

Potencjometr audio z układem MAX5440

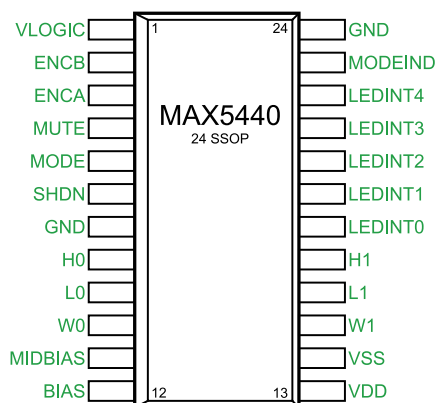
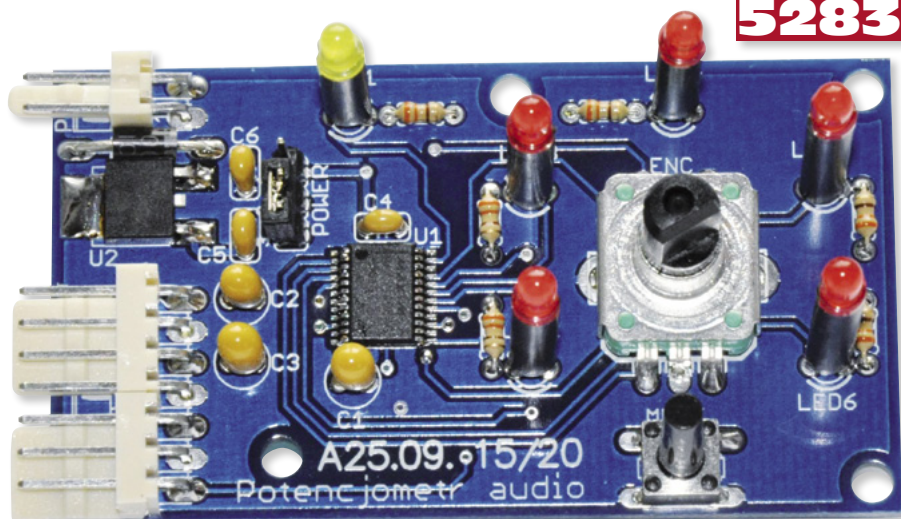

**AVT
5283**

Projekty wszelkiego rodzaju potencjometrów elektronicznych mających zastąpić swoje analogowe odpowiedniki są częstym tematem wielu praktycznych rozwiązań czy też rozważań teoretycznych. Nic w tym dziwnego, wszak wielu z nas użytkuje jeszcze sprzęt, w którym zastosowano potencjometry mechaniczne, a którego częstą bolączką są ich niesprawności. Najprostszą a zarazem podnoszącą komfort użytkownika metodą poradzenia sobie z tym niejednokrotnie niemiłym dla ucha problemem, jest zastosowanie odpowiednika w formie specjalizowanego układu scalonego czy też modułu.

Rekomendacje: ten projekt uatrakcyjni wygląd zestawu audio lub zastąpi stary, wysłużony potencjometr.

Opracowując samodzielnie konstrukcje, o których mowa we wstępie, można napotkać przysłowiowe „schody”, ponieważ nie są one zwykle ani nazbyt proste do wykonania, ani też tanie, zważywszy na częstą potrzebę stosowania precyzyjnych specjalizowanych układów potencjometrów cyfrowych przy współdziałaniu mikrokontrolera. Z pomocą przychodzi jednak firma Maxim, która produkuje bardzo ciekawy scalony potencjometr elektroniczny typu MAX5440. Słowo „potencjometr” jest w tym przypadku dużym nadużyciem, gdyż ten układ charakteryzuje się następującymi wybranymi cechami użytkowymi:

- wbudowane dwa, 32-krokowe, logarytmiczne układy potencjometryczne dające możliwość regulacji tłumienia w zakresie 0 do -62 dB (z krokiem co 2 dB)
- funkcja wyciszenia (tłumienie -90 dB),
- rezystancja 40 k Ω na kanał (typowo),
- niskoprądowe wtórniki napięciowe na wyjściu każdego z potencjometrów eliminujące potrzebę stosowania elementów zewnętrznych,



Rysunek 1. Rozkład wyprowadzeń układu MAX5440.

- szerokie pasmo przenoszenia ($f_{\text{CUTOFF}}=100$ kHz przy spadku -3 dB) i doskonale małe zniekształcenia nieliniowe toru regulacji (THD+N=0,006%),
- możliwość zasilania symetrycznego (-2,7 V/+2,7 V) lub unipolarnego (2,7...5,5 V),
- zintegrowany, wysokostabilny układ masy pozornej ($(V_{\text{DD}}+V_{\text{SS}})/2$) dla wersji z zasilaniem unipolarnym,
- algorytm regulacyjny eliminujący zjawisko tzw. trzasków regulacyjnych,
- zintegrowany moduł regulacji balansu między kanałami,
- zintegrowany moduł obsługi enkodera (impulsatora) z algorytmem eliminacji drgania styków,
- dedykowane przyciski realizacji funkcji wyciszenia i zmiany trybu pracy układu (regulacja tłumienia/regulacja balansu) z algorytmem eliminacji drgania styków,

AVT-5283 w ofercie AVT:

AVT-5283A – płytka drukowana
AVT-5283B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilania: 5 VDC lub 8...12 VDC (zależnie od wybranej opcji zasilania)
- Maksymalny prąd obciążenia: 40 mA (dla napięcia zasilania VDD=5 V, VSS=0 V)
- Zakres napięć wejściowych/wyjściowych: $\pm 2,5$ VAC
- Rezystancja potencjometrów: 40 k Ω
- Separacja kanałów: 100 dB
- Zniekształcenia THD+N (średnio): 0,005%
- Rezystancja wyjściowa (wtórnika napięciowego): 1 Ω
- Zakres regulacji tłumienia: 0...-90 dB

Dodatkowe materiały na CD i FTP:

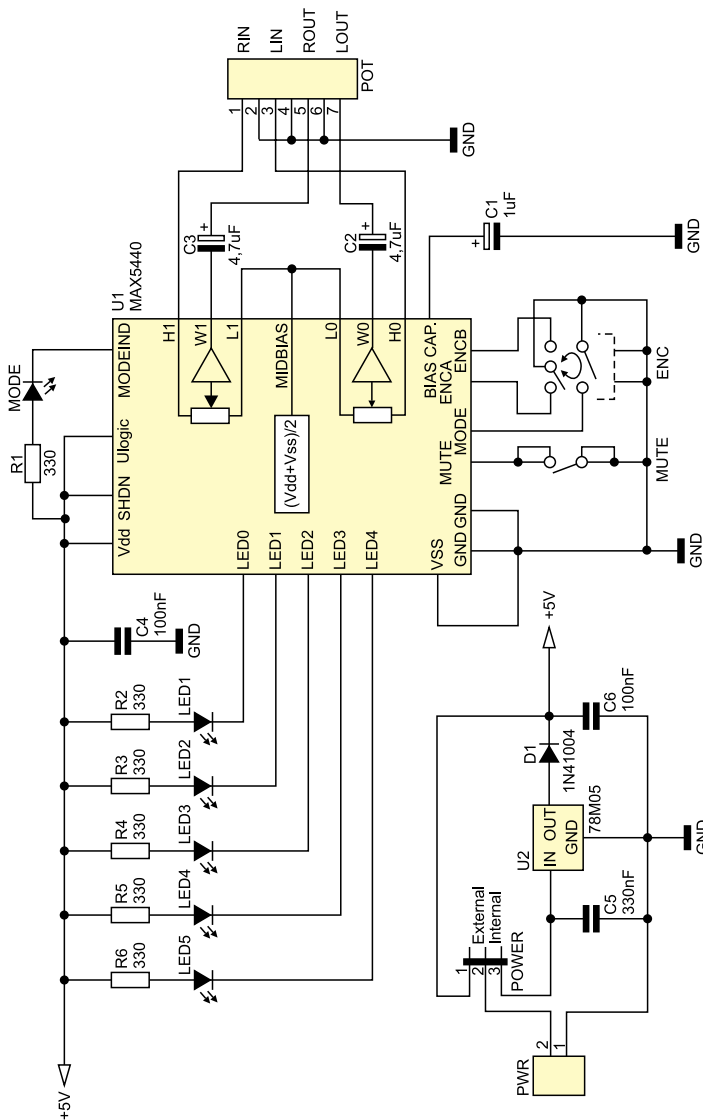
- <ftp://ep.com.pl>, user: 10460, pass: 0646g3n0
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD i FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5267 Lampowy potencjometr siły głosu (EP 12/2010)
- AVT-5237 Potencjometr z impulsatorem (EP 6/2010)
- AVT-5206 Cyfrowy potencjometr audio (EP 10/2009)
- AVT-5185 Volumer – Elektroniczny potencjometr audio (EP 5/2009)
- AVT-945 Audiofilski potencjometr i regulator balansu (EP 8/2006)
- AVT-5027 Audiofilski potencjometr elektroniczny (EP 9/2001)
- AVT-369 Audiofilski potencjometr stereofoniczny (EP 2/1998)
- AVT-2338 Potencjometr cyfrowy (EdW 1/1999)

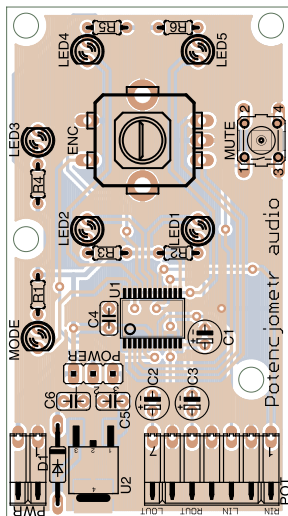
- zintegrowany sterownik 5 diod sygnalizujących wartość tłumienia/poziomu balansu jak i diody sygnalizujące rodzaj regulacji,
- tryb uśpienia o niskim poborze mocy,
- niezależne bloki napięcia zasilającego dla części analogowej i cyfrowej układu,



Rysunek 2. Schemat ideowy układu potencjometru audio.

- wbudowany układ zerowania po włączeniu zasilania (ustawia wartość tłumienia na -12dB),
- nieulotna pamięć nastaw.

Na **rysunku 1** przedstawiono rozkład wyprowadzeń układu MAX5440, natomiast w **ta-**



Rysunek 3. Schemat montażowy układu potencjometru audio

beli 1 zamieszczono ich dokładny opis funkcjonalny.

„Potencjometr” firma Maxim to w istocie kompletny system audio dający możliwość regulacji wzmocnienia/tłumienia sygnału stereofonicznego oraz balansu między kanałami, dodatkowo wyposażony w prosty interfejs użytkownika.

Schemat ideowy potencjometru zamieszczono na **rysunku 2**. Jest to typowa aplikacja układu MAX5440 w wersji zasilanej napięciem pojedynczym. Układ MAX5440 jest kompletnym rozwiązaniem toru regulacyjnego, więc nie ma tu zbyt wiele miejsca na rozwiązania autorskie. Dodatkowo, przewidziano możliwość zasilania napięciem doprowadzonym

z zewnątrz z pominięciem wbudowanego stabilizatora 78M05 (układ U2) lub też zasilania układów zewnętrznych napięciem 5 V. Wybór umożliwiła jumper oznaczony jako „POWER”. Zwora założona na wyprowadzenia 1 i 2 konfiguruje układ do zasilania zewnętrznym (zakres 2,7...5,5 V, typowo 5 V) zaś założona pomiędzy wyprowadzenia 2 i 3 umożliwia zasilanie potencjometru napięciem niestabilizowanym w zakresie 8..12 V. Naciśnięcie przycisku „MUTE” powoduje wyciszenie sygnału audio (-90 dB) lub powrót do zapamiętanych przed wyciszeniem nastaw. Przycisk zintegrowany w osie impulsatora służy do zmiany trybu regulacji. Standardowo, po włączeniu zasilania, układ MAX5440 pracuje w trybie regulacji tłumienia dla obu kanałów (utrzymując np. ustawiony wcześniej balans między nimi), lecz po naciśnięciu oski impulsatora przechodzi do regulacji balansu między kanałami, co dodatkowo sygnalizowane jest zapaleniem się diody „MODE”. W obu wspomnianych trybach pracy diody świecą LED1...LED5 informując o bieżącym stanie przeprowadzanej operacji.

Kilka słów opisu należy się samej procedurze regulacji, która każdorazowo ma na wzglę-

Wykaz elementów

Rezystory:

R1...R6: 330 Ω

Kondensatory:

C1: 1 μF/16 V (tantalowy)
C2, C3: 4,7 μF/16V (tantalowy)
C4, C6: 100 nF (ceramiczny)
C5: 330 nF (ceramiczny)

Półprzewodniki:

U1: MAX5440 (SSOP24)

U2: 78M05 (DPAK)

D1: 1N4004

LED1...LED5: LED (3 mm, czerwona, matowa)
MODE: LED (3 mm, pomarańczowa, matowa)

Inne:

ENC: enkoder ze zintegrowanym przyciskiem

MUTE: mikroprzycisk z długą oską

POT: gniazdo męskie kątowe 90° 7-pin (NSL25-7W)

PWR: gniazdo męskie kątowe 90° 2-pin (NSL25-2W)

POWER: złączko typu GOLDPIN 3-pin

dzie zarówno bieżącą wartość balansu między kanałami jak i tłumienia. Jeśli, dla przykładu, w wyniku wcześniej przeprowadzonej regulacji balansu zostało wybrane mniejsze tłumienie dla kanału prawego, a następnie przełączono układ w tryb regulacji głośności, to tłumienie będzie zmieniane dla obu kanałów utrzymując zadany wcześniej balans aż do momentu, gdy kanał prawy osiągnie minimalną, dopuszczalną wartość tłumienia. Dalsze kręcenie osi impulsatora w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara będzie ignorowane, utrzymując tym samym zadany wcześniej balans pomiędzy kanałami. W przypadku zwiększania tłumienia (kręcenie w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara) będzie ono wzrastać do momentu, gdy kanał lewy osiągnie wartość maksymalną, utrzymując do tego czasu wcześniej nastawiony balans. Dalsze kręcenie osi impulsatora w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara spowoduje stopniowe zwiększanie tłumienia dla kanału prawego aż do minimum, co znaczy, że jednocześnie zmieni się balans między kanałami. Ponowne przekręcenie osi impulsatora w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara przywróci zapamiętaną wcześniej wartość balansu między kanałami powodując tym samym ustawienie tłumienia dla kanału lewego na minimum a dla kanału prawego na wartość wynikająca z wartości balansu.

W trybie regulacji balansu układ MAX5440 dba także o to, aby regulacja była wykonywana w odniesieniu do bieżących nastaw głośności dla obu kanałów. Dodatkowo, wspomniany wcześniej algorytm regulacyjny eliminujący zjawisko tzw. trzasków regulacyjnych uzależnia moment przełączenia rezystancji obu scalonych potencjometrów od spełnienia warunku równości napięć na zaciskach H i L każdego z nich, przy uwzględnieniu odpowiedniego czasu tzw. timeout równego w tym przypadku 32 ms. Ten prosty mechanizm znacznie ogranicza słyszalność niepożądanych efektów regulacji.

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



Tabela 1. Opis funkcjonalny wyprowadzeń układu MAX5440

Pin	Nazwa	Opis
1	V _{LOGIC}	Napięcie zasilające część cyfrową układu. Wymagany jest odsprzęgający kondensator ceramiczny 100 nF włączony bezpośrednio między to wyprowadzenie a masę zasilania.
2	ENCB	Wejście jednego z wyprowadzeń impulsatora. Podciągnięto do V _{LOGIC} poprzez wewnętrzny rezystor podciągający 45 kΩ.
3	ENCA	Wejście drugiego z wyprowadzeń impulsatora. Podciągnięto do V _{LOGIC} poprzez wewnętrzny rezystor 45 kΩ.
4	MUTE	Wejście przycisku wyciszenia. Podciągnięto do V _{LOGIC} poprzez wewnętrzny rezystor 45 kΩ.
5	MODE	Wejście przycisku zmiany trybu regulacji (tłumienie/balans). Podciągnięto do V _{LOGIC} poprzez wewnętrzny rezystor 45 kΩ.
6	SHDN	Wejście do wprowadzania układu w stan uśpienia po dołączeniu do masy. Każdorazowo, przed wejściem w stan uśpienia, układ MAX5440 zapamiętuje wszystkie nastawy regulacyjne.
7,24	GND	Masa zasilania
8	H0	Skrajny zacisk pierwszego potencjometru scalonego
9	L0	Drugi, skrajny zacisk pierwszego potencjometru scalonego
10	W0	Środkowy zacisk (suwak) pierwszego potencjometru scalonego
11	MIDBIAS	Wyjście napięciowe modułu masy pozornej. $V_{MIDBIAS} = (V_{DD} + V_{SS})/2$.
12	BIAS	Kondensator odsprzęgający układu masy pozornej.
13	V _{DD}	Napięcie zasilające część analogową układu. Wymagany odsprzęgający kondensator ceramiczny 100 nF dołączony bezpośrednio między to wyprowadzenie a masę zasilania.
14	V _{SS}	Ujemne napięcie zasilające część analogową układu przy zasilaniu bipolarnym. Wymagany odsprzęgający kondensator ceramiczny 100 nF dołączony bezpośrednio między to wyprowadzenie a masę zasilania. W przypadku zasilania unipolarnego należy dołączyć do masy.
15	W1	Środkowy zacisk (suwak) drugiego potencjometru scalonego
16	H1	Skrajny zacisk drugiego potencjometru scalonego
17	L1	Drugi, skrajny zacisk drugiego potencjometru scalonego
18-22	LEDINDO-LEDIND4	Wyjścia sterownika 5 diod sygnalizujących wartość tłumienia/poziomu balansu
23	MODEIND	Wyjście sterownika diod sygnalizujących trybu regulacji (tłumienie/balans). Świecenie diody LED świadczy o aktywnym trybie regulacji balansu.

Montaż

Schemat montażowy potencjometru przedstawiono na **rysunku 3**. Z uwagi na chęć zmniejszenia wymiarów układu płytkę drukowaną zaprojektowano jako dwustronną. Montaż należy rozpocząć od przylutowania wszystkich elemen-

tów SMD. Pewnych trudności może nastęczyć montaż układu MAX5440 w obudowie SSOP24 z uwagi na dość gęsty rozkład wyprowadzeń. Diody LED należy umieścić na odpowiedniej wysokości stosując plastikowe elementy dystansowe. Zostały one rozmieszczone w taki sposób, aby

po umieszczeniu w docelowej obudowie niejako okalały gałkę impulsatora. Prawidłowo zmontowane urządzenie nie wymaga żadnych regulacji i powinno działać od razu po włączeniu zasilania.

Robert Wołgajew
robert.wolgajew@ep.com.pl

R E K L A M A