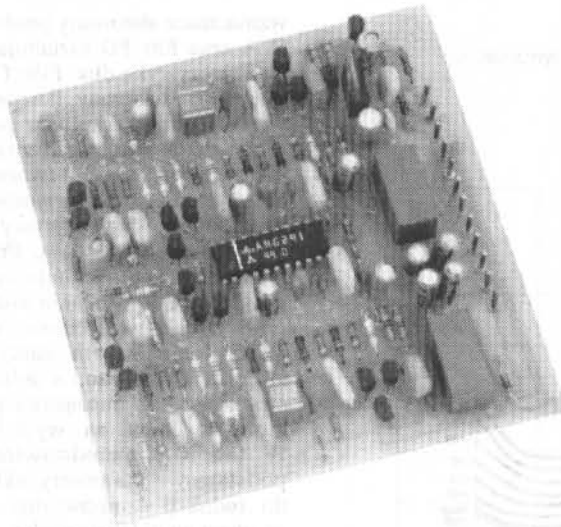


Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za poprawność tych projektów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie. Do niektórych projektów są opracowywane płytki drukowane, które następnie znajdują się w ofercie handlowej AVT. Projekty cieszące się znacznym zainteresowaniem zostaną opracowane w postaci kitów AVT. Prosimy o listy z uwagami nt. publikacji w tej rubryce.

Prosimy też o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 1 mln zł (brutto) za 1 sifonę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

W artykule przedstawiono opis urządzenia do redukcji szumów w magnetofonach kasetowych, oparty na systemie dbx II stosowanym w magnetofonach firmy Technics. Opracowany układ pozwala na zwiększenie dynamiki oraz redukcję szumów dużo większą niż stosowane w amatorskich magnetofonach systemu Dolby B. Prawdopodobnie wykonany układ pozwala na zwiększenie stosunku sygnał/szum o 25dB.

Układ redukcji szumów dbx II 007



Zasada działania układu

System dbx jest systemem komplementarnym, tzn. sygnał zostaje poddany dwukrotnej obróbce: raz przed zapisem na taśmę magnetyczną, a drugi raz przy odczycie sygnału z taśmy. Należy pamiętać, że sygnał zapisany w systemie dbx nie może być odtwarzany w innych systemach (np. Dolby B), gdyż wystąpią wtedy duże zniekształcenia dynamiki. Podobnie, sygnały nagrane w systemie Dolby B nie mogą być odtwarzane w systemie dbx. Obróbka sygnału w czasie zapisu polega na korekcji częstotliwości oraz zmianie dynamiki sygnału. Korekcja częstotliwości jest stosowana w celu lepszego wykorzystania taśm magnetycznych. Zmiana dynamiki lub inaczej zmiana proporcji amplitud sygnału wynosi w systemie dbx 2:1.

Opisany poniżej system dbx stanowi układ automatycznej regulacji wzmocnienia,

złożony z kompresora i ekspandora. Zapisany na taśmie magnetycznej sygnał foniczny o poziomie szumów 80dB zostałby odczytany z poziomem szumów 50dB. W ten sposób część sygnałów o małej amplitudzie zostaje zamaskowana szumem taśmy. W celu obniżenia poziomu szumów wprowadzanych przez magnetofon doprowadza się zapisywany sygnał foniczny do kompresora. Kompresor jest wzmacniaczem o wzmocnieniu regulowanym automatycznie w taki sposób, że sygnały o dużej amplitudzie są obniżane, a sygnały o małej amplitudzie są wzmacniane. Gdy zmiany amplitudy sygnału zapisywanego na wejściu kompresora wynoszą np. 80dB, wówczas zmiany tego sygnału na wyjściu kompresora wynoszą tylko 40dB.

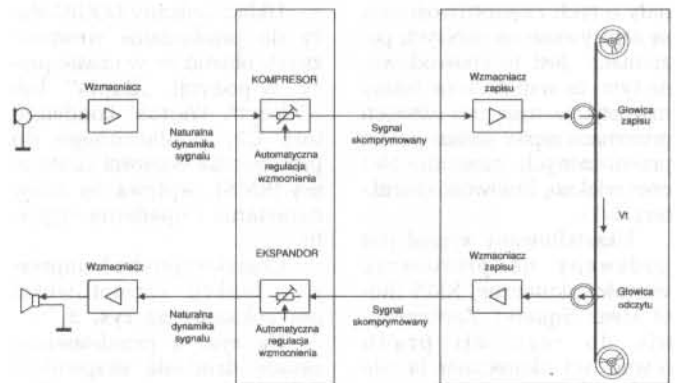
Poddany kompresji sygnał foniczny jest zapisywany na taśmie magnetycznej przy pełnym namagnesowaniu - małe sygnały powodują teraz silniejsze wystereowanie taśmy

magnetycznej. Tak zapisana taśma daje przy odczycie sygnał o zniekształconej dynamice. Aby przywrócić takie same proporcje sygnału, podczas odtwarzania stosuje się ekspandor.

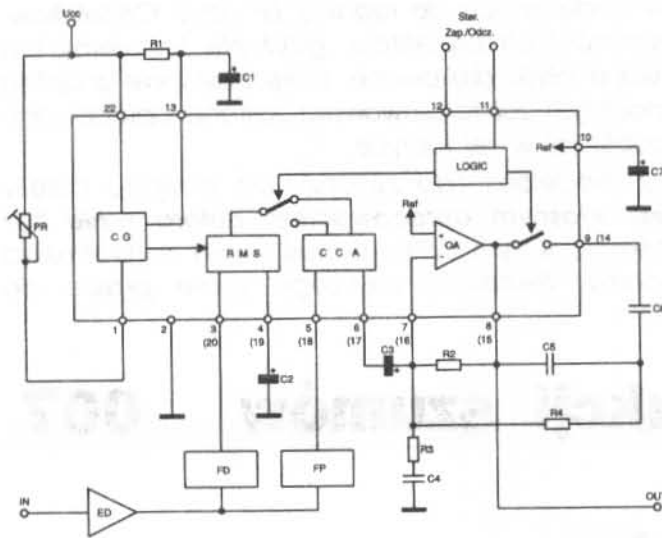
Schemat blokowy urządzenia do nagrywania i odtwarzania dźwięku w systemie dbx przedstawiono na rys. 1. Ekspandor jest również

wzmacniaczem o regulowanym wzmocnieniu, który posiada charakterystykę odwrotną w stosunku do kompresora, czyli sygnały o niższej amplitudzie są w mniejszym stopniu wzmacniane niż sygnały o dużej amplitudzie. Mniejsze wzmocnienie sygnałów o niskiej amplitudzie powoduje równocześnie obniżenie poziomu szumów.

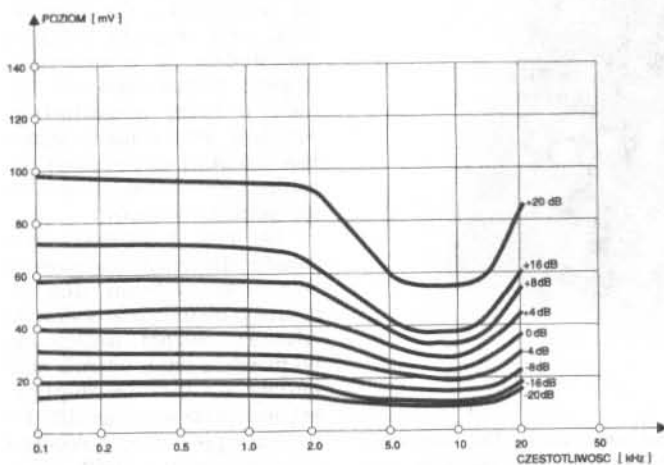
Na rys. 2 przedstawiono zasadę działania kompresora dynamiki systemu dbx II, opartego na układzie scalonym AN6291. Sygnał wejściowy, po przejściu przez wtórnik emiterowy ED (Emitter duplicate), jest podawany na filtr FP tworzący preemfazę, polegającą na zwiększeniu o 10dB amplitud składowych zapisywanego sygnału fonicznego wyższych częstotliwości. Tak uformowany sygnał jest podawany na wzmacniacz sterowany prądem CCA (Current Control Amplifier) o regulowanym wzmocnieniu. Z wyjścia CCA, poprzez wzmacniacz operacyjny OA (Operational Amplifier), syg-



Rys. 1. Schemat blokowy urządzenia do nagrywania i odtwarzania dźwięku z zastosowaniem kompresora i ekspandora)



Rys. 2. Schemat strukturalny kompresora dynamiki na przykładzie układu scalonego AN6291



Rys. 3. Charakterystyka kompresji w funkcji częstotliwości

nał jest podawany na wyjście układu dbx. Pobierany z wyjścia sygnał jest kształtowany w filtrze FD o charakterystyce zgodnej z dbx. Polega ona na stopniowym obniżeniu do około 20dB sygnałów w zakresie częstotliwości od 16kHz do 20kHz powodując, że sygnały o tych częstotliwościach są zapisywane na niższych poziomach. Jest to spowodowane tym, że współczesne taśmy magnetyczne mają przy niższych poziomach zapisu szersze pasmo przenoszonych częstotliwości oraz większą liniowość charakterystyki.

Ukształtowany sygnał jest podawany na prostownik wartości skutecznej RMS (Root Mean Square). Zastosowanie do regulacji prądu o wartości skutecznej (a nie średniej lub szczytowej) powoduje, że układ jest mniej czuły na błędy i przesunięcia fazowe przy odczycie. Prostownik

RMS steruje wzmocnieniem wzmacniacza CCA. Źródło prądowe CG (Current Generator) służy do wytworzenia i stabilizacji prądu sterującego. W zależności od wartości tego prądu układ CCA wzmacnia lub osłabia sygnał wejściowy.

Układ logiczny LOGIC służy do przełączania wewnętrznych obwodów w czasie pracy w pozycji „Zapis” lub „Odczyt”. Wartość kondensatora C2, podłączonego do prostownika wartości skutecznej (RMS), wpływa na czasy narastania i opadania sygnału.

Charakterystyka kompresji w funkcji częstotliwości jest pokazana na rys. 3.

Na rys. 4 przedstawiono zasadę działania ekspandora dynamiki systemu dbx. W tym przypadku sygnał wejściowy jest podawany poprzez wtórnik emiterowy ED na

Tab. 1. Parametry układu scalonego AN6291

Parametr	Warunki pomiaru	Wartość	Jednostka
Napięcie zasilania	-	1,8...14	V
Pobór prądu	-	5	mA
Maksymalne napięcie wyjściowe	Zapis $h=1\%$ $f=1\text{kHz}$ Odczyt $h=1\%$ $f=1\text{kHz}$	150 450	mV
Współczynnik zawartości harmonicznych	Uwy = +14dB $f=1\text{kHz}$	0,15	%
Szumy wyjściowe	Odczyt - wejście zwarte do masy	3	μV
Przesłuch między kanałami	Wejście mierzonego kanału zwarte do masy, a na wyjściu drugiego sygnał 200mV, 1kHz	60	dB
Zakres dynamiki	-	100	dB
Znamionowe napięcie wejściowe	Zapis-Odczyt poziom 0dB	30	mV

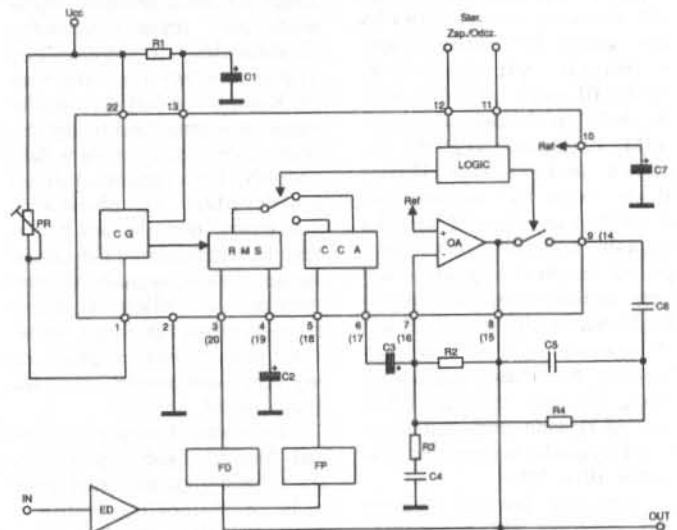
wzmacniacz sterowany prądem CCA oraz filtr FD kształtujący charakterystykę dbx. Filtr C6, R4 zostaje włączony (kluczem wewnętrznym układu) w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza wyjściowego, tworząc układ deemfazy przywracający prawidłową charakterystykę na wyjściu ekspandora. Przy takim połączeniu układu sygnały, które w procesie kompresji zostały wzmocnione, zostaną teraz w tym samym stopniu osłabione, a jednocześnie zostanie zmniejszony poziom szumów na wyjściu. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe parametry układu redukcji szumów dbx II, opartego na układzie scalonym AN6291.

Opis układu

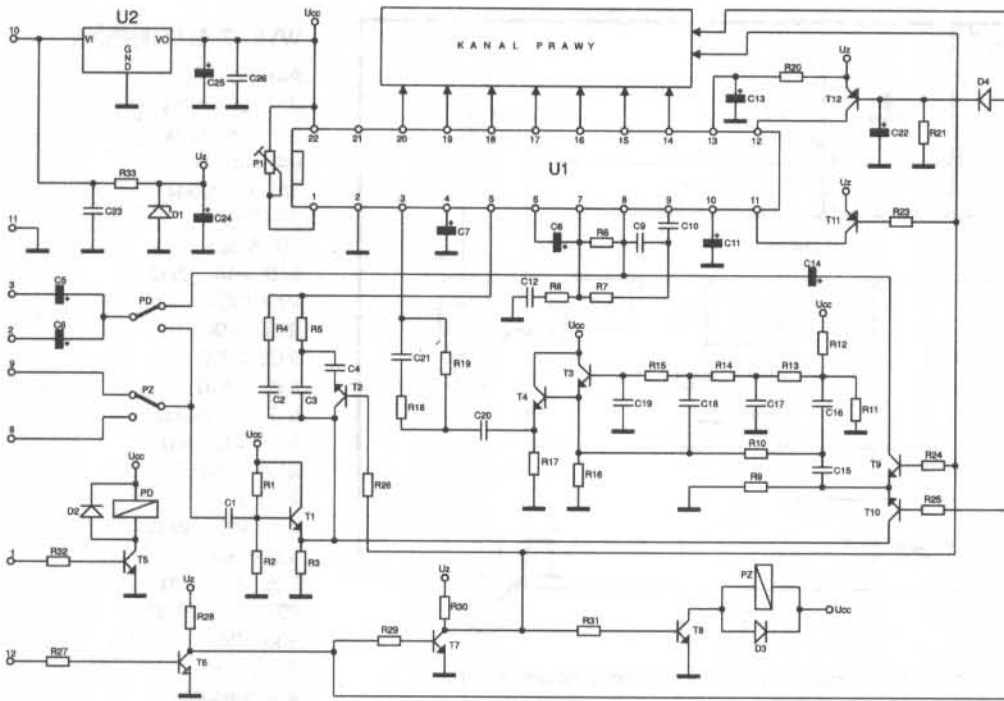
Na rys. 5 przedstawiono schemat elektryczny układu dbx. Obwody zasilania i sterowania przełącznikami „Zapis-Odczyt” i „dbx-Dolby” są wspólne dla dwóch kanałów.

Na rysunku przedstawiono tor sygnałowy dla lewego kanału. W pozycji „Zapis” sygnał wejściowy o poziomie 30mV (0dB) jest podawany przez wyprowadzenie 8 styku mikroprzełącznika PZ (Zapis-Odczyt), a następnie, przez kondensator separujący C1, na wtórnik emiterowy zbudowany na tranzystorze T1 i rezystorach R1, R2, R3. Sygnał z wyjścia wtórnika jest poddawany preemfazie w układzie T2, C3, C4, R5. Tranzystor T2 służy do włączania preemfazy w czasie zapisu i wyłączenia w czasie odczytu.

Poddany preemfazie sygnał wchodzi na wzmacniacz sterowany prądem w układzie scalonym U1 (n. 5). Z wyjścia układu scalonego U1 (n. 8) sygnał przez styk mikroprzełącznika PD (dbx-Dolby) jest podawany na wyjście zapisu (wyprowadzenie 2) i jednocześnie, przez tranzystor T9, na filtr kształtujący charakterystykę „dbx”. Filtr został zbudowany



Rys. 4. Schemat strukturalny ekspandora dynamiki



Rys. 5. Schemat układu redukcji szumów DBX II

wany na tranzystorach T3, T4 oraz elementach C16...C19, R10, R13...R17. Z wyjścia filtru (emiter T4) sygnał podany dodatkowej preemfazie (R18, R19, C21) wchodzi na wejście prostownika (RMS) wewnątrz układu U1 (n. 3).

Kondensator C7 ustala czasu narastania i opadania sygnału poddawanego kompresji. Czas narastania sygnału powinien być krótszy niż czasu wzrostu amplitud dźwięków przenoszonych przez tor foniczny. Czasy narastania dźwięków wynoszą 10...300ms, dlatego stała czasowa regulacji powinna być niższa. Jednak zbyt mała stała czasowa powoduje zniekształcenia sygnałów małej częstotliwości wskutek działania regulacji wzmocnienia.

W procesie odczytu sygnał z wyprowadzenia 9 przez styki PZ i wtórnik emiterowy z tranzystorem T1 jest doprowadzony do wejścia wzmacniacza sterowanego prądem (n. 5). Tranzystor T2 wyłącza obwód preemfazy. Jednocześnie sygnał z wtórnik emiterowego przez tranzystor T10 wchodzi na filtr „dbx” i dalej na prostownik RMS. Wewnętrzny klucz elektroniczny w układzie scalonym U1 włącza w obwód sprzężenia zwrotnego wzmacniacza wyjściowego filtr deemfazy (elementy C10, R7). Sygnał z wyjścia U1 (n. 8) przez styk mikroprzełącznika PD jest podawany na wyjście odczytu (wyprowadzenie 3).

Sterowanie procesem „Zapis-Odczyt” polega na podaniu napięcia stałego na wyprowadzenie 12 w stanie „Zapis”. Rezystor R27 dobiera się w zależności od wielkości na-

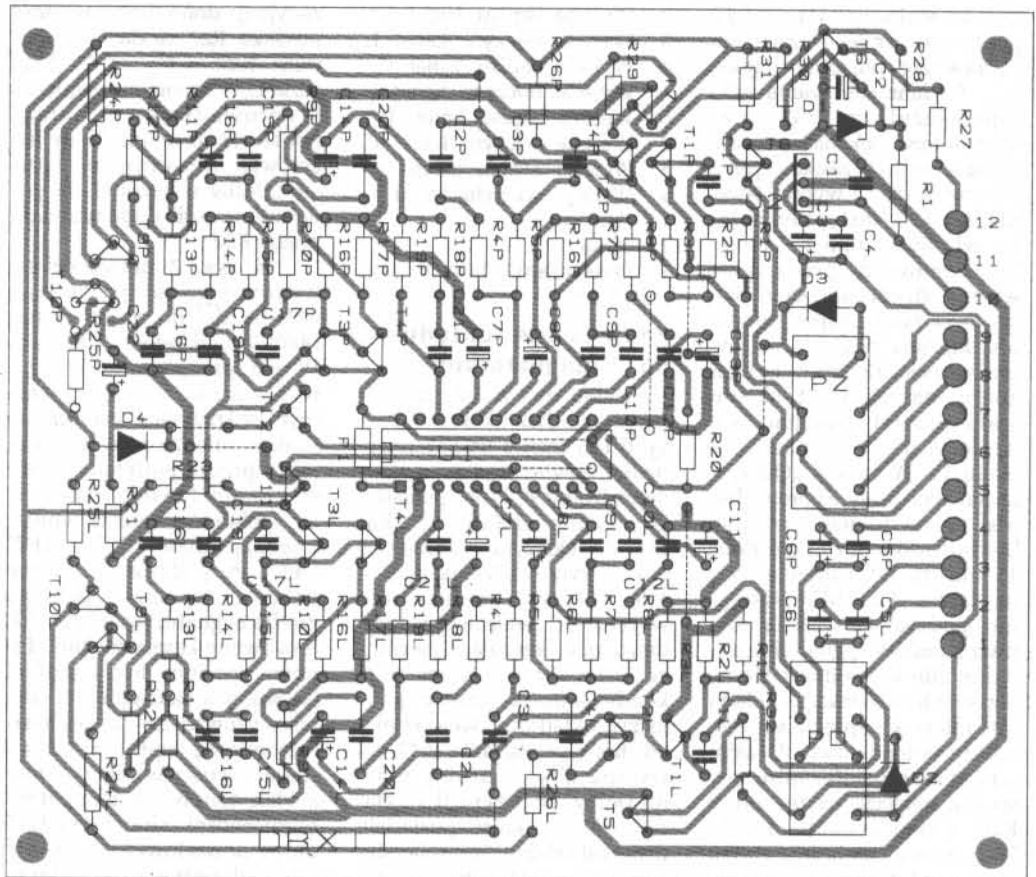
pięcia sterującego. Tranzystory T6, T7 sterują przełączeniem obwodów zewnętrznych, a tranzystor T8 steruje mikroprzełącznikiem PZ. Tranzystory T11, T12 służą do wy-

tworzenia sygnałów sterujących dla wewnętrznych układów logicznego LOGIC. Sterowanie przełącznikiem „dbx-Dolby” polega na podaniu napięcia stałego na wyprowadzenie 1 w stanie „Dolby”, które przełącza stykiem mikroprzełącznika PD sygnał wejściowy.

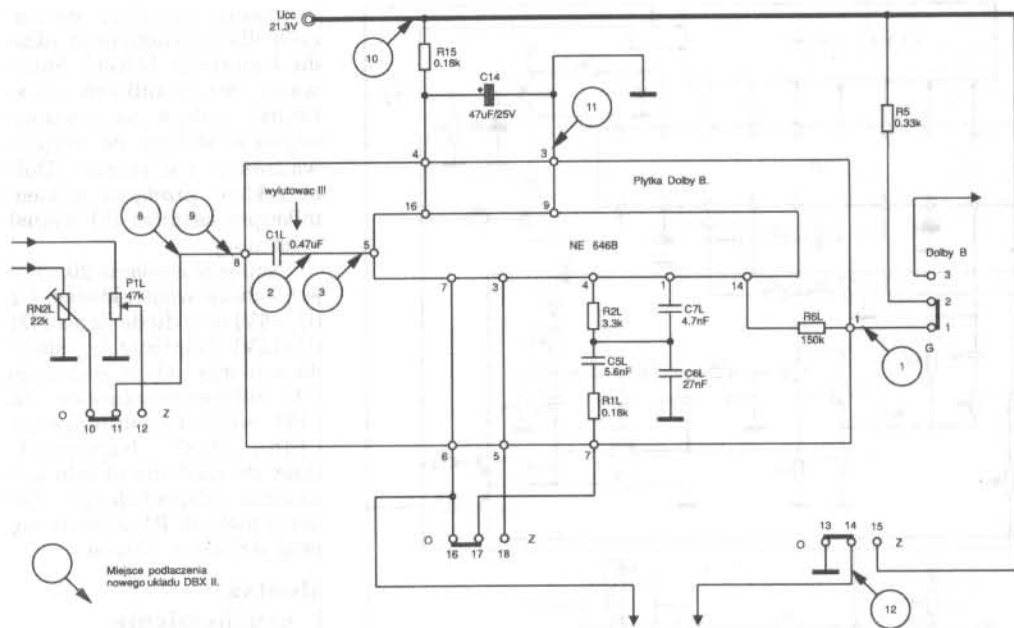
Napięcie zasilania 20...35V jest stabilizowane układem U2 ($U_{cc}=5V$) oraz diodą Zenera D1 ($U_c=12V$). Napięcie U_{cc} służy do zasilania układu scalonego U1, mikroprzełączników PZ i PD, wtórnik emiterowego i filtru „dbx”. Napięcie U służy do zasilania układu sterowania „Zapis-Odczyt”. Potencjometrem P1 ustawia się próg działania układu.

Montaż i uruchomienie

Rysunek 6 przedstawia mozaikę ścieżek na płytce drukowanej i rozmieszczenie elementów na tej płytce. Montaż układu należy rozpocząć od wlutowania mostków, a następnie rezystorów. Następnie należy zamontować diody, kondensatory i tranzystory. Tranzystory T1, T2 powinny być niskoszumowe (np.



Rys. 6. Płytką drukowaną układu



Rys. 7. Fragment schematu magnetofonu M8015 oraz miejsca podłączenia nowego układu

BC414, BC550). Pozostałe tranzystory mogą być dowolnego typu, jednak o dużym wzmocnieniu (grupa C).

Stabilizator U2 należy zamontować na płaskim radiatorze o powierzchni 12cm² (2x6cm). Po wlutowaniu wszystkich elementów, oprócz układu scalonego U1, należy podłączyć napięcie zasilania i sprawdzić poziomy napięcie U_{cc}, U_Z oraz sterowanie mikroprzełącznikami PD i PZ. Można tego dokonać poprzez podanie napięcia zasilania przez rezystor 10kΩ na wyprowadzenia 1 i 12. Następnie należy wlutować układ scalony U1 i sprawdzić przełączanie wewnętrznych obwodów pracy. W pozycji „Zapis” (podanie napięcia zasilania na wyprowadzenie 12 przez rezystor 10kΩ), na nóżce 11 układu scalonego U1 powinno być napięcie 0V, a na nóżce 12 około 5V. W pozycji „Odczyt” (zwarcie do masy wyprowadzenia 12 na płytce) powinno być odwrotnie, czyli na nóżce 11 układu U1 napięcie 5V, a na nóżce 12 - 0V. Następnie, podając na wejścia obydwu kanałów sygnał sinusoidalny 20mV i podłączając na rezystor R20 (nóżka 13 układu U1) miernik napięcia stałego, należy potencjometr P1 ustawić w takim położeniu, aby spadek napięcia na rezystorze R20 wynosił około 15mV. W miejsce potencjometru można wlutować później rezystor o odpowiedniej wartości. Dołączając do wyjścia

układu miernik lub oscyloskop można sprawdzić charakterystyki zapisu i odczytu w funkcji częstotliwości w zakresie 20Hz do 20kHz.

Opis wyprowadzeń układu:

- 1 Przełączanie funkcji „dbx - Dolby”
- 2 Wyjście zapisu kanał L
- 3 Wyjście odczytu kanał L
- 4 Wyjście zapisu kanał P
- 5 Wyjście odczytu kanał P
- 6 Wejście zapisu kanał P
- 7 Wejście odczytu kanał P
- 8 Wejście zapisu kanał L
- 9 Wejście odczytu kanał L
- 10 Zasilanie
- 11 Masa
- 12 Przełączanie funkcji „zapis-odczyt”

Podłączenie układu do magnetofonu

Układ dbx należy umieścić w pobliżu układów Dolby B lub Dolby BC. W przypadku magnetofonów z układami Dolby B, które posiadają wspólne wejście dla „Zapisu” i „Odczytu”, trzeba zerwać wyprowadzenia nr 2-3, 4-5, 6-7, 8-9, a następnie wylutować wejściowe kondensatory separujące na płytce Dolby B. W miejsce tych kondensatorów należy podłączyć układ dbx: wejścia dbx od strony przełącznika Z/O, zaś wyjścia dbx od strony układu Dolby. W przypadku układów Dolby, które posiadają dwa oddzielne wejścia dla „Zapisu” i „Odczytu”, należy wylutować wejściowe kondensatory separujące na płyt-

ce Dolby i w ich miejsca podłączyć odpowiednio wejścia i wyjścia układu dbx. Wyprowadzenie 12 należy podłączyć do anody diody lub żarówki sygnalizującej funkcję „Zapis”. Włączając funkcję „Zapis” i mierząc napięcie na żarówce lub diodzie sygnalizacyjnej dobieramy wartość rezystora R27 zgodnie ze wzorem: $R27 = U_D - 0,7$ [kΩ], gdzie U_D - zmierzone napięcie. Wyprowadzenie 1 należy podłączyć na anodę diody lub żarówkę sygnalizującej funkcję „Dolby włączone”. W podobny sposób dobieramy rezystor R32.

Na rys. 7 przedstawiono typowy przykład podłączenia układu dbx do magnetofonu M8015 z układem Dolby B. W tym przypadku do sterowania funkcją „Zapis - Odczyt” wykorzystano napięcie zasilające między innymi generatorem prądu podkładu, a do sterowania funkcją „dbx/Dolby” pobrano napięcie wprost z przełącznika „Dolby ON/OFF”. Po podłączeniu należy dokonać nagrania z dobrego źródła sygnału, np. płyty CD. Stosowane kasetki magnetofonowe powinny być wysokiej jakości, a w szczególności charakterystyką zapisu w funkcji częstotliwości w zakresie wysokich tonów. Duże nierównomierności charakterystyki mogą powodować obniżenie lub nadmierne uwypuklenie wysokich tonów.

Andrzej Ściśllicki

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2: 100kΩ
- R3, R16: 3.3kΩ
- R4, R6: 15kΩ
- R5, R7: 4.7kΩ
- R8: 150Ω
- R9: 8.2kΩ
- R10, R14: 33kΩ
- R11: 240kΩ
- R12: 150kΩ
- R13: 4.7kΩ
- R15: 6.8kΩ
- R17, R2: 3.3kΩ
- R18, R20: 1kΩ
- R19: 10kΩ
- R21: 27kΩ
- R23, R29: 56kΩ
- R2: 68kΩ
- R25, R3: 22kΩ
- R27, R32: 510Ω
- R33: 750Ω
- P1: 2.2kΩ

Kondensatory

- C1: 220nF
- C2: 680nF
- C3: 470pF
- C4, C10: 22nF
- C5, C6: 1μF/16V
- C7, C13: 10μF/16V
- C8: 47μF/16V
- C9: 390pF
- C11: 1μF/16V
- C12: 4.7nF
- C14: 10μF/16V
- C15, C16: 100nF
- C17, C18: 3.3nF
- C19: 330pF
- C20: 330nF
- C21: 33nF
- C22: 22μF/16V
- C23: 470nF
- C24, C25: 22μF/16V
- C26: 100nF

Półprzewodniki

- D1: C12, dioda Zenera
- D2: BAVP18
- D3, D4: BAVP18
- T1: BC414
- T2...T10: BC237
- T11, T12: BC307
- U1: AN6291
- U2: LM7805

Różne

- PZ, PD: przekaźnik V23042-A (Siemens)

Uwaga! Płytki drukowane do tego układu są dostępne w ofercie AVT pod oznaczeniem AVT-220.