

TEA6360

5-PASMOWY KOREKTOR
GRAFICZNY STEREO

Właściwości

- Pięć filtrów w każdym kanale
- Częstotliwość środkowa, szerokość pasma i maksymalne podbicie/tłumienie określone przez elementy zewnętrzne
- Wybór stałego lub zmiennego współczynnika Q poprzez magistralę I²C
- Możliwość wprowadzenia w stan nieaktywny
- Bezpośrednie sprzężenie wszystkich stopni
- Sterowanie wszystkimi funkcjami poprzez magistralę I²C
- Dwa niezależne programowane adresy układu

Skrócone dane techniczne

Symbol	Parametr	Min.	Typ.	Max.	Jedn.
V _P	napięcie zasilania (końcówka 14)	7	8,5	13,2	V
I _p	prąd zasilania	–	24,5	–	mA
V _{1,32}	zakres napięć wejściowych	–	2,1 do V _P -1	–	V
V _o	maksymalny poziom sygnału wyjściowego (wartość skuteczna, końcówki 13 i 20)	–	1,1	–	V
G _v	całkowite wzmocnienie sygnału, wszystkie filtry w pozycji 0	– 0,5	–	0	dB
B	pasmo częstotliwości -1dB (w pozycji 0)	0 do 20	–	–	kHz
T _{amb}	zakres temperatur pracy	– 40	–	85	°C

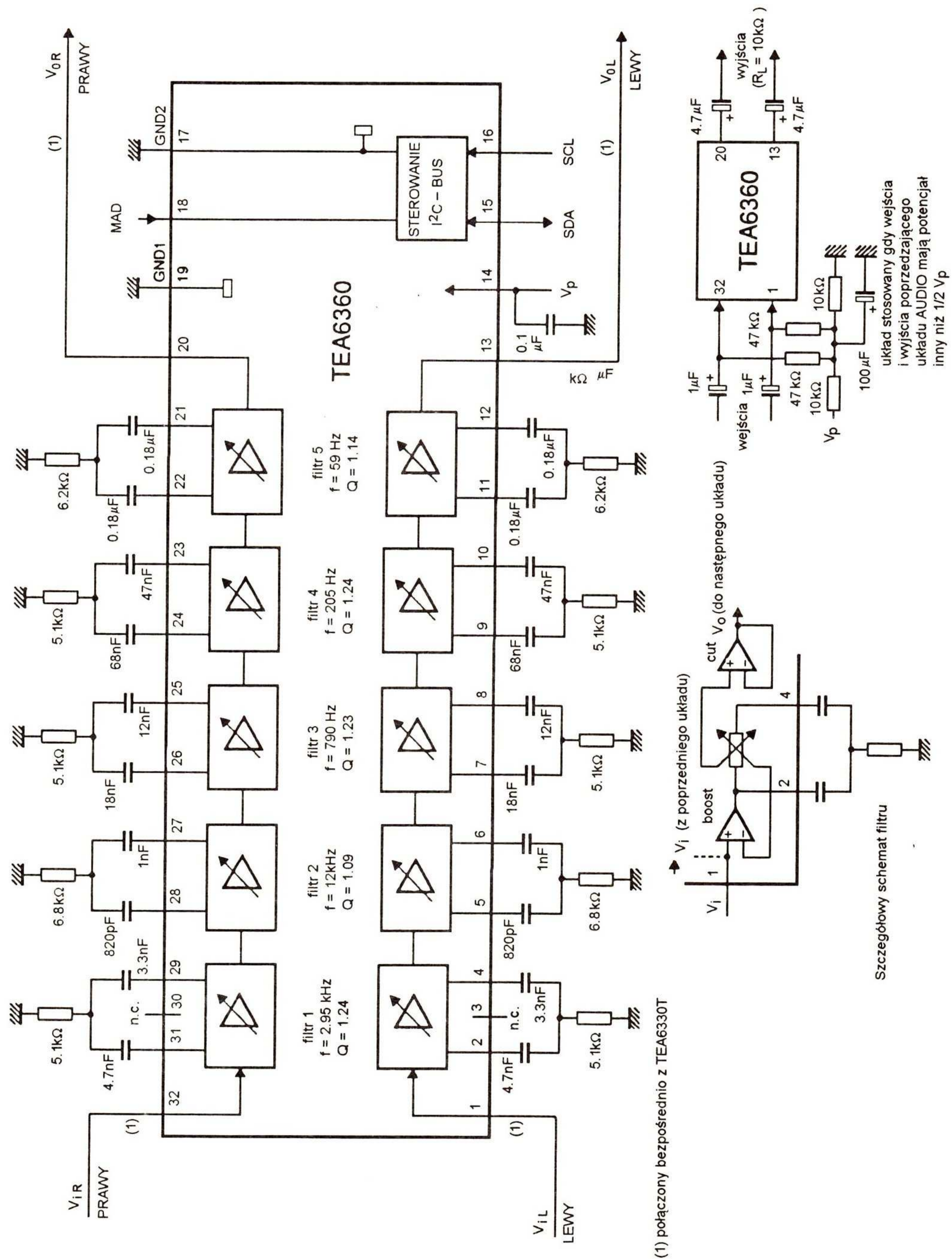
Opis ogólny

5-pasmowy korektor graficzny stereo jest sterowanym poprzez magistralę I²C-bus procesorem barwy dźwięku, przeznaczonym do stosowania w radiodbiornikach samochodowych, telewizorach i zestawach muzycznych. Zapewnia możliwość korekcji dźwięku jak również kompensowania właściwości akustycznych rozmaitych pomieszczeń lub głośników, szczególnie w samochodach.

Informacje użytkowe

Rozszerzony numer typu	Obudowa			
	L. końcówek	Rozmieszczenie	Materiał	Kod
TEA6360	32	DIL wąski	plastyk	SOT232
TEA6360/T	32	mini-pack	plastyk	SOT287

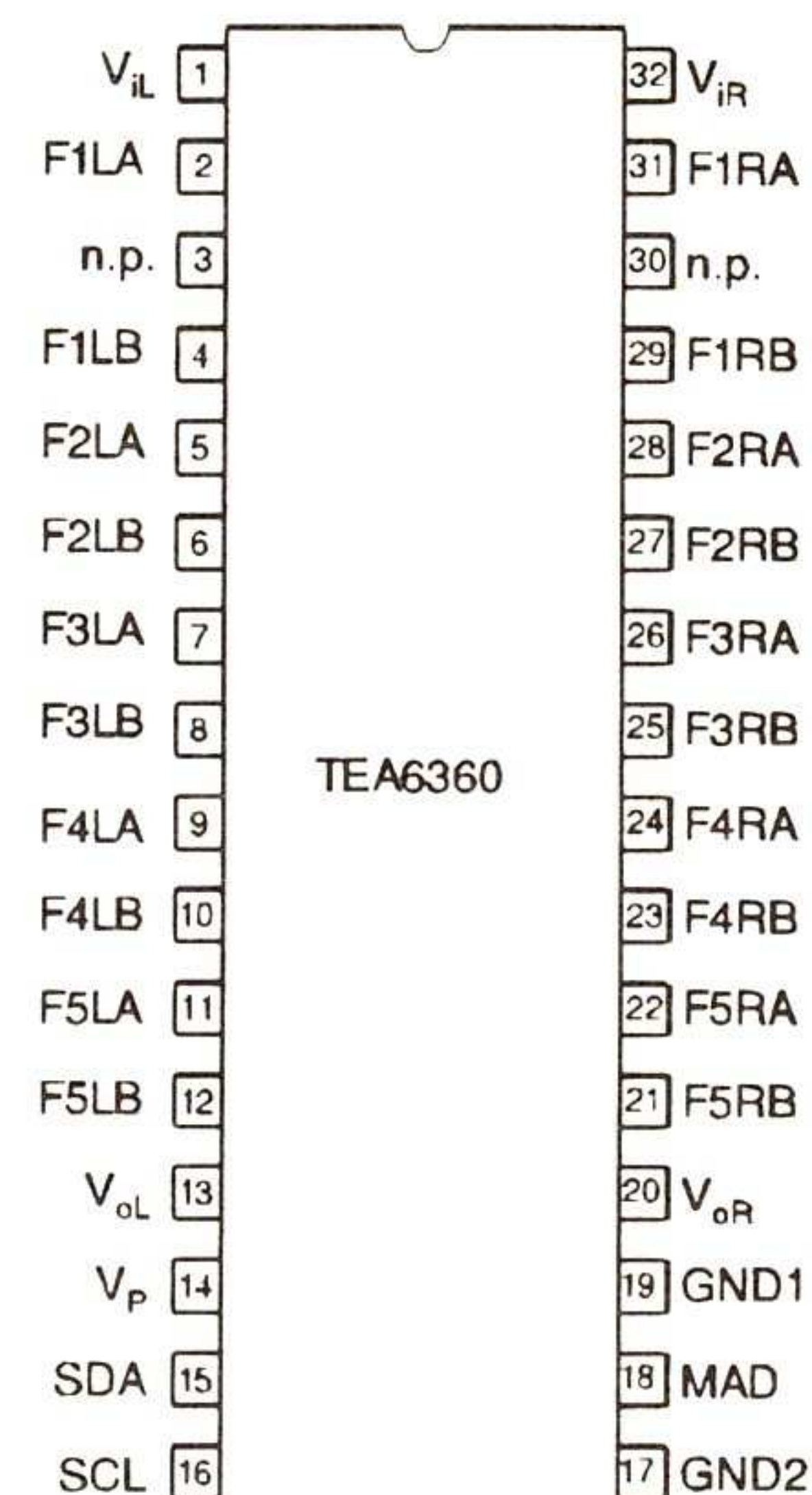
Schemat blokowy i układ testowy



Rys.1 Schemat blokowy i układ testowy

Rozmieszczenie i opis wyprowadzeń

Symbol	Końcówka	Opis
V _{IL}	1	wejście lewego kanału
F1LA	2	wejście A filtru 1 LEWY (f=2,95kHz)
n.c.	3	nie podłączona
F1LB	4	wejście B filtru 1 LEWY (f=2,95kHz)
F2LA	5	wejście A filtru 2 LEWY (f=12kHz)
F2LB	6	wejście B filtru 2 LEWY (f=12kHz)
F3LA	7	wejście A filtru 3 LEWY (f=790Hz)
F3LB	8	wejście B filtru 3 LEWY (f=790Hz)
F4LA	9	wejście A filtru 4 LEWY (f=205Hz)
F4LB	10	wejście B filtru 4 LEWY (f=205Hz)
F5LA	11	wejście A filtru 5 LEWY (f=59Hz)
F5LB	12	wejście B filtru 5 LEWY (f=59Hz)
V _{oL}	13	wyjście lewego kanału
V _p	14	zasilanie (+8,5V)
SDA	15	linia danych magistrali I ² C-bus
SCL	16	linia zegara magistrali I ² C-bus
GND2	17	masa 2 (masa magistrali I ² C-bus)
MAD	18	adres modułu
GND1	19	masa 1 (analogowa)
V _{oR}	20	wejście prawego kanału
F5RB	21	wejście B filtru 5 PRAWY (f=59Hz)
F5RA	22	wejście A filtru 5 PRAWY (f=59Hz)
F4RB	23	wejście B filtru 4 PRAWY (f=205Hz)
F4RA	24	wejście A filtru 4 PRAWY (f=205Hz)
F3RB	25	wejście B filtru 3 PRAWY (f=790Hz)
F3RA	26	wejście A filtru 3 PRAWY (f=790Hz)
F2RB	27	wejście B filtru 2 PRAWY (f=12kHz)
F2RA	28	wejście A filtru 2 PRAWY (f=12kHz)
F1RB	29	wejście B filtru 1 PRAWY (f=2,95kHz)
n.c.	30	nie podłączona
F1RA	31	wejście A filtru 1 PRAWY (f=2,95kHz)
V _{IR}	32	wejście prawego kanału



Rys.2 Rozmieszczenie wyprowadzeń

Parametry dopuszczalne

Zgodnie z Absolute Maximum System (IEC 134). Końcówki masy 17 i 19 połączone razem.

Symbol	Parametr	Min.	Max.	Jedn.
V _p	napięcie zasilania (końcówka 14)	0	13,2	V
V _n	napięcia na wszystkich końcówkach z wyłączeniem masy	0	V _p	V
P _{tot}	całkowita moc rozpraszana	0	500	mW
T _{stg}	temperatura przechowywania	- 40	150	°C
T _{amb}	temperatura pracy	- 40	85	°C
V _{ESD}	wytrzymałość elektrostatyczna* wszystkich końcówek	-	±500	V

*Równoważna rozładowaniu kondensatora 200pF poprzez rezystor szeregowy 0 Ω.

Opis funkcjonalny

Układ TEA6360 składa się z dwu kanałów stereo (PRAWY i LEWY), z których każdy zawiera pięć jednakowych wzmacniaczy filtrów (Rys. 1).

Częstotliwości środkowe poszczególnych filtrów, podobnie jak szerokości pasm i zakresy sterowania podbiciem i tłumieniem, zależą od elementów zewnętrznych. Każdy filtr może mieć inne elementy zewnętrzne, ale dla konkretnej pary filtrów częstotliwość środkowa jak i zakres sterowania podbiciem i tłumieniem, są te same. Oznacza to, że ich charakterystyki podbicia i tłumienia są symetryczne.

Zakres sterowania (wartość maksymalna w dB) jest podzielony na pięć stopni i jeden stopień dodatkowy dla pozycji “zero podbicia/tłumienia”.

Przy maksymalnym wzmocnieniu 12dB typowa rozpiętość stopnia wynosi 2,4dB. Łańcuch wewnętrznych rezystorów każdego filtru jest optymalizowany dla wzmocnienia maksymalnego 12dB. Tym samym typowe współczynniki wzmocnienia dla 15dB wynoszą odpowiednio:

- stopień 1 = 2,7dB
- stopień 2 = 5,5dB
- stopień 3 = 8,4dB
- stopień 4 = 11,6dB
- stopień 5 = 15dB

Sterowanie poszczególnego filtru dokonuje się przez wybór odpowiedniego bajtu podadresu (Tabl. 1). Numery filtrów w lewym i prawym kanale są zawsze takie same (stereo). Pozycje części podbicia i części tłumienia są sterowalne niezależnie (tablice 2 i 3).

Współczynnik dobroci filtru przyjmuje wartość maksymalną w pozycji maksimum (stopnie 5), gdy włączone jest podbicie (stopień 0 tłumienia) lub tłumienie (stopień podbicia 0). Współczynnik dobroci również maleje wraz z numerem stopnia (zmienny współczynnik dobroci). Nastawy tego rodzaju pracy opisuje Tablica 4.

Dla uzyskania stałego współczynnika dobroci w całym zakresie regulacji potrzebny jest inny rodzaj sterowania. Przy podbiciu ze stałym współczynnikiem dobroci w całym zakresie nastawiona jest pozycja podbicia +5, a regulację uzyskuje się poprzez zmianę tłumienia. Ta sama technika jest wykorzystana w zakresie tłumienia, gdzie ustawiona jest pozycja -5, a podbicie jest regulowane (Tablica 5).

Zespół tłumienia ze względów ekonomicznych jest umieszczony za zespołem podbicia. Tak więc sygnał jest najpierw wzmacniany, a potem tłumiony. Powinno to być uwzględniane w rachunku wewnętrznych poziomów dla przypadku stałego współczynnika dobroci. Może być również wykorzystane w rodzaju pracy pośrednim pomiędzy stałym Q i zmiennym Q; na przykład dla pozycji +2 nie jest konieczne podbicie w stopniu +5 i potem tłumienie w stopniu -3. Prawidłowa jest również kombinacja stopni +4 i -2 dla otrzymania pozycji +2 (niby-stały współczynnik dobroci, Tablica 6).

Charakterystyki parametrów elektrycznych

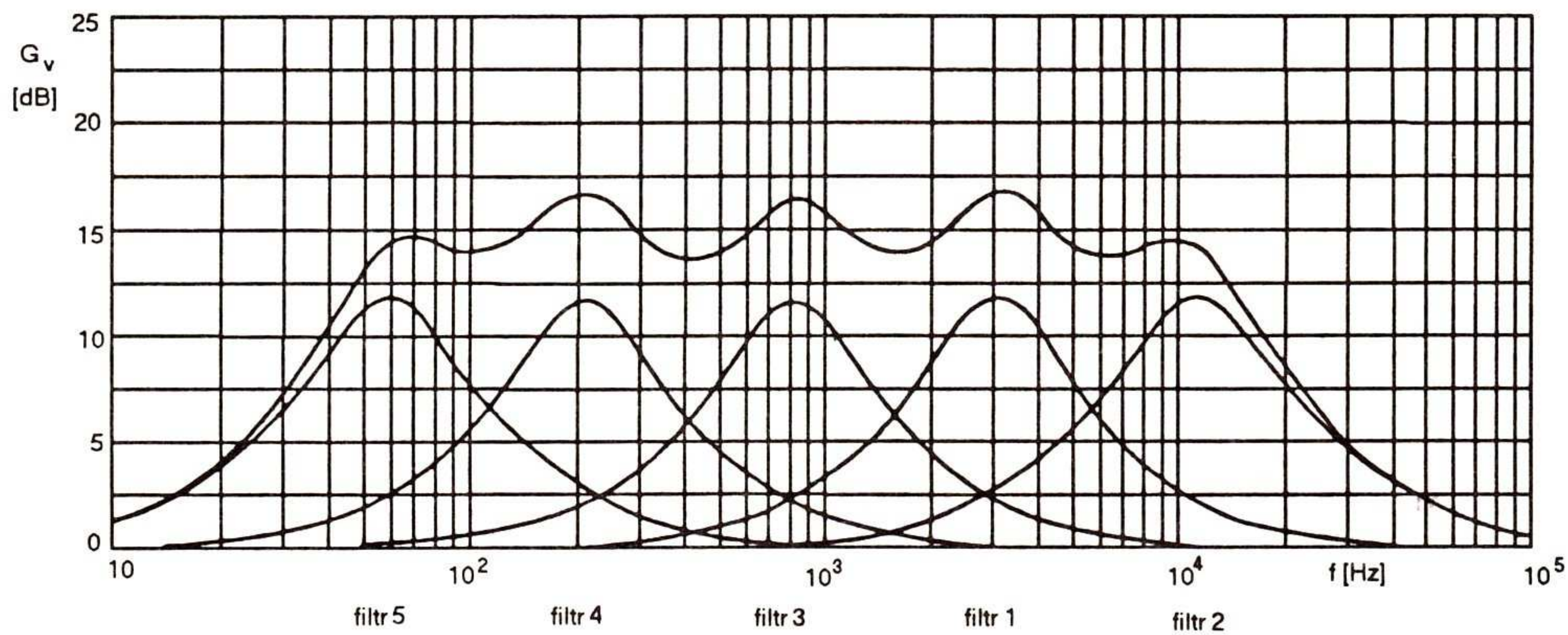
$V_p = 8,5V$; $f_i = 1kHz$ ($R_S = 600 \Omega$), $R_L = 10k\Omega$, $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ wartości zmierzone w układzie jak na Rys. 1, z wyjątkiem wyspecyfikowanych oddzielnie.

Symbol	Parametr	Warunki	Wartość			Jedn.
			Min.	Typ.	Max.	
V_p	zakres napięć zasilania (końcówka 14)		7	8,5	13,2	V
I_p	prąd zasilania (końcówka 14)	$V_p = 8,5 V$ $V_p = 12V$	–	25,5 26,0	–	mA mA
Część analogowa						
R_i	rezystor wejściowy (końcówki 1 i 32)		1	–	–	$M\Omega$
$V_{1,32}$	zakres napięć wejściowych stopnia		2,1 do $V_p - 1$	–	–	V
$V_{13,20}$	zakres napięć wyjściowych stopnia		1,0 do $V_p - 1$	–	–	V
V_o	poziom sygnału wyjściowego (wartość skuteczna, końcówki 13 i 20)	zakres sterowania 0 do +5, współczynnik Q zmienny lub niby-stały	1,1	–	–	V
R_o	rezystor wyjściowy (końcówki 13 i 20)		–	100	–	Ω
R_L	dopuszczalna rezystancja obciążenia wyjść (końcówki 13 i 20)		2	–	–	$k\Omega$
C_L	dopuszczalna pojemność obciążenia wyjść (końcówki 13 i 20)		–	–	2,5	nF
G_v	całkowite wzmocnienie sygnału ($G = V_o/V_i$)	wszystkie filtry w pozycji 0	– 0,5	–	0	dB
B	pasmo przenoszenia	wszystkie filtry w pozycji 0, częstotliwości graniczne przy –1dB				
	wartość minimalna	(sprężenie stałoprądowe)	0	–	–	Hz
	wartość maksymalna		20	–	–	kHz
α_{Cr}	tłumienie przesłuchu pomiędzy kanałami	$f = 250$ do 10000 Hz				
	wszystkie filtry w pozycji 0		60	75	–	dB
	maksimum podbicia wszystkich filtrów		55	–	–	dB
	maksimum tłumienia wszystkich filtrów		55	–	–	dB

Symbol	Parametr	Warunki	Wartość			Jedn.
			Min.	Typ.	Max.	
THD	zniekształcenia (końcówki 13 i 20)	$f = 20$ do 12500 Hz $V_P = 8,5$ do 12 V				
	$V_{o(skut)} = 1,1V$	wszystkie filtry w pozycji 0	–	0,2	0,5	%
	$V_{o(skut)} = 0,1V$	wszystkie filtry w pozycji 0	–	0,05	0,2	%
	$V_{o(skut)} = 1,1V$	max. podbicia wszystkich filtrów	–	0,5	1,0	%
	$V_{o(skut)} = 0,1V$	max. podbicia wszystkich filtrów	–	0,1	0,3	%
	$V_{o(skut)} = 0,1V$	max. tłumienia wszystkich filtrów	–	0,2	0,5	%
V_N	ważone napięcie szumów wyjściowych (wartość skuteczna)	CCIR 468-3, maksimum wzmocnienia filtrów 12dB				
	układ nieaktywny		–	8	16	μV
	wszystkie filtry w pozycji 0		–	23	46	μV
	maksimum podbicia wszystkich filtrów		–	70	140	μV
α_{Cr}	przesłuch pomiędzy wejściami magistrali i wyjściami sygnału, $20 \log (V_{bus(p-p)}/V_o \text{ skut})$	wszystkie filtry w pozycji 0				
	dla $f = 100\text{Hz}$ dla $f = 40$ do 12500Hz		– –	70 60	– –	dB dB
Wewnętrzne filtry części analogowej						
Q	współczynnik Q zależnie od maksymalnego wzmocnienia					
	maksimum wzmocnienia 10dB		0,1	–	1,2	
	maksimum wzmocnienia 12dB		0,1	–	1,4	
	maksimum wzmocnienia 15dB		0,1	–	1,8	
R_{tot}	całkowity rezystor dowolnej sekcji filtru		29,6	37,0	44,4	$k\Omega$
ΔR_{tot}	tolerancja sekcji filtru		–	–	± 4	%

Symbol	Parametr	Warunki	Wartość			Jedn.
			Min.	Typ.	Max.	
Wewnętrzne sterowanie części analogowej poprzez magistralę I²C-bus						
Stopień	ilość stopni podbicia lub tłumienia	maksymalne wzmocnienie 12dB	-	5	-	dB
	pozycja zerowa		-	1	-	
	rozpiętość stopnia		-	2,4	-	
	błąd nastawy stopnia		-	0,5	-	
ΔV_o	napięcie stałe pomiędzy dowolnym stopniem albo sąsiednimi stopniami w stanie nieaktywnym		-	-	± 10	mV
Linie SDA i SCL magistrali I²C-bus (końcówki 15 i 16)						
V_{IH}	poziom wejściowy HIGH		3	-	V_p	V
V_{IL}	poziom wejściowy LOW		0	-	1,5	V
I_I	prąd wejściowy		-	-	± 10	μA
V_{ACK}	napięcie potwierdzenia na SDA	$I_{15} = 3mA$ w stanie LOW	-	-	0,4	V
Adres modułu (końcówka 18)						
V_{IH}	poziom wejściowy HIGH dla adresu 1000 0110		3	-	V_p	V
V_{IL}	poziom wejściowy LOW dla adresu 1000 0100		0	-	1,5	V
I_I	prąd wejściowy		-	-	± 10	μA
Włączanie zasilania:						
gdy włączanie jest uaktywnione, bit DEF jest ustawiony i odbiornik I ² C-bus jest w stanie "reset".						
RESET	start włączania	wzrost V_p	-	-	2,5	V
		spadek V_p	4,2	5,0	5,8	V
	koniec włączania	wzrost V_p	5,2	6,0	6,8	V

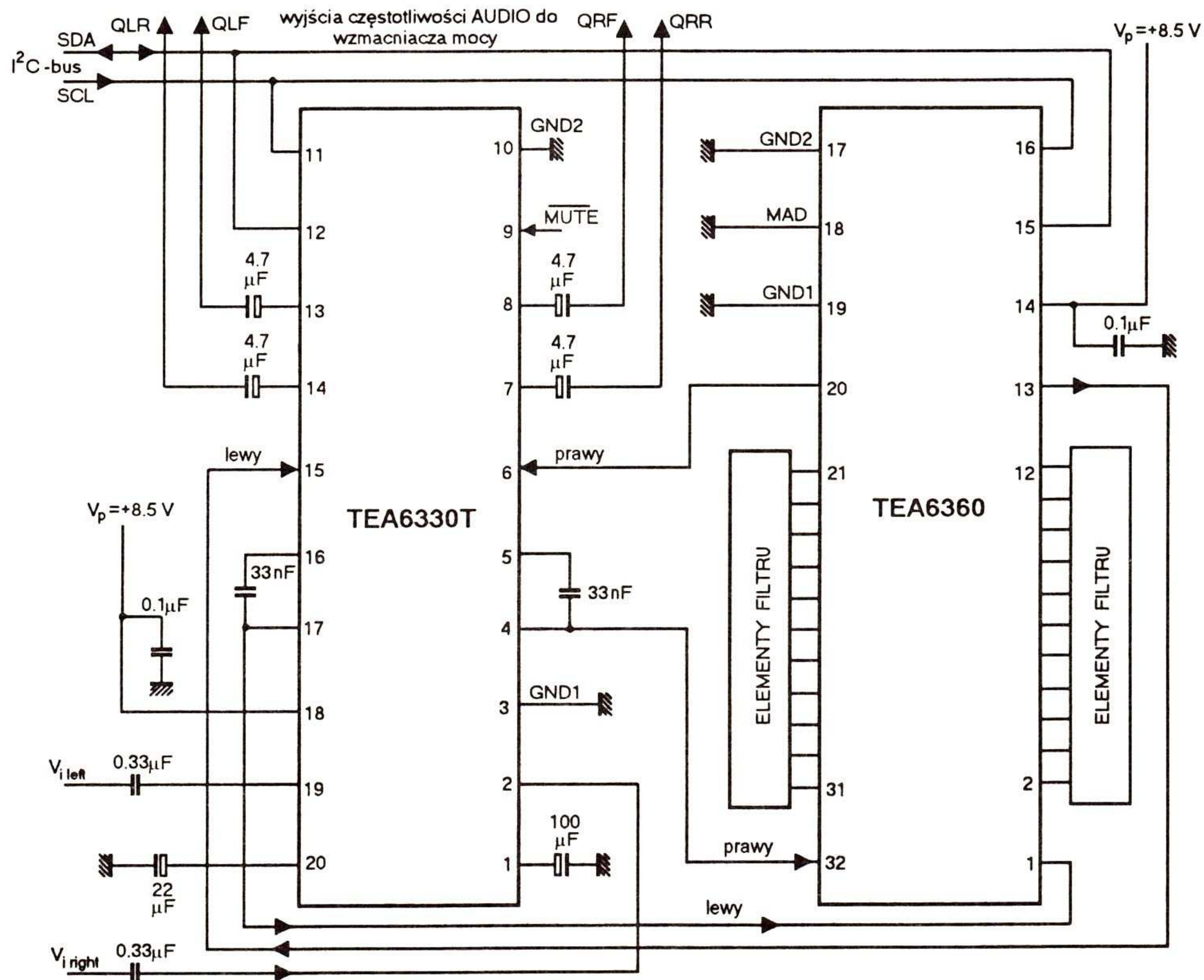
Pasmo przenoszenia



Rys.3 Pasmo przenoszenia przy maksymalnym podbiciu + 12 dB zgodnie z Rys.1

Dla maksymalnego tłumienia krzywe są symetryczne przy ujemnych wartościach wzmocnienia.

Przykład zastosowania



Rys.4 Zastosowanie w odbiorniku samochodowym ($V_P < 8,5 V$)

Protokół I²C-BUS

Format I²C-bus

S	ADRES PODRZĘDNY	A	PODADRES	A	DANE	P
---	-----------------	---	----------	---	------	---

S = warunek startowy

ADRES PODRZĘDNY = 1000 0100 gdy poziom logiczny końcówki 18 jest LOW
lub 10000 0110 gdy poziom końcówki 18 jest HIGH lub jest ona niepodłączona

A = potwierdzenie generowane przez układ podrzędny (slave)

PODADRES = bajt podadresu, patrz Tablica 1

DANE = bajt danych, patrz Tablica 1

P = warunek stopu

Gdy przesyłany jest więcej niż jeden bajt danych, podadres jest automatycznie powiększany.

Organizacja bajtów

Tablica 1. Transmisja magistralą I²C-bus

funkcja	bajt podadresu	bajt danych									
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
filtr 1/stan nieaktywny	0 0 0 0 0 0 0 0	DEF	1B2	1B1	1B0	0	1C2	1C1	1C0		
filtr 2	0 0 0 0 0 0 0 1	0	2B2	2B1	2B0	0	2C2	2C1	2C0		
filtr 3	0 0 0 0 0 0 1 0	0	3B2	3B1	3B0	0	3C2	3C1	3C0		
filtr 4	0 0 0 0 0 0 1 1	0	4B2	4B1	4B0	0	4C2	4C1	4C0		
filtr 5	0 0 0 0 0 1 0 0	0	5B2	5B1	5B0	0	5C2	5C1	5C0		

Funkcje bitów w Tablicy 1:

1B0	do 1B2	sterowanie podbiciem filtru 1
1B0	do 1B2	sterowanie tłumieniem filtru 1
2B0	do 2B2	sterowanie podbiciem filtru 2
2B0	do 2B2	sterowanie tłumieniem filtru 2
3B0	do 3B2	sterowanie podbiciem filtru 3
3B0	do 3B2	sterowanie tłumieniem filtru 3
4B0	do 4B2	sterowanie podbiciem filtru 4
4B0	do 4B2	sterowanie tłumieniem filtru 4
5B0	do 4B2	sterowanie podbiciem filtru 5
5B0	do 4B2	sterowanie tłumieniem filtru 5
DEF		DEF = 0 (bit nieaktywności):

DEF = 1:

wszystkie filtry aktywne
liniowa funkcja przenoszenia, wejście jest bezpośrednio połączone z wyjściem.
Nastawy poszczególnych filtrów są zapamiętane, ale wewnętrzne wzmocnienie wynosi 0dB, niezależnie od bitów nB2 do nB0.

Tablica 2 . Sterowanie podbiciem filtru n

pozycja	nB2	nB1	nB0
stopień 0 (brak podbicia)	0	0	0
stopień 1	0	0	1
stopień 2	0	1	0
stopień 3	0	1	1
stopień 4	1	0	0
stopień 5 (maksimum podbicia)	1	0	1
stopień 5 (maksimum podbicia)	1	1	0
stopień 5 (maksimum podbicia)	1	1	1

Tablica 3. Sterowanie tłumieniem filtru n

pozycja	nB2	nB1	nB0
stopień 0 (brak tłumienia)	0	0	0
stopień 1	0	0	1
stopień 2	0	1	0
stopień 3	0	1	1
stopień 4	1	0	0
stopień 5 (maksimum tłumienia)	1	0	1
stopień 5 (maksimum tłumienia)	1	1	0
stopień 5 (maksimum tłumienia)	1	1	1

Tablica 4 . Sterowanie filtrem ze zmiennym współczynnikiem dobroci

pozycja	D7 X	D6 nB2	D5 nB1	D4 nB0	D3 X	D2 nC2	D1 nC1	D0 nC0	komentarz
+5 (maksimum podbicia)	0	1	0	1	0	0	0	0	$(+5)+(-0)=+5$
+4	0	1	0	0	0	0	0	0	$(+4)+(-0)=+4$
+3	0	0	1	1	0	0	0	0	$(+3)+(-0)=+3$
+2	0	0	1	0	0	0	0	0	$(+2)+(-0)=+2$
+1	0	0	0	1	0	0	0	0	$(+1)+(-0)=+1$
0 (0 podbicia/tłumienia)	0	0	0	0	0	0	0	0	$(+0)+(-0)=+0$
-1	0	0	0	0	0	0	0	1	$(+0)+(-1)=-1$
-2	0	0	0	0	0	0	1	0	$(+0)+(-2)=-2$
-3	0	0	0	0	0	0	1	1	$(+0)+(-3)=-3$
-4	0	0	0	0	0	1	0	0	$(+0)+(-4)=-4$
-5 (maksimum tłumienia)	0	0	0	0	0	1	0	1	$(+0)+(-5)=-5$

Tablica 5. Sterowanie filtrem ze stałym współczynnikiem dobroci

pozycja	D7 X	D6 nB2	D5 nB1	D4 nB0	D3 X	D2 nC2	D1 nC1	D0 nC0	komentarz
+5 (maksimum podbicia)	0	1	0	1	0	0	0	0	$(+5)+(-0)=+5$
+4	0	1	0	1	0	0	0	1	$(+5)+(-1)=+4$
+3	0	1	0	1	0	0	1	0	$(+5)+(-2)=+3$
+2	0	1	0	1	0	0	1	1	$(+5)+(-3)=+2$
+1	0	1	0	1	0	1	0	0	$(+5)+(-4)=+1$
0 (0 podbicia/tłumienia)	0	0	0	0	0	0	0	0	$(+0)+(-0)=+0$
-1	0	1	0	0	0	1	0	1	$(+4)+(-5)=-1$
-2	0	0	1	1	0	1	0	1	$(+3)+(-5)=-2$
-3	0	0	1	0	0	1	0	1	$(+2)+(-5)=-3$
-4	0	0	0	1	0	1	0	1	$(+1)+(-5)=-4$
-5 (maksimum tłumienia)	0	0	0	0	0	1	0	1	$(+0)+(-5)=-5$

Tablica 6 . Sterowanie filtrem z niby-stałym współczynnikiem dobroci

pozycja	D7 X	D6 nB2	D5 nB1	D4 nB0	D3 X	D2 nC2	D1 nC1	D0 nC0	komentarz
+5 (maksimum podbicia)	0	1	0	1	0	0	0	0	$(+5)+(-0)=+5$
+4	0	1	0	1	0	0	0	1	$(+5)+(-1)=+4$
+3	0	1	0	1	0	0	1	0	$(+5)+(-2)=+3$
+2	0	1	0	0	0	0	1	0	$(+4)+(-2)=+2$
+1	0	0	1	1	0	0	1	0	$(+3)+(-2)=+1$
0 (0 podbicia/tłumienia)	0	0	0	0	0	0	0	0	$(+0)+(-0)=+0$
-1	0	0	1	0	0	0	1	1	$(+2)+(-3)=-1$
-2	0	0	1	0	0	1	0	0	$(+2)+(-4)=-2$
-3	0	0	1	0	0	1	0	1	$(+2)+(-5)=-3$
-4	0	0	0	1	0	1	0	1	$(+1)+(-5)=-4$
-5 (maksimum tłumienia)	0	0	0	0	0	1	0	1	$(+0)+(-5)=-5$