

AKT - akustyczny teatr, część 2

Zestaw głośnikowy do kina domowego

AVT-994

W drugim odcinku prezentacji rodziny projektów AKT, uniwersalnych zespołów głośnikowych przeznaczonych do pracy w parach stereofonicznych i wielokanałowych systemach kina domowego, opisujemy trzy konstrukcje - jedną podstawkową (AKT Monitor) i dwie wolnostojące (AKT 1 i AKT 2). Wprowadzenie do tematu, podstawowe założenia konstrukcyjne i właściwości stosowanych głośników przedstawiliśmy w poprzednim numerze EP.

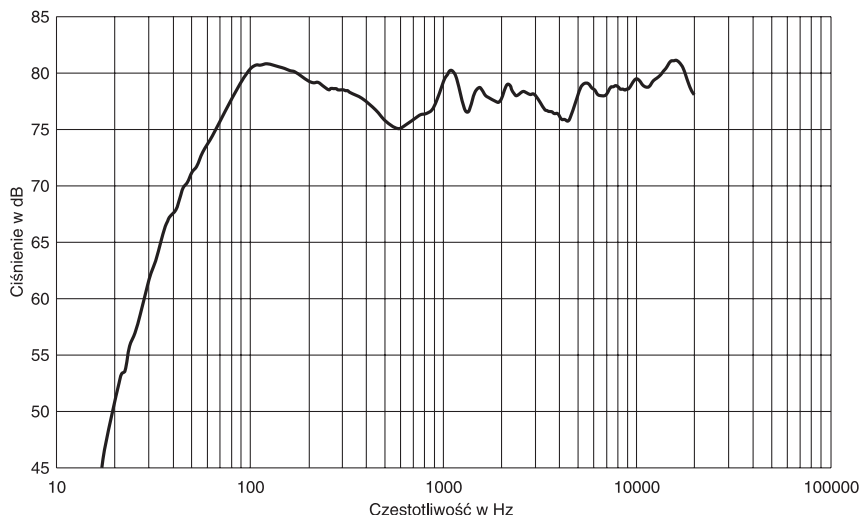
AKT Monitor

Monitor to miniaturowy układ dwudrożny przeznaczony do instalacji na podstawkach, na półkach lub na wysięgnikach. Monitor, o objętości netto 5,5 litra, wykorzystujący 14-cm głośnik nisko-średniotonowy typu TC14WG69-08 lub TC14SG69-08 (wersja ekranowana magnetycznie), może mieć obudowę zamkniętą lub z otworem (bass-reflex). W pierwszym przypadku uzyskujemy korzystniejsze charakterystyki impulsowe (Q_{tc} na poziomie 0,7), spadek -6dB przy ok. 70Hz (a więc nieco lepiej niż w przypadku AKT Center), jednak charakterystyka wytrzymałości również wykazu-

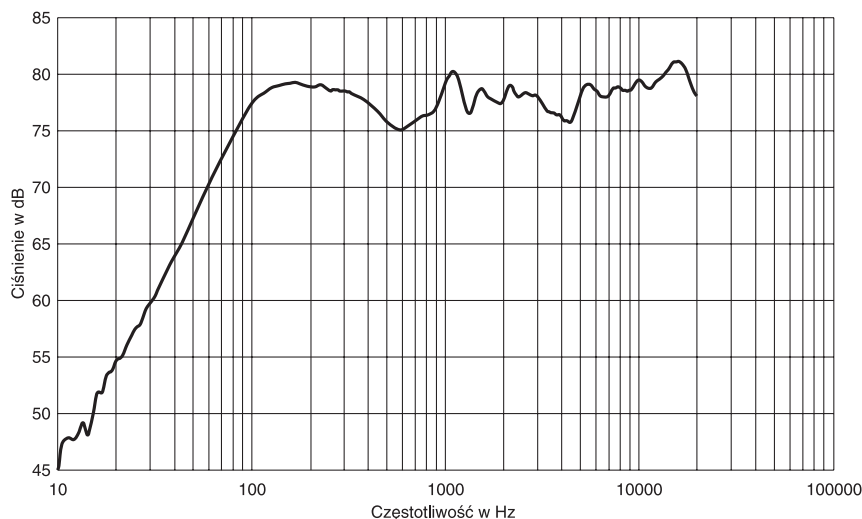
je osłabienie (już przy 80Hz) do poziomu nieco powyżej 20W w zakresie średniego i niższego basu. W tej wersji Monitor nie znieśie więc dużych obciążeń w pełnym pasmie i powinien być odciążony poniżej 80Hz. Powyżej tej częstotliwości utrzymuje poziom 40W.

W obudowie z otworem uzyskamy charakterystyki pozwalające efektywniej odtwarzać niskie częs-





Rys. 6. AKT Monitor (wersja bass-reflex) - charakterystyka przetwarzania.



Rys. 7. AKT Monitor (wersja zamknięta) - charakterystyka przetwarzania.

totliwości - punkt -6dB obniża się do ok. 60Hz, nieco powyżej 100Hz pojawia się szerokie, łagodne wyeksponowanie (efekt dopuszczalny w tak małych konstrukcjach, które często podkreśleniem tego zakresu zaznacza swoje możliwości energetyczne), charakterystyka mocy utrzymuje się na poziomie 40W do ok. 44Hz, charakterystyki impulsowe ulegają natomiast pogorszeniu. Jeśli Monitor miałby za

Miniaturowy Monitor ma założony tunel bass-reflex, ale może działać też w obudowie zamkniętej. Ścięta kosa głośnika nisko-średniotonowego umożliwiają zawężenie obudowy. Nsuniecie na głośnik wysokotonowy zbliża centra akustyczne obydwu głośników. Przesunięcie głośnika wysokotonowego z osi symetrii służy różnicowaniu odległości od krawędzi obudowy i rozproszeniu rezonansów.

WYKAZ ELEMENTÓW

Zestaw AKT Monitor

Rezystory

R1: 1,5Ω

R2: 3,3Ω

R3: 4,7Ω

Kondensatory

C1: 4,7μF

C2: 3,9μF

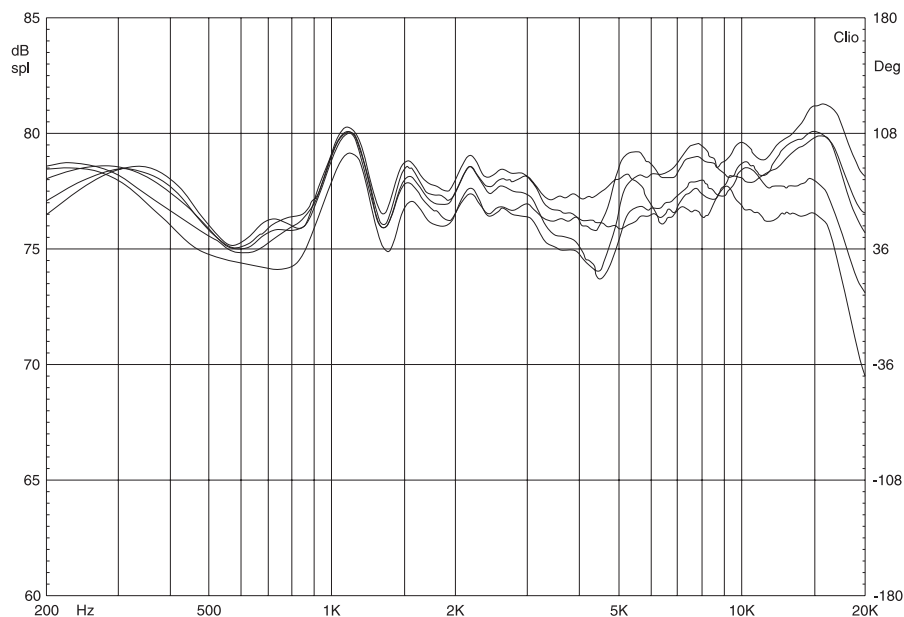
Różne

L1: 1,5mH

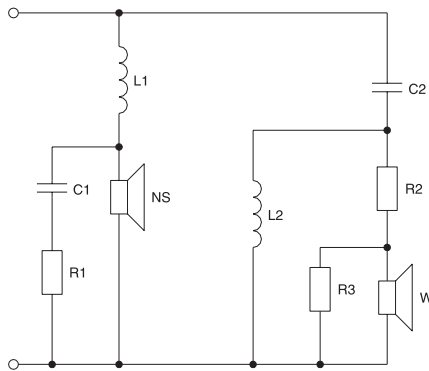
L2: 0,33mH

zadanie samodzielnie odtwarzać muzykę, należy raczej wybrać wersję bass-reflex, gwarantującą wyższą moc i odtworzenie szerszego pasma.

Dla obydwu wariantów charakterystyka przetwarzania mieści się w granicach ±3dB (rys. 6, 7). Na rys. 8 pokazano rodzinę charakterystyk zdjętych pod różnymi kątami (0°, 15° na lewo i prawo oraz 30° na lewo i prawo - tym razem charakterystyki kierunkowe nie są symetryczne, gdyż głośnik wysokotonowy jest przesunięty z osi symetrii). W całym tym zakresie zbieżność charakterystyk jest bardzo dobra, początkowe (na osi 0°) lekkie wyeksponowanie wysokich tonów jest łagodnie redukowane pod innymi kątami. Konstruując zespoły głośnikowe o dobrych charakterystykach kierunkowych, należy zapewnić, aby



Rys. 8. AKT Monitor - charakterystyki przetwarzania w zakresie średnio-wysokotonowym zmierzone pod różnymi kątami.



Rys. 9. Schemat zwrotnicy AKT Monitor.

charakterystyki przetwarzania zmierzone pod różnymi kątami leżały jak najbliżej siebie, jak również wybrać kompromisowo między najlepszym przebiegiem charakterystyk z różnych osi. Układ rezonansowy bass-reflexu dostrojony jest do 55Hz za pomocą tunelu typu TR45. Oryginalny tunel o długości 14,5cm jest przedłużony do 18cm. Kołnierz tunelu, tak jak obudowa głośnika wysokotonowego, są zagłębione, i kosz głośnika nisko-średniotonowego zostaje na te elementy częściowo nasunięty.

Zestaw AKT 1

Najmniejszy zestaw wolnostojący jest rozwinięciem konstrukcji Monitora - zastosowano w nim ten sam zestaw głośników i niemal identyczną zwrotnicę. Jednak znacznie większa objętość obudowy (komora 12 litrów) zupełnie zmieniła charakterystyki w zakresie niskich częstotliwości. Wraz z bass-reflexem możliwe jest osiągnięcie bardzo niskiej, zwłaszcza jak na wielkość zastosowanego

głośnika, częstotliwości granicznej - spadek -6dB występuje przy ok. 40Hz. Również charakterystyki impulsowe są korzystniejsze niż w przypadku bass-reflexowej wersji Monitora. Zestaw AKT 1 może więc odtwarzać sygnały w szerokim pasmie, również jako samodzielny zespół w systemie stereofonicznym, ale nie może być forsowany zbyt dużą mocą.

Ten sam tunel TR45, ale skrócony do długości 10cm, stroi układ rezonansowy do częstotliwości 48Hz. Położenie otworu zostało ustalone tak, aby wlot tunelu znajdował się w najcięższym obszarze obudowy. W obudowie znajdują się dwie przegrody - dolna (ukośna) przeciwdziałająca falam stojącym, które mogłyby tworzyć się wzdłuż obudowy, a ponadto tworzy komorę, którą można wypełnić balastem (piasek), zmniejszając vibracje całej konstrukcji i zwiększając jej stabilność (służy temu również cokół). Górna przegroda („wieniec“) usztywnia górną część obudowy.

AKT1 nie występuje w wersji zamkniętej, tak jak Monitor, gdyż stosowany głośnik nie pracuje dobrze w tak dużej objętości zamkniętej.

Zarówno w modelu AKT1, jak i przedstawianym dalej AKT2 (a za miesiąc AKT3), głośnik wysokotonowy znajduje się na tej samej wysokości - 80cm - odpo-

AKT 1 to wolnostojąca wersja Monitora. Dzięki powiększeniu objętości obudowy pasmo przetwarzania sięga znacznie niżej, nie należy jednak przeciążać AKT1 zbyt dużą mocą.

WYKAZ ELEMENTÓW

Zestaw AKT1

Rezystory

R1: 1,5Ω

R2: 4,7Ω

R3: 4,7Ω

Kondensatory

C1: 4,7μF

C2: 3,9μF

Różne

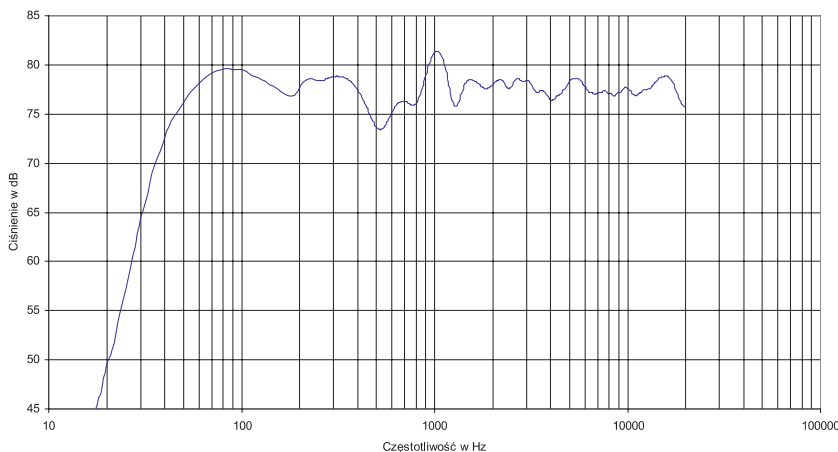
L1: 1,5mH

L2: 0,33mH

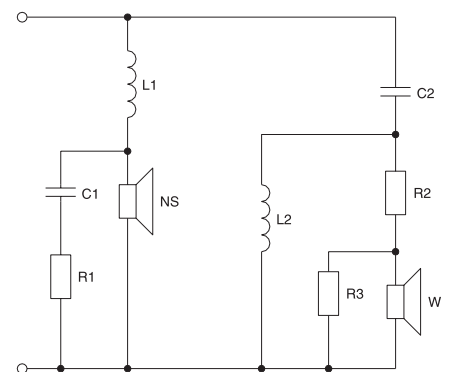
wiedniej dla słuchacza siedzącego w fotelu. Ujednoczenie to jest również czynnikiem ułatwiającym łączenie różnych konstrukcji w systemie wielokanałowym.

W stosunku do zwrotnicy AKT Monitor, zmiana uległa wartość rezystora szeregowego w tłumiku głośnika wysokotonowego - z 3,3Ω do 4,7Ω. Spowodowało to obniżenie o ok. 1..2dB poziomu częstotliwości najwyższych, w stosunku do poziomu z AKT Monitor. Taki wariant lepiej sprawdził się w próbach odsłuchowych, prawdopodobnie dlatego, iż choć bas AKT 1 jest lepiej rozciągnięty, to w zakresie 100..200Hz ma niższy poziom niż w AKT Monitor i ogólna równowaga charakterystyki jest lepsza po lekkiej redukcji również wysokich tonów.

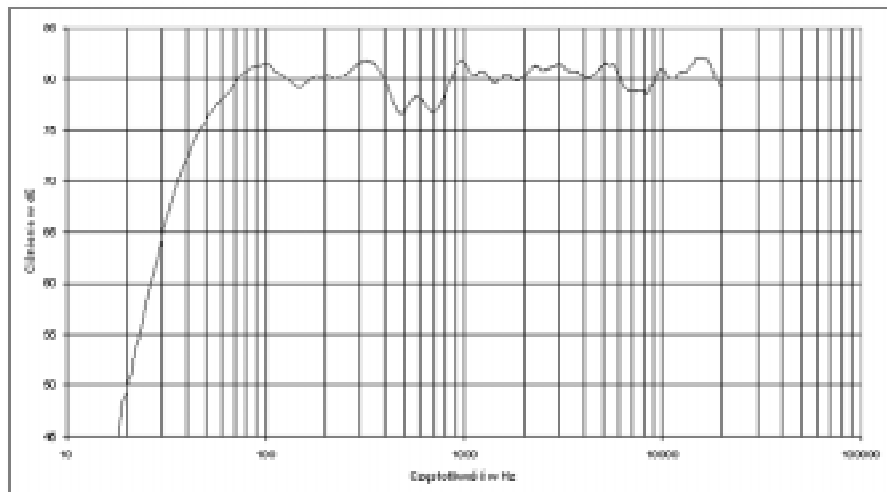
Charakterystykę przetwarzania pokazuje rys. 10. W zakresie średnich częstotliwości widać kilkunastodecybelowe nierównomierności, ale wzajemna równowaga zakresów jest dobra. Charakterystyki kierunkowe są bardzo podobne do przedstawianych dla AKT Monitor. Na rys. 11 znajduje się schemat elektryczny zwrotnicy zestawu AKT 1.



Rys. 10. Charakterystyka przetwarzania zestawu AKT 1.



Rys. 11. Schemat zwrotnicy AKT 1.



Rys. 12. Charakterystyka przetwarzania zestawu AKT 2.

Zestaw AKT 2

Obydwa 14cm głośniki nisko-średniotonowe pracują w tym samym zakresie częstotliwości. Należy zwrócić uwagę, że suma powierzchni ich membran jest większa, niż powierzchnia membrany głośnika o średnicy 18cm, dlatego możliwości układu w zakresie niskich częstotliwości są całkiem spore. Jednocześnie mniejsze głośniki nisko-średniotonowe lepiej przetwarzają średnie częstotliwości niż głośniki większe. Zastosowanie dwóch głośników nisko-średniotonowych pozwala stworzyć konfigurację symetryczną - nazywaną też d'Appolito, od nazwiska amerykańskiego naukowca, który dokonał obliczeń charakterystyk kierunkowych takich układów.

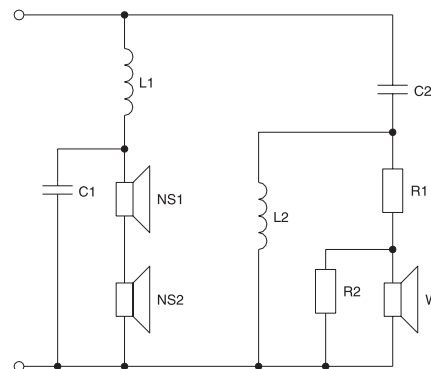
Jedną z zalet takiej konfiguracji jest symulowanie punktowego źródła promieniowania - pozorne źródło dźwięku dla głośników nisko-średniotonowych lokuje się pomiędzy ich centrami akustycznymi, a więc w pobliżu źródła promieniowania wysokich częstot-

liwości. Charakterystyki kierunkowe, bez względu na rodzaj filtrów, są symetryczne.

Zbliżenie głośników nisko-średniotonowych AKT 2, poprzez nansunięcie ich na obudowę głośnika wysokotonowego, zapewnia równomierną charakterystykę przetwarzania pod większymi kątami w płaszczyźnie pionowej, ale mimo to AKT 2 ma zaznaczone właściwości koncentrujące promieniowanie w pobliżu osi głównej w tej płaszczyźnie (w płaszczyźnie poziomej - czyli na boki - rozprasza bardzo szeroko, tak jak AKT Monitor i AKT 1). Głośnik wysokotonowy jest przesunięty względem osi symetrii w kierunku jednej ze ścianek, co w nieistotnym stopniu zaburza spójność punktowego źródła promieniowania, za to poprawia liniowość charakterystyki w zakresie wysokich tonów.

Układ elektryczny łączy szeregowo dwa 4Ω głośniki nisko-średniotonowe TC14WG69-04. Obudowa jest zupełnie inna, komora (wspólna dla obydwu głośników) o objętości 14dm³ pracuje jako bass-reflex dostrojony do 48Hz. Strojenie to zapewnia w tej objętości tunel typu TR60 o pełnej długości (14cm). Tunel ma przekrój większy niż w przypadku Monitora i AKT 1 ze względu na większą całkowitą powierzchnię

Stosowane w opisywanym zestawie tunele bass-reflex są lekko stożkowe i mają wyprofilowane wyloty, aby zredukować własne rezonanse fal stojących i turbulencje przepływającego powietrza.



Rys. 13. Schemat zwrotnicy AKT 2.

membran. Spadek -6dB obserwujemy przy ok. 50Hz. Większy AKT 2 „nie sięga” więc tak nisko, jak AKT 1, ale dzięki około dwukrotnie większej mocy znamionowej jest w stanie wytworzyć znacznie większe natężenie dźwięku. Ponadto charakterystyki impulsowe są korzystniejsze, gdyż stosowane w AKT 2 głośniki 4Ω są trochę lepsze pod tym względem od 8Ω, stosowanych w AKT 1. Charakterystyki mocy utrzymują się na poziomie 100W aż do ok. 40Hz. Konstrukcje te mogą więc pracować jako pełnozakresowe, przyjmując też dużą moc.

Charakterystyka przetwarzania (rys. 12) pokazuje liniowość w granicach $\pm 2,5$ dB dla pasma 55..20000Hz. W obudowie zainstalowano przegrody i wzmocnienia o podobnym układzie jak w AKT 1. Na rys. 13 pokazano schemat elektryczny zwrotnicy zestawu AKT 2.

Wersje ekranowane magnetycznie

Przedstawiany miesiąc temu AKT Center został zaprojektowany przede wszystkim jako głośnik centralny, znajdujący się najczęściej w pobliżu telewizora, dlatego jego podstawowa wersja zawiera wszystkie głośniki ekranowane magnetycznie, aby nie zakłócały pracy kineskopu. AKT Center może jednak pracować również na wszystkich innych pozycjach, tj. daleko od telewizora (wersja zawierająca głośniki nieekranowane nosi oznaczenie AKT Center M).

Z kolei zespoły AKT Monitor, AKT 1 i AKT 2 w podstawowych wersjach są nieekranowane, ale każda z nich ma też wersję ekranowaną, z końcówką E w oznaczeniu. AKT Monitor E może pełnić rolę małego głośnika central-

WYKAZ ELEMENTÓW

Zestaw AKT 2

Rezystory

R1: 3,3Ω

R2: 6,8Ω

Kondensatory

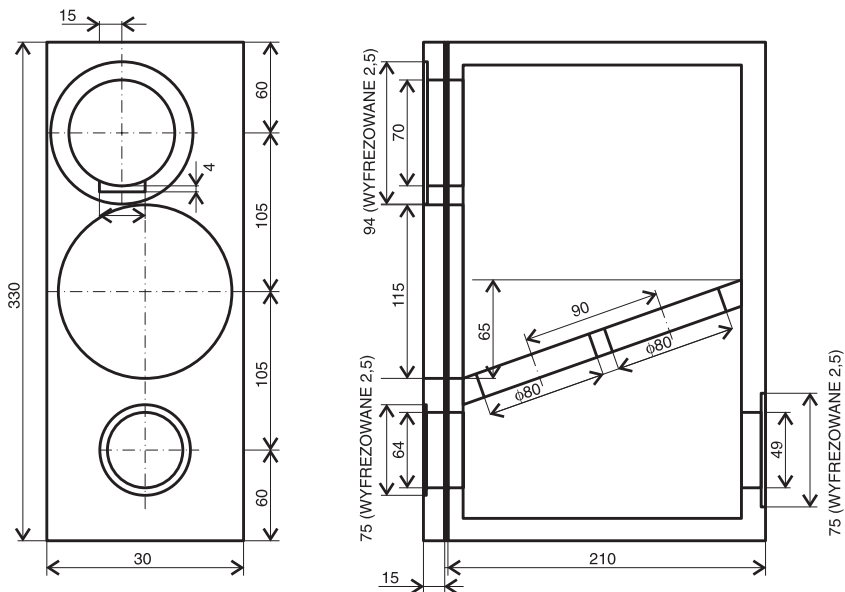
C1: 3,9μF

C2: 3,9μF

Różne

L1: 1,5mH

L2: 0,33mH



WSZYSTKIE ŚCIANKI 15mm, PRZÓD - 25mm WYKLEJAĆ GĄBKĄ

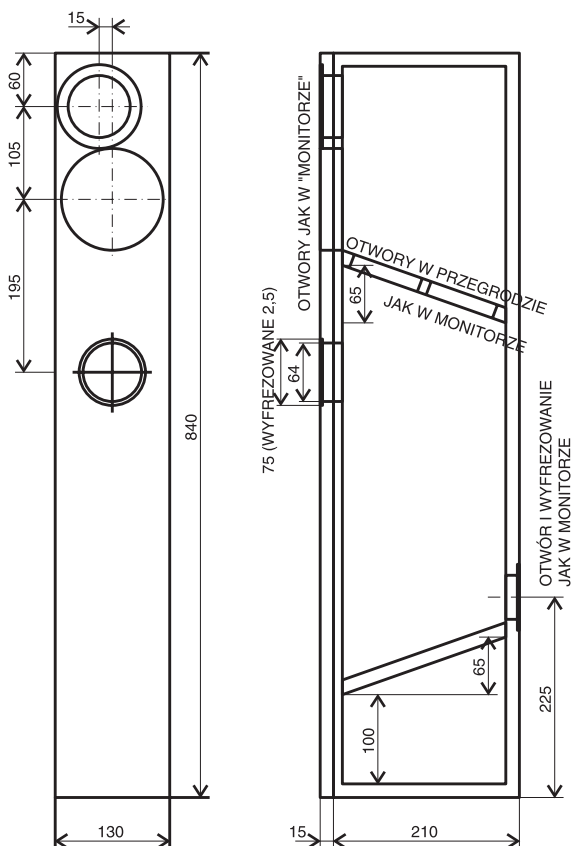
Rys. 14. Projekt obudowy AKT Monitor.

nego, natomiast ekranowanie AKT 1 i AKT 2 ma sens wówczas, gdy jako głośniki lewy i prawy miałyby być umieszczone blisko telewizora.

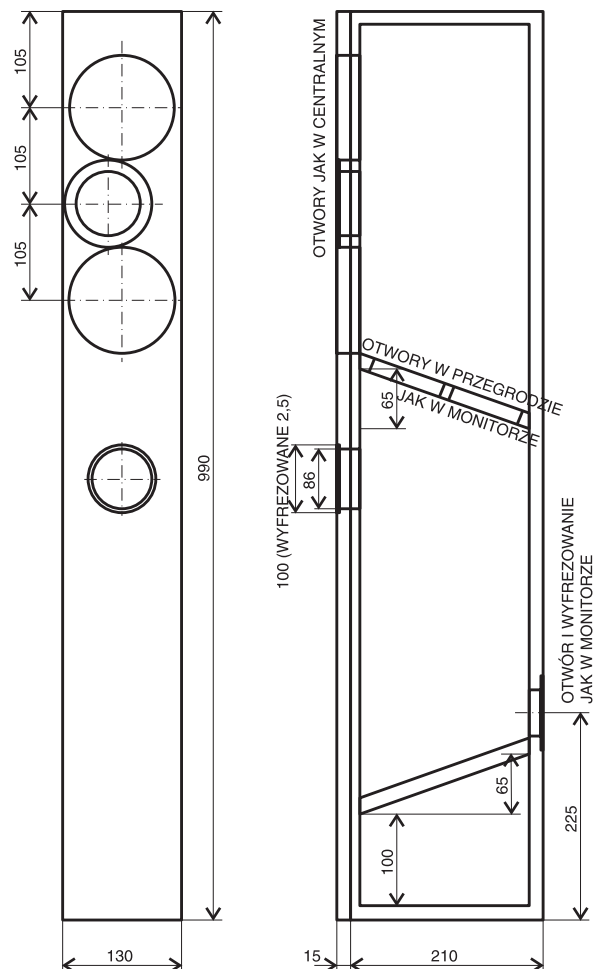
Konstrukcje obudów

We wszystkich projektach obudów (rys. 14, 15, 16) założono, że ścianki i wewnętrzne wzmocnienia wykonane zostaną z płyty

MDF o grubości 15mm, z wyjątkiem ścianek przednich (o grubości 25mm). Pod głośniki wysokotonowe należy w każdym przypadku wykonać wyfrezowanie o głębokości ok. 3mm, tak aby ich powierzchnie zrównały się z powierzchniami przednich ścianek. Jest to zabieg służący estetyce, ale przede wszystkim akustyce - wystające krawędzie okrągłej obudowy powodowałyby odbicie fal o określonej długości, które interferując z falą biegnącą bezpośrednio od membrany powodowałyby zaburzenie charakterystyki. Kosze głośników nisko-średniotonowych są zaprojektowane w ten sposób, aby nie powodować odbić i interferencji przy prostym montażu bez wyfrezowania. Umożliwiają one ponadto nasunięcie kosza głośnika nisko-średniotonowego na obudowę wysokotonowego, a więc zbliżenie centrów akustycznych, co poprawia charakterystyki kierunkowe. Natomiast tylko z powodów estetycznych wypada przy-



Rys. 15. Projekt obudowy AKT 1.



Rys. 16. Projekt obudowy AKT 2.

gotować wyfrezowanie pod otwór bass-reflex (zjawisko odbijania od krawędzi nie występuje, ponieważ fale niskich częstotliwości, promieniowane przez otwory, są znacznie dłuższe od ich średnic), choć w Monitorze jest to konieczne z powodu nasunięcia kosza głośnika nisko-średniotonowego.

Głośnik wysokotonowy został przesunięty z osi symetrii. Kolumny jednej pary najlepiej wykonywać jako „lustrzane odbicia”, dla uzyskania pełnej symetrii układu. Wytlumienie obudów bass-reflex stanowić powinna 2..3cm warstwa gąbki na wszystkich ściankach, a obudów zamkniętych dodatkowo ok. 0,5kg/10 litrów wełny.

W projektach nie uwzględniono maskownic. Większość standardowo wykonanych maskownic, na skutek swoich wystających krawędzi, zakłóca promieniowanie. Ewentualnym rozwiązaniem jest ramka z grubego drutu, mocowana na wystających z obudowy kołkach.

Wykonanie zwrotnic

Zalecane jest wykonanie zwrotnic techniką bezpośredniego łączenia elementów, najprostszą w warunkach amatorskich i najlepszą ze względu na minimalną

Głośniki AKT Center	(2xTC14SG69-04 plus TC20SD05)	395 zł
Głośniki AKT Center M	(2xTC14WG69-04 plus TC20TD05)	335 zł
Głośniki AKT Monitor	(TC14WG69-08 plus TC20TD05)	195 zł
Głośniki AKT Monitor E	(TC14SG69-08 plus TC20SD05)	245 zł
Głośniki AKT 1	(TC14WG69-08 plus TC20TD05)	195 zł
Głośniki AKT 1 E	(TC14SG69-08 plus TC20SD05)	245 zł
Głośniki AKT 2	(2xTC14WG69-04 plus TC20TD05)	335 zł
Głośniki AKT 2 E	(2xTC14SG69-04 plus TC20SD05)	395 zł

Cena osprzętu dla każdego z powyższych zestawów 95 zł

liczbę punktów lutowanych. Do zamocowania wszystkich elementów wystarczy płyta MDF (o grubości 1cm i wymiarach 9x12cm), instalowana na tylnej ściance, za głośnikiem nisko-średniotonowym. Osie cewek powinny być ustawione prostopadle do siebie, aby wyeliminować ich wzajemne oddziaływanie.

Zalecane jest zastosowanie elementów wysokiej jakości - w zestawach dostarczanych przez AVT są to wyłącznie cewki powietrzne (szeregowe w filtrach dolnoprzepustowych nawinięte drutem 1 mm, równoległe w filtrach górno-przepustowych drutem 0,7 mm) i kondensatory polipropylenowe. Rezystory w tłumikach głośników wysokotonowych są metalizowane.

Gniazda przyłączeniowe ze złoconymi zakrętkami pozwalają na zastosowanie wszelkich standar-

dowych końcówek przewodów głośnikowych lub samego przewodu z usuniętą izolacją.

Za miesiąc projekt układu trójdrożnego AKT 3, przypomnienie ogólnych założeń konfiguracji systemów wielokanałowych i propozycje dobrze zharmonizowanych systemów opartych na konstrukcjach AKT.

Andrzej Kisiel, Audio

W ramach projektów AKT AVT dostarcza komplety głośników i podstawowy osprzęt (części do zwrotnic, gniazda, tunele bass-reflex - bez obudów, wytlumień, okablowania i wkrętów mocujących). Cena jest sumą cen składników wchodzących w skład zestawu. Zamówienie może dotyczyć kompletu głośników lub kompletu głośników i części. Nie dostarczamy samych części ani pojedynczych głośników.