



Samochodowy booster 40W

Do czego to służy?

Angielskie słowo „booster” oznacza coś, co pozwala na zwiększenie wydajności jakiegoś urządzenia ponad zwykle stosowaną normę. Stosowane jest często w lotnictwie, gdzie włączenie boostera oznacza dodatkowe zwiększenie mocy silników, najczęściej podczas startu lub w trakcie wykonywania manewrów bojowych. Po co jednak nam takie urządzenie w samochodzie? Wprawdzie wiza Fiata 126 pędzącego po ulicy z rykiem silnika, płomieniami buchającymi z rury wydechowej i przypominającego startującego z włączonym afterburner'em F22 wydaje się bardzo nęcąca, ale nie sądzę, aby przepisy ruchu drogowego obowiązujące w naszym kraju zezwalały na stosowanie takich wynalazków.

Nie będziemy zatem konstruować dopalacza do silnika samochodu, ale postaramy się zwiększyć moc już zainstalowanej w nim instalacji nagłaśniającej. Moduł wzmacniacza zbudowany z użyciem nie najnowszego już, ale wciąż użytecznego układu Philipsa TDA1560Q, powinien zainteresować wszystkich amatorów słuchania głośnej muzyki. Dzięki wewnętrznemu układowi podnoszenia napięcia pozwala on zrealizować tani booster dostarczający do obciążenia 8Ω mocy $2 \times 40W$.

Dzięki wbudowanym w swoją strukturę licznym układom zabezpieczającym TDA1560 jest układem wyjątkowo odpornym na wszelkie nieszczęścia, jakie mogą spotkać wzmacniacz zainstalowany w samochodzie. Więcej, dzięki układowi sygnalizacji optycznej zawsze będziemy wiedzieli o ewentualnym defekcie w instalacji.

Jak to działa?

Jak wiadomo, pokładowa instalacja elektryczna samochodu dostarcza prądu o napięciu 12,6V, a podczas jazdy ok. 14,6V. Tak niskie napięcie jest powodem licznych problemów konstrukcyjnych, zmusza do stosowania przewodów o dużym przekroju, a w szczególności sprawia kłopoty konstruktorom budującym samochodowe wzmacniacze akustyczne. Ponieważ jednak nic nie wskazuje na to, aby w najbliższym czasie przemysł motoryzacyjny, znany z swojego konserwatyzmu, zmienił standardy obowiązujące przy projektowaniu instalacji samochodowych, musimy jakoś sobie radzić i starać się różnymi sztuczkami technicznymi podnieść maksymalną moc wyjściową wzmacniaczy akustycznych.

W przypadku wzmacniacza zasilanego pojedynczym napięciem i z kondensatorem wyjściowym (rys.1 a) polaryzuje się jego wyjście napięciem o wartości połowy napięcia zasilania, co umożliwia symetryczne zmiany napięcia wyjściowego dla obu półoków sinusoidy sterującej układ. Wymaga to zastosowania kondensatora sprzęgającego, separującego głośnik od składowej stałej napięcia wyjściowego wzmacniacza. Kondensator ten powinien umożliwić przepływ znacznych prądów, a jego pojemność winna być dostatecznie duża, by nie pogarszała własności układu dla niskich częstotliwości. Klasyczny układ z kondensatorem wyjściowym nie pozwala (w instalacji samochodowej) na osiągnięcie mocy większych od kilku watów i obecnie praktycznie nie jest już stosowany.

Przed około 10-ciu laty konstruktorzy zaproponowali zastosowanie wzmacniaczy pracujących w układzie BTL - mostkowym (rys. 1b). W układzie takim na głośnik podawano dwa sygnały akustyczne, przesunięte w fazie o 180 stopni. Rozwiązanie to pozwalało uzyskać w obciążeniu czterokrotnie wyższą moc niż w wcześniej omówionym układzie. Wzmacniacze pracujące w klasie BTL stosowane są powszechnie w samochodowych instalacjach nagłaśniających małej mocy.

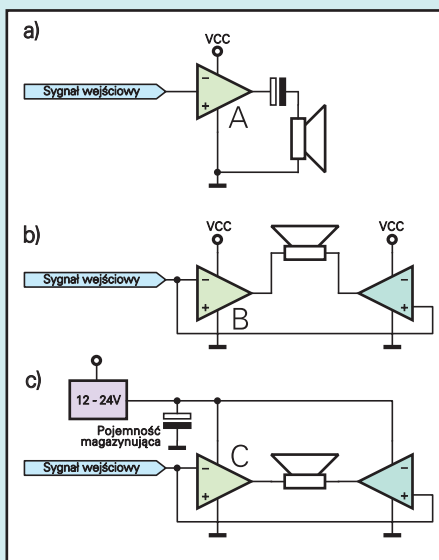
Jednak dopiero zastosowanie przetwornika podwyższającego napięcie (rys. 1c) pozwoliło na radykalne rozwiązanie trudności związanych z osiąganiem dużych mocy wyjściowych przez wzmacniacze sa-



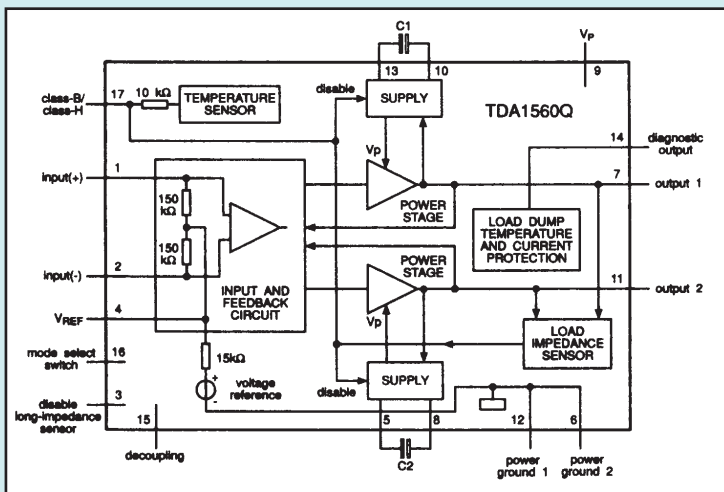
mochodowe i nie jest obecnie problemem technicznym zbudowanie takiego wzmacniacza o mocy nawet kilkuset watów. Problem techniczny zniknął, ale pozostał problem ekonomiczny. Przetwornice podwyższające napięcie są urządzeniami bardzo kosztownymi, a w przypadku działalności hobbystycznej trudnymi do wykonania. Dlatego też firmy produkujące układy półprzewodnikowe zaczęły poszukiwać rozwiązania kompromisowego, a poszukiwania te zaowocowały opracowaniem przez znaną firmę Philips układu TDA1560. Układ ten przedstawia sobą wyjątkowo korzystny stosunek jego ceny do wartości użytkowej urządzenia, które z jego pomocą możemy zbudować.

Układ TDA 1560

Struktura wewnętrzna układu jest przedstawiona na rys. 2, a wyprowadzenia i ich opis - w tabeli 1. Układ zawiera wzmacniacz mocy pracujący w tzw. klasie H (klasa B plus podwyższanie napięcia zasilania) z możliwością zmiany rodzaju pracy. Zastosowane rozwiązanie polega na wysterowaniu głośnika w układzie mostkowym, gdy poziom mocy wyjściowej nie przekracza 10W. Gdy napięcie wejściowe staje się odpowiednio duże, wewnętrzny konwerter dostarcza podwojonego napięcia zasilającego. To podwojenie napięcia jest osiągane dzięki dwóm zewnętrznym kondensatorom elektrolitycznym. Pojemności tych kondensatorów, oczywiście ograniczają wartości prądów w zakresie dolnych częstotliwości. Moc wyjściowa sięga 40W przy poziomie zniekształceń harmonicznym bliskim 10%.



Rys. 1 Konfiguracje wzmacniaczy



Rys. 2 Struktura wewnętrzna układu

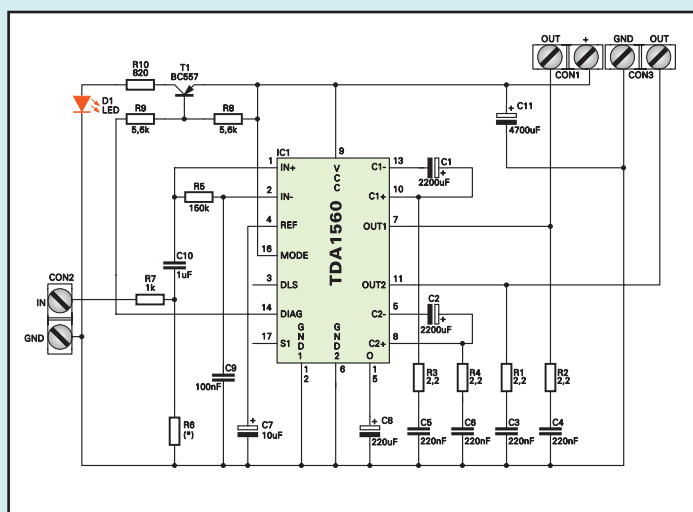
Rozwiązanie takie pozwala na redukcję rozmiarów urządzenia, ponieważ radiator odprowadza maksymalną moc tylko w pewnych okresach. Przy zainstalowaniu odpowiedniego radiatora układ jest w stanie dostarczać na wyjściu mocy 40W w sposób ciągły.

W normalnych warunkach pracy (sygnał muzyczny) układ podwyższający napięcie jest aktywny w procentowo niewielkim przedziale czasu. Według firmy Philips, przy założeniu zbliżonego do normalnego rozkładu amplitudy sygnału wejściowego, straty mocy wynoszą około 50% strat mocy wzmacniacza klasy B dostarczającego do obciążenia zbliżonej mocy. Umożliwia to proporcjonalną redukcję rozmiarów i wagi radiatora. Jeśli jednak wysteruje się układ z takim radiatorem sygnałem powodującym pracę w klasie H i dostarczenie maksymalnej mocy, temperatura układu może podnieść się nawet do 120 stopni. Spowoduje to włączenie wewnętrznych układów zabezpieczających, które blokują działanie układów podwyższających napięcie, ograniczenie mocy wyjściowej do 10W, a mocy

działów pracy układu: standby (pobór prądu poniżej 50µA), mute (odłączenie wyjścia), klasa B (blokada układu podnoszącego napięcie zasilania, ograniczona moc wyjściowa), oraz klasa H (aktywny układ podnoszenia napięcia zasilania, wysoka moc wyjściowa). Przejście ze stanu standby do klasy H nie powoduje żadnych niepożądanych efektów akustycznych, nie wymaga ono także pozostawania w stanie mute, jeśli tylko napięcie odniesienia nie jest odseparowane i układ detekcji impedancji obciążenia nie jest zablokowany.

Jak już wyżej wspomniałem, wzrost temperatury układu powyżej 120 stopni Celsjusza powoduje zablokowanie konwertera napięcia i przejście układu do pracy w klasie B. Kontrola temperatury układu jest możliwa za pośrednictwem napięcia znajdującego się na wyprowadzeniu 17 układu. Istnieje możliwość wymuszenia przejścia układu do pracy w klasie B przez podanie odpowiednio wysokiego napięcia na wyprowadzenie 17, jak również wymuszenia pozostawania w klasie H przez podanie na nie niskiego napięcia.

Rys. 3 Schemat ideowy modułu



strat - do 5W. Oznacza to, że mimo chwilowego przeciążenia termicznego układu jego funkcjonowanie nie zostaje przerwane.

Przykładając odpowiednie napięcie na wyprowadzenie 16 układu, użytkownik może wymusić jeden z czterech ro-

związków TDA 1560 jest wyposażony w układ detekcji oporności głośnika stanowiącego obciążenie. Przy każdorazowym przejściu ze stanu standby do mute układ testuje wartość oporności głośnika i powoduje blokadę układu podwyższania napięcia, jeśli ta oporność wynosi poniżej 4Ω. Jeśli oporność ta przekracza 6.2R, praca w klasie H jest dozwolona. Oporność poniżej 1,5Ω jest traktowana jako zwarcie, co powoduje wspomniane już odłączenie stopnia wyjściowego.

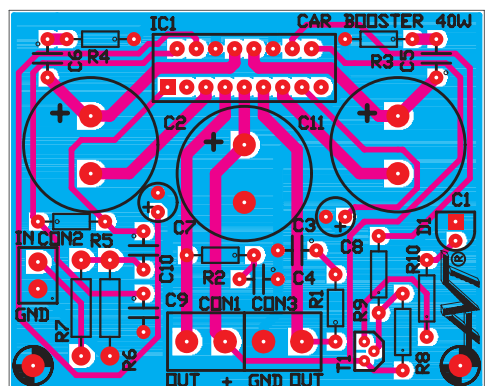
Istnieje możliwość zablokowania detektora oporności obciążenia poprzez zwarcie wyprowadzenia 3 do masy, co pozwala na pracę w klasie H (do 120°C nawet przy zwarcu wyjść). Nie sądzę jednak, aby taka operacja miała jakikolwiek sens i mogła wyjść naszemu układowi na dobre.

Wykaz elementów.

Kondensatory	
C1, C2	2200µF/25V
C3, C4, C5, C6	220nF
C7	10µF/16
C8	220µF/16
C9	100nF
C10	1µF
C11	4700µF/16
Rezystory	
R1, R2, R3, R4	2,2Ω
R5	150kΩ
R6	dobrac rezystor o mocy 0,5Ω wg opisu w tekście
R7	1kΩ/0,5Ω
R9, R8	5,6kΩ
R10	820Ω
Półprzewodniki	
D1	LED
IC1	TDA1560
T1	BC557 lub odpowiednik
Pozostałe	
CON1, CON3	ARK2
CON2	ARK2 (3,5mm)

Tab. 1 Opis wyprowadzeń układu TDA 1560

Numer wyprow.	Symbol	Funkcja
1	+INP	Wejście nieodwracające
2	-INP	Wejście odwracające
3	DLS	Odlączenie czujnika impedancji głośników
4	Vref	Napięcie odniesienia
5	C2-	Kondensator magazynujący 1 (minus)
6	GND2	Masa 2
7	OUT1	Wyjście BTL 1
8	C2+	Kondensator magazynujący 2 (plus)
9	Vp	Napięcie zasilania
10	C1+	Kondensator magazynujący 1 (plus)
11	OUT2	Wyjście BTL 2
12	GND1	Masa 1
13	C1-	Kondensator magazynujący 1 (minus)
14	Vdiag	Wyjście diagnostyczne
15	Cdec	Odsprężanie zasilania
16	MSS	Przełącznik trybu pracy
17	S1	Przełącznik klasa B - klasa „H”



Rys. 4 Schemat montażowy

wysoka temperatura) napięcie na tym wyprowadzeniu spada do około połowy napięcia zasilania i utrzymuje się tak długo, jak długo trwa przyczyna nieprawidłowego działania układu.

Wiemy już sporo na temat „bohatera dnia” - kostki TDA1560 i najwyższy czas zapoznać się z schematem naszego boostera, który przedstawiony został na **rysunku 3**. Tylko że na schemacie nie właściwie czego oglądać. Jest to typowa aplikacja fabryczna układu TDA1560, przerysowana z katalogu Philips’a. Może jedynym schematu układu wartym wspomnienia jest fragment układu z tranzystorem T1 i diodą LED D1. Jak już wiemy, w stanie „normalnym”, kiedy to TDA1560 pracuje bez jakichkolwiek zakłóceń, napięcie na końcówce diagnostycznej DIAG równe jest napięciu zasilania i tranzystor T1 nie przewodzi. Zwarcie wyjścia do masy, przegrzanie struktury lub inne zakłócenie pracy wzmacniacza powoduje, niezależnie od obniżenia mocy wyjściowej lub wyłączenia końcówek mocy, wystąpienie na tym wyjściu napięcia równego w przybliżeniu połowie napięcia zasilania. W takim przypadku tranzystor T1 zaczyna przewodzić i dioda LED sygnalizuje swoim światłem nienormalną sytuację, w jakiej znalazł się nasz wzmacniacz.

Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 4** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie na niej elementów. Jak z pewnością już zauważyliście, płytka wykonana została w bardzo nietypowy sposób: na laminacie dwustronnym z wykorzystaniem strony elementów jako jednolitej powierzchni stanowiącej masę układu. Rozwiązanie takie zostało zastosowane ze względu na dość znaczną komplikację połączeń i konieczność stosowania jak najszerszych ścieżek masy. Płytkę wykonaną na laminacie jednostronnym musiałaby mieć znaczne rozmiary, przez co nie byłaby znacznie tańsza od płytki dwuwarstwowej. Natomiast zastosowane rozwiązanie radykalnie wyeliminowało problemy związane z ewentualnym wzbudzeniem się układu, który nie wykazuje tendencji do pracy jako generator nawet po odłączeniu kondensatorów zabezpieczających przed wzbudzeniem się.

Montaż wykonujemy w typowy sposób, a bardziej szczegółowego omówienia wymaga jedynie sposób wlutowanie układu TDA1560 i zamocowania radiatora. Kolejność postępowania będzie następująca:

1. Po wywierceniu odpowiednich otworów w radiatorze przykręcamy do niego układ IC1, nie zapominając o zastosowaniu pasty silikonowej dobrze przewodzącej ciepło. Stosowanie podkładki izolującej jest w większości przypadków zbędne.
2. Delikatnie przekładamy wyprowadzenia IC1 przez otwory w punktach lutowniczych i zwracając uwagę na prostopadłe położenie płytki względem radiatora starannie przylutowujemy je do płytki.
3. Płytkę drukowaną wraz z elementami „wisząca” na wyprowadzeniach układu TDA1560 mogłaby bez problemów pracować

Wyprowadzenie 14 umożliwia diagnostykę stanu układu. W sytuacji normalnej znajduje się ono na potencjale zasilania, w przypadku zaś nieprawidłowości (zbyt wysokie napięcie zasilania, zwarcie wyjść, zbyt

w warunkach stacjonarnych. Jednak układy przeznaczone do pracy w samochodach mają szczególne wymagania i dlatego wskazane jest dodatkowe zamocowanie płytki do radiatora za pomocą metalowych płaskowników przykręconych do otworów w płytce.

Układ TDA1560 ma jeszcze jedną, wygodną dla konstruktora cechę: do metalowej płaszczyzny odprowadzającej ciepło do radiatora dołączona jest masa zasilania. Tak więc, nie musimy odizolowywać radiatora od masy pojazdu.

Stosowanie diody D1 jest w zasadzie opcjonalne. Jeżeli jednak uznamy, że sygnalizacja niesprawności w działaniu wzmacniacza może być użyteczna, to diody należy umieścić w widocznym miejscu, najlepiej w bezpośrednim sąsiedztwie źródła sygnału, najczęściej radioodtworacza.

Celowo napisałem „diody” a nie „diodę”, ponieważ najczęściej będziecie potrzebowali dwóch identycznych układów boostera, a wielu przypadkach nawet czterech. Większość współcześnie produkowanych radioodtworaczy posiada bowiem cztery wyjścia, służące zasilaniu czterech kolumn głośnikowych.

Ostatnią czynnością, jaką będziecie musieli wykonać będzie dobranie wartości rezystora R6, lub rezygnacja z jego stosowania. W żaden sposób nie mogłem przewidzieć, do jakiego typu radioodtworacza będziecie chcieli dołączyć zbudowane przez siebie boostery i jaka może być amplituda sygnału na ich wyjściach. Dlatego też rezystor R6 musicie dobrać doświadczalnie tak, aby nawet przy pełnej mocy pobieranej z radioodtworacza nie następowało przesterowanie boostera.

Zbigniew Raabe