

# Chorus idealny, część 1

*Tym razem nasz gitarowy ekspert przybliży tajniki konstrukcji najbardziej popularnej wśród naszych Czytelników przystawki do gitary elektrycznej - Chorusa.*

*O tym, że nie jest to układ prosty do wykonania przekonało się z pewnością wielu naszych Czytelników. Przyczyny napotykanym trudności szczególnie wyjaśniamy w dwuczęściowym artykule.*

Modyfikowanie brzmienia instrumentów muzycznych jest powszechną praktyką stosowaną przez większość współczesnych muzyków. Urządzenie kryjące się pod nazwą Chorus używane jest na co dzień głównie przez gitarzystów mimo tego, że pionierskie modele urządzenia skonstruowane w japońskiej firmie Roland dedykowane były właściwie wokalistom.

Chorus Ensemble CE-1 Rolanda powodował „rozdzielenie” brzmienia głosu ludzkiego, a także efekt nieosiągalnej dotychczas modulacji symulującej wrażenie wielogłosowości charakterystycznej dla kilkusobowego zespołu śpiewającego unisono. Oczywiście nawet najwymyślniejszy Chorus nie może się równać z czynnikiem ludzkim, jednak osiągnięcie na owe czasy tak intrygującego efektu przy pomocy niewielkiego pudełka, za niewiele ponad 100 USD, miało niewątpliwie swoje zalety. Magii pionierskiego Chorusa nie oparli się nawet słynni muzycy z grupy Genesis. W tym wypadku przy okazji nagrywania nowego albumu doszło do „przepuszczenia” przez to urządzenie większości „śladów” z bębnami włącznie.

Po naszej stronie żelaznej kurtyny efekt chorusa wzbudził nieprawdopodobne pożądanie wśród kawiarniano - restauracyjnych wokalistów, jako efekt rzekomo w czarodziejski sposób tuszujący niedociągnięcia intonacyjne. Dzisiaj o wszelkich spekulacjach dawno zapomniano i urządzenie to postrzegane jest jako oryginalny efekt urozmaicający

podstawowym efektem dodatkowym właściwie każdego gitarzysty elektrycznego i w tym sensie stanowi pewien standard brzmieniowy. Nie zawsze jednak, upowszechnienie produktu wpływa na poprawę jego kondycji w sensie nowych idei, doskonałości konstrukcyjnej czy bezkompromisowej poprawy jakości. Dzieje się czasem odwrotnie. Oferowane nowe urządzenia są wprawdzie coraz tańsze, ale reprodukowany za ich pomocą efekt bywa powierzchniowy lub po prostu byle jaki. Młodszy gitarzyści doznają olśnienia włączając CE-1, starego cyfrowego Delta Lab ADM 64 czy Lexicona. W międzyczasie poprzedzającym erę procesorów DSP pojawiały się sporadycznie na muzycznym - elektronicznym rynku nowe urządzenia typu Chorus, mające jednak o wiele wyższe ambicje jeśli chodzi o metodę kreowania efektu, a także ostateczny rezultat brzmieniowy i jakościowy. Były to np. niemieckie : Wersi Voice i Choraliser realizujące efekt poprzez modulowanie wysokości dźwięku i opóźnienia w kilku analogowych liniach opóźniających jednocześnie. Generator wolnych przebiegów był wprawdzie jeden, ale przebiegi modulujące poszczególne linie opóźniające przesunięte były fazowo o pewien kąt, co powodowało zwiększenie efektu polifoniczności przy jednoczesnym zmniejszeniu definiowalności modulacji.

Było to znacznie bliższe sytuacji naturalnej, w której kilka instrumentów lub głosów wykonuje tą samą linię melodyczną. Efekt choralności powstaje wówczas na skutek okresowych i przypadkowych zmian intonacji (nikt nie jest doskonały), różnic charakterystyk fazowych i częstotliwościowych głosów lub instrumentów (każdy jest inny) oraz nierównomierności rytmicznych i dynamicznych

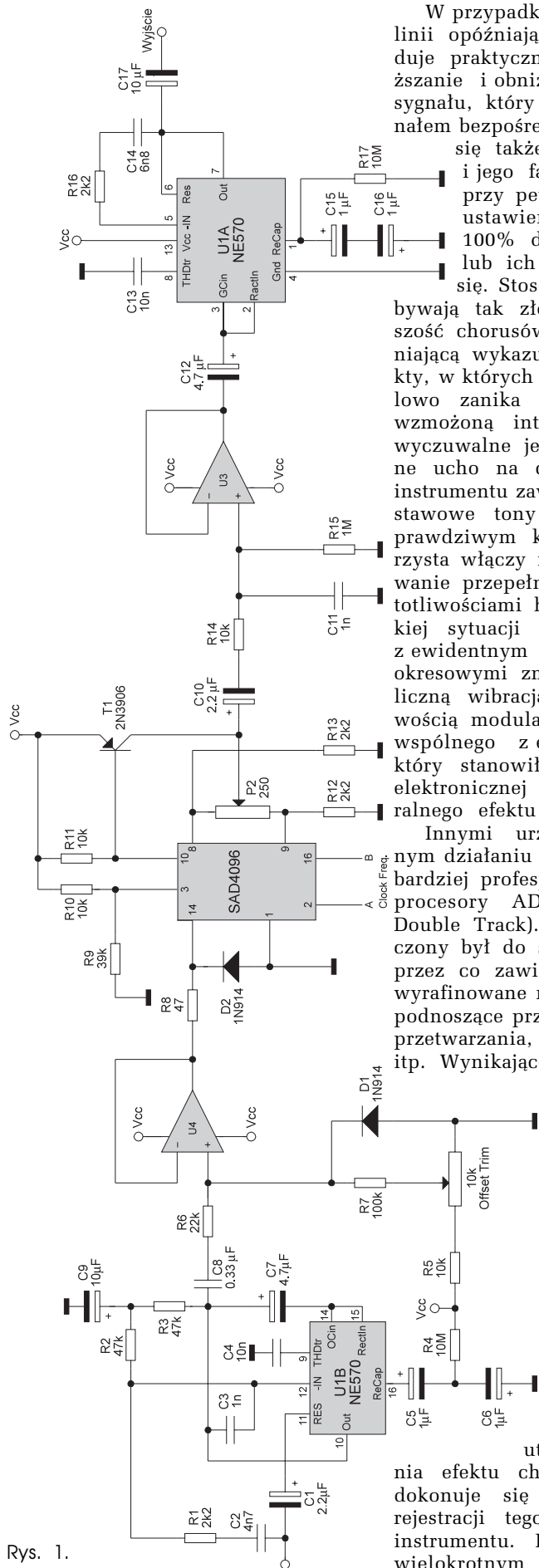
(nie wszyscy są odpowiednio przygotowani). Także zjawisko modulacji jest tu jedynie efektem ubocznym, w przeciwieństwie do tanich chorusów gitarowych, bujających dźwiękiem w rytm generatora LFO.

Odpowiedź na pytanie jak działa chorus wydaje się być w tym momencie przedwczesna, a samo pytanie raczej powinno być sformułowane: jak Chorus nie powinien działać?

brzmienie akompaniamentów gitarowych lub innych instrumentów emulujących strunopodobne dźwięki.

Wszelkie inne zastosowania, jakkolwiek mają miejsce, są statystycznie marginalne w stosunku do dedykacji gitarowych. Chorus stał się





Rys. 1.

W przypadku zastosowania jednej linii opóźniającej modulacja powoduje praktycznie okresowe podwyższanie i obniżanie przetwarzanego sygnału, który miesza się z sygnałem bezpośrednim źródła. Zmienia się także opóźnienie sygnału i jego faza w związku z tym przy pewnym „sprzyjającym” ustawieniu nastąpi prawie 100% dodanie się sygnałów lub ich wzajemne znoszenie się. Stosowane ustawienia nie bywają tak złośliwe, jednak większość chorusów z jedną linią opóźniająca wykazuje tzw. martwe punkty, w których pożądanego efektu chwilowo zanika lub pojawia się ze wzmożoną intensywnością. To co wyczuwalne jest przez doświadczalne ucho na czystych brzmieniach instrumentu zawierających silne podstawowe tony składowe staje się prawdziwym koszmarem jeśli gitarzysta włączy intensywne przesterowanie przepełnione wyższymi częstotliwościami harmonicznymi. W takiej sytuacji mamy do czynienia z ewidentnym zanikaniem dźwięku, okresowymi zmianami barwy i cykliczną wibracją zgodną z częstotliwością modulacji. Nie ma to wiele wspólnego z efektem choralności, który stanowił wzór dla twórców elektronicznej symulacji tego naturalnego efektu muzycznego.

Innymi urządzeniami o podobnym działaniu były przeznaczone do bardziej profesjonalnych zastosowań procesory ADT (ang. Automatic Double Track). Efekt ADT przeznaczony był do studiów muzycznych, przez co zawierał w sobie bardziej wyrafinowane rozwiązania układowe podnoszące przede wszystkim jakość przetwarzania, odstęp od szumów itp. Wynikające już z samej nazwy działanie ADT jest symulacją na drodze elektronicznej efektu powstającego podczas odsłuchu dwóch ścieżek zawierających zapis tej samej partii wokalne lub instrumentalnej. W tym przypadku jedna osoba wykorzystująca technikę zapisu wielośladowego może nagrać kilkakrotnie daną partię

utworu w celu uzyskania efektu chóralnego. Najczęściej dokonuje się jedynie dwukrotnej rejestracji tego samego głosu lub instrumentu. Próby polegające na wielokrotnym dublowaniu zwykle

kończą się niepowodzeniem z powodu wbrew wszelkim przypuszczeniom - zbyt dużej zgodności niektórych przypadkowych fragmentów i chwilowego zaniku efektu chóru w relacji do innych fragmentów, w których niezamierzony brak precyzji spowodował powstanie pożądanego efektu. Nie ma takiego wokalisty, który potrafiłby zaśpiewać drugi raz tą samą partię całkowicie tak samo lub w stałym równoległym interwale odstrojonym o minimalną wartość. Doskonały efekt „podwójnej ścieżki” możliwy jest do uzyskania przy nagrywaniu partii instrumentalnej na magnetofon wielośladowy umożliwiając precyzyjną regulację prędkości posuwu taśmy podczas zapisu. W tym wypadku pierwszy ślad nagrywany jest na minimalnie obniżonych obrotach, natomiast drugi na przyspieszonym magnetofonie. W rezultacie obydwie partie nie stroją idealnie ale lekko balansują wokół właściwej tonacji nabierając nowej energii dążenia do rozwiązania, co w najbardziej udanych przypadkach zastosowania takiego triku nadaje brzmieniu znacznej ekspresji.

Wartość o jaką należy przestroić poszczególne prędkości posuwu taśmy nie jest taka sama i na ogół pozostaje tajemnicą producenta czy realizatora nagrań, natomiast od instrumentalisty wymaga się w tym wypadku na tyle doskonałego przygotowania, aby mógł zagrać kilkakrotnie ten sam fragment w identyczny sposób.

### Analogowe linie opóźniające

Analogowe linie opóźniające typu Bucket Brigade reprodukują szumy, zwiększając się przy niższych częstotliwościach próbkowania generatora zegarowego. Osiągnięcie opóźnienia w granicach 50 ms za pomocą 1024 stopniowej linii opóźniającej związane jest z pojawieniem się znacznego szumu kwantyzacyjnego, a także dość dużych zniekształceń. Bezpośrednio za linią opóźniająca stosuje się filtr odcinający wyższy zakres pasma częstotliwości obejmujących większość zakłóceń, jednak praktyczne określenie górnej przepustowości filtra przy zachowaniu przyzwoitego odstępu od szumów wiąże się ze znacznym ograniczeniem pasma sygnału użytecznego. Teoretycznie częstotliwość graniczna filtra powinna być przynajmniej o połowę mniejsza od częstotliwości generatora zegarowego, jednak praktyka wykazuje że jest to daleko niewystarczające.

Procesory ADT realizowane są w oparciu o 4096 stopniowe linie opóźniające, co stanowi do pewnego stopnia rozwiązanie problemu jakości sygnału opóźnionego. Doskonale sprawdzają się w aplikacjach 4096 bitowe linie opóźniające: PANASONIC MN3205 oraz trudno dostępny SAD4096 amerykańskiej firmy RETICON. Pewną alternatywą może być także zastosowanie nieco tańszego układu TDA 1097. Linie opóźniające zawierające 4096 stopni z wbudowanym układem Sample & Hold umożliwiają uzyskanie opóźnienia do ok. 200 ms.

Odpowiednie zaprojektowanie układu osiągającego maksymalnie 50 ms a wykorzystującego praktycznie do 30..40 ms, jak to ma miejsce w przypadku efektu ADT gwarantuje osiągnięcie wystarczająco szerokiego pasma częstotliwości akustycznych. Nawet w najbardziej sprzyjających okolicznościach stosuje się po obydwu stronach linii filtry górnozaporowe tłumiące częstotliwości powyżej 12kHz. Poczwoźna linia BBD nie stanowi rozwiązania uniwersalnego, ponieważ potraktowana zbyt wysoką częstotliwością generatora zegarowego po prostu odmówi współpracy, jednak opóźnienia potrzebne do uzyskania efektu CHORUS w jego wszelkich odmianach są osiągalne bez problemu.

Jakkolwiek optymalne wysterowanie sygnałem audio linii taktowanej wysoką częstotliwością gwarantuje bardzo dobrą jakość, to jednak w urządzeniach profesjonalnych stosuje się dodatkowe układy kompresji i ekspansji sygnału, co w radykalny sposób podnosi dynamikę i optymalizuje wysterowanie linii opóźniającej. Do tego celu wykorzystuje się

standardowo układy firmy Signetics NE570 i NE572, zawierające w swoim wnętrzu dwa układy o regulowanym wzmocnieniu. Obydwa kompendory oferują szeroki zakres dynamiczny - ponad 110 dB, małe zniekształcenia i szumy poniżej  $6\mu\text{V}$ , a wersja NE572 posiada bufor dynamiki stałej czasu minimalizujący zniekształcenia sygnału sterującego wzmocnieniem oraz umożliwiający regulację dynamiki czasu narastania i czasu powrotu przy niewielkiej liczbie elementów zewnętrznych. Praktyczny sposób rozwiązania układu kompendora dla linii opóźniającej SAD 4096 przedstawia schemat z **rys.1**.

Konstrukcja kompresora i ekspandera jest w zasadzie typowa. W przedstawionym układzie zwraca uwagę minimalna liczba elementów ograniczających górny zakres pasma częstotliwości, co jest wynikiem doskonałego przetwarzania zastosowanego układu SAD 4096, który toleruje także wysokie częstotliwości taktowania, umożliwiając osiągnięcie minimalnego czasu opóźnienia w granicach 2 ms. Wykorzystując ten układ należy wiedzieć, że wejścia sygnału taktującego obciążone np. buforem 4049 wykazują i tak znaczną pojemność co powoduje, że dochodzi do znacznego niedopasowania pojemnościowego. Dlatego też, aby nie pogarszać sytuacji ścieżki

połączeniowe powinny być bardzo

krótkie, a w przypadku wykonania układów modulacji na osobnej płycie należy użyć do połączenia tych miejsc „konkretnych“ dobrze ekranowanych przewodów.

**Krzysztof Jarkowski**

