

Gramofon cyfrowy CDF-001 (1)

mgr inż. Stanisław Banaszewski
mgr inż. Sławomir Świątek

Gramofon cyfrowy CDF-001 jest pierwszym polskim urządzeniem, przeznaczonym do odtwarzania płyt standardu Compact Disc Digital Audio (prod. Zakładów Radiowych FONICA). Nazwy „gramofon” używamy z pełną premedytacją — z punktu widzenia użytkownika urządzenie to wykonuje funkcje gramofonu, tj. odczytuje informacje zapisane na płycie i przekształca je na sygnał elektryczny, zdolny do wystrojenia tradycyjnych przetworników elektroakustycznych, jak słuchawki lub głośniki. Wszystkie funkcje dodatkowe, jak programowanie odtwarzania, powtarzanie, wyświetlanie informacji itp. wynikają z właściwości cyfrowego systemu zapisu informacji.

Gramofon cyfrowy CDF-001 skonstruowano w postaci elementu wieży hifi z czołowym ładowaniem płyty. Wszystkie manipulatory wyprowadzono na płytę czołową, jedynie gniazda do połączenia ze wzmacniaczem znajdują się na ścianie tylnej. Gramofon realizuje następujące funkcje:

- wysuwanie i chowanie szuflady do ładowania płyty
- (OPEN/CLOSE),
- odtwarzanie i przerywanie odtwarzania (PLAY/PAUSE),
- konstruowanie programu odtwarzania (MEMORY),
- przeszukiwanie w przód i w tył odtwarzanego utworu (NEXT/FF, BACK/FB),
- przeskakiwanie w przód i w tył w poszukiwaniużądanego utworu (NEXT/FF, BACK/FB),
- powtarzanie odtwarzania całej płyty, bądź znajdującego się w pamięci programu (REPEAT),
- zatrzymanie gramofonu i skasowanie programu oraz
- wszelkich nastaw (STOP/CM).

Realizacja powyższych funkcji jest sygnalizowana na wyświetlaczu, zbudowanym z sześciu cyfr i trzech diod LED. Cyfry wskazują:

- po włożeniu płyty i zamknięciu szuflady: liczbę utworów na płycie oraz łączny czas programu w minutach i sekundach;
- podczas odtwarzania: numer odtwarzanego utworu i czas upływający od jego początku.

Diody LED sygnalizują:

- wciśnięcie przycisku PAUSE, tj. chwilowe przerywanie odtwarzania (bez kasowania programu);
- wciśnięcie przycisku REPEAT, tj. powtarzanie odtwarzania płyty lub programu;
- odtwarzanie płyty według nastawionego uprzednio programu (MEMORY).

Gramofon wyposażono w znajdujące się na płycie czołowej gniazdo typu JACK 6,3 mm do przyłączenia słuchawek. Poziom sygnał jest regulowany potencjometrem, dostępnym dla użytkownika.

Dane techniczne

Napięcie zasilania:	220 V $\pm$ 10%, 50Hz
Pobór mocy:	12 W max
Wymiary:	420 $\times$ 80 $\times$ 285 mm
Masa:	3,7 kg
Laser:	półprzewodnikowy (λ = 780 nm)
Odczyt:	głowica laserowa trójstrumieniowa
Korekcja błędów:	CIRC (ang. Cross Interleave Redd Solomon Code)
Prędkość wirowania płyty:	200 $\rightarrow$ 500 obr./min (1,2 m/s do 1,4 m/s — stała prędkość liniowa odtwarzania)
Liczba kanałów:	2
Przetwornica c/a:	16-bitowy liniowy
Charakterystyka częstotliwości:	10 Hz $\rightarrow$ 20 kHz
Stosunek sygnał/szum:	> 108 dB
Dynamika:	> 90 dB
Seperacja kanałów:	> 93 dB
Zniekształcenia nieliniowe:	< 0,04%
Poziom sygnału wyjściowego:	2 V/10 k Ω
Kołysanie dźwięku:	niemierzalne

Opis gramofonu

Konstrukcja elementów odczytu i toru przetwarzania sygnałów gramofonu cyfrowego jest oparta na nowoczesnych podzespołach i układach scalonych o bardzo wielkim stopniu scalenia produkcji firmy Sony. Sygnał elektryczny w całym torze jest przetwarzany przez układy cyfrowe.

Schemat blokowy gramofonu przedstawiono na rys. 1.

Można wyróżnić następujące bloki.

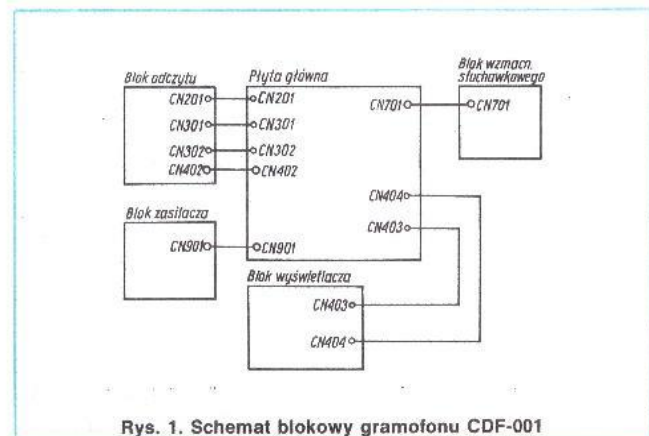
Blok odczytu (ang. pick-up) — zawiera głowicę laserową wraz z mechanizmem napędu. Głowica laserowa zawiera we wspólnej obudowie laser półprzewodnikowy, układ optyczny i fotodetektor. Promień laserowy odbity od śladu zapisu trafia do fotodetektora.

Blok zasilacza (ang. power supply) — zawiera transformator, bezpiecznik i wyłącznik.

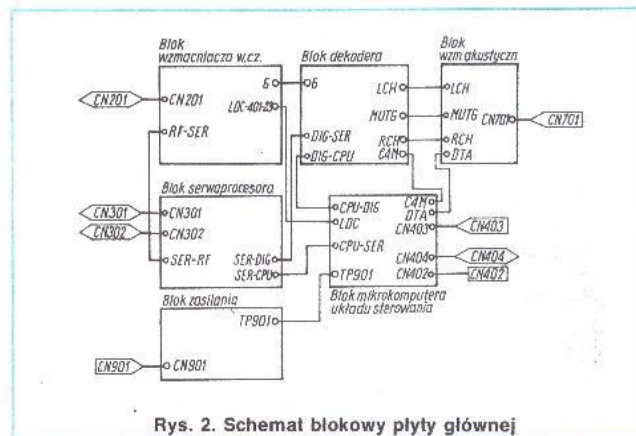
Blok wyświetlacza i przycisków eksploatacyjnych (ang. display, control) zapewnia sterowanie pracy urządzenia i wyświetlanie informacji o zawartości płyty, czasie odtwarzania itp. Istnieje możliwość wybrania tytułów i kolejności odtwarzania.

Blok wzmacniacza słuchawkowego (ang. headphone amp) zapewnia możliwość odsłuchu indywidualnego na słuchawkach.

Płyta główna (ang. main PCB), przedstawiona na rys. 2, zawiera większość istotnych elementów elektroniki. Można ją podzielić na następujące bloki funkcjonalne:



Rys. 1. Schemat blokowy gramofonu CDF-001



Rys. 2. Schemat blokowy płyty głównej

- blok wzmacniacza w. cz. (ang. R-F amp.) zawierający układy przetwarzania sygnału z głowicy, wzmacniacze sygnałów błędów ogniskowania (ang. focus) i śledzenia (ang. tracking);
- blok dekodera (ang. digital processor) podstawowy blok realizujący przetwarzanie sygnału cyfrowego z płyty na sygnał sterefoniczny m. cz. Ten blok wykonuje: dekodowanie sygnału cyfrowego, regenerację sygnału taktującego, wykrywanie i korekcję błędów, interpolację, filtrowanie (filtrem cyfrowym), przetwarzanie sygnału cyfrowego na analogowy;
- blok wzmacniacza akustycznego (ang. audio) zapewniający wymagany poziom wyjściowego sygnału akustycznego;
- blok serwoprocera (ang. servo) zapewniający kontrolę i korekcję prędkości odczytu, zbieżności ogniskowania strumienia laserowego na powierzchni płyty i utrzymywanie go w śladzie zapisu;

- blok mikrokomputera układów sterowania (ang. CPU) zawierający 4-bitowy mikrokomputer jednoukładowy, sterujący pracą urządzenia i reagujący na sygnały przesyłane przez użytkownika;
- blok zasilania (ang. supply) — zawierający część zasilacza, obejmującą prostownik i stabilizator.

Opis konstrukcji

Głowica z mechanizmem napędu (rys. 3).

W gramofonie zastosowano trójstrumieniową głowicę optyczną firmy Sony. Jak wiadomo są dwa rodzaje głowic optycznych: jednostrumieniowe i trójstrumieniowe. Głowica trójstrumieniowa wymaga dodatkowych elementów w torze optycznym oraz bardziej złożonego układu fotodetektora. Zapewnia jednak większą precyzję śledzenia i lepszą odporność na zakłócenia mechaniczne.

Głowica optyczna odczytuje ścieżkę informacyjną o szerokości 0,6 μm . Strumień laserowy wewnątrz

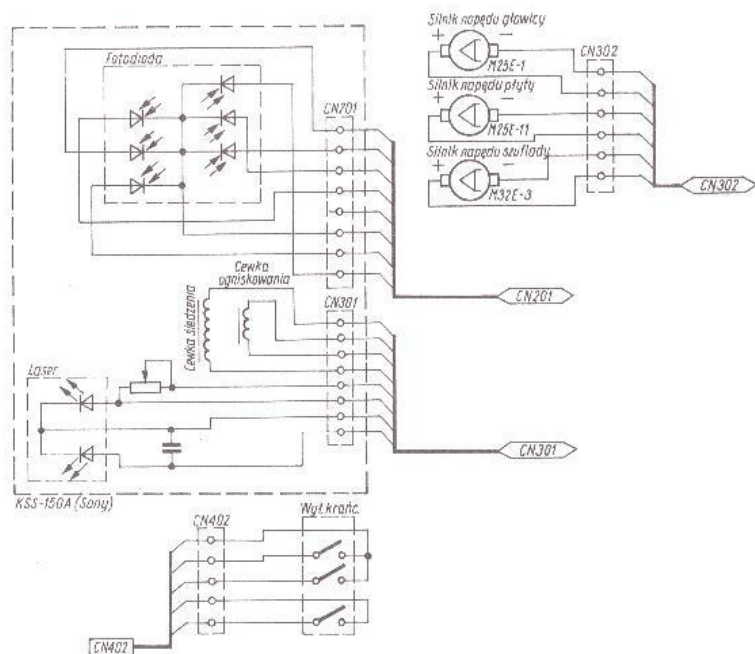
głowicy zostaje rozszczepiony przez siatkę dyfrakcyjną na strumień główny i dwa pomocnicze. Główny strumień po odbiciu od powierzchni płyty przechodzi przez tor optyczny i pada na cztery fotodetektory. Ich zadaniem jest wytworzenie sygnału w. cz. oraz sygnału błędów ogniskowania. Strumienie dodatkowe, których zadaniem jest wytworzenie sygnału błędów śledzenia, padają na dwa pozostałe fotodetektory. Wytworzone sygnały są przesyłane magistralą CN 201 do wzmacniacza w.cz. Sygnały ogniskowania, śledzenia i prądu lasera są przesyłane magistralą CN 301 do odpowiednich cewek i diody laserowej. Dioda laserowa charakteryzuje się dużym ujemnym współczynnikiem temperaturowym strumienia świetlnego przy sterowaniu prądem stałym. Przez regulację prądu diody laserowej wzmacniacz w.cz. zapewnia stałe natężenie strumienia świetlnego. W tym celu we wspólnej obudowie z diodą laserową umieszczono fotodiode wystawiającą wzmacniacz automatycznej kontroli mocy lasera.

Układ stabilizacji głowicy optycznej składa się z serwomechanizmu zawierającego cewki ogniskowania (ang. focus) i śledzenia (ang. tracking); jest sterowany przez serwoprocera. Wyłączniki krańcowe sygnalizują wysunięcie oraz schowanie szuflady. Informacja ta jest przesyłana magistralą CN 402 do mikrokomputera sterującego.

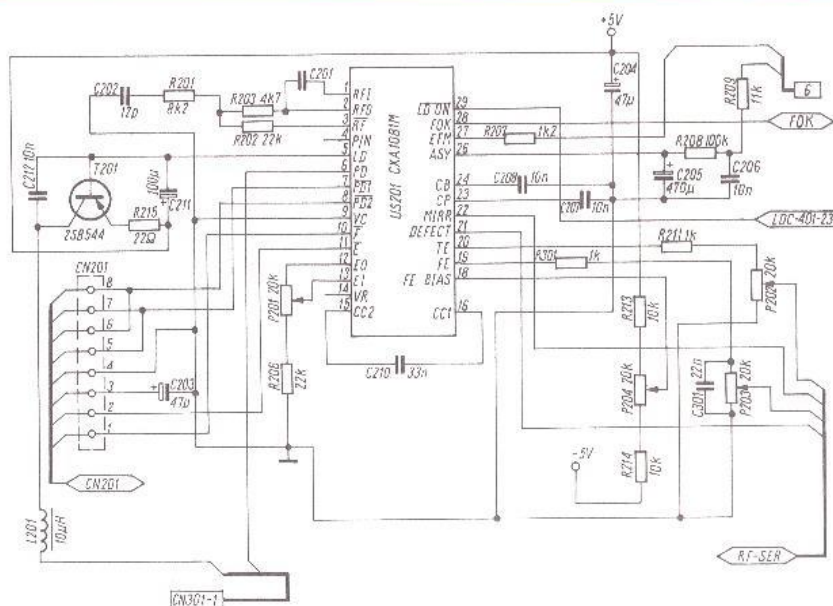
Na rys. 3 pokazano następujące silniki:

- napędu głowicy (ang. feed motor) sterowany przez serwoprocera,
- napędu płyty (ang. disc motor) sterowany przez procesor cyfrowy,
- napędu szuflady (ang. tray motor) sterowany przez mikrokomputer jednoukładowy.

Silniki są połączone z płytą główną magistralą CN 302. Bezpośrednie sterowanie silników odbywa się przy użyciu wzmacniacza mocy.



Rys. 3. Schemat głowicy optycznej i mechanizmu napędu



Blok wzmacniacza w.cz.

Na rys. 4 przedstawiono schemat wzmacniacza w.cz. Sygnały w.cz. z fotodetektora są przesyłane magistralą CN 201 do wyprowadzeń 7 i 8 układu scalonego US201. Są one w nim wzmacniane i sumowane. Sygnał wejściowy, pochodzący z fotodetektorów, osiąga największą wartość wówczas, gdy strumień świetlny jest dokładnie zogniskowany na powierzchni płyty i pada na środek ścieżki. Gdy wiązka światła nie jest dokładnie zogniskowana lub pada na krawędź ścieżki, wówczas występuje asymetria oświetlenia fotodetektorów, a w konsekwencji zmniejszenie wartości sygnału wejściowego wzmacniacza w.cz.

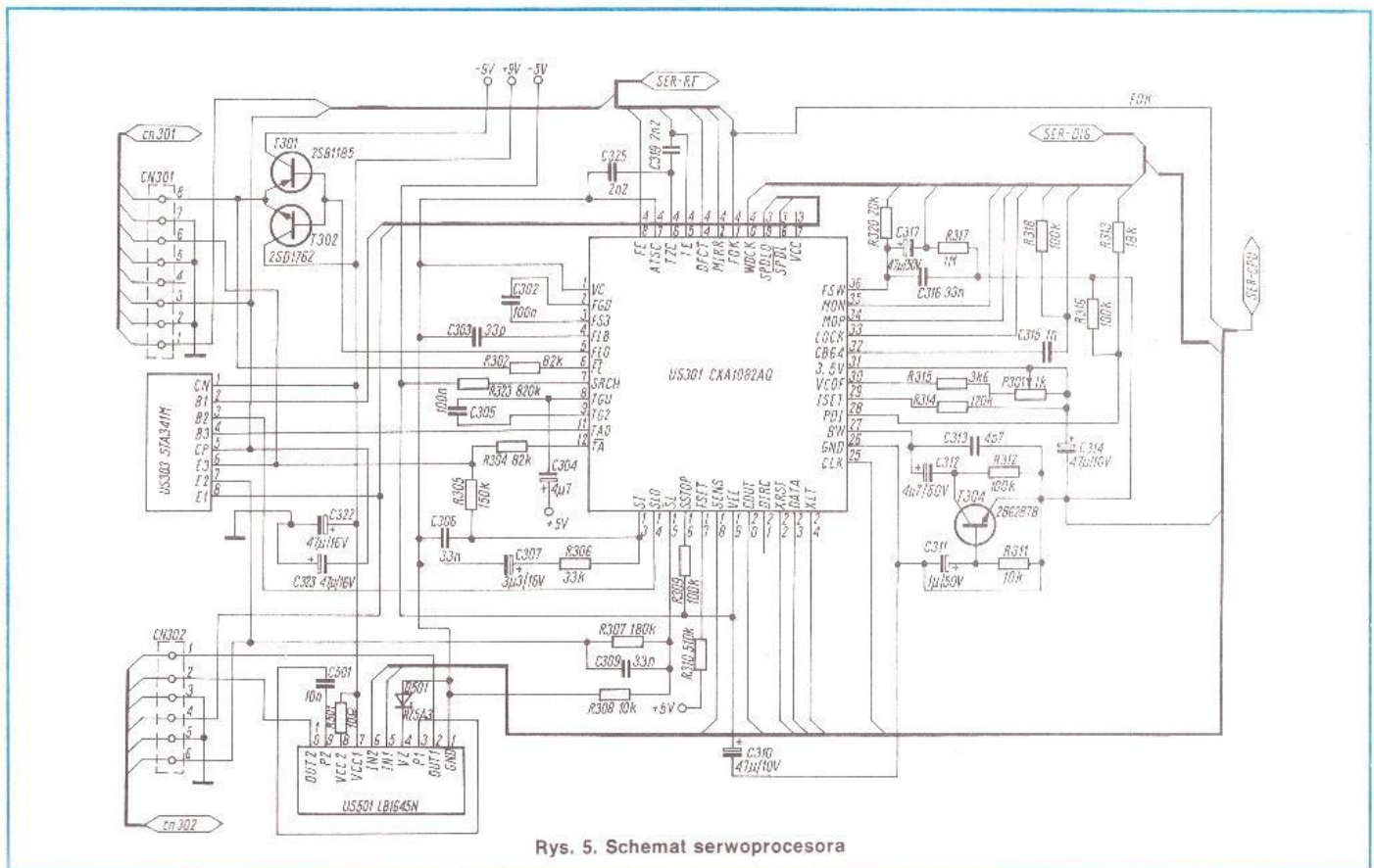
W układzie scalonym US201 zostaje wydzielona składowa stała sygnału z głowicy, od której zależy poprawność ogniskowania wiązki lasera na płycie. Składowa stała jest sumowana w komparatorze z napięciem odniesienia pochodzącym z bardzo stabilnego źródła wewnętrznego. Suma tych napięć jest porównywalna z zerem i w zależności od wyniku porównania na wyjściu komparatora (wyprowadzenie 28) występuje stan logiczny H lub L. Sygnał zawierający tę informację jest doprowadzony do serwoprocesora. Na jego podstawie jest generowana komenda włączenia serwoogniskowania. Układ US201 wytwarza tzw. sygnał lustra (wyprowadzenie 22), którego zadaniem jest ocena jakości śledzenia ścieżki. Jeżeli plamka jest zogniskowana na ścieżce, sygnał lustra ma poziom L, jeżeli natomiast plamka znajduje się między ścieżkami, to poziom H. Na wyprowadzeniu 21 jest generowany sygnał defektu lustrzanego o czasie trwania $0,1 \div 1,4$ ms. Sygnał ten jest wytwarzany w celu wykrywania defektów zwierciadlanych płyty i przesyłany do serwoprocesora. Niesymetria płyty, powstała w procesie produkcji, jest korygowana przez sygnał EFM generowany na wyprowadzeniu 27. Jest on przesyłany do serwoprocesora. Z wyprowadzenia 19 jest doprowadzony do serwoprocesora sygnał błędu ogniskowania. Regulacji jego wzmocnienia dokonuje się za pomocą

potencjometru P203. Ustawienia rzeczywistego zera sygnału ogniskowania (gdy ogniskowanie jest idealne) dokonuje się potencjometrem P204. Sygnał błędu śledzenia ścieżki jest wytwarzany na wyprowadzeniu 20 i przesyłany do serwoprocesora. Jego wzmocnienie jest regulowane potencjometrem P202. Potencjometrem P201 reguluje się równowagę sygnałów strumieni dodatkowych pochodzących z głowicy. Ustawienie tego potencjometru powinno być takie, aby sygnał błędu śledzenia ścieżki był równy zero wówczas, gdy promień laserowy osiągnie środek ścieżki. Do wyprowadzenia 29 układu US201 jest doprowadzany z mikrokomputera sygnał włączający diodę laserową. Układ scalony US201 ma bipolarną wewnętrzną strukturę półprzewodnikową.

Blok serwoprocesora

Schemat serwoprocesora przedstawiono na rys. 5. Układ scalony US301 steruje proces ogniskowania, śledzenia ścieżki oraz ruch głowicy, a także wytwarza sygnał umożliwiający zliczenie ścieżki podczas realizacji funkcji skoku. Ma on wewnętrzny układ logiczny, który po otrzymaniu rozkazów z mikrokomputera steruje pracą części analogowej. Z wyprowadzenia 18 jest doprowadzany do mikrokomputera sygnał potwierdzający wykonanie otrzymanych rozkazów. Rozkazy z mikrokomputera są przesyłane w postaci 8-bitowych słów do wyprowadzenia 23 serwoprocesora. Sterują one poszukiwanie ogniskowania, skoki o zadaną liczbę ścieżek, hamowanie itp.

W serwoprocesorze podlega przetworzeniu sygnał błędu ogniskowania doprowadzany ze wzmacniacza w.cz. Po przejściu przez wewnętrzny układ kompensacji fazy i wzmocnienia sygnał ten jest doprowadzany do wyprowadzenia 5, skąd po wzmocnieniu w stopniu mocy zawierającym tranzystory T301 i T302, steruje bezpośrednio cewkę ogniskowania. Sterowanie cewki śledzenia odbywa się z wyprowadzenia 11 serwoprocesora przez wzmacniacz mocy US303.



Rys. 5. Schemat serwoprocesora

