



Bartosz Nazar

m2000 (małpka) poczta.onet.pl

Polski Car Audio FAQ

ver. 0.1 beta ~ 12.11.2005

Wstęp

Witam wszystkich miłośników dobrego brzmienia w samochodzie!

Każdy z Nas przed podjęciem wyzwania potrzebuje pewnego teoretycznego wprowadzenia w temat, aby potem móc lepiej realizować swoje pomysły i aby były one bardziej przemyślane i logiczne w realizacji.

Taki jest też cel tego FAQ'a - próba przedstawienia teorii, praktyki oraz odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania z dziedziny car audio. Nie da się oczywiście opisać wszystkich możliwych do spotkania zagadnień, ale opisując ich podstawowe reguły i teorie, liczę na Waszą wyobraźnię i umiejętność połączenia tego w całość, pomagającą rozwikłać inne podobne problemy.

Uczestnicząc na różnych forach internetowych często spotykałem się z tymi samymi pytaniami i takimi samymi problemami, które nigdzie nie zostały opisane w jednym miejscu, kompleksowo, w miarę prosto, własnym językiem i po polsku. Chcąc wszystkim pomóc w wyjaśnianiu tych wątpliwości i w opisaniu popularnych zagadnień - zapraszam do zapoznania się z treścią. Uprzedzam tylko, że FAQ jest wersją rozwojową, a opis zagadnień jest subiektywny i nieodtwórczy, więc mogą się zdarzyć jakieś nieścisłości w początkowych fazach rozwojowych tego dokumentu, które jednak postaram się usunąć po Waszych komentarzach, o które proszę na adres e-mailowy z pierwszej strony :-)

Życzę w całym tym sprzętowym szaleństwie o niezapomniani o najważniejszym - słuchajmy muzyki i wykonawców, a nie sprzętu, bo to właśnie muzyka i radość jej słuchania skłania nas do tworzenia coraz to lepszych instalacji car audio.



***Prawa autorskie** - wszystkie treści zawarte w tej publikacji są własnością autora i nie mogą być przedrukowywane fragmentami lub w całości bez pisemnej jego zgody. Publikacja ta jest darmowa i może być rozpowszechniana tylko bez pobierania opłat. Wszelkie naruszenia proszę zgłaszać na adres e-mailowy.*

1. POJĘCIA PODSTAWOWE I CZĘSTO SPOTYKANE.

[A] - amper - jednostka natężenia prądu, czyli przepływu ładunku w czasie. Mówiąc potocznie "jaki prąd tam płynie" mamy na myśli natężenie.

[V] - wolt - jednostka napięcia, czyli różnicy potencjałów między dwoma punktami. Jeżeli nie ma różnicy potencjałów, to nie może płynąć żaden prąd.

[W] - wat - jednostka mocy elektrycznej, czyli wykonanej pracy w czasie, dla prądu stałego jest to iloczyn napięcia i natężenia prądu ($P=U \cdot I$). W wypadku wzmacniaczy jest to jednostka używana do określenia możliwości wydatkowania mocy i powinna mieć oznaczenie impedancji, przy której ta moc jest uzyskiwana oraz poziomu zniekształceń, przy którym ją mierzą. Przy wzmacniaczach samochodowych ważne jest też napięcie zasilania wzmacniacza przy takim pomiarze. Mówimy wtedy o mocy RMS np. przy 4 ohmach. Bez tych oznaczeń jest to wartość wirtualna, często używana przez producentów w celach marketingowych (tak jak moc muzyczna, czyli maksymalna, chwilowa).

Przy głośnikach, wartość mocy RMS oznacza moc jaką jest w stanie przyjąć dany głośnik przez dłuższy okres czasu, bez uszkodzenia mechanicznego lub termicznego (wszystko określone odpowiednimi normami). Dla tweeterów powinien być również podany sposób filtrowania jaki użyto do pomiaru - np. 50W przy HP12dB/okt 3000Hz.

Moc maksymalna to maksymalna chwilowa moc jaką jest w stanie przyjąć ów głośnik - parametr głównie marketingowy, ze względu na często zmieniany czas trwania takiej chwili. W wypadku wzmacniaczy nie podają przy tej mocy często napięcia zasilania oraz stopnia zniekształceń THD.

[Ohm] - oznaczany grecką Omega, jest jednostką rezystancji (prąd stały) lub impedancji (prąd zmienny) i definiuje opór jaki towarzyszy przepływowi prądu. Im wyższa impedancja głośnika, tym mniejszy prąd będzie przez niego płynął i dlatego przy porównywaniu subwooferów o impedancji 4 i 2 ohm, ten pierwszy będzie pobierał dwa razy mniejszy prąd ze wzmacniacza niż ten drugi, a jako że moc jest wprostproporcjonalna do natężenia prądu, to subwoofer z impedancją 2 ohm potrzebuje 2 razy więcej mocy. Obniżenie impedancji jest najprostszym sposobem na zwiększenie mocy pobieranej ze wzmacniacza przez głośnik. Trzeba tylko mieć wzmacniacz, który temu podoła i będzie stabilny przy niskich impedancjach. Muszę tutaj dodać, że niska impedancja głośnika wpływa na proporcjonalne obniżenie wartości współczynnika tłumienia we wzmacniaczu (np. 200 dla 4 ohm i 100 dla 2 ohm), a to zmniejsza nad nim kontrolę. Najczęściej występującą impedancją w car audio jest 4 ohm, która jest złotym środkiem dla mocy, kontroli i stabilności. Trzeba również pamiętać, że dla głośników jest to parametr zmienny w funkcji częstotliwości i podawana wartość 4 ohm, to wartość średnia z całego przebiegu lub wręcz z najniższej przetwarzanych tonów, gdzie są potrzebne największe prądy do poprawnej reprodukcji muzyki. Najwyższa impedancja głośnika występuje przy częstotliwości rezonansowej F_s .

[Hz] - hertz - jednostka częstotliwości czyli częstości w czasie. $1\text{Hz} = 1/\text{s}$ (raz na sekundę).

[dB] - decybel - czyli jedna dziesiąta Bela - jednostki opisującej stosunek mocy ($\text{dB}=10\log(P)$). Wyraża się nią różnicę w stosunku do jakiejś wartości referencyjnej. Np. aby uzyskać przyrost 3dB w głośności, czyli dwa razy głośniej, trzeba podwoić wartość podanej mocy. To samo

tyczy się zmniejszenia głośności, tylko że wtedy uzyskamy -3dB przy dwa razy mniejszej mocy (od referencyjnej). Dodanie np. drugiego subwoofera spowoduje wzrost ciśnienia w samochodzie o 3dB. Przyrost 6 dB to 4 razy głośniej, 9dB to 8 razy głośniej itd.

[SPL] - Sound Pressure Level - czyli głośność wyrażana w dB, ale w stosunku do 0dB (wartość referencyjna). 0dB to oczywiście całkowita cisza (lepsza niż jak makiem zasiał ;)) Tą wartość podaje się dla głośników jako skuteczność i oznacza ona głośność jaką osiągnie dany przetwornik w odległości 1m i przy 1W mocy. Jeżeli będzie to np. 90dB to przy 2W będzie to 93dB, a przy 8W będzie oczywiście już 101dB. Wartość ta bywa często zawyżana przez podawanie jej dla 2,83V czyli dla wartości przy której moc jest równa 1W dla 8 Ohm. Gdy impedancja jest niższa, rośnie również moc, czyli tak naprawdę pomiar jest np. dla 2W (4Ohm). Jak już wiemy, taka skuteczność jest zawyżona o 3dB. Głośnik ze skutecznością większą o 3dB od innego, potrzebuje 2 razy mniej mocy do uzyskania tego samego poziomu ciśnienia. To ważna sprawa przy zasilaniu głośników np. z końcówek mocy w radiu - trzeba wybierać konstrukcje o wysokiej skuteczności (np. 93dB dla systemów przednich).

[THD] - Total Harmonic Distortion - czyli suma zniekształceń harmonicznnych. Jest to miara zniekształceń (czyli odejścia od wzorcowego sygnału) podawana w procentach. Można powiedzieć, że 0.1% jest jeszcze niesłyszalne, ale wyższe wartości ludzkie ucho jest w stanie wychwycić. THD zwiększa się przy krańcach możliwości danego urządzenia i dlatego pomiar mocy maksymalnej (tzw. muzycznej) robi się przy 1% THD, a mocy ciągłej (czyli gwarantującej stabilne parametry) przy THD = 0,076%. Im niższe THD dla podawanej mocy wzmacniacza, tym bardziej restrykcyjnie podawana jest jego moc (częsta sprawa przy sprzętach z wyższej półki), która tak naprawdę jest wyższa gdyby mierzyć ją przy THD=0,076%.

[S/N] - Signal to Noise ratio - stosunek sygnału do szumu (w dB) lub inaczej odstęp sygnału od szumu. Zawsze im większy tym lepszy, bo pokazuje z jak czystym sygnałem mamy do czynienia.

Stereo separation - wartość przesłuchu międzykanałowego we wzmacniaczach. Np. przy wartości 60dB, sygnał puszczony tylko na lewym kanale, pojawi się też na prawym kanale, ale będzie o -60dB cichszy. Im większa wartość, tym lepsza separacja kanałów i można się spodziewać lepszej stereofonii, przestrzeni czy lepiej zlokalizowanych źródeł pozornych, ale to też zależy od reszty toru audio we wzmacniaczu. Za zwyczaj najlepsze wartości uzyskują konstrukcje typu Dual Mono, czyli wzmacniacze dwukanałowe, z całkowicie osobnym zasilaniem i torem audio dla każdego kanału - coś jak dwa monobloki w jednej obudowie.

Moc znamionowa RMS - jest to moc jaką dane urządzenie może wytworzyć (wzmacniacz) albo przyjąć (głośnik), w ciągłym okresie czasu, bez uszkodzeń i uchybień w dźwięku. Dla wzmacniaczy podaje się ją przy THD 0,076% i często przy dwóch napięciach: 12V dla wyłączonego silnika i 13,8V dla silnika włączonego. Ważna jest też impedancja obciążenia przy której jest robiony pomiar (patrz hasła [W] Wat i [Ohm]). Moc ta zmienia się, bo rośnie napięcie zasilania. Są również konstrukcje, które już przy niższych napięciach osiągają moc znamionową i będzie ona tak sama dla 12 i 13,8V (np. Steg, JL Slash).

Moc maksymalna (muzyczna) - jest to pewna hipotetyczna moc, którą chwilowo może wytworzyć wzmacniacz lub przyjąć głośnik, bez uszkodzenia. Długość tej "chwili" nie jest

zdefiniowana, a często też poziom THD również, także można wszystkie podawane w ten sposób moce uznać za marketing i ... pomijać.

Odpowiedź częstotliwościowa - przebieg krzywej głośności w funkcji częstotliwości. Dobrze jak w przebieg ten jest wyrównany i ma łagodny wzrost od 0-80Hz i spadek od 16-20kHz. System z takim przebiegiem będzie ogólnie w miarę neutralny i nie będzie podbijał żadnego z pasm (np. niskotonowego). Płaski przebieg tej krzywej jest uwarunkowany bardzo wieloma czynnikami typu wartości cięcia pasm na zwrotnicy, poziomy głośności danych przetworników, zakłócenia fazowe itp.

Odpowiedź impulsowa - przebieg krzywej czasu odpowiedzi w funkcji częstotliwości. Określa jak szybko głośnik "odpowie" przy danej częstotliwości. Im większa szybkość, tym dźwięk będzie bardziej wierny. Odpowiedź ta zależy od samego głośnika, ale również od typu zabudowy (zamknięta, bass reflex itd.)

Sub - subwoofer - głośnik subniskotonowy, który za zwyczaj przetwarza pasmo do około 60-80Hz. Tę o takiej częstotliwości są dla ludzkiego ucha niekierunkowe i stosunkowo ciężko jest nam określić położenie źródła dźwięku (subwoofera). Nazwa często używana też do określenia skrzynki z głośnikiem subniskotonowym.

Tuba - rurowata obudowa z kartonu lub PCV + subwoofer + czasem wzmacniacz (wtedy tuba aktywna). Charakteryzuje się niepoprawnym, dudniącym dźwiękiem, który wynika z powstawania fal stojących wewnątrz obudowy, która jest mało sztywna i ma ograniczoną pojemność. W większości wypadków są to konstrukcje bass refleks, z rurą po drugiej stronie niż głośnik, a jest to nienajlepsze rozwiązanie.

Dwudrożny - charakteryzujący się podziałem pasma na dwa osobne głośniki, np. przez zwrotnicę pasywną.

Trójdrożny - analogicznie - podział na trzy osobne głośniki (np. woofer, midrange i tweeter). Każdy głośnik przetwarza inną część pasma.

Dwu-i-półdrożny - podział pasma na dwa osobne głośniki, a dodatkowo w paśmie basowym gra jeszcze jeden woofer, często cięty poniżej 500Hz. Taki system ma lepszy bas niż system dwudrożny. Częściej spotykany w domowych konstrukcjach.

Cięty - filtrowany, obcinanie pasma przez filtr (zwrotnicę).

Koaksjalne - głośniki współosiowe, czyli takie w których umieszczono tweeter na osi głośnika niskotonowego, tworząc jeden zestaw głośników przenoszący całe pasmo. Oczywiście jakość przetwarzania jest gorsza niż w zestawie odseparowanym.

Zestaw odseparowany - jest zestawem głośników niskotonowych i wysokotonowych wraz ze zwrotnicą. Oczywiście jest to wtedy zestaw dwudrożny, ale może też być trójdrożny (będzie miał dodatkowo głośnik średniotonowy).

System - często zestaw przedni lub cały zestaw w samochodzie

Midbas, Kick - głośnik niskotonowy w drzwiach - **Woofery**. Midbas częściej używany do głośnika dobrze przetwarzającego tony niskie i średnicę, a kickbas raczej lepiej tylko tony niskie. Pasma przetwarzania mieści się za zwyczaj w granicach od 60-80Hz do 3-4 kHz dla systemu dwudrożnego lub do np. 500Hz dla trójdrożnego.

Średniak - głośnik średniotonowy, przetwarzający pasmo od ok. 300-700Hz do np. 3-6kHz.

Kickbas - pasmo dźwięku (ok. 80-200Hz) odpowiedzialne np. za uderzenia perkusji i "kopiący" bas.

Zwrotnica, zwrotka - zestaw filtrów używany do podziału lub ograniczenia pasma dźwiękowego przekazywanego dalej na głośniki. Żaden głośnik nie przetwarza dobrze całego pasma, więc trzeba pasmo dzielić na wyspecjalizowane konstrukcje dla każdego pasma (subwoofery, woofery, średniotonówki i tweety). Jest to element mający bardzo duży wpływ na brzmienie końcowe i zwiększa on możliwości całego zestawu, przez filtrowanie niekorzystnych dla różnych głośników częstotliwości. Zwiększa się przez to obciążalność mocowa danego zestawu (bo tweeter nie przetwarza basu, który by go spalił).

Rozróżniamy dwa typy zwrotnic - pasywne i aktywne. Te pierwsze opierają się na filtrach pasywnych zbudowanych z układów LC, układów linearyzacji impedancji RC oraz dopasowujących dzielników napięciowych. Te drugie to zasilane urządzenia filtrujące, często z płynną regulacją. Pasywne muszą być dokładnie dopasowane do zestawu głośników, który mają filtrować, a każda zmiana głośnika (czyli impedancji) zmieni miejsce cięcia, co doprowadzi do niepoprawnie podzielonego pasma. W zwrotnicach aktywnych impedancja może być dowolna i raz ustawione miejsce cięcia, będzie utrzymywane niezależnie od zmian w impedancji głośnika. Można pomyśleć, że aktywne są lepsze, ale niestety wprowadzają w tor dźwiękowy przesunięcia fazowe, które potrafią zburzyć porządek na scenie dźwiękowej. Projektowanie zwrotnic pasywnych to prawdziwa nauka i duża umiejętność. Efekty jednak są warte trudu i takie właśnie zwrotnice często znajdujemy w autach wygrywających zawody.

Tweety, syki, głośniki wysokotonowe - przetworniki odpowiedzialne za najwyższe rejestry słyszanego przez nas pasma akustycznego.

Wzmak - wzmacniacz

Dystans - pierścień z MDF lub stali / aluminium używany do mocowania woofera do drzwi

Panel - zabudowa drzwiowa kryjąca i usztywniająca dodatkowo dystans, często połączona z kieszenią drzwiową i w eleganckim skórzanym obiciu.

Kickpanel - panel drzwiowy z zamkniętymi komorami z tyłu. To już wyrafinowana zabudowa zamknięta, która bardzo poprawia brzmienie najniższych tonów przy odpowiednio dobranym głośniku niskotonowym (pracującym poprawnie w małych pojemnościach).

Źródło - jednostka sterująca, radioodtwarzacz - czyli źródło sygnału dźwiękowego.

Scena - miejsce pojawiania się "obrazu dźwiękowego" w systemie stereo. Wymaga poprawnej aplikacji całego systemu, dobrego wyłumienia samochodu, poprawnego okablowania itd. Temat generalnie trudny w środowisku samochodowym.

Obrazowanie - poprawne rozmieszczenie instrumentów na scenie, tak jak w oryginalnym nagraniu, które można "zobaczyć" przy poprawnie zainstalowanym systemie audio.

Źródła pozorne - lokalizacje dźwięku na scenie, które wydają się grać dokładnie z konkretnego punktu. Powstają dzięki sygnałowi stereo i opóźnieniu dźwięku z kanałów lewego i prawego. Odzworowują pozycję instrumentu podczas nagrywania lub wolę realizatora w jego umiejscowieniu na scenie muzycznej. Ich powstawanie wymaga poprawnej aplikacji systemu audio.

Sygnałówki - przewody sygnałowe (popularne chinch-chinch), inaczej interkonekty - są odpowiedzialne za przekazywanie sygnału od źródła do wzmacniacza. Powinny być dobrej jakości (ekranowane, dobry izolator, porządne wtyczki), bo wpływają słyszalnie na jakość końcowego dźwięku.

RCA - złącze typu "chinch"

Kondensator - element magazynujący ładunek elektryczny. Ładunek ten kondensator może szybko oddać i szybko przyjąć. Niweluje tętnienia w sieci elektrycznej i zmniejsza spadki napięć. Jeżeli jest to kondensator buforujący, to powinien być zamontowany w bezpośredniej bliskości wzmacniacza, aby mógł szybko oddać nagromadzony ładunek w razie dużego chwilowego poboru mocy. Gdy jest to kondensator filtrujący, to znajduje się najczęściej w zwrotnicy i pracuje jako filtr w układach LC. Najważniejszymi cechami kondensatora jest pojemność wyrażana w [F] Faradach i niska rezystancja wewnętrzna odpowiadająca za możliwość szybkiego oddania ładunku (ważna w wypadku kondensatorów buforujących).

Średnica - tony średnie, ok. 500-5000Hz

High-end - sam szczyt, najwyższa półka jakościowa - wybitne konstrukcje. Często określenie nadużywane w stosunku do konstrukcji o "tylko" wysokiej jakości lub wręcz o słabej jakości. Trzeba brać na to poprawkę.

Ciepłe brzmienie - brzmienie, w którym góra pasma jest łagodna, średnica uwypuklona, bas lekko zwolniony, ale nie wycofany. Dźwięk nie atakuje słuchacza przesadną ilością detali, ani szybkimi natarciami basu.

Zimne brzmienie - średnica neutralna, góra detaliczna, może nawet lekko ostra, dół szybki i konturowy.

Chirurgiczna góra - przejrzysta, dokładna i detaliczna, ale nie ostra - np. z tweeterów aluminiowych wyższej klasy.

Transjenty - miejsca w muzyce, w których są bardzo duże skoki dynamiczne (np. nagły duży zryw całej orkiestry podczas łagodnej gry skrzypiec).

Sybilanty - głoski syczące typu s,c,ś,ć. pewne typy tweeterów oraz całe systemy miewają czasem zapiaszczania i syczenia podczas odtwarzania tych głosek.

Współczynnik tłumienia - damping factor - D/F - parametr wzmacniacza mówiący o jego zdolności do wyhamowywania bezwładnościowego ruchu membrany. Im wyższy, tym wyższa kontrola głośnika przez wzmacniacz. Jak zmniejszamy impedancję głośnika, to współczynnik maleje, czyli najłatwiej kontrolować wzmacniaczowi np. głośniki 8 Ohm, bo D/F wzrośnie dwukrotnie w stosunku do 4 Ohm. Wysoka wartość tego parametru (>200) może wskazywać wzmacniacz, który dobrze poradzi sobie z subwooferem.

Mostek - oznacza np. zmostkowane dwa kanały wzmacniacza lub równoległe połączenie cewek w głośniku dwucewkowym

Połączenie równoległe - używane przy podłączaniu np. dwóch głośników - łączymy dwa plusy głośników z plusem wzmacniacza i dwa minusy z minusem wzmacniacza. Przy takim podłączeniu - w wypadku równych impedancji znamionowych obydwu głośników - impedancja zmniejszy się o połowę (a moc podwoi).

Połączenie szeregowe - łączymy plus wzmacniacza z plusem pierwszego głośnika, minus pierwszego głośnika z plusem drugiego głośnika i minus drugiego głośnika z minusem wzmacniacza. W wypadku równych impedancji znamionowych obydwu głośników, impedancja wzrośnie dwukrotnie (a moc zmniejszy się o połowę, ale wzrośnie D/F).

Rezonans - zjawisko pobudzenia do drgań poprzez wzbudzenie się (do częstotliwości własnej). Zjawisko to jest nieporządane, bo niekorzystnie wpływa na końcowe brzmienie (przez wzbudzenie się fal w przeciwfazie do źródła). Likwiduje je się zwiększeniem sztywności montażu oraz materiałami pochłaniającymi drgania - matami bitumicznym, pastami tłumiącymi czy różnymi włókninami (poroso, watolina itp.).

filtr HP - filtr górnoprzepustowy, który od pewnej częstotliwości granicznej puszcza pełny sygnał (częstotliwości wyższe od niej), a poniżej wielkość sygnału będzie opadać z pewnym nachyleniem.

filtr LP - filtr dolnoprzepustowy, który do pewnej częstotliwości granicznej puszcza pełny sygnał (częstotliwości wyższe od niej), a powyżej wielkość sygnału będzie opadać z pewnym nachyleniem.

filtr BP - filtr pasmowo-przepustowy, czyli ByPass, jest filtrem złożonym z filtra HP i LP, czyli puszcza tylko wycinek pasma, ograniczony na krańcach filtrami HP i LP.

filtr subsoniczny - jest to filtr górnoprzepustowy stosowany przy subwooferach, szczególnie w obudowie bass refleks. Ma duże nachylenie zbocza (za zwyczaj 24dB/okt) i częstotliwość graniczną taką samą jak Fb obudowy bass refleks, czyli w przedziale około 16-45Hz. Filtr taki zapobiega uszkodzeniom głośnika przez zbyt duże wychylenia dla najniższych częstotliwości, przy których dla skrzynki bass refleks ów głośnik nie ma z tyłu poduszki powietrznej i bardzo łatwo go uszkodzić mechanicznie.

12dB/okt - oznacza nachylenie zbocza. Oktawa to przedział między częstotliwościami o dwa razy większej, bądź dwa razy mniejszej wielkości. Np. filtr górnoprzepustowy 12dB/okt o częstotliwości granicznej 600Hz, będzie od 600Hz w górę puszczał pełne pasmo, a przy

300Hz będzie spadek o 12dB w stosunku do 600Hz, a przy 150Hz o 24dB w stosunku do 600Hz. Przypominam, że 12dB to 16 razy, czyli przy 300Hz mamy 16 razy ciszej niż przy 600Hz. Popularne zbocza to 6, 12, 18, 24 dB/okt. Omówiony opis jest przykładowy i nie zakłada różnych kształtów zboczy (współczynnik Q).

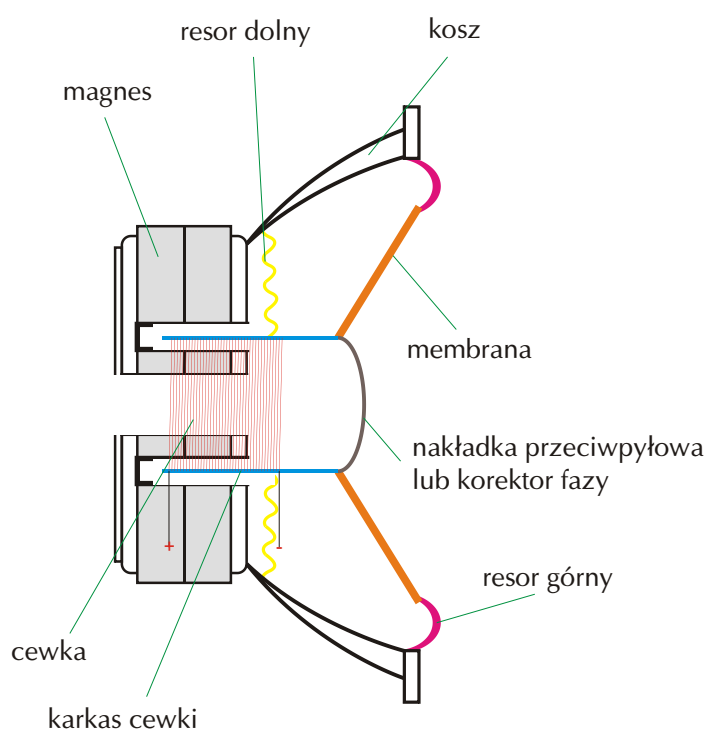
Bi-wiring - oznacza używanie osobnych kabli (o innych właściwościach) do podłączenia np. tweetera i innych do woofera. Pozwala to na idealne dopasowanie właściwości kabli do systemu.

Bi-amping - oznacza użycie osobnych końcówek mocy do napędzania głośników przetwarzających tony niskie i wysokie. Pozwala to na uzyskanie lepszej jakości, ze względu na zminimalizowanie wpływu zakłóceń pochodzących od napędzania woofera na dźwięk tweeterów. Najlepsze efekty uzyskuje się przez zastosowanie dwóch osobnych wzmacniaczy, aczkolwiek różnice są też słyszalne przy użyciu wzmacniacza czterokanałowego do napędzania odeseparowanego zestawu dwudrożnego.

2. GŁOŚNIKI

2.1 Opis i klasyfikacja głośników

Głośnik jest elementem wykonawczym całego systemu i to on przetwarza energię elektryczną na mechaniczną i dlatego nazywany jest też przetwornikiem. Ruch membrany wprowadza w drganie cząsteczki powietrza, które przekazują je coraz dalej, aż fala dotrze do naszego ucha i słyszymy dźwięk. Ich rola w całym systemie jest chyba najważniejsza i od ich możliwości będzie zależeć poprawne brzmienie całego systemu. Na głośnikach nie powinno się oszczędzać, co nie znaczy, że trzeba wydać dużo, aby cieszyć się poprawnym i sprawiającym radość dźwiękiem. Patrząc na brzmienie, to lepiej jest wydać więcej na lepszy zestaw głośników przednich niż na droższy radioodtwarzacz, bo różnice będą lepiej słyszalne.



Działanie głośników dynamicznych stożkowych i kopułkowych (podział ze względu na typ membrany) polega na poruszaniu membraną przez przymocowaną do niej z tyłu cewkę, która pracuje w polu magnetycznym magnesu stałego. Ruch ten jest oczywiście wynikiem przepływu prądu, który indukuje pole magnetyczne i w zależności od jego wartości i polaryzacji, potrafi wychylić membranę do przodu lub do tyłu o konkretną odległość. Szybkie zmiany prądu powodują szybkie drgania, które odbieramy jako dźwięk. Żeby wszystko było wycentrowane i wracało na swoje miejsce, to znajdziemy jeszcze kosz całego głośnika i dwa resory: dolny i górny. Dzięki takiej konstrukcji cewka pracuje w wąskiej szczelinie magnesu (im bliżej magnesu, tym większa siła magnetyczna takiego układu) i o niego nie zahacza.

Spotykane w samochodach głośniki dynamiczne (budowa oparta o magnes stały i ruchomą cewkę) można podzielić wg. budowy na:

- **stożkowy** - membrana wklęsła, z widoczną nakładką przeciwpylową, lub korektorem fazy, który ma za zadanie zmniejszyć zniekształcenia w przetwarzanym paśmie przy jego krańcu (roll off). Membrana jest sztywna i ma zawieszenie umożliwiające duże wychylenie. Taka konstrukcja powoduje dosyć dużą kierunkowość głośnika (dźwięk najlepiej słyszeć na wprost, a zjawisko to maleje wraz ze spadkiem częstotliwości), więc są to za zwyczaj głośniki niskotonowe lub średniotonowe.

- **kopułkowe** - membrana jest wypukła i bardzo lekka, co umożliwia jej bardzo szybkie drgania i większe rozproszenie dźwięku (mniejszą kierunkowość). Jak się można domyślić takie konstrukcje to za zwyczaj głośniki średniotonowe i wysokotonowe

Inne rzadziej spotykane w car audio typy głośników to:

- **piezoelektryczne** - są to głośniki tylko wysokotonowe, charakteryzujące się nienajlepszą kontrolą, ale niską ceną. Zasada działania jest prosta i polega na rozszerzaniu się i kurczeniu piezoelektryka, gdy przepływa przez niego prąd zmienny. Nie będziemy zajmować się tym typem przetworników, ze względu na obiektywnie niską jakość przetwarzanego pasma, które dodatkowo jest wąskie nie nadaje się tak naprawdę do systemów dwudrożnych.

- **elektrostaty i wstęgowe** - są to głośniki wysokotonowe (od 5kHz) używane raczej w drogich systemach trójdrożnych, głównie w sprzętach domowych, ale nie tylko. Jako membrana pracuje w nich cieniutka folia metalowa lub inny materiał z napyłoną ścieżką metalową, przez którą płynie prąd. Membrana ta znajduje się w polu magnetycznym magnesu i przy przepływie prądu wygina się albo do przodu, albo do tyłu i przez to drga wytwarzając dźwięk. Nie będziemy się nimi również zajmować, ze względu na cenę, sporadyczność i specyfikę instalacji.

Głośniki można również podzielić ze względu na przetwarzane pasmo i wielkość:

- **subwoofery** - głośniki subniskotonowe, wymagające zabudowy w skrzynki (oprócz typu FreeAir), pasmo ich przenoszenia mieści się w granicach 20Hz - 150Hz. Głośniki te pracują w często w dużym zakresie wychyleń. Najczęściej spotykane rozmiary to 25cm (10"), 20cm (8"), 30cm (12"), i rzadziej 38cm (15"), 16cm (6.5").

- **woofery** - głośniki niskotonowe lub średnioniskotonowe, najczęściej montowane w drzwi lub ewentualnie w podszybie, warunkowo w tylną półkę. Generalnie są przystosowane do montażu bez zabudowy, co nie znaczy, że do tapicerki -> patrz rozdział o instalacji. Pasma przenoszenia zamyka się najczęściej w granicach 70-3500 Hz. Najczęstsze rozmiary to 165mm (6,5"), 130mm (5"), 100mm (4"), ale również 200mm (8").

- **midrange** - głośniki średniotonowe, pracujące za zwyczaj w zamkniętych komorach o małym litrażu, ale nie zawsze jest to konieczne. Pasma przenoszenia mieści się w granicach 300-6000Hz i mają mniejsze wychylenia membrany oraz inne parametry fizyczne niż woofery przez co nie mogą być między sobą zamieniane. Spotykane są za równo konstrukcje stożkowe jak i kopułkowe. Przedstawiciele znajdziemy w rozmiarach : 100mm (4"), 80mm, 2.5", 38mm lub podobne.

- **tweetyry** - głośniki wysokotonowe, kopułkowe, używane do pokrycia pasma od np. 2kHz w górę. Głośniki te nie wymagają żadnych komór, bo albo ich nie potrzebują, albo konstrukcyjnie już takie mają (wtedy są to głośniki np. głębokości 40mm). Najczęstsze rozmiary to 30mm, 28mm, 25mm, 20mm, 19mm, 18mm, 15mm.

Głośniki można też poselekcjonować ze względu na rodzaj użytego materiału do budowy membrany:

Prasowany papier impregnowany, polipropylen, aluminium, magnez, kewlar, włókno węglowe, włókno szklane, jedwab impregnowany, tytan czy hybrydy ze sztucznych włókien typu Tetolon (Hertz). Generalnie w zależności od sztywności i wagi danego materiału należy się spodziewać brzmienia szybkiego, dokładnego, może trochę ostrego przy lekkich i sztywnych membranach (np. magnez, aluminium, kewlar), a przy konstrukcjach bardziej wiotkich (np. papier, jedwab) brzmienie będzie mniej konturowe, wolniejsze, ale łagodniejsze - cieplejsze. Takie szufladkowanie jest dosyć ogólnikowe i nie oznacza, że nie ma ostrych jedwabnych tweeterów.

Sama membrana to oczywiście nie wszystko, bo liczy się też reszta konstrukcji i jej parametry. Trzeba znaleźć złoty środek, ale to zależy od konkretnych upodobań brzmieniowych i żadnej podpowiedzi tutaj nie będzie, bo nie ma lepszego doradcy niż odsłuch porównawczy kilku rozwiązań. Zestaw montujemy przecież dla siebie i to nie opinia kolegi czy sędziego powinna liczyć się najbardziej, tylko nasze własne zadowolenie z brzmienia. Apeluję też o nieocenianie głośników po wyglądzie, bo można bardzo się zadziwić brzmieniem nawet teoretycznie prozaicznych konstrukcji - tak jak zawieść nawet najlepiej skonstruowanym monstrualnym subwooferem itd.

2.2 Parametry głośników (Thielego - Smalla)

Są to parametry opisujące fizyczne i elektryczne właściwości danego przetwornika. Na ich podstawie można zasymulować i wyliczyć optymalne warunki pracy, obliczyć pojemności skrzynek, zobaczyć symulację odpowiedzi częstotliwościowej i impulsowej itd. Znając je można bardzo wiele powiedzieć o danym przetworniku i jego przydatności do konkretnej zabudowy.

Na te parametry m.in. składają się:

F_s - częstotliwość rezonansowa w wolnym polu, czyli bez obecności fali pochodzącej od tylnej strony membrany. Można powiedzieć, że im niższa, tym głośnik ma większe możliwości zapuszczania się niskie rejestry. Przy tej częstotliwości głośnik ma najwyższą impedancję.

V_{as} - tzw. pojemność zastępcza opisująca objętość powietrza zgromadzonego w skrzynce, które ma tą samą sprężystość co sama membrana z resorami. Druga definicja opisuje, iż jest to pojemność obudowy zamkniętej zwiększającej częstotliwość rezonansową 1,42 razy.

Q_{ms} - dobroć mechaniczna głośnika (odwrotność tłumienia) przy częstotliwości rezonansowej

Q_{es} - dobroć elektryczna (odwrotność tłumienia elektrycznego wywołanego indukującym się prądem w cewce poruszającego się głośnika), wartość dla częstotliwości rezonansowej

Q_{ts} - dobroć wypadkowa w otwartym powietrzu (odwrotność sumarycznego tłumienia mechanicznego i elektrycznego głośnika bez obudowy). Dobroć ta jest uzyskiwana ze wzoru: $Q_{ts} = (Q_{ms} * Q_{es}) / (Q_{ms} + Q_{es})$.

C_{ms} - parametr opisujący sztywność głośnika (membrany z resorem) w m/N (jak głęboko się wciśnie przy danej sile).

M_{ms} - masa elementów drgających (łącznie z powietrzem)

R_{ms} - opisuje opory mechaniczne głośnika (w kg/s)

D - średnica membrany (efektywna - z połową zawieszenia)

S_d - powierzchnia tejże efektywnej membrany

X_{max} - maksymalne wychylenie membrany (często podawane peak-to-peak, czyli zawyżane)

R_e - rezystancja cewki (prąd stały)

B - gęstość magnetyczna w szczelinie magnesu (w Teslach)

Bl - siła elektromagnetyczna, czyli siła jaką uzyskamy przy danym natężeniu pola (T/m)

L_e - indukacja głośnika w miliHenrach

P_e - moc elektryczna głośnika

P_a - moc akustyczna

SPL - skuteczność przy dostarczeniu 1W w odległości 1m - patrz opis w punkcie 1.1

Głośnik w zabudowie "zyskuje" kolejnych kilka parametrów:

Fc - częstotliwość rezonansowa dla skrzynki zamkniętej

Fb - częstotliwość rezonansowa dla skrzynki bass reflex

F3 - częstotliwość dla spadku odpowiedzi o -3dB

Do tych parametrów dochodzą:

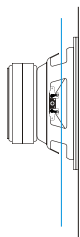
Moc znamionowa RMS - jest to moc jaką dany głośnik może przyjąć ciągłym okresie czasu, bez uszkodzeń mechanicznych, termicznych i uchybień w dźwięku. Patrz opisy w rozdziale nr 1 dla [W], [Ohm], Moc znamionowa RMS

Moc maksymalna (muzyczna) - jest to pewna hipotetyczna moc, którą chwilowo może przyjąć głośnik, bez uszkodzenia. Długość tej "chwili" nie jest zdefiniowana, a często też poziom THD również, także można wszystkie podawane w ten sposób moce uznać za marketing.

Pasmo przenoszenia - określa zakres poprawnie przetwarzanego pasma. Generalnie im szerszy tym lepszy, ale trzeba zwrócić uwagę przy jakim zejściu (np. -3dB lub -10dB). Im zakres szerszy przy mniejszym zejściu (np. -3dB) tym lepiej. Producenci często oszukują klientów w tym miejscu podając zakresy przy dużo niższych zejściach (tolerancji).

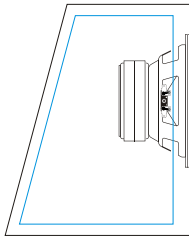
3. POPULARNE OBUDOWY DO GŁOŚNIKÓW SPOTYKANE W CAR AUDIO

3.1 Brak obudowy - obudowa FreeAir.



Zabudowa FreeAir polega na zamocowaniu głośnika np. w sztywnej tylnej półce. Taki głośnik nie ma poduszki powietrznej za sobą i zawieszenie musi być bardzo sztywne, aby było odporne na uszkodzenia. Przez to traci na właściwościach brzmieniowych, a dodatkowo fala pochodząca z tylnej części membrany łatwo znosi się z falą z przodu membrany, przez co tracimy na ciśnieniu i jakości. Zabudowa taka jest nieodporna na duże moce (łatwo uszkodzić głośnik). Głośniki do takiej zabudowy mają wysokie Qts (np. 0,80 lub więcej) i będą pewnie droższe od głośników do zabudów zamkniętych ze względu na użycie mocnego zawieszenia. Zaletą takiej zabudowy jest tylko brak potrzeby budowania skrzynki. Nie polecam ze względów brzmieniowych oraz z powodu braku dużego ciśnienia w najniższych rejestrach.

3.2 Obudowa zamknięta (closed)



Obudowa ta jest sztywną i szczelną zamkniętą skrzynką do której mocowany jest głośnik. Owa sztywność i szczelność jest bardzo ważna dla brzmienia takiej zabudowy. W środku powstaje poduszka powietrzna, która mocno ogranicza ruch membrany i ułatwia wzmacniaczowi kontrolę takiego głośnika. Skrzynki takie budujemy z MDF - a nie płyty wiórowej - ze względu na niższą częstotliwość rezonansową MDF na poziomie 14Hz, a nie np. 300Hz przy płycie wiórowej (to jest słyszalne). Sztywność MDFu jest też lepsza niż płyty wiórowej.

Dobrym krokiem jest zrobienie tylnej ścianki pochyłej - w okolicach 75 stopni. Pozwoli to na zredukowanie powstawania fal stojących i rezonansów wewnątrz, a dodatkowo lepiej się dopasuje do tylnej kanapy w przypadku przewożenia skrzynki w bagażniku. Jeszcze lepszym pomysłem jest zrobienie dwóch pochyłych ścianek i podwójnej przedniej ścianki wraz z przewidywanym wewnętrznym szkieletem w celu usztywnienia i wyeliminowania drgań. Jest to na tyle wpływające na brzmienie (zwłaszcza mocnych subwooferów), że warto się trochę pomęczyć i wykosztować.

Obudowę zamkniętą należy wytłumić np. watoliną albo lepiej wełną owczą, a najlepiej kilkoma rodzajami materiałów. Spowoduje to zmniejszenie niekorzystnych odbić wewnątrz skrzynki oraz spowolni odbitą falę. Najlepiej taką wełnę umieszczać około 1cm od ścianek, czyli luźno. Bas stanie się bardziej kontrolowany, ale gdy za dużo będzie wytłumienia to może się "zamulić". Trzeba poeksperymentować.

Im mniejsza pojemność takiej skrzynki, tym większa odporność na uszkodzenie głośnika, mniejsza liniowość (podbijanie pasma) i gorsze "zejście", czyli wyższa częstotliwość przy której głośnik ma -10dB w stosunku do maksymalnego punktu. Głośnik zagra ciszej przy niższych częstotliwościach i może zacząć pukać, więc nie można przesadzić ze zbyt małą pojemnością.

Im większa pojemność tym głośnik ma większe wychyły, mniejszą kontrolę i mniejszą ochronę na uszkodzenie. Polepsza się zejście i odpowiedź częstotliwościowa wraz z impulsową. Przy dalszym zwiększaniu pojemności bas stanie się mniej sprężysty i bardziej pociągły, z dużą domeną najniższych częstotliwości - brzmienie nie będzie przyjemne. Trzeba znaleźć złoty środek - np. za pomocą wyliczeń.

Obudowa zamknięta jest ogólnie najlepsza pod względem odporności na uszkodzenie głośnika oraz wybacza najwięcej błędów przy dobieraniu pojemności. Dla nieznanego głośnika można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć pojemność skrzynki równą jego średnicy (25cm = 25l) i dużo się nie pomylimy przy budowie skrzynki zamkniętej.

Optimum dla takich skrzynek to Q_{tc} 0,707 (amplituda jest maksymalnie liniowa, głośnik ma dobre zejście, a skrzynka nie jest zbyt duża) ale można zejść do 0,6 a nawet 0,5 (nie niżej). Nie będzie też błędem Q_{tc} w okolicach 0,8 czy 0,9, ale stracimy na niskim zejściu.

Q_{tc} wyliczymy znając zależność: $V_{skrzyнки} = V_{as} / [(Q_{tc}/Q_{ts})^2 - 1]$, czyli:

$Q_{tc} = Q_{ts} * \sqrt{V_{as}/V_{skrzyнки} + 1}$ sqrt - pierwiastek kwadratowy.

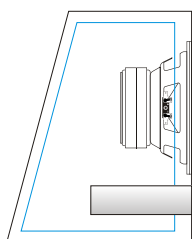
Pomoże nam w tym np. program WinISD, BassBox, BoxCalc i inne, ale wystarczy też ten wzór i kalkulator.

Głośniki do takich zabudów powinny mieć Q_{ts} około 0,4 - 0,5 ale może też być trochę mniej, bo granice są tutaj bardzo płynne i często można spotkać dobrze grające głośniki w niestandardowych dla siebie zabudowach.

Warto też sprawdzić stosunek F_s / Q_{ts} - jeżeli będzie w granicach 40-80 (najlepiej 50), to jest to głośnik jak najbardziej przewidziany do skrzyni zamkniętej. Wynik w tych granicach jednak nie kwalifikuje go tylko do takiej zabudowy. Potwierdza jedynie słuszność użycia obudowy zamkniętej.

Obudowa zamknięta będzie najwierniej odtwarzać pasmo (najbardziej liniowo - bez podbić), potrzebuje mniejszej pojemności od np. bass reflexu, wymaga mniej obliczeń, świetnie znosi duże moce, ma bardzo dobrą odpowiedź impulsową i wybacza błędy projektowe. Z wad podam niezbyt duże ciśnienie (w porównaniu np. do band-pass'u), większe zakłócenia w wyższych partiach basu niż np. w bass reflexie i jako bardziej ciekawostkę - małą wymianę ciepła, co może być problemem przy subwooferach do wytwarzania dużych ciśnień.

3.3 Obudowa Bass Reflex (obudowa wentylowana - vented)



Jej budowa jest podobna zamkniętej, z tą różnicą, iż dodajemy tzw. port, czyli rurkę o konkretnej średnicy i długości, od której zależy częstotliwość strojenia (podbicia - F_b). Wielkość skrzynki, długość i średnicę rurki wyliczymy najprościej programami typu WinISD. Rurkę można też zastąpić konkretnej wielkości otworem (np. podłużnym) wyciętym w obudowie. Przy skracaniu rurki podwyższamy F_b , przy wydłużaniu obniżamy F_b (częstotliwość strojenia).

Przy zmniejszaniu skrzynki zmniejszamy ogólne ciśnienie, tak jak i zejście, ale zwiększamy precyzję, czyli tak jak w obudowie zamkniętej.

Przyjmuje się również zasadę, iż objętość skrzynki nie powinna być większa niż V_{as} głośnika.

Przy zmniejszaniu przekroju rurki, możemy ją też skrócić, ale zwiększa się wtedy prędkość przepływu powietrza przez rurkę, co zwyczajnie może być słychać. Jest też zasada mówiąca o nieużywaniu rurek o mniejszym przekroju niż 1/3 średnicy użytego głośnika.

Skrzynka bass reflex najlepiej brzmi jak port ma wyjście na ścianie na której jest głośnik, gorzej jak port jest pod kątem 90 stopni do głośnika, a najgorzej jak jest na ścianie z tyłu za głośnikiem. Wynika to z lepszego sumowania się ciśnienia z portu i pochodzącego od membrany. Jak rurka jest z tyłu, to energie te mogą się nawet znosić.

Jako regułę powinno się montować rurki o łagodnych zakończeniach, żeby powietrze nie wpadało w słyszalne turbulencje. Polecam eksperymenty na modelu w programach typu WinISD.

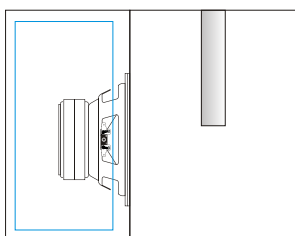
Przez tą rurkę przy i poniżej częstotliwości F_b wydobywa się energia z tylnej części membrany, a z samej membrany normalna fala od przedniej jej części. Przez to takie rozwiązanie pozwala na podbicie w stosunku do skrzynki zamkniętej w granicach +3 do +4dB. Tracimy na odpowiedzi impulsowej, więc dźwięk trochę się wlecze i może nienadążać za przednim zestawem, co często niestety słychać jako opóźniony bas z tyłu samochodu.

Przyjmuje się zasadę, iż za końcem rury w środku powinno być co najmniej tyle pustego miejsca ile średnicy ma rurka, ale lepiej jak będzie więcej. Obudowy takiej raczej się nie wytumia wełną czy watoliną, bo może stracić brzmienie, ale nie ma nic lepszego niż eksperymenty (za rurką w takim wypadku powinno zostać miejsce niewytłumione).

Z zalet dodam lepszą jakość wyższych rejestrów basu niż w skrzynce zamkniętej, większą potęgę basu (choć nie zawsze jest to potrzebne) czy lepsze chłodzenie głośnika. Wadą będzie na pewno trudność dobrego wykonania / policzenia, większa skrzynka, a każdy błąd może spowodować, że skrzynka będzie dudnić i buczeć zamiast grać. Trzeba też pamiętać, że głośnik poniżej częstotliwości strojenia (F_b) np. 40Hz nie ma za sobą poduszki powietrznej (bo powietrze wydostaje się wtedy przez rurkę) i jest bardzo narażony na uszkodzenia. W wypadku takich skrzynek zalecam używanie filtra subsonicznego o nachyleniu zbocza np. 24dB/Okt od częstotliwości F_b .

Głośniki do takiej zabudowy mają Q_{ts} w okolicach 0,25 - 0,4, ale jest też trochę tolerancji. Stosunek F_s / Q_{ts} będzie w granicach 80-120 (najpewniej 100). Oczywiście jest to tylko potwierdzenie poprawnego wyboru skrzynki typu bass reflex do tego głośnika, ale nie jedyna możliwość.

3.4 Obudowa Band-pass (pasmowo-przepustowa)



Zajmę się tutaj najczęściej spotykanym band-pass'em **czwartego rzędu**, z jednym portem.

Obudowa taka jak sama nazwa wskazuje przetwarza tylko małą część pasma, ale za to z dużym ciśnieniem. Głośnik w takiej zabudowie jest odporny na uszkodzenia, gdyż pracuje w komorze zamkniętej, a dopiero przed nim jest druga komora z portem. Jest to zatem

rozwiązanie bardziej odporne mocowo od bass-reflexu. Produkuje też znacznie większe ciśnienie, ale zawężenie pasma i właśnie to duże podbicie raczej eliminuje użycie tej zabudowy w projektach jakościowych. Praktycznie żaden przedni system nie dorówna ciśnieniu takiego subwoofera.

Obudowa taka ma jednak kilka zalet: w samochodach typu sedan port można wprowadzić bezpośrednio do kabiny co mocno poprawi ciśnienie w niskich rejestrach, głośnik w takiej zabudowie jest zabezpieczony przed uszkodzeniem mechanicznym od przedmiotów z bagażnika (bo membrana jest schowana), a całość produkuje naprawdę potężny bas.

Wadami będzie z pewnością duża trudność zabudowy i mała tolerancja na błędy. Głośnik jest również schowany i filtrowany (przez port), co uniemożliwia w praktyce usłyszenie przesterowania, a to z kolei może prowadzić do uszkodzenia głośnika. Wentylacja cewki też nie jest najlepsza, bo taka sama jak w skrzyni zamkniętej. Odpowiedź impulsowa jest powolna, a obudowy bywają tak wielkie, że mogą zająć cały bagażnik...

Głośniki do takiej zabudowy mają takie same Q_{ts} jak te, które nadają się do bass reflexu, czyli 0,3 - 0,4 z pewną tolerancją. Stosunek F_s / Q_{ts} powinien mieścić się w granicach 50-100, najlepiej około 60. Oczywiście jest to tylko potwierdzenie słuszności wyboru skrzynki band-pass do danego głośnika, a nie jego jedyna słuszna zabudowa.

Do wyliczenia optymalnych pojemności komór i długości portu polecam np. WinISD, w którym znajdziemy też wyliczenia dla obudów band-pass innych rzędów, czyli np. komora środkowa to nie skrzynka zamknięta tylko skrzynka bass reflex. Obudowa, która zaprezentowałem będzie miała raczej najlepsze własności brzmieniowe, choć jeszcze nie najlepsze ciśnienie w stosunku do innych band-pass'ów (np. szóstego rzędu).

3.5 Ogólne zasady budowy skrzynek z MDF

Skrzynki powinno budować się z MDF, a nie płyty wiórowej ze względu na niższą częstotliwość rezonansową MDF'u oraz na większą sztywność. Płyty 20mm lub większe będą się do tego nadawały.

Sztywność skrzynek to podstawa, więc podwójna przednia ścianka, czy przewiewny szkielet wewnętrzny (którego objętość trzeba odjąć od litrażu skrzynek) to zalety.

W wypadku skrzyni zamkniętej oraz wewnętrznej komory w skrzyni band-pass, szczelność to podstawa poprawnego grania. Skrzynię należy skleić, skręcić, a następnie uszczelnić od środka np. silikonem i nie montować od razu głośnika, bo opary niektórych silikonów potrafią zniszczyć zwieszenie głośnika. Jak wyschnie, to można montować. Litraże, które wyliczamy to litraże netto, czyli to objętość w środku skrzynki. Do tego litrażu należy dodać objętość zabieraną przez kosz i magnes głośnika, w zależności od wielkości głośnika (np. około 2.5 litra dla subwoofera 10"). Odejmuje się też ewentualny wewnętrzny stelaż.

Skrzynia z pochyłymi ściankami redukuje powstawanie szkodliwych fal stojących i poprawia brzmienie, przez zmniejszenie odbitej fali padającej na tylną ściankę membrany. Dwie pochyłe ścianki jeszcze bardziej zminimalizują te zjawiska.

Tylna ścianka za membraną nie może być zbyt blisko (ustalmy że nie mniej niż np. ok. 10-15 cm). Zbyt bliska tylna ścianka będzie bardzo wpływać na pracę głośnika i zapewne spowoduje rezonanse i znoszenie się fali wytwarzanej przez przednią część membrany z jej tylną częścią. Brzmienie na tym straci.

Dodając wytłumienie w skrzyni zamkniętej, zwiększamy jakby pojemność "widzianą" przez głośnik. Nie są to duże wahania, ale można to usłyszeć. Za samym głośnikiem zostawmy trochę miejsca do "oddychania", ale należy najlepiej wytłumić ściankę przeciwległą do membrany. Za duże wytłumienie może zamulić dźwięk - trzeba poeksperymentować i znaleźć złoty środek. Używamy do tego watoliny (wełny mineralnej), wełny owczej, ale nie wełny szklanej, bo jest ona bardzo szkodliwa dla zdrowia (osadza się w płucach).

Porty w skrzynce bass reflex powinny mieć łagodne krawędzie na końcach i z tyłu portu ścianka nie powinna być wytłumiana. Port nie powinien być bliżej żadnej ze ścianek, ani głośnika niż wynosi jego średnica.

3.6 Bezpieczeństwo!

Skrzynkę subwoofera należy bezapelacyjnie na sztywno przymocować do nadwozia, najlepiej na jednej ze stron bagażnika mocnymi pasami ściągającymi lub mocnymi przykręconymi do skrzynki i nadwozia łapami. Tak duży i ciężki obiekt potrafi przy zderzeniu samochodu przelecieć przez tylną kanapę i zabić pasażerów na przednich fotelach. Nie można tego bagatelizować. To samo tyczy się mocowania wzmacniacza czy ewentualnej skrzynki narzędziowej.

4. PRZEWODY

Przewody w samochodzie służą do przekazania sygnału / prądu na daną odległość.

Zadbanie o dobrą "instalację kablową" będzie skutkowało samymi plusami i poprawi jakość w stosunku do jakichkolwiek fabrycznych instalacji. Dodatkowo trzeba spełnić nieprzekraczalne wymogi obciążenia przewodów prądowych zbyt dużym prądem, aby nie doprowadzić do pożaru.

4.1 Instalacja prądowa

Składa się ona ze źródła prądu, przewodów, bezpieczników, rozetek i ew. kondensatora.

Jako źródło prądu przy niepracującym silniku występuje akumulator.

Dostarcza on prąd stały o napięciu około 12V. Przy pracującym silniku w sieci elektrycznej samochodu powinno być 13,8V i to alternator jest wtedy głównym źródłem prądu, bo ma wyższe napięcie od akumulatora.

Podstawą przy pracy z prądem jest praca na odłączonym akumulatorze. Zetknięcie przewodu podłączonego pod +12V do blachy auta może spowoduje efekt podobny do spawania i może wywołać pożar. Odłączamy od akumulatora zawsze pierwszy minus, bo gdybyśmy najpierw odkręcili plus, to dotknięcie kluczem do karoserii spowoduje zwarcie. Po odłączeniu minusa

plus może dotknąć karoserii i nic się nie stanie. Podłączając akumulator podłączamy pierwszy plus, a dopiero potem minus z wyżej opisanych powodów.

Do zasilania potrzebny będzie odpowiedni przekrój kabla. Zależy będzie od pobieranego prądu i odległości do wzmacniacza. Poniższa tabelka przedstawia dopuszczalne minimalne przekroje przewodów zasilających dla maksymalnych poborów prądu i odległości wzmacniacza od akumulatora czy rozety. Uwzględnia ona maksymalne spadki 0,5V na obydwu kablach na raz, przy prowadzeniu dwóch przewodów (plusa i minusa) od akumulatora oraz nieprzekracza dopuszczalnych prądów dla przewodu o wybranym przekroju.

Prąd Długość	20A	40A	60A	80A	100A	150A
1m	8mm ²	12mm ²	16mm ²	20mm ²	25mm ²	50mm ²
2m	8mm ²	12mm ²	16mm ²	20mm ²	25mm ²	50mm ²
3m	8mm ²	12mm ²	16mm ²	20mm ²	25mm ²	50mm ²
4m	8mm ²	12mm ²	16mm ²	25mm ²	35mm ²	50mm ²
5m	8mm ²	16mm ²	20mm ²	35mm ²	35mm ²	50mm ²
6m	8mm ²	16mm ²	25mm ²	35mm ²	50mm ²	70mm ²

Można dać oczywiście większe przekroje - to niczym złym nie grozi.

Za mały przekrój może spowodować spalenie się kabla i ewentualny pożar.

Przewód plusowy i minusowy MUSI być tego samego przekroju, bo przez nie płynie ten sam prąd!

Przewody jak się da, to kupmy w kolorach czerwonym i czarnym dla rozróżnienia.

Polecam oczywiście przewody skręcane - miękkie linki, a nie druty, które ciężko ułożyć.

Poprawnie jest pociągnąć plus i minus od akumulatora, ale dopuszczalne jest też pociągnięcie minusa z karoserii. Przy nowych autkach nie będzie problemu, ale trzeba mieć świadomość, iż przy takim podłączeniu możemy "łapać zakłócenia" i powodować w ekstremalnych przypadkach wadliwą pracę innych urządzeń elektronicznych w pojeździe. Można też spowodować uszkodzenie np. radioodtwarzacza (ekstremalny przypadek), gdyż powstanie różnica potencjałów między zasilaniem radia i wzmacniacza. Najbezpieczniej jest brać zasilanie z jednego punktu dla wszystkich urządzeń.

Na przewodzie plusowym - w odległości nie więcej niż 30cm od klemy akumulatora - montujemy bezpiecznik prądowy w oprawce. Jego wartość nie może być większa niż suma zabezpieczeń z urządzeń, które będzie zasilał, oraz nie może być większa niż dopuszczalny

prąd na przewodzie zasilającym. Np. przy zasilaniu wzmacniacza, który ma bezpiecznik 50A, poprawnie jest dać bezpiecznik 40A na przewodzie plusowym przy akumulatorze. Zawsze jest to lepsze niż dać za dużą wartość bezpiecznika, co grozi spalaniem przewodu lub urządzeń.

Instalacja przewodów bez bezpieczników jest NIEDOPUSZCZALNA!

Jeżeli będziemy zasilac więcej niż jedno urządzenie, to doprowadzamy prąd do rozetki z bezpiecznikami, których suma zabezpieczeń powinna być równa głównemu bezpiecznikowi na kablu plusowym. Przewody za rozetką muszą być zdolne przekazać prądy, które będą pobierały urządzenia przez nie podłączone.

Przewody ciągniemy najlepiej stroną samochodu po której jest akumulator, ale to nie jest przymus.

Wszędzie warto prowadzić przewody w peszelach i zabezpieczać rurkami termokurczliwymi.

Końcówki przewodów zaopatrujemy w widełki i oczka, które warto polutować. Absolutnie nigdzie nie może być odkrytego przewodu plusowego, bo grozi to... pożarem. Dopiero po podłączeniu przewodów i rozetek do wzmacniacza można podłączyć akumulator i bacznie obserwować, czy gdzieś nie ma iskrzenia czy dymu. Jak strzela bezpiecznik, to trzeba dokładnie prześledzić instalację i znaleźć przyczynę zwarcia.

Nigdy nie wolno zastępować przepalonego bezpiecznika większym, żeby zapobiec ponownemu przepaleniu!

4.2 Instalacja kondensatora buforującego

Kondensator jest w instalacji elektrycznej elementem buforującym. Oznacza to, iż gdy jest spadek napięcia, a kondensator dysponuje ładunkiem o wyższym napięciu od tego aktualnie panującego w sieci, to ten ładunek zostanie oddany, co powinno zapobiec spadkowi, a więc zmniejszy tętnienie w sieci.

Takie tętnienia występują z dwóch powodów:

- za małe średnice przewodów prądowych
- za duży pobór prądu w stosunku do (aktualnej) wydajności źródła

W pierwszym przypadku należy powiększyć przekroje przewodów, bo taka sytuacja grozi spalaniem instalacji, nawet z kondensatorem. Należy zadbać o poprawne przekroje kabli zanim zdecydujemy się na kondensator.

W drugim przypadku kondensator złagodzi skutki i tutaj znajdzie swoje zastosowanie.

Przy kondensatorze bez elektroniki ładującej ZAWSZE trzeba przed podłączeniem naładować go przez opornik, czy ostatecznie żaróweczkę (podłączoną szeregowo). Niezastosowanie się do tego grozi wybuchem kondensatora lub potężnym iskrzeniem i pożarem. Zwracam szczególną uwagę na kondensatory z elektronicznym woltomierzem, bo

nie zawsze posiadają one elektronikę ładującą.

Kondensator z prawdziwą elektroniką ładującą można podłączyć do rozetki (po odłączeniu minusa i plusa od akumulatora) i naładuje się on sam. Takie urządzenie jest znacznie lepsze i działa tylko wtedy gdy jest potrzebne. Warto dopłacić za tak bezpieczne urządzenie.

Oczywiście kondensator instalujemy w bezpośredniej bliskości wzmacniacza (np. 30cm), podłączając logicznie plus do plusa z zasilania i minus do minusa z zasilania. Wcześniej tak jak napisałem kondensator bez elektroniki MUSI być naładowany.

W wypadku posiadania np. dwóch wzmacniaczy, jeden kondensator będzie buforował obydwa urządzenia, gdyż są one równolegle podłączone do sieci elektrycznej samochodu.

Przyjmuje się, że kondensator 0,5F wystarcza na buforowanie wzmacniacza 500W RMS. Jest to wartość przybliżona i większy kondensator prawdopodobnie jeszcze lepiej sprawdzi się w tej roli.

4.3 Instalacja sygnałowa

Instalacja ta jest odpowiedzialna za doprowadzenie sygnału ze źródła do wzmacniacza(y). Nie występuje ona gdy nie ma wzmacniacza.

Kabel sygnałowy to kabel chinch-chinch. Najlepiej jakby był np. podwójnie ekranowany, z dobrym izolatorem i złoconymi, skręcanymi końcówkami. Pozwoli to na jak najlepsze przekazanie sygnału do wzmacniacza. Mogą być potrzebne dwa takie kable np. jeszcze do sterowania subwooferem. Tanie przewody też "zagrają", ale nie ręczę za brak zakłóceń i pełnie przekazanego sygnału. Poza tym tanie przewody potrafią wyostrzać dźwięk na górze pasma i zmniejszać stereofonię, ale zostawiam to pod Wasz osąd. Sam proponuję rozważę, ale nie sknerostwo ;)

Całe zagadnienie polega na "położeniu" kabli sygnałowych w oddaleniu od kabli prądowych i głośnikowych ze względu na możliwość zaindukowania się prądów, przez co wprowadzone zostaną zakłócenia. Proponuję np. kable prądowe poprowadzić lewym progiem, sygnałowe i kabel remote środkiem, a głośnikowe prawym progiem. Kabel remote to niebieski przewód z kostki radia. Czasem opisany jest jako "antena". Pojawia się na nim +12V po włączeniu radia i na to napięcie reaguje wzmacniacz włączając się.

Najlepiej jest zabezpieczyć końcówki przy radiu, aby nie dotykały nigdzie masy, bo może to źle wpływać na jakość dźwięku.

Jeżeli chcecie zapytać o jakość kabli i różnice między nimi, to owszem - można je wychwycić, ale w środowisku takim jak wnętrze samochodu raczej nie ma się o co bić, bo szum powietrza, czy wody spod kół jest większym problemem i lepiej wydać kilkaset złotych na podstawowe wyłumienie autka przed hałasem niż na interkonekt z czystego srebra. Efekt będzie dużo lepszy. Powtórzę jednak, że nie należy zbyt oszczędzać, bo dobre wtyki, izolator i ekranowanie jest bardzo przydatne i korzystnie wpływa na brzmienie (stereofonia).

4.4 Instalacja kabli głośnikowych.

Przewody te przekazują prąd do głośników i delikatny wpływ na brzmienie (szacuję na 5% ;)). Najważniejsze są przekroje i tak 1,5mm² do tweeterów, 2,5mm² do wooferów i zwrotnic oraz 6mm² do subwooferów wystarczy w 90% instalacji.

Przewody proponuję conajmniej OFC (miedź beztlenowa), splatane z wielu malutkich drucików. Do tweeterów można się pokusić o posrebrzane OFC, ale taki kabel wpływa słyszalnie na brzmienie (góra staje się jasn) i nie każdemu może się to spodobać lub nie do każdego systemu (np. ostry tweeter) bym go polecił.

Przewody te na końcach warto dobrze polutować, nawet z użyciem cyny ze srebrem.

Jak już pisałem wcześniej - nie powinny one biec w bliskości przewodów sygnałowych, urządzeń typu pompki paliwa, oryginalnych wiązek samochodu, bo może to powodować za równo zakłócenia w dźwięku, jak i w funkcjonowaniu samochodu (indukcja).

5. INSTALACJA GŁOŚNIKÓW

5.1 Podstawowa instalacja głośników w drzwiach

Instalując głośniki w drzwiach trzeba zadbać o kilka rzeczy:

- wytłumienie wszelkich blach, zamków, cięgieł, stelażu prowadnika szyby
- jak największą szczelność komory drzwiowej (wiadomo, że idealnie się nie da)
- bardzo sztywne mocowanie głośnika do drzwi poprzez np. pierścienie dystansowe z MDF
- wytłumienie tapicerki

Nie ma nic gorszego niż brzęczące drzwi, więc po rozebraniu ich do blach należy każdą widoczną ściankę okleić matą bitumiczną, która nie traci miękkości w niskich temperaturach. Wcześniej czyścimy dokładnie drzwi rozpuszczalnikiem (odtłuszczamy), mata jest samoprzylepna z jednej strony, więc ją przyklejamy, a potem dokładnie podgrzewamy opalarką lub suszarką i przyciskamy palcami tak, aby dopasować do kształtu blach, oblepiając wszelkie otwory czy śruby. Trzeba się do tego przyłożyć, gdyż jak mata będzie dokładnie przywierać, to będzie lepiej pochłaniać drgania i stworzy lepszą powłokę pochłaniającą drgania. Najlepiej jakby się dało wytłumić również wewnętrzne blachy. Powinny zostać tylko otwory dla zatrzasków i odpływowe dla wody (na dole drzwi, często podłużne).

Wszelkie przewody i cięgła powinno się poupinąć lub obłożyć piankowymi rurkami termoizolacyjnymi o niedużej średnicy. Warto też użyć mikrogumy do rozparcia się między stelażem szyby, a blachą.

Nie należy zapominać też o zamku i jego mechanizmach. Gąbka / mikroguma się przydadzą. Na tym etapie warto sprawdzić czy wszystko działa poprawnie (zamek / klamka / alarm, centralne zamykanie itd.).

Zaklejamy matami wszelkie otwory technologiczne. Można to zrobić samymi matami, albo wcześniej wystarczy przykręcić stelaż z pasków blachy i przyklejać matę wspomagając się

stelażem. Warto użyć tutaj maty z aluminiową powłoką usztywniającą.

Drzwi po takim wytłumieniu powinny być... czarne od mat. Jak na jedne drzwi zużyjemy około 10-12 mat o wielkości 25x50cm, to jest ok. Oczywiście jest to wartość przybliżona.

Do takich drzwi powinniśmy przykręcić wkrętami do blachy pierścienie dystansowe z MDF'u (np. 6 śrub). Ich grubość powinna zależeć od głębokości montażowej głośników. Usztywniają one miejsce blachę w drzwiach, dają lepsze oparcie dla głośnika i odsuwają magnes od szyby. W świetle wewnętrznego otworu pierścienia nie może być blachy. Jeżeli jest - należy ją wyciąć. Po próbnym przykręceniu głośników sprawdzamy czy szyba się opuszcza i czy po zamknięciu drzwi głośnik jest dobrze skierowany (raczej do góry niż do dołu i raczej do tyłu pojazdu niż do przodu). Upewnijmy się, że między pierścieniem, a blachą nie ma dziur, a jeżeli są to należy się dopasować pierścieniem za pomocą np. tarnika, a na końcu silikonu w taki sposób, aby w pełni uszczelnić to połączenie. Musimy głośnikowi zapewnić warunki najbardziej zbliżone do skrzynki zamkniętej jak tylko się da, a z pewnością odpłaci on nam się basem i impulsem z prawdziwego zdarzenia.

Przed przykręceniem końcowym przeprowadzamy ze środka autka do drzwi przewód głośnikowy (np. 2x2,5mm²) i zabezpieczamy go peszelem. Końcówki lutujemy do głośnika. Zachowujemy przy tym polaryzację, a na koniec zabezpieczamy złącza rurką termokurczliwą, bądź warunkowo taśmą izolacyjną (jednak może się ona rozkleić od wody - nie polecam).

Jako ciekawe rozwiązanie mogę polecić zbudowanie daszka nad głośnikiem, który będzie trzymał wodę z dala od membrany. Jak tego nie zrobimy, to specjalnie nic się nie stanie, bo głośniki samochodowe są do tego przystosowane (np. poprzez impregnację).

Głośnik przykręcamy wkrętami tak długimi, aby nie dochodziły do blachy. Nie mogą to być oczywiście te same wkręty, którymi przykręcimy pierścienie do drzwi. Pierścienie z drzwiami tworzą całość. Głośnik przykręcamy dopiero do tej całości. Między głośnik a dystans daje się kołnierz do zamocowania maskownicy.

Pozostaje wykończenie pierścieni np. skajem (pod spodem np. watolina) i wycięcie otworu w tapicerce.

Tapicerkę można wytłumić przyklejając maty, a na pewno warto dać tam watolinę, aby zlikwidować ocieranie się plastiku o blachę / maty.



Pierścienie dystansowe z MDF przykręcone do drzwi i uszczelnione.



Pierścień dystansowy po wytłumieniu tylnej ścianki oraz całego przodu matami.



Dobrze wytłumione drzwi, z zamkniętymi otworami montażowymi.

Takie drzwi możemy nazwać wytłumionymi w stopniu podstawowym. Dalsze wytłumienie obejmuje natryskiwanie specjalnych past typu blachogum, farb typu baranek i wspawywanie wzmocnień. Używa się też lepszych materiałów np. firmy Dynamat. Prawdziwym wykończeniem będą stalowe pierścienie dystansowe wytoczone na tokarce. Niemniej jednak podstawowe wytłumienie wystarcza znakomitej większości użytkowników.

Po złożeniu całości do kupy można zbudować panel z MDF, wykończony skajem, który wykończy optycznie instalację. Jeszcze lepiej jest zastosować panel jako miejsce montażu głośników, gdyż będzie on stabilniejszy - wymaga to jednak dużych umiejętności stolarsko-rzemieślniczych.

5.2 Instalacja tweeterów

Głośniki wysokotonowe instaluje się mniej więcej na wysokości uszu, bądź trochę niżej. Miejsce i ukierunkowanie powinno zostać wcześniej wybrane na podstawie odsłuchów próbnych. Jeżeli jest to słupek, to tweeter należy po prostu przykręcić do słupka (są dostępne adaptory do konkretnego modelu tweetera), przewód prowadząc z tyłu. Cały słupek najlepiej jest potem wymodelować szpachlą, a następnie odpowiednio zeszlifować i użyć poszycia tapicerskiego.

Całość lekko okładamy watoliną i naciągamy na całość skaj, który przyklejamy z tyłu - odpowiednio modelując. Tak w dużym skrócie stworzymy zabudowę w słupkach.



Słupek po ustawieniu otworu i nałożeniu szpachli



Słupek po zeszlifowaniu szpachli, podczas przymiarki materiału.



Gotowy słupek.

Można też zamontować tweetery w obudowach lusterek. Jest to zabudowa analogiczna i też wymaga użycia szpachli, tylko zamiast skaju całość lakierujemy na kolor plastików we wnętrzu. Przewód wprowadzamy pod tapicerkę i wyprowadzamy najlepiej razem z przewodem woofera, a potem do zwrotnicy.

5.3 Instalacja zwrotnic

Zwrotnice są na tyle małe, że zmieszczą się pod deskę rozdzielczą, czy nawet pod tapicerką drzwi (np. w uwypukleniu na łokieć). Często wykorzystuje się też fabryczne miejsca na desce rozdzielczej dla głośników. Ciężko się tutaj rozpisywać, bo należy tylko zamocować zwrotnicę i pociągnąć przewody. Ewentualnie na co można się pokusić to na pokazanie zwrotnicy np. poprzez wycięcie otworu w tapicerce drzwi i podświetlenie jej diodami LED itd. Należy jedynie pamiętać o umieszczeniu zwrotnicy jak najbliżej głośników, aby zmniejszyć długości przewodów wychodzących z niej. Zbyt długie przewody mogą nieznacznie wpływać na częstotliwości cięcia (zwiększa się impedancja widziana przez zwrotnicę). Długości przewodów dla kanału lewego i prawego muszą być takie same.

5.4 Instalacja głośników w kokpicie

Instalacja taka od razu wymaga małych średnic głośników, czyli za zwyczaj używana przy systemach trójdrożnych. Należy stworzyć zamkniętą komorę (z włókna szklanego i żywicy) o pojemności o około 1,5 litra, lekko ją wytłumić i uszczelnić. Bez takiej komory też można montować, lecz należy wtedy zadbać o dobre wytłumienie całej przestrzeni za głośnikiem.

Nie w każdym samochodzie się to udaje, bo często pod miejscami na głośniki są kanały nawiewu i cała operacja wymaga rzemieślniczych umiejętności. Warto natomiast zawsze dobrze usztywnić mocowanie głośnika do miejsca montażowego, np. przez stalowy pierścień czy ewentualnie z MDF.

5.5 Instalacja w tylnej półce

Instalacja taka nie jest polecana z wielu względów. Podstawowy to słabe walory brzmieniowe i wprowadzenie zakłóceń do ewentualnego przedniego systemu poprzez emitowanie dźwięku, który się nakłada z innym opóźnieniem, a to całkowicie burzy scenę dźwiękową. Scena dźwiękowa powinna być zawsze z przodu, a przy tylnej półce tego warunku nie uda się spełnić. Następny minus to brak choćby prawie szczelnych komór, czyli słabe warunki pracy dla przetworników. Drzwi są znacznie lepsze. Często sztywność mocowania przez tylną półkę jest mierna i całość podskakuje, drży itd. Jeszcze jeden prozaiczny powód, to często problemy z podniesieniem tylnej klapy w samochodach typu hatchback / liftback, ze względu na ciężar.

Jeśli jednak po przeczytaniu upierasz się przy tym montażu, to zrób półkę z MDF, dobrze przykręć głośniki, a w miejscach styku z plastikami zastosuj np. szary dywanik lub coś podobnego. Spotyka się też podwieszane szczelne komory pod głośnikami.

Tej instalacji nie polecam, bo ma praktycznie same wady z punktu widzenia dobrego brzmienia. W wypadku posiadania subwoofera jest to element wręcz przeszkadzający i psujący brzmienie, bo fale z tych głośników znoszą się z subwooferem i może być mniej basu.

Jeżeli uparcie szukamy czegoś aby po prostu wypełnić dźwięk dla pasażerów z tyłu, to zainstalujmy tam dobry zestaw koaksjalny, bądź ewentualnie odseparowany zestaw, ale sygnał dla niego bardzo sciszmy.

6. Jednostka sterująca

Jednostka sterująca to nasze źródło dźwięku. To ona jest odpowiedzialna w dużej mierze za brzmienie, a najbardziej za funkcjonalność naszego zestawu. Warto zaopatrzyć się zatem dobrze brzmiącą jednostkę, z chociaż dwiema parami 4V RCA, z regulowanym wyjściem na subwoofer i porządnym przetwornikiem (np. 24bitowym). Taki zakup pozwoli nam na bezproblemową rozbudowę naszego systemu bez wymiany odtwarzacza. Co do konkretnych marek to odsyłam tutaj do gazet, testów czy odsłuchów, bo wybór jest wielki.

Na rynku spotkamy radioodtwarzacze i decki. Te pierwsze to połączenie odtwarzacza CD (+MP3) / tunera i prostego wzmacniacza. Decki to to samo, tylko bez końcówek mocy.

Charakteryzują się one za zwyczaj wyższą jakością niż radioodtworacze. Jako, że nie posiadają wbudowanych końcówek mocy, przy ich użyciu musimy liczyć się z użyciem zewnętrznego wzmacniacza.

W niektórych modelach spotkamy nawet wbudowane procesory dźwięku wraz z regulowanymi aktywnymi zwrotnicami. Wiadomo, że nie będzie to mistrzostwo świata, ale pozwoli sprawdzić wiele nowych rozwiązań i pobawić się opóźnieniami czasowymi, czyli prawdopodobnie będzie można się cieszyć lepszą sceną w samochodzie (za zwyczaj jednak kosztem jakości dźwięku zubożonej przez konwersję analogowo-cyfrową).

Pamiętajmy, że rzeczywista moc końcówek mocy w radioodtworaczach nie przekracza 4x13W RMS dla 4Ohm i wszelkie inne ogłaszane wartości należy uznać za zabiegi marketingowe.

Końcówki w radioodtworaczach oczywiście nie można mostkować, bo grozi to spalaniem ich. To samo stanie się przy próbie podłączenia i używania subwoofera itd. Do prawdziwego napędzania głośników służą wzmacniacze.

Jednostkę montuje się na sztywno używając półkieszeń dedykowaną do konkretnego modelu. Z tyłu należy podłączyć kostkę ISO i wyjścia RCA z kablem / kablami sygnałowymi. Po podłączeniu jeszcze anteny radio powinno być gotowe do pracy. Upewnijmy się, że niebieski przewód z kostki ISO jest połączony z ze złączem Remote we wzmacniaczu (jeśli takowy jest) i możemy całość skręcać.

6.1 Opis kostki ISO

	1	2
1	1 - głośnik prawy tylny (+) - fioletowy 2 - głośnik prawy tylny (-) - fioletowo-czarny 3 - głośnik prawy przedni (+) - szary 4 - głośnik prawy przedni (-) - szaro-czarny	5 - wyjście do sterowania anteny automatycznej (na tej końcówce pojawia się +12V po włączeniu radia) - niebiesko-biały 6 - zasilanie +12V bezpośrednio z akumulatora - złoty
2	5 - głośnik lewy przedni (+) - biały 6 - głośnik lewy przedni (-) - biało-czarny 7 - głośnik lewy tylny (+) - zielony 8 - głośnik lewy tylny (-) - zielono-czarny	7 - dodatkowe oświetlenie klawiszy (można nie podłączać) - pomarańczowo-biały 8 - zasilanie +12V po stacyjce - czerwony 8 - masa (minus zasilania, połączone z obudową) - czarny

7. WZMACNIACZE

7.1 Opis i podział

Wzmacniacze to urządzenia, które wzmacniają sygnał ze źródła i napędzają głośniki. Od nich bardzo wiele zależy i to nie tylko w kwestii brzmienia, ale dalszej rozbudowy, czy ilości regulacji. Przed zakupem należy dobrze przyłożyć się do zapoznania się z naszymi potrzebami i możliwościami danego wzmacniacza.

Podstawowy podział wzmacniaczy ze względu na ilość kanałów:

- **monobloki** - wzmacniacze jednokanałowe, często o dużej mocy i stabilności, przystosowane do pracy z subwooferami lub jako ekskluzywne wzmacniacze jednokanałowe.

- **dwukanałowe** - wzmacniacze stereo służące do napędzania np. przedniego zestawu głośników, bądź - gdy wzmacniacz jest zmostkowany - do napędzania subwoofera. Trzeba

jednak pamiętać, że zmostkowany wzmacniacz nie jest tak odporny jak np. monoblok na niskie impedancje (jest mniej stabilny).

- **dual mono** - jest to specyficzna konstrukcja dwukanałowa, która tak naprawdę składa się z dwóch wzmacniaczy jednokanałowych. Wspólny jest tylko przedwzmacniacz. Pozwala to na mniejszy wpływ jednego kanału na drugi, a więc na zmniejszenie przesłuchu międzykanałowego i zwiększenie odstępu sygnału od szumu. Każdy kanał dodatkowo jest za zwyczaj stabilny dla niższych impedancji niż klasyczna dwukanałówka.

- **trzykanałowe** - są to wzmacniacze dwukanałowe z dołożonym monoblokiem. To jest ogólny opis, ale można tak powiedzieć. Oczywiście parametry mogą być gorsze niż z kombinacji dwukanałówka + monoblok, ale wszystko mamy w jednym miejscu. Wadą jest wpływ kanału subwoofera na dwa przednie kanały (często wspólna przetwornica), co może owocować minimalnymi zakłóceniami. Nawet gdy są dwie przetwornice, to raczej lepiej zagra kombinacja dwukanałówka + monoblok, która dodatkowo jest bardziej uniwersalna.

- **czterokanałówka** - to jakby dwie dwukanałówki w jednym. Pozwala na kilka kombinacji: można zasilać np. zestaw przedni i tylny, można zasilać zestaw przedni i na zmostkowanych dwóch kanałach subwoofer, ale można też w niektórych konstrukcjach zastosować bi-amping i napędzać osobnymi kanałami woofery i tweetery z zestawu przedniego. W tej ostatniej konfiguracji, całość zabrzmie lepiej niż z dwukanałówki. To bardzo uniwersalne wzmacniacze.

- **pięcio-i-więcej-kanałówki** - to wzmacniacze czterokanałowe z dodanym monoblokiem, bądź np. czterokanałowe z dodaną dwukanałówką. Przydają się przy zasilaniu skomplikowanych systemów (dwudrożny system aktywnie + subwoofer lub przy 6 kanałach - system trójdrożny aktywnie - tri-amping).

Wzmacniacze posiadają oczywiście szereg parametrów np.:

- **moc znamionowa na kanał** - im większa tym lepsza, bo pozwala ona na lepszą kontrolę nad przetwornikiem. Moc ta rośnie przy spadku impedancji, ale do pewnej granicznej impedancji do której jest on stabilny. Im bardziej rośnie przy spadku impedancji, tym lepiej to świadczy o stabilności wzmacniacza. Moc ta powinna być podana wraz z podanym napięciem przy którym był robiony pomiar i przy jakim THD. Proszę zwrócić uwagę, iż moce podane przy napięciu 14,4V w praktyce nie będą osiągalne, bo takie napięcie nie występuje w samochodzie. Więcej na temat mocy RMS można poczytać w poprzednich rozdziałach.

- **moc w mostku** (jeżeli wzmacniacz jest mostkowlany) - wzmacniacz w trybie zmostkowanym zamienia dwa kanały na jeden mocniejszy, ale o połowę mniej stabilny na niskie impedancje. Moc rośnie od około 2 do 4 razy w stosunku do mocy pojedynczego kanału. Im większy stosunek mocy mostka do pojedynczego kanału, tym lepiej to świadczy o stabilności wzmacniacza. Wzmacniacz, który jest stabilny do 2 ohm na pojedynczym kanale, będzie stabilny do 4 ohm w mostku. Spadnie wtedy również współczynnik tłumienia o połowę.

- **stabilność** - to w pewnym sensie odporność na duże obciążenia i duża wydajność prądowa. Jeżeli wzmacniacz dobrze znosi niskie impedancje to jest stabilny. Jeżeli producent pisze o stabilności przy obciążeniach klasy 1 Ohm, to mamy do czynienia z naprawdę dobrą

konstrukcją. To samo oczywiście dotyczy wzmacniacza, który przyjmuje w trybie zmostkowanym 2 ohm.

- **współczynnik tłumienia (Damping Factor)** - parametr wzmacniacza mówiący o jego zdolności do wyhamowywania bezwładnościowego ruchu membrany. Im wyższy, tym wyższa kontrola głośnika przez wzmacniacz. Jak zmniejszamy impedancję głośnika, to współczynnik maleje, czyli najłatwiej kontrolować wzmacniaczowi np. głośniki 8 Ohm, bo D/F wzrośnie dwukrotnie w stosunku do 4 Ohm. Wysoka wartość tego parametru (>200) może wskazywać wzmacniacz, który dobrze poradzi sobie z subwooferem.

- **tłumienie przesłuchu międzykanałowego** - wartość przesłuchu międzykanałowego we wzmacniaczach. Np. przy wartości 60dB, sygnał puszczone tylko na lewym kanale, pojawi się też na prawym kanale, ale będzie o -60dB cichszy. Im większa wartość, tym lepsza separacja kanałów i można się spodziewać lepszej stereofonii, przestrzeni czy lepiej zlokalizowanych źródeł pozornych, ale to też zależy od reszty toru audio we wzmacniaczu. Za zwyczaj najlepsze wartości uzyskują konstrukcje typu Dual Mono, czyli wzmacniacze dwukanałowe, z całkowicie osobnym zasilaniem i torem audio dla każdego kanału - coś jak dwa monobloki w jednej obudowie.

- **odstęp sygnału od szumu (S/N ratio)** - Signal to Noise ratio (w dB). Zawsze im większy tym lepszy.

- **pasmo przenoszenia** - określa zakres przetwarzanego pasma. Im szerszy tym lepszy, ale trzeba zwrócić uwagę przy jakim zejściu (np. -3dB lub -10dB). Im mniejsze zejście (np. -2dB) tym dokładniej określone pasmo, w którym wzmacniacz zachowuje się liniowo. Patrz słowniczek.

Przed zakupem warto się upewnić jakimi funkcjami dysponuje wzmacniacz:

- zabezpieczenia przeciwzwarciowe, przeciw zbyt małej impedancji - niezbędne

- mostkowność - raczej bardzo przydatna

- stabilność do niskich impedancji - zawsze przydatna i pożądana

- wbudowane zwrotnice i filtry o płynnie regulowanych częstotliwościach - praktycznie niezbędne, ale trzeba wiedzieć do jakiego systemu będziemy jakie filtry potrzebować. Mogą to też być filtry regulowane skokowo.

- regulowane nachylenia zbocz filtrów - raczej w zaawansowanych wzmacniaczach, ale przydatne, bo zwiększa uniwersalność wzmacniacza

- filtr subsoniczny - przydatny do subwoofera w skrzynce bassreflex / band-pass

- wyjście z przedwzmacniacza (pre-out) - używane do przekazania sygnału na następny wzmacniacz - przydatne przy systemie z więcej niż jednym wzmacniaczem. Wyjście to bywa filtrowane (np. HP).

- odwracanie fazy - najlepiej płynne - przydatne do dokładnego ustawienia subwoofera

- by-passy - omijanie filtrów - pozwala to na regulację w procesorze / radiu i używania wzmacniacza jako końcówki mocy

7.2 Podłączanie i regulacja wzmacniacza

Wzmacniacz posiada złącza prądowe, sygnałowe, głośnikowe oraz Remote.

Do złączy prądowych podłączamy przewody od akumulatora - patrz tabela przekrojów.

Do złączy sygnałowych podłączamy interkonekt idący od źródła.

Do złączy głośnikowych podłączamy odpowiednie przewody głośnikowe.

Do złącza Remote podłączamy kabelek połączony z niebieskim przewodem w kostce ISO naszej jednostki sterującej. Pozwoli to na uruchomienie wzmacniacza przy włączeniu tejże jednostki. Po włączeniu radia powinien załączyć się również wzmacniacz.

Pozostaje nam zatem ustawienie poziomów czułości pokrętłami GAIN na wzmacniaczu i odpowiednie wyrównanie poziomów głośności poszczególnych głośników. Trzeba też ustawić częstotliwości cięcia filtrów. Robimy to dopiero po pełnym nagraniu się wnętrza samochodu, wzmacniaczy oraz jednostki głównej, bo temperatura ma duży wpływ na generowane brzmienie (sztywne zawieszenia, zimne końcówki mocy itd.). Pół godziny na średniej głośności starczy do ustabilizowania się naszego systemu. Na przedni zestaw można na początek ustawić HP 80Hz, na subwoofer LP 70Hz. Całość powinna się "zazębiać" i nie ma idealnego przepisu na to. Trzeba trochę pokręcić i posłuchać co się dzieje. Na końcu to przecież nam ma się podobać brzmienie, choćby komuś innemu to nie pasowało. Warto tutaj dużo poeksperymentować, bo od podziału i dopasowania głośności zależy liniowość przetwarzania oraz poprawna lokalizacja dźwięku (bas).

Przy ustawianiu czułości (GAIN) lepiej ustawić mniej na wzmacniaczu, a więcej na radiu, ze względu na lepszą kontrolę głośności i większe napięcie sygnału wejściowego, a zatem lepszy odstęp sygnału do szumu. Dodatkowo jednostki sterujące posiadają cyfrowe tłumienie zamiast potencjometrów, co przy cichym odtwarzaniu CD może spowodować np. obcięcie kilku najmniej ważnych bitów z sygnału, a to już obniża jego rozdzielczość. Lepsze w tej dziedzinie będą odtwarzacze z analogowym potencjometrem lub zewnętrznym przedwzmacniaczem i przetwornikiem cyfrowo-analogowym.

8. Wytłumianie samochodu

Chodzi wytłumienie i usztywnienie drgających powierzchni nadwozia, a przy okazji wyciszenie odgłosów silnika i wiatru / wody. Proponuję użyć mat bitumicznych (opis w punkcie 5.1) na miejsca typu podłoga, czy blachy z tyłu pojazdu, które łatwo mogą wpadać w wibracje. W każde miejsce gdzie nie dociera woda można użyć gąbek, prasowanych tkanin, czy mikrogumy. Należy poodkręcać tapicerki i umiejętnie wypełnić wolne przestrzenie np. prasowaną tkaniną. Warto dobrze zasłonić błotniki wewnątrz, bo one mocno hałasują. Tak

samo jak drzwi przednie warto wytłumić tylną klapę. Deskę rozdzielczą można wypchać od środka gąbką i prasowaną tkaniną. Dużą wagę proponuję przywiązać do przegrody silnika od strony środka. Na zewnątrz można wytłumić maskę od spodu, ale matami odpornymi na temperaturę (z folią) i przegrodę też tą samą matą. Warto też dobrze popracować nad podłogą w bagażniku, bo pod nią jest tłumik. Tych kilka prostych zabiegów pozwoli cieszyć się nam cichszą podróżą i lepszym dźwiękiem. Dla maniaków zostawiam wyklejenie matami dachu.



Tapicerka drzwi podczas dopasowywania wytłumienia z porosa.



Wypełnianie pustych przestrzeni za tapicerkami tkaniną.



Wytłumiona matami podłoga i błotniki.

9. SPRAWDZONE I POLECANE INSTALACJE.

W każdym podpunkcie zakładam dobre wytłumienie drzwi przednich.

9.1 Radio + przedni zestaw odseparowany

Instalując skuteczny zestaw na przód i posiadając radioodtwarzacz z końcówkami 4x13W można już cieszyć się przyjemnym brzmieniem, które potrafi mocno przewyższyć rozwiązania fabryczne. Warunkiem radości jest wytłumienie przednich drzwi. Jak jest możliwość, to warto podłączyć przód na filtrze górnoprzepustowym od 70-80Hz, aby odciążyć słabe końcówki mocy w radiu.

9.2 Źródło + wzmacniacz dwukanałowy + zestaw odseparowany

Taki zestaw pozwala już na znacznie bardziej dynamiczne popisy i potrafi zadziwić niejednego amatora. Przy dobrym wytłumieniu drzwi i dobrym zestawie przednim, słuchacze będą na próżno szukać skrzynki z subwooferem w bagażniku!

9.3 Źródło + wzmacniacz trzy lub czterokanałowy + zestaw odseparowany i subwoofer

Mamy tutaj do czynienia z najbardziej sprawdzonym zestawem, który wystarczy 90% użytkowników. Każde pasmo jest tutaj dobrze kontrolowane, ciśnienia są dobre, sprzęt sprawia dużą frajdę i dobrze brzmi. Polecam go komuś, kto chce zrobić raz a dobrze i cieszyć się brzmieniem bez potrzeby ciągłych zmian. Prostota to też zaleta, a wiele aut startujących w zawodach ma tego typu system.

9.4 Źródło + wzmacniacz czterokanałowy + monoblok + zestaw odseparowany i subwoofer

To praktycznie to samo co punkt 9.3, lecz w lepszym wydaniu. Przód podłączamy w metodzie bi-amping, a subwooferem zajmuje się osobny wzmacniacz. To gwarantuje najlepsze walory brzmieniowe z takich głośników i zapewnia pełną kontrolę nad każdym przetwornikiem i pasmem przez niego przetwarzanym.

9.5 Źródło + wzmacniacz czterokanałowy + monoblok + zestaw trójdrożny odseparowany i subwoofer

To już praktycznie najwyższa klasa. Prząd zasilamy metodą bi-amping podłączając na dwa kanały głośniki midrange+tweeter (oczywiście przez zwrotnicę), na pozostałe dwa woofery i subwoofer do monobloka. Bas będzie tak samo kontrolowany jak punkcie 9.4, lecz zyskamy na klarowności średnicy i tonów wysokich. Jest to zestaw już naprawdę zaawansowany i wymaga dobrych zwrotnic do przedniego zestawu oraz poprawnego montażu i ustawień. Odwdzięczy się za to brzmieniem naprawdę wysokich lotów.

9.6 Źródło + wzmacniacz dwukanałowy + wzmacniacz dwukanałowy + monoblok + zestaw dwu/trójdrożny odseparowany + subwoofer

To jeszcze krok dalej w porównaniu do punktu 9.5 . Każde pasmo przetwarzane przez subwoofer, woofery czy górną (ze średniotonówką lub bez) ma swój osobny wzmacniacz. Gwarantuje to odseparowanie tych pasm od siebie i największą kontrolę zasilanych głośników.

Można takie przykłady mnożyć, ale warto trzymać się standardów typu punkt 9.3, które są nienajdroższe w realizacji, a oferują przy poprawnej aplikacji świetne efekty brzmieniowe.

10. CZĘSTO SPOTYKANE PROBLEMY

10.1 Wzmacniacz się nie włącza

Za zwyczaj chodzi o niepołączenie przewodu Remote z jednostki sterującej do wzmacniacza. Przewód ten w kostce radia ma kolor biało niebieski lub niebieski. Pojawia się na nim +12V jak włączymy radio, a to pozwala na załączenie wzmacniacza, aby nie pracował cały czas.

10.2 Wzmacniacz się wyłącza podczas głośnego grania

Generalnie problem polega na tym, że wzmacniacz ma problemy z wysterowaniem podłączonych do niego głośników. Powody mogą być cztery - albo za niska impedancja obciążenia w stosunku do stabilności wzmacniacza albo braki w zasilaniu podczas dużych zapotrzebowań na prąd albo gdzieś jest zwarcie lub wzmacniacz jest zbyt gorący. W pierwszym wypadku należy albo zmienić wzmacniacz albo głośniki (lub ciszej słuchać), w drugim pomoże solidna instalacja prądowa oparta o przewody z konkretnym przekrojem lub dodanie kondensatora buforującego (który bez wymiany przewodów będzie tylko półśrodkiem). Zawsze najpierw wymieniamy kable na grubsze, potem dodajemy kondensator, bo możemy spalić cieńsze kable od dużego poboru prądu. W trzecim przypadku - zwarcia zadziała zabezpieczenie we wzmacniaczu, które przerwie jego pracę. Trzeba dokładnie prześledzić instalację kablową, która gdzieś może mieć styk z masą (np. kable głośnikowe) itp. Jeżeli chodzi o temperaturę to jest to znak, iż wykorzystujemy nadmiernie moc wzmacniacza lub obciążenie jest zbyt duże (za niska impedancja).

10.3 Trzeszczenie podczas jazdy

W 90% jest wynikiem niedokładnie położonej instalacji kablowej. Gdzieś coś jest luźne lub któryś z przewodów dotyka do masy (np. interkonekt lub kabel głośnikowy) itp. Mogą się też znaleźć źle dokręcone przewody głośnikowe lub fabrycznie złe gniazda przyłączeniowe we wzmacniaczu.

10.4 Pisk zwiększający się wraz z obrotami silnika

Mamy tutaj do czynienia z indukowaniem się zakłóceń z aparatu zapłonowego bądź alternatora do naszej instalacji audio. Często spowodowane jest to używaniem interkonektów bez ekranowania, podłączaniem jednostki i wzmacniacza z różnego zasilania (jedno z akumulatora, drugie z masy), kładzeniem przewodów głośnikowych lub prądowych w bezpośredniej bliskości wiązki elektrycznej pojazdu itp. Pomocny może się tutaj okazać kondensator filtrujący, który podłącza się między radioodtworacz i instalację samochodową. Jak nic nie pomaga trzeba "rozpiąć" całą instalację i krok po kroku sprawdzić kiedy pojawia się problem - bywa, że jest to żmudna praca, a efektem może być nawet uszkodzony regulator napięcia przy alternatorze.

10.5 Mrugające światła podczas odsłuchów

Problem wynika z niedostatków instalacji prądowej. Należy zadbać o duże przekroje kabli zasilających, o porządną masę od alternatora do karoserii, o odsiarczenie klem w akumulatorze i sprawdzanie stanu naładowania tego akumulatora. Warto po tych wszystkich krokach zaopatrzyć się w kondensator buforujący. Jeżeli sytuacja niewiele się zmieni, to wymagamy od naszego alternatora zbyt wiele (musi to być już naprawdę potężna instalacja).

10.6 Mało basu

Najczęściej chodzi o problemy z fazą głośników - prawdopodobnie któryś woofer gra odwrotnie niż ten z drugiego kanału, bądź subwoofer gra w przeciwfazie do systemu przedniego. Jeżeli to nie pomoże to warto zmienić ustawienie subwoofera lub sprawdzić jak ustawione są cięcia na wzmacniaczu.

10.7 Ostre wysokie tony

Najczęściej są wynikiem niskiej jakości głośników wysokotonowych, ale również bardzo tanich i kiepskich kondensatorów w zwrotnicy. Można zmienić kondensatory w filtrze górnoprzepustowym na polipropylenowe, a brzmienie powinno ulec złagodzeniu i poprawie.

Bartosz Nazar
Polski Car Audio FAQ 0.1 beta
Wszelkie prawa zastrzeżone