

*Dobre przetwarzanie najniższych częstotliwości – jest dla wielu użytkowników sprzętu Hi-Fi jednym z najważniejszych aspektów jakości odtwarzanego dźwięku. Pozbawienie muzyki odpowiedniej wagi niskich częstotliwości prowadzi do oczywistego zubożenia wrażeń odsłuchowych. Nie można w pełni, wiernie odtworzyć brzmienia instrumentów, które pracują w tym zakresie (bębny, kontrabas, gitara basowa, „stopa” perkusji, niższe rejestry fortepianu, organów, itp); okazuje się, że także instrumenty „środką pasma” (np. saksofon) i głosy wokalistów tracą swoją naturalną moc i barwę, gdy pozbawimy je właściwego fundamentu. W przypadku ścieżek dźwiękowych filmów – biorąc pod uwagę coraz większą popularność systemów „kina domowego” – możliwość wypromieniowania dużej mocy w zakresie najniższych częstotliwości jest niezbędna; bez niej nie zostałyby odtworzone wiele „efektów specjalnych”, takich jak wybuchy, start odrzutowca, galopada, kroki dinozaura. Nic więc dziwnego, że na zakres ten zwraca się baczną uwagę; jednocześnie – niestety – zapewnienie jego poprawnego odtworzenia jest jednym z największych elektroakustycznych problemów. Przy czym wąskim gardłem po raz kolejny okazują się być zespoły głośnikowe. Zapewnienie transmisji pełnego pasma akustycznego – umownie od 20Hz do 20000Hz – poprzez nośnik cyfrowy lub analogowy, układy elektroniczne odtwarzacza CD, magnetofonu i wzmacniacza – nie jest specjalnym problemem. Ale przetworzenie najniższych częstotliwości zakodowanych w sygnale elektrycznym, na odpowiednie ciśnienie akustyczne – to zadanie nie lada, z którym od dawna borykają się konstruktorzy zespołów głośnikowych.*

### Fizyka

Aby wytworzyć odpowiednie natężenie w zakresie niskich częstotliwości, należy – opisując to w największym skrócie – przepompować bardzo dużą objętość powietrza w jednym cyklu (iloraz powierzchni membrany i jej amplitudy określany jest jako wychylenie objętościowe). Wraz z obniżaniem się częstotliwości, zapotrzebowanie to gwałtownie rośnie – do kwadratu (np. dla wypromieniowania przy 20Hz tej samej mocy, co przy 100Hz, należy przepompować 25 ra-

zy więcej powietrza w jednym cyklu, 1600 razy więcej niż przy 1kHz, 640000 razy więcej niż przy 20kHz! Tłumaczy to, dlaczego konstrukcje głośników wysokotonowych, średniotonowych i niskotonowych tak bardzo różnią się między sobą – co widoczne na pierwszy rzut oka – przede wszystkim wielkością. Aby przepompować określoną objętość powietrza, musimy albo zastosować membranę o dużej powierzchni, albo pozwolić na jej dużą amplitudę; w praktyce obydwie cechy idą ze sobą w parze – duże głośniki niskotonowe mają jednocześnie dużą amplitudę membran. Największe, 18-calowe (46-cm) głośniki niskotonowe, mając membranę o powierzchni ok. 1300 cm<sup>2</sup> i amplitudzie maks. ok. 1,5cm mogą przepompować w jednym cyklu ok. 2 litrów powietrza! Natomiast typowy, 17-cm głośnik nisko-średniotonowy dwudrożnej, kilkunastolitrowej kolumnienki przepompować może tylko ok. 20 razy mniejszą objętość.

### Duże głośniki, duże obudowy

Duże głośniki niskotonowe wymagają zwykle zastosowania odpowiednio dużych obudów, również głośniki niewielkiej średnicy, aby mogły pracować optymalnie w zakresie niskich częstotliwości, nieraz wymagają stosunkowo dużej objętości (dokładna analiza parametrów głośnika i wynikających z nich parametrów obudowy jest bardzo obszernym działem wiedzy o głośnikach, nie będzie więc tu przedstawiana). Wniosek jest jednak prosty – zapewnienie efektywnego przetwarzania najniższych częstotliwości jest



*Klasyczny, trzyczęściowy system „sub-sat” firmy Dantax, z miniaturowymi satelitami i subwooferem z obudową pasmowo-przepustową. Głośnik średniotonowy w satelitach ma średnicę 10cm, głośniki niskotonowe w subwooferze (konfiguracja Push-Pull) średnicę 20cm. Częstotliwość podziału wynosi 200Hz.*



*System solid Solutions – średniej wielkości subwoofer, cztery satelity (dwa przednie i dwa tylne) plus głośnik centralny – tani komplet głośnikowy do kina domowego, nagrodzony przez EISA*

zwykle zarówno kosztowne, jak i kłopotliwe z powodu wielkości kolumny głośnikowej dobrze przetwarzającej basy.

Drugi z tych problemów znajduje przynajmniej częściowe rozwiązanie dzięki pomysłowi zastosowania urządzenia głośnikowego nazywanego **SUBWOOFER** (ang. sub – pod, poniżej, woofer – głośnik niskotonowy), a więc głośnika superniskotonowego, który działa w obudowie niezależnej od podstawowego zespołu głośnikowego. Jeden subwoofer może obsługiwać obydwa kanały systemu stereofonicznego lub systemu dźwięku dokólnego, a ponadto może być ustawiony



dość dowolnie. Są to niewątpliwe zalety – podstawowe zespoły głośnikowe zostają „zwolnione z obowiązku” przetwarzania najniższych częstotliwości, więc nie muszą być bardzo duże, a przez to można je wygodnie ustawić w miejscach akustycznie najodpowiedniejszych, natomiast duży subwoofer może zostać ustawiony np. pod ścianą, gdzie nie będzie przeszkadzał domownikom. Czy rozwiązanie takie nie przynosi uszczerbku jakości dźwięku? Czy nie zostaje zubożona i zafaszowana stereofonia lub panorama dźwięku dookólnego, jeśli określony zakres częstotliwości, zamiast być przetwarzany przez prawidłowo ustawione kolumny, jest odtwarzany tylko przez jedno źródło, w dodatku ustawione w przypadkowym miejscu? Okazuje się jednak, że przy spełnieniu kilku warunków, powyższe problemy jakościowe zostają zredukowane do minimum. Najniższe częstotliwości sprawiają nam wymienione na początku problemy, ale równocześnie mają właściwości, które pozwalają na tak wygodne rozwiązania.

### Na falach długich

Gdy promieniowana przez głośnik fala akustyczna jest znacznie dłuższa niż średnica membrany (co ma miejsce w przypadku niskich częstotliwości), wówczas rozchodzi się wszechkierunkowo. Odbicia od ścian pomieszczenia powodują, że do słuchacza dociera ciśnienie akustyczne z wielu stron, utrudniając, bądź wręcz uniemożliwiając (dla najniższych częstotliwości) lokalizację źródła promieniowania (głośnika). W praktyce panorama stereofoniczna, lub dźwięku dookólnego, tworzona jest więc w przeważającej mierze przez dźwięki z zakresu częstotliwości średnich i wysokich. Należy jednak być ostrożnym przy wyciąganiu wniosków z tego faktu, bowiem jeśli gitara kontrabas została nagrany w lewym kanale, to czyż nie lokalizujemy go w lewym kanale? Jednak tak, mimo wspomnianych właściwości rozprzestrzeniania się częstotliwości najniższych. Dlaczego? Spektrum częstotliwościowe kontrabas nie leży tylko w zakresie częstotliwości niskich, są w nim wyższe składowe, pochodzące n.p. od szarpnięć strun. Te składowe dają się łat-

wo zlokalizować w źródle, które je promieniuje, a w ślad za nimi nasze ucho (a w zasadzie cały układ psychoakustyczny) lokalizuje cały kontrabas; aby uzyskać taki efekt, najniższe częstotliwości mogą być jednak przetwarzane przez inny głośnik – nasz zmysł słuchu może zostać „oszukany” przez wyższe składowe, ponieważ nie może dokładnie zlokalizować źródła najniższych częstotliwości.

Opierając się na powyższych spostrzeżeniach, wielu producentów sprzętu elektroakustycznego proponuje subwoofer jako rozwiązanie poprawiające przetwarzanie najniższych częstotliwości, nie będące poważnym kompromisem względem zastosowania dwóch dużych, pełnozakresowych kolumn, jednocześnie funkcjonalne i umożliwiający wykorzystanie już posiadanych zespołów głośnikowych. Wydawałoby się, że subwoofer ma same zalety; jednak jak to zwykle bywa, można wskazać kilka słabych punktów takiego rozwiązania. Znając je, można minimalizować ich wpływ.

### Uwaga: Faza!

Wszechkierunkowość promieniowania fal niskich częstotliwości nie jest wystarczającym warunkiem prawidłowego współdziałania subwoofera z głośnikami głównymi. Założenie wszechkierunkowego promieniowania jest bowiem spełnione już w zakresie ok. 300Hz, ale działanie systemu subwoofer-satelity z częstotliwo-

ścią podziału w tym zakresie jest słabe, akustyczna integracja poszczególnych zakresów nie jest właściwa.

Problem ten wynika z zależności fazowych między poszczególnymi głośnikami, współpracującymi w przetwarzaniu całego pasma akustycznego. W zespole głośnikowym głośniki działają w określonej konfiguracji elektryczno-mechanicznej, tak aby w zakresach częstotliwości podziału promieniowały w fazach zgodnych. Długość fali 300Hz wynosi ok. 115cm; to znacznie więcej, niż średnica membrany nawet bardzo dużego głośnika niskotonowego (stąd spełniony jest warunek promieniowania fali kulistej), ale 1/2 tej fali to już tylko ok. 58cm – na takim dystansie następuje więc przesunięcie fazy o 180°. Oznacza to, że przy częstotliwości podziału 300Hz, przesunięcie subwoofera do przodu lub do tyłu, względem głośników satelitarnych i słuchacza, wywołuje przesunięcie fazy o 180° w zakresie, w którym obydwie części systemu powinny zgodnie współpracować. Choć możemy znaleźć wiele miejsc, w których będzie pracował prawidłowo (współdziałanie z głośnikami satelitarnymi odbywać się będzie w zgodnej fazie z punktu widzenia słyszenia – słuchacza), to ustawienie subwoofera nie jest zupełnie dowolne. Niedogodność tę możemy zmniejszać, a swobodę ustawienia subwoofera zwiększać, gdy obniżymy częstotliwość podziału (współdziałające fale będą znacznie dłuższe, i trudniej będzie o szkodliwe przesunięcia fazowe; np 1/2 fali 100Hz ma już długość ok. 1,7m). Można też zawsze odwrócić fazę subwoofera – nawet jeżeli nie ma specjalnego przełącznika – po prostu zamieniając miejscami przewody podłączające. Nie jest to więc problem nierozwiązywalny, ale wskazane są eksperymenty z ustawieniem i sposobem podłączenia – „dowolne miejsce” nie oznacza miejsca najlepszego.

### Uwaga: Ściany!

Kolejnym ciekawym zjawiskiem związanym z promieniowaniem fal niskich częstotliwości jest zmiana ich natężenia powodowana bliskością powierzchni odbijających. Gdybyśmy zawiesili subwoofer na środku pokoju, pomiędzy sufitem a podłogą, efektywność jego pracy byłaby najniższa. Jeśli postawimy go na podłodze – nadal na środku pokoju – natężenie niskich częstotliwości wzrośnie dwukrotnie. Jeśli jednocześnie przysuniemy do ściany – już czterokrotnie; jeżeli do naroża – aż ośmiokrotnie (każda powierzchnia daje wzrost dwukrotny). Wynika stąd, że można



JBL – miniatury subwoofer TLX (obudowa pasmowo-przepustowa, dwa głośniki 13-cm) dedykowany jest małym zespołom głośnikowym TLX 110, które jednak mogą pracować również samodzielnie. Zastosowanie mianatury subwoofera nie przynosi tu wielkich korzyści – dolna częstotliwość graniczna zostaje obniżona z 45Hz do 40Hz. Częstotliwość podziału – 150Hz.





w dużym zakresie regulować poziom niskich częstotliwości za pomocą ustawienia; znaczenie mieć będzie nawet to, w którą stronę zwrócony będzie głośnik lub otwór obudowy – i jak można się domyślać, jeśli zwrócony będzie w stronę otwartej przestrzeni pokoju, w stronę słuchacza, wówczas natężenie niskich tonów będzie niższe, niż gdy zwrócony będzie w stronę ściany.

### Mini – mini – max – minimalne wymiary, minimalna jakość, maksymalna wygoda

Spotykamy się z bardzo różnymi realizacjami i sposobami wykorzystania subwoofera. Kilkanaście lat temu zaczęły zyskiwać dużą popularność systemy „sub-sat” – zestawy składające się z pary bardzo małych zespołów „satelitarnych” – przetwarzających zakres średnich i wysokich częstotliwości, i jednego subwoofera, raczej średniej niż dużej wielkości – przeważnie z obudową pasmowo-przepustową (głośniki ukryte wewnątrz). Z faktu, że w układach takich satelity są bardzo małe, a więc mają małe głośniki średniotonowe (10-12 cm), które nie mogą być obciążane dużą mocą w zakresie niskich częstotliwości, wynika, że częstotliwość podziału między satelitami a subwooferem jest relatywnie wysoka – ok. 200Hz. Wiąże się z tym wymienione powyżej problemy z właściwą integracją akustyczną systemu. Subwoofery takich układów – również dość skromne – także nie są zwykle mistrzami w przetwarzaniu najniższych częstotliwości – nie działają w tym zakresie wcale lepiej, niż przeciętnej wielkości, kilkunastostopniowe zespoły głośnikowe. Układy takie nie mają jednak najczęściej wielkich ambicji audiofilskich, są adresowane do tych, dla których kłopotem jest ustawienie pary nawet średniej wielkości zespołów głośnikowych. Sposób podłączenia takich prostych układów polega zwykle na doprowadzeniu sygnału (pełnopasmoowego) ze wzmacniacza do gniazd wejściowych subwoofera, za którymi ulega on rozdzieleniu – poprzez filtry dolnoprzepustowe biegnie dalej do głośników subwoofera, a poprzez filtry górnoprzepustowe do gniazd wyjściowych, które łączy się z gniazdami wejściowymi satelitów. Subwoofer pełni więc w tym przypadku również rolę „centrali” rozdzielającej sygnał na odpo-



Gigantyczny subwoofer Wilson Audio X-S (500kg sztuka), przeznaczony do współpracy z niewiele mniejszymi X-1 „Grand Slamm”. Subwoofer ten, zbudowany w oparciu o dwa 18-calowe głośniki w komorach bass-reflex, przetwarza tylko najniższe częstotliwości – od 20 do 50Hz, mogąc wytwarzać w tym zakresie ponad 120dB.



Duży, aktywny (200W) subwoofer firmy KEF (obudowa pasmowo-przepustowa, dwa głośniki 25-cm), przeznaczony do zastosowań zarówno w układach stereofonicznych, jak i w systemach kina domowego (certyfikat THX)

wiednie podzakresy. Działanie takiego systemu zakłada więc, że satelity będą odciążone od przetwarzania niskich częstotliwości, co może wydatnie zwiększyć wytrzymałość całego systemu (mały, 12-cm głośnik nisko-średniotonowy, forsowany mocą elektryczną całego pasma akustycznego, wytrzyma 20-30W; odciążony od częstotliwości poniżej 200Hz, może pracować jako średniotonowy nawet w systemach o mocy znamionowej powyżej 100W). Zawsze taki system można podłączyć inaczej, zasilając satelity bezpośrednio ze wzmacniacza, ale grozić może to ich przeciążeniem, i ewentualnie nawet przeciążeniem wzmacniacza (zbyt niska wartość impedancji obciążającej wzmacniacz). Systemy takie nie rozpowszechniły się, ponieważ w konfrontacji z parą klasycznych zespołów głośnikowych – w tej samej cenie – zwykle wypadły dość blado. Dla mało wymagających użytkowników, którzy przede wszystkim chcą „schować” sprzęt, aby zabierał jak najmniej miejsca, jest to jednak rozwiązanie dość kuszące.

### Max – max – max – maksymalne wymiary, maksymalna jakość, maksymalna cena

Na drugim biegunie – jakościowym, cenowym i funkcjonalnym – znajdują się bardzo duże i drogie subwoofery, które mają za zadanie wspomagać główne zespoły głośnikowe w zakresie ekstremalnie niskich częstotliwości. W układach takich główne kolumny wcale nie są ułomne w przetwarzaniu niskich częstotliwości – dodatkowy subwoofer lub subwoofery mają za zadanie uzupełnić pasmo akustyczne o skrajnie niskie częstotliwości, umożliwiając wytwarzanie w tym zakresie dużych natężeń. Mimo bardzo niskich częstotliwości podziału, w układach takich występują najczęściej dwa subwoofery, niezależne dla każdego kanału stereofonicznego. Jak widać, walory funkcjonalne nie mają tutaj wielkiego znaczenia – wszystko zmierza do osiągnięcia absolutnie doskonałego przetwarzania najniższych częstotliwości. Przykładem takiej gigantomanii jest głośnikowy „komplecik” amerykańskiej firmy Wilson Audio. Podstawowe kolumny to konstrukcje gigantyczne – X-1 „Grand Slamm”, przez wielu ekspertów uznawane za najlepsze na świecie (mają wysokość prawie 2m, masę 360 kg [jedną], doskonałe przetwarzanie basu



zapewniają dwa głośniki firmy Focal – jeden o średnicy 38cm, drugi 30cm, cena – ok. 2,5 miliarda starych złotych za parę). Jeżeli ktokolwiek nie zostanie zabity przez bas z tych monstrów, załatwić to powinna para subwooferów X-S. Każdy X-S ma wysokość ponad 2m, kubaturę ok. 1m<sup>3</sup>, masę 500 kg i jest uzbrojony w dwa głośniki o średnicy 46cm (powierzchnia drgająca wynosi ok. 2500 cm<sup>2</sup>). Cena pary – ok. 2 miliardy starych złotych. Żeby nie było nieporozumień – są to kolumny stworzone do użytku domowego (“Hi-Fi”), a nie profesjonalnego – estradowego czy studyjnego!

Opisany wypadek jest rzadki, ale nie zupełnie odosobniony. Oto na zeszłorocznej wystawie Funkaustellug w Berlinie, niemiecka firma Burmester zaprezentowała coś na wskroś podobnego – potężne zespoły głośnikowe B97 (w każdym dwa 30-cm głośniki niskotonowe), wspomagane subwooferowymi modułami (ilość dowolna) z głośnikami 46-centymetrowymi.

### Znajdź właściwe proporcje

Pomiędzy tymi skrajnościami – miniaturowymi systemami sub-sat, i monstros-

alnymi systemami o masie przekraczającej tonę, rozciąga się ogromna przestrzeń małych, średniej wielkości i dużych zespołów głośnikowych, którym można pomóc w przetwarzaniu basu za pomocą dodatkowego subwoofera lub subwooferów. Zanim jednak zaczniemy pomagać, musimy pamiętać o znanej lekarskiej maksymie – przede wszystkim nie szkodzić. W tym przypadku oznacza to, że subwoofer powinien mieć wyraźnie większe możliwości w zakresie niskich częstotliwości, niż zespoły głośnikowe, z którymi ma współpracować. Powinno się unikać bowiem współdziałania subwoofera i zespołu głośnikowego w szerokim zakresie częstotliwości, gdyż wiązać się to będzie z możliwością pojawiania się niezgodności fazy, a wówczas ciśnienie z obydwu źródeł, zamiast się dodawać, będzie się odejmować, i wypadkowe natężenie, przy pewnych częstotliwościach, może być niższe, niż z samych kolumn głównych, bez udziału subwoofera, a wypadkowa charakterystyka częstotliwościowa w zakresie basu będzie nierówna. O ile więc miniaturo-

wym satelitom pomoc może choćby mały subwoofer, to dla średniej wielkości, wolnostojących kolumn powinien być on odpowiednio większy. Bardzo nieprecyzyjną regułą (ale lepszą niż żadna), która pozwolić może na racjonalne dopasowanie subwoofera do kolumn podstawowych, jest spełnienie warunku: głośnik subwoofera powinien być przynajmniej o „kaliber” większy od głośnika niskotonowego lub nisko-średniotonowego podstawowego zespołu głośnikowego – wówczas prawdopodobnie ma większe możliwości w przetwarzaniu najniższych częstotliwości (nie można jednak przemilczeć, że wśród najlepszych konstrukcji renomowanych firm są np. 17-cm głośniki nisko-średniotonowe, które „potrafią więcej” niż przeciętne głośniki 20, a nawet 25cm). Jeżeli uzupełniamy posiadane już zespoły głośnikowe o dodatkowe subwoofery, należy rozważyć, czy i ewentualnie jak odciążyc głośniki główne od przetwarzania tego zakresu częstotliwości, którym teraz zajmują się subwoofery. Im niżej ustalimy częstotliwość podziału – tym łatwiej będzie zintegrować system, a brzmienie będzie



Pełny zakres regulacji aktywnego subwoofera B&W 800ASW – możliwość sterowania sygnałem niskonapięciowy (wejścia RCA „line”) i wyjścia na satelity z sygnałem przefiltrowanym (aktywnie, 18dB/okt.), wejścia z sygnałem już wzmacnionym („speaker level”) i wyjścia na satelity z sygnałem przefiltrowanym biernie, 6db/okt. Górna częstotliwość graniczna pracy subwoofera regulowana w zakresie 40-135Hz, dolna częstotliwość graniczna (-6db) – 15Hz (!). Przelączana faza, regulowane wzmocnienie (moc znamionowa wzmacniacza: 200W). Głośnik 30-cm, w obudowie bass-reflex.





spójne i zrównoważone; im wyżej – tym bardziej odciążymy głośnik nisko-średniotonowy głównych kolumn, tym będzie on bezpieczniejszy przy dużych dostarczonych mocach. Określenie właściwej częstotliwości podziału zależy od wielkości i właściwości subwoofera, a przede wszystkim głośnika nisko-średniotonowego; generalnie – im jest mniejszy, tym częstotliwość podziału wyższa.

### Subwooferowe specjalności

W subwooferach spotyka się kilka ciekawych rozwiązań, rzadko stosowanych w konwencjonalnych zespołach głośnikowych. Subwoofery mają często nietypową konstrukcję obudowy – pasmowo-przepustową (ang. band-pass). Głośnik znajduje się w środku skrzynki, a ciśnienie przezeń wytwarzane wypromieniowywane jest przez otwór. Pomysł ten wykorzystuje dolnoprzepustowe właściwości akustycznego układu rezonansowego, utworzonego przez podatność powietrza w komorze, z której wyprowadzono otwór, i masy powietrza w tunelu otworu. Dzięki temu, poza dolnoprzepustowym filtrowaniem elektrycznym (biernym lub aktywnym), można zwiększyć selektywność pracy subwoofera dodatkowym filtrowaniem akustycznym. Ponadto, obudowa pasmowo-przepustowa pozwala na dość swobodne kształtowanie charakterystyki częstotliwościowej – np. rozszerzenie pasma przenoszenia (wyznaczonego przez punkty o założonym spadku ciśnienia akustycznego – np. -6dB, względem poziomu średniej efektywności), właśnie kosztem efektywności – w rzeczywistości nie następuje więc zwiększenie możliwości wytwarzania dużych natężeń dźwięku w zakresie niskich częstotliwości, ale uzyskujemy możliwość lepszego wyeksponowania najniższych tonów względem „średniego basu”. Są to jednak już problemy ściśle konstrukcyjne. Obudowa pasmowo-przepustowa pozwala na swobodne zainstalowanie dwóch głośników w konfiguracji push-pull. Zainstalowanie dwóch głośników w jednym subwooferze jest często spotykane wówczas, gdy jeden subwoofer obsługiwać ma dwa kanały stereofoniczne – jeden głośnik odbiera i przetwarza wówczas sygnał jednego kanału, drugi – drugiego. Natomiast konfiguracja push-pull pozwala na wydajne zmniejszenie objętości obudowy. Jeżeli dla uzyskania założonego pasma przenoszenia z wykorzystaniem określonego głośnika potrzebna jest objętość obudowy np. 50 dm<sup>3</sup>, to przy klasycznym użyciu dwóch głośników (jeden obok drugiego) objętość musiałaby wy-

nieść 100 dm<sup>3</sup>, a dla konfiguracji push-pull... – tylko 25 dm<sup>3</sup>. Wyjaśnienie tego fenomenu ponownie wymagałoby długiej analizy parametrów głośnika. Ceną tego wygodnego rozwiązania jest niska efektywność. Zamiast dwóch głośników, dla odbioru sygnałów z obydwu kanałów można użyć pojedynczego głośnika z podwójnym uzwojeniem cewki.

### Subwoofer aktywny i kino domowe

W ciągu ostatnich lat bardzo zwiększył się udział subwooferów aktywnych, i wydaje się, że to do nich należy przyszość w tej branży. Wiąże się to z upowszechnianiem systemów kina domowego – procesory dźwięku dookólnego mają specjalne, dodatkowe wyjścia sygnałowe (sygnał przed wzmocnieniem) do sterowania subwoofera, który jest przewidziany w koncepcji systemów wielogłośnikowych. Subwoofer aktywny ma wiele przewag nad klasycznym subwooferem biernym. Subwoofer aktywny to urządzenie wzmacniająco-głośnikowe – jest sterowane sygnałem niskonapięciowym (tego rodzaju, jakie jest w gniazdach RCA (cinch), np. na wyjściu magnetofonowym, na wyjściu odtwarzacza CD lub na wyjściu przedwzmacniacza), nie czerpie więc cennej mocy ze wzmacniacza – jest „samowystarczalne”, bowiem ma własny, wbudowany wzmacniacz. Ponadto pozwala to na dokonywanie pewnych operacji na sygnale jeszcze przed jego wzmocnieniem. Można np. dowolnie ustalić charakterystykę częstotliwościową wraz z górną częstotliwością graniczną (a więc założoną częstotliwością podziału między subwooferem a głośnikami głównymi), ustawić fazę, i oczywiście wzmocnienie. Daje to ogromne pole manewru i pozwala na znacznie łatwiejsze zintegrowanie subwoofera z pozostałymi głośnikami, niż w przypadku subwoofera biernego o „sztywnych” parametrach, gdzie wszystko, co możemy zrobić, to odwrócić polaryzację (przekładając końcówki kabla) i poszukiwać najlepszego ustawienia. Subwoofery aktywne są urządzeniami znacznie droższymi od klasycznych subwooferów biernych, a mimo to systematycznie wypierają je z rynku – ich zalety są bardzo przekonujące, eliminują wiele problemów, które zniechęcały do zakupu subwooferów biernych. Ponadto, o ile w systemach stereofonicznych, przeznaczonych tylko do odsłuchu muzyki, duże ciśnienia w zakresie najniższych częstotliwości są pożądane tylko sporadycznie, i ostatecznie możemy się bez nich obejść, to właściwe odtworzenie

ścieżki dźwiękowej wymaga nieraz wytworzenia silnych wibracji, użycia przy tym odpowiedniej mocy elektrycznej, która nie powinna zostać zabrana z podstawowego wzmacniacza, który i tak nieźle się poci nad zasilaniem pozostałych głośników systemu.

### Z subwooferem czy bez?

Subwoofer jest urządzeniem pożytecznym, ale nie niezbędnym. Jeżeli posiadamy parę dobrych zespołów głośnikowych, nie wpadamy w kompleksy – posiadacze tanich systemów sub-sat słyszą z nich znacznie mniej niż my, choć mogą się cieszyć z funkcjonalnej miniaturyzacji systemu. Jeżeli myślimy jednak o wzbogaceniu naszego systemu o subwoofer, myślimy o tym poważnie. Musimy być pewni, że interesować nas subwoofer lepiej przetwarza niskie częstotliwości, niż posiadane już kolumny; tylko wówczas jego podłączenie ma sens. Sama nazwa „subwoofer” wcale tego nie gwarantuje. Przyjrzyjmy się zarówno parametrom podawanym przez producenta, jak i cechom konstrukcyjnym. Praw fizyki oszukać się nie da – aby wytworzyć duże ciśnienie w zakresie niskich częstotliwości, trzeba przepompować dużo powietrza. Z długiej strony nie ma takich zespołów głośnikowych, których przetwarzania basu nie można „poprawić” – za pomocą odpowiednio dużego, właściwie dobrego subwoofera. Przeprowadźmy doświadczenia, poszukując najlepszego ustawienia subwoofera z akustycznego punktu widzenia – wskazówka, że subwoofer można ustawić „gdziekolwiek”, jest bardzo ogólna. Skupmy uwagę na subwooferach aktywnych, które pozwalają na większą swobodę w ustawieniu, gdyż pozwalają na dokonanie ważnych regulacji ułatwiających akustyczną integrację z pozostałymi głośnikami. Zwróćmy uwagę nie tylko na ilość basu i jego rozciągnięcie, ale i na jego jakość – czy jest odpowiednio rytmiczny, sprężysty, szybki, czy nie gra „na jedną nutę”. Słabe głośniki niskotonowe i słabe subwoofery mogą mieć zdolność wytwarzania dużych natężeń niskich tonów, ale będą one jednobarwne, dudniące, nieczytelne. Zróbmy test – czy po włączeniu subwoofera brzmienie kontrabasu jest tak samo wyraźne (to nie to samo, co potężne), jakie było bez jego pomocy? Jeśli nie, szukajmy dalej. Dobry bas to nie tylko efektowne wibracje i „masowanie”, ale również klarowność i dobra kontrola.

Andrzej Kisiel