

Niezbędnik dla amatorów i profesjonalistów

W głośnikowym żywiole, część 16

Obudowy bas-refleks, część 8

Miesiąc temu zaczęliśmy ćwiczenia w strojeniu obudów bas-refleks, przedstawiając kilka opcji dla dwóch głośników Peerlessa (15 i 18 cm niskośredniotonowych z serii HDS). Teraz będziemy badać trzy 18 cm głośniki nisko-średniotonowe Scan-Speaka, które znamy już z odcinków poświęconych obudowie zamkniętej. Dokładniejsze omówienie ich konstrukcji znajduje się w numerach 5 i 6/2004, tutaj przypomnimy tylko najważniejsze parametry. Zachęcamy do porównania rezultatów uzyskiwanych dla obydwu rodzajów obudów.



Fot. 72. Wygląd głośnika PL18WO-09-08

Etap ćwiczeń z projektowaniem obudów klasycznego bas-refleksu zakończymy badaniem dwóch popularnych 18 cm głośników nisko-średniotonowych firmy Vifa – najlepszego z serii „Premium Line” PL18W0-09-08 i najtańszego - TC18WG-69-08. Porównanie tych głośników da wiele praktycznych wniosków.

PL18W0-09-08 to głośnik z maszynym odlewaniem koszem (fot. 72), silnym układem magnetycznym (średnica 113 mm) i celulozową, powlekaną membraną. Dzięki cewce o średnicy 40 mm, ma dużą wytrzymałość cieplną. Przy mocy nominalnej 100 W (praca liniowa), moc maksymalna długotrwała wynosi aż 300 W. Jego zestaw parametrów jest następujący:

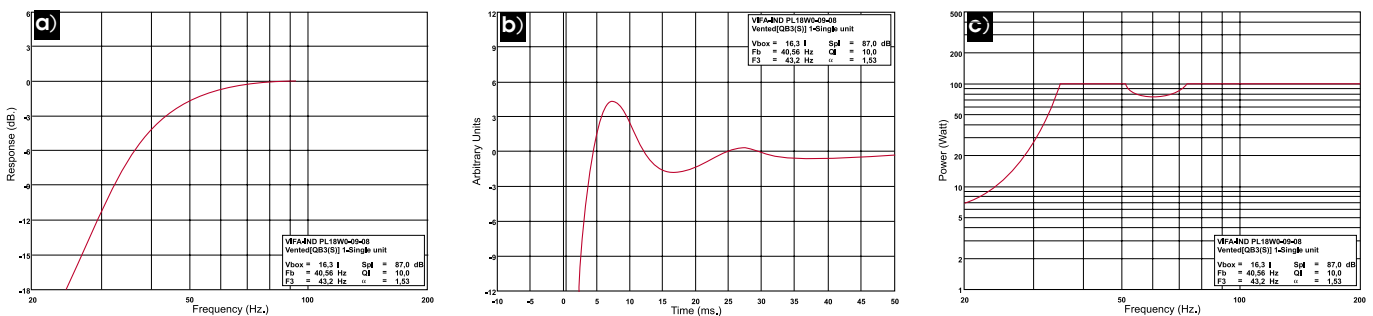
| | |
|-----------------------------|------|
| F_s [Hz] | 38 |
| Q_{es} | 0,40 |
| Q_{ms} | 2,46 |
| Q_{ts} | 0,34 |
| V_{as} [dm ³] | 25 |
| R_e [Ω] | 5,8 |

| | |
|--------------------------|-----|
| S_d [cm ²] | 132 |
| X_{lin} [cm] | 0,8 |
| Moc [W] | 100 |

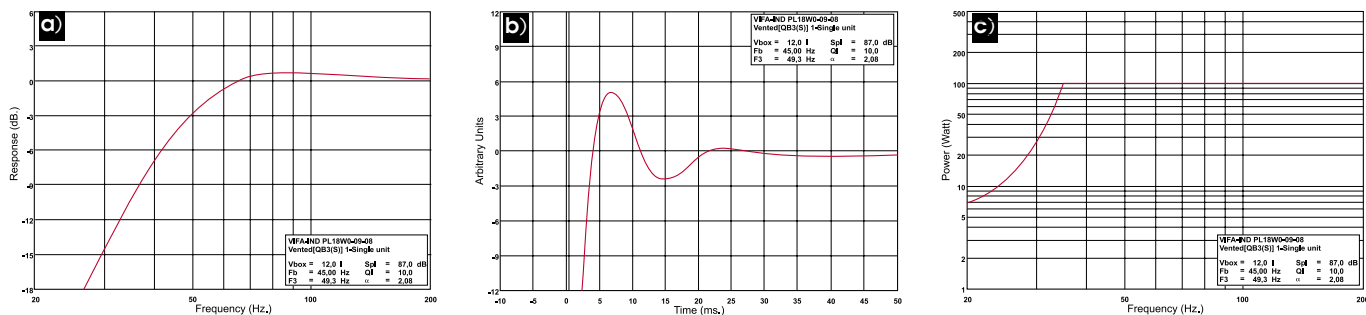
Wartość Q_{ts} jest umiarkowana. Głośnik jest odpowiedni dla bas-refleksu również ze względu na częstotliwość rezonansową, która nie jest na tyle niska, aby zapewnić niską częstotliwość graniczną w obudowie zamkniętej. Amplituda liniowej pracy jest typowa dla głośników tej wielkości, przy wynikającym stąd (i z powierzchni membrany) wychyleniu objętościowym, średnica otworu okrągłego powinna wynosić co najmniej 5 cm². Po uwzględnieniu rezystancji szeregowej $R_g=0,5 \Omega$, $Q_{ts}'=0,37$.

Warto porównać otrzymane wyniki do przedstawionych miesiąc temu dla strojenia głośnika Scan - Speak 18W8545. Oto mimo wyraźnych różnic parametrów Thiele - Smalla (zarówno f_s , Q_{ts} , jak i V_{as}), symulacje według podstawowych modeli strojenia dają bardzo podobne wyniki w zakresie

podstawowych parametrów - objętości obudowy V_b , jej częstotliwości rezonansowej f_b , jak i częstotliwości spadku 3 dB. Również podobnie jak wówczas, objętości dla wszystkich modeli zawierają się w wąskich granicach 15...19 litrów (najmniejsza dla BB4, największa dla Hoge'a), a tym razem nawet częstotliwości f_b skupiły się wokół jednej wartości - 40 Hz. W ramach teoretycznych modeli, PL18W0-09-08 nie daje pola do eksperymentowania - ale wyjście poza nie pozwoli znaleźć ciekawe rozwiązania. Natomiast w ich obrębie najwłaściwsze wydaje dostrojenie do modelu QB3, który daje zarówno dobre rozciągnięcie charakterystyki przetwarzania, jak i poprawną charakterystykę impulsową. Jeszcze lepszy pod tym względem jest BB4, który jednak przy najmniejszej objętości 15 litrów wymaga strojenia 38 Hz, a to pociąga za sobą konieczność założenia tunelu o długości aż 24 cm (przy średnicy 5 cm). Dostrojenie we-



Rys. 73. Charakterystyka głośnika PL18WO-09-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (model QB3 dla $Q_b=10$): $V_b=16,3 \text{ dm}^3$, $f_b=41 \text{ Hz}$, $f_3=43 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 74. Charakterystyka głośnika PL18WO-09-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla $Q_b=10$): $V_b=12 \text{ dm}^3$, $f_b=45 \text{ Hz}$, $f_3=49 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

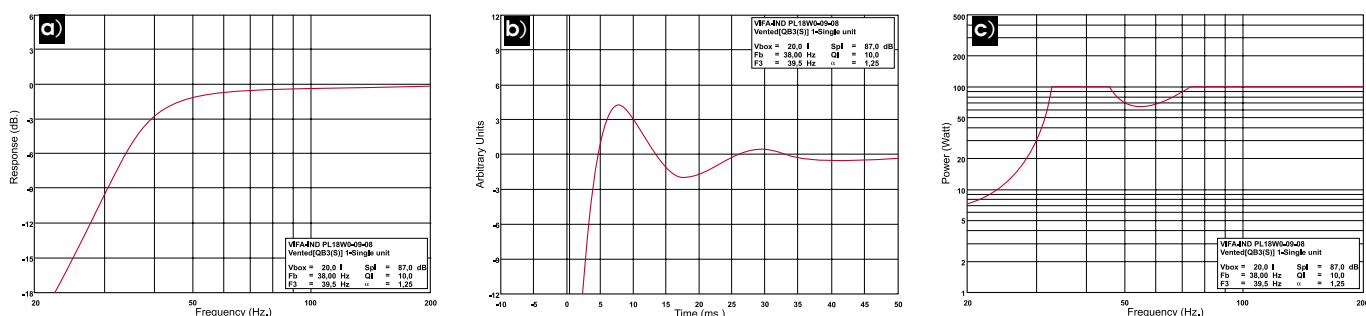
dług QB3 jest nieco łatwiejsze – tunel ma mieć długość 18 cm, a jeżeli pójdziemy na kompromis, i zgodzimy się na średnicę 4,5 cm, to wystarczy już tylko tunel 14,5 cm. Spadek -6 dB mamy przy 37 Hz – bardzo dobry wynik, jak na 16 litrów. Charakterystyka wytrzymałości ma płytkie siodło w okolicach 60 Hz (minimum na poziomie ok. 80 W), opada zdecy-

żętość, która zmieści się już w obudowie wolnostojącej.

Ponownie porównując do wyników dla 18W8545 można zauważyć, że idziemy jego tropem. Znowu objętość 20 litrów, podobne strojenie, i podobna częstotliwość graniczna - spadek -6 dB przy 34 Hz. Charakterystyka impulsowa pokazuje wygaszanie nieco dłuższe, niż z mniejszych objętości.

| | |
|-----------------------------|------|
| Q_{es} | 0,58 |
| Q_{ms} | 2,62 |
| Q_{ls} | 0,47 |
| V_{as} [dm ³] | 44 |
| R_e [Ω] | 5,5 |
| S_d [cm ²] | 138 |
| X_{lin} [cm] | 0,8 |
| Moc [W] | 50 |

Wartość Q_{ls} jest na tyle wysoka, że teoretycznie głośnik ten jest odpowied-



Rys. 75. Charakterystyka głośnika PL18WO-09-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla $Q_b=10$): $V_b=20 \text{ dm}^3$, $f_b=38 \text{ Hz}$, $f_3=39 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

dowanie poniżej 35 Hz.

Omówione 16 litrów nie jest jednak objętością szczególnie wygodną – jest nieco zbyt duża dla zgrabnej konstrukcji podstawkowej, a kolumna wolnostojąca zachęca do wypróbowania większej objętości. Pójdźmy po kolei w obydwie strony.

Podobnie jak przy 18W8545 wydaje się, że najmniejsza objętość dla PL18WO-09-08 to 12 litrów. Strojenie do 45 Hz nie będzie specjalnie trudne - wymaga tunelu 16,5 cm przy średnicy 4,5 cm. Charakterystyka impulsowa, w porównaniu do uzyskanej przy modelu QB3, ma minimalnie wyższą pierwszą oscylację, ale i zauważalnie krótszą odpowiedź. Spadek -6 dB znajduje się przy 42 Hz, charakterystyka wytrzymałości bez zachwiania pozostaje na pułapie 100 W aż do 37 Hz. Dla 12-litrowego monitora wyniki bardzo dobre. Następną próbą uwzględnia ob-

Charakterystyka wytrzymałości ma obniżenie między 50 Hz a 60 Hz, z minimum o wartości 65 W – tutaj swoją przewagę wykazał 18W8545, utrzymując stabilność na pułapie 100 W. Tunel o średnicy 5 cm musi mieć długość 17 cm, o średnicy 4,5 cm - 13 cm.

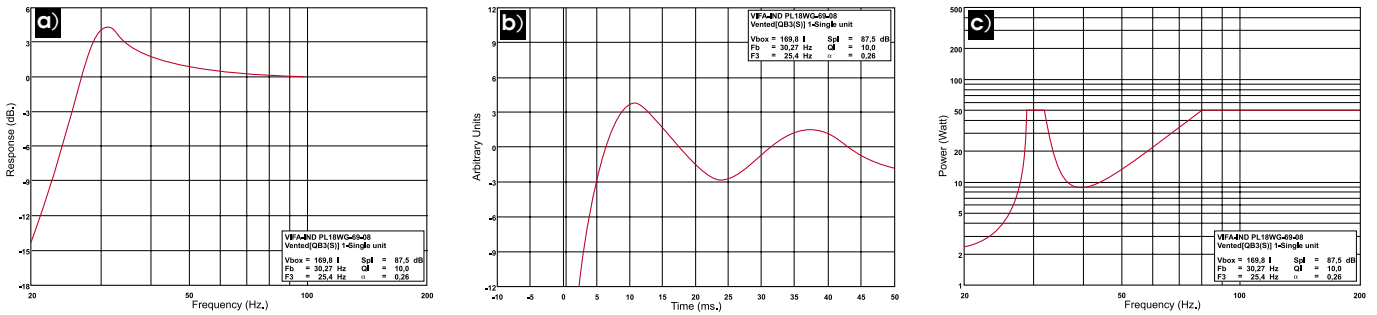
TC18WG-69-08 to głośnik nowoczesny i niedrogi. Umiarkowana cena wynika z materiału, z jakiego wykonany jest kosz – tym razem nie jest odlewem z metali lekkich, ale z tworzywa wzmocnianego włóknem szklanym – a także z umiarkowanej wielkości układu magnetycznego – 72 mm. Membrana, podobnie jak w PL18 jest celulozowa, powlekana, łączona jest z zawieszeniem poprzez nacięcia systemu NRSC (Non Resonant Suspension Coupling). Cewka drgająca ma średnicę 25 mm. Jego zestaw parametrów jest następujący:

| | |
|------------|----|
| F_s [Hz] | 37 |
|------------|----|

niejszy do obudowy zamkniętej. Mimo to, najczęściej spotyka się go w obudowie bas-refleks. Za chwilę okaże się, że głośnik o parametrach nietypowych dla bas-refleksu jest bardzo ciekawym obiektem badań. O ile PL18WO-09-08 nie dawał wielkiego pola do popisu, jeżeli chodzi o eksperymenty, swoimi „prawidłowymi” parametrami mocno determinując wielkość i strojenie obudowy, to ćwiczenia z TC18WG-69-08



Fot. 76. Wygląd głośnika TC18WG-69-08

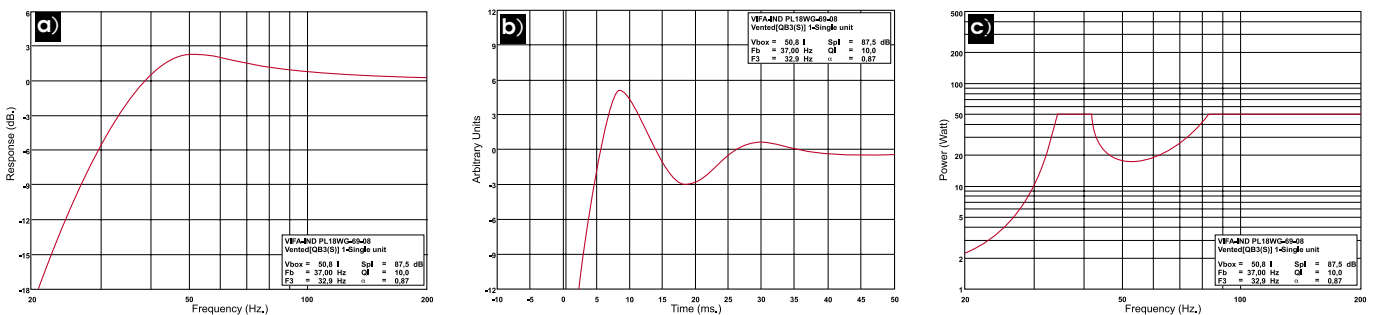


Rys. 77. Parametry głośnika TC18WG-69-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (QB3, dla $Q_b=10$): $V_b=169,8 \text{ dm}^3$, $f_b=30 \text{ Hz}$, $f_3=25 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

zaowocują bardzo różnymi i pouczającymi opcjami. Najpierw zobaczmy, co na temat tego głośnika „mówią” modele teoretyczne. Po uwzględnieniu rezystancji szeregowej $R_g=0,5 \Omega$, $Q_{s1}=0,51$. Oczywiście przedstawiamy tę opcję tylko jako ciekawostkę – objętość 170 litrów dla pojedynczego głośnika 18 cm to absurd. Ale modele teoretyczne takich absurdów nie

tytuł: tość mniejszą niż QB3, ale nadal nie-realną (ponad 90 litrów) i niekorzystną ze względu na impuls i wytrzymałość. Nadal bardzo dużą, ale już możliwą do wykonania objętość proponuje nam model BB4. W sumie zakres objętości „modelowych” rozciąga się w szerokiach, chociaż mało praktycznych granicach – od 50 do 170 litrów. Wraz z BB4 stroimy obudowę do częstotli-

wyraźną poprawę w stosunku do modelu QB3, ale nadal nie będą to mocne strony tej konstrukcji – moc spada poniżej 20 W między 40 a 55 Hz, a odpowiedź impulsowa jest długa. Owszem, charakterystyka przetwarzania pokazuje, że głośnik o wcale nie bardzo niskiej częstotliwości rezonansowej, ale o wysokiej dobroci, zainstalowany w dużej objętości, potrafi



Rys. 78. Parametry głośnika TC18WG-69-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (BB4, dla $Q_b=10$): $V_b=50,8 \text{ dm}^3$, $f_b=37 \text{ Hz}$, $f_3=33 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

wyczuwają. Nie biorą też pod uwagę charakterystyki wytrzymałości – a i ta dyskwalifikuje takie zastosowanie TC18WG-69-08, chyba że wystarczy nam tylko 10 W mocy przy 40 Hz. Odpowiedź impulsowa jest bardzo długa. Niską częstotliwością graniczną nie ma się więc sensu podniecać.

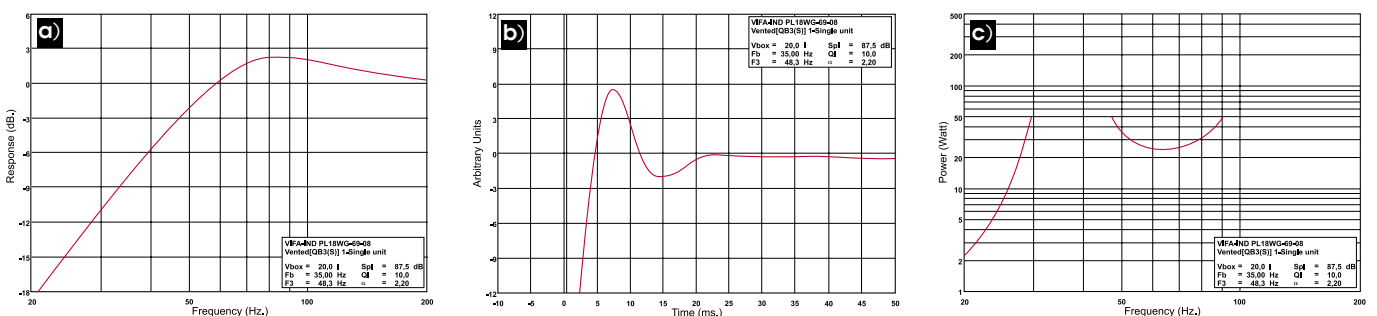
wości f_s , czyli w tym przypadku do 37 Hz. Dzięki dużej objętości wykonanie tunelu nie będzie kłopotliwe, przy średnicy 5 cm powinien mieć długość tylko 5 cm, możemy średnicę ewentualnie zwiększyć do 7 cm, wtedy tunel będzie miał 11,5 cm.

„zejść” bardzo nisko – spadek -6 dB pokazuje się przy 30 Hz. Szukamy jednak aplikacji o lepiej zrównoważonych możliwościach, i musimy już wyjść poza modele teoretyczne, oczywiście w stronę objętości mniejszych od 50 litrów.

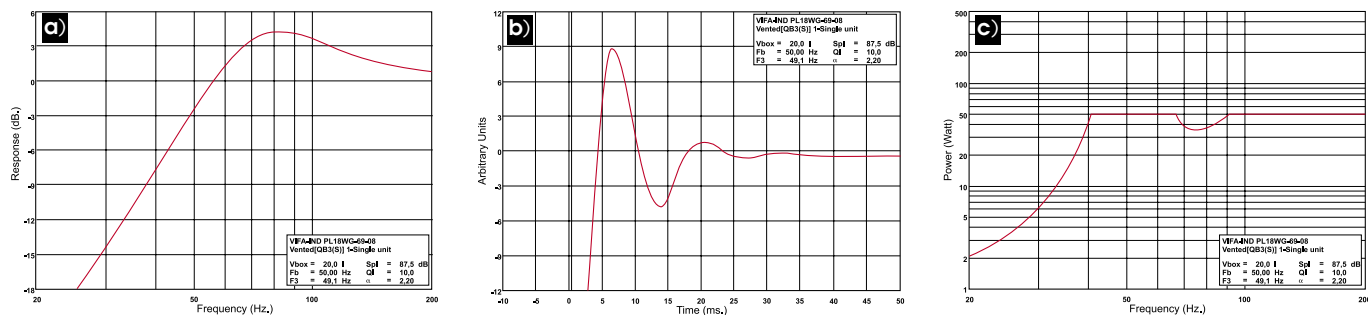
Modele C4 i Hoge’a dyktują obję-

Sprawdzenie charakterystyk wytrzymałości i impulsu pokazuje ich

Przy dostrajaniu tej wersji obowiązywały następujące założenia: objętość



Rys. 79. Parametry głośnika TC18WG-69-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla $Q_b=10$): $V_b=20 \text{ dm}^3$, $f_b=35 \text{ Hz}$, $f_3=48 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 80. Parametry głośnika TC18WG-69-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla $Q_b=10$): $V_b=20 \text{ dm}^3$, $f_b=50 \text{ Hz}$, $f_3=49 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

niewielkiej konstrukcji wolnostojącej, dobra charakterystyka impulsowa, poprawiona charakterystyka wytrzymałości - jej lokalne minimum w zakresie średniego basu nie powinno spadać poniżej połowy wartości mocy znamionowej głośnika, czyli 25 W, i możliwe do wykonania wymiary tunelu. Choć mała obudowa wolnostojąca mogłaby mieć i 25 litrów, odpowiednie okazało się 20 litrów. Układ dostrojony do 35 Hz zapewnia szybką odpowiedź impulsową i charakterystykę wytrzymałości trzymającą się określonych wyżej wymagań. Na charakterystyce przetwarzania pojawia się ok. 2 dB wzmocnienie w zakresie 70...100 Hz, spadek -6 dB (względem poziomu referencyjnego) notujemy przy 40 Hz. Potrzebujemy tunelu 20 cm przy średnicy 5 cm lub 16 cm przy średnicy 4,5 cm. Taką samą objętość spróbujemy teraz dostroić inaczej - znacznie wyżej.

Wyższe strojenie ma plusy i minusy. Poprawiło charakterystykę wytrzymałości w zakresie „średniego” basu (obniżenie w okolicach 60...70 Hz jest już niewielkie), chociaż opadanie w zakresie najniższych częstotliwości rozpoczyna się już od 40 Hz (wcześniej od 30 Hz). Odpowiedź impulsowa ma gwałtowniejszą oscylację, ale nadal wygaszaną dość szybko. Częstotliwość

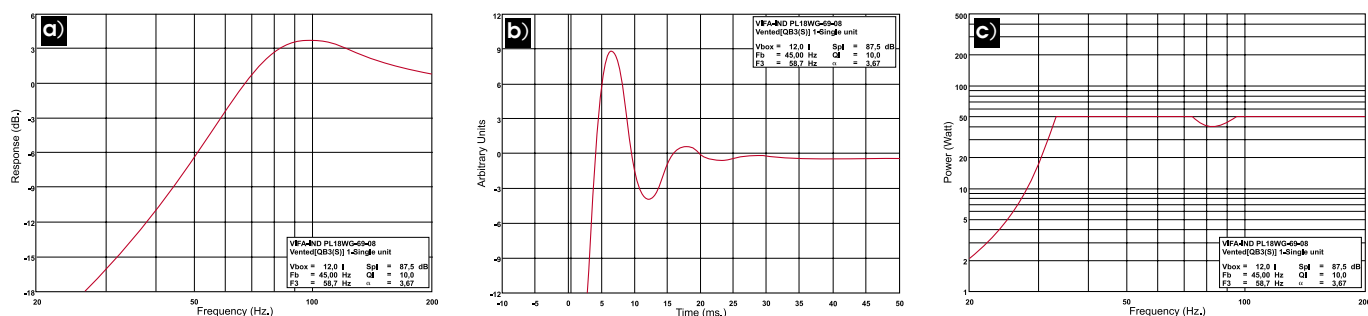
graniczna przesunęła się w górę bardzo niewiele - teraz -6 dB notujemy przy 43 Hz. Warto zwrócić uwagę, że przesunięcie częstotliwości rezonansowej obudowy wcale nie musi wywołać równie silnego przesunięcia częstotliwości granicznych. Na pewno łatwiej wykonać tunel do takiego strojenia - przy średnicy 5 cm wystarczy długość 8 cm. Jeżeli obydwa przedstawione strojenia obudowy 20 litrów możemy uznać za poprawne, to i każda pośrednia częstotliwość rezonansowa (pomiędzy 35 a 50 Hz) jest dopuszczalna i nie grozi niespodziankami - da wyniki pośrednie na każdej charakterystyce.

Ale głośnik TC18WG-69-08 spotyka się też w konstrukcjach podstawkowych...

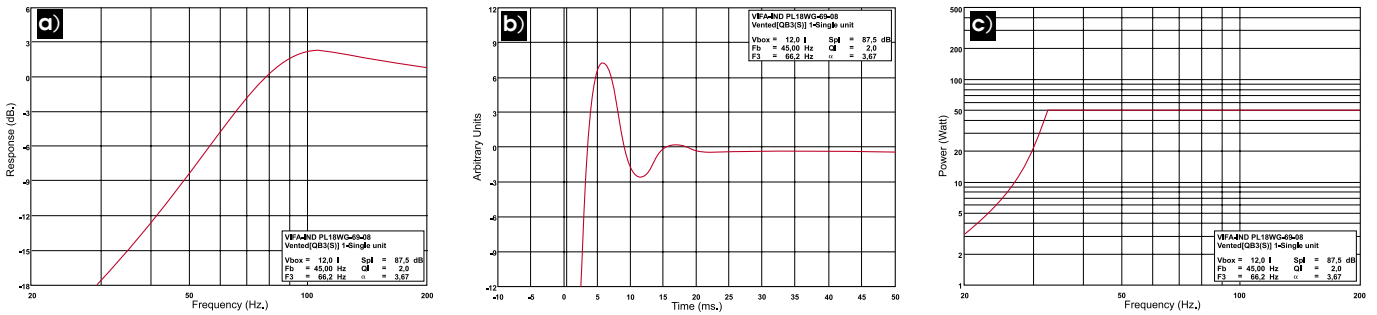
Na warsztat bierzemy więc nie po raz pierwszy objętość 12 litrów i sprawdzamy, co da się w takich warunkach wycisnąć z TC18WG-69-08. Za pomocą symulacji szybko można ustalić, że im niższe byłoby strojenie obudowy, tym lepiej. Ale jak zwykle musimy wziąć pod uwagę wymiary tunelu, i musimy zgodzić się na częstotliwość rezonansową nie niższą od 45 Hz - wtedy tunel o średnicy 4,5 cm ma długość 16,5 cm. Na charakterystyce przetwarzania pojawia się ok. 4 dB podbicie przy 90...100 Hz,

a spadek -6 dB (względem poziomu 0 dB) widać przy ok. 50 Hz. Charakterystyka impulsowa ma duży skok, ale szybkie wygaszenie. Charakterystyka wytrzymałości bardzo dobra - przy 80 Hz widać tylko minimalne wkleśnięcie, szybki spadek dopiero poniżej 34 Hz. Symulacja ta dotyczyła obudowy umiarkowanie wytłumionej - a więc o dość wysokiej dobroci własnej $Q_b=10$. A w przypadku tego typu sytuacji - stosowania głośników o wysokim współczynniku Q_t s w małych objętościach - często tłumi się układ rezonansowy, mocno wypełniając obudowę np. watą mineralną. Sprawdźmy wyniki dla takiego wariantu ($Q_b=2$).

Po wytłumieniu obudowy bas „zelał” - w całym zakresie charakterystyka obniżyła się o ok. 2 dB. Trochę poprawiła się charakterystyka impulsowa (mniejszy skok oscylacji), a charakterystyka wytrzymałości ostatecznie wyprostowała się w całym użytecznym zakresie, aż do spadku, zaczynającego się przy 32 Hz. Takie wykorzystanie TC18WG-69-08 jest jak najbardziej dopuszczalne, a przecież jakże dalekie od wskazywanych przez modele - objętość jest czterokrotnie mniejsza od najmniejszej tam odczytywanej. Wniosek z tego taki, że z niektórymi głośnikami modele teoretyczne radzą sobie... tylko teoretycz-



Rys. 81. Parametry głośnika TC18WG-69-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla $Q_b=10$): $V_b=12 \text{ dm}^3$, $f_b=45 \text{ Hz}$, $f_3=59 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości



Rys. 82. Parametry głośnika TC18WG-69-08 w obudowie bas-refleks o parametrach (bez modelu, dla $Q_1=2$): $V_b=12 \text{ dm}^3$, $f_b=45 \text{ Hz}$, $f_{-3}=66 \text{ Hz}$, a) charakterystyka przetwarzania, b) charakterystyka impulsowa, c) charakterystyka wytrzymałości

nie, a najlepsze ich aplikacje pojawiają się dopiero na drodze specjalnych poszukiwań. Ale symulacje komputerowe są w tych poszukiwaniach w zasadzie niezbędne, „ręcznie” nie da się ich obliczyć.

Z przedstawionych powyżej ćwiczeń można wyciągnąć znacznie więcej wniosków. Warto porównywać zestawy charakterystyk zarówno w obrębie poszczególnych głośników, jak i między różnymi głośnikami. W

następnych numerach przedstawimy istotę działania obudów pokrewnych z bas-refleksem – czyli obudów z membraną bierną i pasmowo-przepustowych.

Andrzej Kisiel

LC ELEKTRONIK nadajemy kształt elektronice  www.lcel.com.pl

od 16 lat dostarczamy kompleksowe rozwiązania producentom urządzeń elektronicznych

- klawiatury
- obudowy
- płyty czołowe
- akcesoria
- materiały pomocnicze
- wsparcie technologiczne

wybieraj z naszej oferty na:
www.lcel.com.pl



LC Elektronik ul. Pułkowa 58, 01-969 Warszawa
e-mail: lcel@lcel.com.pl tel: (22) 569 53 00 fax: (22) 569 53 10

TRIM-POT
32-010 Kocmyrzów 45A
e-mail: biuro@trim-pot.com.pl
<http://www.trim-pot.com.pl>
tel. (012) 387-06-01, fax (012) 387 06 02

BEZPOŚREDNI IMPORTER OFERUJE

- rezystory metalizowane, węglowe, mocy, obrabiane, rezystorowe, SMD
- kondensatory ceramiczne, elektrolityczne, SMD f-my CINETECH
- potencjometry obrotowe, przeliczniki, przeciwzakłócenia X2, Y2, silnikowe f-my ISKRA
- potencjometry obrotowe, obrotowe z silnikiem, suwakowe, nastawne, potencjometry precyzyjne linowe, katowe dla automatyki przemysłowej, przełączniki SMD f-my TOMY bezpieczniki, termiki, termostaty, oprawy bezpiecznikowe f-my HOLLYLAND
- przełączniki, mikroprzełączniki, SMD f-my SWTRONIC, WELLBUYING
- mostki, diody, diody Schottkiego, diody LED, trzaski, diaki, tranzystory, diody Zenera f-my MIC
- diody LED o mocy 1W, 3W, 5W oraz podwyższonej jasności f-my BRILLANCE
- przełączniki f-my BESTAR
- termistory, wariatory f-my AMETHERM
- czujniki temperatury, wilgotności, cyfrowe, prod. Japońskiej

POSIADAMY MAGAZYN BUFOROWY
WYŁĄCZNY DYSTRYBUTOR POTENCJOMETRÓW TOMY W EUROPIE
/WG. TECHNOLOGII JAPONSKIEJ I USA/
wlv produkty mają certyfikaty iso oraz znaki bezpieczeństwa

DYSKOTEKOWE EFEKTY ŚWIETLNE



VDL3002MR MUSHROOM

www.sklep.avt.com.pl **330 zł**

Prenumeratę Elektroniki Praktycznej najwygodniej zamawiać SMS-em!
Wyślij SMS o treści **PREN** na numer **0695458111**,
my oddzwonimy do Ciebie i przyjmujemy Twoje zamówienie.
(koszt SMS-a według Twojej taryfy, czyli nie więcej niż 25 gr).