

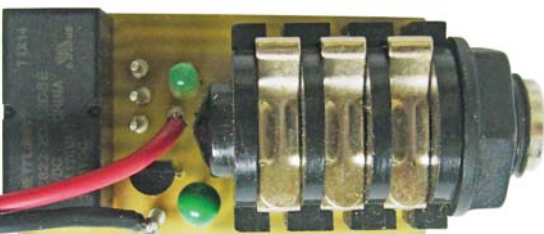


Eliminator trzasków do wzmacniacza słuchawkowego

Prosta realizacja układu wyciszającego „stuki” w słuchawkach powstałe na skutek stanów nieustalonych wzmacniacza przy jego włączaniu i wyłączeniu.

Do czego to służy?

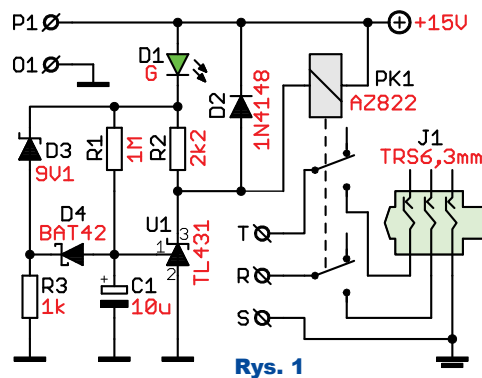
Zjawiska dźwiękowe wywołane stanami nieustalonymi przy włączaniu i wyłączeniu wzmacniacza akustycznego są uciążliwe nie tylko dla słuchaczy, ale przede wszystkim dla dołączonych do wyjścia wzmacniacza przetworników (głośników, słuchawek). Takie udary, choć nie zawsze muszą być przyczyną uszkodzenia przetworników, na pewno przyczyniają się do skrócenia czasu ich eksploatacji. Ideowo proste zadanie zapobiegania takim trzaskom sprowadza się do dołączenia przetworników (głośników, słuchawek) po chwili (stosownym opóźnieniu) od włączenia zasilania wzmacniacza i jak najszybszym ich odłączeniu po wyłączeniu zasilania. Scalone układy wzmacniaczy mocy zwykle są wyposażone w wejście sterujące umożliwiające „ciche” włączanie i wyłączenie. Przy budowie końcówek mocy z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych i/lub tranzystorów tłumienie stanów nieustalonych metodami elektronicznymi jest stosunkowo trudne i nie zawsze możliwe. Obwody takie (nie mogą pogarszać parametrów wzmacniacza) w dużej mierze zależą od topologii wzmacniacza, tj. od „rozmieszczenia” w nim źródeł i luster prądowych i ładowanych przez nie pojemności. Pętle sprzężeń zwrotnych (lokalne, globalne) również nie ułatwiają zadania.



Nie zawsze da się włączyć, wyłączyć kluczowe źródło prądowe bez generowania skoku napięcia na wyjściu wzmacniacza. Potrzebne są wtedy obwody cichego włączania/wyłączania ingerujące w kilku miejscach wzmacniacza naraz, co przekłada się na ich skomplikowanie, przewyższające komplikację układową samego wzmacniacza mocy. Najprostszym i przy tym dość uniwersalnym rozwiązaniem jest zastosowanie sterowanego elektronicznie przełącznika (elementu elektromechanicznego) jako elementu dołączającego obciążenie do wyjść wzmacniacza. Prezentowany prosty układ z przełącznikiem jest przeznaczony do zastosowania we wzmacniaczach słuchawkowych, gdzie dostępne jest stabilizowane napięcie zasilające.

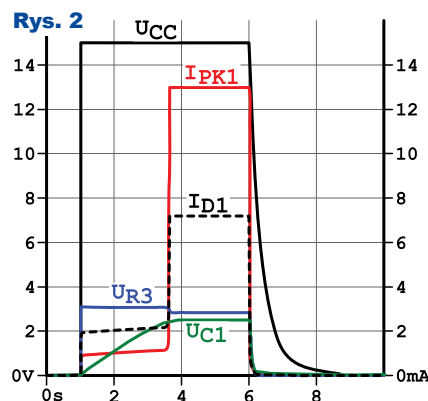
Jak to działa?

Schemat układu widoczny jest na **rysunku 1**. W roli elementu włączającego przełącznik mógłby być zastosowany tranzystor NPN o dużym wzmocnieniu np. darlington. Jednak zastosowanie układu TL431 w aplikacji komparatora umożliwia dwustanową sygnalizację optyczną (dwie intensywności świecenia LED D1, która pełni funkcję wskaźnika zasilania układu) stanu układu. Na **rysunku 2** widoczne są kluczowe przebiegi w układzie, gdy jest podłączony do wzmacniacza według **rysunku 3**. Po włączeniu zasilania wzmacniacza napięcie UCC

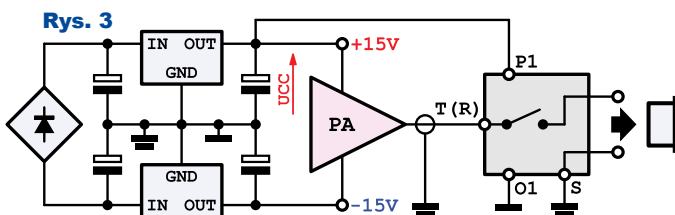


Rys. 1

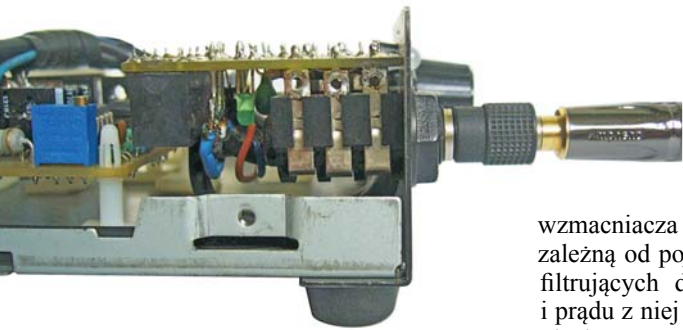
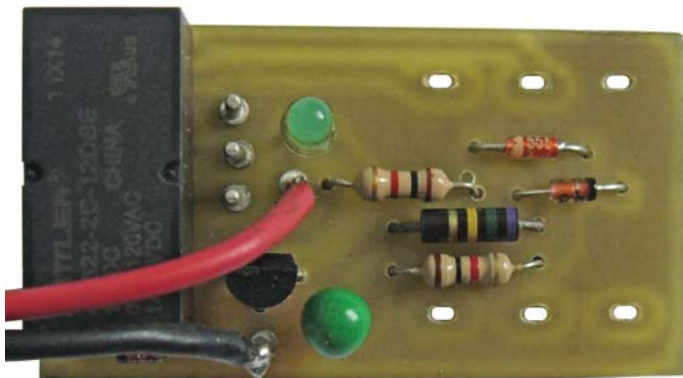
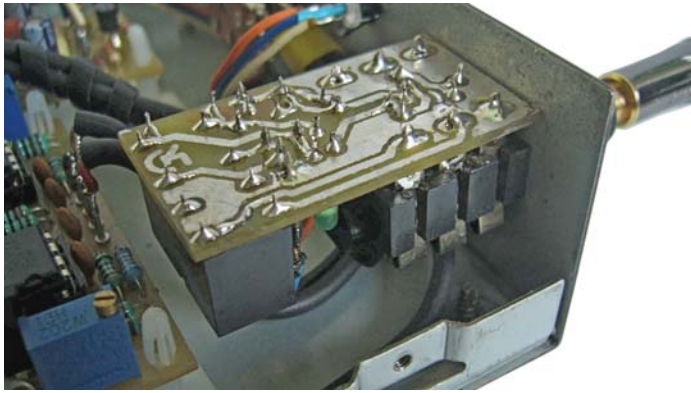
stromo narasta. Suma napięć U_F D1 oraz U_Z D3 jest tak dobrana, że do napięcia mniejszego o około 2V od nominalnego $U_{CC}=15V$ (dla którego są wyliczone wartości elementów na schemacie) D4 jest spolaryzowana przepustowo, kon-



Rys. 2



Rys. 3



densator C1 nie jest ładowany przez R1. Większe UCC powoduje polaryzację zaporową D4 uniemożliwiając rozładowywanie C1, który jest wolno ładowany przez R1. Wartość pojemności C1 i rezystancji R1 wyznaczają opóźnienie, po jakim wyjścia wzmacniacza zostaną dołączone do słuchawek. Zwłoka trwa, dopóki napięcie na C1 jest mniejsze od wartości napięcia referencyjnego U_{REF} końcówki referencyjnej (1) U1 ($U_{REF}=2,49V$, odpowiednik U_{BE} w tranzystorze NPN). Przez czas opóźnienia napięcie na katodzie (3) U1 jest zbliżone do napięcia zasilania pomniejszonego o spadek napięcia (1V) na rezystancji cewki przełącznika (1k Ω). Można przyjąć że U1 jest zatkany, podobnie jak tranzystor NPN, z tą różnicą, że do katody wpływa niewielki prąd zasilający przez cewkę przełącznika PK1. Fakt że podczas opóźnienia prąd zasilający U1 jest mniejszy niż zalecany w nocie

wzmacniacza UCC spada z szybkością zależną od pojemności kondensatorów filtrujących dodatnią szynę zasilania i prądu z niej pobieranego. Spadek napięcia UCC o 2V od nominalnego 15V powoduje polaryzację przepustową D4. Kondensator C1 zostanie szybko rozładowany przez R3 i napięcie na końcówce referencyjnej U1 spadnie poniżej progu przełączania. Tym samym U1 wyłączy przełącznik PK1, odłączając słuchawki od wyjść wzmacniacza. Przykre efekty towarzyszące wyłączeniu wzmacniacza (występujące przy dużo większym niż 2V spadku napięcia UCC zasilającego wzmacniacz) nie będą słyszalne. Rolą D2 jest ochrona U1 przed indukowanymi w cewce przełącznika napięciami w momencie jego wyłączenia.

Montaż i uruchomienie

Mozaika obwodu drukowanego widoczna jest na **rysunku 4**. Montaż elementów jest typowy. Czas, po którym zostaną dołączone słuchawki do wyjść wzmacniacza, można ustalić (w szerokich granicach), dobierając wartość R1.

katalogowej TL431 prąd minimalny można pominąć, ponieważ nie powoduje to błędnego działania układu. Prąd wyznaczony głównie przez UZ D3 i R3 (2mA) powoduje, że LED D1 świeci z małą intensywnością, sygnalizując zasilanie układu i wyciszenie wyjścia wzmacniacza. Gdy napięcie na C1 osiągnie wartość progową U1 ($U_{REF}=2,49V$), ten zadziała jak tranzystor NPN o napięciu nasycenia zbliżonym do $U_{SAT}=2V$. Włączony zostaje przełącznik PK1, dołączając wyjścia wzmacniacza do gniazda wyjściowego J1 (do podłączonych do J1 słuchawek).

Jednocześnie wzrasta prąd płynący przez LED D1 (7mA), zwiększając intensywność jej świecenia, co sygnalizuje gotowość wzmacniacza do odsłuchu. Po wyłączeniu zasilania

Wykaz elementów

R3	.....	1k Ω
R2	.....	2,2k Ω
R1	.....	1M Ω
C1	.....	10uF/25V tantal
D1	.....	LED zielona \varnothing 3mm
D2	.....	1N4148
D3	.....	9V1
D4	.....	BAT42
U1	.....	TL431
J1	.....	TRS6,3mm
PK1	.....	przełącznik (12V) AZ822

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3244

Dla wartości R1 jak na schemacie wynosi on ok 2,5s. Oczywiście wyboru wartości R1 należy dokonać przed montażem gniazda J1, które trzeba montować jako ostatnie, po uruchomieniu układu. Dołączenie układu do wzmacniacza należy przeprowadzić, jak pokazuje wcześniejszy rysunek 3.

Przy okablowaniu trzeba zwrócić uwagę na rozdzielone prowadzenie masy sygnałowej i zasilania. Ekrany przewodów sygnałowych (T, R) powinny być dołączone w jednym punkcie masy, tj. przy wzmacniaczu lub przy gnieździe J1. Masy zasilania O1 i sygnałową do styku (S) gniazda J1 należy poprowadzić oddzielnymi przewodami z odpowiednich punktów we wzmacniaczu. Podana w wykazie elementów średnica LED D1 odnosi się do elementu montowanego na PCB. Oczywiście przy montażu D1 na panelu czołowym (z użyciem przewodów) jej średnica i kształt mogą być dowolne.

Gdy wartość napięcia UCC we wzmacniaczu jest inna niż 15V (jednak nie większa niż maksymalne napięcie $U_{KA}\leq 36V$ U1), należy zmienić D3 na taką o napięciu Zenera zapewniającym prawidłowe działanie układu. W takim przypadku również typ przełącznika PK1 powinien być odpowiednio dobrany (napięcie pracy cewki) do napięcia $U_{LPK}=UCC-U1_{SAT}(2V)$. Przy innej wartości UCC może być potrzebna korekta prądu D1 (intensywności świecenia) przez dobór wartości R2.

Cyprian Kamil Kowalski

c4v2@o2.pl

Rys. 4

