie aby, po spełnieniu pewnych (podanych niżej) warunków, (dla uniknięcia skutków pętli masy) użyć ich w naszym systemie. Dobrej współpracy nie zakłóca obecność w takim systemie jednego i tylko jednego urządzenia, którego masa dołączona jest bezpośrednio do przewodu PE. Najczęściej urządzeniem takim jest wzmacniacz (z wielu względów bezpośrednie połączenie przewodu PE z masą właśnie we wzmacniaczach jest najbardziej korzystne, a czasem niezbędne). **Stosując kilka monofonicznych wzmacniaczy mocy traktujemy je wszystkie jak jedno urządzenie.** Jeżeli masy wszystkich pozostałych urządzeń systemu (odtwarzacza CD, przedwzmacniacza, tunera itd.) nie są bezpośrednio podłączone do przewodu ochronnego, to system taki nie ucierpi z powodu zakłóceń indukowanych w pętli masy. Poniżej podajemy jak takie urządzenia rozpoznać. Wystarczy, jeżeli analizowane urządzenie spełnia jeden z trzech warunków:

1. Do połączenia urządzenia z siecią fabrycznie zastosowano dwuprzewodowy kabel zasilający (bez przewodu ochronnego PE). Takie rozwiązanie w praktyce działa czasem zdumiewająco dobrze i umożliwia osiągnięcie zadowalającej dynamiki w systemach z udziałem takich

urządzeń.

**UWAGA! Przerwanie pętli masy przez samodzielne przerwanie ciągłości podłączenia przewodu PE jest absolutnie nie wskazane. Może to spowodować w najlepszym razie uszkodzenie sprzętu, w najgorszym poważne porażenie użytkownika prądem elektrycznym.**

2. Urządzenie posiada przełącznik do przerywania pętli masy.
- 3) Kolejnym sposobem zapobiegania przez konstruktorów występowaniu pętli masy jest połączenie metalowej obudowy urządzenia (do niej przyłączony jest przewód PE, wynika to z przepisów bezpieczeństwa) z masą urządzenia przez niewielki (rzędu 5-10 omów lub nieco większy) rezystor o dużej mocy (stosuje się także termistory mocy). Zastosowanie takiego rezystora skutecznie przerywa pętlę masy. Możemy samodzielnie sprawdzić czy w urządzeniu sposób ten zastosowano. Wystarczy zmierzyć omomierzem rezystancję (oczywiście robimy to przy kablu sieciowym odłączonym od sieci zasilającej) pomiędzy zewnętrznym, cylindrycznym stykiem gniazda RCA a stykiem uziemienia we wtyczce sieciowej kabla zasilającego. Jeżeli omomierz wskaże nam 5 lub więcej omów to możemy być pewni, że badane urządzenie nie będzie przyczyną zaistnienia pętli masy.

*Dodatkową (nie wymienioną do tej pory) przyczyną powstawania pętli masy (a także innych uciążliwych zakłóceń) bywa, bardzo często, zastosowanie w systemie urządzenia (najczęściej tunera) podłączonego do gniazodka zbiorczej instalacji antenowej. Poradzenie sobie z tym kłopotem jest, na szczęście, proste i nie narazi nas na duże wydatki. Wystarczy włączenie, pomiędzy gniazdkiem antenowym takiego urządzenia a gniazdkiem anteny zbiorczej, tzw. antenowego izolatora galwanicznego. Kosztuje kilkanaście, góra kilkadziesiąt złotych a działa cuda. Bez wahania polecam.*

Dodatkową możliwość walki z zakłóceniami generowanymi przez pętlę masy uzyskamy przy transmisji sygnału z urządzenia wyposażonego w wyjście RCA (np. przedwzmacniacz) do urządzenia wyposażonego w wejście XLR (np. wzmacniacz mocy). Jeżeli impedancja wyjściowa przedwzmacniacza jest znacznie niższa (co najmniej kilkadziesiąt razy) od impedancji wejściowej wzmacniacza mocy możemy liczyć na znaczące stłumienie zakłóceń. Niezbędnym warunkiem wykorzystania tej możliwości, oprócz podanej znacznej różnicy impedancji, jest także zastosowanie specjalnie skonfigurowanego przewodu RCA/XLR. Przewody takie dostarczamy razem ze wzmacniaczami AM250. Zastosowanie takiego połączenia, przy dużym stosunku impedancji współpracujących urządzeń, skutecznie stłumi zakłócenia spowodowane pętlą masy i inne zakłócenia mogące wnikać przewodem sygnałowym.