



Distortion Plus

Do czego to służy?

Pierwotnie efekt distortion plus został zaprojektowany przez Keitha Barra (MXR Innovations) na początku lat 70. i od tego czasu zajmuje ważne miejsce w historii muzyki. Efekt ten był używany przez takie legendy gitarowe jak Randy Rhoads (grał dla Ozzy'ego Osbourne'a) czy Bob Mould, a specyficzny gitarowy dźwięk znajdował miejsce w ich nagraniach przez ostatnie 40 lat. Zarówno efekt distortion, jak i overdrive bywa potocznie nazywany „przesterem”, gdyż zasada ich działania jest identyczna, różnią się jedynie inną filtracją sygnału przed i po ograniczniku amplitudy oraz ilością i charakterem wprowadzanych do sygnału zniekształceń nieliniowych.

Opisywany tutaj bardzo prosty układ jest zbudowany w oparciu o jeden podwójny wzmacniacz operacyjny. Do obcinania sygnału wykorzystywane są diody krzemowe, a nie jak w oryginale diody germanowe. Układ może realizować obcinanie miękkie (Soft Clipping), czyli efekt overdrive oraz obcinanie twarde (Hard Clipping), czyli efekt distortion. Ma także regulację poziomu obciążenia, regulację barwy, głośności oraz przełącznik Bypass (ominięcie efektu). Zasilanie włączane jest poprzez wpięcie wtyczki wejściowej, jak w większości konstrukcji fabrycznych tego typu, a źródłem zasilania jest bateria 9V.

Jak to działa?

Działanie efektów overdrive i distortion polega na odpowiednim obcinaniu sygnału z gitary. Obcinanie jest procesem nieliniowym, wytwarzającym częstotliwości harmoniczne, normalnie nieobecne w sygnale audio. Czysty sygnał z gitary składa się z dwóch faz, narastania i opadania. Natomiast opisywany tutaj efekt wskutek obciążenia dodaje jeszcze fazę podtrzymania. Czas trwania fazy podtrzymania zależy od „siły” przesterowania: czas ten jest tym dłuższy, im niższy jest próg obciążenia i im większy jest poziom sygnału przed ścinaniem. Zależności te przedstawia **rysunek 1**.

Ścinanie sygnału następuje dopiero po przekroczeniu pewnego napięcia progowego. Poniżej tego progu sygnał nie doznaje żadnych zniekształceń. Przy mocniejszym szarpnięciu struny, sygnał przekracza wartość progu i zostaje ograniczony, zmienia się na bardziej prostokątny (efekt overdrive, środkowy

przebieg na rysunku 1), jednak pozostaje nadal „zaokrąglony” przy wierzchołkach (obcinanie jest miękkie). Sygnał słyszany jest jako suma harmonicznych, a sygnał bardziej prostokątny zawiera ich więcej. Przez dodanie wyższych harmonicznych dźwięk staje się ostrzejszy. Efekt overdrive naśladuje przesterowany wzmacniacz lampowy: ograniczenie amplitudy jest łagodniejsze niż w distortion (przebieg dolny na rysunku 1), który ma jeszcze ostrzejsze i bardziej metaliczne brzmienie. Obciążenie w distortion jest bardziej gwałtowne (obcinanie twarde) i pojawiają się „proste” odcinki przebiegu.

Wytwarzanie tak przesterowanego sygnału z użyciem różnych nieliniowych przedwzmacniaczy ma swoją długą historię, poczynając od przesterowanych wzmacniaczy lampowych, czy układów z diodami germanowymi. Kiedy gitarzysta testuje jeden z efektów typu overdrive lub distortion, często zachwycony jest nietypowym charakterem sygnału, poszukuje jednak możliwości regulacji progu odcięcia, barwy czy wzmacnienia, aby dopasować dźwięk do własnych upodobań.

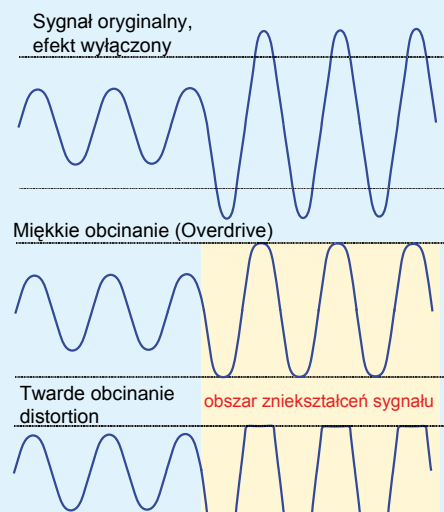
Na **rysunku 2** przedstawione zostały dwa przykładowe schematy realizacji obcinania. W wersji z rysunku 2a takie nieliniowe wzmacnienie realizowane jest poprzez zastosowanie w sprzężeniu zwrotnym klasycznego wzmacniacza odwracającego dwóch diod przeciwobnie (mogą też pracować po dwie diody w szeregu, wszystko zależy od wzmacnienia). Wzmocnienie takiego układu jest równe 100. W praktyce zamiast rezystora $100 \times R$ stosuje się potencjometr, który staje się regulatorem progu obcinania sygnału (regulator „Drive”). W przypadku z rysunku 2b diody odcinają poziom sygnału, zwiernając wierzchołki do masy (prawdziwej lub przy zasilaniu niesymetrycznym do sztucznej masy na potencjale połowy napięcia zasilania). Regulacja progu obcinania sygnału realizowana jest identycznie jak w pierwszej



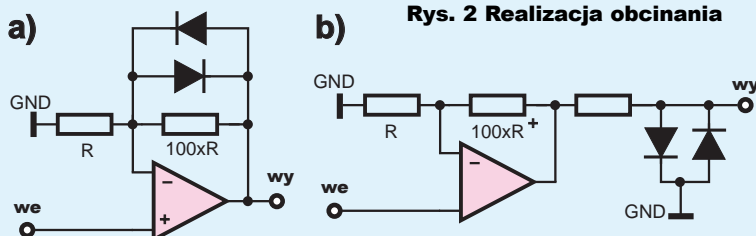
wersji, dzięki regulacji wzmacnienia. Obcinanie twarde, czyli efekt distortion, realizowane jest w identyczny sposób jak obcinanie miękkie.

Wszystko zależy od zakrzywienia charakterystyki diod. Generalnie można przyjąć, że diody germanowe dają obcinanie miękkie, a krzemowe oraz diody LED – obcinanie twarde.

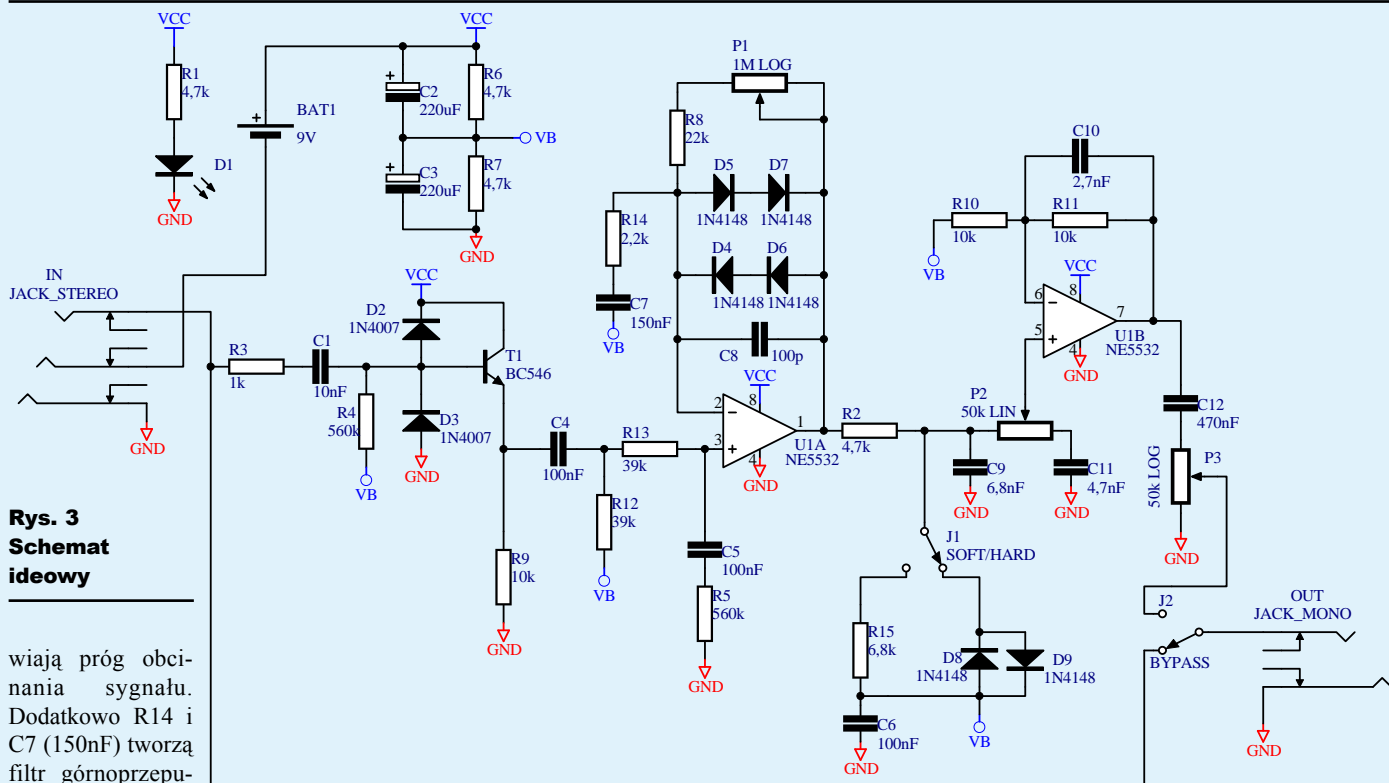
Prezentowany tutaj układ nie jest niczym unikalnym, gdyż w Internecie można znaleźć setki schematów bardzo podobnych do prezentowanego. Zaletą jest kompaktowa budowa, oparta na typowych i łatwo dostępnych elementach. Schemat ideowy układu znajduje się na **rysunku 3**. Sercem układu jest wzmacniacz operacyjny U1 (NE5532). Pierwsza jego połówka pracuje w obwodzie obcinania sygnału wejściowego. Rezystory R8 (22kΩ) i R14 (2,2kΩ) oraz potencjometr P1 (1MΩ) o charakterystyce logarytmicznej pozwalają zmieniać wzmacnienie, a tym samym usta-



Rys. 1 Obcinanie sygnału w efektach overdrive i distortion



Rys. 2 Realizacja obcinania



Rys. 3
Schemat
ideowy

wiąją próg obcinania sygnału. Dodatkowo R14 i C7 (150nF) tworzą filtr górnoprzepustowy, kompensujący podbicie niskich i średnich częstotliwości, naturalnie występujących w sygnale z gitary. Elementem bezpośrednio odpowiedzialnym za nieliniową charakterystykę wzmacniacza są diody D4–D7 (1N4148) zapięte w sprzężeniu zwrotnym U1A. Dodatkowe obcinanie umożliwiają diody D8–D9 (1N4148), zwierające sygnał z wyjścia U1A do sztucznej masy. Zmianę parametrów obcinania dokonuje się za pomocą przełącznika J1. C6 można tutaj traktować jako dodatkową filtrację napięcia polaryzującego, a R2 (4,7k Ω) razem z R15 jako dzielnik napięcia, dopasowujący poziom sygnału w obu trybach. Niezależnie od wybranego trybu obcinania, sygnał z U1A poprzez rezystor R2 trafia na filtr dolnoprzepustowy C9 (6,8nF), a dalej na kolejny, o regulowanej częstotliwości granicznej, złożony z potencjometru P2 (50k Ω) i kondensatora C11 (4,7nF). Filtr P2, C11 pozwala regulować obcięcie wysokich tonów, powstałych po operacjach zniekształcenia sygnału wejściowego.

Sygnał wejściowy podawany jest na złącze IN i dalej przed filtr górnoprzepustowy C1R4 i bufor T1. Rezystor szeregowy R3 (1k Ω) oraz diody D2–D3 (1N4007) stanowią zabezpieczenie przed zbyt dużym napięciem na wejściu układu. Sygnał z emitera T1 trafia na zestaw filtrów C4–C5, R12–R13 oraz R5, a dalej na wejście wzmacniacza operacyjnego U1.

Druga połówka wzmacniacza U1 stanowi bufor wyjściowy. Sygnał wyjściowy trafia na potencjometr P3, który umożliwia regulację poziomu sygnału. Przełącznik J2 pozwala włączyć obejście (BYPASS) efektu, by na wyjściu OUT dostępny był sygnał bezpośrednio z gitary. Poziom sygnału, ustawiany za pomocą P3, powinien być tak dopasowany, żeby zarówno przy działającym efekcie, jak i przy włączonym obejściu (BYPASS) głośność była taka sama.

Układ zasilany jest z baterii 9V z wykorzystaniem obwodu sztucznej masy. Gniazdo wejściowe

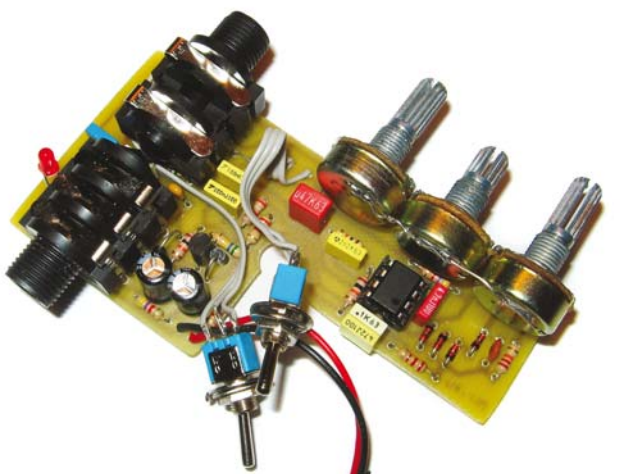
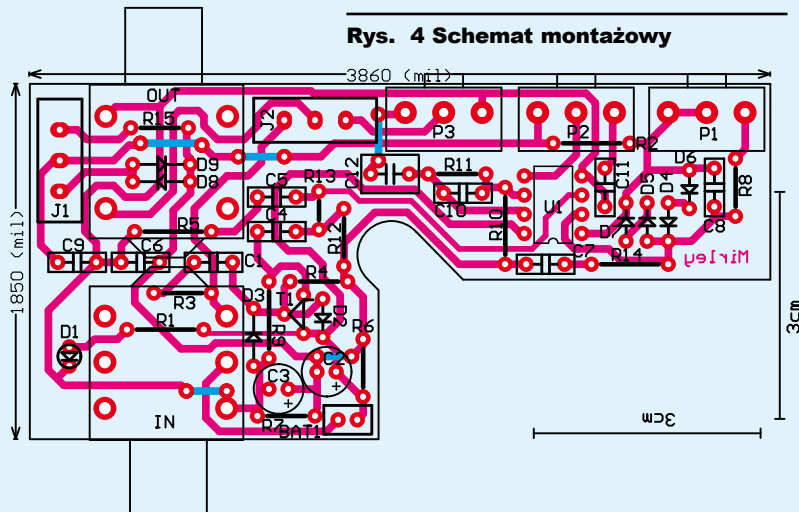
IN jest stereofonicznym gniazdem JACK i stanowi jednocześnie wyłącznik zasilania. Wtyczka mono z gitary wpinana do gniazda stereo zwiera środkowy styk gniazda do masy, dołączając baterię do układu.

Montaż i uruchomienie

Układ modelowy został zbudowany na jednostronnej płytce drukowanej, a wszystkie zastosowane komponenty są elementami przewlekanyymi. Montaż nie powinien sprawić trudności nawet początkującym konstruktorom. Pomocą w konstrukcji będzie schemat montażowy widoczny na rysunku 4.

Lutowanie należy rozpocząć od 5 zworek. W dalszej kolejności powinny zostać zamontowane wszystkie rezystory i kondensatory. Pod wzmacniacz operacyjny U1 dobrze jest zastosować podstawkę. Na samym końcu montuje się potencjometry i złącza JACK. W roli przełączników J1 i J2 najlepiej zastosować dobrej

Rys. 4 Schemat montażowy



jakości miniaturowe wyłączniki dźwigniowe (dwupozycyjne, pojedyncze) montowane na przewodach. Dioda D1, sygnalizująca obecność napięcia zasilania, powinna być zamontowana na długich nóżkach, tak aby dostała do górnej ścianki obudowy. Cały układ z powodzeniem zmieści się w niewielkiej obudowie Z7A, wraz z baterią 9V. W Elportalu dostępne są rysunki ścieżek oraz projekt rysunku panelu – naklejki.

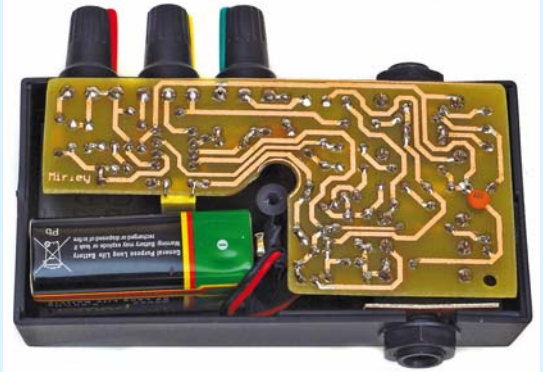
W projekcie modelowym, w roli J1 i J2 zastosowano przełączniki dźwigniowe, jednak można wltutować w ich miejsce, wprost w płytkę, kątowe przełączniki suwakowe. Najbardziej profesjonalnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie dedykowanych przełączników nożnych, ale pociągnie to za sobą konieczność użycia innej obudowy. W projekcie modelowym jako tranzystor T1 zastosowany został popularny BC546, ale żeby poprawić parametry szumowe, można w jego miejsce wykorzystać BC549. Ma to znaczenie, gdy efekt współpracuje z wysokiej klasy wzmacniaczem (piecem) gitarowym. W roli wzmacniacza operacyjnego pracuje NE5532, nic nie stoi na przeszkodzie, aby sprawdzić działanie układu z TL072 lub innym wzmacniaczem operacyjnym. Gdyby regulacja barwy (obciążenia wysokich tonów) okazała się niewystarczająca, można zmienić wartość kondensatora C11 (typowo 4,7nF). Zastosowanie

kondensatora większego, np. 6,8nF, powoduje mocniejsze obcinanie, a mniejszego, np. 3,3nF, pozwala przepuścić więcej wysokich tonów.

Mirosław Firlej
elektronika@firlej.org
http://mirley.firlej.org

Od redakcji:

Uzyskiwane efekty dźwiękowe zależą od parametrów zastosowanych diod. W modelu wykorzystano diody krzemowe, jednak naprawdę warto przeprowadzić próby z diodami germanowymi w roli D8, D9. Warto też poeksperymentować z zestawem D4–D7. Można tu przetestować różne diody LED, można włączyć w szereg z diodami małe rezystory. Najbardziej dociekliwi zapewne zachcą samodzielnie kształtować nieliniowość charakterystyki takiego ogranicznika, łącząc równoległe kilka ogniw, zawierających diody o różnym napięciu przewodzenia, połączone w szereg z rezystorami o dobranej wartości. Przy takich eksperymentach warto podać na wejście sygnał trójkątny o małej częstotliwości i obserwować zmiany sygnału wyjściowego na oscyloskopie.



Wykaz elementów

| | | | |
|----------------------|-----------|---------------------------|-----------------------|
| R3 | 1kΩ | C8 | 100p |
| R14 | 2,2kΩ | C7 | 150nF MKT |
| R6, R7, R1, R2 | 4,7kΩ | C2, C3 | 220uF/16V |
| R15 | 6,8kΩ | C12 | 470nF MKT |
| R11, R9, R10 | 10kΩ | C1 | 10nF MKT |
| R8 | 22kΩ | D1 | LED czerwona |
| R13, R12 | 39kΩ | D2, D3 | 1N4007 |
| R4, R5 | 560kΩ | D4, D5, D6, D7, D8, D9 .. | 1N4148 |
| P1 | 1M LOG | T1 | BC546 |
| P2 | 50kΩ LIN | U1 | NE5532 |
| P3 | 50kΩ LOG | J1 | Wyłącznik 2-pozycyjny |
| C10 | 2,7nF MKT | J2 | Wyłącznik 2-pozycyjny |
| C11 | 4,7nF MKT | OUT | Gniazdo JACK mono |
| C9 | 6,8nF MKT | IN | Gniazdo JACK stereo |
| C4, C5, C6 | 100nF MKT | BAT1 | Kijanka 9V |

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3031.