

Chorus idealny, część 2

Kończymy rozważania na temat wymagań stawianych idealnemu chorusowi. W tej części artykułu autor skupił się na przybliżeniu najczęściej spotykanych problemów związanych z konstrukcją elektryczną tych bardzo popularnych przystawek gitarowych.

Generator zegarowy

Problem odpowiedniego sterowania analogowych linii opóźniających przebiegiem zegarowym jest również istotny, bowiem aby poszczególne stopnie kluczowania funkcjonowały prawidłowo jest wymagany sygnał o odpowiednim poziomie i określonym kształcie. Dlatego też, formalne założenie sterowania wejść zegarowych linii opóźniających typu BBD (ang. Brigade Bucket Delay) identycznymi przebiegami w przeciwfazie nie zawsze jest spełnione w praktyce.

Można rozwiązać ten problem na kilka sposobów. W dwóch przedstawionych wykorzystano niezastąpione elementy dyskretne. Pierwszy układ (rys.2), będący typowym przerzutnikiem FLIP - FLOP, rozbudowano o komplementarne stopnie wyjściowe zbudowane na tranzystorach T1 i T2 (T3, T4). Stabilność napięcia wyjściowego, a w konsekwencji polepszona obciążalność tak zbudowanych stopni buforujących, pozwala na równoległe sterowanie nawet kilku linii opóźniających.

Układ na rys. 3 przedstawia wersję generatora zegarowego zaprojektowanego całkowicie w oparciu o elementy dyskretne. W tym wypadku, poprzez dobór poszczególnych elementów można w pewnym stopniu wpływać na kształt generowanego przebiegu, jego symetrię i współczynnik wypełnienia. Można oczywiście wykorzystać gotowe układy MN3101 lub MN3102 zawierające wewnątrz wszystko, co jest potrzebne do wykonania tego zadania, ale pomijając fakt, że takie postępowanie byłoby banalne, możemy w przyszłości także napotkać trudności związane z pożądanym (subiektywnie płynnym) przestrajaniem tych układów za pomocą generatora wolnych przebiegów LFO.

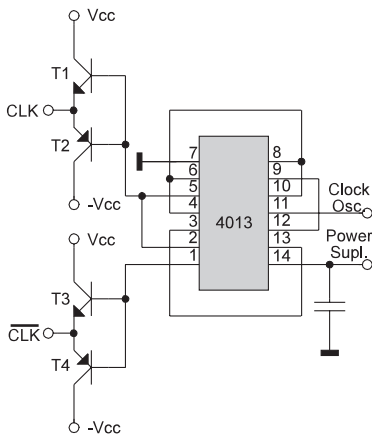
Chorus idealny

Problemy związane z jakością sygnału przetworzonego przez analogową linię opóźniającą, jakkolwiek są istotne, to i tak stanowią jedynie wymóg konieczny przy założeniu uzyskania profesjonalnej jakości efektu końcowego. Osiągnięcie rezul-

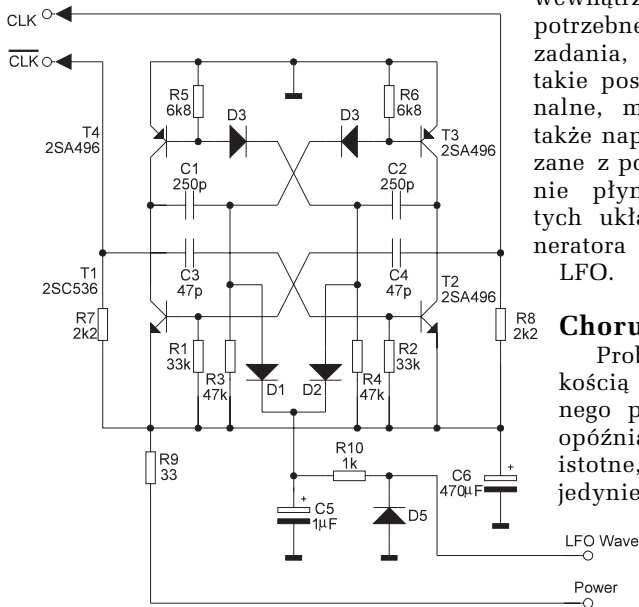
tatów zbliżonych do naturalnych zjawisk akustycznych będzie w tym wypadku uzależnione od sposobu modulacji i stworzenia wirtualnego obrazu przestrzennego, w obrębie możliwości, jakie nam daje odbiór stereofoniczny. Niektóre studyjne urządzenia pogłosowe oferują osiągnięcie efektu chorusa modulowanego generatorem przebiegów przypadkowych. Niestety, tak dosłowne przeniesienie idei zjawisk towarzyszących wielogłosowym (w sensie liczby podmiotów wykonawczych) interpretacjom nie przynosi spodziewanego efektu, ponieważ w sposób nieprzyzwoity obnaża działanie „dziko” pracującego generatora LFO.

Jest to dobry moment na sformułowanie założeń, jakie miałyby spełniać konstrukcja chorusa idealnego. Ponieważ są to zasady niepodważalne dla realizacji określonej idei, dobrze będzie wyszczególnić je w punktach:

1. Górna granica częstotliwości sygnału użytecznego powinna znajdować się w przedziale od 10 do 12 kHz, zakładając równomierność lepszą niż ± 1 dB.
 2. Efekt odstrojenia musi być subiektywnie nieprzerwany i równomierne, bez martwych punktów i gwałtownych wahań intonacyjnych.
 3. Częstotliwość generatora modulującego nie powinna być rozpoznawalna na podstawie odsłuchu przetwarzanego dźwięku kołyszącego się intonacyjnie.
 4. Sygnały przetwarzane i bezpośrednio mieszane w układach wyjściowych urządzenia powinny znajdować się w stanie równowagi dynamicznej. W tym wypadku oznacza to równomierne amplitudowo odtworzenie złożonych sygnałów o szerokim spektrum częstotliwościowym, pomimo wzajemnych cyklicznych zmian fazy pomiędzy sygnałami.
 5. Reprodukacja efektu powinna być w pełni stereofoniczna, z uwzględnieniem symulacji szerokiej bazy i niedefiniowanego kierunku pochodzenia źródła dźwięku.
- Realizacja tak sformułowanych założeń może wydać się trudna lub nawet niemożliwa, jednak w pewnym momencie przyjdzie nam z pomocą po prostu niedoskonałość i subiektywizm ludzkiego słuchu, będący często sprzymierzeńcem wielu współczesnych projektów elektroakustycznych, takich jak choćby za-



Rys. 2.



Rys. 3.

pis cyfrowy CD lub jeszcze lepiej DCC. Tak jak w przypadku prawdziwego efektu Double Track, do osiągnięcia pożądanego rezultatu musimy użyć dwóch torów, w naszym przypadku linii opóźniających sterowanych wspólnym generatorem LFO. Jednak głębokość modulacji i wstępna częstotliwość niezależnych generatorów taktujących powinna być różna. W praktyce może się okazać wskazane dodatkowe całkowanie jednego z wolnych przebiegów, ale będą to czynności końcowe. Na razie warto zatrzymać się przy samym generatorze modulującym, którego przebieg wyjściowy powinien posiadać odpowiedni kształt i amplitudę.

Modulacja (LFO)

Dla efektu symulującego brzmienie choralne, zarówno częstotliwość, jak i kształt przebiegu będą dość jednoznacznie określone. Jednak gdyby nasze urządzenie miało spełniać inne zadania, wymagające wykorzystania o wiele większego zakresu częstotliwości modulacji, może powstać problem niedopasowania kształtu przebiegu. Jedno z najwyżej cenionych wśród muzyków urządzeń cyfrowych typu Digital Delay - Lexicon PCM42 posiada generator LFO wyposażony w możliwość regulacji kształtu przebiegu od prostokątnego do sinusoidalnego. Nie jest to zrealizowane bez powodu, ponieważ doświadczenia wykazują, że modulacja bardzo niską i umiarkowaną częstotliwością (od 0,05 Hz do 1 Hz) wymaga przebiegu trójkątnego, aby docelowo przestrajanie przebiegało płynnie. Przy częstotliwościach LFO powyżej 0,5 Hz najbardziej niepostrzeżenie następuje zmiana narastania w opadanie dla przebiegu trójkątnego, z lekko zaokrąglonymi wierzchołkami. Szybka modulacja wydaje się najbardziej interesująca dla przebiegów zbliżonych do sinusoidy, ale w zależności od tego, co chcemy osiągnąć (efekt rotacji, wibrato), możliwe są w tym przypadku inne warianty obwiedni. Zmiana częstotliwości generatora zegarowego nie zawsze musi przebiegać liniowo. Dlatego też ostateczny kształt obwiedni i prędkość zmian napięcia sterującego przestrajany generator będą wypadkową subiektywną w relacji do praktycznie uzyskiwanego efektu. Aby zostały spełnione wcześniej określone założenia, interesować nas będą tylko umiarkowane częstotliwości modulacji, podporządkowane rezultatowi finalnemu. Modulacja bardzo wolnymi przebiegami o obwiedni sinusoidalnej wykazuje

martwy punkt w momencie przejścia z narastania do opadania, jednak w pewnych okolicznościach, związanych z relacją fazową poszczególnych reprodukowanych sygnałów, może się okazać wskazany właśnie taki kształt przebiegu. Idealnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie generatora o programowalnym kształcie przebiegu, choćby tylko w zakresie stopniowego przejścia od trójkąta do sinusoidy.

Doświadczenia praktyczne wykazują, że danej szybkości (częstotliwości) modulacji odpowiada dość ściśle określona intensywność, dla której efekt chorus brzmi najbardziej naturalnie i nienachalnie, a jednocześnie w dużym stopniu przestrzenie i polifonicznie. Oczywiście mówimy o układzie zbudowanym w oparciu o przynajmniej dwie linie opóźniające, realizujące opóźnienie sygnału w różnym zakresie, ale o wspólnym cyklu modulacji. Próby sterowania układu dwoma generatorami LFO przemiatającymi z różną częstotliwością wypadają momentami znakomicie, ale generalnie dają najlepszy rezultat, gdy generatory pracują z niemal identyczną prędkością. Zastosowanie jednego generatora LFO i dwóch układów CLOCK o różnych częstotliwościach pozwala na dostrojenie modulacji idealnej. Uzyskany efekt jest oczywiście uzależniony od sposobu, w jaki są mieszane poszczególne sygnały, natomiast szybkość zmian i opóźnienie są sobie wzajemnie podporządkowane. Bardzo wolne przebiegi LFO wymagają większej głębokości modulacji, która powoduje naturalnie duże cykliczne zmiany opóźnienia. Nie jest to korzystne, ponieważ zauważalne stają się zmiany ataku dźwięków. Powstaje przy okazji efekt nazywany SHORT DELAY, co nie wymaga chyba tłumaczenia. Podsumowując można powiedzieć, że maksymalne opóźnienie, powstające podczas modulacji, powinno dotyczyć tej granicy, natomiast ustawienia częstotliwości i głębokości modulacji powinny być dokonane w taki sposób, aby ostateczny efekt brzmieniowy był możliwie intensywny, ale nie powodował wyraźnego kołysania intonacją dźwięku. Dwie linie opóźniające stanowią w tym wypadku dwa odrębne źródła sygnału. Wystarczy niewielka różnica w zakresie głębokości ich przestrajania, aby w rezultacie powstało wypadkowe brzmienie posiadające bogate spektrum zmieniające się w czasie. Zakładając, że szybkość modulacji jest mała (czas pełnego przebiegu 2..4

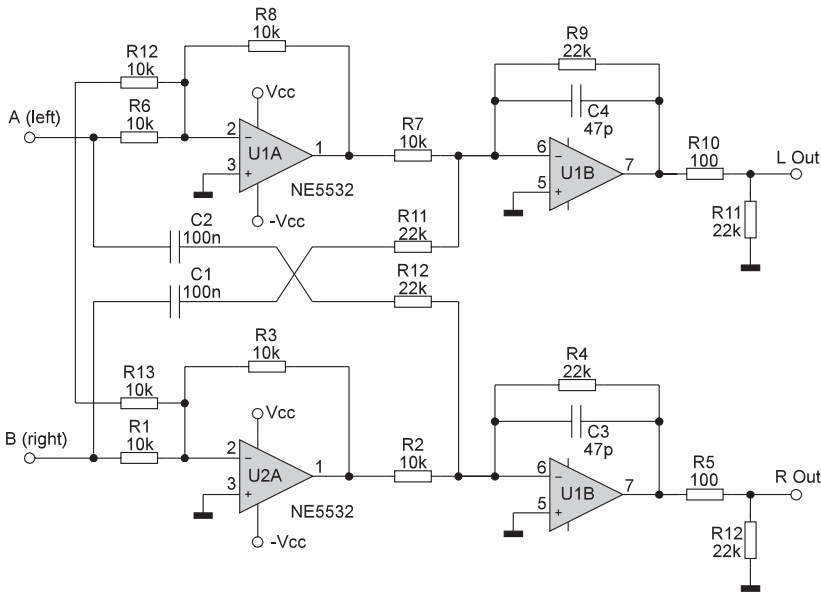
sek.) możemy założyć statyczne współlistnienie 3 różnych sygnałów (dźwięków), dzięki czemu ostateczny efekt posiada skuteczność, jaką tradycyjny chorus osiąga dopiero po dokonaniu ustawień nie mieszczących się w granicach dobrego smaku.

Wirtualne stereo

Dysponując dwoma różnymi sygnałami przetworzonymi oraz sygnałem bezpośrednim, możemy w prosty sposób uzyskać efekt symulujący przetwarzanie stereo. Wystarczy sygnał bezpośredni skierować w równych proporcjach do obydwu kanałów, dodając do kanału lewego sygnał opóźniony i modulowany A, natomiast do kanału prawego sygnał B. Otrzymany rezultat już może być dobry, ale tego rodzaju rozwiązanie charakteryzuje jeszcze cecha znana z najprostszych chorusów w małych podłogowych pudełkach, polegająca na trudności ustawienia pożądanego intensywności efektu, który albo staje się nachalny - rozstrajający, albo zbyt dyskretny. Znakomite przetwarzanie kreujące prawdziwy efekt stereo uzyskamy realizując przykładowy układ z rys.4.

Poszczególne sygnały są mieszane w ten sam sposób, jak to zostało wcześniej określone, jednak dodatkowo sygnał z linii A podajemy w przeciwnym kierunku do kanału prawego, a sygnał z linii B, w ten sam sposób, do kanału lewego. Proporcja amplitudy sygnałów odwróconych, w stosunku do sygnałów będących w fazie A i B, powinna oscylować w granicach 50%, natomiast pasmo sygnałów przeciwfazowych powinno być ograniczone w zakresie najniższych częstotliwości charakterystycznych dla danego źródła sygnału np. ludzkiego głosu, gitary elektrycznej itd. Można założyć, że granica ta powinna wynosić 100..150 Hz dla większości zastosowań. Nie jest to jednak parametr mający zasadnicze znaczenie dla funkcjonowania urządzenia, a jedynie rezultat konkretnych prób wykorzystujących gitarę elektryczną. Do osiągnięcia tego założenia wystarczy będzie obciążenie charakterystyki jedynie przez kondensator sprzęgający o odpowiedniej pojemności.

Przedstawione rozwiązanie układu mieszającego ma sens tylko w sytuacji odtwarzania stereofonicznego. Zsumowanie sygnałów i odbiór mono jest możliwy, ale duża część poniesionego trudu pójdzie na marne. Trzeba będzie również odłączyć gałkę sygnałów z odwróconą fazą, ponieważ częściowe znoszenie się



Rys. 4.

sygnałów zmieniliby ich proporcje w relacji do sygnału bezpośredniego.

Pomimo że przedstawiony układ mieszkający jest prosty, interpretacja jego działania musiałaby uwzględniać cechy źródła sygnału. Zakładając, że wykorzystamy gitarę elektryczną grającą rozkładane akordy arpeggio, efekt finalny będzie tak złożony, iż jedynie subiektywny odsłuch i także ocena dokonana przez osobę o dużym doświadczeniu muzycznym może być wiążąca. Praktyczna realizacja wyjściowych układów miksujących w dużym stopniu pozostawia konstruktorowi wolną rękę. Relacja proporcji pomiędzy sygnałem bezpośrednim, a sygnałami modulowanymi nie musi być regulowana. Osiągnięcie najlepszego efektu jest związane oczywiście z dostrojeniem poszczególnych parametrów, jednak tolerancja zakresu ewentualnej regulacji, pozostawionej do dyspozycji użytkownika musiałaby być naprawdę niewielka, aby efekt nie zatracił swojego charakteru. Urządzenie zbliżone konstrukcyjnie do omawianego układu było wytwarzane przez wspomnianą wcześniej firmę Roland pod nazwą Dimension D (jak Depth), jednak wysoka cena i brak możliwości jakiegokolwiek regulacji nie zapewniły mu większego powodzenia wśród szerokich rzesz amatorów muzykowania, dla których często ładna obudowa i czasem tylko pozorne duże możliwości bywają najważniejszym argumentem.

Omawiane urządzenie, spełniające sformułowane założenia, może wytwarzać efekt typu chorus, jakiego wielu muzyków jeszcze nie słyszało. Zagrane akordy stają się przestrzenne i potężne. Efekt może być z po-

wodzeniem wykorzystywany na brzmieniach przesterowanych. W tym wypadku brzmienie przypomina efekt powstający przy odsłuchu kilkukrotnie nagranej partii, lub współbrzmienie dwóch dublujących się gitarzystów. Szeroka baza symuluje zjawisko, z jakim mają do czynienia gitarzyści korzystający z rozbudowanych zestawów wielu kolumn i wzmacniaczy. Przy odpowiednim ustawieniu poszczególnych parametrów modulacji, w zasadniczy sposób zmienia się głównie wymiar dźwięku, natomiast jego stabilność intonacyjna i dynamiczna pozostaje niezachwiana. Skonstruowanie urządzenia cechującego się takimi walorami użytkowymi jest dość trudnym zadaniem, wymagającym od konstruktora przede wszystkim wiedzy na temat oczekiwań muzyków. Technika cyfrowego przetwarzania dźwięku wprawdzie zdominowała budowę większości procesorów muzycznych,

jednak niektóre urządzenia wykorzystujące analogowe linie opóźniające są nadal wysoko cenione ze względu na prostotę konstrukcji i charakterystyczne brzmienie, będące wypadkową zastosowanych rozwiązań, a także konsekwencją ich działania.

Krzysztof Jarkowski