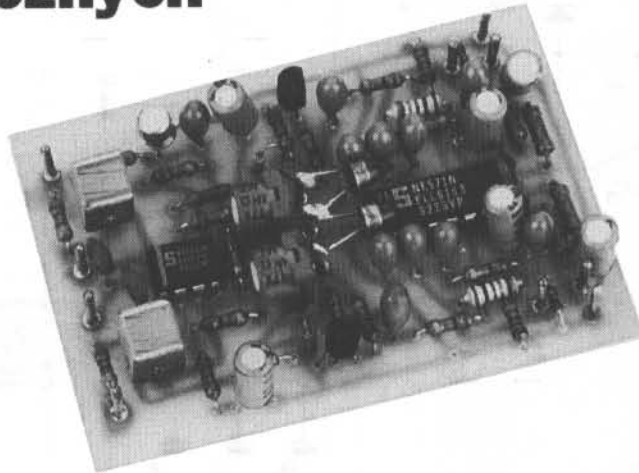


Kompresor sygnałów fonicznych

012

Stereofoniczny kompresor sygnałów fonicznych, współpracujący z dowolnym mikrofonem stereofonicznym lub dwoma pojedynczymi mikrofonami, jest bardzo przydatny podczas nagłaśniania sal restauracyjnych, kościołów, poczekalni dworcowych oraz prowadzenia rozmów przez radiotelefony. Może także znaleźć zastosowanie w radiowęzłach szkolnych, zakładowych itp.

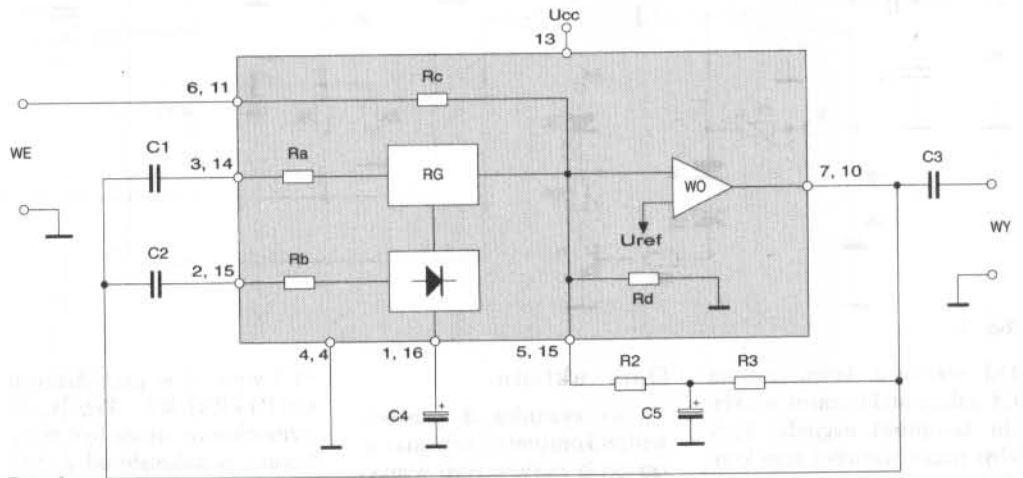


Zasada działania kompresora

Kompresja dynamiki polega na tym, że sygnały o niskich poziomach amplitudy są odpowiednio wzmacniane, zaś sygnały o dużej amplitudzie są osłabiane. Wzmacnianie małych sygnałów powoduje, że są one słyszalne w pomieszczeniach o wysokim poziomie szumów oraz mogą być przenoszone torem o małej dynamice np. przez radiotelefony CB czy radiowęzły. Osłabianie sygnałów o dużej amplitudzie pozwala uniknąć przesterowania urządzeń wzmacniających.

Do konstrukcji urządzenia użyto dostępnych na polskim rynku nowoczesnych układów scalonych, zapewniających wysoką jakość przetwarzania.

Podstawowym elementem układu jest stereofoniczny komparator typu NE571. Jego schemat wewnętrzny został przedstawiony na **rysunku 1**. Układ ten może pracować jako kompresor lub ekspander dynamiki. Na rys. 1 pokazano podłączenie układu jako kompresora.



Rys. 1.

Sygnał wejściowy jest podawany na rezystor Rc, który razem z rezystorem Ra i elementem RG ustala wzmacnienie wzmacniacza operacyjnego WO. Element RG stanowi rezystancję sterowaną prądem stałym uzyskiwanym za pomocą prostownika, który jest sterowany bezpośrednio sygnałem z wyjścia kompresora.

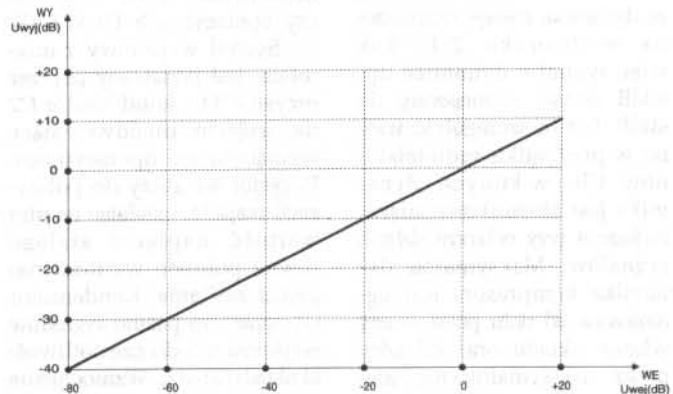
W przypadku sygnałów o małej amplitudzie wartość prądu stałego na wyjściu prostownika jest niska, zatem element RG zwiększa swoją re-

zystancję powodując zwiększenie wzmacnienia całego układu. Przy dużych sygnałach sytuacja jest odwrotna - następuje zmniejszenie wzmacnienia układu. Całkowite wzmacnienie układu wynosi:

$$K = \sqrt{\frac{Ra \cdot Rc \cdot Ib}{2 \cdot Rb \cdot Vin}}$$

gdzie Vin oznacza napięcie wejściowe, zaś średnie napięcie wyjściowe (poziom 0dB) wynosi około 130mV. Rezystory Rd, R2, R3 oraz kondensator C5 ustalają wartość napięcia stałego na wyjściu układu zgodnie ze wzorem

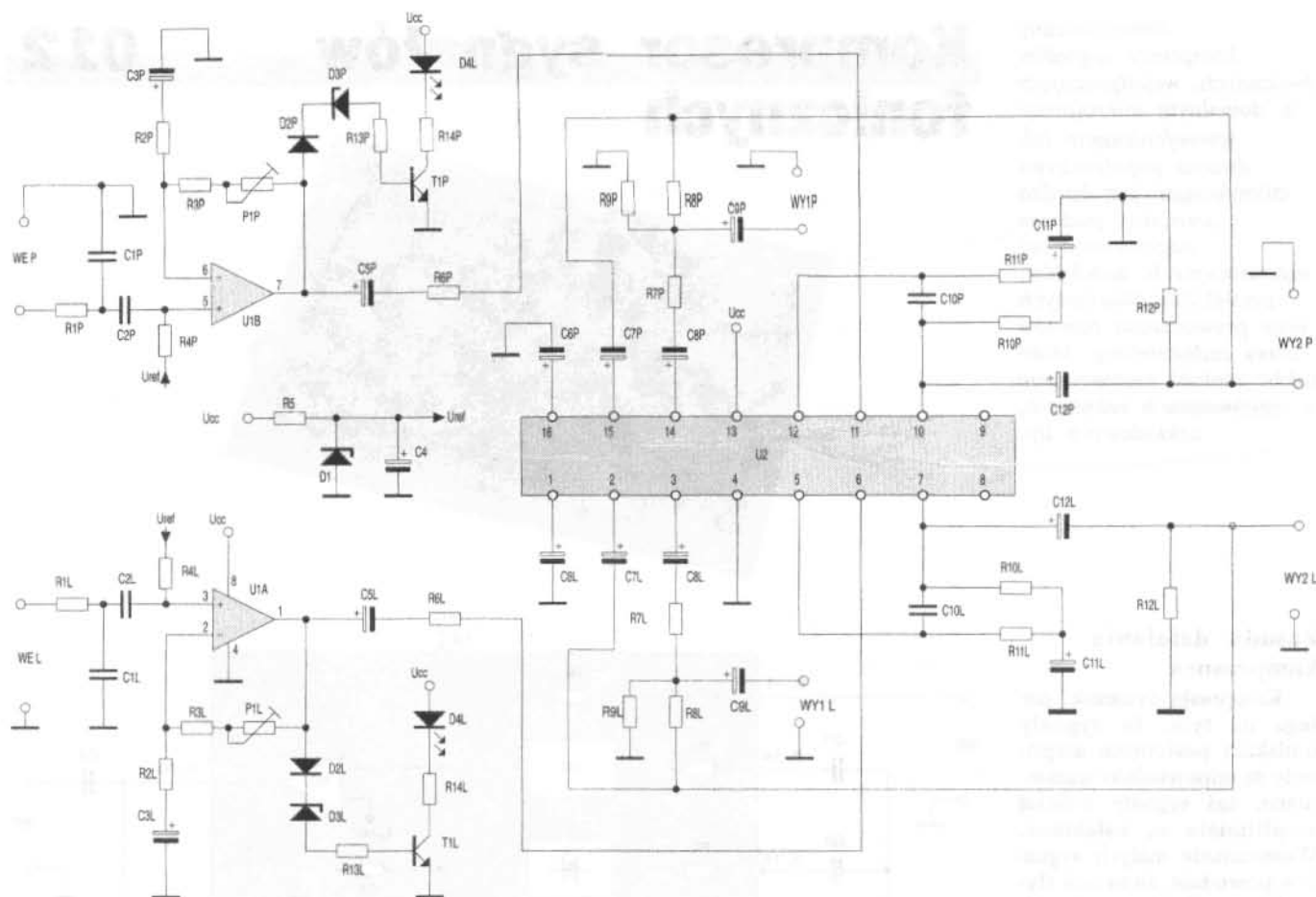
$$Udc = 1 + \frac{R3 + R2}{Rd}$$



Rys. 2.

Podstawowe parametry układu kompresora:

- napięcie zasilania Ucc: 13...15V,
- prąd pobierany Icc: 12mA (bez udziału wskaźnika przesterowania),
- pasmo przenoszenia: 20Hz...20kHz, ±3dB,
- zniekształcenia nieliniowe: h < 0,3%,
- separacja kanałów: 60dB
- kompresja dynamiki: 2:1



Rys. 3.

Od wartości kondensatora C4 zależy stała czasowa układu kompresji sygnału. Przy zbyt małej wartości tego kondensatora powstają zniekształcenia w zakresie tonów niskich, a przy zbyt dużej wartości C4 zniekształcenia przy szybko narastających sygnałach. Jego wartość powinna wynosić od $1\mu\text{F}$ do $4,7\mu\text{F}$.

Na rysunku 2 przedstawiono wykres kompresji dynamiki sygnału wyjściowego w funkcji sygnału wejściowego (poziom 0dB oznacza 130mV). Z wykresu widać, że dynamika zostaje zmniejszona w stosunku 2:1. Tak więc sygnał o dynamice np. 80dB zostaje zmniejszony do 40dB. Jest to szczególnie ważne w przypadku radiotelefonów CB, w których dynamika jest stosunkowo niska, zwłaszcza przy odbiorze słabych sygnałów. Maksymalna dynamika kompresora jest ograniczona od dołu przez szumy własne układu oraz od góry przez maksymalne napięcie wejściowe i wynosi około 110dB.

Opis układu

Na rysunku 3 przedstawiono kompletny schemat urządzenia zawierającego wzmacniacz sygnału mikrofonowego oraz kompresor dynamiki. Całość została zrealizowana na dwóch układach scalonych NE5532 i NE571. Układ jest zasilany napięciem stałym U_{cc} o wartości od 13V do 15V. Diody Zenera D1 oraz rezystor R5 i kondensator C4 tworzą źródło napięcia odniesienia o wartości $U_{ref}=7,5\text{V}$ służące do polaryzacji wejść nieodwracających wzmacniaczy operacyjnych U1A, U1B.

Sygnał wejściowy z mikrofonu jest podawany poprzez rezystor R1 i kondensator C2 na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego. Rezystor R4 służy do polaryzacji wejścia, ustalając na nim wartość napięcia stałego równą połowie wartości napięcia zasilania. Kondensator C1 ogranicza pasmo sygnałów wejściowych do częstotliwości akustycznych. Wzmacnienie układów U1A, U1B zależy od wartości rezystancji R2, R3,

P1 i wynosi w przybliżeniu $K=(P1+R3)/R2$. Wielkość wzmacnienia może być regulowana w zakresie od +12dB do +46dB. Sygnał przez kondensator separujący C5 i rezystor R6 jest podawany na wejście komparatora U2.

Z wyjścia komparatora, przez kondensatory C12 i C7 sygnał wchodzi na wejście dwupołkowego prostownika wartości średniej. Sygnał wejściowy o wartości od 3mV do 1V nie powoduje zniekształceń dynamiki większych niż 0,1dB.

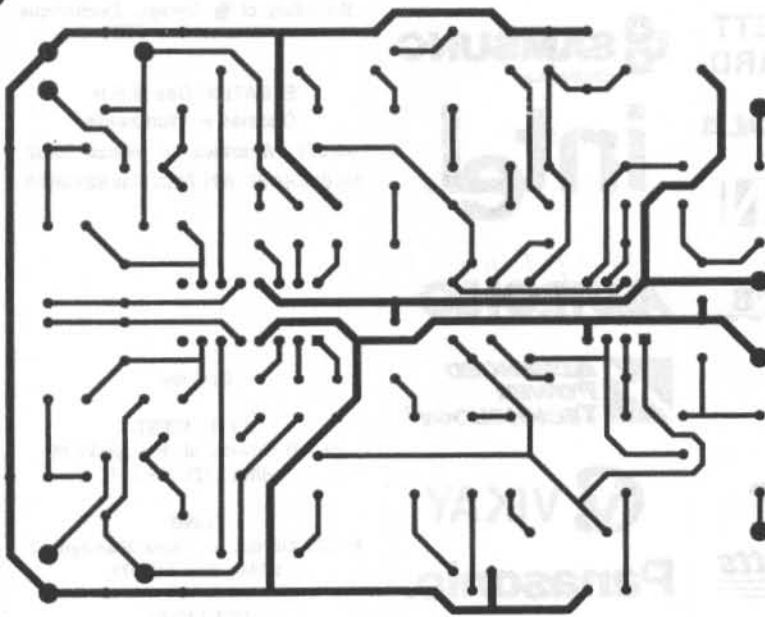
Dodatkowo, sygnał z wyjścia komparatora jest podawany przez dzielnik rezystorowy R8, R9 oraz rezystor R7 i kondensator C8 na element regulacyjny RG. Układ posiada dwa wyjścia sygnałów dla każdego kanału. Na wyjściu WY1 uzyskuje się znamionowy poziom sygnału około 130mV, a na wyjściu WY2 ten sam sygnał wzmacniony jest o 16dB, czyli do poziomu około 780mV. Rezystory R10, R11 i kondensator C11 ustalają wartość napięcia sta-

łego na wyjściu układu U2. Elementy T1, D2, D3, D4, R13 i R14 tworzą wskaźnik przesterowania kompresora. Zapalenie się diody sygnalizacyjnej D4 następuje przy poziomie -3dB maksymalnej wartości bez zniekształceń. Zniekształcenia nieliniowe zaczynają się pojawiać przy wartości 6V napięcia szczytowego na wejściu układu U2.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 4 przedstawiono mozaikę ścieżek płytki drukowanej. Montaż należy rozpocząć od wlutowania rezystorów, diod, a następnie kondensatorów i pozostałych elementów elektronicznych.

Po zmontowaniu należy zasilic płytkę napięciem stałym około 14V i zmierzyć napięcie na diodzie Zenera (powinno wynosić 7,5V) oraz na nóżce 13 układu U2 (pełne napięcie zasilania). Jeżeli dysponuje się generatorem i oscyloskopem, można podać na wejście sygnał zmienny 1kHz o wartości od 1mV do 15mV (w zależności od rodza-



Rys. 4.

ju mikrofonu, z jakim ma współpracować kompresor) i regulując rezystorem nastawnym P1 uzyskać na wyjściu wzmacniacza operacyjnego sygnał około 180mV wartości szczytowej. Następnie należy podłączyć oscyloskop do wyjścia WY1 i sprawdzić poziom napięcia na tym wyjściu. Powinien on wynosić również 180mV wartości szczytowej, a na wyjściu WY2 około 1,1V. Następnym krokiem może być zbadanie charakterystyki układu według rys. 2 oraz charakterystyki częstotliwościowej.

Dysponując tylko miernikiem uniwersalnym i mikrofonem, uruchomienia układu można dokonać w następujący sposób:

- mikrofon należy podłączyć do wejścia układu;
- z magnetofonu podać przez głośniki na mikrofon nagrany sygnał sinusoidalny (może być gwizd) o średniej głośności;
- miernik uniwersalny przełączyć na napięcie zmienne i podłączyć na wyjście wzmacniacza operacyjnego U1;
- regulując rezystorem nastawnym P1 ustawić na mierniku wartość skuteczną napięcia równą około 130mV;
- przy tym samym poziomie napięcia wejściowego spraw-

dzić sygnał na wyjściu WY1 (powinien wynosić również około 130mV wartości skutecznej);

- sprawdzić sygnał na wyjściu WY2 (około 800mV).

Stosując kompresor dynamiki w radiotelefonie CB korzystamy z wyjścia WY1. Podobnie postępujemy podłączając kompresor do wejścia wzmacniacza o czułości około 100mV. Natomiast używając wzmacniacza o czułości 0,5V...1,5V korzystamy z wyjścia WY2.

Uwagi końcowe

Powyższy układ może być zasilany również z niższego napięcia, np. 9V, jednak w tym przypadku należy zmienić diodę Zenera D1 na C4V7 oraz przeprojektować układ wskaźnika przesterowania (obniżenie progu zadziałania). Kompandor NE571 może być zastąpiony przez NE570, co umożliwi zastosowanie wyższego napięcia zasilania (do 24V); oczywiście, przy zmianie diody Zenera D1 oraz układu wskaźnika przesterowania spowoduje to uzyskanie większego zakresu napięć wejściowych. Dodatkową zaletą zastosowania układu NE570 są jego mniejsze zniekształcenia, natomiast wadą - wyższa cena. Zamiast

układu U1 typu NE5532 można zastosować inny podwójny wzmacniacz operacyjny o niskich szumach np. LM833. Jest to szczególnie istotne, bowiem kompresor - jak to wynika z zasady jego działania - zwiększa poziom szumów w okresach, gdy nie występuje sygnał użyteczny lub poziom tego sygnału jest bardzo niski. Z tego powodu nie jest celowe stosowanie

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 0,24kΩ/0,125W
- R2: 5,6kΩ/0,125W
- R3, R4, R6, R7: 20kΩ/0,125W
- R5: 5,6kΩ/0,5W
- R8: 10kΩ/0,125W
- R9: 2,2kΩ/0,125W
- R10, R11: 47kΩ/0,125W
- R12: 100kΩ/0,125W
- P1: 1,0MΩ

Kondensatory

- C1: 270...470pF
- C2: 680nF
- C3, C11, C12: 10μF/16V
- C4...C9: 1μF/16V
- C10: 6...22pF

Półprzewodniki

- D1: C7V5
- D2: BAVP18
- D3: C9V1
- D4: CQP412
- T1: BC237
- U1: NE5532
- U2: NE571

kompresora w układach o dużej dynamice przetwarzania jak np. aparatura Hi-Fi, urządzenia estradowe itp.

Budując kompresor dynamiki do radiotelefonu CB wystarczy zmontować elementy tylko dla jednego kanału. Można wtedy zaprojektować płytkę drukowaną w celu uzyskania mniejszych rozmiarów.

Andrzej Ściółicki