

Cyfrowe zwrotnice głośnikowe (5)



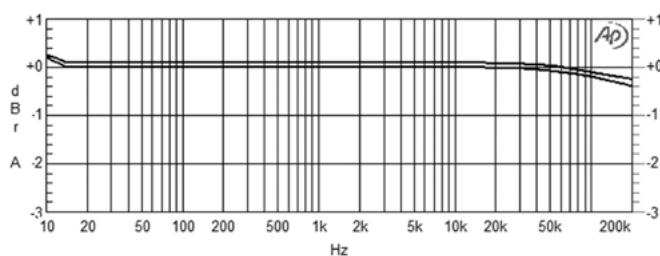
Wyniki pomiarów wykonanych zwrotnic

W poprzedniej części artykułu opisaliśmy sekcję przetworników C/A, przedwzmacniaczy, wzmacniaczy mocy oraz zasilania. W tej części przedstawiamy wyniki pomiarów poszczególnych sekcji oraz wnioski podsumowujące.

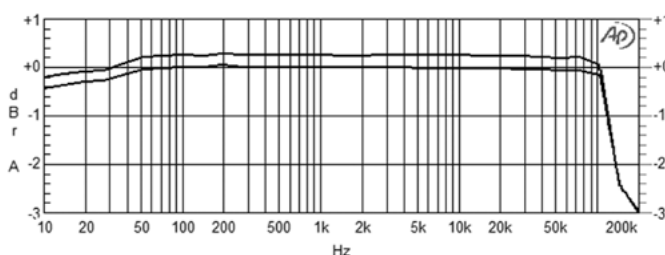
Pomiar wzmacniaczy mocy:

Pomiar parametrów wzmacniaczy przeprowadzono za pomocą analizatora audio AP2700 firmy Audio Precision. Przedstawiono wyniki dla dwóch osobnych wzmacniaczy jednego kanału (dla torów górno- i dolnoprzepustowego). Zmierzono następujące parametry wzmacniacza:

- Charakterystykę częstotliwościową i fazową (rysunek 1...4).



Rysunek 1. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniaczy dla $U_{we} = 0,3 \text{ V}$



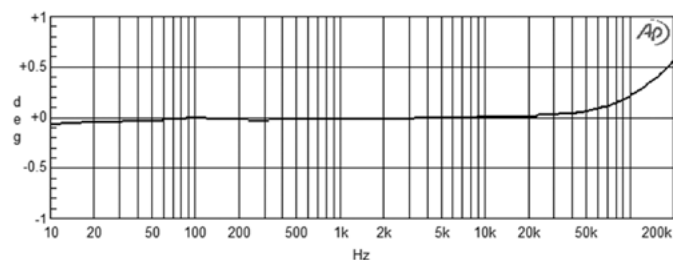
Rysunek 2. Charakterystyki częstotliwościowe wzmacniaczy dla $U_{we} = 1,35 \text{ V}$

Tabela 1. Wyniki pomiarów parametrów wzmacniaczy		
Parametr	$U_{we} = 300 \text{ mV}_{RMS}$	$U_{we} = 1,35 \text{ V}_{RMS}$
Stosunek sygnał/szum: S/N – liniowy [dB]	-75	-88,5
Stosunek sygnał/szum: S/N – skorygowany z krzywą A [dB]	-91	-107
Zniekształcenia Intermodulacyjne [%]: A1 – 60 Hz, A2 – 2 kHz, gdzie A1/A2 = 4/1	0,03	0,5

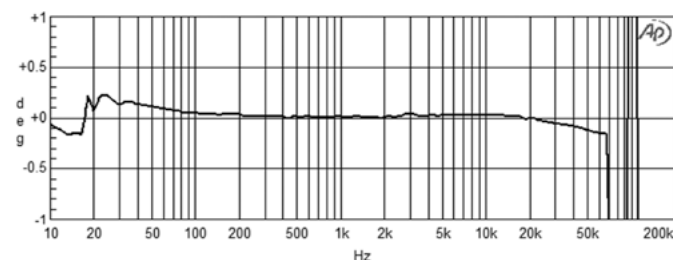
Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 15352, pass: 760hp6s5
 • poprzednie części kursu

- Zniekształcenia intermodulacyjne dla składowych A1– 60 Hz, A2– 2 kHz, gdzie A1/A2 = 4/1.
- Zniekształcenia nieliniowe + szum (THD + N, rysunek 5 i rysunek 6.
- Widmo zniekształceń dla sygnału sinusoidalnego o częstotliwości $f=1 \text{ kHz}$.
- Stosunek sygnału do szumu mierzony liniowo oraz z korekcją A.

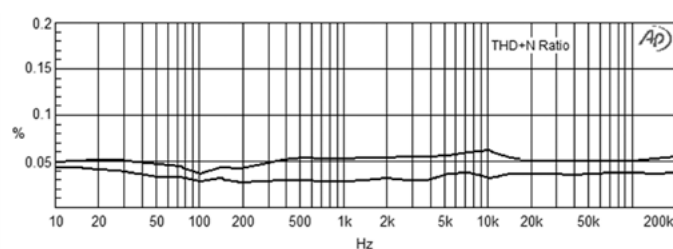
Pomiary przeprowadzono dla dwóch poziomów sygnału wejściowego: 300 mV i 1,35 V, co przy obciążeniu 8Ω odpowiadało mocy wyjściowej, odpowiednio: 1,5 W i 30 W. Wyniki pomiarów zamieszczono w tabeli 1.



Rysunek 3. Charakterystyki fazowe wzmacniaczy dla $U_{we} = 0,3 \text{ V}$

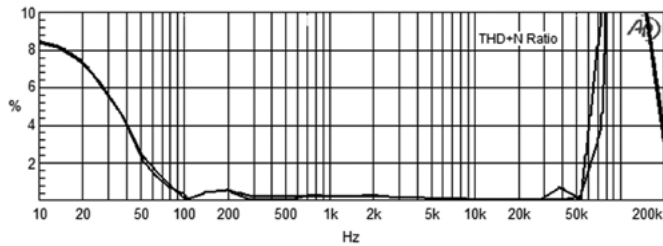


Rysunek 4. Charakterystyki fazowe wzmacniaczy dla $U_{we} = 1,35 \text{ V}$

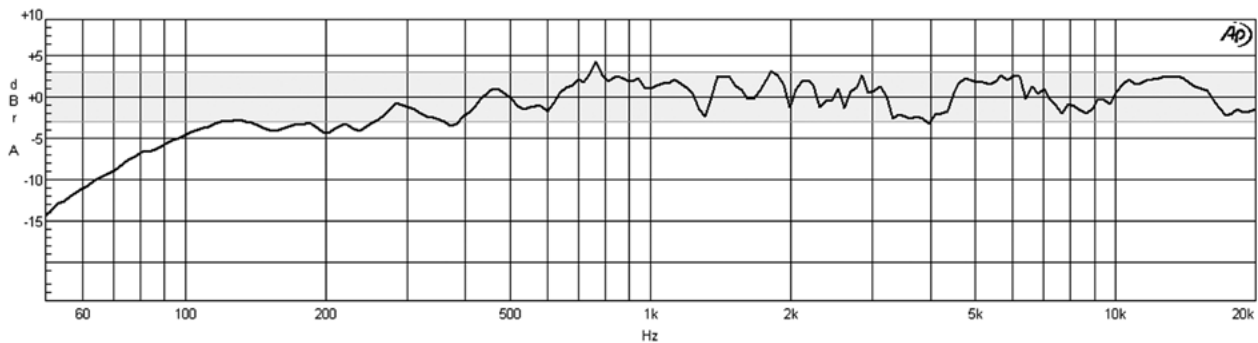


Rysunek 5. Charakterystyki zniekształceń THD+N wzmacniaczy dla $U_{we} = 0,3 \text{ V}$

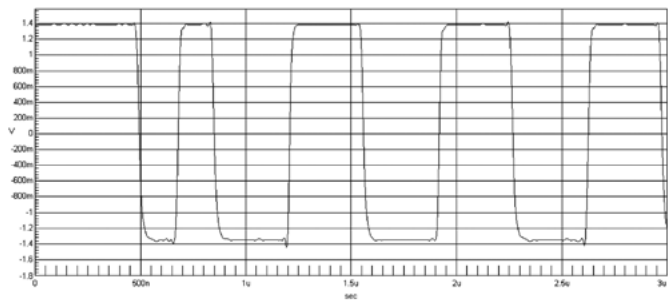
Z zaprezentowanych charakterystyk wynika, iż zastosowanie wzmacniacza mocy w postaci układu scalonego z kilkoma elementa-



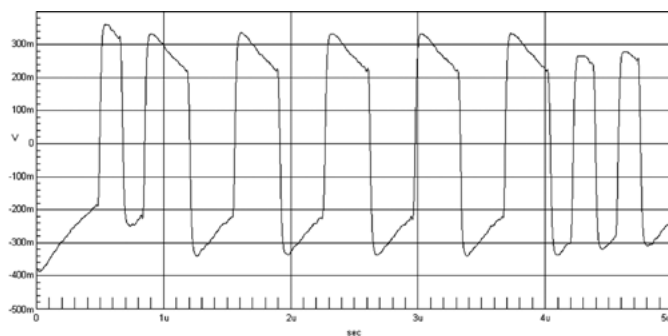
Rysunek 6. Charakterystyki zniekształceń THD+N wzmacniacza dla $U_{we} = 1,35\text{ V}$



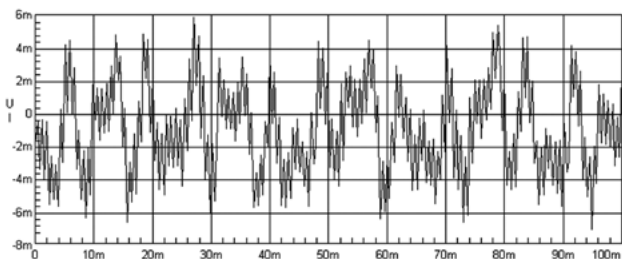
Rysunek 7. Charakterystyka częstotliwościowa zestawu stereo z zaimplementowanym filtrem cyfrowym



Rysunek 8. Charakterystyka przebiegu czasowego SPDIF dla sygnału z odbiornika optycznego



Rysunek 9. Charakterystyka przebiegu czasowego SPDIF dla sygnału z odbiornika elektrycznego



Rysunek 10. Charakterystyka przebiegu czasowego jittera dla sygnału z odbiorników optycznego

mi pasywnymi pozwala na skonstruowanie urządzenia o bardzo dobrych parametrach. Zarówno charakterystyki amplitudowe jak i fazowe wykazują, iż w zakresie akustycznym (20 Hz – 20 kHz), odchylenia od liniowości są pomijalne, nawet dla sygnałów o wysokim poziomie. Zmierzone wartości zniekształceń dobrze świadczą o układzie LM3875. Co prawda można mieć zastrzeżenia do charakterystyk fazowych, dla dużych wartości sygnału niskoczęstotliwościowego, jednak w zakresie tym ucho ludzkie jest mało wrażliwe na zniekształcenia.

Pomiar parametrów zestawów głośnikowych

Pomiar parametrów zestawów głośnikowych przeprowadzono dwuetapowo, w komorze bezchłowej. Najpierw zmierzono charakterystyki przenoszenia poszczególnych głośników w obudowach lecz bez zwrotnic

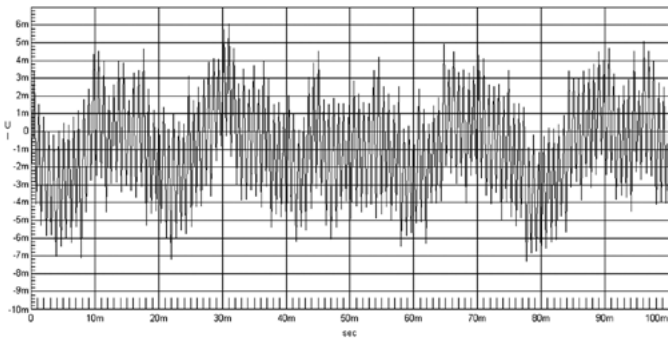
(zamieszczono je w poprzedniej części artykułu). Następnie w oparciu o nie zaprojektowano i wykonano filtry cyfrowe. Te pomiary przeprowadzono tylko dla zestawów stereofonicznych w celu zweryfikowania poprawności zaprojektowania filtrów cyfrowych.

Wyniki pomiarów wykazały bardzo podobne charakterystyki zarówno pojedynczych głośników tych samych typów, jak i gotowych zestawów dla lewego i prawego kanału (rysunek 7). Z wykresu pokazanego na rys. 7 wynika, że $\pm 3\text{ dB}$ pasmo przenoszenia zawiera się w przedziale 250 Hz...20 kHz. Natomiast pasmo $\pm 5\text{ dB}$ w przedziale 90 Hz...20 kHz. Na tym rysunku wyraźnie widać, że dla częstotliwości podziału charakterystyka mieści się w zakresie $\pm 3\text{ dB}$ co świadczy o poprawnym wyborze owej częstotliwości i o odpowiednim zaprojektowaniu filtrów cyfrowych. Wątpliwości może budzić zakres dolny częstotliwości. Wyraźnie widać, iż wybrany głośnik nisko-średniotonowy nie jest w stanie pokryć pasma subbasowego. O ile zakres 100...250 Hz można wzmocnić modyfikując filtr kosztem większego poboru mocy, to sygnały o częstotliwości poniżej 100 Hz i tak nie zostaną odtworzone przez ten głośnik. W tej sytuacji są dwa rozwiązania. Pierwszym jest dobór głośnika o lepszej charakterystyce w zakresie niskich częstotliwości, natomiast drugim jest zastosowanie osobnego subwoofera lub zestawów trójdrożnych. Projektując subwoofer w postaci cyfrowej, należałoby przewidzieć na płycie drukowanej dodatkowy kanał z konwerterem częstotliwości, przetwornikiem C/A i przedwzmacniaczami. Z kolei za wzmacniacz mocy mógłby posłużyć układ LM386 – mocniejsza wersja opisywanego w projekcie wzmacniacza.

Pomiar sygnału SPDIF

Pomiary sygnału SPDIF również przeprowadzono przy użyciu Audio Precision AP2700. W badaniach zastosowano dwa źródła wejściowe: optyczne (światłowod plastikowy o długości 4 m) oraz RCA (kabel 0,5 m, Neutrin), pochodzące z odtwarzacza CD firmy Marantz. Uzyskano charakterystyki przedstawione na rysunku 8 i rysunku 9.

Na pierwszy rzut oka sygnał z wejścia optycznego jest wyraźnie „lepszy” od sygnału z wejścia bezpośredniego. Zbocza są bardziej ostre a wartość napięcia poziomu wysokiego lub niskiego jest stała. Dla sygnału „elektrycznego”, widać spadki napięcia (efekt różniczkowania sygnału – sprzężenie pojemnościowe). Jest to jednak spadek akceptowalny przy tej długości kabla (0,5 m), który nie wpływa na poprawność odbioru sygnału przez układ DIR9001.



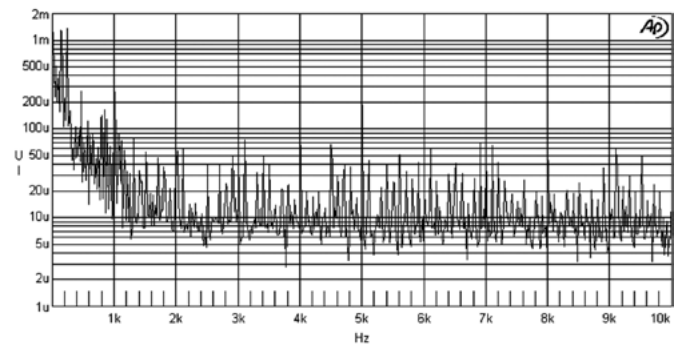
Rysunek 11. Charakterystyka przebiegu czasowego jittera dla sygnału z odbiornika elektrycznego

Na rysunkach 10...13 przedstawiono charakterystyki czasowe i częstotliwościowe jittera dla wyżej podanych długości światłowodu i kabla elektrycznego. Uzyskano porównywalne wyniki.

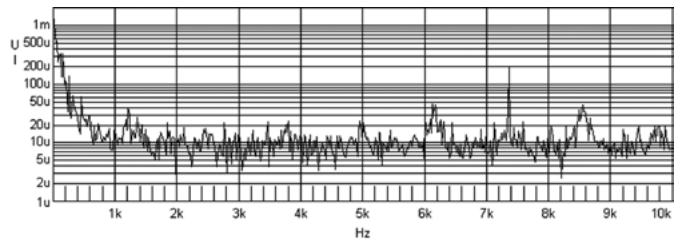
W praktyce stosuje się dłuższe kable, które powodują większe spadki napięcia na ich rezystancji, a tym samym większe zniekształcenie sygnału. Dlatego przy większych odległościach pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem, do transmisji SPDIF zaleca się stosowanie światłowodów. Ich ważną zaletą jest separacja galwaniczna między odbiornikiem a nadajnikiem. Wówczas nie ma potrzeby stosowania do tego celu dodatkowych transformatorów, o których pisano w poprzednich częściach artykułu.

Podsumowanie

Celem niniejszego artykułu było przedstawienie koncepcji głośników ze zwrotnicami cyfrowymi, a opisany system elektroakustyczny posłużył jako przykład do zaprezentowania sposobu podejścia do jego realizacji w warunkach domowych. Elementy użyte w poszczegól-



Rysunek 12. Charakterystyka widma jittera dla sygnału z odbiornika optycznego



Rysunek 13. Charakterystyka widma jittera dla sygnału z odbiornika elektrycznego

nych modułach układu mogą być zmienione na inne według własnego uznania. Dotyczy to modelu procesora, rodzaju zastosowanych filtrów, przetworników C/A, wzmacniaczy mocy i głośników.

Roman Bogusz
Piotr Pietrzyk

REKLAMA



kompleksowe rozwiązania dla elektroniki

klawiatury •
idealnie dopasowane

technologie •
dodatkowa funkcjonalność

obudowy •
katalogowe, indywidualne









www.lcel.com.pl

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



SPeDO



ffc



backlight



silicon



stk



membrane



pcb



emi/rfi



duraswitch



touch panel

MODUŁY POMIAROWE USB



DATA TRANSLATION®

DT9832/36

- częstotliwość próbkowania do 2-MHz/kanal
- od 2 do 12 wejść analogowych 16-bitowych
- opcjonalnie 2 wyjścia analogowe 500 kHz.
- 32 cyfrowe linie I/O, 2 liczniki, 3 enkodery
- synchronizacja wszystkich wejść/wyjść
- optoizolacja portu USB 500V
- oprogramowanie: Measure Foundry i quickDAQ
- sterowniki do MATLAB, LabVIEW, C++, C#

www.elmark.com.pl

ELMARK Automatyka sp. z o.o.
02-695 Warszawa ul. Bukowińska 22 lok. 1B
Tel. (022) 541-84-60, Fax. (022) 541-84-61
elmark@elmark.com.pl

