

ZROZUMIEĆ GRAMOFON

czyli

UPROSZCZONA TEORIA BUDOWY GRAMOFONÓW

Wersja 1.0

Ponieważ temat płyt analogowych jest nadal żywy, to siłą rzeczy i temat gramofonów analogowych nie przestał być aktualny. W dziedzinie tej jednak nawet w okresie największej świetności brakowało krótkiego, prostego opisu funkcjonowania tych urządzeń. Na tyle czytelnego, aby zrozumieć występujące zagadnienia techniczne i chociaż pozwolić w sposób krytyczny czytać prospekty, lub inne poetyckie utwory audiofili.

Tego typu syntetyczny tekst można znaleźć np. w książeczkach wydawanych przez czasopismo Audio Choice poświęconych gramofonom, ramionom i wkładkom gramofonowym (autor przeważnie Martin Colloms). Chciałbym sformułować coś podobnego jeśli chodzi o zakres, lecz napisanego własnymi słowami.

Chciałbym też odejść od ujęcia ściśle technicznego, uniknąć wzorów i równań, co wszakże nie do końca może się udać. Takie podejście wiąże się z uproszczeniami, które zawsze są wynikiem jakiegoś kompromisu między dokładnością opisu a jego prostotą. Pierwszym założeniem będzie przemilczenie różnicy między płytą stereofoniczną i monofoniczną. Po prostu do analizy zjawisk ten szczegół nie wiele wniesie, a uproszczenie pomoże uczynić wywody przejrzystszymi.

Płyta gramofonowa zawiera zapis muzyki w postaci nieregularnego rowka (jednego na jednej stronie płyty) rowek ten ułożony jest spiralnie. Płyta obraca się a w rowku znajduje się igła przetwornika. W czasach zamierzchłych drgania igły wymuszone nieregularnościami rowka były bezpośrednio odczytywane i wysyłane do słuchacza przysłowiową tubą od gramofonu.

Jeśli ktoś chce sprawdzić jak to możliwe to powinien wykonać drobny eksperyment, a można zrobić to tak:

Zastrugać jeden koniec zapalki, drugi koniec rozdziwić. Następnie w rozdwojenie włożyć kartkę papieru (wystarczy A5) Ostry koniec zapalki umieścić na obracającej się płycie.

Głośnik w postaci kartki powinien pozwolić na swobodne rozpoznanie melodii....

Lepiej wziąć do tego małą płytę (singla). Eksperyment ten nie powinien płyty zniszczyć, ale lepiej nie ryzykować z czymś wartościowym.

Współcześnie drgania igły umieszczonej w rowku zamieniane są na sygnały elektryczne w przetworniku lub jak kto woli we wkładce gramofonowej, bez wnikania (na razie) w budowę i rodzaje stosowanych wkładek.

Reasumując: we wkładce drgania mechaniczne igły zamieniają się w sygnał elektryczny.

Czy zatem wkładka decyduje o jakości odczytu ?

Zasadniczo tak, ale nie wyłącznie ona.

Ponieważ podczas śledzenia rowka płyty mamy do czynienia z układem drgającym jakim jest igła to powoduje to daleko idące konsekwencje.

Igła bowiem czyta wszystkie drgania a nie tylko te, które powinna.

Wniosek nasuwa się sam igła powinna być odizolowana od drgań, których czytać nie należy. Oczywiście decyduje o tym jej bezpośrednie otoczenie czyli sposób jej „zabudowania”. Dlatego taka sama wkładka umieszczona w dwu różnych ramionach brzmi inaczej. Podobnie taka sama wkładka umieszczona takim samym ramieniu, ale w różnych napędach też ma prawo zabrzmieć inaczej. Idźmy dalej... Taki sam gramofon z takim samym ramieniem i taką samą wkładką lecz inaczej ustawiony w pomieszczeniu odsłuchowym też może zabrzmieć inaczej.

Jeśli ktoś chce to sprawdzić, to najlepiej można się o tym zjawisku przekonać unosząc gramofon odtwarzający płytę (o ile pozwala na to ciężar) lekko ponad mebel, na którym stoi.

Na ogół kończą się kłopoty ze sprzęganiem w zakresie niskich tonów i pojawia się czysty bas.

Ten eksperyment jest ryzykowny, więc proponuję jeszcze jeden mianowicie postawienie gramofonu na kolumnie głośnikowej....

Po dokonaniu takiego wstępnego rozumowania można sformułować pierwszy wniosek.

Gramofon (rozumiany jako napęd) oraz ramie mają duży wpływ na jakość dźwięku.

Z grubsza też wiemy dlaczego, ale spróbujmy jeszcze wniknąć w szczegóły.

Dobór wkładki

Zacznijmy zatem od wkładki (przetwornika). Aby móc odczytywać drgania sama wkładka też musi być układem drgającym. I jak każdy układ drgający charakteryzują ją dwa parametry masa i podatność igły. Z tych parametrów wynika zawsze podstawowa własność układu drgającego jaką jest częstotliwość rezonansowa.

Aby nie wchodzić tu za mocno w teorię drgań można powiedzieć, że jest to częstotliwość, z którą dany układ „lubi” drgać. Innymi słowy wyprowadzony z położenia równowagi drga z częstotliwością rezonansową. Ciężarek umieszczony na sprężynce, czy gumce buja się z określoną częstością, jeśli dołożymy ciężaru zwolni, jeśli dołożymy jeszcze jedną gumkę przyspieszy. Zawsze jednak w określonej konfiguracji będzie drgał w z taką samą częstotliwością.

Wkładka nie pracuje w próżni, lecz jest umieszczona w ramieniu, zatem tak naprawdę na podatności igły spoczywa masa wkładki i masa ramienia. I o rezonansie możemy mówić w przypadku układu ramie wkładka. Zjawiska tego uniknąć się nie da, chodzi jednak o to, aby jak najslabiej wpływało ono na warunki odczytu i nie pogarszało jakości odtwarzania niskich tonów. Pozostaje określić ściślej, co to jest masa efektywna ramienia. Tu niestety potrzeba trochę prostej fizyki, do której trzeba się będzie odwołać.

Gdy chcemy ustawić nacisk igły na płytę, to najpierw doprowadzamy ramię do równowagi.

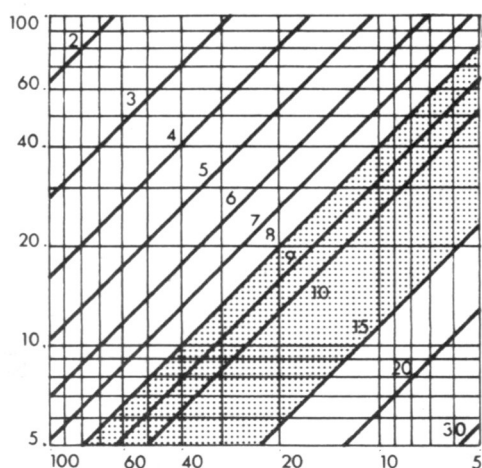
Wyobraźmy sobie, że jest w równowadze i wtedy na jednym końcu dokładamy np. ciężarek 10 gramów. Ponownie doprowadzamy ramię do równowagi. Czy nic się nie zmieniło ?

Intuicyjnie czujemy, że dodatkowo obciążone ramię będzie zachowywało się inaczej mimo, że nadal znajduje się w równowadze. Dlaczego ? A no dlatego, że ma inną bezwładność.

No to teraz skoro zdajemy sobie sprawę, że różne ramiona mają różną bezwładność spróbujmy ten parametr wyrazić liczbą. Wyobraźmy sobie ramię o umownej konstrukcji gdzie całość położona między punktem zawieszenia a końcem igły nie waży nic (w teorii jest to wszak możliwe) na końcu zaś w miejscu zamocowania igły założono ciężarek o takiej macie, że bezwładność ramienia jest taka sama jak ramienia fizycznie istniejącego.

Wielkość tego ciężarka będzie miernikiem bezwładności ramienia i nosi nazwę jego masy efektywnej. To od tego pochodzą nazwy „low mass” i „ultra low mass” na przykład.

Dla nas oznacza to tyle, że na podatności igły spoczywają dwie masy wkładki i efektywna masa ramienia.



Częstotliwość rezonansowa tego układu decyduje o zachowaniu wkładki w zakresie odtwarzania tonów niskich i powinna wynosić 8-15 Hz i jeśli jest inna to powoduje określone skutki w zakłóceniu odbioru.

Ta częstotliwość świadczy o właściwym doborze wkładki do ramienia (lub ramienia do wkładki jak kto woli). Jak możemy to sprawdzić? Można to obliczyć mając do dyspozycji podatność i masę wkładki oraz masę efektywną ramienia. Można to także, dysponując powyższymi danymi, odczytać z nomogramu.

A oto opis jak korzystać z zamieszczonego nomogramu: Na jednej osi odmierzymy zsumowaną masę wkładki i efektywną masę ramienia na drugiej podatność wkładki.

Miejsce przecięcia linii wskazuje rezonans własny układu w Hz. Jeśli wypada w zacienionym polu to wszystko jest w porządku, jeśli nie, to wymaga jakiejś interwencji. Przykładowo popularne wkładki Ortofon serii OM mają w wyposażeniu dodatkowe ciężarki (stad nazwa serii (optional mass)).

Można wreszcie zmierzyć częstotliwość rezonansową przy pomocy płyty testowej.

Pomiar odbywa się w sposób banalny: Na płycie nagrany jest dźwięk o określonej częstotliwości, którą zmienia się o 1 Hz po przemieszczeniu ramienia po promieniu płyty o 1 mm. Jeśli zatem zaobserwujemy rezonans ramienia podczas gdy jego odległość od początku rowka z zapisem testu wynosi X to odpowiada to określonej częstości rezonansowej. Dokładniejszy opis zamieszczony jest zwykle na okładce płyty testowej.

Pora na wyciągnięcie wniosków.

Generalny wniosek z tego rozumowania brzmiałby mniej więcej tak:

Prawidłowy dobór to: cięższe ramię do sztywniejszej igły, a lżejsze (low mass) do igły podatnej.

W praktyce spotkałem też zasadę: „droga wkładka w drogim ramieniu”, co wskazuje na głuchego, lecz mającego audiofila.

Dobór nacisku

Konsekwencją istnienia wkładek o różnej podatności jest różny zakres nacisków akceptowany przez poszczególne wkładki. Oczywiście wkładki do małych nacisków wymagają ramion o małej masie efektywnej. Wiąże się to z ich podatnością. Zwykle przyjmuje się też, że z punktu widzenia zużycia płyty im mniejszy nacisk na płytę tym lepiej. Zgoda, ale bez przesady. Zbyt niski nacisk powoduje niestabilne zachowanie igły w rowku, co wiąże się z nieczystym odtwarzaniem dźwięku i zwiększonym zużyciem płyty.

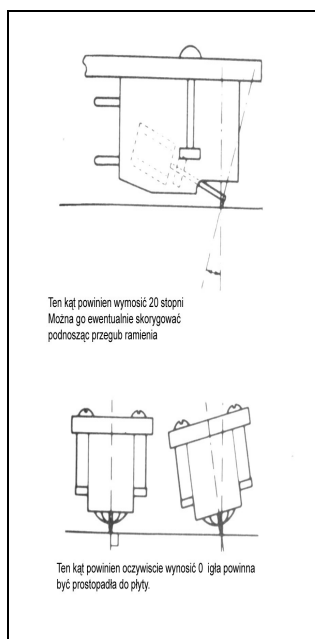
Jak to ocenić ? Najlepiej posłużyć się płytą testową, co pozwala na ustawienie takiego nacisku, przy którym testowy sygnał słyhać czysto. Lepiej też posługiwać się specjalną „wagą” do nacisku niż skalą na przeciwwadze ramienia. Warto też sprawdzić nacisk ustawiony przeciwwagą na „wadze”.

Geometria ustawienia wkładki

Pora przeanalizować jak w stosunku do płyty gramofonowej powinna być usytuowana igła „czytająca” zawartość rowka. Odpowiedź jest tu w pełni jednoznaczna: Powinna być usytuowana tak samo jak „igła”, która nacina matrycę tejsze płyty...

Wtedy bowiem warunki odczytu odpowiadają warunkom zapisu.

A zatem kolejno w płaszczyźnie prostopadłej do osi wkładki igła powinna być prostopadła do płyty.



Jak to sprawdzić i ewentualnie wyregulować? Zwykle nie ma przyczyny, aby ustawienie to było niepoprawne, ale instrukcje do ramion podają prosty i niezawodny sposób:

Należy igłę postawić na lustrze, a wtedy dokładnie widać czy igła i jej przedłużenie leżą na jednej prostej. Ewentualną regulację przeprowadza się lekko obracając stolik (główkę, koszyczek, headshell) w którym zamocowana jest wkładka.

W płaszczyźnie przechodzącej przez igłę wzdłuż wkładki ustawienie to powinno pozwalać na poziome ustawienie ramienia podczas jego spoczywania na płycie, a o resztę troszeczki się już producent wkładki zapewniając zamocowanie igły pod odpowiednim kątem.

Tę regulację można przeprowadzić wysuwając lub wsuwając ramię w górę lub w dół w tulei mocującej, jeżeli oczywiście producent przewidział taką możliwość (w znacznej części ramion tak jest) lub ewentualnie podkładając coś pod wkładkę jeśli przegub ramienia umocowany jest zbyt wysoko. Po wykonaniu tego zabiegu pozostaje jedynie wyregulowanie mechanizmu opuszczania ramienia (windy).

Najtrudniejszym elementem jest regulacja położenia igły w płaszczyźnie płyty. Igła porusza się bowiem w tej płaszczyźnie i regulacja dotyczy całego jej toru ruchu. Jak zatem powinno być? Odpowiedź padła już wcześniej: powinno być tak jak w maszynie do nacinania matrycy.

Podczas nacinania matrycy główka porusza się po promieniu płyty, czyli po odcinku prostej.

W ten sposób poruszają się ramiona przesuwne – tangencjalne i to jest prawidłowy tor ruchu.

Takie ramiona występują w dużej grupie gramofonów, ale z całą pewnością nie w większości.

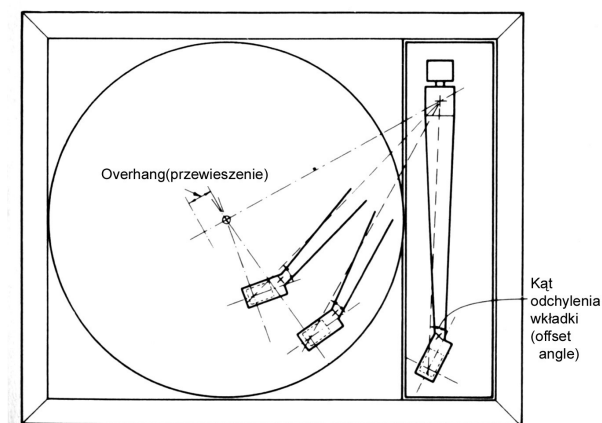
Jest tak, ponieważ oprócz teoretycznie idealnej geometrii ruchu, mają swoje oczywiste wady, do których jeszcze wrócimy. Większość ramion ma stały punkt zamocowania, który pozwala na przemieszczanie się igły po łuku. To jest oczywiście przekroczenie zasady „jaki zapis taki odczyt”. Chodzi jednak o to, aby błąd spowodowany takim odstępstwem był możliwie mały.

Najpierw rozważmy jakie są skutki tego błędu. Załóżmy, że rowek ma kształt idealnej sinusoidy. Wymusza on ruch igły będący idealną sinusoidą pod warunkiem, że igła „czyta” rowek będąc do niego styczna. A jeśli nie jest styczna tylko pod jakimś kątem? To wtedy drga w innej płaszczyźnie niż wykonany jest zapis i odczytana sinusoida traci idealny kształt.

Można to wyrazić liczbami wskazującymi na % zniekształceń harmonicznego sygnału w zależności od kąтового błędu śledzenia (tracking error). Wniosek praktyczny jest taki, że źle ustawiona wkładka powoduje zaśmiecenie sygnału większą ilością harmonicznymi niż np. kiepski

wzmocniacz. Jak zatem zminimalizować ten efekt ? Igłą powinna być odpowiednio ustawiona w stosunku do płyty. Odpowiednio czyli jak ? Otóż zakłada się że na dużej płycie 12" błąd ma wynosić zero w dwu punktach i zmieniać się z minusa na początku i końcu płyty na plus, wtedy, gdy osiąga maksimum pomiędzy punktami bezbłędnymi. Takie rozumowanie zmniejsza błąd bowiem fakt czy osiąga on wartość dodatnią czy ujemną nie ma praktycznego znaczenia. Znak błędu ma bowiem sens fizyczny taki, że raz płaszczyzna ruchu igły jest odchylona od stycznej w prawo, a raz w lewo.

Jakie parametry określają położenie igły względem płyty ?



Zacznijmy od odległości zamocowania ramienia. Jest ona definiowana odległość pomiędzy pionową osią obrotu a osią obrotu płyty. W sporej części ramion występuje możliwość regulacji tej odległości. Następnie czynna długość ramienia jest to odległość igły od osi pionowej obrotu. Gdyby te odległości były sobie równe, to ramię os igły w krańcowym położeniu ramienia pokrywałaby się z osią talerza. Błąd przy takim usytuowaniu byłby jednak duży. Dlatego ramię projektuje się jako dłuższe, a ten nadmiar długości określany jest jako „overhang”.

To jeszcze nie wszystko. Oś biegnąca wzdłuż igły jest odchylona od osi ramienia o pewien kąt znany jako „offset angle” Jest tak zawsze. Jeśli ramię jest proste to ten kąt odchylenia jest widoczny i łatwy do zmierzenia, jeśli ramię jest w kształcie litery S to trzeba na nim położyć linijkę tak aby przechodziła przez koniec igły i os obrotu....

Do kształtu ramion jeszcze wrócimy...

Aby obraz był pełen należy tu wspomnieć o konstrukcji, w której kąt odchylenia wkładki jest zmienny w miarę przemieszczania się ramienia na płycie. Znam tylko jedną taką konstrukcję (Garrard zero 100). Dlaczego rzecz się nie przyjęła? Dodatkowy mechanizm ciągnowy ma dwie wady: zwiększa masę efektywną ramienia i zawiera dodatkowe elementy ruchome zwiększające opór ruchu i skłonne do generowania szkodliwych drgań. Może jakaś bardziej współczesna technologia pozwoliłaby na wskrzeszenie tego pomysłu, ale jak widać póki co chętnych brak.

Jeżeli założymy standardowo dwa punkty na płycie, w których błąd śledzenia (tracking error) ma wynosić zero to trzy parametry: odległość zamocowania, długość efektywna i kąt odchylenia igły wiąże ścisła matematyczna zależność. Innymi słowy jeśli ta zależność jest spełniona, to błąd śledzenia wynosi zero w dwu założonych punktach na promieniu płyty. A jeśli nie wynosi zero to znaczy że któryś parametr trzeba zmienić. Najczęściej można przesunąć wkładkę (czyli zmienić długość czynną ramienia), pozwalają na to podłużne otwory mocowania. Te podłużne otwory pozwalają także w granicach luzu lekko

przekosić wkładkę względem stolika czyli zmienić kąt odchylenia.

W bardziej wyrafinowanych konstrukcjach można zmieniać odległość zamocowania ramienia. Po co przeprowadzam ten wywód ? Po to aby zrozumiawszy go użytkownik miał kupować szablony do ustawiania ramienia mógł go sobie wykonać sam.

Wystarczy bowiem wziąć kawałek kartonu i suwmiarkę i wykonać następujące operacje.

Wyciąć otworek pasujący na oś płyty w zadanej odległości (tam gdzie błąd ma wynosić zero)

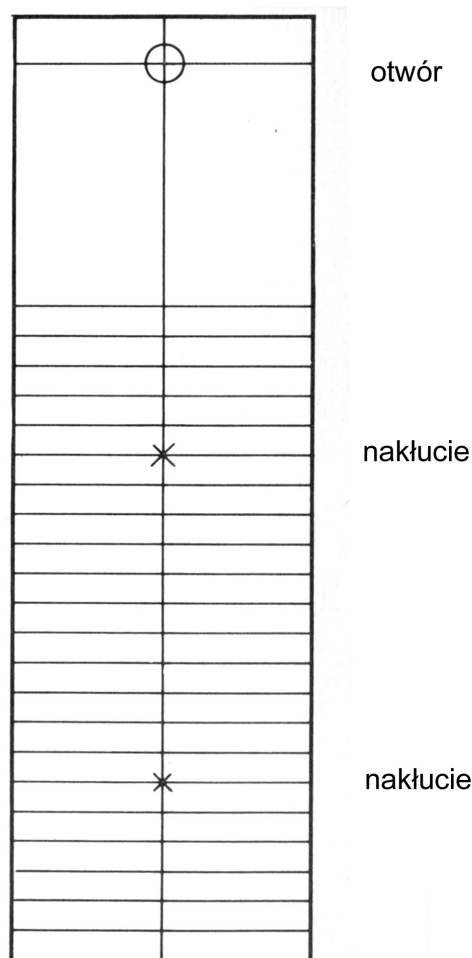
Postawić dwa punkty i nakłuć je szpilką. Punkty połączyć linią prostą i prostopadle do niej w okolicach nakłuć narysować trochę odcinków prostopadłych. Następnie wystarczy nałożyć tak wykonany szablon na oś talerza w nakłuciu umieścić igłę. Spojrzenie z góry jasno pokaże co trzeba zrobić aby wkładka (igła) nie była przekoszona względem narysowanej siatki linii.

Przykład takiego szablonu gotowych pokazuje rysunek. Ponieważ jednak ich kserowanie skanowanie etc. może wprowadzić błąd dlatego bezpieczniej zrobić to samemu...

Chętnym do samodzielnego projektowania ramion np. o nietypowych długościach mogą przydać się ściśle zależności, które oczywiście mogą podpowiedzieć stosownie do zainteresowania.

Punkty zerowego błędu zależą od tego jaki „obszar roboczy” ramienia założymy. Innymi słowy czy np. uwzględniamy odtwarzanie małych płyt 7” przy optymalizacji geometrii.

Dla dużych 12” płyt promienie zerowe zakłada się 6,6 i 12,1 cm.



Przykładowy szablon ustawienia wkładki wg Hi-Fi Choice

W uproszczonym szablonie uwzględniającym odtwarzanie także płyt 7” stosuje się tylko jeden wewnętrzny punkt i dla ramion typu SME leży on w odległości 6 cm

Kompensacja siły poślizgu (anti skating)

Ponieważ geometria ramienia musi spełniać opisane powyżej kryteria powoduje to jeden skutek uboczny w postaci siły ciągnącej ramię gramofonu ku środkowi płyty. Siła ta powoduje nadmierne zużycie rowka, a w skrajnych przypadkach może prowadzić do „przeskakiwania” płyty „do przodu”. W przyzwoitej jakości ramionach siła ta jest kompensowana przy pomocy mechanizmu znanego jako „anti skating”.

Najczęściej spotykamy dwa rodzaje tego mechanizmu. Zawsze jest tak że do ramienia przymocowana jest dodatkowa dźwignia, do której przyłożona jest jakaś siła ciągnąca ramię w kierunku przeciwnym do poślizgu, czyli do tyłu. Siłę tę może wywierać ciężarek zawieszony na cienkiej żyłce lub sprężyna. Regulacji dokonuje się odpowiednio przez zmianę miejsca przyczepienia ciężarka lub zmianę napięcia sprężyny stosownym pokrętkiem umieszczonym w okolicy ramienia. Jeżeli podejdziesz się do tematu jak do zadania z mechaniki to okaże się, że po

dokonaniu rozkładu sił spotkamy układy, gdzie siła kompensująca rośnie z przybliżaniem się ramienia do środka płyty, ale znajdziemy też takie, gdzie siła jest w miarę stała lub maleje. Kompensacja przy pomocy sprężyny ma zwykle na swoim pokrętle regulacyjnym dwie oddzielne skale dla igieł o zarysie eliptycznym i sferycznym. Przy kompensacji z ciężarkiem takie rozróżnienie na ogół nie występuje. Jak z tego widać zagadnienie nie jest traktowane z przesadną precyzją. Jak więc poradzić sobie z regulacją w praktyce? Pewny wynik da jedynie płyta testowa, zwykle umożliwiającą przeprowadzenie testu na początku na końcu i w środku płyty.

Układ ramię-wkładka uwagi dodatkowe

To co ustaliliśmy do tej pory daje podstawę do szybkiej analizy własności różnych rozwiązań spotykanych w praktyce. Długość czynna ramienia przeważnie wynosi 9 cali co jest rozsądnym kompromisem. Kilka uwag o ramionach „S-shaped” czyli „krzywych” Większość popularnych ramion jest właśnie „krzywa” co z punktu widzenia geometrii nie ma znaczenia. Rozwiązanie takie ułatwia wymiennność stolika (główki) wraz z wkładką i pozwala też na jej mocowanie po wyjęciu stolika z ramienia, co niewątpliwie jest wygodne. Większość występujących w tym standardzie stolików jest kompatybilna wyjątkiem są niektóre polskie gramofony i np. Thorens 150. Ramię typu „S” ma większą masę efektywną a styki umożliwiające zdejmowanie stolika dodatkowo ją zwiększają. Wymagają też wyrównoważenia w płaszczyźnie poprzecznej do czego służy na ogół dodatkowy trzpień z obciążnikiem. Ramiona tego typu mogące pracować z bardzo podatnymi wkładkami przy małych naciskach występują rzadko. Wyjątkiem tego typu jest SME 3009 S2. Ramię, oprócz tego, że wraz z wkładką stanowi układ drgający, posiada szereg własnych rezonansów co pokazują dobitnie publikowane czasem oscylogramy. Dlatego albo ich konstrukcję czyni się antyrezonansową albo wyposaża w dodatkowe tłumiki drgań. Ramiona innych długości to spotykane głównie w zastosowaniach profesjonalnych ramiona 12 calowe. Mają one oczywiście mniejsze błędy śledzenia, ale i większą masę efektywną. W radiofonii gdzie kwestia zużycia płyty nie gra roli, a dla maksymalizacji jakości odtwarzania stosuje się bardzo sztywne wkładki MC takie rozwiązanie pasuje jak ulał. Czy jest sens stosowania ich w domu, myślę, że wątpię... poza tym gramofonów, które są w stanie zaakceptować tak długie ramie też nie jest wiele. (oczywiście wraz ze zwiększeniem długości czynnej rośnie odległość zamocowania i w przeciętnym gramofonie wypadnie w najlepszym razie gdzieś na krawędzi skrzynki. Co do mocowania wkładki, to powinno spełniać warunek pewnego zamocowania i dlatego w zaawansowanych rozwiązaniach wkładkę przykleja się specjalną substancją tłumiącą. (jest to raczej smoła, plastelina niż jakiś superklej)

Oddzielnym elementem, wymagającym oddzielnego omówienia jest przegub czyli łożyskowanie ramienia w poziomie i w pionie.

Zasadniczo występuje tu kilka możliwości i wszystkie mają swoje wady lub zalety. Omówmy je po kolei, ale najpierw założenia. Podstawowym jest możliwie mały opór w łożyskowaniu pionowym, pozwalający na prowadzenie ramienia przez rowek w płaszczyźnie poziomej.

Podobnie z oporem ruchu w płaszczyźnie pionowej, ma być on możliwie mały pozwalający na swobodny ruch np. podczas odtwarzania sfalowanej płyty. Łożyska te położone są zwykle w takiej samej odległości od środka płyty, choć nie jest to regułą, występują bowiem ramiona o innych długościach czynnych w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Do tematu tego jeszcze powrócimy.

Typowych rozwiązań łożyskowań spotykamy kilka.

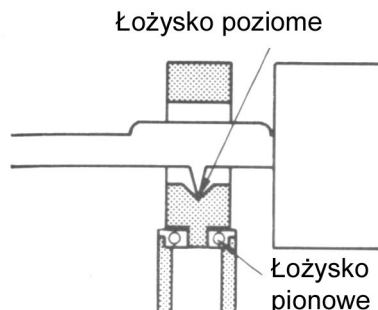
Łożysko uniwersalne czyli „unipivot”

Najprostszym rozwiązaniem jest ułożyskowanie ramienia w jednopunktowym łożysku uniwersalnym znanym jako „unipivot”. Łożyskowanie polega na podparciu ramienia na pionowej „igle” czyli ostrym stożku. Zaletą tego rozwiązania oprócz prostoty jest także bardzo mały opór ruchu. Towarzyszą temu określone wady: ramię takie może co prawda obracać się zgodnie z zadaną geometrią, ale w płaszczyźnie płyty może się unosić w dowolnym kierunku. Oznacza to że wkładka w zasadzie ma nieograniczony ruch także w postaci kołysania się na boki, czy też pod dowolnym innym kątem.

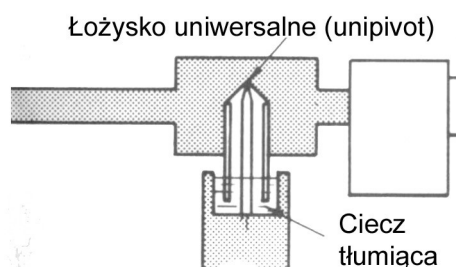
Konsekwencją techniczną takiego rozwiązania jest konieczność stabilizacji ruchu czyli wyrównoważenia ramienia w płaszczyźnie, na której leży igła. W tym celu stosuje się zwykle dodatkowe ciężarki lub mimośrodowy pierścień przeciwwagi. Aby dodatkowo ustabilizować ramię umieszcza się w jego nieruchomej części studzienkę, którą wypełnia się silikonem w niej zanurzony jest element związany z ruchomą częścią ramienia. Oczywiście ważne dla stabilności całego układu jest to, aby środek ciężkości całej ruchomej części ramienia leżał poniżej punktu zawieszenia. Z drugiej strony wiadomo, że optymalnym rozwiązaniem byłoby, gdyby oś obrotu poziomego leżała na wysokości punktu styku igły z płytą. Oczywiście spełnienie obu tych warunków jest niewykonalne, dlatego zwykle ignoruje się ten drugi i tak nie spełniany przez większość konstrukcji ramion. Drobnym mankamentem jest też trudność wyprowadzenia przewodów i stosunkowo cienki korpus ramienia, co jest podatne na uszkodzenia.

Wyregulowanie takiego ramienia nie jest proste, ale na szczęście tego zabiegu nie wykonuje się codziennie. A w przypadku wymiany igieł bez wymiany wkładki raz wykonane może wystarczyć

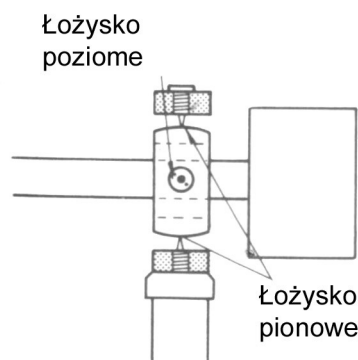
Trzy podstawowe rodzaje łożyskowania ramienia



1. Łożyskowanie typu SME w poziomie na przymie, a w pionie na łożysku tocznym. W większości rozwiązań łożyskowanie poziome jest na trzpieniach stożkowych (igłach). Łożyskowanie w przymie wymaga nieco większej masy dla utrzymania styku w łożysku



2. Typowe rozwiązanie łożyskowania na jednym uniwersalnym łożysku. Kontakt w łożysku jest wymuszony ciężarem. Występuje "studzienka" z cieczą tłumiącą. Ustawienie wymaga sporo zachodu. Należy unikać efektu "podskakiwania" ramienia na igle łożyska



3. Łożyskowanie w obu płaszczyznach na trzpieniach stożkowych (igłach) wymaga starannej regulacji, ale jest odporne na "podskakiwanie" i nie wymaga grawitacyjnego "napinania"

na cały okres eksploatacji gramofonu. Sięgając pamięcią nie jestem w stanie wymienić gramofonu, który fabrycznie jest wyposażony w takie ramie, może poza marką Transcriptor (Mitchell), gdzie i tak tego typu ramie jest instalowane na życzenie klienta. Marki popularnej z ramieniem unipivot na fabrycznym wyposażeniu nie znam.

Proszę też zwrócić uwagę, że kontakt w łożysku utrzymywany jest jedynie przez grawitację co w niektórych przypadkach może się skończyć odrywaniem czy „podskakiwaniem”, a w przypadku skrajnym nawet spadnięciem ramienia z „igły” połączonym z ryzykiem zerwania przewodów. Rzecz jasna tego typu ramiona występują jako proste inne po prostu byłoby bardzo trudno wyważyć.

Reasumując: tego typu ramiona występują stosunkowo rzadko w klasie popularnej w ogóle, co nie oznacza, że nie mają swoich zwolenników. Jeśli ktoś chce sam wykonać ramie do gramofonu to od tego może śmiało zaczynać, ponieważ precyzja wymiarów jest zastąpiona przez precyzję regulacji.

Ramiona z oddzielnymi łożyskami

W większości ramion gramofonowych łożyskowanie, czy jak kto woli zawieszenie ruchu w płaszczyźnie pionowej i poziomej są oddzielone i każde z nich stanowi oddzielna para łożysk.

Typowe rozwiązanie łożyskowania osi pionowej to łożyskowanie na trzpieniach stożkowych, a mówiąc w uproszczeniu igłach lub na miniaturowych łożyskach kulkowych. Może tu występować w zasadzie każda kombinacja, dwa łożyska kulkowe, dolne łożysko kulkowe, a górne w postaci igły lub dwie igły. Jeżeli spojrzymy na przegub ramienia i od góry nie widać wkrętu regulacyjnego górnej igły to z pewnością jest to ramie, które ma dwa łożyska kulkowe

Mówiąc łożyska kulkowe mam tu na myśli miniaturowe łożyska maszynowe lub rozwiązanie z bieżnią i kulkami luzem (podobnie jak w piaście rowerowej). Tak czy inaczej niezależnie od rodzaju łożyskowania wymaga ono zawsze jakiegoś minimalnego napięcia wstępnego (podobnie jak piastra rowerowa) co wymaga pewnej wprawy, mało tego jeśli mamy do czynienia z igłami to warto najpierw takie łożyskowanie dokładnie obejrzeć zanim przystąpi się do regulacji.

To co umownie nazwaliśmy igłą może się bowiem opierać na panwi różnych typów, w tym wykonanych z materiałów kruchych, więc przesada lub nieostrożność może się skończyć zniszczeniem łożyska.

Można zresztą w tym miejscu wrócić na chwilę do analogii z rowerem bowiem podobnie jak rowerowe piasty regulację luzu w łożysku należy doprowadzić do ruchu bez wyczuwanego oporu, ale także bez wyczuwanego luzu. Generalnie lekki luz jest w moim przekonaniu lepszy niż brak luzu tzn. zwiększone opory. łożyskowanie w osi poziomej zwykle wykonywane jest jako łożyskowanie „na igłach”, inne można uznać za wyjątkowe.

Podstawowym wyjątkiem jest rodzina ramion SME gdzie łożyskowanie poziome wykonane jest w postaci pryzm podobnie do zawieszenia ramienia wagi laboratoryjnej. Jest to zawieszenie, w którym w zasadzie nigdy nie występuje luz, ale jest to wymuszone jedynie ciężarem górnej części ramienia podobnie jak w ramionach unipivot. Ponieważ jednak punkty podparcia są dwa, to nie ma kłopotów z niepożądanym ruchem ramienia na boki. Rzecz jasna jak by się dobrze zastanowić to wcale nie ma konieczności, aby łożyskowanie ramienia miało jedną oś prostopadłą a drugą równoległą do płaszczyzny płyty. Wystarczy, aby dwie prostopadłe osie umożliwiły ruch w dwu płaszczyznach. Mogą to być osie położone pod kątem 45 i 135 stopni do powierzchni płyty. Takie ramie występuje (Connoisseur), a nietypowe ułożenie osi pozwala na proste rozwiązanie regulacji antiskatingu.

Napęd czyli reszta...

Po omówieniu kwestii związanych z ramieniem i wkładką czyli elementami służącymi do bezpośredniego odczytu zawartości rowka, przejdziemy do omówienia tego co w gramofonie służy do obracania płyty. Wydawało by się, że dla jakości dźwięku odtwarzanego z płyty element ten jest bez znaczenia. Jest tak tylko pozornie.... Igła przetwornika gramofonu czyta bowiem wszystkie drgania, nie ma w niej inteligencji potrafiącej odróżnić drgania wywołane rowkiem zapisu a np. tupaniem kogoś w pobliżu miejsca, w którym stoi gramofon, czy drganiami powodowanymi przez silnik gramofonu. Jak wynika z powyższego, niepożądane drgania mogą pochodzić zarówno od mechanizmów samego gramofonu jak i z szeroko rozumianego otoczenia. Zajmijmy się najpierw tymi pierwszymi. Generalnie powodowane są one przez mechanizm obracania płytą czyli talerzem, na którym owa płyta spoczywa.

Talerz, aby mógł się obracać musi mieć łożyskowanie. Zwykle jest to łożysko ślizgowe w postaci osi połączonej z talerzem i panwi umieszczonej w obudowie. Oś talerza podparta jest w większości wypadków na kulce łożyskowej, choć istnieją rozwiązania gdzie zamiast kulki koniec osi stanowi kiel. Takie łożyskowanie talerza daje punktowe podparcie talerza w kierunku poziomym. Punktowe podparcie zapewnia minimalny opór do momentu, kiedy nie jest zużyte, co w wypadku zastosowania właściwych materiałów praktycznie nie ma szans zaistnienia. Jeżeli dodatkowo element podpierający kulkę będzie od niej twardszy to można na uparte go wymienić kulkę. Skoro talerz musi się obracać, to w łożysku musi występować luz. Skoro występuje luz, to teoretyczne talerz na szansę kołysać się na boki w ramach tego luzu, za środek obrotu mając punkt podparcia kulki. Wykazano, że może to być źródłem niepożądanych drgań. Oczywiście widać też stąd, że im dłuższa oś talerza tym lepiej. Czy można zapobiec zjawisku „bujania się” talerza na boki? Metody są dwie. Pierwsza to zlikwidowanie środka obrotu. Uzyskuje się to przez zawieszenie talerza na poduszce powietrznej, czyli pompowaniu powietrza między talerz a obudowę. Przy stosunkowo dużej powierzchni talerza nawet przy jego znacznej masie ciśnienie powietrza nie musi być duże, co łatwo policzyć. Druga metoda to przeniesienie punktu podparcia talerza maksymalnie do góry. Oznacza to, że do talerza przymocowana zostaje panew, a nieruchoma oś zamocowana jest w obudowie. Punkt podparcia w postaci kulki lub kła znajduje się wtedy powyżej środka ciężkości talerza, rzec można, tuż pod trzpieniem, na który nakłada się płytę. Obie te metody mimo merytorycznej słuszności stosowane są rzadko głównie ze względu na koszty.

Aby talerz mógł się obracać musi mieć jakieś źródło energii. Jest nim silnik elektryczny

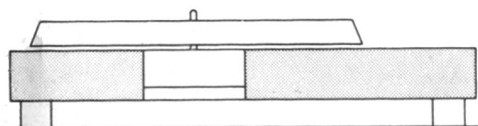
Do stosowanych rodzajów silników jeszcze wrócimy. Generalnie można powiedzieć że silniki są albo umieszczone bezpośrednio na osi talerza lub umieszczone w obudowie i przekazujące napęd na talerz przy pomocy przekładni. Przekładnia może być paskowa lub rolkowa.

Silnik umieszczony centralnie ma szereg zalet. Upraszcza konstrukcję gramofonu, pracuje w niskim zakresie częstotliwości leżącym poza zakresem słyszalnym. Musi być jednak umieszczony w obudowie sztywno związany wraz z ramieniem co sprawia trudności w odizolowaniu takiego gramofonu od otoczenia. Silnik umieszczony obok talerza przekazujący napęd rolką można uznać za rozwiązanie zamierzone, choć występujące jeszcze powszechnie w latach 70 tych nawet w gramofonach wysokiej klasy. Do przyczyn popularności tego rozwiązania jeszcze powrócimy. Skoncentrujmy się teraz na napędzie paskiem gumowym.

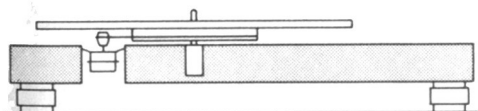
Silniki stosowane w takich rozwiązaniach obracają się z częstotliwościami, które mogą już wchodzić w zakres słyszalny, w związku z czym stosuje się różnego rodzaju izolowanie silnika od ramienia. Oczywiście najprostszym rozwiązaniem jest umieszczanie silnika możliwie daleko od ramienia, choć wtedy napędu nie udaje się schować się pod talerzem i pasek napędowy urasta do około metra długości.

Izolacja gramofonu od otoczenia.

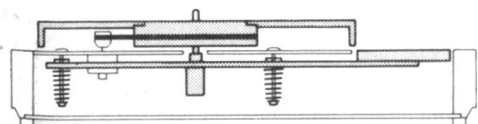
Trzy typowe konstrukcje gramofonów



1. Napęd centralny z łożyskowaniem talerza mocowanym w jednolitej podstawie, zwykle na izolujących nóżkach.



2. Jednolita podstawa, napęd paskiem często wykorzystywane w tańszych gramofonach. Silnik jest zwykle izolowany od podstawy i występują izolujące nóżki.



3. Dodatkowe zawieszenie łożyskowania talerza i ramienia w stosunku do obudowy, w której mocowany jest silnik. Układ zapewnia dobrą izolację od silnika i otoczenia. Elementy zawieszane na sprężynach są na rysunku zaciemnione. Rozwiązanie znane jako "sub-chassis"

Gramofon służy do odsłuchu w konkretnych warunkach otoczenia i one mają zasadniczy wpływ na ilość i jakość niepożądanych ale mimo wszystko odbieranych drgań. Otoczenie może wpływać na gramofon właściwie dwoma sposobami.

Po pierwsze gramofon na czymś stać musi, no bo nawet całkowite wyeliminowanie mebli spowoduje, że może co najwyżej stać na podłodze. Po drugie w pomieszczeniu odsłuchowym zwykle znajdują się kolumny głośnikowe, które też gdzieś stać muszą. Gramofon odtwarza muzykę, którą słychać z kolumn, których drgania przenoszą się na gramofon, te drgania czyta wprowadzona w błąd wkładka i podaje do kolumn... w ten sposób dochodzi do sprzężenia objawiającego się intensywnym niskim dźwiękiem, którego przecież nikt na płycie nie zapisał. Jest to jedna z przyczyn nieakceptowalnego odtwarzania niskich tonów. Oprócz tego swoistego sprzężenia przez podłogę istnieje jeszcze sprzężenie przez powietrze.

W końcu kolumny odtwarzające niskie tony intensywnie pompują powietrze, którego fala ciśnienia oddziałuje nie tylko na zmysł słuchu, ale także na gramofon. Oczywiście zawieszenie gramofonu na półce wmurowanej w ścianę czy stosowanie różnych podkładek antywibracyjnych pod gramofon, czy statywów pod kolumny efekty te zmniejsza, ale ich nie likwiduje. Czytałem niegdyś artykuł, którego autor testował gramofony w następujący sposób: Kładł na talerzu płytę na niej stawiał ramię i rejestrował sygnał powstający w chwili kiedy za jego oknem przejeżdżał autobus. Oczywiście z punktu widzenia ścisłości pomiarowej nie ma to większego sensu, ale trafnie pokazuje zjawisko i wskazuje na konstrukcje zdecydowanie dobre i zdecydowanie złe. Jakie rozwiązania służące eliminacji tego zjawiska tkwią w samych gramofonach ?

Otóż zasadniczo gramofony buduje się na dwa sposoby. Albo sztywną obudowę stawia się na nóżkach mających ją odizolować od otoczenia, albo stosuje się dodatkowe „miękkie” zawieszenie znajdujące się wewnątrz skrzynki (obudowy) gramofonu. Takie gramofony znane są jako subchassis. Jak to możliwe, że wprowadzenie dodatkowego mechanizmu drgającego jest korzystne? Jest, ponieważ działa w takich zakresach częstotliwości, gdzie sprzężenia są szczególnie uciążliwe. Jeśli przy okazji coś psuje, to ostateczny efekt jest i tak korzystny. Subchassis pozwala dodatkowo na dobrą izolację silnika. Silnik jest bowiem sztywno mocowany w obudowie, podczas gdy talerz i ramię mocowane są wspólnie na elemencie elastycznie zawieszony w stosunku do obudowy. Napisałem zawieszonym, choć subchassis może także stać na sprężynach, a nie wisieć. Podwieszanie ma zaletę w postaci łatwej regulacji (poziomowaniu) konstrukcji. Elementowi sprężystemu towarzyszy przeważnie tłumienie na ogół w postaci tłumiącego wypełnienia sprężyn śrubowych.

Sprężyny mają też przeważnie zmienną średnicę, co zapewnia im nieliniową charakterystykę, a co za tym idzie mówiąc w uproszczeniu brak wyraźnych rezonansów. Rozwiązania typu subchassis

stanowią w klasie gramofonów o rozsądnych cenach optymalne rozwiązanie, a ich najbardziej znanym przedstawicielem jest Linn Sondek LP 12....

Czy rozwiązanie gramofonu posiadającego subchassis jest rzeczywiście najlepsze ?

Można podejść do gramofonu stosując trochę inny sposób myślenia. Ponieważ chodzi o odseparowanie szkodliwych drgań odczytywanych przez wkładkę pochodzących, bądź to od silnika, bądź od otoczenia można założyć, że gramofon jest tym wrażliwszy na tego typu bodźce im lżejsza jest jego konstrukcja. Zdrowy rozsądek podpowiada, że rozumowanie takie jest sensowne, no bo o tym czy po uderzeniu w stół odezwą się przysłowiowe nożyce decyduje w sumie masa i sztywność stołu. Jeżeli nogi są stalowe a blat z granitu, to nożyce nie mają szans nawet jeśli w stół uderzałby sam Mike Tyson. Takie konstrukcje występują choć trzeba przyznać, że rzadko. Decyduje o tym w pewnym sensie niewygodna użytkowania i bardzo wysoki koszt. Osobiście jestem zwolennikiem tych konstrukcji, których odporność na bodźce zewnętrzne jest nie do podrobienia. Dla określenia jakichś warunków brzegowych powiedzmy, że masa takich rozwiązań zaczyna się od kilkunastu kilogramów. Można też pogodzić ciężką konstrukcję z zawieszeniem typu subchassis. Najbardziej znanym przykładem będzie tu Thorens Reference podchodzący wagą pod 100 kg.

Powyższe rozumowanie ma skutki w postaci praktycznych wniosków:

Jeżeli używamy gramofonu jako źródła do przenoszenia muzyki na inny nośnik, to lepiej używać słuchawek, aby całkowicie odciąć możliwość mechanicznego sprzęgania z kolumnami, jeśli zaś monitorujemy przebieg rejestracji na kolumnach, niech nie grają one zbyt głośno i niech podbicie niskich tonów będzie umiarkowane.

Kolejny wniosek mówi, że wszystko, co może być źródłem dodatkowych drgań powinno zostać wyeliminowane. To jest jedna z przyczyn małej popularności ramion tangencjalnych, ponieważ prowadnice, na których jeździ ramie i silnik, który je porusza mogą spowodować więcej kaleczących dźwięk zakłóceń niż szkody, które powstają dzięki harmonicznym będącym skutkiem kąтового błędu śledzenia. Podobnie rzecz ma się z wszelkiego rodzaju automatyką zmiennymi etc. Wszystkie te układy dźwigienek drążków zębatek są źródłem dodatkowych drgań. W czasie gdy automat działa jego mechanizm jest „napięty”, bo wykonuje pracę, a zatem występują w nim siły, natomiast kiedy pracę skończy jest w stanie „luźnym” więc z tendencjami do hałasowania. Ponieważ automatyka dotyczy ruchu ramienia, musi ono poruszać w najlepszym wypadku jakiś element uruchamiający czujniki, może on wpływać na opór ruchu lub na bezwładność samego ramienia. Oczywiście jeśli gramofon posiada tylko funkcję zatrzymania talerza połączoną z uniesieniem ramienia sterowaną przez przesłone współpracującą z jakimś układem fotoelektrycznym, to jest to jeszcze akceptowalne.

Prawdziwi entuzjaści, którzy kupują oddzielnie ramiona nie mają takich rozterek bo rozwiązanie takie z zasady wyklucza automatykę.

Podsumowując kwestię niepożądanych drgań można wspomnieć słowo o reszcie czyli obudowie, czy też jak kto woli, skrzynce mieszczącej tradycyjny gramofon. Aby nie stanowić źródła zakłóceń ma być ona sztywna. Nie powinna być to zatem cienkościenna wypraska z tworzywa. Generalnie tradycyjna konstrukcja z drewna o rozsądnym przekroju jest rozwiązaniem wystarczającym dla większości nawet wymagających odbiorców. Może też być lity kawałek drewna, płyty wiórowej, tworzywa, czy kamienia. Można też zauważyć, że wewnątrz niektórych gramofonów występują ciężarki przykręcane tu i ówdzie do chassis dla wytlumienia szkodliwych rezonansów własnych. Jeżeli zauważymy coś takiego, to znaczy, że mamy do czynienia z przemyślaną konstrukcją, gdzie brano pod uwagę nie tylko bardziej lub mniej estetyczny wygląd.

Prędkość obrotowa talerza.

To zagadnienie najpierw podzielimy na dwa: dokładność ustalenia właściwej prędkości obrotowej i utrzymanie chwilowej prędkości na zadanym poziomie czyli jej stabilność.

Na tym etapie musimy wrócić do rodzajów stosowanych napędów.

Historycznie najwcześniej zastosowano napęd talerza rolką (a przynajmniej taki jest obiegowy pogląd). W tego typu rozwiązanie zwykle stosowano silniki prądu zmiennego na ogół obracające się z prędkością rzędu 1500 obr./min. Aby zatem osiągnąć zadaną prędkość talerza potrzebna były zwykle dwa stopnie przełożenia. Rolka napędowa na osi silnika miała kilka milimetrów, zaś bezpośrednio napędzająca talerz kilka centymetrów. Przełożenie pośrednie zwykle było rolkowe choć zdarzało się dla zmniejszenia drgań i przełożenie paskiem. Zmiana prędkości obrotowej dokonywana była albo przez wymianę rolki pośredniej na rolkę o innej średnicy albo przez skok rolki napędowej po rolce o stopniowanej średnicy.

W najprostszej wersji o prędkości decydowała zatem prędkość biegu silnika zależna od częstotliwości sieci i dokładność wykonania rolek. Oczywiście w przypadku kilku rolek odchyłki ich wykonania mogły się sumować. Podstawowym błędem jest tu oczywiście błąd powodowany zmiennością częstotliwości sieci. Czy taki błąd występuje można się przekonać obserwując pracę zegarów synchronizowanych siecią, chodzących wolniej kiedy sieć energetyczna jest silnie obciążana. Takie rozwiązanie powoduje zatem z założenia błędną prędkość obrotową silnika, a co zatem idzie także talerza. Jak zatem można temu zapobiec.

Rozwiązanie tego problemu jest pozornie proste. Należy zmierzyć aktualną prędkość talerza i ją skorygować. Korekcja prędkości przy napędzie rolką jest banalna wystarczy bowiem, rolka pośrednicząca miała kształt lekkiego stożka, po którym przemieszcza się rolka napędowa.

Mając zmienną średnicę mamy zmienną prędkość i cel został zrealizowany. Pozostaje jedynie zmierzyć prędkość. I tu mamy do czynienia z rzeczą niesłychanie zabawną. Otóż do pomiaru prędkości wykorzystuje się efekt stroboskopowy. Znaczniki na talerzu oświetlone migającą lampką sprawiają wrażenie bezruchu, gdy częstość błysków pokrywa się z częstością pojawiania znaczników. Częstość pojawiania znaczników jest zaś iloczynem ich ilości i prędkości obrotowej. I tu mamy do czynienia z dwoma żartami. Pierwszy polega na tym, że błyskająca lampka jest zasilana siecią czyli częstotliwość jej migotania podlega wszystkim opisanym błędom. Drugi żart polega na tym, że przy założeniu prędkości 45 obr./min i częstości migania oświetlenia 50 Hz pożądana ilość znaczników na talerzu wypada ułamkowa, zaś zaokrąglenie jej do liczby całkowitej powoduje z góry założenie pewnego błędu, którego wielkość można prosto obliczyć. Czy zatem stosowanie stroboskopu synchronizowanego siecią ma jakiś sens? Tak naprawdę daje użytkownikowi fałszywe przeświadczenie, że wyregulowana przez niego prędkość jest właściwa, podczas gdy jedynie może on ręcznie nadążać za błędami spowodowanymi odchyleniami w częstotliwości sieci.

No, jest jeden aspekt praktyczny, rolki napędowe można zrobić bardzo niechlujnie (pojęcie ścisłej tolerancji przestaje istnieć) bo to akurat uda się w oparciu o stroboskop wyeliminować.

Ten temat został opisany tak dokładnie, ponieważ temat stroboskopu będzie jeszcze powracał.

Po tym wstępie możemy przejść do opisanie kolejnych rozwiązań. Dziwne, ale napęd paskiem i napęd centralny pojawiły się w zasadzie równolegle. Napęd paskiem w prostym wydaniu składał się z silnika prądu zmiennego napędzającego koło pasowe znajdujące się pod talerzem, na którym kładzie się płytę. Oczywiście w większości wypadków (przy takim rodzaju zastosowanego silnika) płynna regulacja prędkości nie była możliwa, a zmiana prędkości wykonywana była przez przesuwanie paska po stopniowanej rolce przy pomocy mechanicznie uruchamianych widełek. Oczywiście mechanicznie można było nad tym zapanować, ponieważ im lepszy gramofon tym bardziej wolnobieżny silnik stosowano. Ponieważ prędkość silnika maleje ze wzrostem ilości biegunów magnetycznych uzwojenia stojana, to stosowano silniki nawet 16 lub 24 biegunowe. Tak wolno obracający się silnik może mieć większą rolkę napędową, a więc można wykonać ją

bardziej precyzyjnie i w ten sposób dokładniej uzyskać zadaną prędkość. Jeżeli dodatkowo zdecydujemy się na jedną prędkość np. tylko 33, 33 to odpadną także widełki zmiany prędkości i całą „elektroniką” będzie włącznik sieciowy. Jeżeli będzie podświetlony jarzeniówką jak w ekspresie do kawy, czy innych sprzętach AGD to otrzymamy układ napędowy pierwszych wersji LP 12....

Aby wykonać następny krok w ewolucji napędu należy już zastosować elektronikę....

Elektronika pozwoli na regulację w silnikach zmiennoprądowych jeśli przybierze kształt generatora o regulowanej częstotliwości. Takie rozwiązanie stosowano, choć na pewno nie należało do najpopularniejszych... Zdecydowanie łatwiej było stosować silnik prądu stałego.

W przeciętnym gramofonie z napędem paskiem wyposażonym w płynną regulację prędkości obrotowej zastosowany jest właśnie taki silnik. Nie chcąc wnikać w rodzaje i budowę elektroniki sterującej, określę tylko podstawowe reguły. W rozwiązaniach lepszych stosuje się stabilizację obrotów w oparciu o sprzężenie zwrotne z osi silnika za pomocą układu fotoelektrycznego i tarczy z otworami umieszczonej pod rolką napędową. W rozwiązaniach tańszych stabilizacja obrotów realizowana jest przez stabilizację napięcia zasilającego silnik.

Niezależnie od rodzaju napędu narzędzie pomiarowe służące do regulacji prędkości czyli stroboskop powinno być zasilane z własnego wzorcowego generatora wtedy ma dokładność kwarcowego zegarka i pomiar prędkości jest obiektywny. Niestety w większości wypadków lampka oświetlająca stroboskop zasilana jest 50Hz pochodzącym z sieci, czyli de facto stanowi ozdobę i sposób na kompensowanie odchyłek wykonawczych elementów napędu.

Smutne, że daje się na to nabrać duża grupa użytkowników, którzy cieszą się z płynnej regulacji obrotów nie zastanawiając się w oparciu o co tej regulacji dokonują.

Praktyczna uwaga jest tu następująca: jeśli na talerzu są malownicze cztery rzędy znaczników, to wiadomo, że stroboskop synchronizowany jest siecią, jeżeli jest tylko jeden, a prędkości obrotowe mogą być różne (np. 33 i 45), to na pewno występuje oddzielny wzorcowy generator zasilający lampkę stroboskopową.

Oczywiście powiemy też wyraźnie, że elektroniczna stabilizacja dotyczy prędkości obrotowej silnika, a nie talerza. Czy to jest różnica? Owszem ponieważ przy talerzu napędzanym stosunkowo cienkim i niekoniecznie mocno napiętym paskiem ma prawo występować różnica wynikająca z tego, że pasek po stronie ciągnącej ma prawo wydłużać się bardziej lub mniej w zależności od obciążającej go siły. Innymi słowy jeśli opór ruchu talerza chwilowo wzrośnie, to silnik może nie nadążyć za wzrostem zapotrzebowania na energię, bądź energia ta może zostać częściowo zaabsorbowana przez pasek. To oczywiście głęboka teoria, ale potrzebna nam do prowadzenia dalszego rozumowania. Wskazuje bowiem, że nawet gdyby sygnał sprzężenia zwrotnego pobierał z talerza to i tak sterowanie będzie obciążone pewnym błędem. Tłumaczy to też przyczynę stosowania stalowego cięgna zamiast paska gumowego w niektórych bezkompromisowo skonstruowanych gramofonach. Tego typu trudności nie występują przy napędzie centralnym ponieważ wszystko dzieje się bezpośrednio na osi talerza. Aby jednak układ mógł poprawnie reagować na zmiany prędkości rzecz można cały czas oscyluje on wokół zadanej wartości prędkości. Zresztą w układach z napędem paskiem i silnikiem prądu stałego jest podobnie, oznacza to, że gdyby zjawisku przyjrzeć się dokładnie to prędkość talerza faluje cały czas.

Jest na to jeden prosty sposób. Obiegowa prawda jest tu znana - talerz czyli de facto koło zamachowe powinien być ciężki. Dlatego masa talerza podawana jest w danych technicznych gramofonów. Prawda jest oczywiście inna, bowiem o zdolności do akumulowania energii decyduje średnica zewnętrzna i sposób ułożenia masy blisko zewnętrznej średnicy. Gdyby talerz był prostym krążkiem (co czasem występuje) to jego moment bezwładności jest czwartą potęgą średnicy. Oznacza to że talerz o średnicy 31 cm akumuluje energię o 15% większą niż gdyby miał 30cm. Aby zaś zakumulować 2 razy więcej energii w stosunku do typowej średnicy 30cm wystarczy, aby talerz miał 35cm średnicy. Oczywiście ciężar takiego talerza rośnie wolniej, niż jego bezwładność, bo tylko z kwadratem średnicy. Jaka zatem powinna być średnica talerza?

Zwykle wynosi ona około 30 cm, bo taka jest średnica dużej płyty. Wiąże się to także z omawianą wcześniej geometrią ramienia. Przy talerzach większych może się okazać że konieczne jest zastosowanie dłuższego ramienia. Oczywiście dysponując dłuższym ramieniem warto zastosować napęd o większej średnicy talerza. Po co to wszystko ? A no po to, aby prędkość chwilowa talerza była stabilna. Jeśli nastąpi chwilowe zwiększenie oporów ciężki talerz znajdujący się w ruchu po prostu tego „nie zauważy” podobnie jak jadący czołg może „nie zauważyć” drzewa rosnącego mu na drodze. Pozostaje pytanie czy opory ruchu talerza zmieniają się ? Teoria mówi tak. Przeprowadźmy następujące rozumowanie. Wyobraźmy sobie rowek płyty, w którym nic nie jest zapisane jest on dokładnie gładki. Talerz „przeciąga” igłę przez taki rowek praktycznie nie czując oporu.

A co będzie jeśli rowek stanie się krętą serpentyną, logiczne jest, że zależnie od amplitudy tej serpentyny opory staną się większe. Na te gwałtowne skręty powinna reagować igła, ale nie powinno reagować całe ramię. Od zachowania układu talerz – płyta – wkładka – ramię w takiej sytuacji zależy odtwarzane silnych impulsów w zakresie niskich tonów. Dlatego powstają gramofony o wielkich ciężkich talerzach, ale także specyficznej konstrukcji ramiona o zwiększonej bezwładności względem pionowej osi obrotu np. Dynavector. Ramię to ma wyraźnie rozdzielone łożyskowania i jego efektywna długość oraz bezwładność jest różna w dwu płaszczyznach ruchu. Ramię jest „lekkie” dla ruchu góra- dół i „ciężkie” dla ruchu lewo-prawo.

Pozostaje do rozważenia jeszcze jedno. Stabilny ruch talerza to także brak kołysania dźwięku.

Innymi słowy brak zmian częstotliwości odczytywanego sygnału. Ucho ludzkie jest na to wrażliwe zwłaszcza w zakresie tonów średnich, łatwo to też usłyszeć (jeśli występuje) na muzyce fortepianowej. Ten pogląd to tylko częściowa prawda, ponieważ stabilność częstotliwości to tak naprawdę dokładność - współśrodkowości umieszczenia rowka na płycie.

(Do tych rozważań możemy pominąć spiralny przebieg rowka). Otóż ta dokładność zależy od współśrodkowości otworu w płycie i dokładności centralnego ułożenia jej na talerzu. Ma to w praktyce decydujący wpływ na kołysanie dźwięku. A skąd biorą się wartości w prospektach, biorą się z płyt testowych o specjalnej dokładności wykonania. Można dokładnie obliczyć jakie kołysanie spowoduje np. 0,2 mm luzu na otworze płyty w stosunku do trzpienia, na który się ją wkłada. Środek zaradczy mieści się w następującej procedurze. Po założeniu płyty na talerz należałoby ją wycentrować, czyli trzpień mocujący powinien mieć możliwość poruszania się względem osi obrotu płyty. Jak to zrealizować ? Na płytę kładzie się ramię pomiarowe, mierzy ono mimośrodowość ustawienia płyty. Wartość ta przeliczona jest na ruch dwóch silników przemieszczających płytę względem talerza, do uzyskania minimum błędu.

Takie rozwiązanie wystąpiło w praktyce w wykonaniu firmy Nakamichi i dało rezultat w postaci zejścia z kołysaniem dźwięku o rząd wielkości w stosunku do najlepszych konstrukcji konkurencji i to na KAŻDEJ płycie, nawet takiej spapranej przez wytwórnię. Można to oczywiście zmierzyć, czy można usłyszeć nie wiem. Jakie praktyczne wnioski płyną z tego rozumowania? Trzpień centrujący płytę wykonywany jest w określonej tolerancji, która ma odpowiadać standardowym rozmiarom otworu w płycie, też obciążonego jakąś tolerancją.

Jeżeli trzpień wykonany jest w dolnej granicy wymiarów to łatwo wkłada się każdą płytę i równie łatwo traci deklarowaną w danych technicznych wartość kołysania dźwięku zwłaszcza na „luźnych” płytach. Górna granica tolerancji oznacza ciasne wchodzenie płyt na trzpień, ale i zachowanie deklarowanych parametrów (z poprawką na prawidłowość wykonania płyty)

Dlatego prawdziwy audiofil powinien się raczej mocować z płytą niż wrzucać ją luźno na talerz.

W układzie talerz płyta jest też szkoła mówiąca o możliwie sztywny związaniu płyty z talerzem. Wiąże się to ze stosowaniem specjalnych podkładek (mat), bądź ich braku.

Wiąże się także ze stosowaniem obciążników „stabilizujących” płytę lub nawet oryginalnych rozwiązaniach „przysysających” płytę do talerza (Luxman) . Oczywiście jest to pomocne w przypadku płyt pofalowanych. Natomiast w przypadku płyt prostych nie jest to w praktyce już tak oczywiste. Tak czy inaczej rozumowanie preferujące „przyklejenie” płyty do talerza wyeliminowało skutecznie wszystkie rozwiązania, w których płyta podpierana była punktowo, lub

talerz zastępowany był np. układem trzech ramion zapewniających trzy punktu podparcia. Trochę szkoda bowiem znikła znaczna część projektów pięknych i pomysłowych wzorniczo.

Podsumowanie

Zawsze istnieje prosta i niezawodna metoda weryfikacji opisywanych rozwiązań i przypisywanych im ideologii. Dotyczy to zresztą nie tylko gramofonów. Nazywa się blindfold test. Oznacza, że osoba testująca słuchając porównywanych rozwiązań i nie wiedząc, które gra ma za zadanie powiedzieć: czy słyszy różnicę, i które z testowanych rozwiązań preferuje.

Taki test jest brutalny, ale skuteczny w końcu jeśli ktoś nie słyszy różnicy - to znaczy, że jej dla niego nie ma. W końcu każdy kupuje lub buduje sprzęt dla siebie, na którym on ma słuchać muzyki i to jemu ma się podobać. Innymi słowy zdanie ekspertów czy czasopism ma tu znaczenie co najwyżej pomocnicze. Dlatego polecam tę metodę jako prostą i niezawodną.

Pierwszą próbę proponuję przeprowadzić następująco.

Idziemy z wizytą do audiofila. Bierzemy jego ulubioną płytę. Pozwalamy mu na ustawienie sprzętu tak jak lubi. Siedzimy tyłem do sprzętu. Odtwarzamy płytę raz z założonym obciążnikiem „stabilizującym”, a raz bez niego. Audiofil wykrywa słuchem jego obecność. Obciążnik powinien być kosztowny markowy (wypożyczony od innego audiofila). Wynik testu zachowujemy dla siebie, aby nie obrazić goszczącego nas audiofila i zostawić sobie możliwość prowadzenia następnych testów.

Jest jeszcze jeden sposób weryfikacji rozwiązań technicznych. Gramofony, podobnie jak inne otaczające nas przedmioty, podlegają prawom fizyki. Marketing nie może tych praw unieważnić, mimo tego, że od szeregu lat próbuje, a biorąc pod uwagę zachowania klientów może też odnosić wrażenie, że odniósł pewien sukces.....

dr inż. Maciej Tułodziecki

Metryczka:

Tytuł: Zrozumieć gramofon (wersja 1.0)

Autor: dr inż Maciej Tułodziecki

Źródło: <http://www.technique.pl>

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Data publikacji: 18.11.2008