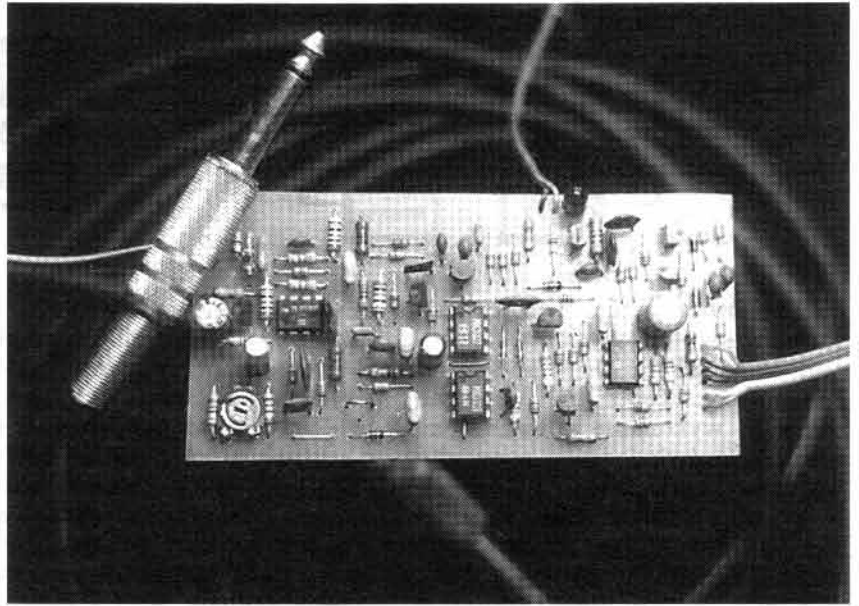


Chorus gitarowy

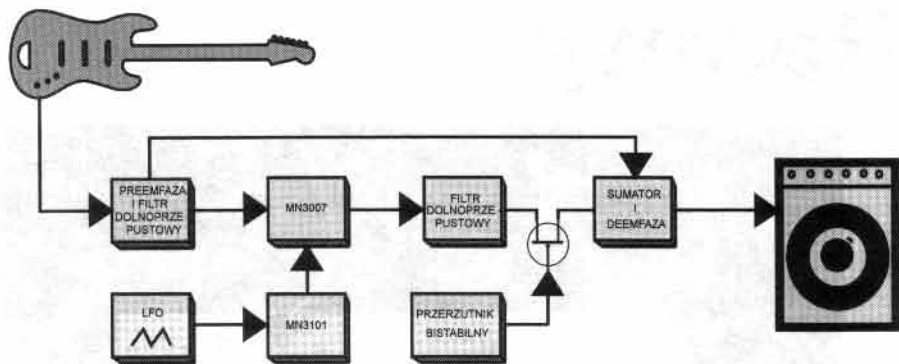
kit AVT-306

W naszym cyklu przedstawiającym urządzenia służące do modyfikacji brzmienia gitary nadszedł czas na zaprezentowanie chorusa. Ze względu na bardzo ciekawe efekty uzyskiwane za jego pomocą cieszyć się on będzie niewątpliwie dużą popularnością wśród konstruktorów. Pomimo, iż tytuł sugeruje przydatność przystawki przede wszystkim do gitary elektrycznej, może ona być użyta również do innych instrumentów tak elektrycznych jak i akustycznych.



Zrozumienie zasady działania chorusa ułatwi nam proste doświadczenie, które możemy wykonać nawet w tej chwili. Wystarczy wziąć do ręki płaski przedmiot (aby daleko nie szukać może to być ten egzemplarz EP) i ustawić go równoległe do płaszczyzny twarzy w odległości ok. 20 cm. Następnie odnajdując w sobie pokłady twórczej inwencji należy wydobyć z siebie dźwięk w postaci przeciągłej zgłoski „a”. Teraz spróbujmy poruszać trzymanym w rękach piśmem ruchem jednostajnym przybliżając i oddalając je od twarzy. Najlepsze efekty uzyskamy jeżeli ruchy te będą możliwie duże i wykonywane z dużą szybkością. Ciekawe brzmienie uzyskane w ten sposób było od dawna wykorzystywane w konstrukcjach organów kościelnych a w czasach nam bliższych w słynnym urządzeniu z wirującymi głośnikami - Leslie. Z chwilą kiedy uzyskanie opóźnienia dźwięku rzędu kilkudziesięciu milisekund za pomocą małej kostki układu scalonego przestało być problemem (a stało się to w latach siedemdziesiątych) - elektroniczne odpowiedniki efektów katedral i Leslie stały się bardzo popularne. Istota brzmienia chorusa polega na zmieszaniu ze sobą dźwięku podstawowego i dźwięku obniżonego lub podwyższonego

w stosunku do oryginału. Uzyskany w ten sposób dźwięk sumaryczny stwarza wrażenie jednoczesnego trwania kilku dźwięków o tej samej wysokości. W muzycznej praktyce uzyskanie dwóch identycznych sygnałów zgodnych co do wysokości tonu, barwy dźwięku, fazy i czasu trwania jest praktycznie niemożliwe, dlatego słuch ludzki zawsze rozpozna, iż daną partię grają dwa a nie jeden instrument (kłopoty z rozpoznaniem zaczynają się dopiero wtedy, kiedy w grę wchodzi sekwencery, ale to już inna historia). Różnica wynikająca z jednoczesnego grania tej samej partii przez dwa (lub więcej) instrumentów została już dawno zauważona przez kompozytorów i wykorzystywana pod nazwą unisono. Dzięki sztucznemu wytworzeniu niejako drugiego instrumentu, chorus potrafi doskonale naśladować unisono, wzbogacając tym samym brzmienie instrumentu podstawowego. Jak powiązać ze sobą opóźnienie sygnału elektrycznego i zmianę wysokości tonu konieczną do uzyskania efektu unisono? Odpowiedź na to pytanie tkwi w zjawisku fizycznym zwanym efektem Dopplera. Polega on na zmianie wysokości tonu wytwarzanego przez ruchome źródło dźwięku: jeżeli odległość słuchacza od źródła dźwięku zmniejsza



Rys. 1. Schemat blokowy Chorusa.

się słyszy on ton wyższy niż rzeczywisty ton źródła, jeśli odległość zwiększa się - słyszy on ton niższy. Teraz już wiadomo dlaczego wykonanie opisanego na wstępie doświadczenia spowodowało uzyskanie efektu jednoczesnego śpiewu kilku osób. Opóźnienie uzyskiwane za pomocą znanego już Czytelnikom układu MN3007 powoduje symulację obecności przed źródłem dźwięku ściany odbijającej ten dźwięk. Czas jaki mija od momentu pojawienia się sygnału akustycznego do momentu odebrania go przez słuchacza po odbiciu od wyimaginowanej ściany określony jest czasem opóźnienia układu MN3007. Opóźnienie sygnału powodowane przez MN3007 zależy od częstotliwości pracy układu sterującego MN3101. Z tego faktu wypływa słuszny wniosek, iż poprzez zmianę częstotliwości generowanej przez ten układ możemy uzyskać pozorne ruchy naszej wyimaginowanej ściany a tym samym efekt o jaki nam chodziło. Należy jeszcze zmieszać ze sobą sygnał oryginalny oraz sygnał otrzymywany z wyjścia układu opóźniającego aby otrzymać elektroniczny odpowiednik doświadczenia opisanego na wstępie.

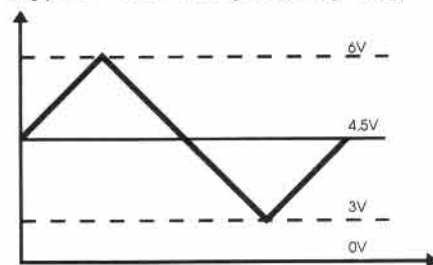
Schemat blokowy urządzenia przedstawia rys.1.

Opis układu

Schemat elektryczny układu znajduje się na rys.2. Za gniazdem wejściowym (będącym jednocześnie wyłącznikiem zasilania) znajduje się wtórnik emiterowy dopasowujący impedancję wejściową chorusa do impedancji wyjściowej gitary. Właściwe napięcie polaryzujące bazę zapewnia znany z wcześniej opisywanych efektów układ tzw. „sztuczne zera” zbu-

dowany z elementów R27, R28, PR1, C18. Dostarcza on napięcia równego w przybliżeniu połowie napięcia zasilania, a którego dokładną wartość ustawimy w trakcie uruchamiania. Układ MN3007 przy wszystkich swoich zaletach nie jest pozbawiony pewnej wady jaką jest znaczny poziom szumów na wyjściu spowodowany kwantyzacją sygnału wejściowego. Jest on i tak dużo niższy niż szum wytwarzany przez jego poprzedników - SDA1024, TDA1022 czy MN3002. Jednym ze sposobów zmniejszenia jego poziomu są zastosowane w tym układzie obwody pre - i deemfazy sygnału. Ich działanie polega na zwiększeniu poziomu wyższych częstotliwości w sygnale przed układem opóźniającym, przy jednoczesnym obniżeniu ich poziomu po opóźnieniu sygnału. Podobna - choć dużo bardziej złożona - zasada pracy, ma miejsce w układach typu Dolby. Efektem tego zabiegu jest zmniejszenie szumów przy zachowaniu niezmiennego barwy dźwięku gitary. Z elektronicznego punktu widzenia, obwód preemfazy jest wzmacniaczem o nieliniowej charakterystyce wzmocnienia. Wzmocnienie to zależy od częstotliwości wejściowej sygnału i wyznaczone jest stosunkiem impedancji obwodu R6 i C4 do impedancji wypadkowej obwodu R4, R5, C3. Dla częstotliwości 660 Hz wynosi ono 5dB, dla 1250 Hz - 10dB a dla 2500 Hz - 12dB. Z układu preemfazy sygnał kierowany jest do filtra dolnoprzepustowego trzeciego rzędu (18dB/okt.) o częstotliwości granicznej 7kHz. Właśnie ta wartość wyznacza górną częstotliwość przeniesienia naszego chorusa. Może się ona niektórym Czytelnikom wydać śmiesznie niska, lecz proszę

uwierzyć mi na słowo, że do gitary elektrycznej wystarczy z powodzeniem. Umieszczenie tego filtra przed układem MN3007 (czyli największym „zaszumiaczem”) nie jest przypadkowe. Dzięki temu częstotliwości leżące powyżej 7kHz nie są poddawane procesowi kwantyzacji przez co unika się dużych zniekształceń sygnału. Rezystor R13 realizuje dopasowanie impedancji wyjściowej filtra do wejścia linii opóźniającej. Układ MN3007 został szczegółowo opisany w EP 1/96, dodam tylko od siebie, iż istnieje możliwość zwarcia ze sobą wyjść komplementarnych 7 i 8. Zbudowany na podwójnym układzie operacyjnym US4 - generator przebiegów wolnozmiennych, jest prostym generatorem przebiegu trójkątnego, koniecznym do przestrajania układu MN3101 - taktującego pracę linii opóźniającej. Ze względu na znaczny pobór prądu przez układ generatora, do wytworzenia „sztucznego zera” dla niego, zastosowano oddzielny obwód złożony z elementów R33, R34 i C20. Dzięki temu, napięcie polaryzujące elementy w torze przenoszenia sygnału, nie „hušta” w rytm pracy generatora przebiegów wolnozmiennych. Ponieważ generator przebiegów wolnozmiennych posiada konstrukcję wymagającą zasilania symetrycznego, efektem tego jest takie usytuowanie przebiegu względem punktu potencjału zerowego jak widać na rys.3. Z tego powodu zastosowano tranzystory T5 i T6, dzięki którym generator wewnętrzny umieszczony w układzie MN3101 jest prawidłowo spolaryzowany. Potencjometr P2 decyduje o głębokości odstrajania przebiegu taktującego, którego częstotliwość waha się w przedziale 70 - 100kHz. P1 odpowiedzialny jest za szybkość z jaką następuje odstrojenie. Na wyjściu US1 otrzymujemy sygnał



Rys. 3. Przebieg wyjściowy generatora LFO.

o częstotliwości na przemian - raz niższej, a raz wyższej od sygnału dostarczonego na wejście linii opóźniającej. Sygnał ten poddawany jest filtracji

w filtrze dolnoprzepustowym z tranzystorem T3, w celu wyeliminowania pozostałości przebiegu taktującego. Tranzystor FET - T4 pełni funkcję wyłącznika efektu. Niska impedancja wejściowa US3B powoduje, iż włączenie szeregowo z sygnałem rezystora o rezystancji rzędu megaomów

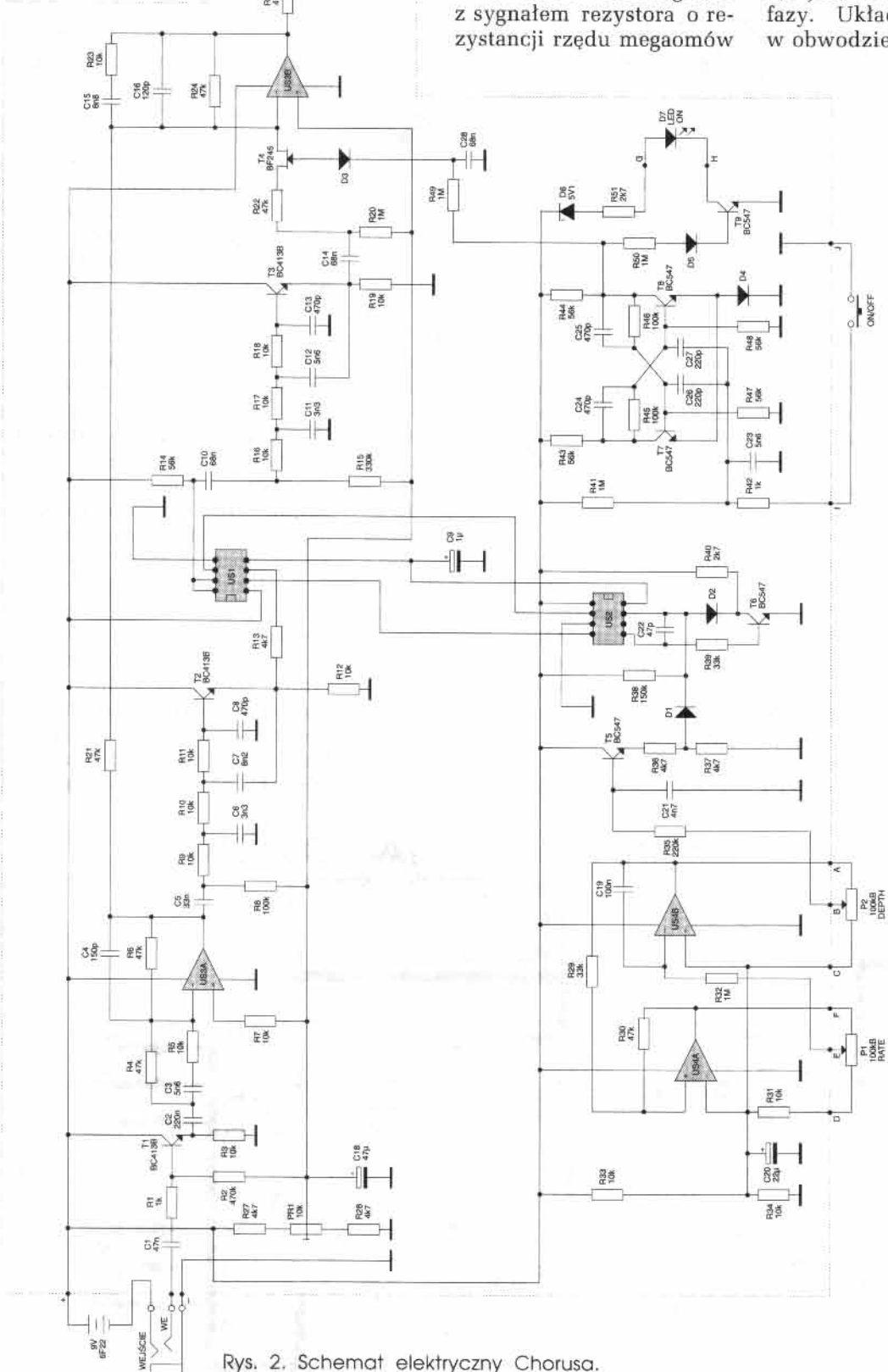
- jakim jest w stanie nieprzewodzenia T4 - jest dla sygnału przerwą w obwodzie. Właściwą polaryzację T4 zapewnia R20 dołączony do „ sztucznego zera „ - przez co bramka załączana masą, ma polaryzację ujemną względem źródła. US3B pełni podwójną rolę, jako sumator i obwód deemfazy. Układ i dobór elementów w obwodzie

ujemnego sprzężenia zwrotnego powodują, iż wraz ze wzrostem częstotliwości wejściowej maleje wzmocnienie wzmacniacza. Jednocześnie na wejściu odwracającym sumują się przebiegi: odpowiadający częstotliwościowo oryginałowi, podawany przez rezystor R21 oraz obrobiony w linii opóźniającej, załączany FET - em. Bramką T4 steruje znany Czytelnikom z poprzednich przystawek (distortion i kompresor) - przerzutnik monostabilny, zbudowany na tranzystorach T7 i T8.

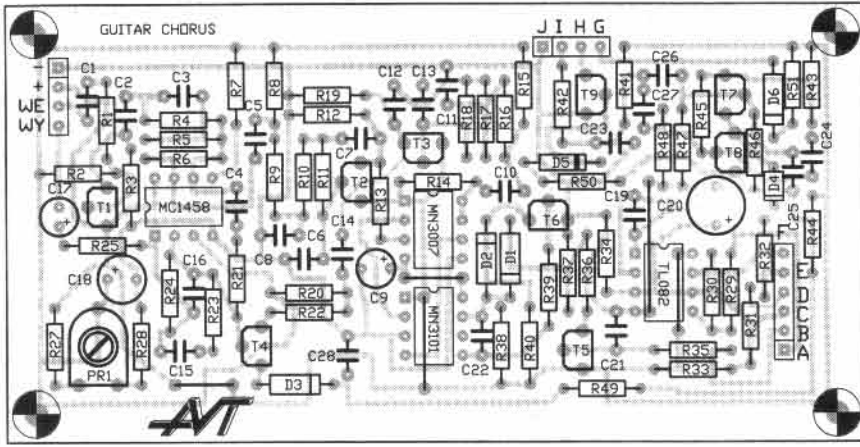
Montaż i uruchomienie

Na wkładce wewnętrznej numeru przedstawiono płytke drukowaną opracowaną dla chorusa, rozmieszczenie elementów na niej przedstawia rys.4. Na rys.5 znajduje się szczegółowy schemat montażowy układu.

Już po krótkim zapoznaniu się ze schematem blokowym chorusa, dochodzimy do wniosku, że warto uruchamiać płytkę etapami. Taka metoda - mimo, iż zajmuje dużo czasu - procentuje pełną kontrolą nad montowanym układem, co w przypadku bar-



Rys. 2. Schemat elektryczny Chorusa.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

dzię złożonych konstrukcji jest bardzo ważne. Proponuję zacząć montaż od wlotowania elementów obwodów: wejściowego, preemfazy i "sztucznego zera". Przy pomocy generatora sygnałów akustycznych i oscyloskopu sprawdzamy poprawność pracy tych członów układu. Potencjometr montażowy PR1 ustawiamy w środkowe położenie. Na końcówce 7 układu US3A powinniśmy otrzymać nieznacznie wzrastający ze wzrostem częstotliwości. Jeżeli zaobserwowaliśmy nierównomierne obcinanie wierzchołków sygnału przy dużym jego poziomie należy skorygować to potencjometrem PR1. W następnej kolejności montujemy i uruchamiamy obwody filtrów dolnoprzepustowych, które powinny mieć liniową charakterystykę przenoszenia do 7kHz

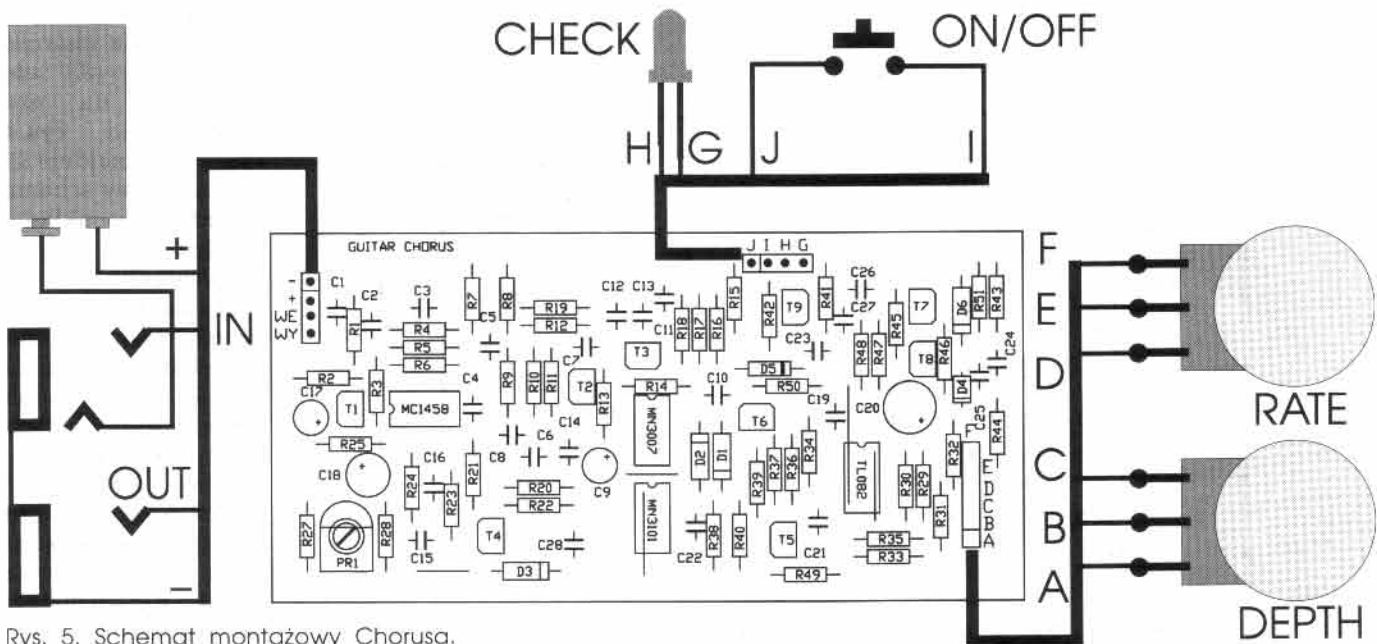
i wykazywać jej opadanie powyżej tej częstotliwości. Deemfaza wykazuje spadek wzmocnienia już od ok. 1kHz. Wraz tranzystorem T4 lutujemy elementy D3, C28 i R49. Po dołączeniu wolnej końcówki R49 do plusa zasilania, FET powinien wykazać między źródłem a drenem rezystancję rzędu setek omów. Dołączenie tej samej końcówki do masy spowoduje wzrost rezystancji źródła - dren do kilku megaomów. Kondensator C28 zapobiega stukom towarzyszącym zmianie wartości napięcia na bramce. Kolejnym etapem montażu płytki jest wlotowanie elementów przetrzownika i układu sterującego diodą LED. Uruchomienie tego fragmentu chorusa nie powinno sprawić żadnych kłopotów.

Czas teraz na najważniejsze człony naszej konstrukcji tj. ge-

nerator wolnych przebiegów, generator zegarowy i linię opóźniającą. Montażu i uruchomienia dokonujemy w wyżej wymienionej kolejności. Może zdarzyć się, iż generator przebiegu trójkątnego ma kłopoty ze wzbudzeniem. Warto w takim wypadku zmniejszyć wartość rezystora R29. Spowoduje to wzrost częstotliwości pracy generatora lecz można ten fakt zrekomensować zwiększeniem wartości kondensatora C19. Układy US1 i US2 po wlotowaniu pracują „od ręki”. Na samym końcu zostaje nam najprzyjemniejsza czynność czyli próby chorusa z gitarą i wzmacniaczem. Na tym etapie uruchamiania warto pamiętać o fakcie, iż chorus ma spory - jak na efekt gitarowy - pobór prądu (ok. 12 mA). Warto zatem przy konstruowaniu obudowy, zaplanować miejsce na gniazdo przyłączeniowe zasilacza sieciowego.

Wersja chorus - stereo

Chorus jest przystawką, która w prosty sposób pozwala na uzyskanie efektu stereofonicznego brzmienia gitary, choć nie tylko. Za pomocą chorusa można ustereofonicznie sygnały monofoniczne. Aby zrozumieć metodę tworzenia sygnału stereofonicznego z monofonicznego należy wspomnieć na czym polega fenomen słyszenia przestrzennego. Słuch ludzki pozwala na wychwycenie kierunku z którego nadchodzi dźwięki na dwa sposoby. Jeden,



Rys. 5. Schemat montażowy Chorusa.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R42: 1k Ω
 R2: 470k Ω
 R3, R5, R7, R9...R12, R17...R19,
 R23, R31, R33, R34: 10k Ω
 R4, R6, R21, R22, R24, R30: 47k Ω
 R8, R26, R45, R46: 100k Ω
 R13, R27, R28, R36, R37: 4,7k Ω
 R14, R43, R44, R47, R48: 56k Ω
 R15: 330k Ω
 R16: 20k Ω
 R20, R32, R41, R49, R50: 1M Ω
 R25: 470 Ω
 R29, R39: 33k Ω
 R35: 220k Ω
 R38: 150k Ω
 R40, R51: 2,7k Ω
 PR1: 10k Ω
 P1, P2: 100k Ω

Kondensatory

C1: 47nF
 C2: 220nF
 C3, C12, C23: 5,6nF
 C4: 150pF
 C5: 33nF
 C6, C11: 3,3nF
 C7: 8,2nF

C8, C13, C24, C25: 470pF
 C9: 1 μ F/16V
 C10, C14, C28: 68nF
 C15: 6,8nF
 C16: 120pF
 C17: 10 μ F/16V
 C18: 47 μ F/16V
 C19: 100nF
 C20: 22 μ F/16V
 C21: 4,7nF
 C22: 47pF
 C26, C27: 220pF

Półprzewodniki

T1, T2, T3: BC413B
 T4: BF245
 T5, T6, T7, T8, T9: BC547
 US1: MN3007
 US2: MN3101
 US3: MC1458
 US4: TL082
 D1...D5: 1N4148
 D6: DZ5V1
 LED: dowolna

Różne

Gniazda Jack 6,3mm - 2 szt.
 włącznik monostabilny

zwany natężeniowym polega na określaniu kierunku dzięki różnicy w głośności (aby to sprawdzić wystarczy pokręcić potencjometrem balansu w posiadanym sprzęcie audio). Drugi - znacznie bardziej nas interesujący - nosi nazwę fazowego. Różnice w fazie - a więc w kolejności docierających do naszych uszu dźwięków - są bardzo ważną informacją dla mózgu, który na tej podstawie określa nie tylko kierunek, ale również wiele innych parametrów docierającej do nas fali akustycznej. Jeżeli zatem w jednym kanale umiejscowimy sygnał oryginalny a w drugim sygnał nieco różniący się od oryginalnego częstotliwością a przy tym przesunięty w fazie w stosunku do niego, otrzymamy w efekcie dźwięk przestrzenny bogaty w informacje czasowo - przestrzenne. Przeróbka naszego chorusa na efekt stereo jest bardzo prosta. Wystarczy przeciąć ścieżkę w punkcie zaznaczonym na schemacie literą „Z”. Z gniazda już istniejącego otrzymywać będziemy tylko sygnał po przetworzeniu. Drugi kanał uzyskamy poprzez równoległe dołączenie do wejścia dodatkowego gniazda służącego za wyprowadzenie sygnału oryginalnego. Jest to oczywiście najprostsza metoda na „ustereofonicznienie” chorusa - żądnym wrażeń eksperymentatorom polecam zbudowanie drugiego takiego urządzenia i wprzęgnięcie obu do łańcucha powstałego z efektów opisanych w poprzednich numerach EP.

Tomasz Wróblewski