

Scalone wzmacniacze akustyczne (2)



Dodatkowe materiały na CD i FTP:
host: ep.com.pl, user: 12235, pass: 60u61c5y

Prezentujemy dalszy ciąg opisu układów scalonych przeznaczonych do torów audio. W tej części opiszemy wzmacniacze wielokanałowe oraz małej mocy (rzędu 1 W). Niestety, mimo wcześniejszej zapowiedzi objętość artykułu przerosła nasze oczekiwania i dlatego przegląd rynku scalonych wzmacniaczy słuchawkowych pojawi się w EP1/2010.

W systemach kina domowego sygnały audio podawane na wyjścia dekodera nie mają jednakowych parametrów. Wyjścia kanałów wzmacniaczy podłączone do tylnych głośników mają ograniczone pasmo i stosunkowo niedużą moc, ponieważ przeznaczone są głównie do odtwarzania efektów dźwiękowych. Nie jest tu wymagana wysoka jakość dźwięku oraz stosowane są stosunkowo niewielkie kolumny głośnikowe o względnie małej mocy. Inaczej jest z kanałami przednimi. Muszą one zapewniać najlepszą jakość i mieć stosunkowo dużą moc. Jeżeli w systemie jest odtwarzany klasyczny materiał stereo, to wykorzystywany są tylko głośniki frontowe. Jest to kolejny argument za zwróceniem szczególnej uwagi na wzmacniacze i głośniki w tych torach. Jeżeli dekodery dzielą kanał centralny, to jego parametry powinny być zbliżone do parametrów kanałów przednich. W kanale basowym wymagana

jest największa moc przy jednocześnie bardzo ograniczonym paśmie.

Takie zróżnicowanie wymagań może ułatwić wybór elementów konstrukcji wzmacniacza wielokanałowego przeznaczonego do instalacji kina domowego: musimy dysponować tylko trzema kanałami o bardzo dobrych parametrach. Inaczej to wygląda w wielokanałowych systemach przeznaczonych do odtwarzania muzyki na przykład w SACD lub DVD-Audio. Tam stawia się wysokie wymagania wszystkim kanałom.

Wzmacniacze wielokanałowe

Wielokanałowe wzmacniacze audio można podzielić na dwie grupy: wzmacniacze do systemów kina domowego i wzmacniacze do wielokanałowych systemów audio. Obie grupy różnią się między sobą konstrukcyjnie.

Scalone wzmacniacze mocy, ze względu na niewielką liczbę elementów zewnętrz-

nych, doskonale nadają się do budowania wzmacniaczy wielokanałowych. Można do tego celu użyć opisywanych już w pierwszej części wzmacniaczy klasy AB lub 4-kanałowych wzmacniaczy BTL stosowanych w odtwarzaczach samochodowych. Wybór konkretnego układu będzie zależał od zakładanych parametrów poszczególnych torów wzmacniacza.

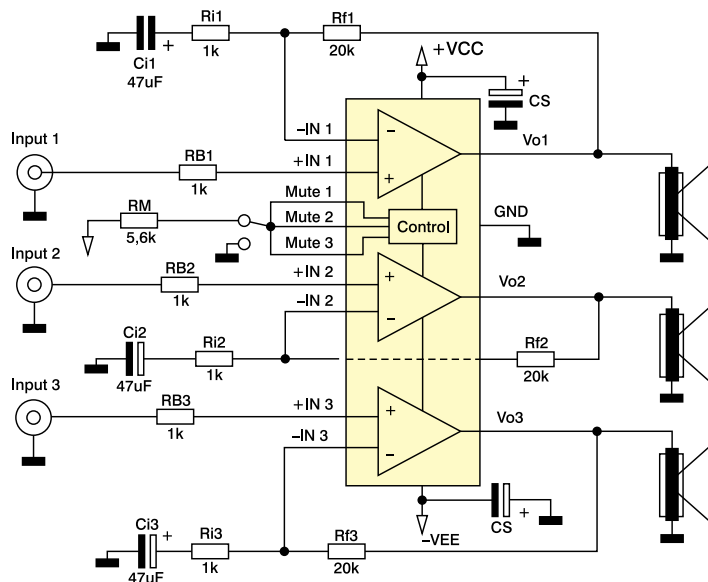
Trudno spodziewać się stosowania wzmacniaczy samochodowych w urządzeniach pretendujących do klasy wyższej. **Dobre wzmacniacze można zbudować na układach Overture lub wzmacniaczach hybrydowych.** W urządzeniach najwyższej klasy stosowane są układy zbudowane z elementów dyskretnych. Konstruktorzy coraz chętniej stosują we wzmacniaczach wielokanałowych wzmacniacze klasy D.

Wielokanałowe wzmacniacze klasy AB

National Semiconductor produkuje 3-kanałowe wzmacniacze klasy AB z rodziny Overture LM4781 i LM4782. Układy te charakteryzują się bardzo dobrymi parametrami

Tab. 1. Wybrane parametry układu LM4781

Parametr	Wartość
Moc przy $R_{obc}=4\ \Omega$ i $THD=1\%$	35 W
Moc przy $R_{obc}=8\ \Omega$ i $THD=1\%$	25 W
$THD+N$ $P_o=20\ W$ $R_{obc}=4\ \Omega$ $R_{obc}=8\ \Omega$	0,5% 0,2%
SNR $P_o=1\ W$ $P_o=25\ W$	93 dB 107 dB
SR $V_{in}=1,2\ V_{rms}$ $F=10\ kHz$ fala prostokątna	9 $V/\mu s$
Separacja kanałów $P_o=10\ W$ $f=1\ kHz$ $P_o=10\ W$ $f=10\ kHz$	70 dB 66 dB
Pasma przenoszenia	8 MHz



Rys. 1. Aplikacja układu LM4781

i dużą mocą wyjściową. Wybrane parametry układu LM4781 pokazano w **tab. 1**, a typową aplikację na **rys. 1**. Układ LM4782 ma nieco mniejszą moc i nieznacznie gorsze parametry elektryczne.

O bardzo dobrych parametrach trzykanałowych układów rodziny Overture mogłem się przekonać osobiście, gdy zbudowałem 6-kanałowy wzmacniacz z dwóch układów LM4782 (**foto. 2**). Wzmacniacz jest używany w komplecie z dekodery DolbyDTS z układem STA310. Wzmacniacz i dekodery były opisywane na łamach „Elektroniki Praktycznej”.

Moc $5 \times 26\ W$ przy obciążeniu $8\ \Omega$ jest zupełnie wystarczająca do instalacji kina domowego, może poza kanałem subbasowym. Układy Overture można łączyć równolegle lub w układzie mostkowym (BTL) i w ten sposób zwiększać moc wyjściową bez utraty parametrów. Na **rys. 3** pokazano aplikację układu z połączeniem równoległym, a na **rys. 4** w układzie mostkowym BTL.

Rynek urządzeń wielokanałowych rozwija się bardzo dynamicznie. Dostrzegli to konstruktorzy z firmy Sanyo, opracowując 3-, 4- i 5-kanałowe wzmacniacze hybrydowe klasy AB. Dla konstruktora wzmacniacza wielokanałowego do kina domowego najbardziej atrakcyjny jest układ mający 5 kanałów. Szósty kanał subbasowy może mieć osobny wzmacniacz większej mocy lub można korzystać z wbudowanego w aktywny subwoofer.

W **tab. 2** pokazano zestawienie aktualnie układów oferowanych przez firmę Sanyo. Najmocniejszy układ STK433-970-E pozwala uzyskać moc $5 \times 60\ W$ przy $THD=0,8\%$. Jest to bardzo poważna alternatywa dla wzmacniaczy wykonywanych w elementach dyskretnych. Niestety na razie nie są powszechnie dostępne dokładne dane techniczne tych układów.



Fot. 2. 6-kanałowy wzmacniacz z układami LM4782

Tab. 2. 5-kanałowe wzmacniacze hybrydowe firmy Sanyo

Typ	Opis	VCC maks.	Robc
STK433-930-E	$5 \times 30\ W$, klasa AB, $THD=0,8\%$	$\pm 34\ V$	$6\ \Omega$
STK433-940-E	$5 \times 40\ W$, klasa AB, $THD=0,8\%$	$\pm 36\ V$	$6\ \Omega$
STK433-960-E	$5 \times 50\ W$, klasa AB, $THD=0,8\%$	$\pm 40\ V$	$6\ \Omega$
STK433-970-E	$5 \times 60\ W$, klasa AB, $THD=0,8\%$	$\pm 44\ V$	$6\ \Omega$

Wielokanałowe wzmacniacze klasy D

W sprzęcie popularnym, a ostatnio również i tym wyższej klasy, coraz częściej i chętniej stosowane są wielokanałowe wzmacniacze klasy D. Przykładem może być TAS5176 produkowany przez Texas Instruments. W jednym układzie scalonym zawartych jest 5 wzmacniaczy o mocy $15\ W$ przy obciążeniu $8\ \Omega$ dla kanałów przednich, centralnego i efektywnych i jeden wzmacniacz o mocy $25\ W$ przy obciążeniu $4\ \Omega$ dla kanału subwoofera. Wzmacniacz pracuje w systemie *Pure Path Digital*, nie ma wejść analogowych i wymaga dodatkowego procesora

sterującego sygnałami PWM. Schemat aplikacyjny układu pokazano na **rys. 5**.

Producent deklaruje sprawność wzmacniacza z układem TAS5176 równą minimum 90%. Również parametry podawane w karcie katalogowej są bardzo dobre. Przy mocy wyjściowej $1\ W$ i obciążeniu $8\ \Omega$ zniekształcenia wynoszą $THD+N=0,05\%$. Przy maksymalnej mocy wyjściowej $THD+N$ nie przekracza $0,1\%$. Układ ma wbudowane zabezpieczenia przed zwarciami na wyjściu, przeciążeniem, przegrzaniem i zbyt niskim napięciem zasilającym.

TAS5176 jest tylko przykładem kompletnego, wielokanałowego wzmacniacza

Tab. 3. Zestawienie wzmacniaczy AB rodziny Boomer

Typ	THD	SNR	Liczba kanałów	Zasilanie	Warunki pomiaru
LM4802B	0,05				Vout=10 Vpp at Vcc=3 V
LM4804	0,15			+2,6...+5 V	Vs= 5 V, RL = 8 Ω, Pout= 1,5 W
LM4805	0,25			+2,7...+5,5 V	Vs= 5 V, RL = 8 Ω, Pout= 0,5 W
LM4808	0,05	105	2	+2,0...+5,5 V	RL=16 Ω, Vo=3,5 VPP(przy 0 dB)
LM4809	0,03	107	2	+2,0...+5,5 V	Po=50 mW @ f=20 Hz to 20 kHz
LM4810	0,03	107	2	+2,0...+5,5 V	Po=50 mW @ R=32 Ω, f=20 Hz...20 kHz
LM4811	0,03	106	2	+2,0...+5,5 V	Po=50 mW @ R=32 Ω, f=20 Hz ...20 kHz
LM48510	0,07			+2,7...+5,5 V	Pout=500 mW, Vdd=3,3 V
LM48555	1		1	+2,7...+5,5 V	RL=1 μf+20 Ω, f=1kHz
LM48556	Nieznane				f=1 kHz, RL=15 Ω+1 μF
LM4880	0,02	-	2	+2,7...+5,5 V	Po=75 mW @ RL= 32 Ω
LM4881	0,02	100	2	+2,7...+5,5 V	Po=75 mW @ RL=32 Ω
LM48821	0,011	100	2	+1,6...+4,0V	Pout=50 mW, f=1 kHz, RL=32 Ω, jeden kanał
LM48823	Nieznane				RL=2,2 μF+15 Ω, f=1 kHz
LM4910	0,3	97	2	+2,2...+5,5 V	Po=30 mW @ Vs=5V, R=32 Ω
LM4911	-	110	2	+2,0...+5,5 V	-
LM4915	0,1	-	1	+2,2...+5,5 V	Pout=25 mW
LM4916	0,2	-	2	-	RL=16 Ω, SE, Po=5 mW
LM4917	0,02	100	2	+1,4...+3,6 V	Po=50 mW, f=1 kHz, RL=32 Ω
LM4920	0,03	100	2	+1,4...+3,6 V	Po=50 mW, f=1 kHz, RL=32 Ω, jeden kanał
LM4921	0,03	82	2	-	f=1 kHz, Pout = 12 mW
LM4924	0,1	-	2	+1,4...+3,6 V	Po=10 mW
LM4980	0,02		2	+1,5...+3,3V	RL= 32 Ω, POUT = 10 mW, f = 1 kHz
LM4982		100	2	+1,6...+4,0V	
LM4985	0,08		2	+2,2...+5,5 V	Pout = 100 mW, f = 1 kHz, RL = 16 Ω
LM48100Q	0,04	104	1	+3,0...+5,0	Po=850 mW, f=1 kHz, RL=8 Ω
LM4923	0,02			+2,4...+5,5 V	Po = 0,4 Wrms; f=1 kHz
LM4941	0,04	108	1	+2,4...+5,5 V	Pout = 700 mW, f=1 kHz
LM4995	0,1		1	+2,4...+5,5 V	Po=500 mWrms; f=1 kHz
LM4940	-	-	2	-6	
LM4950	0,14	-	2	+9,6...+16	Po=2,5 Wrms, Av=10, f=1 kHz, RL=4 Ω
LM4952	0,08	-	2	+9,6...+16	2 Wrms, 1 kHz, 12 V, 4 Ω
LM4670	0,3	93	1	+2,4...+5,5 V	3,6 V, 0,5 Wrms 1 kHz
LM4671	0,04	93	1	+2,4...+5,5 V	3,6 V, 0,1 Wrms 1 khz
LM4675	0,02	97	1	+1,4...+3,6 V	Vdd=3,6 V, Po=0,1 W, f=1 kHz
LM4863	0,3	98	2	+2,0...+5,5 V	Po=2 W@Vs=5 V, R=4 Ω, 20 Hz...20 kHz
LM4866	0,3	-	2	+2,7...+5,5 V	f=20 Hz...20 kHz, AVD=2
LM4871	0,13 0,25	98	1	+2,0...+5,5 V	Po=1,6W@Vs=5 V, R=4 Ω Po=1 W@Vs=5 V, R=8 Ω
LM4673	0,02	97	1	+2,4...+5,5 V	VDD=3,6 V, Pout=100 mA, f=1 kHz
LM4666	0,65	83	2	+2,7...+5,5 V	Po=100 mWrms, f=1kHz, pasmo 22 kHz, oba kanały
LM4991	0,2	-	1	+2,2...+5,5 V	Po=0,5 W, f=1 kHz
LM4835	0,3	93	2	+2,7...+5,5 V	Po=1W @Vs=5V, 20 Hz...20 kHz
LM4836	0,3	93	2	+2,7...+5,5 V	Po=1W @Vs=5V, 20 Hz...20 kHz
LM4838	0,3	93	2	+2,7...+5,5 V	Po=1W @Vs=5V, 20 Hz...20 kHz
LM4873	0,3	97	2	+2,0...+5,5 V	Po=1W@5V, 8 Ω, 20...20 kHz
LM4876	0,25	98	1	+2,0...+5,5 V	Po=1 W@ Vs=5 V, R=8 Ω, 20 Hz...20 kHz
LM4928	0,04	105	2	+2,4...+5,5 V	Pout=1 W, f=1 kHz
LM4853	-	90	2	+2,4...+5,5 V	
LM4860	0,72	98	1	+2,0...+5,5 V	Po=1 W@Vs=5V, R=8 Ω

Tab. 3. c.d.

LM4861	0,72	98	1	+2,0...+5,5 V	Po=1 W @ Vs=5 V, R=8 Ω
LM4898	0,05	-	1	+2,4...+5,5 V	Po=0,4 Wrms, f=1 kHz
LM4665	0,5	-	1	+2,7...+5,5 V	Po=0,1 W @ Vs=3 V
LM48410	0,025	88	2	+2,4...+5,5 V	Po=500 mW, f=1 kHz, RL = 8 Ω
LM4864	0,7	98	1	+2,7...+5,5 V	Po=0,3 W @ Vs=5V, R=8 Ω
LM4667	0,8	83	1	+2,7...+5,5 V	Pout=100 mW, fin=1 kHz
LM4818	1	-	1	+2,0...+5,5 V	f=1 kHz, Avd=2, Po = 0,27 Wrms
LM4819	1	-	1	+2,0...+5,5 V	f=1 kHz, Avd=2, Po = 0,27 Wrms
LM4862	0,55	98	1	+2,7...+5,5 V	Po=0,5 W @ Vs=5 V, R=8 Ω
LM4865	0,6	115	1	+2,7...+5,5 V	Po=300 mW @ Vs=5 V, R=8 Ω
LM4875	0,6	-	1	+2,7...+5,5 V	Pout=30 mW, f=20 Hz...20 kHz, RL=8 Ω
LM4879	0,1	-	1	-	f=1 kHz, Po = 0,5 Wrms
LM4889	0,1	105	1	-	-
LM4890	0,1	105	1	+2,0...+5,5 V	Po=4 Wrms@Vs=5 V
LM4901	0,2	-	1	+2,0...+5,5 V	Po=0,5 Wrms, f=1 kHz
LM4902	0,4	-	1	+2,0...+5,5 V	Po=0,4 Wrms, Avd=2, RL=8 Ω
LM4906	0,2	-	1	+2,6...+5 V	Po=400 mw,f=1khz
LM4992	0,15	-	2	+2,2...+5,5 V	Vdd 5 V, Po=0,5 Wrms, f=1 kHz
LM4951A	0,07	-	1	Undefined	Po=600 mWrms, f=1 kHz

umieszczonego w jednym układzie scalonym. Tak jak w przypadku wzmacniaczy klasy AB, wielokanałowe końcówki mocy klasy D mogą być budowane z 2- i 3-kanałowych układów scalonych.

Wzmacniacze małej mocy klasy AB

Wzmacniacze małej mocy są powszechnie stosowane w sprzęcie przenośnym lub stacjonarnym. Wyposażone są w nie telefony komórkowe, odtwarzacze MP3 i MP4, małe odbiorniki telewizyjne i radiowe itd.

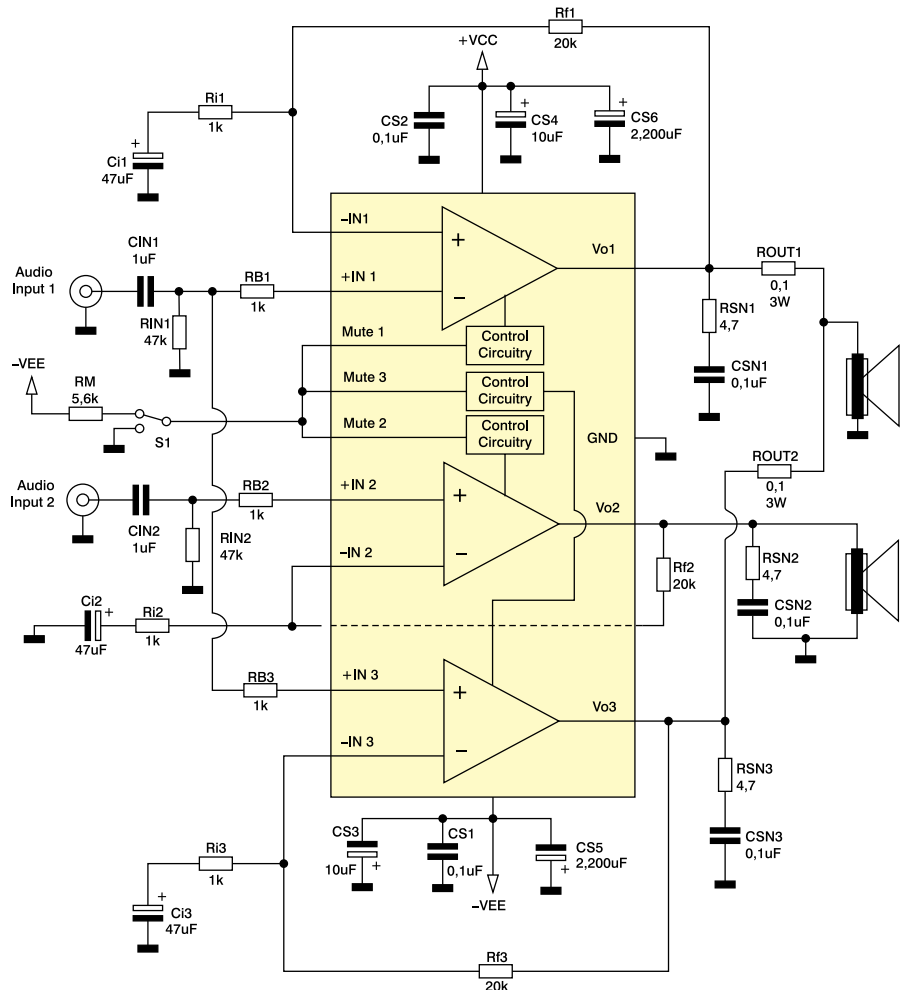
National Semiconductor produkuje wzmacniacze małej mocy pod wspólną nazwą handlową Boomer. Wzmacniacze Boomer to blisko 70 typów układów (tab. 3) o mocy od ułamka do około 1,25 W przy obciążeniu 8 Ω i zniekształceniach THD mniejszych niż 1%. Układy te zasilane są pojedynczym napięciem z zakresu 2...5,5 V i oprócz wzmacniacza mocy mogą mieć wbudowane układy dodatkowe, na przykład sterowane cyfrowo regulatory poziomu sygnału czy selektory źródła sygnału wejściowego.

Na rys. 5 pokazano schemat blokowy układu LM48100Q z rodziny Boomer, ze wzmacniaczem mocy w układzie mostkowym BTL. Układ jest monofoniczny i ma dwa przełączane wejścia. Każde z nich ma osobny regulator poziomu sygnału zmieniający poziom sygnału w zakresie -80...+18 dB w 32 krokach. Blok mikser/multiplekser spełnia rolę selektora wejść i miksera. Programowany układ detekcji usterek (*Fault Detection*) umożliwia wykrywanie zwarcia na wyjściach, zwarcia wyjścia do masy lub napięcia zasilania, przekroczenia dopuszczalnej temperatury pracy czy przeciążenia. Jeżeli

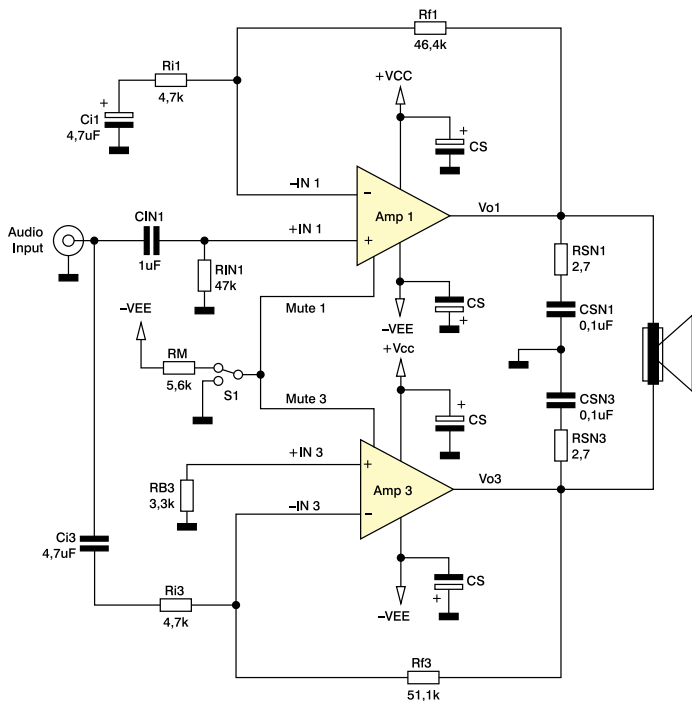
automatycznie wykryje nieprawidłowy stan, to uaktywniane jest wyjście *FAULT*. Do komunikacji z zewnętrznym sterownikiem ustawiającym poziomy sygnałów i sterującym pracą miksera/selektora jest używana

magistrala I²C. Wybrane parametry elektryczne LM48100Q pokazano w tab. 4.

Innym przykładem układu z tej rodziny jest LM4921. Układ ma wbudowany interfejs I²S i 1-bitowy przetwornik sigma-delta pra-



Rys. 3. Połączenie równoległe 2 wzmacniaczy



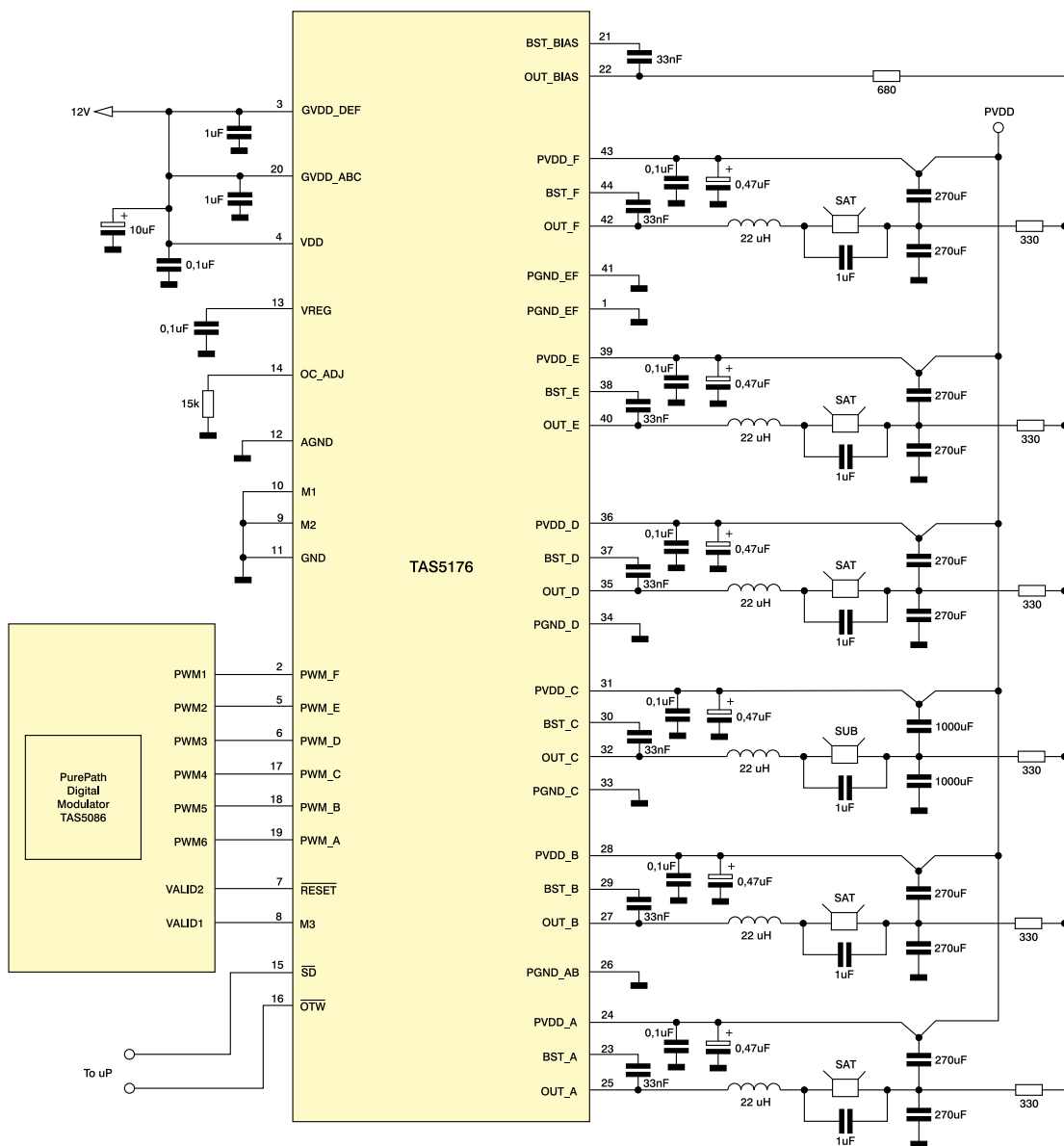
Tab. 4. Wybrane parametry układu LM48100Q

Parametr dla Vdd=5 V	Wartość
Moc wyjściowa przy Robc=8 Ω i f=1 kHz THD+N=1%	1,3 W
THD+N=10%	1,6 W
THD+N Po=800 mW f=1 kHz	0,04%
SNR	104 dB
Magistrala sterująca	I ² C

Tab. 5. Wybrane parametry układu LM4921

Parametr dla DVdd=3,3 V, AVdd=5 V	Wartość
Rozdzielczość przetwornika	16 bitów
Format danych	I ² S
Magistrala sterująca	SPI
Moc wyjściowa (maks.) Robc=32 Ω	40 mW
THD+N dla Po=12 mW	0,03%
SNR	82 dB

Rys. 4. Połączenie mostkowe



Rys. 5. Wielokanałowy wzmacniacz klasy D TAS5176

Tab. 6. Wzmacniacze akustyczne małej mocy klasy AB firmy TI

Typ	Liczba kanałów	Moc wyj.	RL	Zasilanie	THD+N@1 kHz i 50% mocy wyj.	Opis
TPA0172	2	2 W	4 Ω	4,5...5,5	0,08	Stereo Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Drive and I ² C Control
TPA0211	1	2 W	4 Ω	2,5...5,5	0,06	Mono Class-AB Audio Amplifier with Mono Headphone Drive
TPA0212	1	2 W	3 Ω	4,5...5,5	0,15	Stereo Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Drive and Integrated Gain
TPA0213	1	2 W	4 Ω	2,5...5,5	0,06	Mono Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Drive-Separate Inputs
TPA0233	1	2 W	4 Ω	2,5...5,5	0,06	Mono Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Drive--Summed Inputs
TPA0252	2	2 W	3 Ω	4,5...5,5	0,06	Stereo Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Drive, Volume Control Memory
TPA0253	1	1 W	8 Ω	2,5...5,5	0,1	Mono, Low Power, Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Driver-Summing Inputs
TPA1517	2	6 W	4 Ω	9,5...18	0,15	Stereo, Medium Power, Class-AB Audio Amplifier
TPA301	1	0,350 W	8 Ω	2,5...5		350 mW Mono Class-AB Audio Amplifier
TPA302	2	0,300 W	8 Ω	2,7...5		350 mW Stereo Class-AB Audio Amplifier
TPA311	1	0,350 W	8 Ω	2,5...5,5		350 mW Mono Class-AB Audio Amplifier
TPA321	1	0,350 W	8 Ω	2,5...5,5		350 mW Mono Class-AB Audio Amplifier with Differential Inputs
TPA4860	2	1 W	8 Ω	2,7...5,5		1 W Mono Audio Power Amplifier
TPA4861	1	1 W	8 Ω	2,7...5,5		1 W Mono Audio Power Amplifier
TPA6010A4	2	2 W	3 Ω	4,5...5,5	0,06	Stereo Class-AB Audio Amplifier with Stereo Headphone Drive, Volume Control and Bass Boost
TPA6011A4	2	2 W	3 Ω	4...5,5	0,06	Stereo, Class-AB Audio Amplifier with Volume Control and Stereo Headphone Drive
TPA6017A2	2	2 W	3 Ω	4,5...5,5	0,1	Stereo, Cost Effective, Class-AB Audio Amplifier
TPA6020A2	2	2,8 W	3 Ω	2,5...5,5	0,05	Stereo, Fully Differential Class-AB Audio Amplifier
TPA6021A4	2	2 W	4 Ω	4...5,5	0,19	Stereo, Class-AB Audio Amplifier with Volume Control and Stereo Headphone Drive
TPA6030A4	2	3 W	16 Ω	7...15	0,06	Wide Supply Voltage, Low Power, Class-AB Audio Amplifier
TPA6203A1	1	1,25 W	8 Ω	2,5...5,5	0,06	1,25 W Mono, Fully Differential, Class-AB Audio Amplifier
TPA6204A1	1	1,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,0018	1,7 W Mono, Fully Differential, Class-AB Audio Amplifier
TPA6205A1	1	1,25 W	8 Ω	2,5...5,5	0,06	1,25 W Mono, Fully Differential, Class-AB Audio Amp w/ 1,8 V Compatible Shutdown Voltage (TPA6205)
TPA6211A1	1	3,1 W	3 Ω	2,5...5,5	0,02	3,1 W Mono, Fully Differential, Class-AB Audio Amplifier
TPA701	1	0,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,05	700 mW Mono, Class-AB Audio Amplifier
TPA711	1	0,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,15	700 mW Mono, Class-AB Audio Amplifier with Mono Headphone Drive
TPA721	1	0,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,15	700 mW Mono, Class-AB Audio Amplifier with Active High Shutdown
TPA731	1	0,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,15	700 mW Mono, Differential Input, Class-AB Audio Amplifier with Active High Shutdown
TPA741	1	0,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,15	700 mW Mono, Differential Input, Class-AB Audio Amplifier with Active High Shutdown and Depop
TPA751	1	0,7 W	8 Ω	2,5...5,5	0,15	700 mW Mono, Differential Input, Class-AB Audio Amplifier with Active Low Shutdown

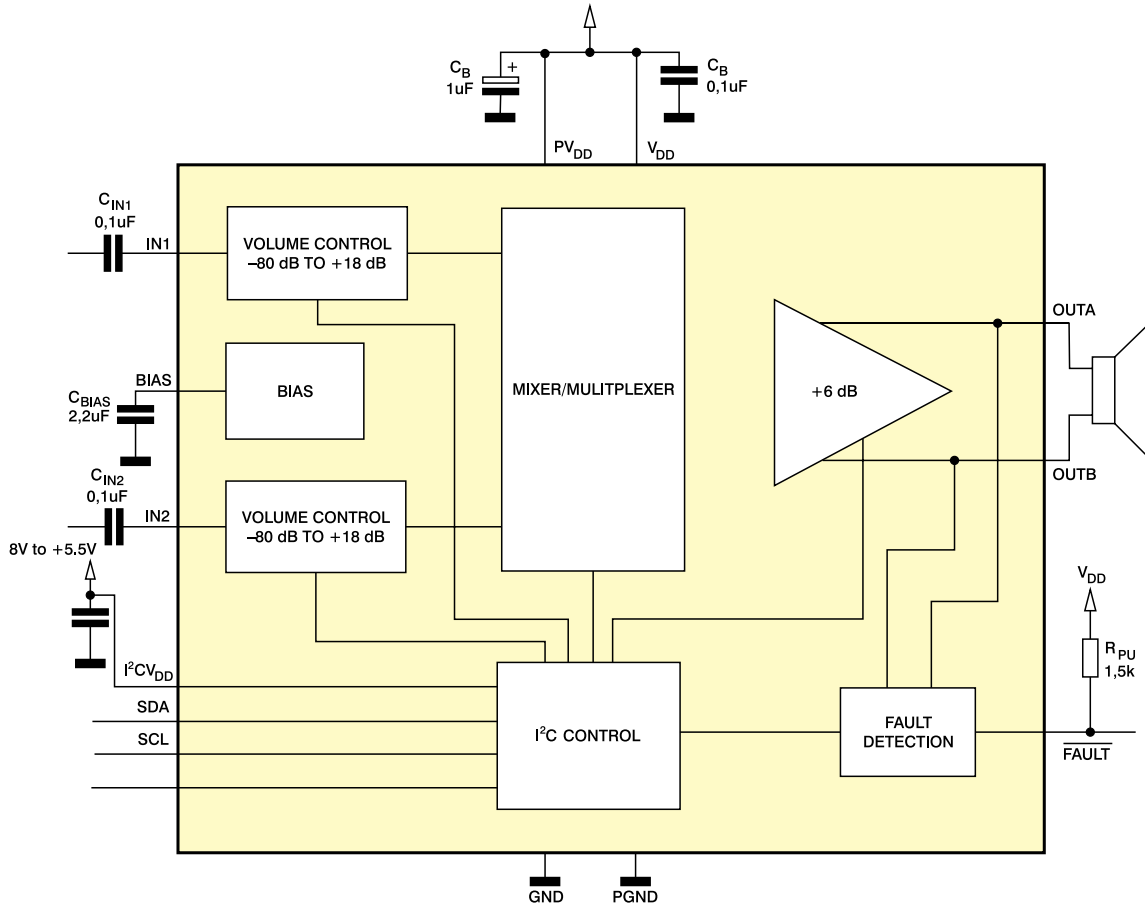
cujący z ekwiwalentną rozdzielczością 16 bitów. Wzmacniacz wyjściowy wyposażono w cyfrowy regulator poziomu sterowany przez SPI. Układ ma stosunkowo małą moc wynoszącą 20 mW przy obciążeniu 32 Ω, co sugeruje, że wzmacniacz jest przystosowany do sterowania słuchawkami. Połączenie przetwornika cyfrowo-analogowego ze wzmacniaczem słuchawkowym określa obszar zastosowania układu: przenośne urządzenia do odtwarzania dźwięku zapisanego

cyfrowo. Są odtwarzacze MP3/MP4, dyktafony, telefony komórkowe itp. Niestety, ze względu na obudowę BGA układ niebył się nadaje do konstrukcji amatorskich.

Szeroką gamę wzmacniaczy akustycznych małej mocy klasy AB ma w swojej ofercie Texas Instruments. Większość z nich wymieniono w **tab. 6**. Przykładem ciekawego wzmacniacza z oferty TI może być układ TPA0172. Jest to wzmacniacz stereofoniczny o mocy 2 W na kanał przy napięciu zasilania

wynoszącym zaledwie +5 V i obciążeniu 4 Ω. Dla mocy 1 W na kanał i przy obciążeniu równym 8 Ω producent deklaruje poziom zniekształceń THD+N nie większy niż 0,2% w paśmie 20 Hz...20 kHz. Jest to bardzo dobry wynik, zważywszy, że nie jest to segment audiofilski.

Wzmacniacz pracuje w układzie mostkowym BTL. Istnieje możliwość przełączenia go w układ pracy SE: głośnik (obciążenie) jest podłączane wówczas z wyjścia wzmac-

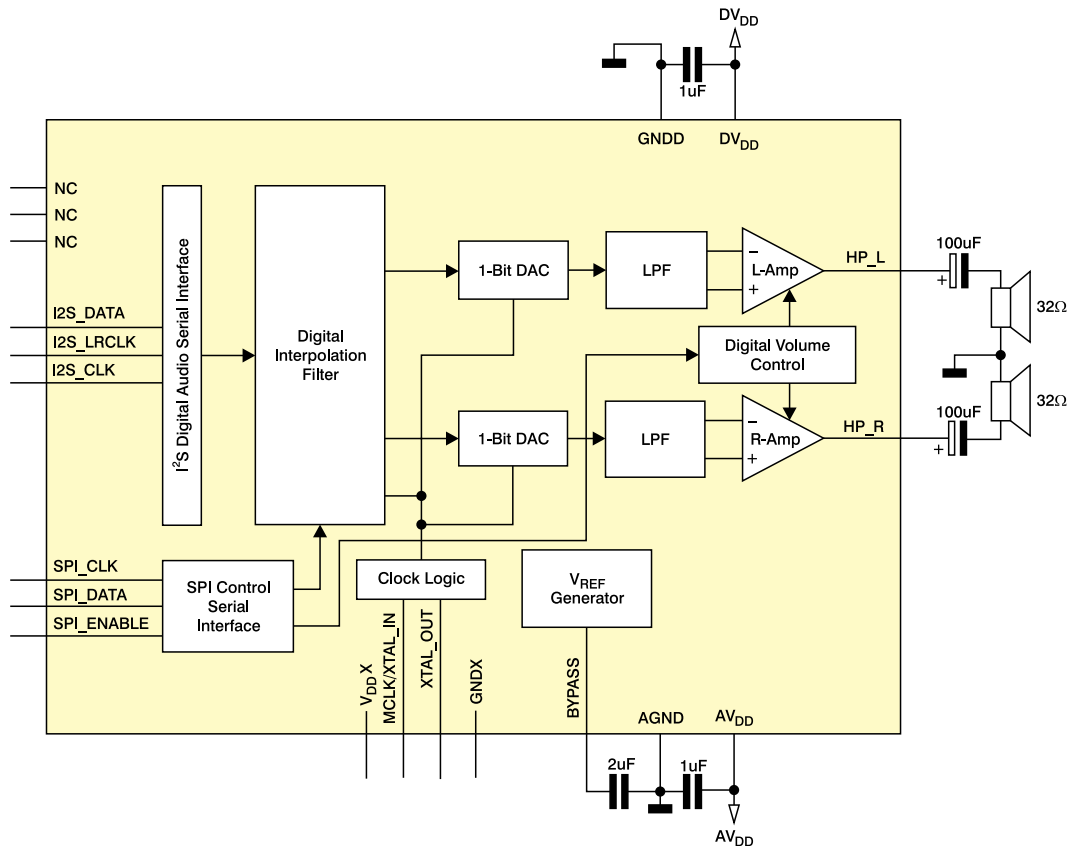


Rys. 6. Schemat blokowy układu LM48100Q

niacza do masy przez kondensator szeregowy odcinający składową stałą. Przełączenie jest wykonywane przez podanie stanu wy-

sokiego na wejście SE/BTL. Wejścia sygnału są symetryczne (zbalansowane). Umożliwia to wzmacnianie sygnałów symetrycznych,

ale też prostą desymetryzacją w samym wzmacniaczu i wzmacnianie asymetrycznych sygnałów wejściowych. Na wejściu



Rys. 7. Schemat blokowy układu LM4921

Tab. 7. Programowanie wzmacnienia wzmacniacza

GAIN0	GAIN1	$A_{V(inv)}$	Impedancja wejściowa
0	0	6 dB	90 k Ω
0	1	10 dB	70 k Ω
1	0	15,6 dB	45 k Ω
1	1	21,6 dB	25 k Ω

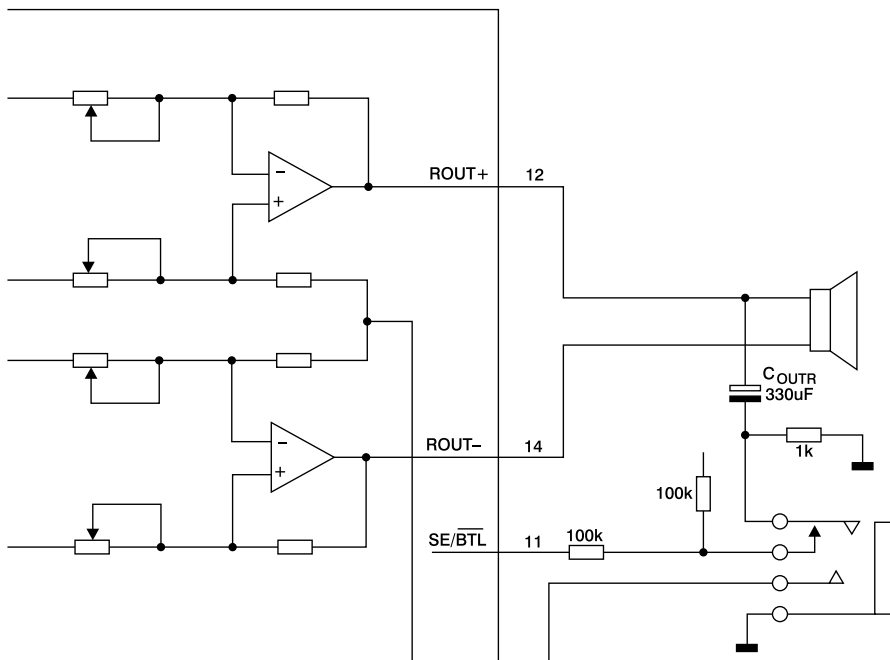
każdego z kanałów jest umieszczony regulator poziomu sygnału kontrolowany z użyciem interfejsu I²C. Co ciekawe, dla każdej z konfiguracji końcówki mocy (BTL lub SE) przewidziano osobne rejestry sterujące regulatorami. Również zakres regulacji dla każdej z konfiguracji jest inny.

Pomysł ze zmianą konfiguracji jest wykorzystywany przy podłączaniu do TPA0172 słuchawek. Wówczas styk gniazda jack przełącza wzmacniacz z BTL na SE i automatycznie głośniki są wyciszane, bo dolny wzmacniacz mostka jest w tej konfiguracji wyłączany (rys. 8). Oczywiście w takiej sytuacji również moc wyjściowa jest o połowę niższa.

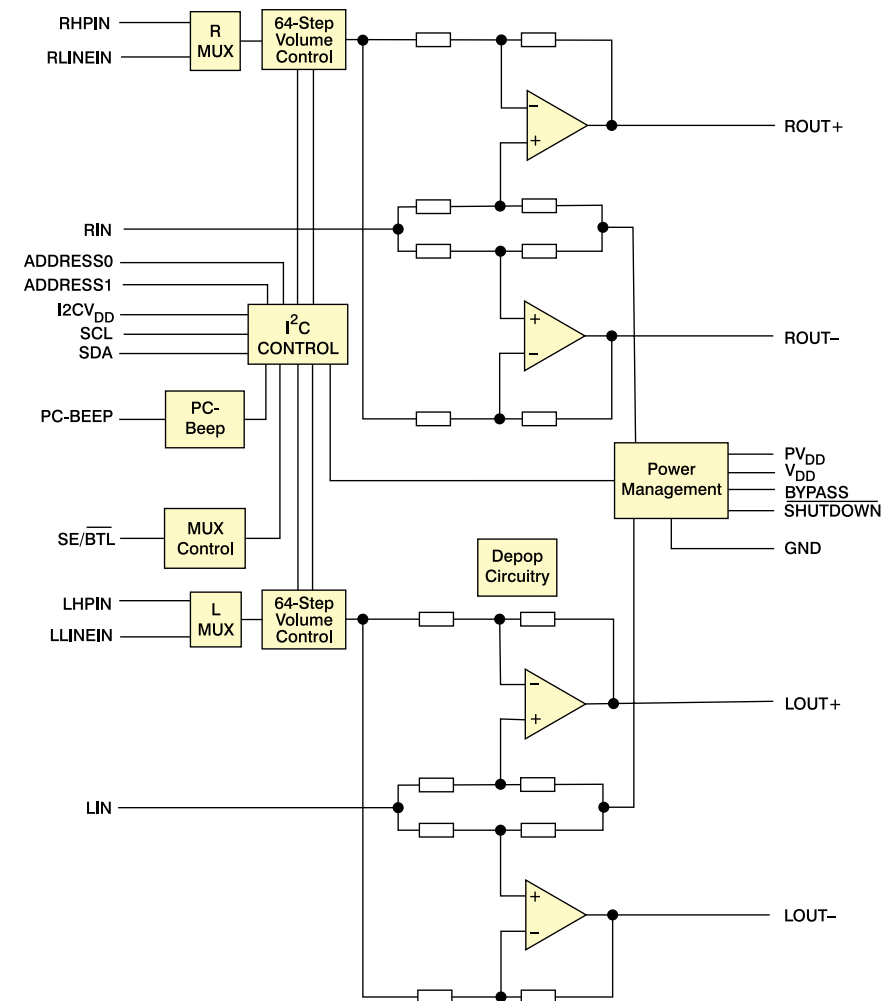
Dokumentacja techniczna układu jest bardzo obszerna. Zawiera oprócz standardowego opisu parametrów, działania i programowania układu szereg konkretnych informacji dotyczących wyliczenia wartości i doboru elementów zewnętrznych. Zamieszczanie takich informacji nie jest zbyt powszechne wśród producentów układów i dlatego uważam, że warto je przejrzeć. Podobną konstrukcję ma wzmacniacz TPA6021A4

Jeżeli potrzebujemy prostego układu o przyzwoitych parametrach, to można zastosować na przykład układ TPA6017A2 (rys. 9). Układ zasilany napięciem 5 V dostarcza do obciążenia 4 Ω moc 1,9 W przy THD=1% i częstotliwości 1 kHz. W paśmie 20 Hz...15 kHz zmniejszenia THD nie przekraczają 0,75%. Zakres dynamiki jest również bardzo dobry i wynosi 105 dB. TPA6017A2 ma wejścia symetryczne, ale oprócz wzmacniania sygnałów symetrycznych można też bez problemów wzmacniać sygnały asymetryczne (rys. 10). Ciekawym rozwiązaniem jest zastosowanie programowanego układu kontroli wzmacnienia wzmacniacza. Wzmocnienie jest programowane stanami na doprowadzeniach GAIN0 i GAIN1 (tab. 7). Jeżeli w aplikacji potrzebny jest dobrze grający wzmacniacz o niewielkiej mocy, to ten układ naprawdę jest wart polecenia.

Wzmacniacze małej mocy produkuje też firma NXP. Wybrane ich typy wraz z podstawowymi parametrami podano w tab. 8. Układy te różnią się pomiędzy sobą. Można wśród nich znaleźć różne rozwiązania: od najprostszego, monofonicznego, produkowanego już wiele lat (od 1994 r.) TDA7052A do najbardziej rozbudowanego TDA8552. Ten ostatni układ topologicznie prawie nie różni



Rys. 8. Przełączenie BTL/SE



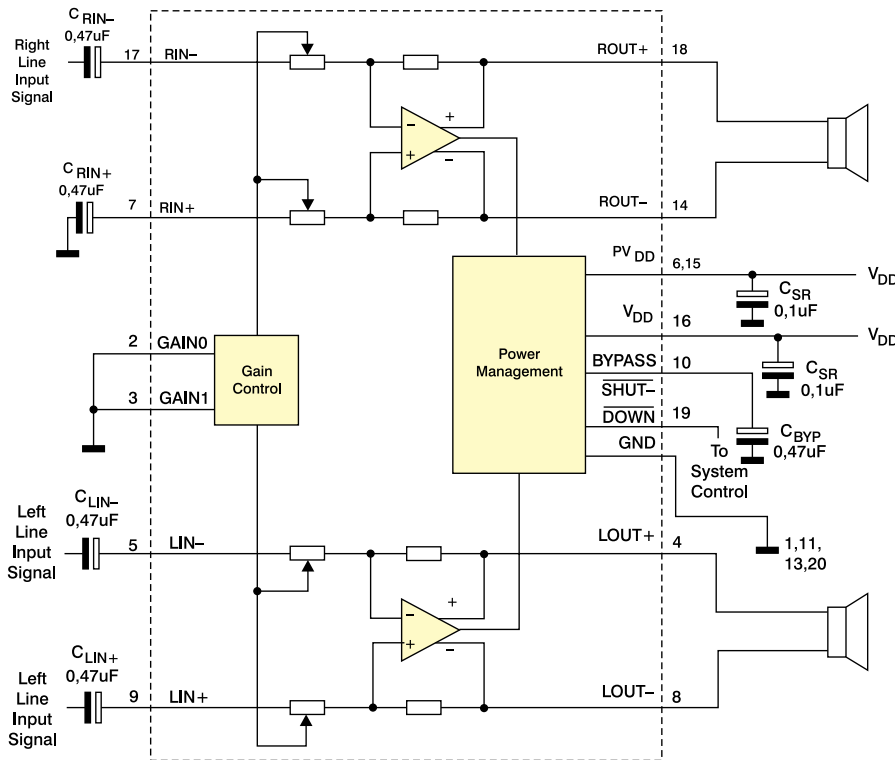
Rys. 9. Schemat blokowy układu TPA0172

się od konkurencyjnego, opisywanego wyżej, TPA6021A4 firmy Texas Instruments.

Jeżeli ktoś potrzebuje naprawdę prostej aplikacji monofonicznego wzmacniacza o mocy ok. 1 W, to niezłym rozwiązaniem będzie wspomniany już TDA7052. Cztery

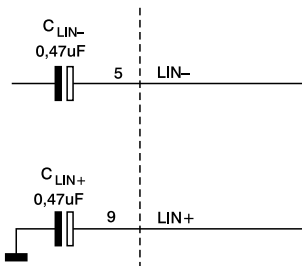
zewnętrzne elementy i układ scalony wystarczą do zbudowania wzmacniacza o regulowanym poziomie sygnału wyjściowego.

Jak widać z zestawienia oferty tylko trzech firm: National Semiconductor, Te-



Rys. 10. Schemat blokowy i przykładowa aplikacja układu TPA6017A2

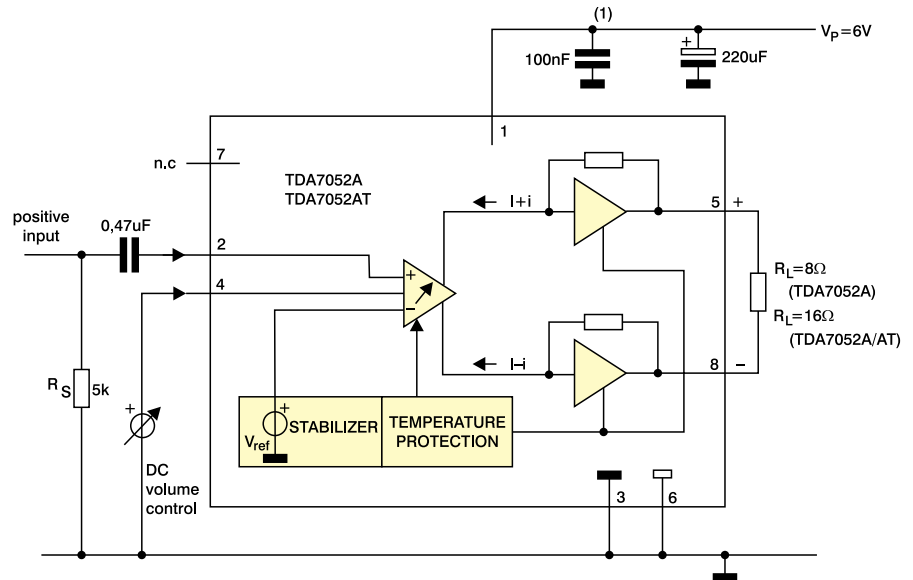
Typ Wzmacniacza	Parametry
TDA 7052A mono BTL z regulatorem DC poziomu sygnału	Po=1 W THD=10% R _{obc} =8 Ω U _{zas} =4,5 V...18 V THD=0,3% Po=0,5 W
TDA7056A mono BTL z regulatorem DC poziomu sygnału	Po=5,2 W THD=10% R _{obc} =8 Ω U _{zas} =4,5...18 V THD=0,3% Po=0,5 W
TDA8541 mono BTL z wejściem symetrycznym	Po=1,2 W THD=10% U _{zas} =5 V, R _{obc} =8 Ω U _{zas} =4,5...18 V (typowo 5 V) THD=0,15% Po=0,5 W
TDA8552 stereo BTL z cyfrowym regulatorem poziomu sygnału	Po=2×1,4 W THD=10% U _{zas} =5 V R _{obc} =8 Ω U _{zas} =2,7V...5,5 V THD=0,1% Po=0,5 W
TDA8547 stereo BTL z wejściami symetrycznymi	Po=1,2 W THD=10% R _{obc} =8 Ω, U _{zas} =5 V U _{zas} =2,7...18 V (typowo 5 V) THD=0,15% Po=0,4 W



Rys. 11. Wejście kanału lewego skonfigurowane do wzmacniania sygnałów asymetrycznych

xas Instruments i NXP, wzmacniacze małej mocy o dobrych parametrach i unikalnych układach dodatkowych są chętnie produkowane i nie powinno być większego problemu z ich wyborem do konkretnej aplikacji.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl



Rys. 12. Aplikacja układu TDA7052A

R E K L A M A



**μ's
MICROS**

autoryzowany
dystrybutor

www.micros.com.pl



DEGSON

listwy zaciskowe

listwy połączeniowe

złącza sprężynowe na szynę DIN

złącza śrubowe na szynę DIN