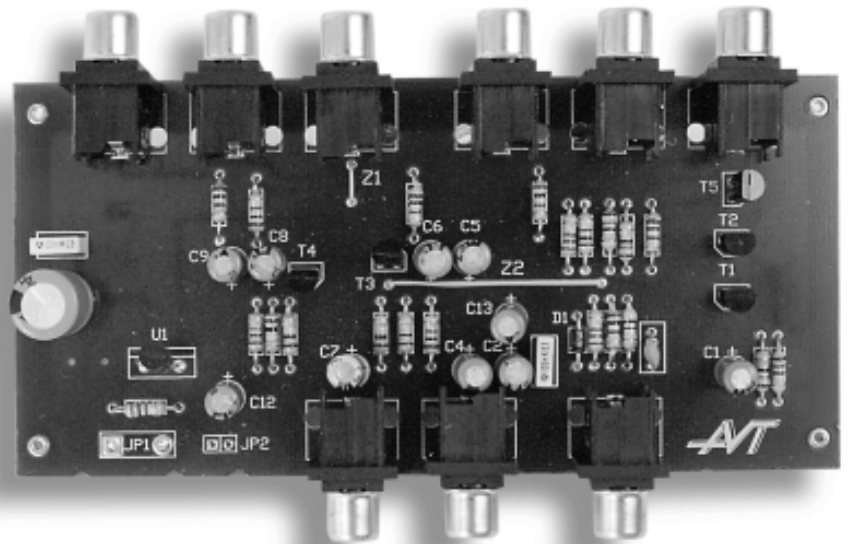


Rozdzielacz sygnałów audio i wideo

kit AVT-331

Opisany w artykule prosty rozdzielacz sygnałów TV oraz audio opracowaliśmy z myślą o ułatwieniu życia posiadaczom wielu odbiorników sygnału telewizyjnego, którzy chcą rozdzielić sygnał z jednego źródła bez utraty jakości. Prezentacja tego urządzenia jest także pretekstem do omówienia podstawowych zasad i metod kodowania sygnału telewizyjnego, ponieważ z listów wiemy, że wielu Czytelników chce poznać tajniki kodowania obrazu w sygnale TV.



Jak działa TV?

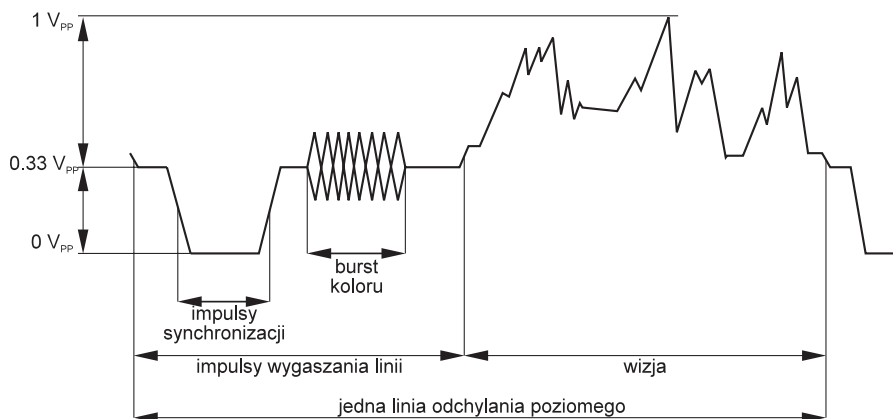
Znajomość standardu sygnału telewizyjnego jest potrzebna dla zrozumienia zasady działania i możliwości współczesnej telewizji. Tymczasem listy od naszych Czytelników upewniają autora, że z tą wiedzą nie jest najlepiej. Może więc warto przypomnieć kilka podstawowych spraw związanych z techniczną stroną telewizji. Dla doświadczonych elektroników nie będzie to nic nowego, lecz zarówno im, jak i mniej doświadczonym amatorom, mogą pomóc w zmaganiach ze sprzętem i układami wideo, także tymi publikowanymi przez EP. Na koniec proponujemy wykonanie bardzo prostego, ale pożytecznego urządzenia.

Każdy, komu zdarzyło się oglądać z niewielkiej odległości ekran kolorowego telewizora zauważył, że składa się on z wielkiej liczby cienkich pionowych paszków świecących w trzech podstawowych kolorach: czerwonym, zielonym i niebieskim. Dzięki mieszaniu tych barw z większej odległości widzimy na ekranie wszystkie pozostałe kolory, a także biel i czerń - gdy kolory podstawowe nie świecą. Struktura obrazu jest jednak jeszcze bardziej złożona. Choć na ekranach kolorowych telewizorów trudno to

dostrzec, to obraz tak naprawdę składa się z bardzo wielu poziomych, równoległych linii. Linie te to ślad po strumieniu elektronów, który przesuwając się po ekranie kineskopu telewizora pobudza do świecenia trójbarwowe składniki luminoforu tworzące wspomniane wcześniej pionowe paseczki. Zależnie od natężenia padającego na ekran strumienia elektronów, luminofor świeci mocniej lub słabiej, co odpowiada jasności odpowiedniego fragmentu obrazu na telewizyjnym ekranie. Przy odpowiednio szybkim kreśleniu poziomych linii, gdy jest ich dużo, a widz patrzy na ekran z większej odległości, pojawi się wrażenie, że płaszczyzna obrazu jest jednolita.

Jak widać magia telewizji opiera się na kilku sztuczkach lub, jak kto woli, "oszustwach" związanych z fizjologią ludzkiego widzenia. Niektóre zwierzęta wyposażone w odmiennie zbudowane oczy, np. tak nie lubiane muchy nie dałyby się nabrać na iluzję telewizyjnego obrazu. Biolodzy twierdzą, że owady zobaczą obraz jako zbiór migocących kresek, ale w końcu telewizji nie robi się dla much.

Skoro już wiadomo, że obraz składa się z linii, można by zapytać ile ich jest, jak często się powtarzają i jakie są ich parametry.



Rys. 1. Budowa linii TV.

Życie pokazuje, że każdą rzecz można zrobić na wiele sposobów z trochę lepszym lub gorszym skutkiem. Obecnie na świecie rozpowszechnione są trzy systemy telewizji kolorowej: NTSC, PAL i SECAM, każdy w wielu odmianach. Telewizor pracujący tylko w jednym systemie, odbierając sygnał kolorowego obrazu w systemie sobie nieznanym, wyświetli go jako obraz czarno-biały. Dlatego często producenci odbiorników telewizyjnych wyposażają je w możliwość automatycznego rozpoznawania i pracy w wielu systemach. Do początku lat 90. nasz kraj tak jak większość państw bloku wschodniego, miał telewizję pracującą w systemie SECAM, który narodził się we Francji. O wyborze zdecydowała polityka, choć w opinii specjalistów oraz widzów, którzy mieli możliwość porównań z telewizjami pracującymi w innych systemach, jakość obrazu nie była najlepsza a komplikacje techniczne związane z transmisją obrazu znaczne. W końcu przed paru laty zapadła decyzja o przejściu telewizji publicznej na emisję w systemie PAL, powszechnym w krajach zachodnioeuropejskich.

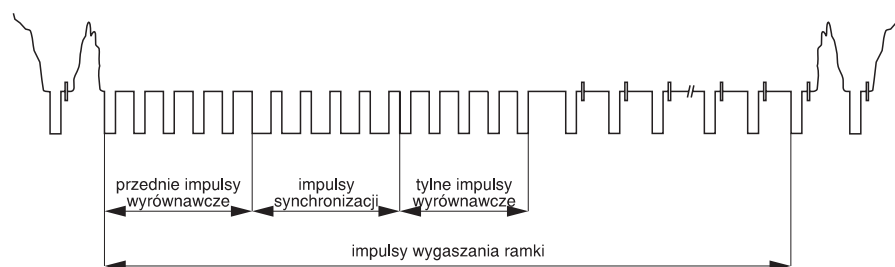
Wygląd przykładowej jednej linii sygnału wizji w systemie PAL pokazuje rys.1. Czytelnicy posiadają telewizor, kamerę lub magnetowid wyposażone w gniazdo oznaczone nazwą VIDEO OUT, po podłączeniu do niego oscyloskopu na ekranie przyrządu zobaczą bardzo podobny przebieg. Należy dodać, że sygnał w takiej postaci jak na wyjściu VIDEO nie jest przesyłany z nadajnika telewizyjnego. Podobnie jak w przypadku radia ,wizja i skojarzony z nią

sygnał dźwięku moduluje fale nośną w.cz. promieniowaną przez telewizyjne stacje nadawcze. Każdy odbiornik telewizyjny posiada układy odbiorcze w.cz., które pozwalają wyselekcjonować sygnał wybranej stacji, wzmocnić go, a potem zamienić na sygnały wizji i fonii, potocznie określane jako sygnały niskiej częstotliwości.

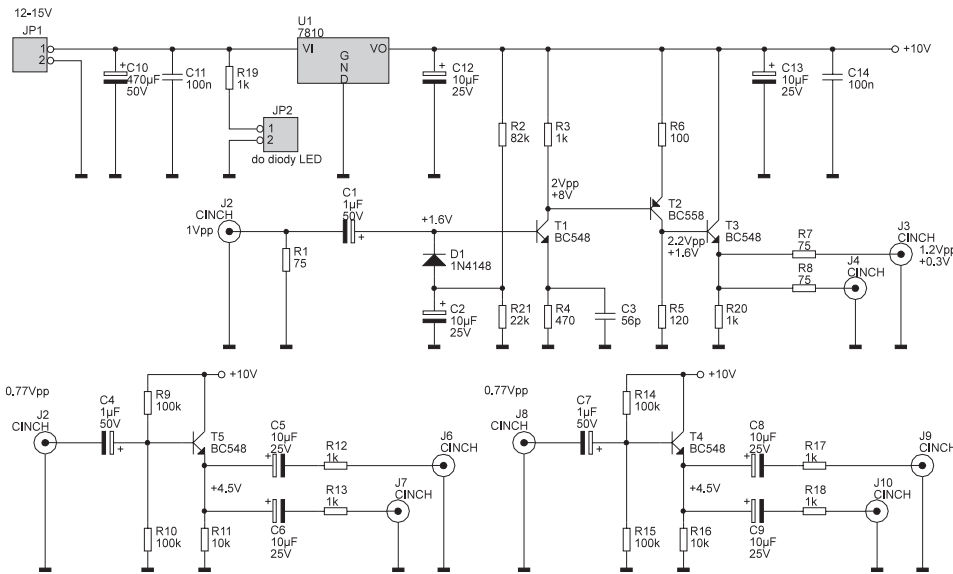
Pozornie mogłoby się wydawać, że do wyświetlenia obrazu potrzebna jest jedynie informacja o jasności poszczególnych elementów obrazu i ich kolorze. Np. dla jasnego elementu poziom powinien być wysoki, a dla czarnych niski. Jednak ze względu na to, że obraz tworzony jest przez kreślenie pojedynczych linii, to w sygnale muszą być obecne dodatkowe informacje o kolejności ułożenia na ekranie poszczególnych linii i początku każdej z nich. Występuje zatem problem synchronizacji, czyli spełnienia warunku jednoczesności pokazywania przez telewizor tego samego fragmentu obrazu, który w tym czasie rejestruje kamera w studiu lub nasza mała kamera domowa. Dla zapewnienia synchronizacji służą impulsy synchronizacji, które na rys.1 przedstawione są jako ujemne skoki napięcia. Przy przyjętej konwencji, że jasnym fragmentom obrazu odpowiada wyso-

ki poziom sygnału, a ciemnym niski, położenie impulsów synchronizacji poniżej poziomu sygnału dla najciemniejszych elementów obrazu, czyli poniżej poziomu wygaszania sygnału wizji sprawia, że nie są one widoczne na ekranie telewizora.

W tym momencie dochodzimy do kolejnej komplikacji związanej z sygnałem telewizyjnym i standardem. Dla łatwiejszego zrozumienia można odwołać się do porównań z tradycyjnym filmem wyświetlanym w kinie. Jak pewnie większość Czytelników wie, dla uzyskania złudzenia ruchu na ekranie kinowym wyświetla się z dużą szybkością kolejne klatki filmu pokazujące minimalnie różniące się między sobą fazy ruchu, np. idącego człowieka. Te pojedyncze obrazy mózg odbiera jako płynny ruch. Telewizja korzysta z podobnego mechanizmu. Po wykreśleniu jednego obrazu strumień elektronów wraca na górę ekranu i zaczyna kreślić kolejny obraz o nieco innej treści. Przy dużej liczbie takich obrazów w jednostce czasu (w przypadku standardu telewizyjnego jest to 50 obrazów na sekundę) odnosimy wrażenie ruchu na ekranie telewizyjnym. Tak jak w przypadku pojedynczych linii całym procesem sterują impulsy synchronizacji pionowej, które znajdują się w obszarze wygaszonej wizji. Czasami zdarza się, że w odbiorniku wygaszanie nie działa zbyt skutecznie i na ekranie widać kilka jasnych zygzaków. Są to właśnie ślady powrotu strumienia elektronów z dołu ekranu do góry. Na rys.2 pokazano przykładowy kształt części sygnału odchylenia pionowego, nazywanego też sygnałem ramki. W systemie PAL na kompletny jeden obraz składa się 625 linii. Ze względu na przyjętą liczbę obrazów na sekundę czas wyświetlania 1 linii łącznie z im-



Rys. 2. Położenie impulsów synchronizacji ramki w sygnale wideo.



Rys. 3. Schemat elektryczny układu.

pulsami wygaszania i synchronizacji trwa 64 μ s. Impuls wygaszania trwa od 11,8 μ s do 12,3 μ s, a synchronizacji 4,5-4,9 μ s. Opadające zbocze impulsu synchronizacji pojawi się 1,3-1,8 μ s po rozpoczęciu impulsu gaszącego linii. Jeżeli chodzi o amplitudy poszczególnych składowych całkowitego sygnału wizji, to przyjęto, że na wyjściu VIDEO OUT, przy obciążeniu o wartości 75 Ω , maksymalnie jasne fragmenty obrazu znajdują się na poziomie 1Vpp (różnica napięcia między maksymalną a minimalną wartością sygnału), poziom wygaszania będzie miał wartość 0,3Vpp, a poziom impulsów synchronizujących 0Vpp.

Twórcy systemu telewizyjnego, dla poprawienia jakości obrazu i dodatkowego zamocowania w głowach nie wtajemniczonych, wymyślili dodatkowo wybieranie międzyliniowe. Trzeba przyznać, że podana niedawno informacja, że wyświetlanych jest 50 obrazów na sekundę nie całkiem odpowiada prawdzie. Naprawdę jest ich tylko 25, ale każdy pojawia się dwukrotnie, w dwóch częściach. Najpierw są wysyłane linie nieparzyste pierwszego półobrazu: 1,3,5 itd. Drugi półobraz składający się z linii parzystych kreślony jest w taki sposób, aby znalazły się w miejscach pomiędzy liniami pierwszego półobrazu. Dzięki temu, zachowując przyjęte wcześniej standardy odchylenia poziomego, otrzymuje się zadawalającą jakość obrazu (oglądanie telewizji z 25 obrazami na sekun-

dę z powodu migotania byłoby prawdziwą męczarnią). Przeplot i wybieranie międzyliniowe można także spotkać w monitorach komputerowych. W starszych lub tańszych modelach kart graficznych i monitorów niezłe rozdzielczości uzyskiwano dzięki trikowi z przeplotem. Dzisiaj producenci dumnie obwieszczają, że ich monitor pracuje w trybie bez przeplotu, z podwyższoną częstotliwością ramki (jeszcze mniejsze migotanie obrazu).

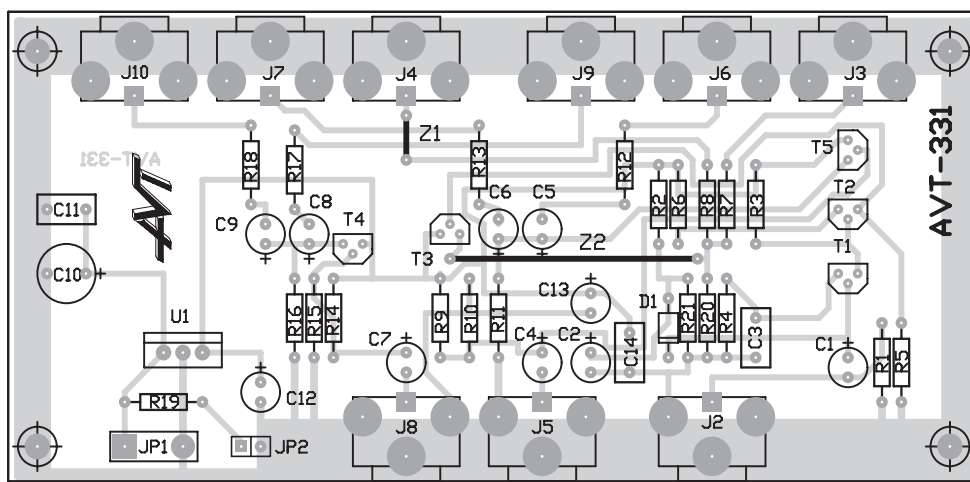
Ze względu na zastosowanie wybierania międzyliniowego sygnały ramki dla półobrazu parzystego i nieparzystego minimalnie różnią się od siebie. Generalnie można jednak powiedzieć, że czas trwania impulsu synchronizacji pola wynosi 2,5H (H - czas trwania linii odchylenia poziomego), a wygaszanie pola 25H. W sygnale ramki obecne są także dwie grupy pomocniczych impulsów wyrównawczych.

Obszar między drugą grupą impulsów wyrównawczych a końcem impulsu gaszącego pola chętnie wykorzystywany jest do przesyłania dodatkowych sygnałów, które służą wzbogaceniu możliwości telewizji. Ponieważ w dobrze wyregulowanym odbiorniku linie z tego obszaru nie powinny być widoczne na ekranie telewizora, można w czasie ich trwania przesyłać sygnały kontrolne przydatne przy strojeniu odbiornika telewizyjnego, sygnały teletekstu i inne jawne lub kodowane dane binarne.

Jak już zostało powiedziane, wszystkie kolory tworzy się ze zmieszania w zmiennych proporcjach trzech podstawowych barw: czerwonej R (red), zielonej G (green), niebieskiej B (blue). Jak jednak w jednej linii telewizyjnej przesyła się informacje o trzech składowych kolorach? W systemie PAL wiąże to się z wytworzeniem w urządzeniach nadawczych trzech sygnałów pośrednich: sygnału luminancji Y (jasność) oraz dwóch sygnałów różnicowych koloru, to jest U będącego różnicą (B-Y) i V (R-Y). Poza tym, do przesyłania koloru potrzebna jest częstotliwość podnośna koloru, która wynosi dokładnie 4,43361875MHz. Pod-

nośna koloru modulowana jest kwadraturowo przez sygnały różnicowe i to w taki sposób, że w jednej linii faza sygnału modulującego V przesunięta jest o +90 stopni, a w następnej o -90 stopni. Dopiero sygnał luminancji i zmodulowana podnośna koloru tworzą sygnał obrazu kolorowego. Ogólnie można powiedzieć, że o jasności decyduje amplituda sygnału, a o kolorze faza podnośnej koloru. W celu zapewnienia prawidłowego działania dekodera koloru w odbiorniku telewizyjnym, sygnał wizji zawiera pomocniczy sygnał synchronizujący dekodera. Jest to tzw. burst koloru, występujący tuż po zakończeniu impulsu synchronizacji poziomej w czasie trwania impulsu gaszącego. Burst to sygnał o częstotliwości podnośnej koloru, czyli 4,43 MHz i trwający ok. 2,3 μ s, którego faza zmienia się o 180 stopni w takt zmian fazy sygnału V. Po odpowiednich przekształceniach na wyjściu dekodera koloru odbiornika telewizyjnego otrzymuje się znowu sygnały trzech składowych RGB.

Posiadacze sprzętu komputerowego doskonale wiedzą jak ważna dla jakości obrazu jest rozdzielczość, z jaką pracuje karta graficzna i monitor. Standard telewizyjny przewiduje, że maksymalna rozdzielczość może wynosić 600 linii. Oznacza to, że na ekranie telewizora można dojrzeć naprzemiennie ułożonych 300 jasnych i 300 ciemnych poziomych linii. Rozdzielczość w kierunku pionowym jest jeszcze mniejsza i wy-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

nosi około 350 szczegółów. W sumie może to dać około 250.000 elementów, w technice komputerowej nazwanych pikselami. Z przyjętej maksymalnej rozdzielczości wynika, że pasmo częstotliwości sygnału wizyjnego może sięgać 7,5MHz. Jeżeli układy odbiornika nie będą w stanie przemieścić tak szerokiego pasma, rozdzielczość obrazu, a więc zdolność pokazywania drobnych szczegółów będzie spadać. Należy dodać, że pasmo sygnału chrominancji wynosi 1,5MHz, co odpowiada rozdzielczości ok. 120 linii. Zmniejszenie rozdzielczości dla koloru wiąże się z faktem, że ludzkie oko i tak słabiej reaguje na zmianę koloru niż jasności. Jak widać, możliwości obrazu telewizyjnego nie są specjalnie imponujące. Obraz komputerowy o rozdzielczości 1000 punktów nie jest już wielką rewelacją. Trzeba jednocześnie dodać, że rozdzielczości typowych kamer amatorskich i tak są mniejsze od możliwości jakie posiada przeciętny telewizor. W związku z tymi ograniczeniami, na świecie od dawna trwają prace nad nowym standardem telewizji wysokiej jakości HDTV. Obraz w takim standardzie powinien mieć rozdzielczość powyżej 1000 linii, częstotliwość ramki dla zmniejszenia zjawiska migotania powinna być zwiększona do 100Hz lub więcej, a dotychczasowy format obrazu 4/3 powinien zmienić się w kierunku obrazu panoramycznego. Kłopoty polegają nie tylko na znalezieniu olbrzymich pieniędzy na badania, ale także na zapewnieniu kompatybilności nowego standardu ze starymi systemami, np.

takimi jak PAL. W przeciwnym wypadku nowa telewizja mogłaby trafiać tylko do ograniczonego grona odbiorców, co oznacza dużo mniejsze wpływy np. z reklam.

Opis układu

Po dawce teorii czas na opis prostego układu, który będzie w stanie wykonać nawet początkujący elektronik. Jest to układ prostego rozdzielacza sygnałów wideo i audio niskiej częstotliwości. Układ umożliwi dołączenie do jednej kamery dwóch telewizorów, nagrywanie z jednego magnetowidu na dwa inne itd. Schemat elektryczny rozdzielacza przedstawiono na rys.3.

Podany do wejścia J2 sygnał wizji o amplitudzie 1Vpp pojawi się na dwóch wyjściach J3 i J4. Amplituda sygnału wyjściowego na obciążeniu 75Ω będzie bliska 1Vpp lub minimalnie większa. Sygnał wyjściowy będzie miał niewielką (0,3V) składową stałą, co nie powinno przeszkadzać we współpracy z innymi odbiornikami czy magnetowidami. Ponieważ sygnał wejściowy wizji podawany jest przez pojemność C1, konieczne było zastosowanie układu odtwarzania składowej stałej zbudowanego z elementów D1, C2, R2, R21. Układ zapewnia utrzymanie impulsów synchronizacji na jednakowym poziomie napięcia stałego bez względu na zmieniającą się w czasie pracy amplitudę sygnału wizji. Bez tego układu zmienny ładunek gromadzony na pojemności C1 prowadziłby do „pływania” całkowitego sygnału wizji i w konsekwencji do obcinania albo impulsów synchronizacji, albo sygnałów wizji

o największej amplitudzie.

Tak samo jak sygnały wizyjne, układ rozdziela sygnały audio na niezależne wyjścia. W przypadku dźwięku stereofonicznego jeden z kanałów należy podać na wejście J5 a drugi na wejście J8. Układ przenosi bez zniekształceń zarówno sygnały wizji jak i fonii. Na schemacie podano amplitudy sygnałów i poziomy napięć stałych (mierzone bez sygnałów dołączonych do wejść) w charakterystycznych punktach układu. Urządzenie może być zasilane niestabilizowanym napięciem stałym

12-15V. Ponieważ prąd pobierany przez układ wynosi ok. 40mA, to jako stabilizator U1 można także zastosować układ 78L10. Zarówno sygnały audio jak i wideo muszą być prowadzone przewodami w ekranie. Przy stosowaniu bardzo długich przewodów, dotyczy to szczególnie zasilania, mogą pojawić się przydźwięki sieci na sygnale audio.

Modelowe urządzenie zmontowano na płycie drukowanej, której widok znajduje się na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawia rys.4.

Ryszard Szymaniak, AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R7, R8: 75Ω
R2: 82kΩ
R3, R12, R13, R17, R18, R19, R20: 1kΩ
R4: 470Ω
R5: 120Ω
R6: 100Ω
R9, R10, R14, R15: 100kΩ
R11, R16: 10kΩ
R21: 22kΩ

Kondensatory

C1, C4, C7: 1μF/50V
C2, C5, C6, C8, C9, C12, C13: 10μF/25V
C3: 56pF
C10: 470μF/50V
C11, C14: 100nF

Półprzewodniki

D1: 1N4148
T1, T3, T4, T5: BC548
T2: BC558
U1: 7810

Różne

J2, J3, J4, J5, J6, J7, J8, J9, J10: gniazda CINCH do druku