

Układ scalony NE572

Informacje podane w niniejszym artykule pomogą dogłębnie zrozumieć działanie uniwersalnego procesora audio – projektu głównego z poprzedniego wydania EdW. Bardziej zaawansowanym Czytelnikom pozwolą samodzielnie zaprojektować ciekawe urządzenia z wykorzystaniem układu scalonego NE572: kompresory, ekspandory, limityry, układy ARW, bramki szumu, itp. Doskonałe parametry umożliwią zastosowania w sprzęcie wysokiej jakości i pozwolą w tani sposób zastąpić kosztowne profesjonalne procesory dynamiki.



Opisany układ może być wykorzystany w aparaturze audio na wiele ciekawych sposobów, a jedną z najważniejszych zalet jest niska cena układu NE572, wynosząca od kilku do kilkunastu złotych, zależnie od miejsca zakupu. Działanie układu NE572 może się wydawać trudne do zrozumienia. Tymczasem szczegółowa wiedza na temat budowy wewnętrznej układu scalonego wcale nie jest konieczna. Do samodzielnego zaprojektowania pożytecznego urządzenia wystarczy wiedzieć z grubsza, jak działają poszczególne bloki i co najważniejsze – jakie przy tym występują ograniczenia. Wszystkie te informacje podane są w niniejszym artykule. Natomiast następnym krokiem będą praktyczne próby i ewentualna korekcja wartości niektórych elementów, pozwalająca

uzyskać potrzebne poziomy i wartości wzmacnienia.

Uwaga! Niniejszy artykuł przeznaczony jest dla osób, które znają podstawy działania wzmacniacza operacyjnego. Do jego pełnego zrozumienia niezbędne są też wiadomości z artykułów „Procesory dynamiki dźwięku” części 1 i 2 oraz „Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572” przedstawionych w EdW EdW 7 i 8/98.

Opis układu

Kostka NE572 jest układem elektronicznej regulacji wzmacnienia. Zawiera dwa identyczne kanały. Każdy kanał składa się z właściwego bloku regulacji (oznaczanego w katalogu ΔG), a także pełnokresowego prostownika oraz bufora pozwalającego

niezależnie ustawiać czas narastania i opadania filtra prostownika.

Uproszczony blokowy schemat wewnętrznego jednego kanału kostki NE572 pokazany jest na rysunku 1a.

Rysunek 1b pokazuje rozkład wyprowadzeń.

Podstawowe parametry układu scalonego NE572 podane są w tabeli.

Produkowana jest także wersja SA572, która ma identyczne funkcje

Tabela 1

Zakres napięć zasilania: +6...+22V
Zakres temperatur pracy: 0...+70°C
Prąd zasilania: max 6mA

Wewnętrzne napięcie

odniesienia: typ. +2,5V
(2,3...2,7V)
Szumy własne: typ. 6μVsk max 25μVsk

Zniekształcenia nieliniowe:

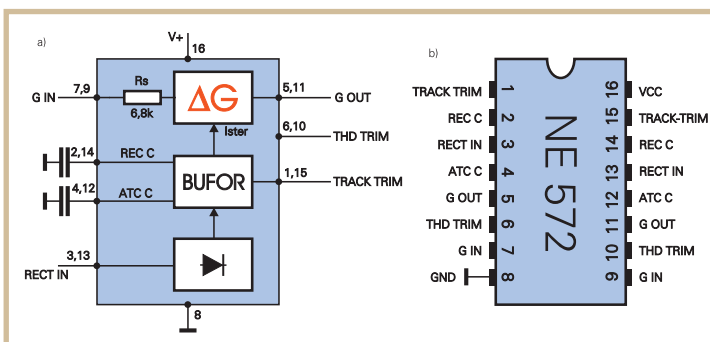
bez korekcji (1kHz): typ. 0,2%
z korekcją (1kHz): typ. 0,05%
z korekcją (100Hz): typ. 0,25%

Współbieżność

kanalów: typ. ±0,2...±0,5dB
Przesłuch między kanałami: min. 60dB

Tłumienie tętnień

zasilania (100Hz): typ. 70dB
Maksymalny prąd wejściowy bloku regulacji wzmacnienia: 140μA
Maksymalny prąd wejściowy prostownika: 300μA



Rys. 1a. Uproszczony schemat blokowy układu NE572;
rys. 1b. Układ wyprowadzeń

Najśłynniejsze aplikacje

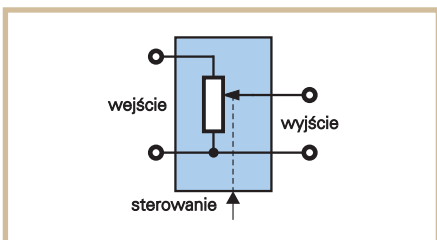
i może pracować w szerszym zakresie temperatur: -40...+85°C.

Układ scalony ma bardzo małe szумы (typowo 6μVsk), co pozwala uzyskać bardzo dużą dynamikę nawet do 110dB i odstęp sygnału od szumów do 90dB. Przy niewielkich zniekształceniach nieliniowych, znacznie poniżej 1%, daje to układ o parametrach charakterystycznych dla urządzeń wysokiej klasy.

Dla pełnego wykorzystania dostępnych możliwości konieczne jest trochę bliższe poznanie kluczowych cech kostki NE572.

Blok regulacji wzmocnienia

W układzie regulacji napięciowej na wejście podawane jest jakieś napięcie, i na wyjściu występuje napięcie, zwykle mniejsze lub równe napięciu wejściowemu. Najprostszym przykładem obwodu regulacji napięciowej jest potencjometr. Ilustruje to **rysunek 2**.



Rys. 2. Regulacja napięciowa

Dla użytkownika jest ważne, że blok regulacji (ΔG) w kostce NE572 pracuje w trybie prądowym. W trybie regulacji prądowej sygnałem wejściowym jest prąd (zmienny), a na wyjściu również pojawia się prąd (o takim samym kształcie jak prąd wejściowy, tylko regulowanej wielkości).

Początkującym elektronikom układ regulacji prądowej może się wydawać co najmniej dziwny i bardzo skomplikowany, bo przecież zazwyczaj mamy do czynienia z sygnałami w postaci napięcia, a nie

prądu. W rzeczywistości nie ma tu nic trudnego i nic dziwnego. Praktycznie wszystkie profesjonalne układy regulacji elektronicznej pracują w trybie prądowym, a nie napięciowym – po prostu tak jest łatwiej zrealizować regulację budując układ z kilku(nastu) tranzystorów.

Z przetworzeniem napięcia na odpowiedni prąd nie ma najmniejszego kłopotu. Z zamianą prądu na napięcie też nie ma problemu – wystarczy do tego wzmacniacz operacyjny. **Rysunek 3** pomoże zrozumieć ideę zamiany napięcia na prąd i odwrotnie. Nie ulega wątpliwości, że w układzie z rysunku 3a rezystor R_s zamienia sygnał napięciowy na prądowy, zgodnie z zależnością:

$$i = \frac{u}{R_s}$$

Ale co zrobić z takim sygnałem prądowym? Rzeczywiście, w układzie z rysunku 3a nie wiadomo, co dalej zrobić z takim prądem. W praktycznych układach do zamiany napięcia na prąd stosuje się wzmacniacz operacyjny. Blokowy, bardzo uproszczony schemat obwodu regulacji (ΔG) kostki NE572 pokazano z rysunku 3b. Ponieważ na obu wejściach wzmacniacza operacyjnego napięcie musi być jednakowe (potencjał masy – zero woltów), przez rezystor R_s płynie taki sam prąd i , jak w układzie 3a. Prąd ten wpływa do wejścia wzmacniacza operacyjnego, tylko płynie w pętli sprzężenia zwrotnego do (czy z) wyjścia wzmacniacza operacyjnego i „po drodze” może być wykorzystany. Właśnie tu włączone są obwody regulacji prądu, zaznaczone na rysunku 3b kolorem czerwonym. Ich budowa i działanie są jednak dość skomplikowane i nie będą szczegółowo omawiane. Należy zwrócić uwagę, że ostatecznie sygnałem wyjściowym bloku regulacji jest prąd (i_1).

Bliższych informacji o budowie wewnętrznej bloku regulacji zainteresowani poszukają w katalogu. Nie będą one podane w artykule, bo nie są niezbędne dla konstruktora.

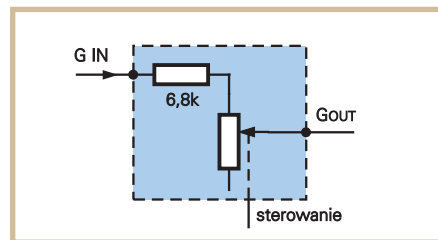
Dla praktyka ważne jest, że choć blok regulacji wzmocnienia w zasadzie pracuje w trybie prądowym, dzięki obecności rezystora R_s , na wejście podawany jest sygnał napięciowy. Natomiast na wyjściu bloku regulacji występuje prąd o takim samym kształcie jak przebieg wejściowy, ale o różnej amplitudzie. Wartość prądu wyjściowego zależy od prądu sterującego I_{ster} (porównaj rysunki 1a oraz 3b). Prąd I_{ster} to prąd stały, a nie zmien-

ny. Dla pewnej wartości $I_{stermax}$ prąd na wyjściu (i_1) jest równy prądowi na wejściu (i). Gdy prąd sterujący jest mniejszy niż $I_{stermax}$, prąd wyjściowy jest odpowiednio mniejszy od prądu wejściowego. Gdy prąd sterujący jest równy zeru, prąd wyjściowy też jest równy zeru.

W takiej sytuacji, przy ustalonym napięciu wejściowym, prąd wejściowy (i) cały czas jest taki sam, a jedynie pod wpływem prądu sterującego zmienia się wartość prądu wyjściowego.

Trzeba tu koniecznie zauważyć pewną specyficzną cechę opisywanego bloku: jeśli na wejście podane jest jakieś określone napięcie zmienne (u), to prąd na wyjściu (i_1) jest zależny od prądu sterującego I_{ster} . Czyli w uproszczeniu można sobie wyobrazić, że **układ regulacyjny jest zmienną rezystancją, sterowaną prądem I_{ster}** . Nie trzeba koniecznie zastanawiać się wnikliwie nad wartością tej zmiennej rezystancji (która będzie odwrotnie proporcjonalna do prądu I_{ster} , a ściślej: wprost proporcjonalna do stosunku $I_{stermax}/I_{ster}$) – wystarczy pamiętać, że: **przy braku prądu sterującego „zmienna rezystancja” między punktami G_{IN} – G_{OUT} będzie nieskończenie wielka, natomiast przy $I_{stermax}$, będzie równa rezystancji R_s** .

Zilustrowano to na **rysunku 4**. Choć w praktyce można i warto traktować obwód regulacji ΔG właśnie jako zmienną rezystancję, to ściślej biorąc, obwód między punktami G_{IN} – G_{OUT} nie jest rezystancją (choćby dlatego, że prąd wejściowy i nie jest zależny od prądu sterującego). W związku z tym **nie można zamienić miejscami końcówek wejściowych z wyjściowymi (nóżki 7, 9 oraz 5, 11)**.

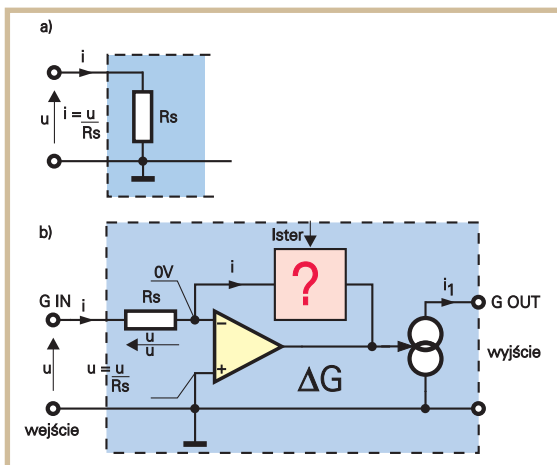


Rys. 4. Uproszczony schemat zastępczy obwodu regulacji

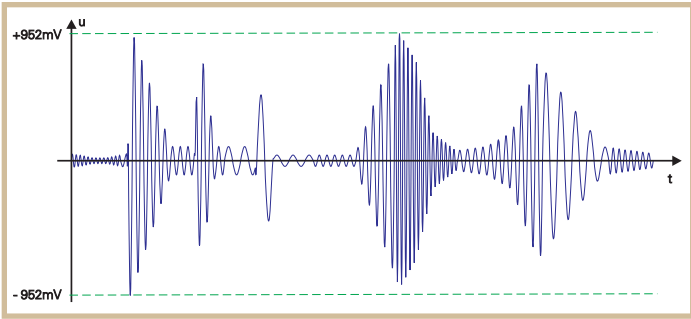
Koniecznie trzeba także wiedzieć, iż występuje tu bardzo **ważne ograniczenie: szczytowa wartość prądu wejściowego (i) nie może być większa niż 140μA**.

Jeśli prąd byłby większy, w sygnale wyjściowym wystąpią ogromne zniekształcenia.

Jak widać na rysunkach 1a, 3b, 4, w układzie NE572 umieszczono wewnętrzną rezystancję R_s o wartości 6,8kΩ. Biorąc pod uwagę powyższe ograniczenie można obliczyć, że amplituda (nie



Rys. 3. Obwód regulacji wzmocnienia ΔG



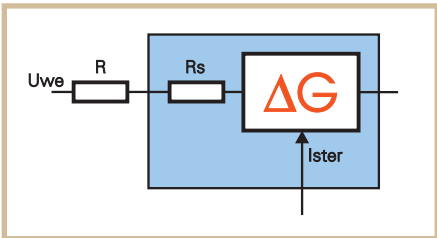
Rys. 5. Sygnały na wejściu G_{IN}

wartość skuteczna) napięcia wejściowego na nóżkach 7 i 9 kostki NE572 nie może być większa niż:

$$140\mu\text{A} \times 6,8\text{k}\Omega = 952\text{mV}$$

Trzeba wyraźnie podkreślić, że chodzi tu o największą chwilową amplitudę przetwarzanego przebiegu, a nie wartość skuteczną (zobacz rysunek 5). A co zrobić, gdy trzeba pracować z sygnałami o większych wartościach? Nic trudnego! Po prostu należy włączyć dodatkową rezystancję w szereg z wewnętrznym rezystorem R_S według rysunku 6.

Przykładowo, jeśli największe spodziewane sygnały miałyby amplitudę, powiedzmy 4V (międzyszczytowo 8V), to



Rys. 6. Praca przy większych napięciach wejściowych

całkowita rezystancja nie może być mniejsza niż:

$$\frac{4\text{V}}{140\mu\text{A}} = 28,57\text{k}\Omega$$

Ponieważ wewnętrzna rezystancja ma wartość 6,8kΩ, na wejściu trzeba dołączyć szeregowy rezystor o wartości 28,57kΩ – 6,8kΩ = 21,77kΩ czyli 22kΩ

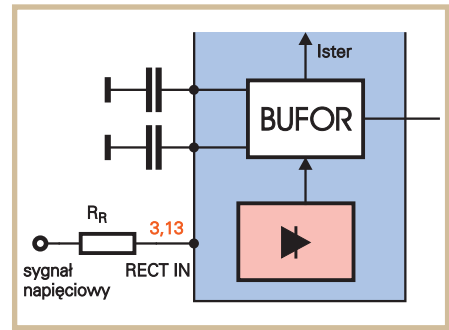
Jak widać z tego krótkiego opisu, działanie obwodu regulacji jest w sumie bardzo proste. Podobnie jest z blokiem prostownika i buforem.

Prostownik i bufor

Dla wszystkich Czytelników, którzy zapoznali się z artykułami o procesorach dynamiki, zamieszczonymi w poprzednich numerach EdW jest jasne, że w układach zmiany dynamiki wzmocnienie bądź osłabienie sygnału zależy od poziomu przetwarzanego sygnału. Sygnał przetwarzany jest jednak sygnałem zmiennym, natomiast prąd sterujący I_{ster} musi płynąć w jednym kierunku. Czyli przetwarzany sygnał musi być wyprostowany i wygła-

dzony, a dopiero potem będzie sterował blokiem regulacji wzmocnienia.

Uproszczony schemat blokowy prostownika i bufora pokazano na rysunku 1a. Prąd sterujący I_{ster} wytwarzany jest właśnie przez



Rys. 7. Obwód wejściowy prostownika

sterujący I_{ster} będzie zbyt duży i obwód regulacji G wprowadzi ogromne niekształcenia sygnału.

Przykładowo, jeśli sygnały prostowane będą mieć amplitudę do 3V (międzyszczytowo 6V), to rezystor R_R nie może być mniejszy niż:

$$\frac{3\text{V}}{300\mu\text{A}} = 10\text{k}\Omega$$

Wyprostowany dwupołkowo sygnał doprowadzony jest do bufora, zawierającego dwa niezależne obwody filtrów uśredniających.

Bardziej zaawansowani mogą spróbować przeanalizować budowę prostownika i bufora na podstawie rysunku 8. Nie trzeba jednak wglębiać się w szczegóły budowy bufora, wystarczy zapamiętać, że za pomocą dwóch zewnętrznych kondensatorów ustala się niezależnie czas ataku i czas opadania. Zagadnienie to omówiono wyczerpująco w artykule „Procesory dynamiki dźwięku część 2” w EdW 8/98.

W układzie NE572 stałe czasowe ataku i opadania wyznaczone są nie z pomocą rezystorów, tylko dwóch zewnętrznych kondensatorów (i wbudowanych dwóch rezystorów 10kΩ). Kondensator dołączony do końcówki 4 (lub 12) wyzna-

te bloki.

Bliższe szczegóły dla dociekliwych są podane w dalszej części artykułu. Nie trzeba się w to wglębiać, wystarczy wiedzieć, że układ prostownika i bufora działa na zasadzie trochę podobnej do układu regulacyjnego z rysunku 3b. **Zarówno wejście prostownika, jak i obwody wyjściowe bufora pracują w trybie prądowym.**

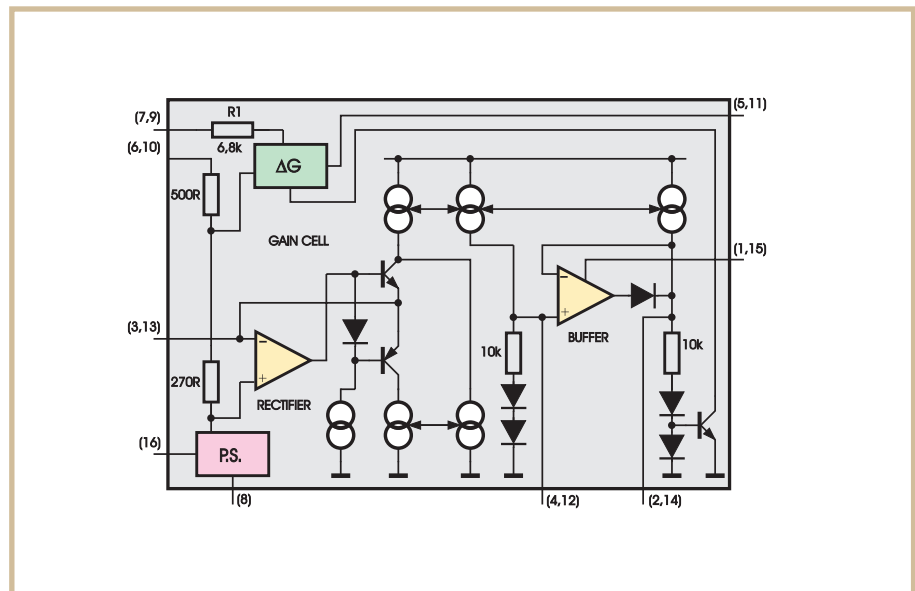
I znów wejściowy sygnał napięciowy trzeba zamienić na prądowy za pomocą rezystora. Na wejściu prostownika nie wbudowano wewnętrznego rezystora i trzeba zastosować rezystor zewnętrzny R_R według rysunku 7.

O jakiej wartości?

Również tutaj występuje ważne ograniczenie, które dotyczy wartości szczytowej prostowanego sygnału.

Prąd szczytowy wejść prostownika (nóżki 3,13) nie powinien być większy niż 300µA.

Te 300µA to wspomniany wcześniej, maksymalny prąd sterujący $I_{stermax}$. Łatwo się domyślić, że jeśli prąd wejściowy prostownika nie przekroczy tych 300µA, to wyprostowany i wyfiltrowany prąd sterujący blokiem ΔG (I_{ster}) również nie przekroczy tej wartości. Jeśli szczytowa wartość prądu na wejściu prostownika (końcówki 3, 13) będzie większa, prąd



Najślynniejsze aplikacje

cza czas ataku, natomiast dołączony do końcówki 2 (lub 14) – czas opadania.

W typowych aplikacjach czas narastania wynosi 10ms i „kondensator ataku” ma pojemność 1μF, natomiast czas opadania wynosi 100ms, czyli druga pojemność ma wartość 10μF. Nie są to jednak sztywno ustalone wartości. Można je zmierzyć w zależności od potrzeb.

Inne ważne informacje

Oprócz podanych informacji praktyk powinien dobrze rozumieć kilka innych zagadnień.

Jedną sprawą to poziomy napięć stałych. O ile ogromna większość profesjonalnych układów audio zasilana jest napięciem symetrycznym, o tyle **kostka NE572 zawsze zasilana jest napięciem pojedynczym**. Układ NE572 zawsze współpracuje z zewnętrznym wzmacniaczem operacyjnym. Ten dodatkowy wzmacniacz operacyjny może być (i najczęściej jest) zasilany tym samym napięciem pojedynczym, ale może też mieć zasilanie symetryczne.

W przypadku zasilania wzmacniacza operacyjnego napięciem pojedynczym konieczna jest tak zwana sztuczna masa. W zasadzie to samo dotyczy układu NE572, który zawsze zasilany jest napięciem pojedynczym, a prądy wejściowe (zmiennie) obwodu regulacji i prostownika muszą płynąć w obu kierunkach. Również tu potrzebna jest sztuczna masa.

W licznych układach zasilanych pojedynczym napięciem, sztuczna masa wytwarzana jest przez dwa jednakowe rezystory i kondensator filtrujący. Natomiast kostka NE572 ma „na pokładzie” źródło napięcia odniesienia o stałej wartości $2,5V \pm 0,2V$ – na rysunku 8 oznaczono je skrótowo P.S. Polaryzuje ono wszystkie wewnętrzne bloki kostki i jest także dostępne na nóżkach 6 i 10 na użytek dołączonego zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego.

Znów nie trzeba wgłębiać się w szczególności – wystarczy wiedzieć, że także na

nóżkach 7, 9, 5, 11 oraz 3, 13 napięcie stałe wynosi w czasie pracy wspomniane $2,5V \pm 0,2V$.

We wszystkich zastosowaniach wejście nieodwracające zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego jest dołączone do nóżki 6 lub 10 układu NE572, natomiast wejście odwracające zawsze dołączone jest bezpośrednio do jednego z wyjść obwodu regulacji, czyli do nóżki 5 lub 11 – porównaj rysunki 3...6 w artykule „Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572” w EdW 7 i 8/98 oraz rysunki 12...14 w tym artykule.

Tym samym na obu wejściach zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego napięcie stałe wynosi około 2,5V. Wyjście wzmacniacza operacyjnego jest zawsze połączone z wejściem odwracającym tego wzmacniacza za pomocą rezystora(ów) – porównaj rysunki 12...14). Gdy w układach nie ma rezystora R4, na wyjściu wzmacniacza operacyjnego też występuje napięcie stałe około 2,5V. Wyjściowe przebiegi zmienne występują więc na tle takiego napięcia stałego. Zmienne sygnały na wyjściu nie mogą być zbyt duże, bo spowoduje to nasycenie wyjścia wzmacniacza operacyjnego i obcięcie ujemnych połówek przebiegu wyjściowego.

Jeśli w jakimś zastosowaniu sygnały wyjściowe miałyby być większe niż $\pm 1,5V$ (3V międzyszczytowo), to konieczne trzeba podnieść poziom napięcia stałego na wyjściu. W tym celu wystarczy zastosować rezystor R4 włączony między masę a wejście odwracające zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego współpracującego z kostką NE572. Przez rezystor ten popłynie dodatkowy prąd stały, który spowoduje wzrost napięcia stałego na wyjściu. **Rysunek 9** pokazuje napięcia na wyjściu w układach 12...14 bez rezystora R4 oraz z odpowiednio dobranym rezystorem R4.

Drugą istotną sprawą praktyczną jest korekcja zniekształceń i nieliniowości. Nawet w stosunkowo nowoczesnej kostce NE572 nie udaje się osiągnąć idealnej symetrii i powtarzalności wszystkich parametrów. W efekcie pewnych wewnętrznych niesymetrii, napięcie stałe na wyjściu zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego będzie się trochę zmieniać przy zmianach prądu sterującego Ister. Będzie to potem słyszalne w głośnikach jako zniekształcenia nieliniowe. W praktyce efekt ten jest zazwyczaj niewielki, ale w niektórych egzemplarzach kostki NE572 należy go skorygować. Powstające **zniekształcenia nieliniowe można zde-**

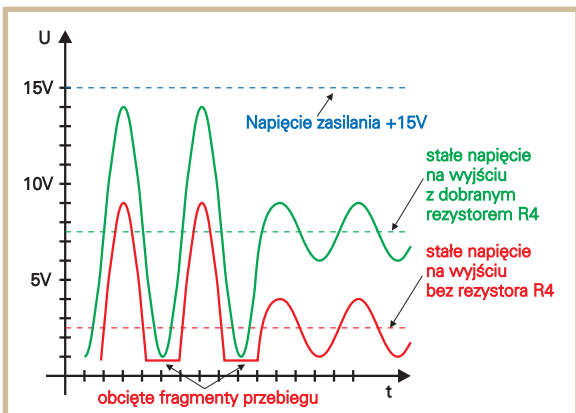
cydowanie zmniejszyć, wpuszczając do końcówki 6 (lub 10) niewielki prąd o odpowiednio dobranej wartości z zakresu $\pm 25\mu A$.

Kolejną sprawą jest dokładność wykonania prostowników i buforów. Układ NE572 zwiera dwa kanały, które powinny być identyczne. Zastosowane prostowniki aktywne i bufony mają jednakowe parametry (z dokładnością $\pm 1dB$) w szerokim zakresie prądów wejściowych (nóżki 3, 13), od $0,75\mu A$ do $300\mu A$. Dla prądów poniżej $0,75\mu A$ charakterystyki obu prostowników mogą się różnić. W przypadku zastosowania układu w roli precyzyjnego stereofonicznego kompresora czy ekspandora, charakterystyki obu kanałów dla najmniejszych sygnałów mogą różnić się w zauważalny sposób. Aby wyeliminować różnice charakterystyk prostowników i buforów, wystarczy wpuścić do końcówek 1 i 15 prąd o wartości z zakresu $\pm 3\mu A$. Uwaga! W większości zastosowań korekcji tej nie trzeba stosować, a nóżki 1 i 15 zostawić nie podłączone.

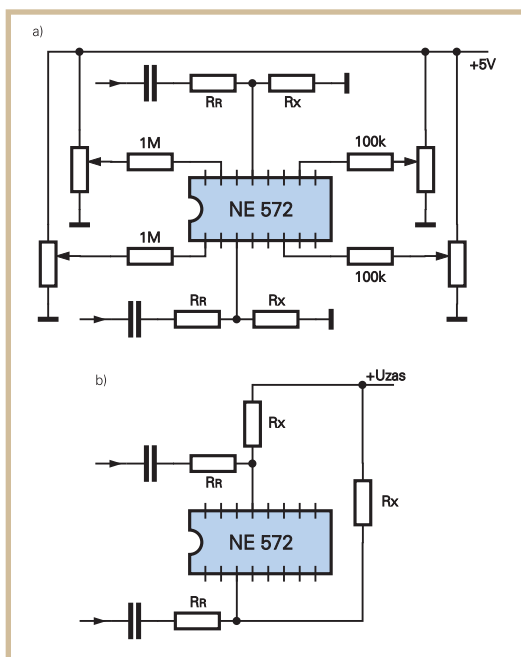
Pokrewną sprawą jest możliwość dodatkowego wpływu na wzmocnienie w stanie spoczynku. Jak wiadomo, przy braku prądu sterującego Ister, „zmienna rezystancja” bloku G ma wartość nieskończenie wielką. W niektórych zastosowaniach korzystne jest, by w stanie spoczynku wartość ta nie była nieskończenie wielka, a w innych dobrze byłoby mieć możliwość jej płynnej regulacji „ręcznej”. Przykładowo w układzie kompresora warto ograniczyć wzmocnienie przy najmniejszych sygnałach, by niepotrzebnie nie wzmacniać szumów. Podobnie w układzie ARW można i warto ograniczyć wzmocnienie, by nadmiernie nie wzmacniać szumów. Takie ograniczenie wzmocnienia przekształca zresztą układ ARW w limiter. Mając możliwość regulacji, można wykonać układ o wzmocnieniu zdalnie regulowanym napięciem czy prądem stałym.

Układ NE572 umożliwia wpływanie na „zmienną rezystancję” różnymi sposobami. Wpływa na nią nie tylko sygnał zmienny podawany na wejście prostownika (nóżki 3, 13). Jak się łatwo domyślić, wystarczy wpuścić prąd stały w końcówkę wejściową (3, 13), a układ potraktuje to jako sygnał i zmniejszy „zmienną rezystancję”. Warto zauważyć, że może to być zarówno prąd wpływający, jak i wy wpływający – jest to przecież układ prostownika pełnokresowego. Możliwość włączenia rezystora regulacyjnego Rx pokazano na **rysunku 10a** (gdzie pokazano wspomniane wcześniej obwody korekcji) i **10b**.

Włączenie dodatkowego rezystora w obwód nóżki 3 lub 13 nie jest jedynym sposobem wpływania na wzmocnienie. Analiza rysunku 8 wykazuje, że ten sam efekt uzyska się wpuszczając prąd (tym ra-



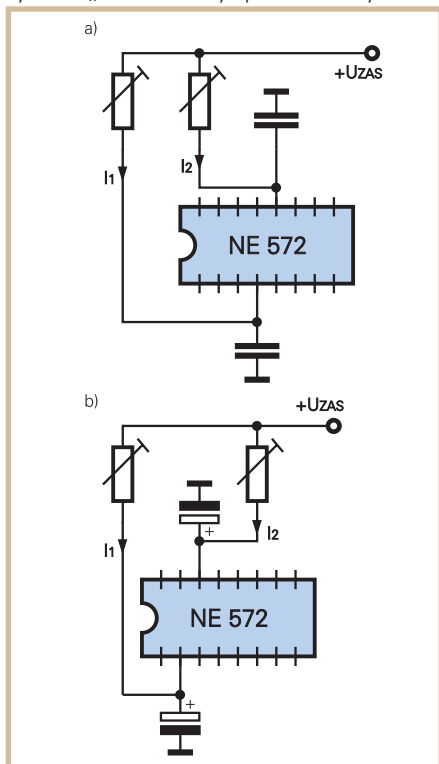
Rys. 9. Napięcia na wyjściu zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego



Rys. 10. Obwody korekcji i ustalania wzmacnienia spoczynkowego

zem wpływający) do końcówki 2 (lub 14) albo 4 (lub 12) – zobacz rysunek 11. Wartość prądów I1, I2 oczywiście musi być mniejsza niż 300μA.

Najprostszy sposób regulacji wzmacnienia prądem stałym za pomocą potencjometru (rysunek 11) nie jest jednak najlepszy, ponieważ ze względu na własności ucha ludzkiego, obwód regulacji powinien mieć charakterystykę logarytmiczną. W artykule „Uniwersalny procesor dynamiki



Rys. 11. Inne możliwości regulacji wzmacnienia

z układem NE572” w EdW 8/98 na rysunku 11 pokazano praktyczny sposób płynnej, logarytmicznej regulacji wzmacnienia za pomocą źródła prądowego, sterowanego napięciem stałym uzyskiwanym z liniowego potencjometru. Jest to godny uwagi sposób zdalnej regulacji wzmacnienia za pomocą napięcia stałego, bo uzyskane parametry regulacyjne, dynamiczne i szumowe są znakomite. Sposób ten można stosować w urządzeniach wysokiej klasy, a napięcie regulacyjne wcale nie musi pochodzić z potencjometru, ale na przykład z przetwornika C/A współpracującego z mikroprocesorem lub układem zdalnego sterowania. Otwiera to szerokie możliwości stosowania takiego układu w różnorodnych urządzeniach.

Typowe układy

Na rysunkach 12 – 14 pokazano podstawowe aplikacje kostki NE572. Podano też wzory.

W zasadzie warto skorzystać z podanych wzorów i tak dobrać elementy by dopasować poziomy sygnałów do konkretnych potrzeb. Wiadomo jednak, że nie wszyscy lubią się w przekształcaniu wzorów i w rachunkach.

Tacy zamiast męczyć się obliczeniami powinni kierować się następującymi prostymi wskazówkami: najpierw znając maksymalne (oczekiwane) poziomy sygnałów na wejściu i wyjściu dobrać rezystory wejściowe obwodu G i prostownika (na rysunkach 12...14 są to rezystory R1 i R2). Nie należy niepotrzebnie zmniejszać prądów pracy przez zwiększanie wartości tych rezystorów. Raczej należy się starać, by w szczytach wysterowania prądy wejściowe były bliskie odpowiednio 140μA i 300μA. Gdy te prądy będą znacznie mniej-

sze, nie będzie wykorzystana dynamika i zwiększy się poziom szumów.

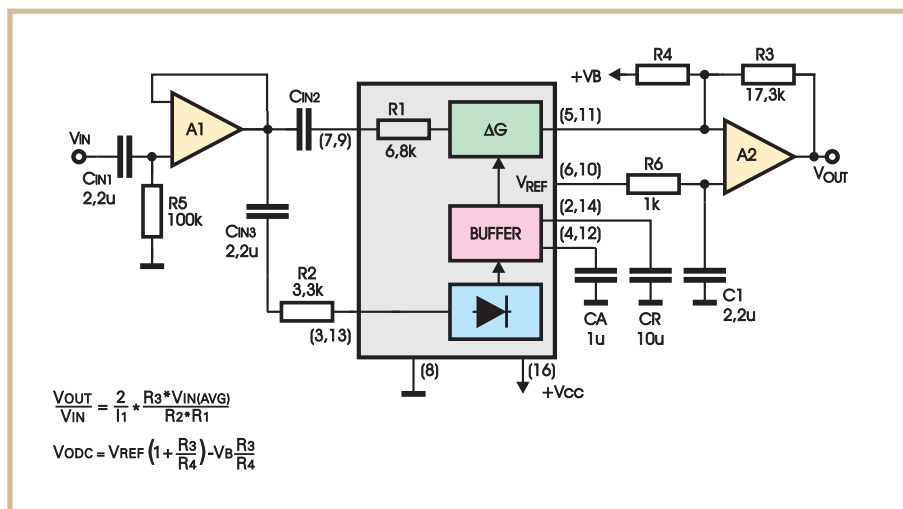
Po dobraniu rezystorów wejściowych należy dobrać wartość rezystora R3, dołączonego do wejścia odwracającego wzmacniacza operacyjnego.

Dla zmniejszenia szumów i zniekształceń, w roli zewnętrznej wzmacniacza operacyjnego należy stosować szybki i niskoszumny układ – optymalna wydaje się tu popularna kostka NE5532, która przy wystarczających parametrach ma bardzo niską cenę. Oprócz tego należy zwrócić uwagę na rezystory (metalizowane, nie węglowe) i kondensatory (foliowe MKT, MKSE, a nie ceramiczne). Przy właściwym zaprojektowaniu płytki i odpowiednim filtrowaniu napięcia zasilania pozwoli to uzyskać odstęp od szumów nawet rzędu 90dB.

Jak już podano, do sensownego wykorzystania kostki nie jest wcale potrzebna szczegółowa wiedza o wnętrznościach układu NE572. W praktyce cała sztuka polega zwykle na wykorzystaniu katalogowego, zalecanego przez producenta schematu, ewentualnie nieco zmodyfikowanego. Najważniejsze, by nie przekroczyć dopuszczalnych prądów wejściowych: obwodu regulacji (nóżki 7, 9, prąd 140μA) i obwodu prostownika (nóżki 3, 13, prąd 300μA), oraz właściwie dobrać poziomy sygnałów i wzmacnienie spoczynkowe. Uzyskuje się to stosując odpowiednie wartości zewnętrznych rezystorów R1...R3 i Rx. Pojemności ustalające czas ataku i opadania mogą być typowe, według zaleceń producenta, ale nic nie zaszkodzi przeprowadzić próby odsłuchowe z innymi wartościami obu pojemności.

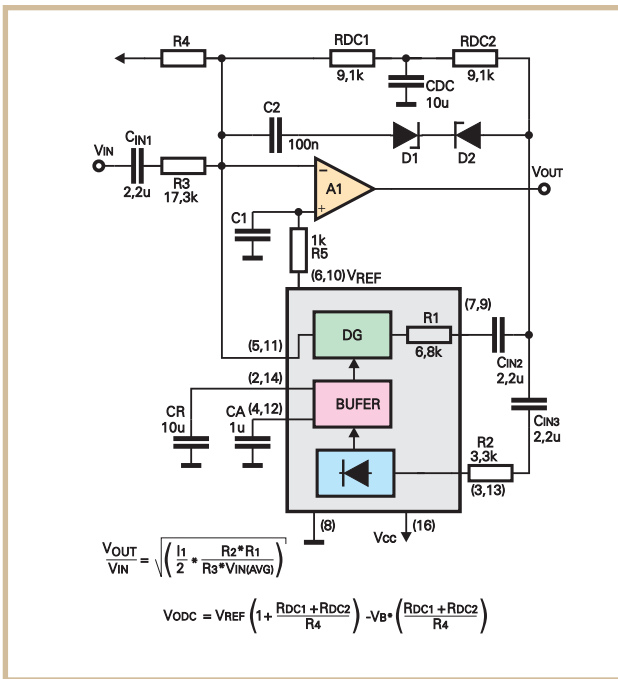
Dla dociekliwych i zaawansowanych

Układ NE572 jest tylko jednym przedstawicielem rodziny komparatorów

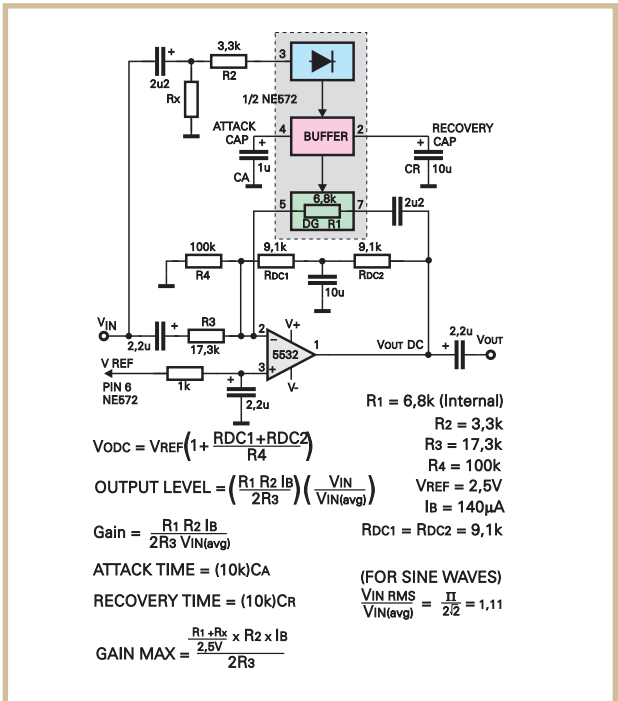


Rys. 12. Podstawowy układ ekspandora

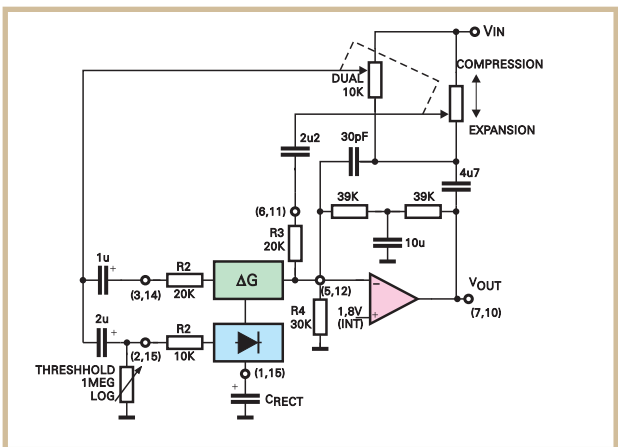
Najstąnniejsze aplikacje



Rys. 13. Podstawowy układ kompresora



Rys. 14. Podstawowy układ ARW (limiter)



Rys. 15. Procesor dynamiki o zmiennym współczynniku kompresji/ekspansji

(kompresorów i ekspandorów). Koncern Philips produkuje szereg podobnych kostek.

Są to na przykład układy NE570 i NE571, pierwotnie przeznaczone dla telefonii analogowej. Choć dzisiaj podobne operacje dokonywane są w centralach na drodze cyfrowej, warto wiedzieć do czego służyły komandory w telekomunikacji. Sygnał telefoniczny był poddany kompresji w lokalnej centrali i przesyłany dalej w takiej „ściśniętej” postaci. Po dotarciu do centrali przeznaczenia, był poddawany ekspansji, czyli przywracano mu pierwotną postać. Szumy, zakłócenia i inne śmieci, które dołączyły się po drodze ulegały przy ekspansji znacznej redukcji, przez co sygnał użyteczny miał zdecydowanie lepszą jakość.

Dzisiaj komandory analogowe straciły swoją rolę w telekomunikacji, ale są na przykład używane we wszystkich mikrofonach bezprzewodowych. Tylko dzięki zastosowaniu kompresora w mikrofonie (nadajnik), a ekspandora w odbiorniku, w systemach mikrofonów bezprzewodowych możliwe jest uzyskanie znakomitego stosunku sygnał/szum rzędu 70...90dB. W podobnych układach zasilanych z baterii nie stosuje się ani kostek NE570/571, ani NE572, tylko układy NE575...578 przeznaczone do zasilania napięciami w granicach 1,8...7V.

Kostki NE575...578 przeznaczone są głównie do wszelkiego rodzaju radiotelefonów, gdzie znakomicie poprawiają jakość przekazu, zwłaszcza stosunek sygnał/szum. Ich wykorzystanie jest jeszcze prostsze, niż opisywanego układu NE572, bo nie trzeba nic dobierać i obliczać – niemal zawsze wykorzystuje się oryginalną katalogową aplikację.

Tabela 2 Podstawowe informacje na temat rodziny NE57X.

	NE570	NE571	NE572	NE575	NE576	NE577	NE578
Vcc	6-24V	6-18V	6-22V	3-7V	2-7V	2-7V	2-7V
Icc	3.2mA	3.2mA	6mA	3-5.5mA	1-3mA	1-2mA	1-2mA
Liczba wyprowadzeń	16	16	16	20	14	14	16
Obudowy:							
NE: 0 to +70°C	NE570F	NE571F	NE572N	NE575N	NE576N	NE577N	NE578N
SA: -40 to +85°C	NE570N	NE571N	NE572D	NE575D	NE576D	NE577D	NE578D
N: Plastic DIP	NE570D	NE571D		NE575DK			
D: Plastic SO							
F: CerDIP							
DJ: SSOP (Shrink Small Outline Package)	SA571F NE571N NE571D	SA572F SA572N SA572D	SA575N SA575D SA575DK	SA576N SA576D	SA577N SA577D	SA578N SA578D	
ALC	Oba kanały	Oba kanały	Oba kanały	Prawy kanał	Prawy kanał	Prawy kanał	Prawy kanał
NAPIĘCIE ODNIESIENIA	1.8V	1.8V	2.5V	Vcc/2	Vcc/2	Vcc/2	Vcc/2
Unity Gain	775mVrms	775mVrms	100mVrms	100mVrms	100mVrms	10mV to 1V(rms)	10mV to 1V(rms)
Power Down	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES (170µA)

W przypadku dużego zainteresowania wymienionymi układami, redakcja może opublikować bliższe informacje, umożliwiające wykorzystanie bardzo pożytecznych układów NE575...578. Prosimy o listy w tej sprawie. Trzeba przyznać, że ze względu na stosunkowo dobre parametry, kostki NE570/571 od początku były używane nie tylko w telekomunikacji, ale także w urządzeniach audio średniej i wyższej klasy. W literaturze można spotkać sporo schematów różnych kompresorów, ekspandorów czy bramek szumu zrealizowanych z użyciem kostek NE570 lub NE571. Choć układy takie mogą mieć zupełnie niezłe właściwości, na pewno wykorzystanie kostki NE572 i dobrego zewnętrznego wzmacniacza operacyjnego pozwoli uzyskać parametry znacznie lepsze. Dlatego w przypadku urządzeń lepszej klasy nie ma potrzeby sięgać do tych wcześniejszych kostek. Można natomiast i warto zrealizować napotkane idee, wykorzystując kostkę NE572 i modyfikując układ.

Ciekawy przykład tego typu podany jest na rysunku 15. Jest to układ komandora o płynnie zmiennym stopniu kompresji (ekspansji). „Klasyczny” kompresor z układem NE572 ma współczynnik (stopień) kompresji równy 2, co z grubsza biorąc oznacza, że dynamika ulega „ściśnięciu” w takim stopniu (np. z rozpiętości 80dB uzyskuje się rozpiętość 40dB). W układzie z rysunku 15 można uzyskać mniejszy stopień kompresji. Warto zauważyć, że oprócz zmiany stopnia

kompresji (za pomocą podwójnego potencjometru), można również zmieniać s p o c z y n k o w e wzmocnienie układu (potencjometrem Treshold).

Więcej interesujących przykładów wykorzystania kostek NE570/571 oraz NE572 można znaleźć w kartach katalogowych tych układów (w katalogach Philips lub w polskiej wersji w katalogu USKA) oraz w oryginalnych notach aplikacyjnych AN174, AN175 i AN176.

(red)