

2

HOBBY ELEKTRONIK

Luty 2000

Cena 5,50zł

**Płytki
drukowane
za
DARMO**

Szczegóły na stronie 59

Level 11

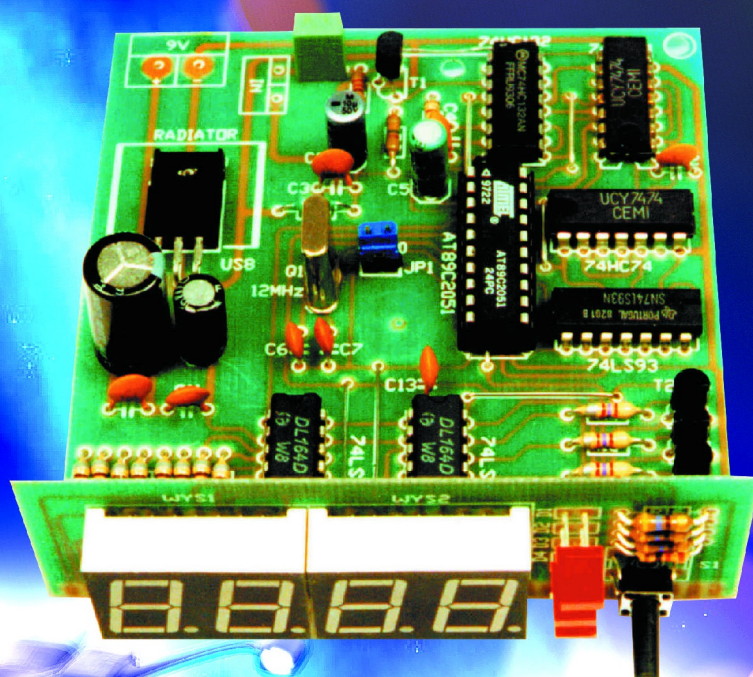
**W numerze
między innymi:**

Tester układów 741 i 555
Regulator temperatur
w akwarium

Prosty mikser audio
Automatyczne nagrywanie
rozmów telefonicznych
Prosty licznik telefoniczny
Minisyntezator efektów
dźwiękowych cz.II

W prenumeracie 3,95zł

Najlepsze zestawy dla **ELEKTRONIKÓW**



**Ponad 150 zestawów
do samodzielnego montażu**

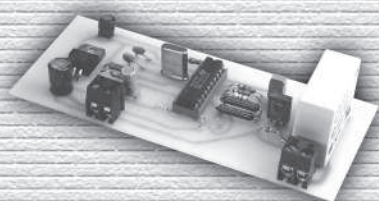
PPHU JABEL

ul. Słupska 3 76-270 Ustka

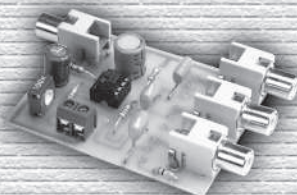
tel. 059 814 56 66

www.jabel.com.pl e-mail: jabel@jabel.com.pl

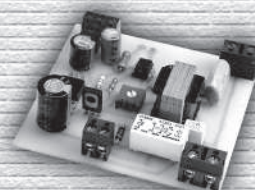
W tym numerze



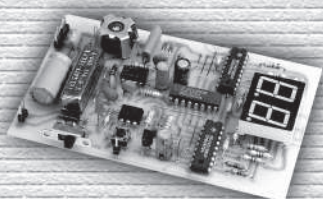
**Mikroprocesorowy regulator
temperatury w akwarium**
str. 4



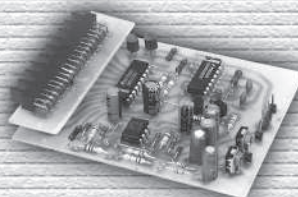
Trzykanałowy mikser audio
str. 8



**Automatyczne nagrywanie
rozmów telefonicznych**
str. 11



**Licznik kontrolny
impulsów telefonicznych**
str. 15



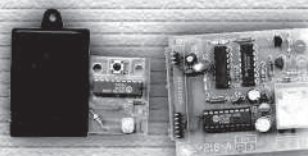
**Dwukanałowy wskaźnik
poziomu napięcia m.cz. cz.II**
str. 20



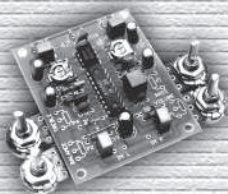
**Tester wzmacniaczy
operacyjnych 741 i tajmerów 555**
str. 37



**Odbiornik radiowy UKF
na pasmo 88-108 MHz**
str. 44



**Zdalne sterowanie
kodowane (radiowe)**
str. 46



**Przedwzmacniacz stereo z regulacją
siły głosu barwy tonu i balansu**
str. 48

**Elementy i układy
elektroniczne - rezystory 2**
str. 33

**Podstawy techniki
mikroprocesorowej (2)**
str. 23

**Układy cyfrowe
- podstawowe funkcje
i prawa logiczne cz.2**
str. 40

Układy scalone cz. 2
str. 47

ELEKTRONIK HOBBY nr 2 - luty 2000 - Cena 5,50 zł - prenumerata 3.95zł - IND.354716 - ISSN1508-9673

Wydawca: PRESS-POLSKA, ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

Adres redakcji: ELEKTRONIK HOBBY, ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

tel./fax 055 236-22-63 • e-mail: press-polska@pro.onet.pl

Redaktor naczelny: Ryszard Świątkowski

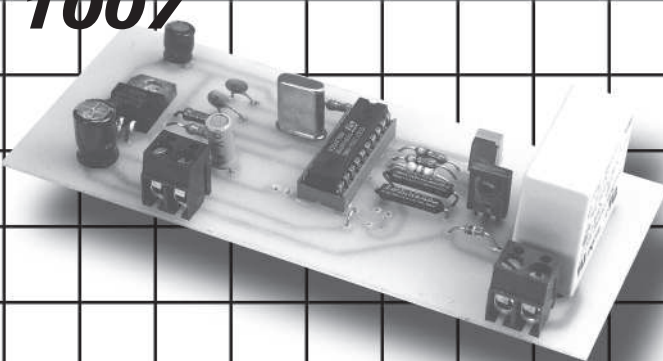
Autorzy: Witold Wrotek, Andrzej Koźmiński, Dariusz April, Sławomir Nieczu, Jarosław Kałuża, Jarosław Szynkarek, Andrzej Szerszeniewski, Krzysztof Górski

Copyright - PRESS-POLSKA

Wszystkie układy i materiały publikowane na łamach miesięcznika ELEKTRONIK HOBBY mogą być wykorzystane tylko na własne potrzeby. Wykorzystywanie układów i materiałów zwłaszcza do celów zarobkowych wymaga zgody wydawcy PRESS-POLSKA.

Mikroprocesorowy regulator temperatury w akwarium

Zestaw 1007



Hodowcy rybek z pewnością wiedzą, że zbyt chłodna lub zbyt ciepła woda w domowym akwarium może przyczynić się do utraty całej hodowli. Dlatego proponujemy prosty do wykonania regulator temperatury wody.

Akwarystyka jest hobby, gdzie obok czystości wody temperatura jest zasadniczym czynnikiem wpływającym na hodowlę rybek. Kolega mający właśnie takie hobby poprosił mnie o skonstruowanie i wykonanie regulatora temperatury do akwarium, mimo że na rynku jest wiele różnorodnych konstrukcji i rozwiązań.

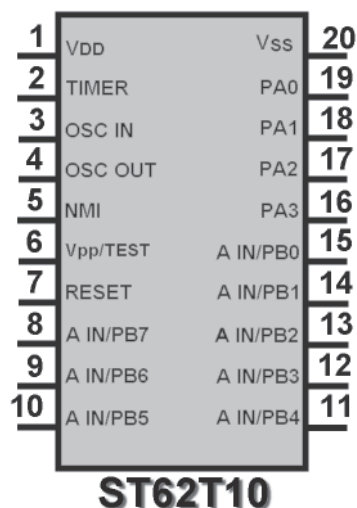
Zadanie nie przysparza większych trudności, jeżeli do budowy użyć mikrokontrolera. Tak jest i w tym przypadku. Do budowy zastosowałem układ typu ST62T10. Pozwoliło to na zmniejszenie do minimum liczby elementów użytych do budowy regulatora.

Warto się z tym mikrokontrolerem zapoznać. Należy on do rodziny 8-bitowych mikrokontrolerów ST62xx, które są wykonane w technologii HCMOS. Mikrokontrolery dobrze są dostosowane do potrzeb najróżniejszych urządzeń automatyki w zastosowaniach przemysłowych i nie tylko. Niska cena układów w stosunku do ich możliwości jest dodatkowym atutem przy wyborze układu. Mikrokontroler może pracować w temperaturze od -40°C do $+85^{\circ}\text{C}$ przy napięciu zasilania 3 - 6V i przy maksymalnej częstotliwości zegara wynoszącej 8MHz, z tym że im niższe napięcie tym niższa częstotliwość

maksymalna zegara.

Rysunek 1 przedstawia rozmieszczenie wyprowadzeń układu ST62T10.

Wyprowadzenie Vdd pin1 i Vss pin 20 są wyprowadzeniami zasilania mikrokontrolera. Do Vss przyłączana jest masa układu. Końcówki pin2 (OSCIN) i pin4(OSCOUT) są wewnętrznie połączone ze zintegrowanym układem oscylatora. Do tych wyprowadzeń można dołączyć rezonator kwarcowy, rezonator ceramiczny lub ze-



Rys. 1 Układ wyprowadzeń ST62T10

wewnętrzny sygnał zegarowy.

Niski poziom na wyprowadzeniu RESET pin 7 umożliwia inicjację pracy (restart) mikrokontrolera, sprowadzając go do początku wykonywanego programu.

Podczas normalnej pracy układu wyprowadzenie pin 6 TEST/Vpp jest podłączone do masy układu. Jeśli podczas restartu mikrokontrolera do tego wyprowadzenia podłączone zostanie napięcie +12,5V, pamięć EPROM zostanie wprowadzona w tryb programowania.

Wyprowadzenie NMI pin 5 umożliwia doprowadzenie do mikrokontrolera asynchronicznego zewnętrznego przerwania niemaskowalnego. Końcówka NMI reaguje na zbocze opadające. Nie jest ona wewnętrznie połączona z rezystorem podciągającym (pull-up). Rezystor taki musi więc występować na zewnątrz układu.

Wyprowadzenie TIMER może funkcjonować jako wejście i wyjście. Będąc wejściem jest przyłączone do preskalera i jest wejściem zewnętrznego zegara lub bramką sterującą zegara wewnętrznego. Na końcówce TIMER, pracującej jako wyjście, pojawia się bit danych, kiedy się kończy określony przedział czasu. Podobnie jak wyprowadzenie NMI nie jest wewnętrznie podłączony rezystorem podciągającym pull-up więc musimy go podłączyć na zewnątrz układu. Mikrokontroler ST62T10 posiada dwa porty wejścia /wyjścia PA i PB.

Port PA to cztery wyprowadzenia PA0-PA3. Każda linia może być programowo skonfigurowana jako: wejście z lub bez wewnętrznego rezystora podciągającego pull-up; wejście przerwania z rezystorem podciągającym oraz jako wyjście „push-pull” lub z otwartym drenem. Linie PA0-PA3 mogą być obciążane prądem o wartości 20mA co umożliwia sterownie bezpośrednie np. cewka przekaźnika, dioda LED.

Port PB to osiem linii PB0-PB7. Każda linia może być programowo skonfigurowana jako: wejście z lub bez rezystora podciągającego (pull-up); wejście przerwania z rezystorem podciągającym; wyjście „push-pull” lub z otwartym drenem i jako wejście dla przetwornika analogowo cyfrowego. Zajmijmy się teraz naszym regulatorem. Jak widać na schemacie ideowym rys.3 i blokowym rys.2 konstrukcja układu nie jest skomplikowana. Układ wykonano na płycie drukowanej jednostronnej.

Konstrukcja regulatora opiera się na pięciu zasadniczych blokach rys.2:

- bloku mikrokontrolera ST62T10
- obwodu pomiarowego
- układu wykonawczego
- sygnalizacji optycznej
- zasilania

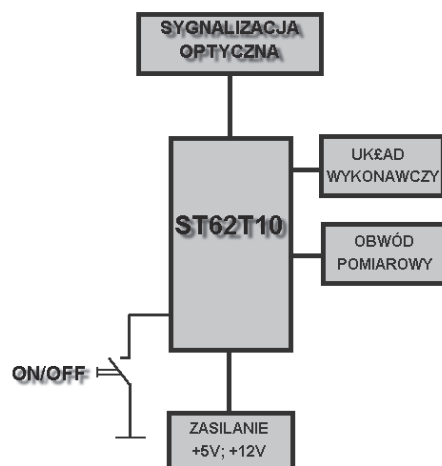
Blok mikrokontrolera jest sercem układu odpo-

wiadającym za prawidłową pracę całego urządzenia. Program na mikrokontroler został napisany przy użyciu programu REALIZER. Zadaniem obwodu pomiarowego jest pomiar temperatury przy użyciu sondy z termistorem NTC.

Układ wykonawczy oparty jest na przekaźniku PK1 typu RM83P oraz tranzystorze T1 typu BD135. Sterowanie tranzystorem odbywa się z wyjścia PA2 procesora, które skonfigurowane jest jako wyjście push-pull. Zadaniem układu wykonawczego jest załączenie zasilania grzałki umieszczonej w akwarium. Wizualna sygnalizacja pracy regulatora zrealizowana jest za pomocą dwóch diod LED D2 TEMP OK i D3 GRZANIE. Obwód pomiarowy podłączony jest do wyprowadzenia PB4 mikrokontrolera skonfigurowanego jako wejście „no pull-up”. Jako element pomiarowy zastosowano termistor NTC o wartości 22k mierzy on temperaturę wody w akwarium. Diody sygnalizacyjne LED D2 i D3 podłączone są do wyjść PA0, PA1 skonfigurowanych jako wyjścia push-pull. W szereg z diodami włączone są rezystory R4-R5 o wartości 820. Regulację temperatury wody przeprowadza się potencjometrem P1 22k przyłączonym do wyprowadzenia PB0 pin15, które jest skonfigurowane jako wejście przetwornika analogowo cyfrowego. Regulator temperatury ma standardowy układ zasilania oparty na stabilizatorze scalonym US2 typu 7805 i dostarcza napięcia +5V dla mikrokontrolera i +12 dla cewki przekaźnika PK1.

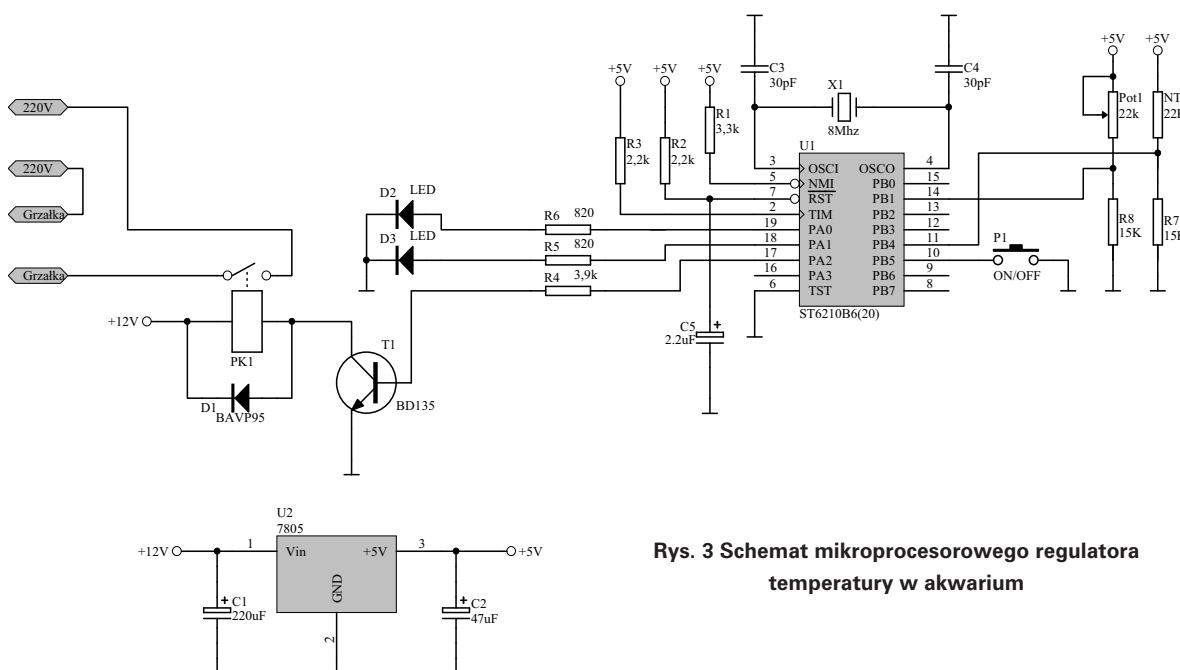
Działanie układu

Po włączeniu zasilania mikrokontroler automatycznie następuje reset. Odpowiedzialny jest za to układ złożony z rezystora R3 2,2 k i C5 2,2μF podłączony do wejścia RESET procesora. Należy pamiętać o tym, żeby odpowiednio była dobrana długość ładowania kondensatora ze względu na to, że w chwili restartu wszystkie wyjścia mikrokontrolera znajdują się w stanie wysokim, co może doprowadzić do niekontrolowanych załączeń sterowanych urządzeń.



Rys. 2 Schemat blokowy

Stopień
trudności



Rys. 3 Schemat mikroprocesorowego regulatora temperatury w akwarium

Reset stanowi dość istotną sprawę w każdym mniej lub bardziej złożonym systemie mikroprocesorowym. Układ Resetu ma do spełnienia dwie zasadnicze funkcje: zapewnienie pracy oscylatora dopiero po ustabilizowaniu się napięcia zasilającego mikroprocesor oraz ustalenie minimalnego napięcia zasilania, po przekroczeniu którego układ powinien zostać ponownie resetowany. Najprostszy Reset realizowany jest przy użyciu kondensatora i rezystora. Nie jest on jednak najlepszym. Przy konstruowaniu mogą wystąpić problemy z doбором wartości pojemności i rezystancji. Układ Resetu tego typu cechuje się pewną bezwładnością, co przy chwilowym zaniku napięcia zasilającego może nie wykonać poprawnego Resetu. Zamiast układu złożonego z kondensatora i rezystora możemy zastosować specjalistyczny układ typu DS1813, który niedogodności z doбором wartości rezystancji i pojemności eliminuje całkowicie. Zajmuje on również mniej miejsca na płytce. Po włączeniu zasilania i restarcie program mikrokontrolera automatycznie wchodzi w stan pomiaru temperatury, bez potrzeby użycia przycisku ON/OFF. Potrzebny będzie on natomiast do ewentualnego przzerwania i wznowienia pracy regulatora. Przycisk podłączony jest do wyprowadzenia mikrokontrolera PB5 skonfigurowanego jako wejście pull-up. Mikrokontroler dokonuje pomiaru mierząc spadek napięcia na rezystorze R7 15k. Następnie mierzone napięcie jest porównywane z wartością zadaną przez potencjometr P1 22k. Jeżeli obie wartości są takie same lub napięcie mierzone jest większe od zadanego, układ znajduje się w stanie TEMP OK. Pali się dioda LED zielona D2. W chwili gdy wartość napięcia w wyniku obniżania się temperatury spadnie poniżej wartości zadanej Re-

gulator wchodzi w stan GRZANIE. Na wyprowadzeniu mikrokontrolera PA2 sterującym pracą tranzystora T1 BD135 pojawia się stan wysoki, styki przekaźnika załączają obwód zasilania grzałki. Stan pracy GRZANIE jest sygnalizowany migającą czerwoną diodą LED D3. W wyniku nagrzewania się wody wartość rezystancji termistora maleje, co powoduje większy spadek napięcia na rezystorze R7. Po przekroczeniu ustalonej wartości napięcia układ przechodzi ponownie w stan TEMP OK i oczekuje na dalsze zmiany temperatury odpowiednio na nie reagując.

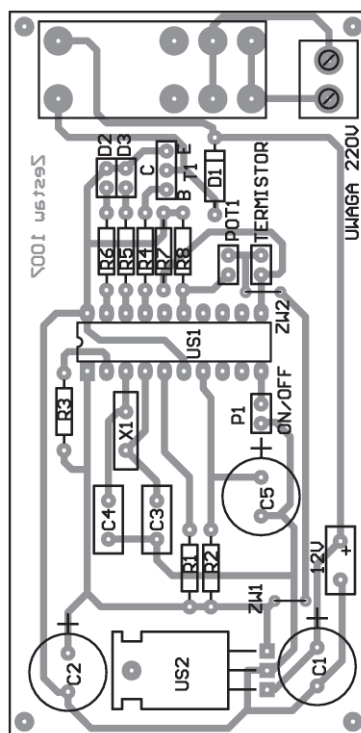
Montaż układu

Szczegółowa mozaika ścieżek płytki drukowanej wraz z rozmieszczeniem elementów została przedstawiona na rys.4. Jak widać nie jest to skomplikowany wzór, więc nie powinno być kłopotów z wykonaniem płytki. Nie będę tu opisywał całego procesu wykonania płytki, gdyż już wiele na ten temat napisano i każdy znajdzie dla siebie odpowiednią metodę. Można również zamówić darmową płytkę w redakcji EH. Po wykonaniu płytki należy dokładnie sprawdzić połączenia na płytce drukowanej, następnie możemy przystąpić do wlutowywania poszczególnych elementów układu. Zaczniemy więc od wlutowania wszystkich zworek, następnie możemy wlutować podstawkę pod procesor, rezystory, kondensatory, przekaźnik złącza ARK i na samym końcu półprzewodniki. Przy wlutowywaniu elementów należy zwrócić uwagę na odpowiednie umieszczenie końcówek podzespołów w płytce. Z płytki wyprowadzone przewodami są potencjometr P1, termistor NTC, przycisk on/off oraz diody świecące LED. Termistor należy umieścić w miedzianej rurce o przekroju zależnym od średnicy użyte-

go termistora i długości wg własnego uznania. Jeden koniec rurki należy zlutować bardzo dokładnie tak, aby nie przedostawała się woda do środka. Zlutować możemy używając cyny i lutownicy dużej mocy lub też dać rurkę spawaczowi do zlutowania mosiądzem. Do końcówek termistora przylutowujemy przewody, naciągamy koszulkę izolacyjną. Tak przygotowany termistor smarujemy pastą silikonową i umieszczamy we wcześniej przygotowanej rurce. Wejście dodatkowo zabezpieczamy pastą silikonową. Na końcówkę naciągamy koszulkę termokurczliwą, którą ostrożnie zgrzewamy palnikiem lub zapalką. Tak przygotowany czujnik dość dobrze zabezpiecza przed wilgocią umieszczony w środku termistor. Zmontowany układ najlepiej umieścić w obudowie plastikowej wraz z transformatorem sieciowym. Należy pamiętać o tym, że układ wykonawczy w postaci przekaźnika P1 łączy obwód będący pod napięciem 220V, w związku z czym zalecam zachowanie szczególnej ostrożności.

Uruchomienie układu

Z uruchomieniem regulatora nie powinniśmy mieć większych problemów. Zmontowany układ po włączeniu zasilania zaczyna pracować, lecz wymaga odpowiedniej regulacji, tak by załączanie i odłączanie odbywało się przy odpowiednich temperaturach i z dużą dokładnością. Do dokładnej regulacji układu potrzebny będzie miernik temperatury z cyfrowym odczytem. Jeżeli takiego miernika nie mamy, wystarczy zwykły termometr. Przed przystąpieniem do czynności regulacyjnych musimy dobrać odpowiednie wartości rezystorów R8 i R7. Mikrokontroler na tych rezystorach dokonuje pomiaru spadku napięcia, więc powinny to być rezystory dość dokładne i najlepiej takiej samej rezystancji co ułatwi nam dalszą regulację. W modelu zastosowałem rezystory o wartości 15k i 0,5% tolerancji. Można użyć rezystorów o większej tolerancji, lecz należy je przed montażem dobrać omomierzem. Wartości katalogowe termistora i potencjometru przy jednakowych wartościach R7 i R8 powinny być w przybliżeniu równe. W modelu użyłem potencjometru o wartości 22k i termistora 22k NTC. Po dobraniu wartości R8, R7, potencjometru POT1 i termistora NTC możemy przystąpić do regulacji. Sondę z termistorem wraz z sondą miernika temperatury lub termometrem umieszczamy w pojemniku z wodą o temperaturze maksymalnej, jaką chcemy uzyskać np. 30°C. Następnie mierzymy wartość spadku napięcia na rezystorze R7. Napięcie to odpowiada temperaturze 30°C. Na rezystorze R8 potencjometrem POT1 ustawiamy takie samo napięcie. Jeżeli napięcia na obydwu rezystorach są jednakowe układ regulatora przechodzi w stan TEMP OK. Wtedy możemy oznaczyć to ustawienie potencjometru na skali, które będzie



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

odpowiadać temperaturze maksymalnej 30°C. Następnie czekamy aż woda ostygnie do temperatury np. 28°C i dokonujemy regulacji jak przy temperaturze 30°C. Czynności te powtarzamy aż uzyskamy najniższą przez nas wymaganą temperaturę np. 20°C. Tak jak widać regulacja nie jest trudna i możliwa do przeprowadzenia przy odrobinie cierpliwości przez każdego elektronika amatora akwarystę. Opisany układ działa od paru miesięcy bez żadnych problemów, utrzymując w akwarium temperaturę na zadanym poziomie.

Krzysztof Górski
SQ2GCL

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 3,3k, R2 - 2,2k, R3 - 2,2k, R4 - 3,9k, R5 - 820, R6 - 820, R7 - 15k, R8 - 15k

Kondensatory:

C1 - 100µF/25V, C2 - 47µF/16V, C3 - 30pF, C4 - 30pF, C5 - 2,2µF

Układy scalone:

US1 - ST62T10, US2 - 7805

Półprzewodniki:

D1 - BAVP95, D2 - LED, D3 - LED, T1 - BD135

Inne:

X1 - 8MHz, PK1 - RM83P 12VDC, POT1 - potencjometr 22k, NTC - termistor NTC 22k, P1 - przycisk

Stopień
trudności

Trzykanałowy mikser audio

Zestaw 1008

Opracowany trzykanałowy mikser jest prostym układem idealnie nadającym się do zastosowania w domowych warunkach. Przy jego pomocy można miksować trzy różne źródła dźwięku.

Mikser akustyczny służy do zmiksowania - połączenia kilku różnych sygnałów w jeden. Zastosowanie miksera jest bardzo szerokie. Za jego pomocą można miksować bardzo ciekawe utwory różnych wykonawców, dokładać muzykę do filmów na kasetach wideo itp. Mikser można podłączać do różnych urządzeń takich jak magnetofony, odtwarzacze itp.

Budowa

Przedstawiony mikser zbudowany jest jedynie i tylko z elementów niezbędnych do jego prawidłowej pracy, dzięki czemu można wykonać go w warunkach amatorskich, bez nakładu dużych funduszy, co stanowi największy problem wśród młodych elektroników. Elementy zastosowane w układzie są łatwo dostępne w sklepach z częściami elektronicznymi i nie ma problemów z ich uzyskaniem.

W skład miksera wchodzi :

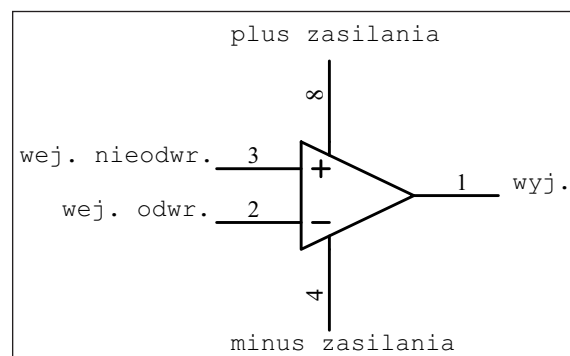
- cztery potencjometry regulacyjne
- jeden potencjometr nastawny
- układ scalony TL 082 oraz kilka elementów biernych

Zasada działania wzmacniacza operacyjnego

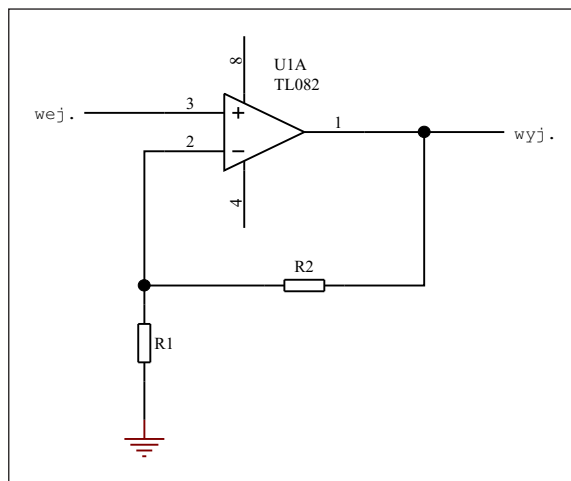
Zacznijmy od tego, że ponieważ nie wszyscy początkujący elektronicy wiedzą co to

jest wzmacniacz operacyjny, więc przed przystąpieniem do opisu działania miksera w prosty sposób opiszę podstawowe aplikacje działania wzmacniacza operacyjnego. Wzmacniacz operacyjny składa się z dwóch wejść, jednego wejścia odwracającego oznaczonego symbolem minus, gdzie sygnał na wyjściu układu jest przesunięty w fazie o 180 stopni oraz drugiego wejścia nieodwracającego oznaczonego symbolem plus. Schemat wzmacniacza przedstawiony jest na rysunku 1.

Dzięki tym dwóm wejściom odwracającemu i nieodwracającemu uzyskujemy napięcie różnicowe (mierzone między wejściem odwracającym i nieodwracającym). Zmiana tego napięcia ma wpływ na napięcie wyjściowe np. zwiększając napięcie na wejściu



Rys. 1 Schemat wzmacniacza



Rys. 2

dotatnim zwiększamy również napięcie wyjściowe, natomiast zwiększając napięcie na wejściu ujemnym zmniejszamy napięcie na wyjściu układu.

Wzmocnienie wzmacniacza operacyjnego zależy przede wszystkim od sprzężenia zwrotnego, a w szczególności od stosunku wartości oporników, jakie są przy nim zastosowane. I tak dla wzmacniacza nieodwracającego rys. 2 wzór na obliczenie wzmocnienia jest następujący:

$$\text{GAIN} = 1 + (R1 / R2)$$

Natomiast dla wzmacniacza odwracającego rys. 3 wzór na obliczenie wzmocnienia jest następujący:

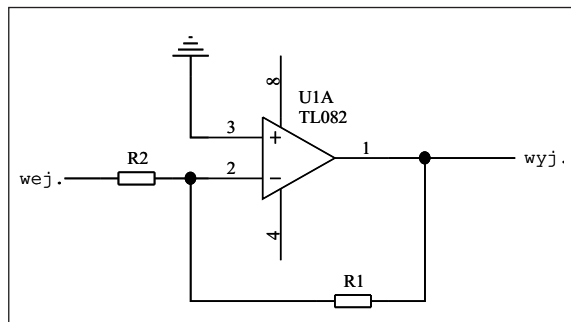
$$\text{GAIN} = R1 / R2$$

Słowo GAIN z języka angielskiego oznacza korzyść, zysk i jest ogólnie stosowane. W naszym przypadku oznaczać ono będzie wzmocnienie.

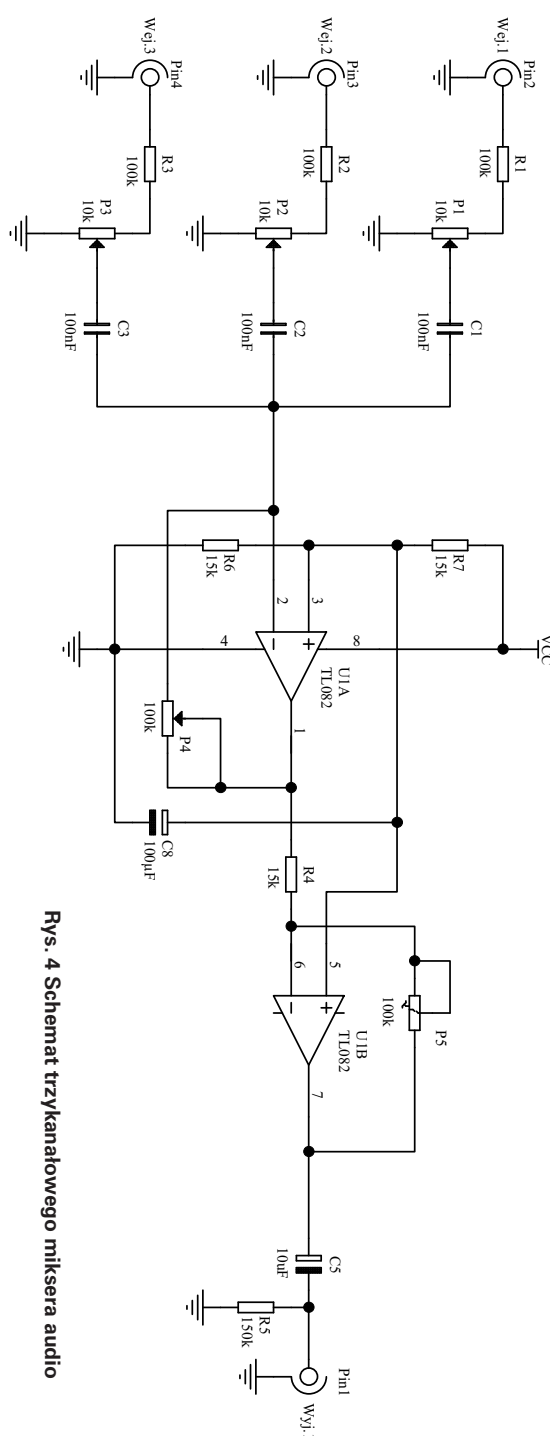
Opis miksera

Przedstawiony mikser można podzielić na trzy bloki funkcyjne:

- *układ wejściowy
- *sumator układ U1A
- *wzmacniacz wyjściowy układ U1B

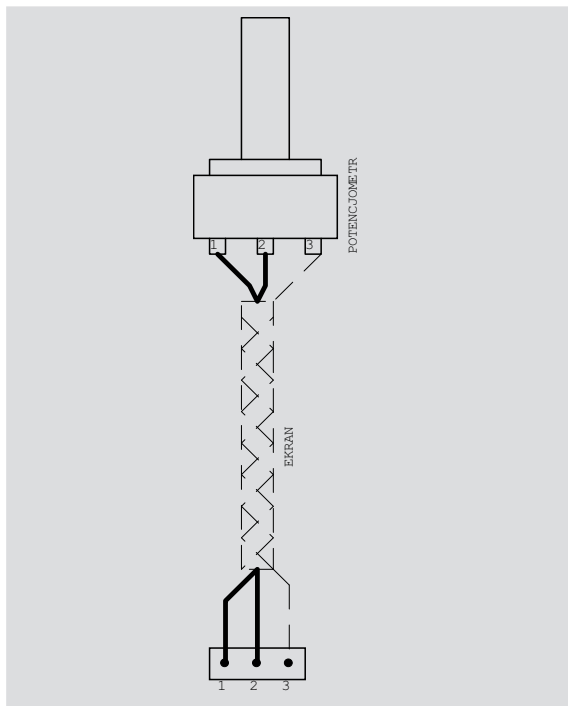


Rys. 3



Rys. 4 Schemat trzykanałowego miksera audio

Mikser zasilany jest napięciem stałym 9V. W skład układu wejściowego wchodzi oporniki R1 - R3, które wyznaczają oporność wejściową miksera włącznie z potencjometrami P1 - P3 pozwalającymi na dostosowanie odpowiedniego poziomu sygnału wejściowego (dzięki tym potencjometrom możemy regulować wzmocnienie osobno dla każdego z kanałów lub wycinać sygnały, których nie chcemy wykorzystywać do dalszej obróbki piosenek itp.) oraz kondensatory C1 - C3 odcinające napięcia stałe z układów wyjściowych bezpośrednio podłączonych na wejścia miksera. Dalej sygnał podawany jest na wejście sumatora nóżka 2 układu U1A



Rys. 5 Sposób lutowania przewodów do potencjometru

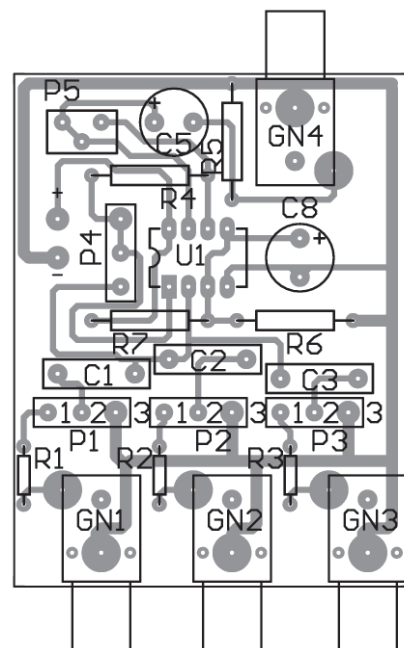
gdzie sygnał jest zsumowany, a jego wzmocnienie możemy regulować potencjometrem P4 (potencjometrem tym regulujemy również wspólne wzmocnienie dla wszystkich trzech sygnałów wejściowych). Oporniki R6 i R7 tworzą dzielnik dla napięcia odniesienia wejścia nieodwracającego. Z wyjścia układu sumatora nóżka 1 układu U1A sygnał podawany jest na wejście układu U1B nóżka 6 (wzmacniacz wyjściowy), który pracuje w układzie wzmacniacza odwracającego, więc jego wzmocnienie możemy obliczyć z wzoru:

$$GAIN = P5 / R4$$

Wzmacniacz ten dopasowuje sygnał wyjściowy dla urządzeń współpracujących z mikserem (wzmacniacze, magnetofonów lub innych urządzeń wykorzystanych przez użytkownika).

Montaż i uruchomienie

Montaż miksera należy rozpocząć od najmniejszych elementów z uwzględnieniem polaryzacji kondensatorów oraz ze zwróceniem szczególnej uwagi na montaż potencjometrów, ponieważ nie będą one przyłutowane bezpośrednio do płytki tylko połączone przewodami. Najlepszym przewodem do tego celu jest przewód ekranowany. Powinien on posiadać dwie żyły gorące, to znaczy takie którymi będą przesyłane sygnały oraz ekran, do którego podłączymy masę. Przewód należy podłączyć według rysunku 6. Układ po zmontowaniu powinien działać



Rys. 6 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

bez wcześniejszego uruchomienia, poza tym iż należy wyregulować poziom sygnału wyjściowego w taki sposób, aby nie był większy niż sygnał wejściowy.

Jarosław Kałuża

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 100k, R2 - 100k, R3 - 100k, R4 - 15k
R5 - 15k, R6 - 15k, R7 - 150k

Potencjometry:

P1 - 10kB, P2 - 10kB, P3 - 10kB, P4 - 100k
P5 - 100k

Kondensatory:

C1 - 100nF, C2 - 100nF, C3 - 100nF, C4 - 100μF,
C5 - 10μF

Układy scalone:

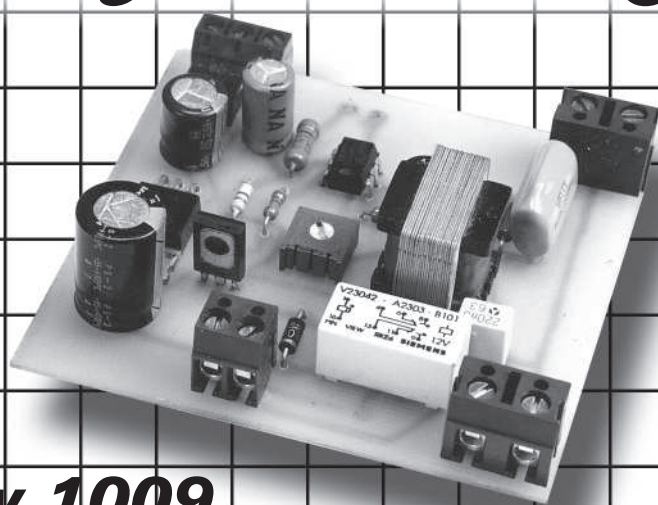
US1 - TL 082

Inne:

ARK - podwójne 1 szt.
CHINCH - gniazda pojedyncze do druku 4 szt.

Automatyczne nagrywanie rozmów telefonicznych

Stopień trudności
*



Zestaw 1009

Jak sama nazwa wskazuje układ do nagrywania rozmów telefonicznych służy do nagrania rozmów, które są prowadzone poprzez aparat telefoniczny. Układ jest w pełni automatyczny i praktycznie nie wymaga od użytkownika żadnej obsługi. Układ może wykonać każdy, kto potrafi lutować, nawet bez doświadczenia przy budowie układów elektronicznych. Po zgromadzeniu wszystkich potrzebnych podzespołów czas montażu nie powinien przekroczyć 2 godziny.

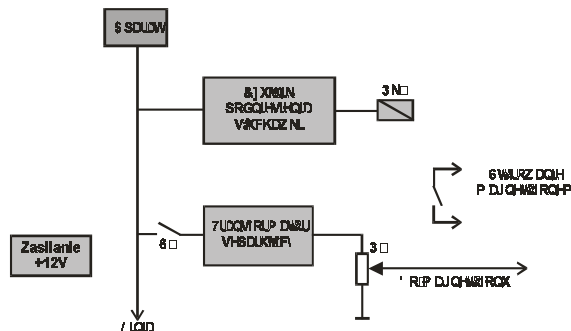
Układ do nagrywania rozmów telefonicznych jest dość ciekawą i prostą propozycją uzupełnienia własnej stacji telefonicznej w dodatkowe urządzenie. Wyjaśniam, że układ nie realizuje takich funkcji jak automatyczna sekretarka. Zadaniem układu jest automatyczne nagrywanie na magnetofon wszystkich rozmów telefonicznych, prowadzonych przez abonenta w chwili podniesienia przez niego słuchawki aparatu telefonicznego. Urządzenie może współpracować z centralami nowego typu jak i starego, które gdzieś tam są jeszcze spotykane. Układ nie zakłóca pracy centrali automatycznej.

Prezentowane urządzenie zostało zaprojektowane w taki sposób, aby mogło być wykonane nawet przez początkującego elektronika amatora. Niewielka ilość elementów, a co za tym idzie niewielka cena są dodatkowym atutem przy budowie i uruchamianiu układu.

Budowa układu

Model urządzenia został wykonany na jednostronnej płytce drukowanej, na której umieszczono wszystkie elementy układu. Z układu możemy wyodrębnić następujące funkcjonalne elementy rys.1:

- blok liniowy (linia telefoniczna)
- czujnik podniesienia słuchawki
- układ separujący
- zasilacz



Rys.1 Schemat blokowy

Stopień
trudności
*

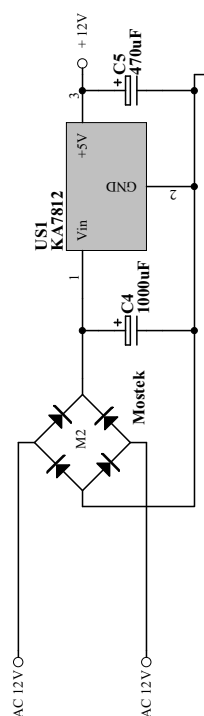
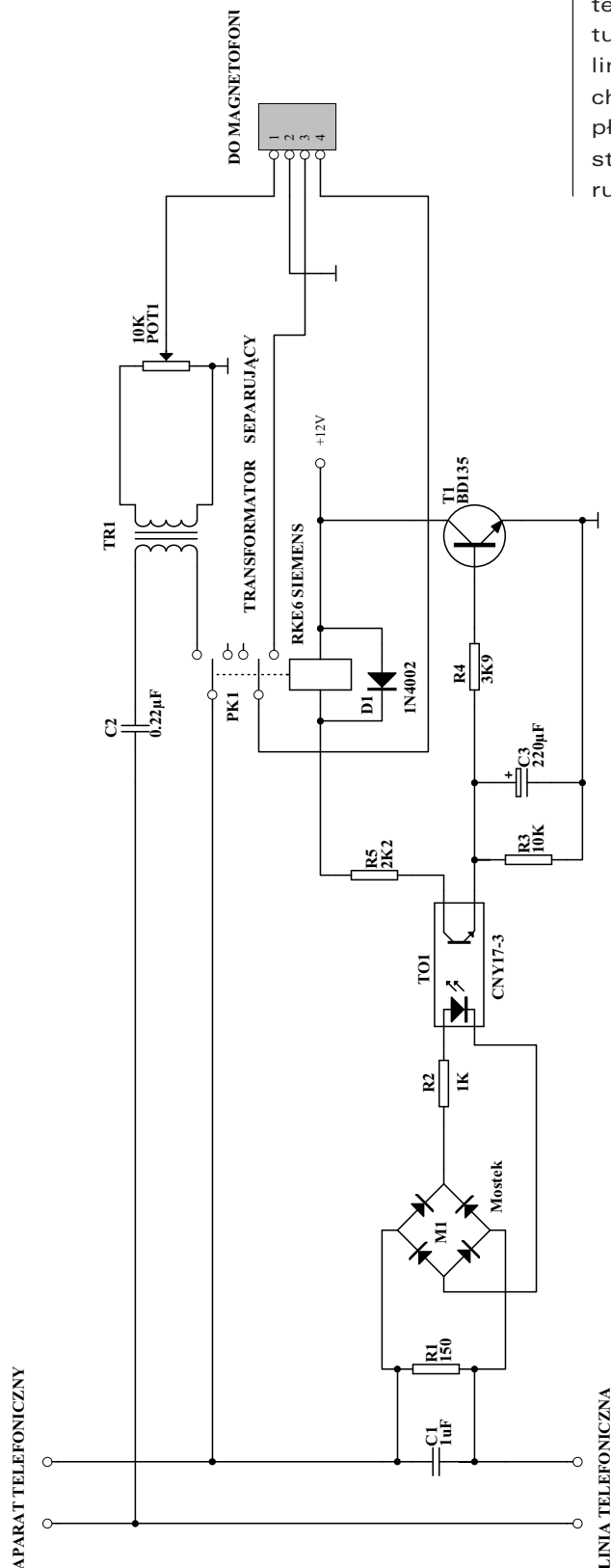
Blok liniowy jest integralną częścią linii telefonicznej. Jednocześnie jest całkowicie odseparowany od dalszej części układu przy pomocy transoptora TO1 CNY17-3 i transformatora.

Czujnik podniesienia słuchawki realizuje funkcję sterowania przekaźnikiem PK1, a co za tym idzie załączanie i wyłączanie magnetofonu zapisującego rozmowę telefoniczną. Układ se-

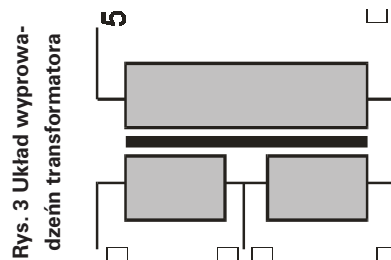
parujący oddziela galwanicznie linię telefoniczną od wejścia mikrofonowego magnetofonu przy użyciu transformatora telefonicznego TR1. Zasilacz dostarcza niezbędnych napięć do funkcjonowania całego urządzenia.

Działanie układu

Urządzenie jest włączone szeregowo pomiędzy przychodzącą linię telefoniczną a aparat telefoniczny. W stanie kiedy słuchawka aparatu telefonicznego jest odłożona w obwodzie liniowym prąd nie płynie. Podniesienie słuchawki aparatu telefonicznego powoduje przepływ prądu stałego w linii telefonicznej. Mostek prostowniczy zapewnia odpowiedni kierunek przepływu prądu zasilającego diodę w



Rys. 2 Schemat układu do automatycznego nagrywania rozmów telefonicznych



Rys. 3 Układ wyprowadzeń transformatora

przypadku zmiany biegunowości linii telefonicznej. W szereg z linią telefoniczną podłączony jest rezystor R1 o wartości około 150. Przepływający przez niego prąd powoduje spadek napięcia na nim, którym zasilana jest przez rezystor R2 1k dioda transoptora TO1 CNY 17-3. Powoduje to przewodzenie tranzystora (umieszczonego w transoptorze) oraz zaczyna się ładowanie kondensatora C3 o pojemności 220μF. Zadaniem jego jest powodowanie zwłoki przy przyciąganiu i zwalnianiu styków przekątnika. Zwłoka jest konieczna podczas wybierania numerów telefonicznych w systemie impulsowym, zwłaszcza gdy jesteśmy użytkownikami starego aparatu lub abonentami starej mechanicznej centrali. Po naładowaniu kondensatora na rezystorze R3 15k pojawia się napięcie, które powoduje przewodzenie tranzystora T1 BD135. Tranzystor ten steruje pracą przekątnika PK1 typu RKE6 firmy Siemens, który załącza magnetofon i przyłącza linię telefoniczną do obwodu separującego.

Równolegle z rezystorem R1 150 podłączony jest kondensator o wartości 1μF, którego zadaniem jest zmniejszenie wartości spadku napięcia na rezystorze w przypadku przepływu prądu dzwonienia. W tym przypadku spadek napięcia ma tak niską wartość, że nie powoduje zadziałania diody transoptora i wprowadzenia w stan przewodzenia tranzystora. Po zadziałaniu przekątnika podłączany jest obwód separujący. Transformator TR1 do linii telefonicznej podłączony jest równolegle poprzez kondensator 220nF, który stanowi zaporę dla prądu stałego. Powstające w linii podczas rozmowy prądy przenoszone są przez kondensator i transformator. Potencjometrem ustalamy poziom wyjściowy sygnału m.cz z układu separującego. Sygnał m.cz kierowany jest do wejścia mikrofonowego magnetofonu. Po odłożeniu słuchawki aparatu telefonicznego prąd w obwodzie liniowym przestaje płynąć, co z kolei powoduje wyłączenie magnetofonu i odłączenie obwodu separującego.

Montaż układu

Układ zaprojektowałem i zmontowałem na jednostronnej płytce drukowanej. Szczegółowa mozaika ścieżek płytki drukowanej wraz z rozmieszczeniem elementów została przedstawiona na rys.4. Niewielka ilość elementów użytych przy konstruowaniu układu powoduje, że projekt płytki nie jest skomplikowany i nie powinno być z wykonaniem jego żadnych problemów, nawet dla początkujących elektroników hobbystów. Dodatkową zaletą jest niewielki koszt użytych elementów elektronicznych. Po zgromadzeniu wszystkich elementów i po wykonaniu płytki drukowanej może-

my przystąpić do montażu naszego układu. Zaczniemy więc od wlutowania elementów najbardziej odpornych na podwyższoną temperaturę takich jak listwy zaciskowe, zwory, rezystory oraz transformator. Następnym krokiem będzie wlutowanie kondensatorów i elementów półprzewodnikowych.

Generalnie półprzewodnikowe elementy lutujemy krótko dobrze nagrzaną lutownicą nie za dużej mocy. Najlepiej użyć małej lutownicy kolbowej o mocy rzędu 15 - 40W. Specjalnie o tym przypominam, gdyż przegrzewanie jest złą praktyką początkujących kolegów elektroników, którzy tak długo lutują, że aż odchodzi ścieżka obwodu drukowanego. Jak widzimy na rys. 4 stabilizator w bloku zasilania montujemy w pozycji leżącej przykręcając radiator do płytki drukowanej. Dodatkowo możemy pod stabilizator podłożyć kawałek blachy aluminiowej wygiętej w kształcie litery L służącej jako radiator. Możemy również kosztem płytki drukowanej wytrawić radiator na płycie drukowanej w miejscu, w którym ma być zamontowany stabilizator. Prąd pobierany przez układ jest niewielki i nie powoduje nadmiernego nagrzewania się stabilizatora, tak więc zrezygnowałem w modelu z radiatora. W pozycji leżącej zamontowany jest również tranzystor sterujący pracą przekątnika BD135.

Jedynym nie standardowym elementem układu jest transformator. Użyty w modelu transformatorem telefonicznym jest T499. Zaopatrzenie się w ten transformator jest prawie niemożliwe. Jako zamiennik możemy zastosować dowolny miniaturowy transformator głośnikowy. Ja proponuję zastosowanie transformatora ze starego aparatu telefonicznego np. typu Aster. Stosowano tam transformator o oznaczeniu TR - 140 CB rys.3, którego głównym zadaniem było stworzenie w aparacie układu antylokalnego. Od razu rodzi się pytanie co oznacza układ antylokalny? Jest to układ, którego zadanie polega na niedopuszczeniu do obwodu słuchawki prądu przemienego wytworzonego we własnym mikrofonie, czyli teoretycznie nie powinniśmy słyszeć siebie w słuchawce aparatu telefonicznego. W przypadku zastosowania innego transformatora niż w modelu, potrzebne będą odpowiednie zmiany konstrukcyjne w projekcie płytki drukowanej. Współczesne aparaty już nie mają indukcyjnych elementów. Zastąpiły je elementy półprzewodnikowe. Praktycznie cały telefon to jeden układ scalony. Zmontowany układ najlepiej umieścić w jednej z wielu typów plastikowych obudów dostępnych na naszym rynku. W środku obok płytki z układem można umieścić transformator zasilający, który daje na uzwojeniu wtórnym napięcie AC około 12V i prąd do 300mA. Strona pierwotna

Stopień
trudności



transformatora musi być zaopatrzona w wyłącznik i gniazdo bezpiecznikowe z bezpiecznikiem.

Uruchamianie układu

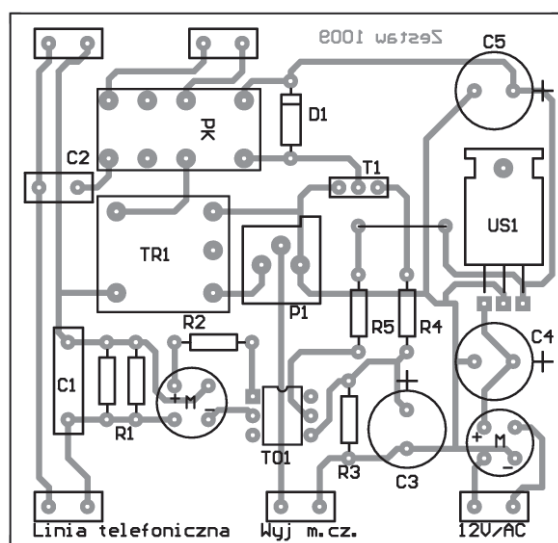
Po wmontowaniu wszystkich elementów w płytkę drukowaną i podłączeniu zasilania, możemy przystąpić do uruchamiania układu. Z uruchomieniem nie powinniśmy mieć większych problemów. Potrzebna będzie nam linia telefoniczna. Cała regulacja opiera się na dobraniu odpowiedniej wartości rezystancji rezystora R1 (w modelu dwa rezystory 470 połączone równolegle) oraz ustawieniu odpowiedniego poziomu sygnału m.cz. potencjometrem POT1. Wartość rezystancji R1 zależy od odległości między centralą, a aparatem telefonicznym abonenta. Najlepiej dobrać rezystancję doświadczalnie posługując się potencjometrem i miernikiem. W miejsce R1 wlutowujemy potencjometr o wartości maksymalnej 500 skręcając go na minimum, a woltomierz przyłączamy równolegle do potencjometru. Następnie podnosimy słuchawkę aparatu. Zwiększając wartość rezystancji potencjometrem obserwujemy wskazania miernika tak, aby spadek napięcia wyniósł nie więcej niż 5V. Im niższy tym lepiej, ale oczywiście tak niski, aby jeszcze zadziałała dioda transoptora. Wartość pojemności kondensatora C1 musimy dobrać eksperymentalnie. W modelu pojemność wynosi $1\mu\text{F}$. W przypadku włączania się układu podczas przychodzącego zewu wywołania z centrali, należy pojemność C1 zwiększyć np. do $2,2\mu\text{F}$. Po ustawieniu potencjometru wylutowujemy go i mierzymy omomierzem ustawioną rezystancję. Odczytując wynik dobieramy odpowiednie wartości rezystorów stałych, które wlutowujemy w miejsce potencjometru. Następnym

krokiem będzie ustawienie odpowiedniego poziomu sygnału m.cz. Najprościej zrobić to na słuch. Wyjście m.cz. połączyć z wejściem mikrofonowym magnetofonu, którego użyjemy do zapisywania lub z dowolnym wzmacniaczem m.cz. Potencjometr skrócić do minimum i po podniesieniu słuchawki aparatu powoli zmieniać wartość R potencjometru, aż do uzyskania odpowiedniej jakości sygnału bez zniekształceń. Kolejnym krokiem przy uruchamianiu układu będzie odpowiednie podłączenie sterowania magnetofonem. Do tego układu powinniśmy użyć jak najprostszego magnetofonu, który ma oczywiście możliwość zapisu. Podłączenie do magnetofonu możemy zrealizować na dwa sposoby. Pierwszy sposób to w obwód zasilania sieciowego włączamy przekaźnik PK1, który łączy napięcie sieciowe w czasie zapisu na cały magnetofon. Jest to sposób najmniej inwazyjny, bo praktycznie nie dokonujemy żadnych zmian konstrukcyjnych.

Drugi sposób wymaga od nas trochę praktyki i podstawowej znajomości budowy magnetofonu, ponieważ sterownie realizowane będzie poprzez włączanie i wyłączanie samego silnika magnetofonu. W tym celu przewody idące do silnika należy przeciąć i podłączyć je poprzez przekaźnik PK1. W obydwu sposobach przyciski startu i zapisu muszą być ciągle załączone tak, aby mógł się odbywać zapis rozmowy na magnetofon.

I tak przebrnęliśmy do końca wykonywanych czynności przy uruchamianiu układu. Mam nadzieję, że opis ich nie jest zbyt skomplikowany i nie zniechęci młodych adeptów elektroniki.

Krzysztof Górski
SQ2GCL



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 2x 470, R2 - 1k, R3 - 15k, R4 - 3,9k, R5 - 2,2k

Kondensatory:

C1 - $1\mu\text{F}$ styrofleksowy, C2 - $0,22\mu\text{F}$, C3 - $220\mu\text{F}$, C4 - $1000\mu\text{F}/25\text{V}$, C5 - $470\mu\text{F}/25\text{V}$

Półprzewodniki:

TO1 - CNY17-3, T1 - BD135, D1 - 1N4002

Układy scalone:

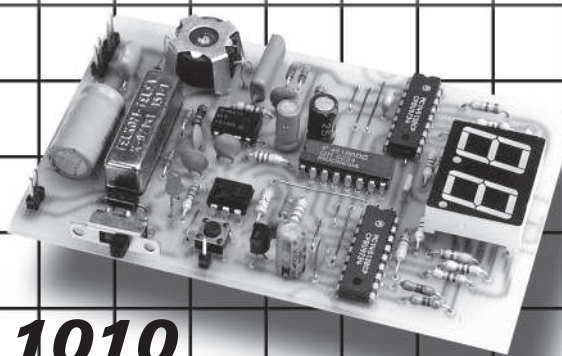
US1 - KA7812

Inne:

POT1 - 10k, PK1 - RKE6 SIEMENS, M1 - mostek prostowniczy 1A, M2 - mostek prostowniczy 1A

Licznik kontrolny impulsów telefonicznych

Stopień trudności
* *



Zestaw 1010

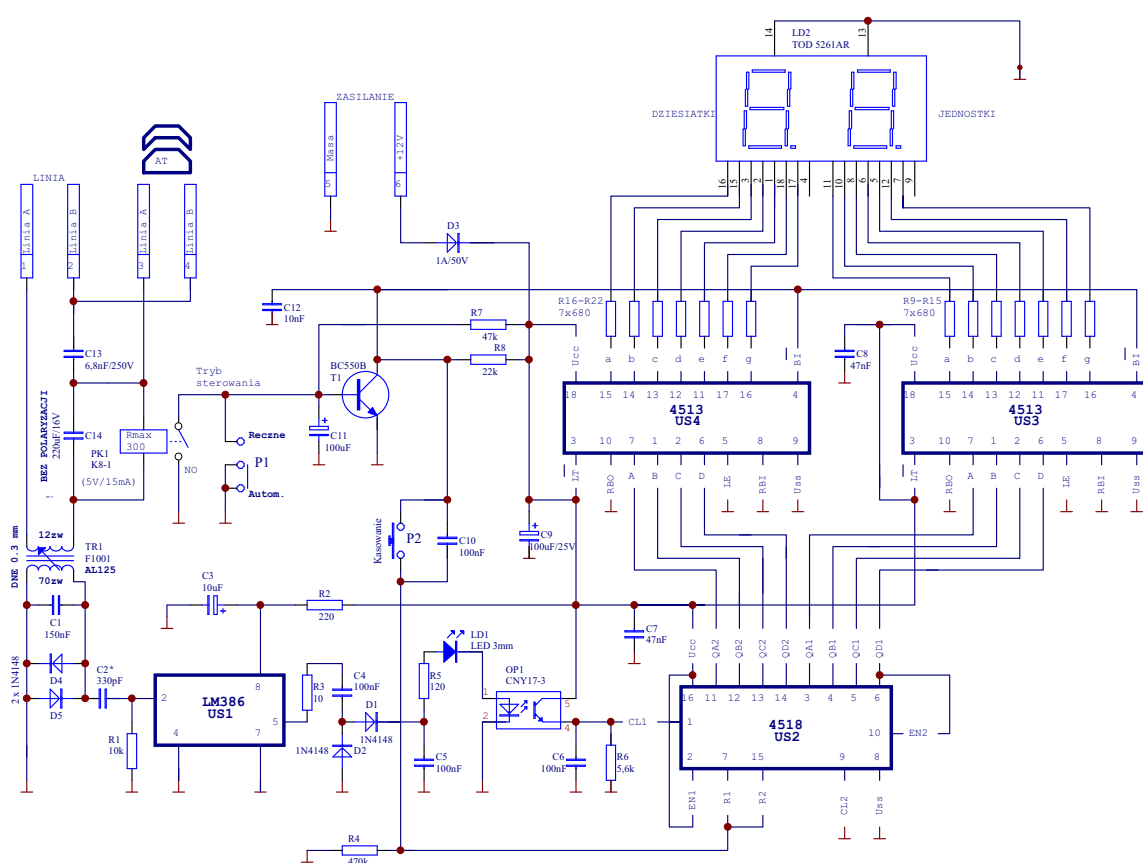
Samodzielnie zdobyta informacja o ilości “skonsumowanych” impulsów telefonicznych, droga wykorzystania oficjalnych możliwości technicznych, jakie dają nowoczesne centrale telefoniczne nie może być podstawą do kwestionowania rachunku telefonicznego tworzonego przez telekomunikacyjnego usługodawcę, który obecnie nie jedno ma imię. Z tego tytułu inwestowanie w kosztowny rejestrator rozmów obsługujący pojedynczy aparat ma sens tylko w szczególnych przypadkach. Najczęściej nurtuje nas problem kosztów aktualnie prowadzonej rozmowy, zwłaszcza kiedy się przedłuża, a jeden z członków rodziny lub sąsiad nie grzeszą wstrzemięźliwością, odbierając nam resztkę nadziei na rozsądny wymiar miesięcznego rachunku. Prezentowane urządzenie pomaga wybrnąć z niezręcznych sytuacji międzyludzkich, a dla “gadulskich” może być pomocne w kształtowaniu silnej woli zakończenia rozmowy.

Sygnalizacja teledaliczania polega na generowaniu impulsu tonowego 16 kHz od centrali do abonenta inicjującego połączenie (abonent A), na początku połączenia płatnego, czyli natychmiast po zgłoszeniu się abonenta, do którego telefonujemy (abonent B). Kolejne impulsy 16 kHz są przysyłane w trakcie rozmowy w tempie zgodnym z kryteriami zliczania każdego, następnego impulsu w urządzeniach taryfikujących centrali. Kryteriami są oficjalne oferty operatora o kosztach za połączenie w danym kierunku i czasie oraz cena impulsu telefonicznego. Zazwyczaj impuls przychodzi dokładnie w chwili upływu czasu lub z bardzo małym wyprzedzeniem.

Uzyskanie dostępu do sygnalizacji teledaliczania 16 kHz wymaga deklaracji abonenta w Biurze Obsługi Klienta danego operatora. Jednak

tylko centrale cyfrowe lub niektóre elektroniczne starszego typu mają techniczną możliwość

Charakterystyka elektryczna dostępnych odmian układu LM386					
Parametr	Warunki pracy	Min	Typ	Max	Jed.
Napięcie zasilania (+U)					
LM386N-1, -3; LM386M-1; LM386MM-1		4		12	V
LM386N-4		5		18	V
Prąd spoczynkowy (I ₀)	[+U = 6V; U _{we} = 0]		4	8	mA
Moc wyjściowa (P _{wy})					
LM386N-1; LM386M-1; LM386MM-1	[+U=6V; R _L =8; THD=10%]	250	325		mW
LM386N-3	[+U=9V; R _L =8; THD=10%]	500	700		mW
LM386N-4	[+U=16V; R _L =32; THD=10%]	700	1000		mW
Wzmocnienie napięciowe					
(K _u) [+U = 6V; f = 1kHz]	wolne wyprowadzenia 1 i 8		26		dB
	10 uF pomiędzy wyp. 1 i 8		46		dB
Pasmo częstotliwości pracy					
Płaska charakterystyka wzm. (Bw) _f	[+U = 6V; wyp. 1 i 8 wolne.]		300		kHz
Całkowite zniekształcenia harmoniczne THD					
[+U=6V; R _L =8; P _{wy} =125mW]	[f = 1kHz; wyp. 1 i 8 wolne.]		0,2		%
Rezystancja					
Rezystancja wejściowa (R _{we})	[+U = 6V]		50		k



Rys. 1 Schemat licznika impulsów telefonicznych

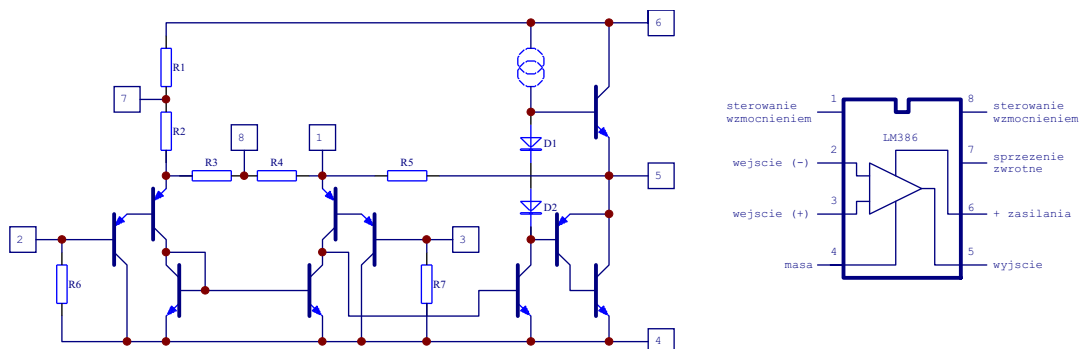
dostarczenia takiej usługi. Sporadycznie występującym problemem może być duża tłumienność dalekich linii telefonicznej dla sygnału o tak wysokiej częstotliwości..

Sygnał 16kHz jest impulsem tonowym o czasie trwania około 125ms. Amplituda źródła sygnału w centrali wynosi około 2,4 V. Podlega tłumieniu i stratom na rezystancji i pojemności oraz indukcyjności linii telefonicznej. Jeżeli pomierzona na zaciskach aparatu telefonicznego amplituda 16 kHz na tle składowej stałej wynosi przynajmniej 0,5 Vpp, to jest zadawalająca.

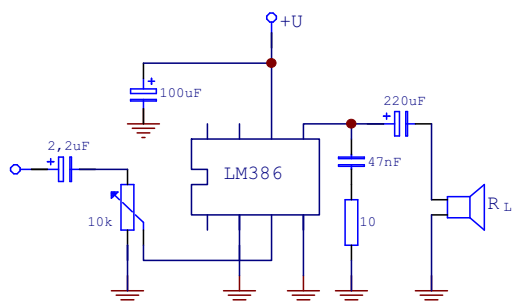
Proces naliczania należności za rozmowę telefoniczną odbywa się generalnie w miejscu usytuowania centrali lokalnej lub węzłowej, do której podłączeni są taryfikowani abonenci. Jeszcze na początku lat dziewięćdziesiątych naliczanie impulsów przeprowadzały urządzenia stanowiące część centrali telefonicznej w

oparciu o dane dotyczące kierunku połączenia, potem również daty i czasu w ciągu doby. Obecnie u prawie wszystkich operatorów system taryfikacji oparty został na wysoce niezawodnych systemach komputerowych, zbierających dane z central lokalnych i odległych w sposób automatyczny. Dotyczy to również central starego typu. Taki sposób jest wiarygodny z punktu widzenia usługodawców i bezpieczny z uwagi na gromadzone dane o ruchu telefonicznym poszczególnych abonentów. Dalsze procesy obróbki tych danych wieńczy periodyczny produkt w postaci rachunku telefonicznego.

Istnieją jednak telefoniczne urządzenia końcowe, które z dala od centrali oczekują od niej danych o sposobie taryfikacji. Najliczniejszą ich grupę stanowią automaty telefoniczne różnej generacji. Starsze, inkasujące monety lub żetony wymagały każdorazowej informacji o za-



Rys. 2 Schemat wewnętrzny i układ wyprowadzeń układu LM386 w obudowie DIL8



Rys. 3a Schemat wzmacniacza o wzmacnieniu napięciowym $K_u=20$

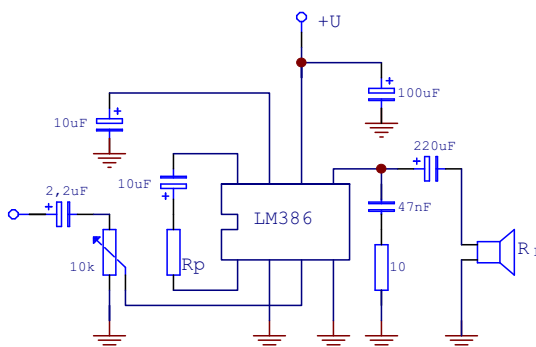
liczanym przez centralę impulsie. Nowoczesne ich wykonania inkasujące za pośrednictwem karty magnetycznej lub "chipowej" posiadają własną bazę danych o kierunkach oraz taryfach kalendarzowych i dobowych. Nad wykonywaniem modyfikacji czuwa nadzorujący zegar czasu rzeczywistego.

Do prawidłowego rozliczenia z użytkownikiem aparatu wymagana jest informacja o zaistnieniu prawidłowego połączenia (abonent B podniósł słuchawkę), którą posiada tylko centrala bazowa.

Inną coraz liczniejszą grupę urządzeń stanowią małe centraliki o pojemności od kilku do kilkudziesięciu numerów pracujące do dwóch lub więcej typowych linii telefonicznych. Są to przeważnie nowoczesne urządzenia, posiadające obszerną bazę danych i autonomiczny system billingowy, umożliwiający szczegółowe rozliczanie rozmów z numerów wewnętrznych. Do prawidłowego rejestrowania kosztów takiej centrali również niezbędna jest informacja o początku połączenia z abonentem po drugiej stronie. Brak sygnalizacji z centrali oznaczał połączenie niepłatne.

Zdecydowanie mniejszą grupę urządzeń o podobnym typie wymagań, jak poprzednio wymienione, stanowią samodzielne liczniki kontrolne u abonentów. Dostępne na rynku urządzenia są modelami bardzo złożonymi o dużych możliwościach, co ma swoje odzwierciedlenie w cenie. Proste liczniki w cenie około 60 złotych, produkowane przez małe firmy są osiągalne zazwyczaj na lokalnym terenie.

Dla potrzeb protoplastów wymienionych urządzeń powstawały już przed dziesiętkami lat systemy przesyłania sygnalizacji o zaliczaniu. Wcześniejsze, które polegały na odwracaniu polaryzacji baterii zasilającej linię abonencką komplikowały konstrukcje centrali i zakłócały przebieg rozmowy. Wraz z rozbudową i modernizacją sprzętu centralowego znaczącą rolę zaczęła odgrywać sygnalizacja impulsem tonowym o prawie ponadakustycznej częstotliwości 16 kHz. Brak środków na finansowanie wymiany sprzętu telefonicznego oraz faktyczna trwałość starszych technologii spowo-



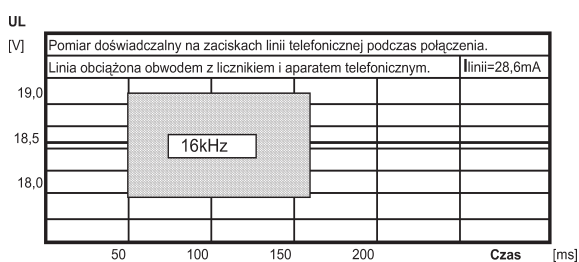
Rys. 3b Schemat wzmacniacza o wzmacnieniu napięciowym $K_u=50$ dla $R_p=1,2k$ i $K_u=200$ dla $R_p=0$

dowała wielką różnorodność sprzętu wymagającego współpracy z centralą w zakresie taryfikacji połączeń. Nie mogło być zatem mowy o wypieraniu starego systemu przez nowy. Do chwili obecnej przetrwało w większości sprzętu centralowego kompromisowe rozwiązanie polegające na jednokrotnym odwróceniu pętli po uzyskaniu połączenia płatnego z jednoczesnym nadaniem impulsu 16 kHz oraz każdorazowym nadawaniu impulsu częstotliwościowego przy naliczaniu kolejnego impulsu.

Najnowsze centrale wiodących światowych producentów preferują od kilku lat wyłącznie sygnalizację tonową, a odwrócenie polaryzacji w dodatkowym, kosztownym wykonaniu.

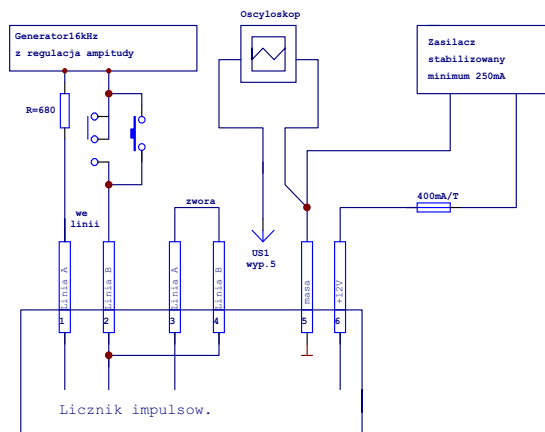
Główny element aktywny zastosowany w detektorze 16 kHz

Układ scalony LM386 jest niskonapięciowym wzmacniaczem małej częstotliwości o mocy wyjściowej nie przekraczającej 2 watów. W odróżnieniu od typowych monolitycznych wzmacniaczy małej mocy LM386 wejścia różnicowe oraz dwa obwody dostępu do wewnętrznej pętli sprzężenia zwrotnego nadają układowi szczególną właściwość użytkową w postaci prostego programowania wzmacnienia napięciowego układu w zakresie od 20 do 200. Do programowania wzmacnienia przeznaczone są wyprowadzenia (1) oraz (8). Pozostawienie tych wyprowadzeń swobodnymi sprawia, że o wzmacnieniu układu decyduje jedynie wewnętrzna rezystancja po-



Amplituda napięcia składowej 16kHz na tle składowej stałej napięcia obciążonej linii telefonicznej w trakcie rozmowy z typowego aparatu telefonicznego włączonego szeregowo z licznikiem impulsów. Odległość około 4km od urządzeń centrali telefonicznej.

Stopień
trudności
* *



Rys. 4 Schemat pomiarowy dla strojenia i uruchomienia wstępnego licznika

między wyprowadzeniami 1 i 8 o wartości 1,35 kW. W tej sytuacji wzmacniacz uzyskuje minimalne, 20- krotne wzmocnienie napięciowe (26 dB), a jednocześnie maksymalnie płaską charakterystykę amplitudowo-częstotliwościową o szerokości 300 kHz. Jeżeli między wyprowadzenia dołączymy zewnętrzny kondensator o wartości 10 mF z polaryzacją (+) w kierunku wyprowadzenia 8, zbocznikujemy dla składowej zmiennej wewnętrzny rezystor 1,35k w pełnym paśmie częstotliwości. Wzmocnienie układu wzrośnie do maksymalnej wartości 200 razy (46 dB) z płaską charakterystyką przenoszenia w paśmie około 40 kHz. Dla uzyskania dowolnej, pośredniej wartości wzmocnienia wyprowadzenia 1 i 8 należy połączyć szeregowym dwójnikiem RC.

Pomiędzy wyprowadzeniem 5 oraz 1 dołączony jest wewnętrzny rezystor stałoprądowego, ujemnego sprzężenia zwrotnego o wartości 15 kW, ustalającego statyczny punkt pracy stopnia wejściowego. Sprzężenie decyduje o wzmocnieniu w całym paśmie częstotliwości pracy wzmacniacza. Dołączenie pomiędzy wyprowadzenia 1 i 5 szeregowych dwójników RC lub RLC pozwala na bardzo skuteczne kształtowanie pasma przenoszenia wzmacniacza.

Specyficzna charakterystyka obciążalności wzmacniacza wymaga dobrania wartości obciążenia do napięcia zasilania układu. W tabeli przedstawiono warunki uzyskania maksymalnej mocy wyjściowej dla LM386. Forsowanie bariery mocy wyjściowej drogą zwiększania napięcia zasilania lub zwiększania obciążenia daje rezultaty przeciwne do zamierzonych i może doprowadzić do uszkodzenia wzmacniacza.

Opis działania i montaż układu

Układ jest włączony szeregowo z aparatem telefonicznym w jedną z żył linii abonenckiej. Składowa stała i zmienna prądu występującego w linii przepływa przez uzwojenie pierwotne transformatora rezonansowego TR1, dostro-

jonego do częstotliwości 16 kHz oraz cewkę przekaźnika kontaktronowego z dołączonym równolegle kondensatorem elektrolitycznym o polaryzacji dwukierunkowej. Rezystancja oraz indukcyjność uzwojenia pierwotnego TR1 jest pomijalnie mała dla składowe stałej i innych składowych z pasma akustycznego. Dla składowej stałej istotne znaczenie ma rezystancja cewki PK1 wynosząca około 280 W. Składowa zmienna praktycznie całkowicie przepływa przez dużą pojemność 220 mF ($XC = 31W/25Hz$; $0,7W/1kHz$). Rezystancja cewki PK1 jest porównywalna z rezystancją dynamiczną współczesnego aparatu telefonicznego, zatem porównywalne są też spadki napięć. W wyjątkowych przypadkach kiedy rezystancja łącza telefonicznego jest zbyt duża, a minimalne napięcie na zaciskach danego modelu aparatu musi mieć odpowiednią wartość, zaistnieje konieczność zwarcia cewki przekaźnika, który służy jedynie dla polepszenia komfortu korzystania z licznika. Należy wtedy przejść na sterowanie ręczne i zerowanie przełącznikiem P2. Kondensator C13 o mało znaczącej dla toru akustycznego pojemności 6,8nF stanowi boczny aparatu telefonicznego dla prądu o częstotliwości 16 kHz. Niektóre typy aparatów są wyposażane w szeregowy filtr zaporowy tego sygnału i składowa prądu płynącego przez aparat i dalej uzwojenie pierwotne TR1, byłaby krytycznie mała dla poprawnej pracy licznika. Sygnał 16 kHz po wtórnej stronie TR1 ma większą amplitudę z powodu przełożenia transformatora oraz zjawiska rezonansu. Diody D1, D2 standaryzują zbyt dużą amplitudę oscylacji. Sygnał poprzez małą pojemność kondensatora C2 dociera do wejścia wzmacniacza i po 50-krotnym wzmocnieniu podlega detekcji szczytowej. Rezystor R3 zabezpiecza wyście wzmacniacza przed przeciążeniem przewodzącej dioda D2 w ujemnej połówce sygnału. Wartość kondensatora C2 oraz rezystora R1 zostały tak dobrane, aby ograniczyć ilość energii dostarczanej z TR1 w niskim zakresie częstotliwości. Silne impulsy prądowe o ostrym zboczach, które występują w chwili podniesienia/odłożenia słuchawki, wybierania impulsowego lub odwrócenia polaryzacji linii po uzyskaniu połączenia mogą przenikać przez TR1 w postaci "szpilek" o dużej amplitudzie i czasie trwania

Moc wyjściowa uzyskiwana w relacji: wartość obciążenia / napięcie zasilania					
Obciążenie	Zniekształcenia	Napięcie +U			
		LM386N1,3	LM386M-1	LM386MM-1	LM386N-1
RL	THD	6V	9V	12V	16V
	%				
4	3	295mW	305mW	310mW	zabronione
	10	330mW	350mW	360mW	zabronione
8	3	260mW	600mW	695mW	700mW
	10	330mW	720mW	830mW	830mW
16	3	150mW	400mW	810mW	1260mW
	10	200mW	490mW	990mW	1590mW
32	3	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
	10				1000mW

kilku milisekund, wywołując jednocześnie pobudzone oscylacje o częstotliwości rezonansowej. Zjawiska te nasilają się krytycznie przy długości linii centrala-abonent poniżej 200 metrów. Mogą wywoływać anomalie pracy licznika w postaci przypadkowego zliczania, najczęściej przy odłożeniu słuchawki. Należy wtedy zmniejszyć wartość C2 do 250 pF. Dekodowanie impulsów telezaliczania w każdych warunkach układ realizuje poprawnie. Czas trwania impulsu jest zdecydowanie dłuższy od zakłóceń, co widać wyraźnie po intensywności i czasie świecenia diody D5. Zastosowanie optoizolatora OP1 z powodu jego nieliniowej charakterystyki przenoszenia poprawiło margines zakłóceń dla licznika 4518. Kasowanie licznika odbywa się automatycznie przy zwarciu styków PK1 lub przełącznika P1. Dodatni impuls kasujący wytworzony jest przez odpowiednią wartość C10 ze zbocza narastającego napięcia kolektora T1 lub przez załączenie P2.

Montaż układu należy rozpocząć od wykonania wszystkich połączeń dodatkowych (zwór). Elementy aktywne CMOS powinny być montowane jako ostatnie, po wlutowaniu wyświetlacza.

Materiałem do wykonania TR1, to filtry rezonansowe, stosowane w układach magnetofonów szpulowych "Dama-Pik" lub "Aria" oraz niektórych kasetowych produkcji ZRK. Uzwojenie pierwotne ułożone jednowarstwowo zajmuje 2/3 szerokości karkasu. Należy je przy-

kryć pojedynczą warstwą plastikowej taśmy izolacyjnej, dociętej z małym nadmiarem do szerokości karkasu. Szczelność izolacji nie powinna pozwolić na przeniknięcie zwojów uzwojenia wtórnego na brzegach karkasu. Izolowanie przeprowadzone jest dla bezpieczeństwa, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo awaryjnej kolizji instalacji telefonicznej z siecią elektryczną.

Do zestrojenia transformatora rezonansowego należy wykorzystać statyczne źródło sygnału 16 kHz o rezystancji wewnętrznej poniżej 1 kΩ i regulowanej amplitudzie od zera do minimum 2Vpp.

Efekty strojenia możemy zaobserwować woltomierzem na wyjściu detektora szczytowego lub za pomocą oscyloskopu na wyjściu US1. W dalszym etapie możemy wprowadzić kłucowanie obwodu generatora i sprawdzić poprawność zliczania impulsów oraz zerowania. Schemat pomiarowy przedstawiony został na wyseparowanym fragmencie schematu licznika. Poprawne zestrojenie TR1 zapewnia zliczanie już przy amplitudzie impulsów około 150 mVpp, mierzonej w układzie pomiarowym pomiędzy zaciskami linii wejściowej 1 i 2.

Sławomir Kazub

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 10k, R2 - 220, R3 - 10, R4 - 470k, R5 - 120, R6 - 6,8k, R7 - 47k, R8 - 22k

Kondensatory:

C1 - 150nF, C2 - 330pF, C3 - 10μF/16V, C4 - 100nF, C5 - 100nF, C6 - 100nF, C10 - 100nF, C7 - 47nF, C8 - 47nF, C9 - 100μF/25V, C11 - 100μF/16V, C12 - 10nF, C13 - 6,8nF, C14 - 220μF/16V Polaryzacja dwukierunkowa, częste oznakowanie NP lub BP.

Półprzewodnikowe:

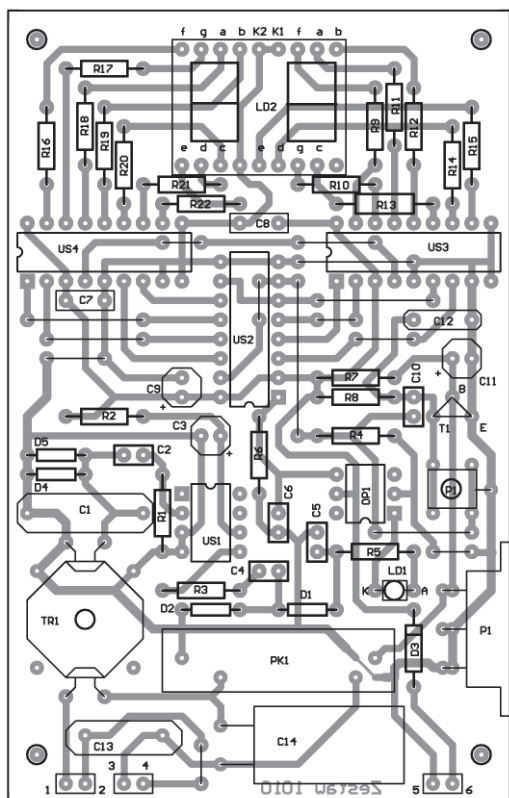
D1 - 1N4148, D2 - 1N4148, D3 - 1N4148, D4 - 1N4148, OP1 - CNY17-3, T1 - BC550-B, LD1 - LED 3mm o podwyższonej jasności, LD2 - Wyświetlacz LED- dwucyfrowy z wspólną katodą.

Układy scalone:

US1 - LM386-3 w obudowie DIL8, US2 - CD4518, US3 - CD4513, US4 - CD4513

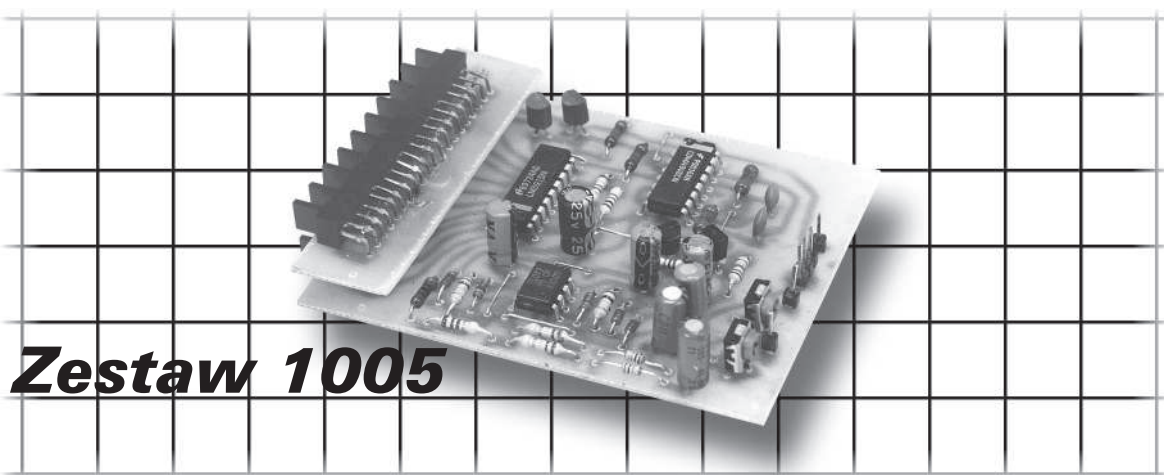
Inne:

P1 - Przełącznik miniaturowy dwustanowy, P2 - Przełącznik miniaturowy jednostanowy, zwierny, TR1 - Transformator do wykonania w/g opisu, PK1 - Przekaznik kontaktronowy K8-1x1



Rys.5 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

Dwukanałowy wskaźnik poziomu napięcia m.cz. cz.II



Zestaw 1005

W poprzedniej części został przedstawiony schemat dwukanałowego wskaźnika m.cz. W części drugiej przedstawiamy płytkę drukowaną z rozmieszczeniem elementów i sposób uruchomienia.

W układach z podziałem czasowym trwa nieprzerwanie dynamiczny proces niezależnie od tego czy sygnał podany do wejścia układu ma wartość stałą, zmienną, czy też wartość zerową.

W przypadku bardzo prostych układów, jakim jest prezentowany wskaźnik, po prawidłowym montażu niezbędnym przyrządem pomiarowym jest multimetr cyfrowy lub analogowy o dużej rezystancji wejściowej powyżej $1\text{M}\Omega/\text{V}$. Kłopoty przy uruchomieniu czynią niezbędnym zastosowanie chociażby najprostszego oscyloskopu.

Proces naprzemiennego dostarczania do LM3915 napięcia stałego o wartości odpowiadającej obwiedni monitorowanego sygnału m.cz. przedstawiony został na schemacie blokowym urządzenia.

Poniższa analiza posiada odniesienia szczegółowe w oparciu o schemat ideowy. Sygnały napięcia zmiennego m.cz. każdego z kanałów jest dostarczany do indywidualnego wzmacniacza o wzmocnieniu 4-krotnym, w warunkach ustawienia regulatorów R13, R14 na wartość 0Ω . Sygnały wejściowe powinny mieć zakres amplitud od 0Vpp do $2,11\text{Vpp}$. Wtedy amplituda sygnału wyjściowego każdego ze wzmacniaczy US1 osiągną wartość od 0Vpp do ponad 8Vpp . Detekcja wzmocnionego sygnału jest korzystna dla zmniejszenia błędów

detektora wynikających z nieliniowości początku charakterystyki diody krzemowej. Anody D3, D4 są galwanicznie dołączone do wyjść wzmacniaczy US1. Składowa stała napięcia na każdym z wyjść jest na minimalnym poziomie i wynosi około $+0,95\text{V}$. Obwód roboczy D3 oraz D4 zamyka praktycznie tylko rezystor R19 dołączany na 50% czasu do każdej z diód przez klucze T3, T4 ze stratą około $0,38\text{V}$.

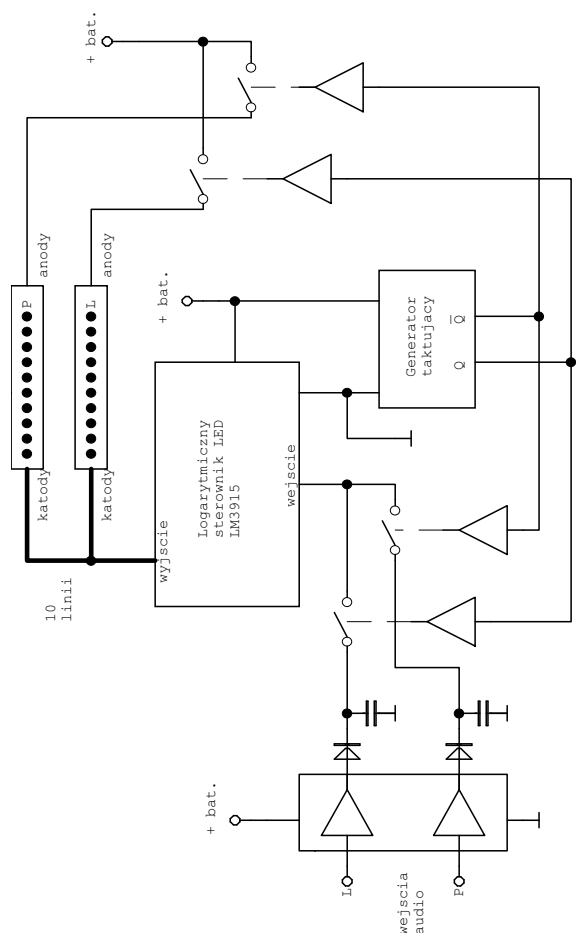
Prąd spoczynkowy, średni

$$I_{D3,D4} = 0,5 \cdot [(0,95\text{V} - 0,42\text{V} - 0,38\text{V}) / 100\text{k}\Omega] = 0,75\mu\text{A}$$

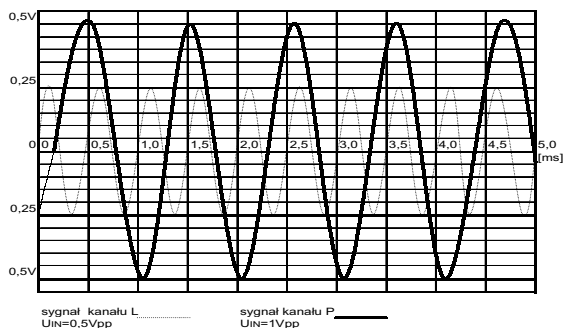
gdzie:

$[0,42\text{V}]$ jest pomierzoną wartością ΔU_F dla D3 lub D4.

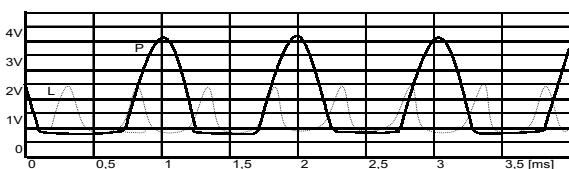
Wzmacniacze zapewniają dodatkowo dużą separację potencjalnego źródła dołączonego do wejścia kanału od znacznego obciążenia jakim jest diodowy detektor szczytowy. Niska rezystancja wyjściowa scalonego wzmacniacza operacyjnego zapewnia odpowiedni prąd dla wysterowania detektora. Zastosowanie diód D1, D2 w obwodach ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniaczy oraz warunki polaryzacji wejścia nieodwracającego na poziomie $0,7\text{V}$ zostały dobrane celowo dla maksymalizacji dodatniej połówki sygnału na wyjściach wzmacniaczy, kosztem wyeliminowania bezuży-



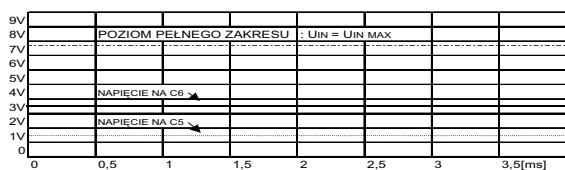
Rys. 6 Schemat blokowy dwukanałowego wskaźnika poziomu



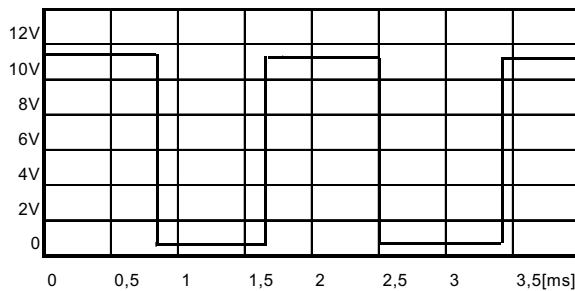
Oscylogram 1 Przykładowe przebiegi sygnałów elektrycznych na wejściach kanału L i P



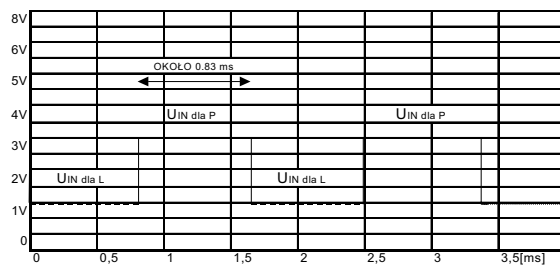
Oscylogram 2 Sygnały na wejściach wzmacniacza US1 w konsekwencji sygnałów z oscylogramu 1



Oscylogram 3 Napięcie po detekcji sygnałów szczytowych w kanale L i P



Oscylogram 4 Idealizowany przebieg sygnału taktującego na wejściu inwertera US2C



Oscylogram 5 Zmiany wartości napięcia wejściowego dla wyprowadzenia (5) układu scalonego LM3915

tecznej ujemnej części przebiegu. Asymetryczny sygnał wyjściowy z wyprowadzeń (7) lub (1) US1 ilustruje oscylogram nr 2. Kondensatory C5,C6 pełnią rolę elementów pamiętających, „pompowanych” przez diody D3,D4 dodatnimi impulsami z wyjść wzmacniaczy. W zestawieniu przedstawiono uzyskane z pomiarów wartości amplitud i napięć w istotnych punktach jednego z kanałów urządzenia. Pomiary wykonano w zakresie pełnego wysterowania wskaźnika LED.

Oscylogram nr 4 pokazuje jeden z dwóch przesuniętych o $\Phi=180^\circ$ sygnałów zegara sterującego kluczami tranzystorowymi z elementami T3,T4. Pojedynczy klucz tworzą trzy elementy np. T3,R17,D6. Normalnie otwarty klucz jest rozłączany (kontynu-

Charakterystyka rzeczywista wskaźnika modelowego		
U _{IN} [Vpp]	Liczba świec. LED [szt.]	Wskazanie rzeczywiste [dB]
poniżej 0,16	0	poniżej -22
0,16	1	-22
0,24	2	-18,9
0,31	3	-16,6
0,41	4	-14,2
0,50	5	-12,5
0,66	6	-10
0,98	7	-6,7
1,23	8	-4,6
1,69	9	-1,9
2,11	10	0

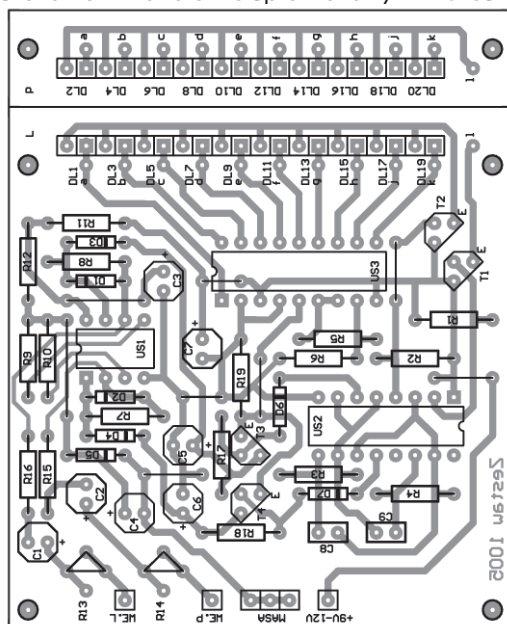
Podstawowe parametry elektryczne wskaźnika modelowego		
Napięcie zasilania	12	V
Prąd zasilania przy wygaszonych wszystkich LED	20	mA
Prąd zasilania przy zapalonych wszystkich LED	120	mA
Wartość średnia I _{LED}	5	mA
Prąd chwilowy I _{LED}	10	mA
U _{IN MAX} przy R13=0, R14=0	2,11	Vpp
Zakres częstotliwości U _{IN} +/- 1dB	20-120 000	Hz
Zakres częstotliwości U _{IN} +/- 3dB	5-180 000	Hz
Częstotliwość przełączania kanał Lewy kanał Prawy	400-600	Hz
Zakres dynamiki	>22	dB
Średni krok wskaźnika	2,2	dB
Ilość wejść pomiarowych	2	

Stopień trudności
* *

ując przykład) stanem niskim na katodzie diody D6 wymuszonym przez inwerter US2:C. Klucze naprzemiennie dołączają wejście układu wskaźnikowego LM3915 do kondensatorów C5,C6. Rezystor R19 zmniejsza stałą czasową w obwodzie wejściowym przyspieszając procesy skokowej zmiany wartości przetwarzanego napięcia. Oscylogram nr 5 pokazuje przykładowy przebieg napięcia na wejściu US3 (wyp.5). Przetwarzanie napięcia wejściowego przebiega synchronicznie z przełączaniem wspólnych anod wyświetlaczy L i P poprzez klucze z tranzystorami T1,T2.

Montaż i uruchomienie układu

Zaznaczoną część płytki drukowanej należy odłamać lub przeciąć. Druk padów pod łączniki i otwory mocujące tej części płytki, tak zaprojektowano aby wyświetlacze pracowały piętrowo, stronami elementów do siebie, w dystansie 1cm i więcej. Normalna pozycja robocza urządzenia (strona druku płytki zasadniczej ku górze) zapewnia wzrost wskazania od lewej do prawej strony. Obsadzenie płytki drukowanej należy rozpocząć od mostków połączeniowych, ponieważ kilka z nich przykrywać będą bez przeszkód większe gabarytowo elementy. Pozostałe podzespoły powinny być montowane możliwie najbliżej powierzchni laminatu z maksymalnie krótkimi wyprowadzeniami, czyli według zasad obowiązujących w montażu urządzeń elektroakustycznych lub radiowych. Po zmontowaniu układ powinien pracować poprawnie. Po włączeniu zasilania 12V, bez sygnału na wejściach, wyświetlacze mogą rozbłysnąć tylko chwilowo. Pierwszy etap regulacji polega na dołączeniu jednego z wejść do docelowego źródła i ustawienia czułości na zakresie maksymalnego sygnału. Drugi etap wymaga zwarcia między wejściami obydwu kanałów i wyrównania wskazania w kanale nie sprawdzanym wcześniej.



Rys. 7 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

Przy lokalizacji błędów i różnic między kanałami skutecznie jest wykorzystywać ich bliźniacze podobieństwo.

Miejsce instalacji wskaźnika

Układ jest przeznaczony do trwałego zainstalowania w urządzeniu elektroakustycznym stacjonarnym lub przenośnym. Wymaga zasilania stabilizowanego źródła o napięciu +12V o wydajności minimum 150mA. Można wykorzystać istniejące już w urządzeniu źródło po sprawdzeniu bilansu energetycznego lub zastosować dodatkowe. W ostatnim przypadku ważne jest, aby masy źródeł zasilania urządzenia elektroakustycznego i płytki wskaźnika były pewnie połączone. Przewody doprowadzające sygnał wejściowy do wskaźnika powinny być ekranowane i możliwie krótkie.

Elementy regulacyjne R13,R14 umożliwiają 2-6 krotną zmianę czułości wskaźnika w stopniu zależnym od rezystancji źródła. Jeżeli sygnał jest zbyt duży należy zastosować dodatkowy rezystancyjny dzielnik potencjometryczny.

Maksymalna czułość wskaźnika jest odpowiednia przy bezpośrednim „czerpaniu” sygnału m.cz. z typowego wyjścia uniwersalnego. W większości wcześniejszych wykonanych urządzeń elektroakustycznych sygnał ten jest dostępny w gnieździe DIN5 na stykach: (3)- kanał L,(5)- kanał P oraz (2)-masa. W nowszych przeważnie stosowane są wyłącznie gniazda CHINCH, przy czym poziom sygnału może być w tym przypadku wyższy. Podobny poziom sygnału występuje na zaciskach głośnika 4Ω sterowanego mocą 2 watów.

Sławomir Nieczu

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 3,3k, R2 - 3,3k, R3 - 220k, R4 - 220k, R5 - 2,4k, R6 - 10k, R7 - 100k, R8 - 100k, R9 - 100k, R10 - 100k, R11 - 100, R12 - 2,7k, R13 - 100k, R14 - 100k, R15 - 10k, R16 - 10k, R17 - 10k, R18 - 10k, R19 - 100k

Kondensatory:

C1 - 1μF, C2 - 1μF, C3 - 22μF/25V, C4 - 4,7μF, C5 - 2,2μF, C6 - 2,2μF, C7 - 47μF/25V, C8 - 47nF, C9 - 47nF

Półprzewodniki:

D1 - 1N4148, D2 - 1N4148, D3 - 1N4148, D4 - 1N4148, D5 - 1N4148, D6 - 1N4148, D7 - 1N4148, DL1-DL20 LED dowolne, T1 - 550B, T2 - 550B, T3 - 550B, T4 - BC550B

Układy scalone:

US1 - TL 072 lub LF353, US2 - CD4049, US3 - LM 3915

Podstawy techniki mikroprocesorowej (2)

Stopień
trudności

Podstawy ...

Wprowadzenie

Jak powszechnie wiadomo, każdy system mikroprocesorowy składa się z jednostki centralnej – w naszym przypadku mikrokontrolera jednoukładowego, pamięci stałej programu, zawartej zazwyczaj w pamięci typu EPROM, pamięci danych RAM oraz układów peryferyjnych – portów wejścia/wyjścia, interfejsu szeregowego, szyny I²C itd. Poszczególne rozwiązania mogą różnić się pomiędzy sobą – program może być “zaszyty” wewnątrz mikrokontrolera, często rezygnuje się z zastosowania pamięci RAM, dokłada się klawiaturę numeryczną i wyświetlacz – jednakże “jądro” systemu jest w zasadzie zawsze takie samo.

Bardzo często występuje potrzeba uruchomienia lub sprawdzenia stosunkowo prostego systemu mikroprocesorowego, zbudowanego w oparciu o mikrokontrolery jednoukładowe. Dużym utrudnieniem jest potrzeba budowy za każdym razem systemu mikroprocesorowego niemal od zera. Aby ułatwić i uprościć realizację tego typu układów proponujemy budowę uniwersalnego systemu mikroprocesorowego.

Opisywany system będziemy wykorzystywać do ilustracji opisywanych w kolejnych artykułach zagadnień z zakresu techniki mikroprocesorowej. Czytelnik będzie musiał, na podbudowie gotowego systemu mikroprocesorowego, zmontować zazwyczaj stosunkowo prosty układ (klawiatura, wyświetlacz LCD, itd.) i napisać program obsługi mikrokontrolera. Mamy nadzieję, że tego typu połączenie wiedzy teoretycznej z praktyczną okaże się najbardziej efektywną drogą do poznania tej dziedziny elektroniki.

Ze względu na ograniczoną objętość artykułu opis systemu musiał być zwięzły i skrótowy. Osoby mające pewną praktykę w elektronice nie powinny mieć problemów z jego zrozumieniem. Wszystkich pozostałych informujemy, że wszystkie główne bloki systemu mikroprocesorowego zostaną szczegółowo i dogłębnie omówione w następnych artykułach. Poniższy opis powinien być traktowany jako wprowadzenie i

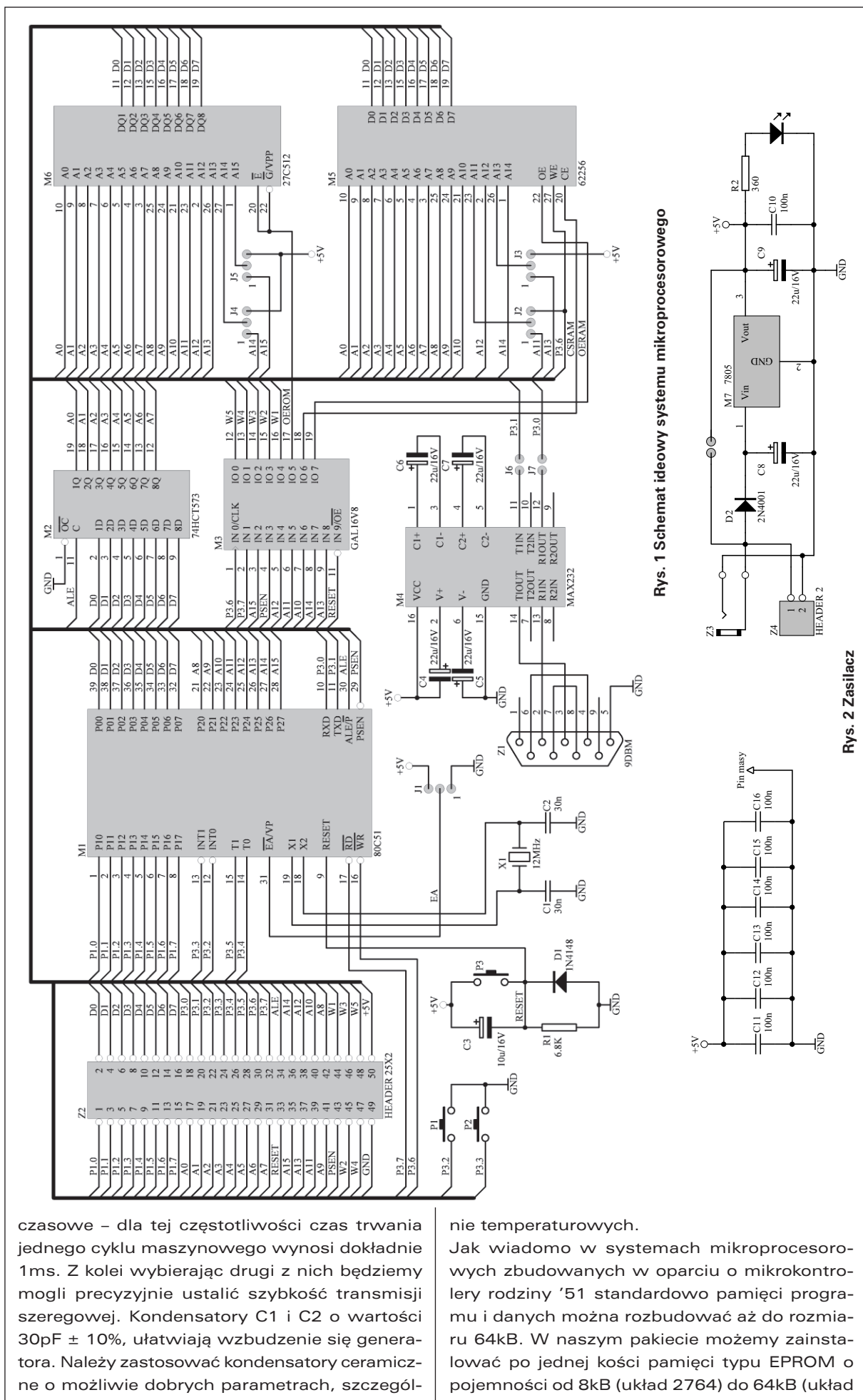
zarysowanie głównych wątków, które będą rozwijane w kolejnych artykułach. Dlatego prosimy nie zrażać się, jeśli nie wszystko od razu będzie jasne. Z czasem rozwiane zostaną wszelkie wątpliwości.

Opis systemu

Na rysunku 1 został przedstawiony schemat ideowy prezentowanego systemu mikroprocesorowego. Głównym elementem systemu jest mikrokontroler jednoukładowy. Jako układ M1 możemy zastosować większość mikrokontrolerów rodziny ‘51 w obudowach DIP40. Możemy zastosować układ 80C51, 80C31 (wersja bez wewnętrznej pamięci ROM), 80C32 (brak ROM, większa pamięć RAM, dodatkowy licznik), 80C52, 87C51 (wewnętrzna pamięć EPROM) i inne. Wymiana mikrokontrolera nie wymaga żadnych zmian w systemie czy na płycie drukowanej.

Aby mikrokontroler po włączeniu zasilania rozpoczął pracę w sposób prawidłowy, stan wysoki na wejściu zerującym musi trwać co najmniej 10ms, zaś do zrestartowania systemu przez czas przynajmniej dwóch cykli maszynowych. Prawidłowy start systemu po włączeniu zasilania zapewniają elementy C3, R1 i D1. Tworzą one klasyczny układ różniczkujący. Dodatkowo przełącznik P3 umożliwia w dowolnym momencie restart systemu.

Rezonator kwarcowy X1 stabilizuje pracę wewnętrznego generatora taktującego mikrokontrolera. W systemie można zastosować w zasadzie dowolny rezonator o częstotliwościach z zakresu 1-12 MHz. Dla tych częstotliwości powinna poprawnie pracować większość dostępnych na rynku mikrokontrolerów, niemniej zawsze należy sprawdzić, czy przy takiej częstotliwości będą poprawnie pracować inne elementy systemu, takie jak pamięci czy dekodery adresowe. Szczególnie polecamy zastosowanie kwarców o częstotliwości 12MHz lub 11,059MHz. Stosując pierwszy z nich będziemy mogli w sposób wygodny generować pętle-



czasowe – dla tej częstotliwości czas trwania jednego cyklu maszynowego wynosi dokładnie 1ms. Z kolei wybierając drugi z nich będziemy mogli precyzyjnie ustalić szybkość transmisji szeregowej. Kondensatory C1 i C2 o wartości $30\text{pF} \pm 10\%$, ułatwiają wzbudzenie się generatora. Należy zastosować kondensatory ceramiczne o możliwie dobrych parametrach, szczegól-

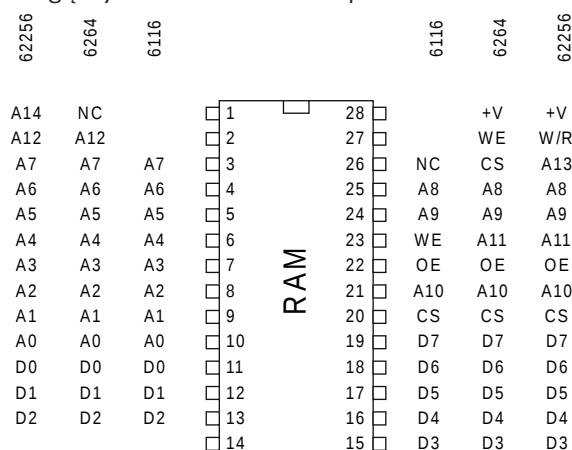
nie temperaturowych. Jak wiadomo w systemach mikroprocesorowych zbudowanych w oparciu o mikrokontrolery rodziny '51 standardowo pamięci programu i danych można rozbudować aż do rozmiaru 64kB. W naszym pakiecie możemy zainstalować po jednej kości pamięci typu EPROM o pojemności od 8kB (układ 2764) do 64kB (układ

27512) oraz RAM o pojemności od 2kB (układ 6116) do 32 kB (układ 62256). Ponieważ dla zwiększenia uniwersalności systemu założyliśmy możliwość zastosowania w pakiecie różnych rodzajów pamięci, każdorazowo umieszczając je w tej samej podstawie, wystąpiła konieczność konfigurowania niektórych sygnałów. Wybór typu pamięci dokonywany jest niezależnie dla każdego układu, odpowiednio dla pamięci EPROM zworami J4 i J5, zaś dla pamięci RAM zworami J2 i J3. Położenie zwór dla różnych pamięci przedstawiono w tabeli 1 i 2.

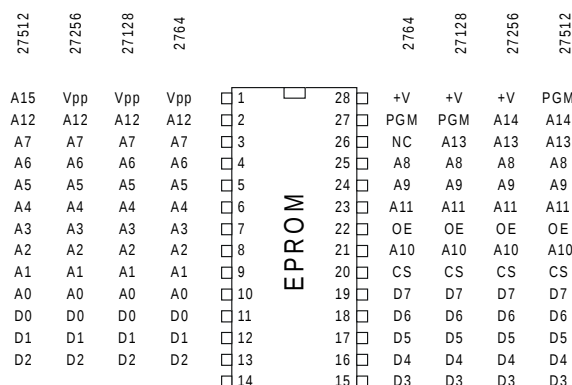
Tabela 1		
EPROM	J4	J5
2764	2-3	2-3
27128	2-3	2-3
27256	1-2	2-3
27512	1-2	1-2

Tabela 2		
RAM	J2	J3
6116	2-3	2-3
6264	1-2	2-3
62256	1-2	1-2

Konieczność konfigurowania pamięci wynika stąd, iż umieszczamy je niezależnie od typu w tych samych podstawkach, a do niektórych pamięci do określonych nóżek powinny być doprowadzone odpowiednie sygnały. Aby ułatwić zrozumienie operacji dokonywanych za pomocą zwór, na rysunkach 4 i 5 przedstawiono wyprowadzenia tych pamięci RAM i EPROM, które mogą być zamontowane w pakiecie.



Rys. 4. Wyprowadzenia pamięci RAM



Rys. 5 Wyprowadzenia pamięci EPROM

Mikrokontrolery rodziny '51 są układami z multipleksowaną szyną adresową. Chodzi o to, że podczas operacji dokonywanych na pamięci zewnętrznej, na tym samym porcie P0 pojawiają się młodszy bajt adresu i bajt danych. W czasie

operacji odczytu/zapisu z/do zewnętrznej pamięci programu/danych na porcie P0 pojawia się najpierw młodszy bajt adresu (port P0 pracuje jako wyjście). Po ustabilizowaniu się stanów na liniach adresowych bajt ten jest opadającym zboczem sygnału ALE zatraskiwany w rejestrze adresowym. Następnie na porcie P0 pojawia się bajt danych (gdy wykonywana jest operacja zapisu do zewnętrznej pamięci port pracuje jako wyjście, gdy odczytu z niej - jako wejście). W efekcie mikrokontroler wystawia 16-to bitowy adres (młodszy bajt adresu na wyjściu rejestru adresowego, starszy na liniach portu P2) zaś bajt danych znajduje się na porcie P0. W naszym systemie rolę rejestru adresowego spełnia układ M2 typu 74HCT573.

Pewnego komentarza wymaga realizacja dekodera adresowego, zrealizowanego na programowalnym układzie logicznym GAL16V8. Umożliwia on elastyczne konfigurowanie pamięci, przykładowo możliwe jest umieszczenie pamięci programu i danych w jednej przestrzeni adresowej. W systemie pamięć EPROM (układ M6) czytana jest sygnałem OEROM. Pamięć RAM (układ M5) wybierana jest sygnałem CSRAM. Zapis do pamięci RAM realizowany jest sygnałem P3.6 (WR), a odczyt sygnałem OERAM.

Poniższe równania opisują standardową najprostszą konfigurację pamięci systemu mikroprocesorowego. Można wykorzystać je do zaprogramowania układu M3.

OEROM = PSEN

CSRAM = A15

OERAM = P3.7

Jeżeli mamy trudności z nabyciem układu GAL16V8 lub nie potrafimy go samodzielnie zaprogramować, możemy wybrać rozwiązanie alternatywne. Aby system pracował prawidłowo nie musimy umieszczać żadnego układu dekodera adresowego, wystarczy zawrzeć ze sobą następujące nóżki podstawki pod układ M3: 2-19, 3-18, 4-17. Jest to rozwiązanie awaryjne, lecz w pełni działające.

Dekoder adresowy nie będzie tutaj szerzej omawiany. Zostanie on, podobnie jak i inne bloki systemu, bardzo szczegółowo przedstawiony w następnych artykułach.

Dzięki umieszczeniu na pakiecie stabilizatora 7805 możliwe jest zasilanie pakietu niestabilizowanym napięciem 7,5-9V. Możemy również zasilić pakiet stabilizowanym napięciem +5V, po uprzednim zwarceniu stabilizatora M7 zworką J8. Dioda D2 zabezpiecza pakiet przed skutkami odwrotnego podłączenia napięcia zasilania. Jeżeli pakiet jest zasilony prawidłowo, powinna świecić się dioda elektroluminescencyjna D3. Kondensatory C8-C16 służą do stabilizacji napięcia zasilania (kondensatory odsprężające). Wykorzystując wewnętrzny układ interfejsu szeregowego mikrokontrolera możemy zapewnić

komunikację pomiędzy naszym systemem, a komputerem wyposażonym w port szeregowy lub dowolnym urządzeniem zewnętrznym. Dopasowanie elektryczne do poziomu sygnałów standardu RS232C zapewnia układ M4 MAX232. Jest to przetwornica napięcia z poziomu +5V na +/-10V. W czasie transmisji wykorzystywane są jedynie linie TXD i RXD (P3.1 i P3.0) oraz linia masy. W razie potrzeby można je odłączyć poprzez usunięcie zwór na jumpach J6 i J7.

Aby system pobierał program tylko z zewnętrznej pamięci należy zworę J1 ustawić w położeniu 1-2 (EA=0). Dla układów nie zawierających wewnętrznej pamięci programu jest to normalny tryb pracy. Jeżeli chcemy pobierać kod programu również z pamięci wewnętrznej należy zworę J1 ustawić w położeniu 2-3 (EA=1). Przyciski P1 i P2 umożliwiają, jeśli wystąpi taka potrzeba, wygenerowanie przerwań zewnętrznych mikrokontrolera.

Wszystkie linie portów, linie rejestru adresowego, niektóre linie sterujące oraz linie zasilania zostały doprowadzone do punktów na brzegu płytki. Dzięki temu użytkownik będzie miał swobodny dostęp do właściwie wszystkich linii występujących na pakiecie. Szczególnie gorąco polecamy zaopatrzenie się dodatkowo w płytkę uniwersalną, zamontowanie na obu płytkach gniazd 50-cio pinowych i połączenie ich pasem. Wówczas użytkownik będzie mógł zmontować na płycie uniwersalnej dowolny układ aplikacyjny i poprzez pas i złącza dołączyć go do gotowego systemu mikroprocesorowego. Takie rozwiązanie jest optymalne ze względu na czas (korzystamy z gotowego systemu uniwersalnego i przygotowanego pola montażowego), ograniczenie możliwości popełnienia błędów (montujemy tylko aplikację, system mikroprocesorowy mamy już gotowy) oraz łatwość uruchamiania układu (system mikroprocesorowy jest sprawny, ewentualne błędy występują w zmontowanym układzie lub w programie).

Montaż i uruchomienie

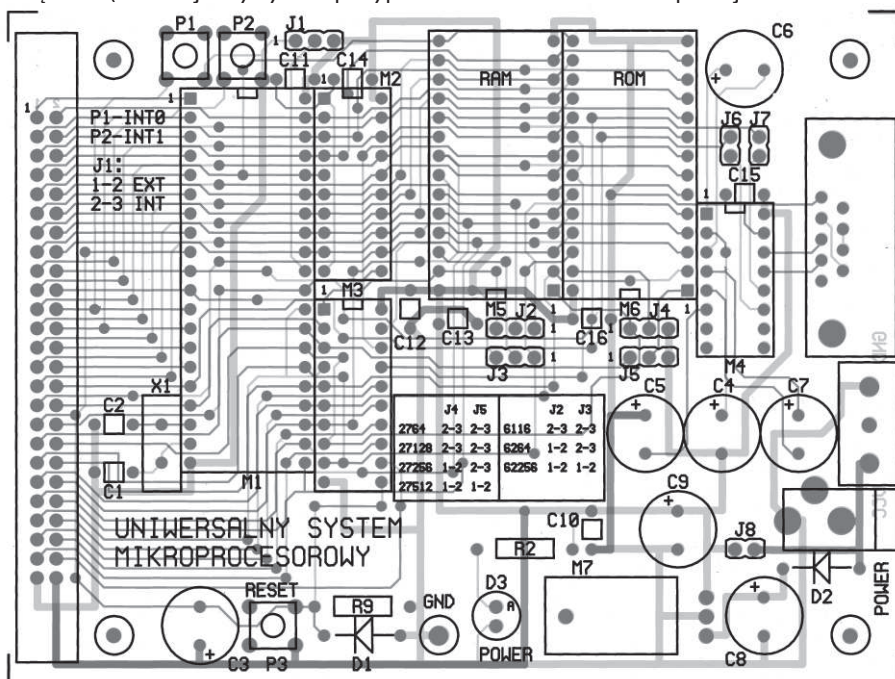
Zmontowanie całego systemu mikroprocesorowego wiąże się z pewnymi kosztami. Trudno jest precyzyjnie oszacować koszt całego systemu, ale nie powinien on przekroczyć kilkudziesięciu

złotych. Nie jest to mało, ale budowę systemu mikroprocesorowego i związane z tym koszty możemy potraktować jako inwestycję, która z pewnością z nawiązką zwróci się nam w przyszłości.

Oczywiście nie musimy montować od razu całego systemu. Możemy zamontować tylko te elementy, które aktualnie wykorzystujemy, montaż reszty odkładając na później. Jeżeli dysponujemy zewnętrznym źródłem zasilania +5V możemy zrezygnować z montażu zasilacza na pakiecie. Układ M4, kondensatory C4-C7, złącze Z1 i zwory J6, J7 montujemy tylko wtedy, gdy chcemy korzystać z interfejsu RS232. Możemy również zrezygnować z montażu gniazda Z2 i przycisków P1, P2. Jeżeli nie mamy w planach wykorzystania pamięci RAM montujemy tylko podstawkę pod nią. Ograniczenia te powinny dać w sumie dosyć duże oszczędności.

Płytkę drukowaną do systemu mikroprocesorowego możemy wykonać sami wykorzystując zamieszczone na wkładce rysunki ścieżek. Należy jednak zauważyć, że płytką jest stosunkowo skomplikowana, wykonanie jej, szczególnie dla osób nie mających praktyki, może stanowić pewien problem. Zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest skorzystanie z oferty promocyjnej naszego czasopisma i zaopatrzenie się w gotową płytkę.

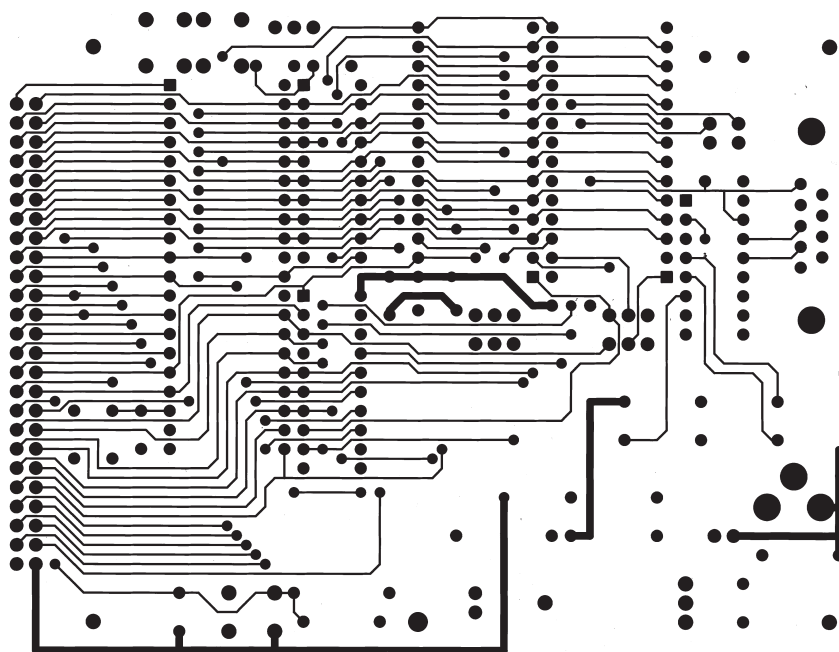
Do uruchomienia systemu wystarczą podstawowe informacje z zakresu elektroniki oraz woltomierz i omomierz – wykorzystywany jako detektor zwarc. Montaż systemu rozpoczynamy od wlutowania podstawek pod układy scalone. Rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 6. Nie należy montować układów scalonych bezpośrednio na płytkę drukowaną. Ich wymiana w przypadku uszkodzenia lub podejrzenia uszko-



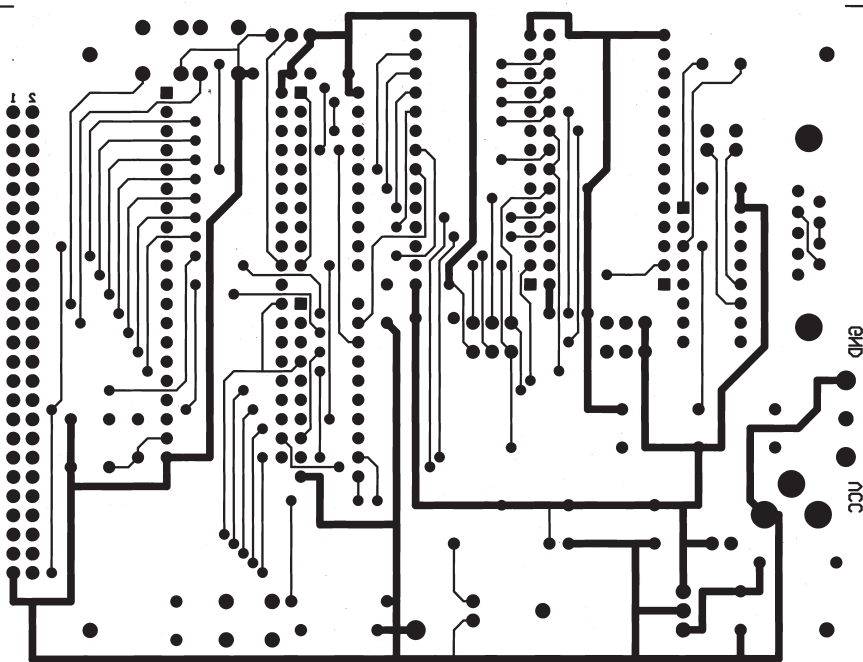
Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płycie

Stopień
trudności

Podstawy ...



Płytką drukowaną - warstwa górna



Płytką drukowaną warstwa dolna

lające i sprawdzamy woltomierzem wartość napięcia na wyjściu stabilizatora. UWAGA! Na tym etapie wszystkie układy scalone powinny być wymontowane – w przypadku problemów mogą zostać one uszkodzone.

Możemy teraz umieścić układy scalone w podstawkach. System powinien działać poprawnie. Aby go przetestować najwygodniej jest napisać krótki program testujący. Najprostszy taki program powinien po prostu wystawić pewne charakterystyczne stany na którymś porcie mikrokontrolera (np. 01010101 na porcie P1) i zatrzymać się. Możemy teraz woltomierzem sprawdzić czy tak jest w rzeczywistości. Jeżeli tak, oznacza to, że "jądro" systemu działa prawidłowo. Jeżeli nie, to najprawdopodobniej popełniliśmy w czasie montażu jakieś błędy, musimy je odnaleźć i wyeliminować.

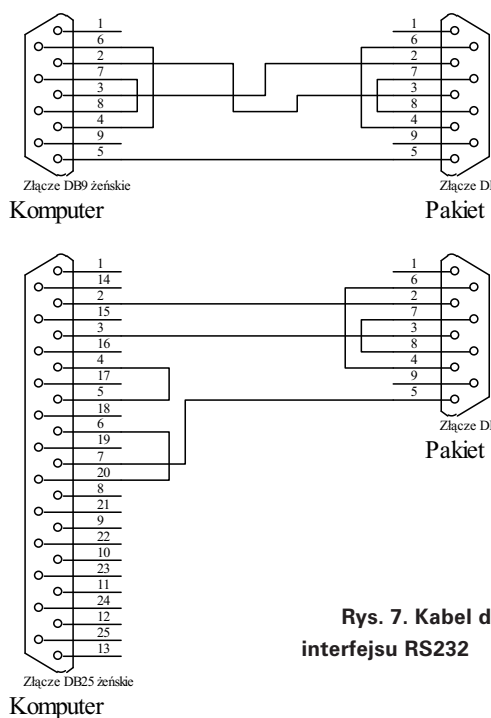
Odnalezienie tych błędów może być niekiedy trudne i czasochłonne. Niepoprawne działanie systemu może być spowodowane między innymi:

dzenia, wiązałyby się z kłopotliwą procedurą wylutowywania. Polecamy zamontowanie podstawek precyzyjnych, szczególnie dla układów, które możemy często wymieniać (mikrokontroler, pamięci). Są one nieco droższe, ale zdecydowanie wygodniejsze i pewniejsze w użyciu.

Następnie montujemy wszystkie elementy bierne – kondensatory, rezystory, diody, złącza, itd. oraz stabilizator M7. Wstępne uruchomienie systemu możemy wykonać za pomocą zwykłego omomierza. Należy sprawdzić czy nie ma zwarcia pomiędzy masą pakietu a zasilaniem, pomiędzy ścieżkami sygnałowymi a zasilającymi oraz ewentualnie pomiędzy samymi ścieżkami sygnałowymi. Podłączamy napięcie zasil-

wane między innymi:

- ♦ w czasie lutowania mogło dojść do zwarcia niektórych sieci, należy przyjrzeć się pakietowi, spróbować takie miejsca znaleźć i je poprawić
- ♦ często zdarza się, że przy umieszczaniu układów scalonych w podstawkach niektóre nóżki mogą "zawinać się" i wygiąć
- ♦ należy sprawdzić czy wszystkie podzespoły są sprawne
- ♦ należy sprawdzić, czy zwory są ustawione we właściwym położeniu; umieszczając w podstawkach określony typ pamięci należy je odpowiednio ustawić
- ♦ błąd może tkwić również w naszym programie sprawdzającym



Rys. 7. Kabel do interfejsu RS232

Za pomocą wbudowanego interfejsu szeregowego możemy nawiązać komunikację z urządzeniami zewnętrznymi. Najprostsze połączenie można dokonać przy pomocy 3-żyłowego kabla, łącząc masy i na krzyż sygnały TXD i RXD. W kablu łączącym system mikroprocesorowy z komputerem, w przypadku niewykorzystania sygnałów CTS, RTS, DSR i DTR, należy zewrzeć na złączu od strony komputera sygnały CTS z RTS i DTR z DSR. Na rysunku 7 przedstawiono, jak w prawidłowy sposób połączyć ten kabel.

Uwagi różne

W praktyce często zachodzi konieczność pomiaru napięć w pewnych punktach pakietu. Aby takie pomiary ułatwić możemy zamontować pin masy, umieszczony pomiędzy diodą D3 a przyciskiem P3. Komfort pracy z systemem znacznie wzrośnie, gdy wyposażymy go w nóżki. Na płytce znajdują się specjalnie w tym celu przygotowane otwory pod wkręty f3 mm. System może być zasilany przez złącze Z3, ewentualnie poprzez listwę zasilającą Z4. Jeżeli stabilizator M7 zbyt mocno nagrzewa się, możemy spróbować umieścić go na małym radiatorze. Niektóre typy mikrokontrolerów mają rozkład nóżek odmienny od standardowego. Przed zamontowaniem takich układów należy upewnić się, czy możemy to zrobić.

Aby zbudować system mikroprocesorowy musimy oprócz strony warsztatowej posiadać odpowiednie oprogramowanie. Musimy mieć do dyspozycji program, który umożliwi nam napisanie, skompilowanie i sprawdzenie programu wykonywanego przez mikrokontroler. W kolejnym artykule opiszemy przykładowy tego typu program – program BASCOM.

Andrzej Koźmiński

Słowniczek podstawowych pojęć

Pamięć programu – Pamięć w której umieszczony jest kod wykonywanego przez mikrokontroler programu. Mikrokontroler sukcesywnie pobiera z niej rozkazy, dekoduje je i wykonuje. Część pamięci programu może być zawarta wewnątrz układu mikrokontrolera, stanowiąc wewnętrzną pamięć programu. Może być ona rozbudowana poprzez dołączenie zewnętrznej pamięci programu, aż do rozmiaru 64kB. Zazwyczaj jest to pamięć stała typu EPROM. W pamięci programu mogą być też umieszczane dane – dostęp do nich możliwy jest tylko za pomocą specjalnych rozkazów MOVC.

Pamięć danych – pamięć RAM o swobodnym dostępie, do której mikroprocesor może zarówno zapisywać jak i odczytywać dane. Zazwyczaj wykorzystywana jest do przechowywania danych oraz do zapamiętywania argumentów i wyników wszelkiego rodzaju obliczeń. W mikrokontrolerach jednoukładowych rodziny '51 wewnętrzna pamięć danych zazwyczaj ma pojemność 128 lub 256 słów 8-bitowych. Może być ona rozbudowana przez dołączenie zewnętrznej pamięci danych do rozmiaru 64kB.

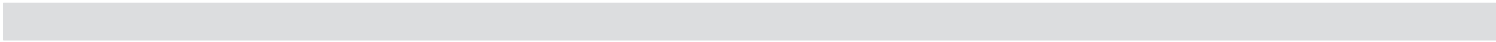
Układy wejścia-wyjścia – Pośredniczą w komunikacji pomiędzy mikroprocesorem a światem zewnętrznym. Za ich pomocą dołączane są do mikroprocesora urządzenia zewnętrzne (pamięci, przetworniki pomiarowe, klawiatura, wyświetlacze, itd.).

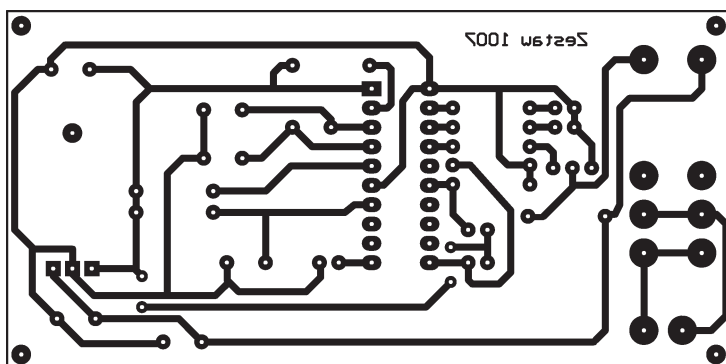
Rejestr adresowy – Musi być użyty, gdy rozbudowujemy system z multipleksowaną magistralą zewnętrzną o zewnętrzną pamięć programu i/lub danych. W systemach tych rozdziela magistrale adresową i danych. Specjalnym sygnałem strobojącym zapisywany jest w nim młodszy bajt adresu.

Magistrala adresowa – magistrala na której wystawiane są adresy pamięci lub układów wejścia-wyjścia.

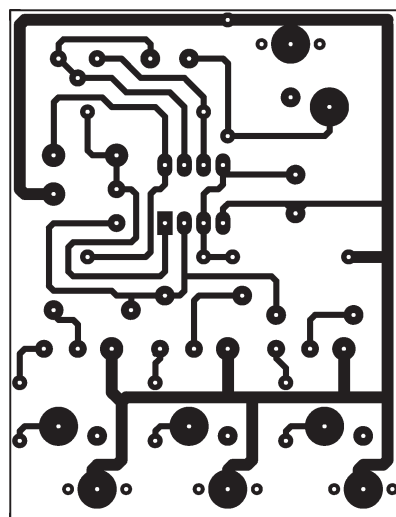
Magistrala danych – magistrala po której są przesyłane informacje (kody rozkazów i dane) między mikroprocesorem, a układami zewnętrznymi (pamięci, układy wejścia-wyjścia).

Interfejs – blok realizujący sprzętowe (programowe) połączenie pomiędzy układami (systemami, urządzeniami), zgodnie z wymaganiami określonego standardu. W systemach mikroprocesorowych najczęściej wykorzystywane są interfejsy szeregowo RS232, I²C oraz interfejs równoległy CEN-TRONICS. Inne przykłady interfejsów, stosowanych szczególnie w technice kontrolno-pomiarowej, to IEC-625 i VXI.

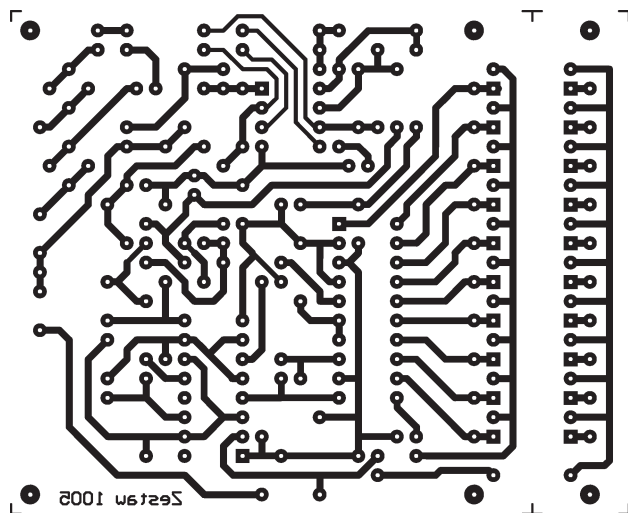




(1007) Mikroprocesorowy regulator temperatury w akwarium

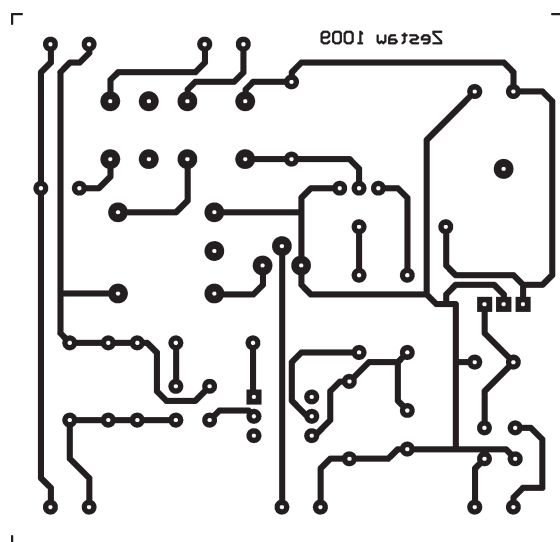


(1008) Trzykanałowy mikser audio

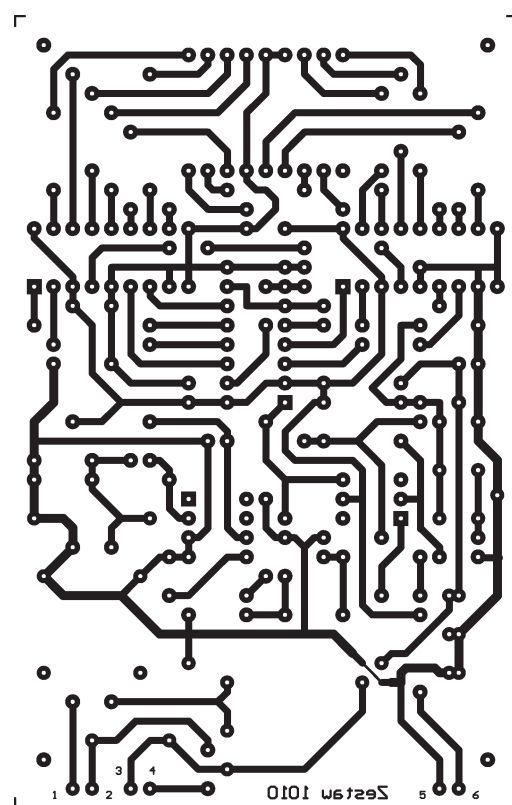


(1005) Dwukanałowy wskaźnik poziomu napięcia

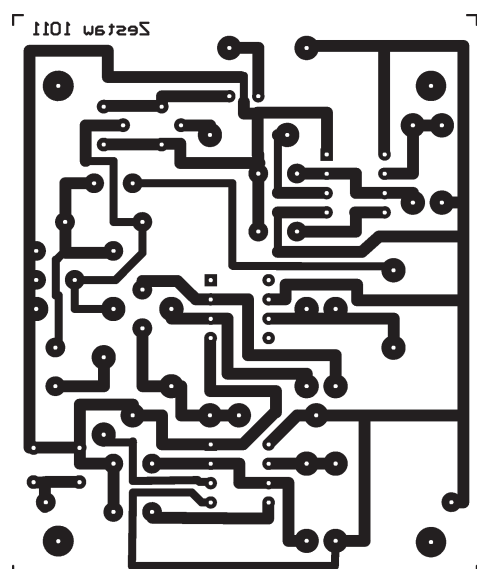
Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej



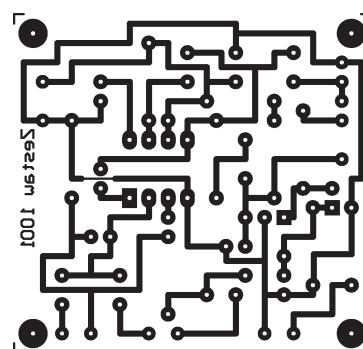
(1009) Automatyczne nagrywanie rozmów telefonicznych



(1010) Licznik kontrolny impulsów telefonicznych



(1011) Tester wzmacniaczy operacyjnych 741 i tajmerów 555



1001 Minisyntezator efektów dźwiękowych z nr 1/2000

Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej

**Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek
drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej**

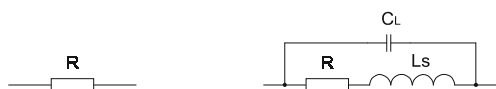
Elementy i układy elektroniczne - rezystory cz.2

Stopień trudności
*

Podstawy ...

Rezystor jest to element bierny, którego przeznaczeniem jest wtrącenie znanej rezystancji do obwodu elektrycznego w celu ustalenia wartości napięcia lub prądu. Jest trudno wyobrazić sobie jakikolwiek układ elektroniczny bez wykorzystania tego podzespołu.

Rezystor idealny (rys. 1) charakteryzuje się jedynie rezystancją R . Rezystor rzeczywisty można przedstawić w postaci modelu zastępczego (rys. 2), uwzględniającego parametry szcztkowe, takie jak pojemność równoległa między końcówkami C_R oraz indukcyjność szeregową doprowadzeń L_S . W prawidłowo dobranym do układu rezystorze pojemność C_R i indukcyjność L_S nie powinny wpływać na główny parametr, którym jest rezystancja R .



Rys. 1. Rezystor idealny

Rys. 2. Rezystor rzeczywisty

W katalogu możemy spotkać się z następującymi parametrami rezystorów:

- ♦ Rezystancja znamionowa
- ♦ Tolerancja
- ♦ Moc znamionowa
- ♦ Napięcie szumów
- ♦ Współczynnik napięciowy rezystancji
- ♦ Współczynnik temperaturowy rezystancji
- ♦ Znamionowe napięcie robocze
- ♦ Charakterystyka rezystancji R w funkcji częstotliwości doprowadzonego napięcia

Poniżej podajemy krótki opis każdego z wymienionych parametrów.

Rezystancja znamionowa (opór czynny) zgodnie z prawem Ohma dla prądu stałego ($U = R \cdot I$) stanowi matematycznie współczynnik proporcjonalności między napięciem, a prądem elektrycznym. Jednostką rezystancji jest 1 om (1 W). Rezystancję przewodnika o długości L i przekroju S można obliczyć ze wzoru $R = rL/S$, gdzie r jest to rezystywność (opór właściwy) materiału, z którego wykonany jest przewodnik. Rezystancja zależna jest od szeregu czynników, do których można zaliczyć napięcie i natężenie prądu, częstotliwość przyłożonego sygnału, temperaturę, wilgotność

i promieniowanie elektromagnetyczne. Firmy produkujące rezystory dokładają starań, aby rezystancja była jak najmniej zależna od wymienionych czynników.

Najczęściej spotykane rezystory wykonuje się w następujących *tolerancjach*: $\pm 0.1\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ oraz $\pm 20\%$. Wartości rezystorów znormalizowano ujmując je w pewien szereg, którego licznosc zależy od ich tolerancji. Dla lepszego zilustrowania tego faktu poniżej przedstawiamy tablicę 1. Zauważmy, że im mniejsza jest tolerancja wykonania rezystorów, tym więcej jest w szeregu możliwych wartości rezystancji.

Tabela 1 – Znormalizowany szereg wartości rezystancji dla różnych tolerancji wykonania rezystora	
Tolerancja %	Znormalizowane wartości rezystancji Ω , $\Omega \cdot 10^1$, $k\Omega$, $k\Omega \cdot 10^1$, $M\Omega \cdot 10^1$
5	10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91, 100
10	10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100
20	10, 15, 22, 33, 47, 68, 100

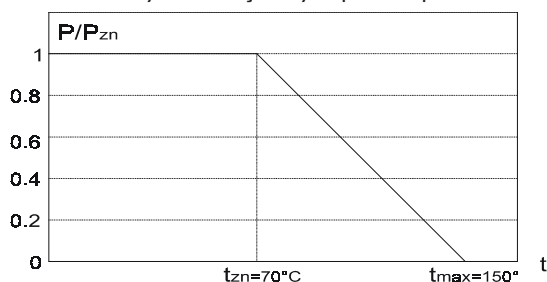
Wartość i tolerancję rezystora często oznacza się przy pomocy kodu barwnego składającego się z czterech pasków. Pierwszy pasek oznacza pierwszą cyfrę liczby wartości, drugi pasek określa drugą cyfrę liczby wartości, trzeci pasek oznacza liczbę zer, a ostatni, czwarty pasek świadczy o tolerancji rezystora. Znaczenia kolorów pasków podajemy w tablicy 2.

Tabela 2 – Kod barwny rezystorów		
Barwa paska	Cyfra	Tolerancja
Czarna	0	5% - barwa złota 10% - barwa srebrna 20% - barwa obudowy
Brązowa	1	
Czerwona	2	
Pomarańczowa	3	
Żółta	4	
Zielona	5	
Niebieska	6	
Fioletowa	7	
Szara	8	
Biała	9	

Przykładowo, paski: brązowy, czarny, brązowy, złoty zobaczymy na rezystorze $100 \Omega \pm 5\%$, trzy paski czerwone i jeden srebrny oznaczają rezystor $2.2 k\Omega \pm 10\%$.

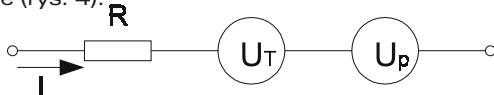
Moc znamionowa rezystora jest to wielkość określająca największą dopuszczalną moc, która może

wydzielić się w rezystorze w postaci ciepła, przy założeniu, że pracuje on w określonych warunkach. Moc ta jest ograniczona najwyższą dopuszczalną temperaturą, do jakiej rezystor może się nagrzewać. Niewielkie i krótkotrwałe przekroczenie temperatury granicznej powoduje skrócenie trwałości rezystora oraz może nieznacznie zmienić jego rezystancję i inne parametry. Długotrwałe przekroczenie temperatury granicznej powoduje coraz większe zmiany parametrów rezystora, aż do jego uszkodzenia. Im temperatura pracy rezystora jest wyższa od znamionowej, tym mniejsza moc może być w nim wydzielana (rys. 3). Intensywne chłodzenie rezystora (w kąpeli olejowej) umożliwia nawet dziesięciokrotne zwiększenie mocy traconej w tym podzespołe.



Rys. 3 Typowa zależność obciążalności rezystora od temperatury otoczenia

Szumy rezystora są to bezzadane oscylacje napięciowe, będące wynikiem działania na rezystor ciepła (szumy termiczne) oraz prądu (szumy strukturalne). Rezystor, przez który płynie prąd o wartości skutecznej I możemy utożsamiać z szeregowym połączeniem idealnego opornika bezszumowego R , źródła napięciowego U_T odpowiedzialnego za szumy termiczne i źródła napięciowego U_p odpowiedzialnego za szumy strukturalne (rys. 4).



Rys. 4 Schemat zastępczy rzeczywistego rezystora

Kwadrat napięcia szumów termicznych jest proporcjonalny do temperatury T , wartości rezystancji R i pasma częstotliwości, w którym rozważamy szumy $(f_2 - f_1) = \Delta f$, co możemy zapisać następująco:

$$U_T^2 = 4kTR(f_2 - f_1) \quad ; \quad \text{gdzie } k \text{ jest znaną z lekcji fizyki stałą Boltzmanna}$$

Dla temperatury pokojowej $+24^\circ\text{C}$ dostajemy:

$$U_T^2 = 1.6 \times 10^{-20} \times R \times \Delta f, \text{ co dla typowych wartości rezystancji jest wartością raczej małą.}$$

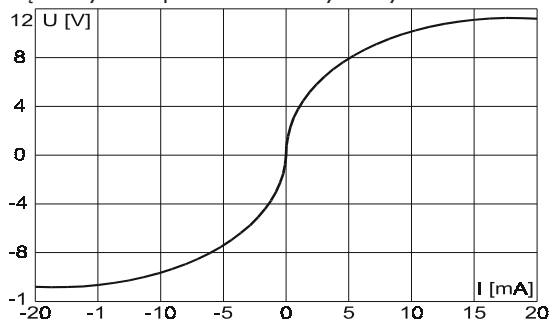
Napięcie takie występuje na zaciskach rezystora niezależnie od prądu płynącego przez ten podzespół.

Natomiast źródło U_p wyraża szumy strukturalne, zależne od wartości prądu i wynikające z fluktuacji punktów kontaktowych oraz napięć na mikrołączach powstających w ziarnistej strukturze rezystora. Wartość skuteczna szumów strukturalnych rezystora dla pasma akustycznego czę-

stotliwości (20 Hz – 20 kHz) wynosi typowo, w zależności od technologii wykonania, od $0.1 \mu\text{V/V}$ (rezystory metalizowane) do ponad $5 \mu\text{V/V}$ (rezystory objętościowe) na 1 V wartości skutecznej przyłożonego napięcia. Wypadkowe *napięcie szumów* rezystora jest sumą geometryczną napięć szumów termicznych i strukturalnych. Liczbowo są to wartości bardzo małe, rzędu mikrowoltów, często nie mają one dla nas żadnego znaczenia (np. dla układów zasilających). Przykładowo, szumy elementów zaczynają być istotne w przypadku wzmacniania małych sygnałów, o amplitudzie porównywalnej z napięciem szumów. Dla układów akustycznych, po wzmocnieniu małego sygnału, szumy objawiałyby się rzeczywiście jako szumy i trzaski w głośniku podłączonym do wyjścia układu.

Współczynnik napięciowy rezystancji α_u opisuje zależność rezystancji rezystora od doprowadzonego napięcia. Wartość rezystancji rezystora zmienia się na ogół niewiele w zależności od przyłożonego napięcia, dlatego o tym parametrze wspominamy jedynie dla porządku i aby uświadomić czytelnikowi, że taki fakt ma miejsce.

Wykonuje się specjalne półprzewodnikowe rezystory nieliniowe, zwane warystorami, których rezystancja silnie zależy od natężenia pola elektrycznego wywołanego doprowadzonym napięciem. Zależność napięcia U od prądu I płynącego przez warystor określa następująca zależność: $U = C \times I^\alpha$, gdzie α jest współczynnikiem nieliniowości, zaś C jest stałą, liczbowo równą spadkowi napięcia na warystorze przy przepływie prądu o natężeniu 1 A. Przykładową charakterystykę warystora przedstawiamy na rysunku 5.



Rys. 5 Przykładowa charakterystyka prądowo-napięciowa warystora

Warystory najczęściej stosuje się do zabezpieczania obwodów elektrycznych przed przepięciami, do stabilizacji napięć stałych, itp.

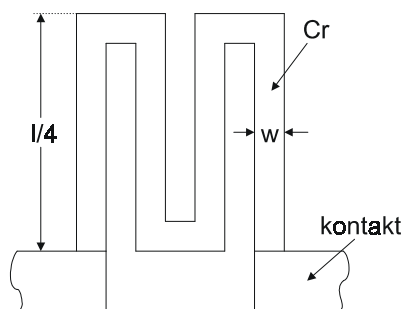
Współczynnik temperaturowy rezystancji określa charakter i wartość zmian rezystancji rezystora przy zmianach temperatury. Liczbowo jest on równy względnej zmianie rezystancji przy zmianie temperatury o jeden stopień Celsjusza. Dla metali współczynnik ten jest dodatni, dla półprzewodników, dielektryków, grafitu jest ujemny (rezystancja maleje ze wzrostem temperatury). Współczynnik ten wynosi dla stabilnych rezystorów około $0.01 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

0.001%/°C i powinien być jak najmniejszy. Produkowane są specjalne półprzewodnikowe rezystory nieliniowe, zwane termistorami, których rezystancja silnie zależy od temperatury. Wartość bezwzględna współczynnika temperaturowego rezystancji jest w tym przypadku co najmniej o rząd wielkości większa niż dla metali. Ze względu na przebieg charakterystyki rezystancyjno – temperaturowej termistory dzielą się na: NTC (o ujemnym współczynniku temperaturowym rezystancji), PTC (o dodatnim współczynniku temperaturowym rezystancji) oraz CTR (o skokowej zmianie rezystancji). Termistory znajdują zastosowanie przy pomiarze temperatury, w układach sygnalizacji, regulacji i stabilizacji temperaturowej, są użyteczne przy kompensacji temperaturowej układów elektronicznych, pomiarze mocy prądu o wysokiej częstotliwości, itp.

Znamionowe napięcie robocze rezystora jest to maksymalna różnica potencjałów, która może zostać przyłożona do jego końcówek bez zmiany jego właściwości, a szczególnie bez jego uszkodzenia. Dla większości rezystorów napięcie to zawarte jest w przedziale od kilkudziesięciu do kilkuset woltów.

Charakterystyka rezystancji R w funkcji częstotliwości doprowadzonego napięcia jest zależna od technologii wykonania rezystora. Jest intuicyjnie zrozumiałe, że rezystorów drutowych nie będziemy wykorzystywać w zakresie większych częstotliwości, ze względu na ich dużą indukcyjność, a najlepsze będą, w tym przypadku, bezindukcyjne rezystory do montażu powierzchniowego.

Prawdopodobnie Czytelników zainteresuje sposób, w jaki wykonuje się rezystory w układach scalonych. Stosuje się tam rezystory dyfuzyjne oraz cienkowarstwowe. Rezystor dyfuzyjny zostanie opisany, przy okazji omawiania tranzystora w układzie scalonym, w jednym z następnych artykułów. Rezystor cienkowarstwowy jest to cienka warstwa metalu, stopu metali lub mieszaniny tlenków metali osadzona na podłożu dielektrycznym (izolacyjnym), o określonych wymiarach geometrycznych. Rezystory takie wytwarza się w procesie próżniowego osadzania cienkich warstw rezystywnych. Najczęściej warstwy te wykonane są z chromu, nichromu (stopu niklu i chromu), tantal, tytanu, cermetów (mieszanie metali i tlenków – np. chromu i tlenku krzemu). Określony kształt warstw uzyskuje się dzięki zastosowaniu maski, przez którą osadza się warstwę lub za pomocą obróbki fotolitograficznej warstwy osadzonej. Rezystancja rezystora cienkowarstwowego zależy od stosunku długości (l) do jego szerokości (w) oraz od rezystancji powierzchniowej (kwadratowej) zastosowanej warstwy rezystywnej R_K . Dla rezystora przedstawionego na rys. 6 możemy zapisać, że jego rezystancja wynosi: $R = R_K \cdot l/w$. Przez zmianę materiału cienkiej warstwy możemy zmieniać w dość szerokich granicach wartość R_K .



Rys. 6 Rezystor cienkowarstwowy

(cermety – do 20 kW/□, chrom – 50 , 300 kW/□). W praktyce, w ten sposób można wykonywać rezystory o rezystancji od kilkunastu W do kilkuset kW i tolerancji kilku procent.

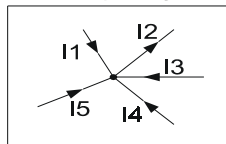
Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa

Krótko przypomnimy sobie znane ze szkoły prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Przyłożenie napięcia U do końców przewodnika powoduje, że zaczyna płynąć w nim prąd I . Doświadczenia pokazują, że w przewodnikach napięcie to jest wprost proporcjonalne do natężenia prądu, a współczynnikiem proporcjonalności jest rezystancja R przewodnika, co można zapisać następująco:

$$U = R \cdot I$$

Prawo Ohma stosuje się dla przewodnika liniowego, to jest takiego, dla którego wykres zależności napięcia na jego wyprowadzeniach od płynącego przez niego prądu jest linią prostą. W wielu przypadkach, jak na przykład przy przepływie prądu przez rozrzedzone gazy, wykres zależności napięcia od prądu nie jest linią prostą. Przewodniki takie nazywa się nieliniowymi i nie stosuje się do nich prawo Ohma.

Każdy układ elektryczny (elektroniczny) to zespół podzespołów, tworzących pewną sieć połączeń. Gałęzie sieci mogą stanowić pojedyncze elementy, bądź ich szeregowe połączenie. Miejsca, gdzie podzespoły są ze sobą fizycznie połączone nazywa się węzłami sieci. Na rysunku 7 pokazaliśmy przykładowy węzeł sieci elektrycznej.



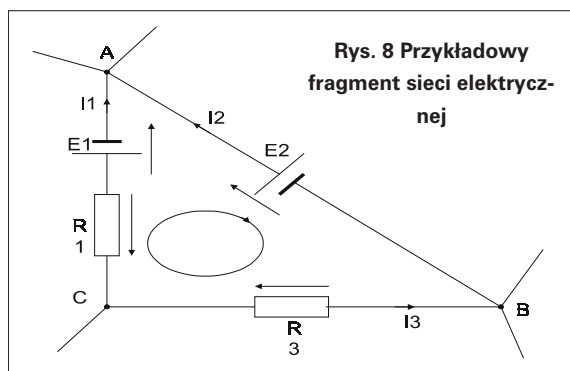
Rys. 7 Przykładowy węzeł sieci elektrycznej

Niech prądy płynące w gałęziach dołączonych do tego węzła wynoszą I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 . Suma algebraiczna wszystkich prądów dopływających i odpływających z węzła jest równa zero. Jest to pierwsze prawo Kirchhoffa. Innymi słowy można powiedzieć, że ile prądu wpływa do węzła, tyle musi z niego wypływać. W formie równania I prawo Kirchhoffa dla węzła na rys. 7 wygląda następująco:

$$I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$$

Na rysunku 8 przedstawiliśmy przykładowy fragment sieci elektrycznej, charakteryzujący się tym, że można w nim wyróżnić obwód zamknięty (oczko).

Są tam źródła napięcia, rezystory, węzły, gałęzie oraz płyną prądy, powodujące powstawanie spadków napięcia na rezystorach.



Rys. 8 Przykładowy fragment sieci elektrycznej

Przyjmijmy następującą konwencję oznaczania napięć i prądów:

- Prąd płynący przez rezystor ma kierunek od potencjału wyższego do niższego.
- Napięcie powstałe na rezystorze pod wpływem prądu I oznaczamy za pomocą strzałki, której grot wskazuje na wyższy potencjał. Zatem strzałka napięcia na rezystorze ma zwrot przeciwny do strzałki prądu, który płynie przez rezystor.
- Podobne zasady przyjmujemy dla tych źródeł, które dostarczają energii elektrycznej do obwodu, rysując obok nich strzałki siły elektromotorycznej wskazujące na wyższy potencjał. Zatem strzałki prądu i siły elektromotorycznej takich źródeł mają takie same zwroty.

Rozważmy oczko z rysunku 8. Jeśli założymy, że prądy I_1 , I_2 oraz I_3 mają określone kierunki, to w konsekwencji strzałki napięć muszą wyglądać tak, jak to pokazano powyżej.

Poruszając się po oczku zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara obliczymy sumaryczny spadek napięć, poczynając od węzła A. Musi on wynosić zero, gdyż powracając do punktu A otrzymujemy tę samą wartość potencjału. Stąd możemy zapisać:

$$E_1 - E_2 + R_3 \times I_3 - I_1 \times R_1 = 0$$

Tej postaci równania odpowiada następujące sformułowanie: Suma algebraiczna sił elektromotorycznych i napięć w oczku wynosi zero. Jest to treść drugiego prawa Kirchhoffa.

Szeregowe i równoległe połączenie rezystorów

Szeregowe połączenie tych elementów można zastąpić jednym rezystorem zastępczym o rezystancji R . Przy szeregowym połączeniu rezystorów przez każdy z nich płynie ten sam prąd I . W myśl II prawa Kirchhoffa, napięcie wypadkowe U jest sumą napięć na kolejnych rezystorach (rys.9). Możemy zapisać, że

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

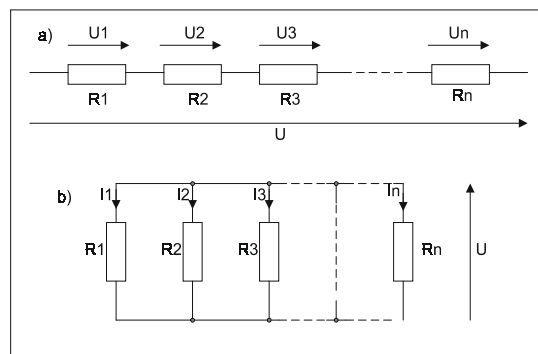
a po wykorzystaniu prawa Ohma ująć to w postaci:

$$I \times R = I \times R_1 + I \times R_2 + I \times R_3 + \dots + I \times R_n$$

Po podzieleniu obydwu stron równania przez I otrzymamy zależność:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Wypływa stąd wniosek, że rezystancja wypadkowa rezystorów połączonych szeregowo jest po prostu ich sumą. Przykładowo, trzy rezystory jednoomowe połączone szeregowo mają rezystancję wypadkową trzy omy, a siedem takich rezystorów – siedem omów.



Rys. 9 Szeregowe i równoległe połączenie rezystorów

W przypadku połączenia równoległego rezystorów, napięcie na tych podzespołach jest identyczne. Prąd wpływający do całego układu tak połączonych rezystorów (rys.9) rozdziela się nierównomiernie między poszczególne oporności. Możemy zapisać I prawo Kirchhoffa dla takiego obwodu:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Wykorzystując prawo Ohma i przekształcając je do postaci

$$I = U/R$$

i podstawiając je do powyższej zależności dostajemy, że:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

a po podzieleniu obydwu stron równania przez U

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Pokazaliśmy że, dla równoległego połączenia rezystorów, odwrotność ich wypadkowej wartości jest sumą odwrotności rezystancji każdego z nich. Rezystancja zastępcza takiego układu jest zawsze mniejsza od wartości najmniejszego z elementów stanowiących obwód. Często spotykamy się z połączeniem równoległym dwóch rezystorów, wtedy wzór na ich wartość wypadkową przyjmie postać:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Przykładowo, dwa rezystory jednoomowe połączone równolegle mają rezystancję wypadkową jedną drugą oma, trzy – jedną trzecią oma, a siedem takich rezystorów – jedną siódmą oma.

W następnym odcinku zajmiemy się kondensatorem, jego parametrami oraz najważniejszymi pojęciami związanymi z tym podzespołem.

Dariusz April

Tester wzmacniaczy operacyjnych 741 i tajmerów 555



Zestaw 1011

W poprzednim numerze EH zaprezentowaliśmy tester tranzystorów. Tym razem proponujemy tester jednych z bardziej popularnych układów scalonych 741 i 555.

Na rys.1. pokazany został schemat ideowy testera wzmacniaczy operacyjnych 741 i tajmerów 555. Tester stwierdza uszkodzenia katastroficzne badanego elementu, nie mierzy natomiast jego parametrów, co w praktyce w zupełności wystarcza - zmiany parametrów należą do rzadkości.

Tester umieszczony jest w plastikowej obudowie o wymiarach 27x65x110 i mieści wewnątrz płytkę drukowaną i baterię 9 V. Dostęp do wnętrza jest możliwy po odkręceniu czterech wkrętów od spodu obudowy, natomiast dostęp do baterii uzyskuje się odsuwając kłapkę z tyłu obudowy. Na płycie czołowej umieszczone są podstawki, do których wkłada się badane elementy, dioda świecąca informująca o wyniku testu oraz przycisk niestabilny opisany jako Próba inicjujący pomiar.

Obsługa testera polega na umieszczeniu badanego elementu w odpowiedniej podstawce, naciśnięciu przycisku Próba i przytrzymaniu go wciśniętym przez kilka sekund. Jeżeli element jest sprawny, dioda na płycie czołowej świeci światłem ciągłym, jeżeli uszkodzony - dioda świeci światłem migoczącym. Jeżeli dioda nie świeci, oznacza to rozładowanie baterii i wymaga jej wymiany.

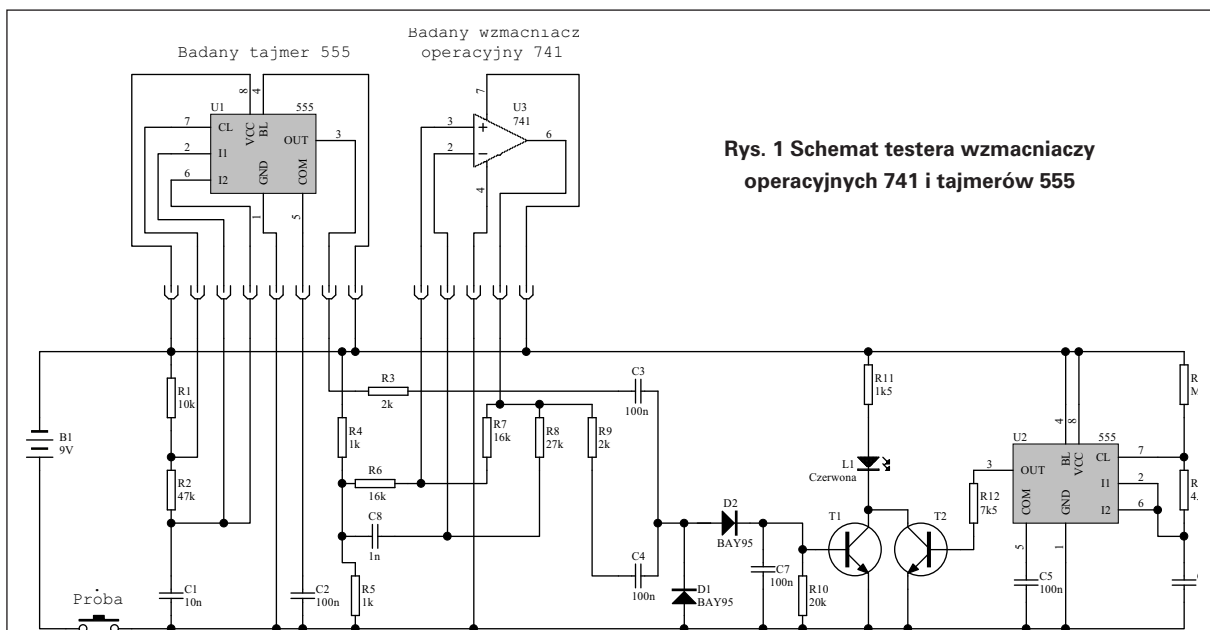
Zasada działania

Zasada działania testera polega na stwierdzeniu zdolności badanego elementu, zarówno wzmacniacza jak i tajmera, do pracy w układzie generatora samowzbudnego drgań prostokątnych o częstotliwości akustycznej. Badany element po umieszczeniu w podstawce i podaniu napięcia zasilającego powinien zacząć generować, o ile jest sprawny, falę prostokątną o częstotliwości akustycznej i wartości międzyszczytowej około 5 V. Fala zostaje doprowadzona przez kondensator C3 lub C4 do pro-

stownika równoległego na diodach D1, D2, który przekształca falę prostokątną w napięcie stałe na bazie tranzystora T1. Tranzystor zostaje zwarty i dioda elektroluminescencyjna L1 zaczyna świecić światłem ciągłym. Jeżeli badany element jest uszkodzony, na jego wyjściu wystąpi napięcie stałe 0 V lub 9 V zależnie od typu uszkodzenia. Kondensatory C3 i C4 odcinają napięcie stałe od prostownika i tranzystor T1 pozostaje rozzwarty. Świeceniem diody L1 steruje w tych warunkach tranzystor T2. Baza tranzystora T2 jest przez opornik R12 podłączona do wyjścia 3 układu scalonego U2, na którym jest zrealizowany generator fali prostokątnej o częstotliwości około 1 Hz. Tranzystor T2 jest kolejno zwierany i rozwierany przez czas około 0.5 s powodując migotanie diody L1.

Wzmacniacz operacyjny 741

Wzmacniacz operacyjny 741 jest monolitycznym wzmacniaczem wewnętrznie skompensowanym, co oznacza, że elementy zapobiegające wzbudzeniu się wzmacniacza umieszczone są wewnątrz, w strukturze wzmacniacza. Upraszcza to schemat aplikacyjny wzmacniacza, lecz równocześnie ogranicza pasmo częstotliwości pracy. Wzmocnienie wzmacniacza wynoszące 200 V/mV przy częstotliwości 10 Hz maleje do 0.1 V/mV przy częstotliwości 10 kHz, co w zasadzie można przyjąć za górną częstotliwość pasma pracy wzmacniacza. Wzmacniacz operacyjny 741 ma szerokie zastosowanie. Pracuje w układach wzmacniających, kształtujących, generacyjnych itp. W testerze do stwierdzenia stanu wzmacniacza wybrany został układ generatora fali prostokątnej dzięki czemu zarówno wzmacniacz, jak i tajmer mogą być testowane w ten sam sposób. Schemat ideowy generatora fali



Rys. 1 Schemat testera wzmacniaczy operacyjnych 741 i tajmerów 555

prostokątnej na wzmacniaczu pokazany jest na rys.2, a wybrane przebiegi na rys.3. Wzmacniacz zasilany jest z pojedynczej baterii i żeby dostosować ją do wymaganego przez wzmacniacz zasilania z dwóch źródeł o przeciwnej polaryzacji wprowadzono sztuczne zero na dzielniku oporowym R4, R5. Oporniki mają jednakowe wartości, więc spadek napięcia na każdym z nich wynosi $0.5E$, natomiast w stosunku do wspólnego punktu obydwo oporników dodatni biegun baterii jest na potencjale $+0.5E$, a ujemny biegun baterii jest na potencjale $-0.5E$, następuje więc podział pojedynczego źródła zasilania na dwa źródła o jednakowej wartości i przeciwnej polaryzacji w stosunku do wspólnego punktu obydwo oporników, który stanowi sztuczne zero. Przebiegi na rys.3 pokazane zostały w odniesieniu do sztucznego zera. Płynące w układzie prądy są na tyle małe, że praktycznie nie zmieniają potencjału sztucznego zera.

Pracą wzmacniacza sterują napięcia na jego dwóch wejściach. Gdy napięcie na wejściu nieodwracającym 3 jest wyższe od napięcia na wejściu odwracającym 2, napięcie na wyjściu 6 ma wartość dodatnią. Gdy napięcie na wejściu nieodwracającym 3 jest niższe od napięcia na wejściu odwracającym 2, napięcie na wyjściu 6 ma wartość ujemną. Dzięki silnemu dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu na opornikach R6, R7 napięcie na wyjściu może przybierać tylko dwie wartości: $+U_{Om}$ i $-U_{Om}$ bez wartości pośrednich, a zmiana między nimi wymuszona zmianą stanu wejść odbywa się praktycznie natychmiastowo i zwana jest przeskokiem. W pracy układu można wyróżnić dwa charakterystyczne sta-

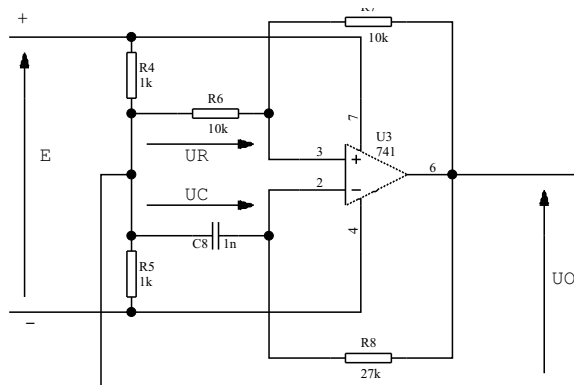
ny:

- stan I

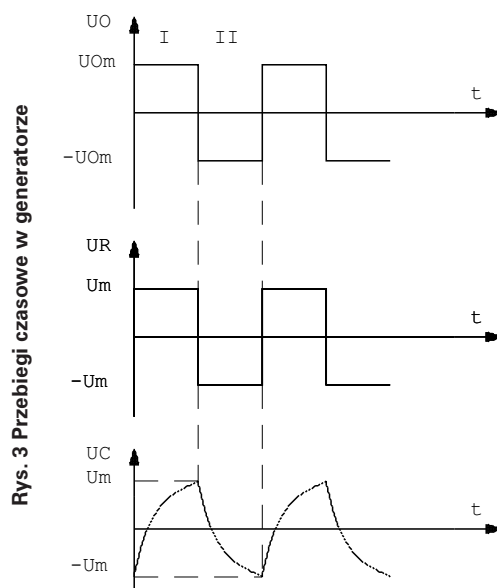
Napięcie U_O na wyjściu 6 wzmacniacza jest dodatnie o wartości U_{Om} , napięcie na wejściu nieodwracającym 3 wzmacniacza jest dodatnie o wartości U_m określonym przez napięcie U_{Om} i dzielnik oporowy R6, R7, a napięcie na wejściu odwracającym 2 wzmacniacza jest mniejsze od napięcia na wejściu 3 i narasta od wartości $-U_m$ do wartości U_m w wyniku ładowania kondensatora C8 przez opornik R8 z napięcia U_{Om} . Stan I jest utrzymywany dopóki napięcie na wejściu 2 jest niższe od napięcia na wejściu 3. W chwili gdy napięcie na wejściu 2 stanie się większe o kilka mV od napięcia na wejściu 3, następuje przeskok do stanu II. Napięcie na kondensatorze nie zmienia się w czasie przeskoku i na początku stanu II jest równe U_m .

- stan II

Napięcie U_O na wyjściu 6 wzmacniacza jest ujemne o wartości $-U_{Om}$, napięcie na wejściu nieodwracającym 3 wzmacniacza jest ujemne o wartości $-U_m$ określonym przez napięcie U_{Om} i dzielnik oporowy R6, R7, a napięcie na wejściu odwracającym 2 wzmacniacza jest większe od napięcia na wejściu 3 i maleje od wartości U_m do wartości $-U_m$ w wyniku rozładowania kon-



Rys. 2 Wzmacniacz operacyjny 741 w układzie generatora



Rys. 3 Przebiegi czasowe w generatorze

densatora C8 przez opornik R8 do napięcia -U_{Om}. Stan I jest utrzymywany dopóki napięcie na wejściu 2 jest wyższe od napięcia na wejściu 3. W chwili gdy napięcie na wejściu 2 obniży się o kilka miliwoltów poniżej napięcia na wejściu 3 następuje przeskok do stanu I. Napięcie na kondensatorze nie zmienia się w czasie przeskoku i na początku stanu I jest równe -U_m.

Obydwa stany powtarzają się kolejno wytwarzając na wyjściu 6 wzmacniacza falę prostokątną. Amplituda fali U_{Om} jest mniejsza o około 2V od napięcia zasilającego i w omawianym układzie wynosi około 3V. Częstotliwość fali zależy od stałej czasowej czyli iloczynu R8*C8 oraz od wartości dzielnika R6,R7. Przyjmując stosunek podziału 1:2 czyli R6 = R7 można częstotliwość określić ze wzoru:

$$f = \frac{0.5}{R8 * C8}$$

Wytyczne montażu

Wszystkie elementy potrzebne do wykonania testera można bez trudu nabyć w sklepach z elementami elektronicznymi, w tym również obudowę z pojemnikiem na baterię 9 V oraz przyłączyć do baterii. Płytę drukowaną wykonać z laminatu o wymiarach 60x73 mm w oparciu o rys.4, na którym została podana w skali 1:1. Wartości oporników i kondensatorów nie są krytyczne i dopuszczalny jest rozrzut 20%. Wszystkie oporniki są mocy 0.25 W lub 0.125 W, kondensatory ceramiczne na napięcie 63 V lub większe. Podane na schemacie typy tranzystorów i diod mogą być zmienione na podobne. Gniazda do umieszczania badanych elementów powinny nieco wystawać nad płytę czołową testera (do 4 mm), a tym samym górna krawędź gniazda powinna być odległa od powierzchni płytki drukowanej o około 14 mm. Żeby to osiągnąć można wykorzystać podstawki do układów scalonych DIP 8 o długich wyprowadzeniach około 1 cm i przedłużyć je dodatkowo umieszczając w nich standardowe podstawki DIP 8 i skleić je którymś z popularnych klejów np. Cjanopanem. Można również wydłużyć nóżki standardowych podstawek DIP 8 lutując do nich odcinki drutu miedzianego o średnicy ϕ 0.5 - 0.8 mm i o długości 15 mm (można wykorzystać końcówki oporników). Przy wlutowywaniu do płytki drukowanej tak spreparowanej

podstawki należy aktualnie lutowaną końcówkę przetrzymać od strony podstawki szczypcami dla odprowadzenia ciepła i zapobieżenia odlutowaniu się drutu od podstawki.

Płytę drukowaną mocować w obudowie tak, żeby jej powierzchnia była odległa od płyty czołowej obudowy o 10 mm. Należy skrócić przez obcięcie wsporniki wewnątrz górnej części obudowy do wysokości około 7 mm i wydłużyć wsporniki wewnątrz dolnej części obudowy do około 13 mm naklejając na nie plastikowe pierścienie o grubości około 2 mm i o średnicy wewnętrznej 3 mm.

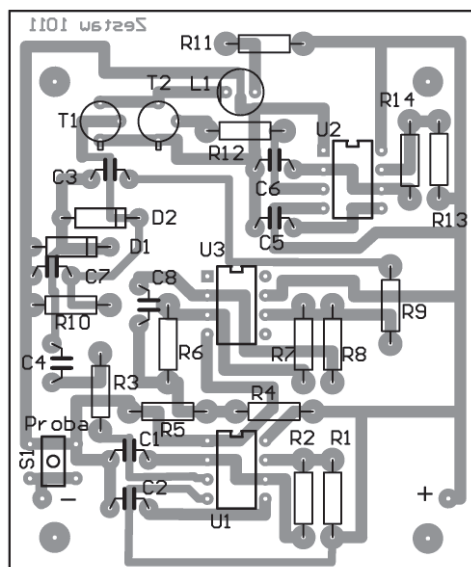
Jeżeli płytka drukowana jest wykonywana samodzielnie wskazane jest oczyszczenie jej papierem ściernym drobnoziarnistym, a następnie pokrycie lakierem lutowniczym np. ELNU 10 lub rozpuszczoną w czystym spirytusie kalafonią. Końcówki elementów, z wyjątkiem układu scalonego, dobrze jest pobielić przed wlutowaniem, czyli pokryć cienką warstewką cyny. Zapewni to wykonanie solidnych połączeń i ułatwi lutowanie.

W oparciu o rys.4 nanieść na płytę czołową położenie otworów i wykonać otwory w płycie czołowej obudowy. Otwór pod diodę świecącą oraz przycisk wykonać wiertłem o odpowiedniej średnicy zależnie od zastosowanego typu elementu (w modelu były to wiertła ϕ 5 mm i ϕ 4.5 mm), przy czym średnica otworu pod diodę powinna być równa średnicy diody, a średnica otworu pod przycisk powinna być większa o 1 mm od średnicy przycisku. Otwory pod gniazda wycinać skalpelem lub dobrze zaostrzonym końcem cienkiego noża używając metalowej linijki. Wygodnie jest nawiercić w czterech rogach otwory cienkim wiertłem np. ϕ 0.8. Następnie wyciąć rys.5 pokazujący w skali 1:1 płytę czołową, nakleić go na obudowę i wyciąć w nim otwory skalpelem lub żyłką.

Uruchomienie

W zasadzie uruchomienie testera nie wymaga specjalnych wskazówek. Jeżeli układ nie działa zgodnie z opisem, winien jest błąd w montażu (np. odwrotnie wlutowana dioda), uszkodzenie elementu lub błędny opis (np. opornik o rzeczywistej oporności 1k jest opisany jako 20 k). W tym wypadku konieczne jest sprawdzenie montażu i wartości poszczególnych elementów.

Andrzej Szerszeniewski



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 10k, R2 - 47k, R3 - 2k, R4 - 1k, R5 - 1k, R6 - 16k, R7 - 16k, R8 - 27k, R9 - 2k, R10 - 20k, R11 - 1k5, R12 - 7k5, R13 - M1, R14 - 4.7M

Kondensatory:

C1 - 10nF, C2 - 100nF, C3 - 100nF, C4 - 100nF, C5 - 100nF, C6 - 100nF, C7 - 100nF, C8 - 1nF

Półprzewodniki:

T1 - BC237 lub podobny, T2 - BC237 lub podobny, D1 - BAY95, D2 - BAY95, L1 - LED czerwona

Inne:

S1 - mikroprzełącznik

Układy scalone:

U2 - 555

Stopień
trudności
*

Układy cyfrowe - podstawowe funkcje i prawa logiczne cz.2

Nawet w przypadku złożonych układów cyfrowych można powiedzieć, że zbudowane są one z elementów dwustanowych, to jest takich, które mogą przyjmować tylko dwie wartości: zero lub jeden. Dlatego układy cyfrowe najwygodniej jest opisywać przy pomocy tak zwanej algebry Boole'a. Brzmi to może nieco groźnie, lecz Czytelnik sam przekona się, że w zakresie w jakim będziemy tę algebrę wykorzystywać, nie jest ona wcale skomplikowana, dlatego że opiera się na prostych, niżej wymienionych zasadach.

Zakładamy, że każda ze zmiennych boolowskich może być równa tylko zero lub jeden. Dla układów cyfrowych algebra Boole'a wykorzystuje jedynie trzy podstawowe funkcje: negacji (NOT), iloczynu logicznego (AND) i sumy logicznej (OR). Funkcją boolowską (logiczną) nazywamy taką funkcję, której zmienne i ona sama przyjmują wartości zero bądź jeden. Poniżej, w tabeli 1, przedstawiamy tablice prawdy dla każdej z podstawowych funkcji logicznych.

Tabela 1				
A B	X = NOT(A)	X = NOT(B)	X = AND(A,B)	X = OR(A,B)
00	1	1	0	1
01	1	0	0	0
10	0	1	0	0
11	0	0	1	0

Widzimy, że negacja zawsze zmienia wartość argumentu (zmiennej) na przeciwny, iloczyn AND nie jest równy zero tylko w przypadku, gdy obydwa argumenty są równe jeden, zaś suma OR jest równa zero tylko wtedy, gdy obydwa zmienne są zerami. Zauważmy, że ostatnie zdanie jest słownym opisem tabeli prawdy dla każdej z funkcji. Skoro mogliśmy zrobić to w jednym zdaniu, zasady nie są skomplikowane, tak jak to obiecywaliśmy. Fizyczną realizację funkcji AND i OR pokazujemy na rysunku 1. Obwód elektryczny z przełącznikami A i B, źródłem zasilania oraz żarówką X połączonymi szeregowo realizuje funkcję iloczynu logicznego (AND). Żarówka zaświeci się (funk-

cja X przyjmie wartość 1) wtedy i tylko wtedy, gdy przełącznik A będzie zamknięty (zmienna A przyjmie wartość 1) i przełącznik B będzie zamknięty (zmienna B przyjmie wartość 1). Obwód elektryczny z przełącznikami A i B połączonymi równolegle, dołączonymi do źródła zasilania oraz żarówką X realizuje funkcję iloczynu logicznego (OR). Żarówka zaświeci się (funkcja X przyjmie wartość 1) wtedy, gdy przełącznik A będzie zamknięty (zmienna A przyjmie wartość 1) lub przełącznik B będzie zamknięty (zmienna B przyjmie wartość 1), lub obydwa przełączniki będą zamknięte. Żarówka będzie zgaszona (funkcja X przyjmie wartość 0) wtedy i tylko wtedy, gdy obydwa przełączniki będą otwarte ($A = B = 0$).

Okazuje się, że wykorzystując jedynie trzy podstawowe funkcje: negacji (NOT), iloczynu logicznego (AND) i sumy logicznej (OR), możemy uzyskać dowolną funkcję logiczną. Poza podstawowymi, już wymienionymi funkcjami, w algebrze Boole'a wykorzystuje się prawa i tożsamości ujęte w tabeli 2. Znowu, na pierwszy "rzut oka" tabela wygląda groźnie, lecz po chwili zastanowienia stwierdzimy, że jej treść jest wręcz oczywista. Rozpoznamy znane nam prawo przemienności, łączności i rozdzielności, zdamy sobie sprawę, że gdy czemuś podwójnie zaprzeczamy, to tak jakbyśmy w ogóle nie przeczyli, że gdy do zmiennej dodamy jedynekę logiczną, to w wyniku dostaniemy zawsze jedynekę logiczną, itp.

Tabela 2	
$A + B = B + A, \quad A \times B = B \times A$	Prawo przemienności
$A + B \times C = A + (B \times C) = (A + B) \times C, \quad A \times B \times C = A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$	Prawo łączności
$A \times (B + C) = A \times B + A \times C, \quad A + B \times C = (A + B) \times (A + C)$	
$\bar{A} = A$	
$A + 1 = 1, \quad A \times 1 = A$	
$A + 0 = A, \quad A \times 0 = 0$	
$A + \bar{A} = 1, \quad A \times \bar{A} = 0$	
$A \times (A + B) = A, \quad A + A \times B = A$	
$A \times (\bar{A} + B) = \bar{A} \times B, \quad \bar{A} + A \times B = \bar{A} + B$	
$A \times B + A \times C = A \times (B + C), \quad (A + B) \times (A + C) = A + B \times C$	
$A \times B + B \times C + \bar{A} \times C = A \times B + \bar{A} \times C, \quad (A + B) \times (B + C) \times (\bar{A} + C) = (A + B) \times (\bar{A} + C)$	
$A \times B + \bar{A} \times B = B, \quad (A + B) \times (\bar{A} + B) = B$	
$\bar{A} \times B + C \times \dots = \bar{A} \times B \times C \times \dots, \quad \bar{A} \times B \times C \times \dots = \bar{A} + B + C + \dots$	Prawo de Morgana

Podstawowym sposobem przedstawienia funkcji logicznych jest opis słowny, tak jak to zrobiliśmy w przypadku podstawowych funkcji logicznych. W ogólności, na podstawie opisu słownego problemu można sporządzić tak zwaną tablicę prawdy. W kolejnych wierszach wypisuje się wszystkie zero - jedynkowe kombinacje zmiennych, a w ostatniej kolumnie wartość funkcji dla każdej kombinacji zmiennej. W poniższej tabeli 3 przedstawiamy przykładową tablicę prawdy dla funkcji trzech zmiennych. Indeks "i" jest tylko numerem porządkowym, ułatwiającym zapisywanie wartości, które mogą przybierać zmienne A, B, C tablicy, w określonej kolejności. Nasuwa się pytanie, jak można zapisać taką tabelę w postaci algebraicznej.

Tabela 3				
i	A	B	C	f
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	0

Dowolną funkcję logiczną n zmiennych możemy przedstawić (zapisać) jako sumę iloczynów kombinacji negacji i afirmacji (afirmacja - wartość nie zanegowana zmiennej) tych zmiennych, dla których funkcja przyjmuje wartość niezerową. Dla powyższego przykładu funkcja przyjmuje wartość niezerową dla $i = 0$, $i = 3$, $i = 5$ oraz dla $i = 6$. Jeśli konkretna wartość zmiennej w tablicy jest równa 0, to zmienną w odpowiednim iloczynie przyjmujemy jako zanegowaną, w przeciwnym przypadku - jako afirmację. Dla $i = 0$ mamy: $A = B = C = 0$, zatem iloczyn zmiennych dla $i = 0$ będzie następujący: $\bar{A} \times \bar{B} \times \bar{C}$. Dla $i = 3$: $A = 0$, $B = C = 1$, zatem iloczyn zmiennych wygląda następująco: $\bar{A} \times B \times C$. Dla $i = 5$ dostaniemy $A \times \bar{B} \times C$, itd. Zatem funkcja z tabeli zapisana jako suma iloczynów wygląda następująco: $f(A,B,C) = \bar{A} \times \bar{B} \times \bar{C} + \bar{A} \times B \times C + A \times \bar{B} \times C + A \times B \times \bar{C}$. Zapis funkcji w takiej postaci jest czasochłonny, więc umówiono się, żeby zapisywać tylko odpowiednie liczby dziesiętne (indeksy i), dla których funkcja przyjmuje wartość niezerową. W naszym przypadku wygląda to następująco: $f(A,B,C) = \cup(0,3,5,6)$, gdzie znak $\cup$ symbolizuje sumę logiczną. Jest to bardzo dogodna i krótka forma zapisu funkcji.

Inną metodą pozwalającą na bardziej zwarty i dogodniejszy w użyciu zapis funkcji niż tablica prawdy jest tak zwana tablica Karnaugh. Jest to tablica prostokątna, za-

wierająca 2^n pól. Liczby wypisane przy krawędziach tablicy nie są kolejnymi liczbami dwójkowymi, lecz kolejnymi słowami kodu Graya (kolejne liczby różnią się między sobą tylko na jednej pozycji). Taka kolejność występowania liczb jest charakterystyczną właściwością tablicy Karnaugh, którą wykorzystuje się do wykonywania uproszczeń funkcji opierających się na tak zwanej regule skle-
niania:

$$A \times \bar{X} + A \times X = A \times (\bar{X} + X) = A \times 1 = A \text{ oraz } (A + \bar{X}) \times (A + X) = A \times A + A \times X + \bar{X} \times A + \bar{X} \times X = A + A \times (X + \bar{X}) + 0 = A + A \times 1 = A$$

Z powyższego wynika że zmienną, która w dwóch sąsiednich polach przyjmuje różne wartości, można pominąć w zapisie funkcji zminimalizowanej.

Minimalizacja funkcji logicznej za pomocą tablicy Karnaugh

Proces minimalizacji funkcji logicznej przy pomocy tablicy Karnaugh można podzielić na trzy fazy.

Faza pierwsza polega na przygotowaniu tablicy dla wymaganej liczby zmiennych i wpisaniu do niej wartości funkcji. W polach odpowiadających tym kombinacjom zmiennych, dla których wartość funkcji nie jest określona należy wpisać kreskę (jako znak nieokreśloności).

W drugiej fazie procesu minimalizacji obrysowujemy możliwie największe obszary tablicy obejmujące tylko jedynki (jeśli funkcję będziemy zapisywać jako sumę iloczynów), bądź zera (jeśli funkcję będziemy zapisywać jako iloczyn sum). W naszym przypadku ograniczymy się do zakreślania obszarów z samymi jedynkami. Zakreślanie odbywa się według następujących reguł:

- ♦ Liczba połączonych ze sobą pól musi być potęgą dwójki (1,2,4,8,16,...)
- ♦ Połączone pola muszą stykać się ze sobą całą krawędzią lub krawędzią tablicy, tzn. muszą być polami sąsiednimi
- ♦ Połączone pola muszą mieć kształt symetryczny względem swych osi (muszą być kwadratami lub prostokątami)
- ♦ Jeśli w tablicy występują kreski (znaki nieokreśloności), to pola, w których występuje ten znak możemy łączyć z jedynkami (dla sumy iloczynów) w sposób podany w powyższych punktach (lub z zerami, gdy rozważamy iloczyn sum)

W trzeciej fazie zapisujemy postać minimalną funkcji logicznej posługując się opisaną uprzednio regułą skle-
niania. Najlepiej będzie, gdy teraz przytoczymy kilka przykładów skle-
niań w tablicach Karnaugh dla funkcji trzech, czterech i pięciu zmiennych, co powinno

C	AB			
	00	01	11	10

$$F(A,B,C)AxB + \bar{C}xB = Bx(A + \bar{C})$$

C	AB			
	00	01	11	10

0				
1				

0				
1				

$$F(A,B,C) \bar{B} x C$$

CD	AB			
	00	01	11	10
00	1	1		
01	1	1	1	1
11			1	1
10	1	1	1	1

$$F(A,B,C,D) + \bar{A}x\bar{C} + Ax\bar{D} + Cx\bar{D}$$

CD	AB			
	00	01	11	10
00	1		1	1
01	1			1
11	1			1
10	1			1

$$F(A,B,C,D) = \bar{B} + Ax\bar{C}x\bar{D}$$

DE	ABC							
	000	001	011	010	110	111	101	100
00	1							1
01		1	1			1	1	
11		1	1			1	1	
10	1		1	1				1

$$F(A,B,C,D,E) = \bar{B}x\bar{C}x\bar{E} + CxE + \bar{A}xBxDx\bar{E}$$

uczynić proces minimalizacji bardziej zrozumiałym dla Czytelnika.

Celem minimalizacji funkcji jest przedstawienie jej w jak najprostszy sposób. Robimy to przez zwykłą oszczędność. Im prostsza jest funkcja, którą mamy zrealizować, tym mniej musimy zużyć układów scalonych, a co za tym idzie mniejszy jest koszt projektu. I to nie tylko ze względu na samą ilość układów scalonych, lecz mniejsza (a więc tańsza) jest także sama płytka drukowana, mniej jest połączeń, większa jest także niezawodność układu. Minimalizując funkcję logiczną układu odnosimy same korzyści!! Czasem warto jest włożyć w projekt trochę więcej pracy, aby w efekcie dostać układ tańszy i bardziej niezawodny. Jednakże przy odrobinie doświadczenia, w znacznej części projektów nie musimy tego robić, ze względu na to, że projekty nie są skomplikowane, a przy jasnym opisie problemu i rozsądnym do niego podejściu często okazuje się, że właściwie nie ma czego minimalizować. Lecz każdy, kto zajmuje się układami cyfrowymi powinien w razie potrzeby wiedzieć jak postępuje się w takich przypadkach.

Przejdźmy do przykładu praktycznego. Zaczniemy od opisu słownego problemu, który zamienimy na tablicę Karnaugh'a i zapiszemy postać zminimalizowaną funkcji.

Wyobraźmy sobie, że mamy termometr z czterema czujnikami a, b, c, d. Czujniki działają w taki sposób, że gdy temperatura T przekroczy wartość Td, czujnik d zmienia stan wyjścia na przeciwny (z zera na jeden), gdy temperatura przekroczy wartość Tc to czujnik c zmienia stan na przeciwny, itd. Sygnały logiczne z czujników sterują wyłącz-

nikami dołączonymi do grzałek G1 i G2. Gdy temperatura jest najniższa, grzałki muszą rozgrzać się najbardziej (mają być połączone równolegle), gdy temperatura zawiera się pomiędzy Td a Tc – powinna być załączona tylko grzałka G1, jeśli temperatura jest pomiędzy Tc i Tb – włączona jest grzałka G2. Jeśli temperatura waha się między Tb a Ta – grzałki muszą być rozgrzane najmniej (mają być połączone szeregowo), zaś gdy temperatura jest większa niż Ta – grzałki muszą być wyłączone. Należy zrealizować prosty cyfrowy układ automatyki (funkcję logiczną), gdzie zmiennymi wejściowymi są sygnały z czujników temperatury (a, b, c, d), zaś sygnałami wyjściowymi (wartością funkcji) jest stan wyłączników dołączonych do grzałek (fizycznie sygnał wyjściowy może sterować cewką przekaźnika sprzężoną z wyłącznikiem). Podkreślimy, że w stanie spoczynkowym wyłączniki F1 i F2 są rozwarte, natomiast F3 zwiera obwód tak, jak to pokazano na rysunku 1 (masa jest podawana do punktu A). Przy podaniu sygnałów (jedynek) przełączniki zachowują się następująco: F1 i F2 zostają zwarte, zaś F3 zwiera obwód w inny sposób – masa jest podawana do punktu B. Oczywiście są możliwe wszystkie kombinacje stanów przełączników: F1 może być zwarty lub rozwarty, jednocześnie F2 może być zwarty lub rozwarty oraz F3 dołączony do punktu A lub B. Problem został określony bardzo dokładnie, by uniknąć jakichkolwiek niejasności. Mamy tu do czynienia z trzema funkcjami wyjściowymi F₁, F₂ i F₃ czterech zmiennych wejściowych a, b, c, d. Należy wyznaczyć F₁(a,b,c,d), F₂(a,b,c,d) i F₃(a,b,c,d). Zaczniemy od narysowania tabelki opisującej problem w sposób bardziej formalny.

przypadek	temperatura	stan grzałek	F1	F2	F3	a	b	c	d
1	T < Td	G1 równolegle z G2	1	1	0	0	0	0	0
2	Td < T < Tc	G1	1	0	0	0	0	0	1
3	Tc < T < Tb	G2	0	1	0	0	0	1	1
4	Tb < T < Ta	G1 szeregowo z G2	0	1	1	0	1	1	1
5	T > Ta	G1 i G2 wyłączone	0	0	-	1	1	1	1

Z punktu widzenia rozważanego układu możliwych jest pięć zakresów temperatur, pięć połączeń grzałek, a co za tym idzie pięć "kompletów" stanów czujników i odpowiadających im stanów przełączników sterujących połączeniem grzałek. Tabelę należy interpretować w ten sposób, że dla pierwszego przypadku temperatura jest mniejsza od Td, grzałki powinny być połączone równolegle, co oznacza że przełącznik F1 powinien być zwarty (stan logiczny 1), F2 także powinien być zwarty, a F3 połączony do punktu A (0 logiczne), a przełączniki powinny być

w tych położeniach dla sygnałów z czujników a, b, c, d równych logicznemu zeru. Pozostałe wiersze mają analogiczną interpretację. Kreska w tabeli dla piątego przypadku oznacza, że stan przełącznika F3 nie ma znaczenia. Rzeczywiście patrząc na rysunek 1 widzimy, że rozwarne przełączniki F1 i F2 przerywają obwód i to, jak połączony jest F3 nie jest już istotne.

Możemy teraz przejść do określenia tablicy Karnaugh dla funkcji $F_1(a,b,c,d)$, $F_2(a,b,c,d)$ i $F_3(a,b,c,d)$ określającej sterowanie przełącznikami. Przygotujmy tablice dla czterech zmiennych a, b, c, d i wpiszmy do nich wartości funkcji z powyższej tabelki. W polach odpowiadających tym kombinacjom zmiennych, dla których wartość funkcji nie jest określona wpiszmy kreskę (jako znak nieokreśloności). Jest to bardzo ważne, gdyż możemy przeprowadzić następujące rozumowanie: jeśli wartość funkcji jest nieokreślona, to znaczy że może być równa jeden. Jeśli tak, to przyjmijmy, że jest równa jeden i uwzględnijmy to przy obrysowywaniu możliwie największych obszarów tablicy obejmujących jedynki (uwzględniając to rozumowanie – jedynki i kreski). Spowoduje to znaczne uproszczenie postaci funkcji, a więc także układu logicznego, który ją realizuje. Poniżej przedstawiamy tablice Karnaugh opisujące nasz problem.

ab	cd 00	01	11	10
00	1	1	0	-
01	-	-	0	-
11	-	-	0	-
10	-	-	-	-

$$F_1(a,b,c,d) = \bar{c}$$

ab	cd 00	01	11	10
00	1	0	1	-
01	-	-	1	-
11	-	-	0	-
10	-	-	-	-

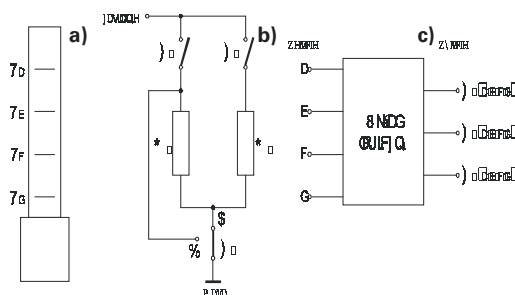
$$F_2(a,b,c,d) = \bar{a} \times c + \bar{d}$$

ab	cd 00	01	11	10
00	0	0	0	-
01	-	-	1	-
11	-	-	-	-
10	-	-	-	-

$$F_3(a,b,c,d) = b$$

Zakreśliliśmy możliwie największą liczbę jedynek i kresek według podanych wcześniej reguł.

Dla funkcji F_1 , zgodnie z podaną wcześniej regułą sklejania, dla obrysowanego obszaru "nie zmienia się" jedynie negacja zmiennej c, czyli $F_1(a,b,c,d) = \bar{c}$. Wynika to stąd, że zostały obrysowane jedynki dla kombinacji c oraz d równych 00 i 01, co odpowiada $\bar{c} \times \bar{d} + \bar{c} \times d = \bar{c} \times (\bar{d} + d) = \bar{c}$. Dla zmiennych a



Rys. 1 a) termometr z czujnikiem
b) elektryczny układ grzewczy
c) układ sterujący

oraz b obrysowaliśmy wszystkie kombinacje, nie da się tu zastosować reguły sklejania, więc zmienne te nie są brane pod uwagę.

Dla funkcji F_2 obrysowane zostały dwa obszary. Pierwszy obszar obejmuje kombinację zmiennych c i d równą 00 i 10 oraz wszystkie kombinacje zmiennych a oraz b, co odpowiada $\bar{c} \times \bar{d} + c \times \bar{d} = \bar{d} \times (\bar{c} + c) = \bar{d}$. Drugi obszar obrysowaliśmy dla kombinacji zmiennych a i b równych 00 i 01 ($\bar{a} \times \bar{b} + \bar{a} \times b = \bar{a} \times (\bar{b} + b) = \bar{a}$) oraz c i d równych 11 i 10 ($c \times d + c \times \bar{d} = c \times (d + \bar{d}) = c$), czyli jest on opisany iloczynem $\bar{a} \times c$. Dlatego $F_2(a,b,c,d) = \bar{a} \times c + \bar{d}$.

W przypadku funkcji F_3 mamy obszar powstały z kombinacji zmiennych a i b równych 01 i 11 ($\bar{a} \times b + a \times b = b \times (\bar{a} + a) = b$), zmienne c oraz d nie mogą być brane pod uwagę (ponieważ obrysowaliśmy wszystkie kombinacje tych zmiennych), dlatego $F_3(a,b,c,d) = b$.

Z naszych rozważań wynika, że powinniśmy zrealizować układ logiczny spełniający następujące funkcje: $F_1(a,b,c,d) = \bar{c}$, $F_2(a,b,c,d) = \bar{a} \times c + \bar{d}$, $F_3(a,b,c,d) = b$. Możemy to łatwo zrobić przy pomocy bramek i układów logicznych, które zostaną opisane w następnych artykułach.

Uznaliśmy, że przedstawienie minimum teorii jest niezbędne, gdyż znakomicie ułatwi Wam poruszanie się w zagadnieniach związanych z układami cyfrowymi zarówno teraz, jak i w przyszłości. W następnym numerze naszego miesięcznika skończymy z czystą teorią układów cyfrowych, po krótkim omówieniu różnicy między układem kombinacyjnym i sekwencyjnym przejdziemy do przeglądu podstawowych elementów logicznych – bramek i przerzutników oraz określimy parametry sygnału cyfrowego.

Dariusz April

Od redakcji

Z przyczyn technicznych wszystkie negacje w tabelach zostały oznaczone jako podkreślenia np. $\underline{A}$ zamiast $\bar{A}$.

J-81

Odbiornik radiowy UKF na pasmo 88-108 MHz



Odbiornik przeznaczony jest do odbioru audycji nadawanych w paśmie 88-108 MHz. Zbudowany jest na układzie TDA7020 (TDA7021). Układ ten zawiera w swojej strukturze wszystkie tory odbiornika FM: wzmacniacz w.cz., heterodynę, mieszacz, wzmacniacz p.cz., demodulator i układ wyciszania. Odbiornik ten cechuje brak elementów indukcyjnych w torze p.cz., co osiągnięto dzięki zmniejszeniu częstotliwości pośredniej do

76kHz.

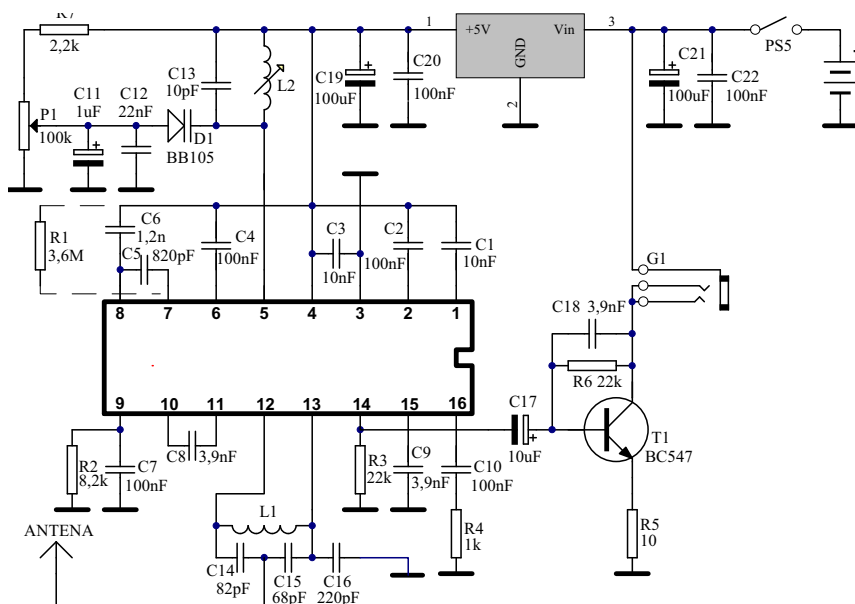
Podstawowe parametry układu TDA7020:

- napięcie zasilania 1,8...6V
- stosunek sygnału do szumu 60dB
- prąd zasilania 6mA
- czułość przy S/N -26dB
- zakres ARCz 160kHz

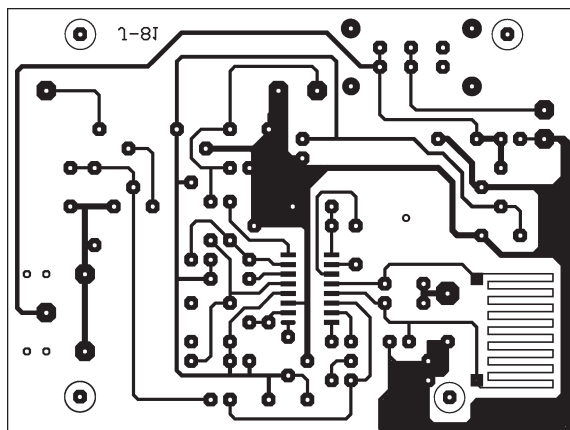
Sygnał m.cz. z nóżki 14 układu US1 podawany jest na wejście prostego, jednotranzystorowego

wzmacniacza, którego obciążeniem są popularne słuchawki do "Walkmana". Słuchawki te o impedancji 32Ω połączone są równolegle. W układzie odbiornika nie zastosowano potencjometru do regulacji głośności, ponieważ układ wzmacniacza zapewnia odpowiednią jej wartość.

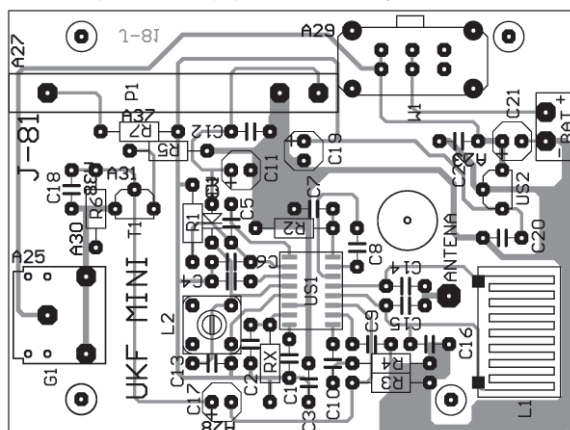
Przed przystąpieniem do montażu należy dopasować płytkę do obudowy. W razie konieczności krawędzie płytki należy oszlifować papierem ściernym. Układ



Rys. 1 Schemat odbiornika radiowego UKF na pasmo 88-108MHz



Rys.2 Widok płytki drukowanej (skala 1:1)



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

scalony TDA7020 przylutowany jest do płytki drukowanej. Montaż należy rozpocząć od wlutowania rezystorów, kondensatorów ceramicznych, elektrolitycznych i elementów półprzewodnikowych. Należy zwrócić uwagę na kolejność ich wyprowadzeń. Cewka L1 wykonana jest na druku. Na końcu wlutowujemy gniazdo słuchawkowe, wyłącznik i potencjometr wieloobrotowy. Po sprawdzeniu poprawności montażu możemy przystąpić do uruchamiania odbiornika. Do punktu "ANTENA" należy przylutować odcinek przewodu o długości ok. 1m. Podłączamy zasilanie i kontrolujemy pobór prądu. Nie powinien on przekraczać 50mA. Suwak potencjometru P1 ustawiamy w środkowym położeniu. Cienkim wkrętkiem wykonanym z materiału niemagnetycznego delikatnie obracamy rdzeniem cewki L2 do momentu odebrania dowolnej stacji pracującej w zakresie 88-108MHz. Następnie przestrajać odbiornik potencjometrem P1 sprawdzamy czy odbieramy wszystkie lokalne stacje dostępne na tym paśmie. Jeżeli nie, to korygujemy położenie rdzenia cewki L2. W obudowie znajdującej się w zestawie należy wypiłować otwór na wyłącznik oraz wywiercić otwór na gniazdo słuchawkowe, potencjometr P1 oraz przewód antenowy.

Zestaw opracowała i produkuje firma Jabel:



PPHU Jabel
ul. Słupska 3
76-270 USTKA
tel. 059 814-71-93

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 3,6M
R2 - 8,2k
R3 - 22k
R4 - 1k
R5 - 10
R6 - 47k
R7 - 2,2k
P1 - 100k wieloobrotowy

Kondensatory:

C1 - 10nF
C2 - 100nF
C3 - 10nF
C4 - 100nF
C5 - 820pF
C6 - 1,2nF
C7 - 100nF
C8 - 3,9pF
C9 - 3,9pF
C10 - 100nF
C11 - 1μF
C12 - 22nF
C13 - 10pF
C14 - 82pF
C15 - 68pF
C16 - 220pF
C17 - 10μF
C18 - 3,9nF
C19 - 100μF
C20 - 100nF
C21 - 100μF
C22 - 100nF

Półprzewodniki:

T1 - BC547
D1 - BB105

Układy scalone:

US1 - TDA7020(7021)
US2 - 78L05

Inne:

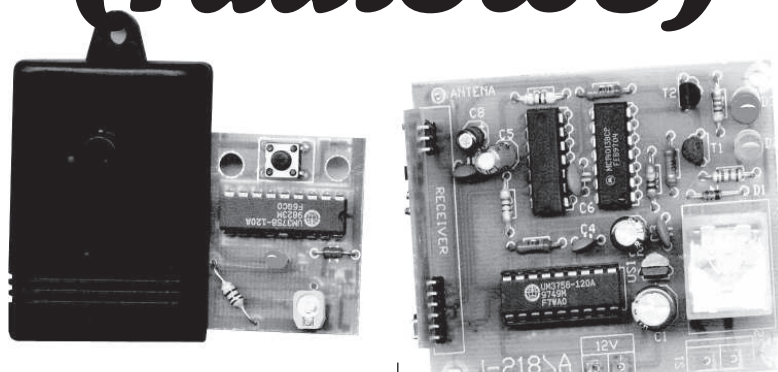
GNIAZDO SŁUCHAWKOWE
WYŁĄCZNIK - PS-5
CEWKA - L2 (nawinięta)
OBUDOWA - KM-26
ZACISK BATERII
PŁYTKA DRUKOWANA

Wlutowanie rezystora Rx (10k) spowoduje wyłączenie układu wyciszania

UWAGA! Jeżeli dysponujemy układem TDA7021 to rezystor R1 jest zbędny. Montujemy go tylko w przypadku stosowania układu TDA7020.

J-218

Zdalne sterowanie kodowane (radiowe)



Urządzenie to przeznaczone jest głównie do sterowania bram garażowych, zdalnego uruchamiania alarmów, zamka centralnego w samochodzie, oświetlenia itp. Zastosowane do jego budowy specjalizowane układy firmy UMC UM3758-120A umożliwiają ustawienie 3^{12} kombinacji kodów. Ponieważ częstotliwość pracy nadajnika i odbiornika wynosi ok. 220MHz, dla uproszczenia strojenia układów w zestawie znajduje się zmontowany i uruchomiony odbiornik oraz zmontowany pilot (nadajnik).

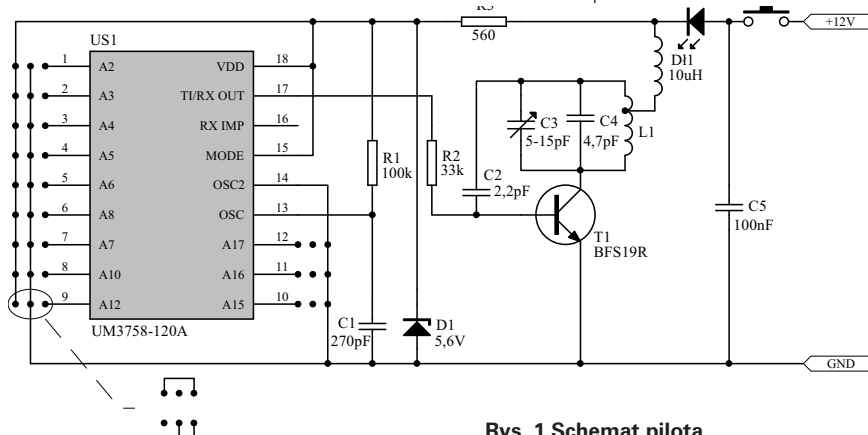
Cały nadajnik składa się z generatora fali nośnej, zbudowanego na tranzystorze T1 oraz z układu kodującego US1. Układ US1 UM3758-120A może pracować jako nadajnik lub odbiornik, w zależności od podłączenia wyprowadzenia "MODE". Połączenie tej nóżki z +VCC ustawia układ w trybie pracy nadajnika. Sygnał z wyjścia tego układu kluczuje tranzystor T1. Częstotliwość fali nośnej wytwarzanej przez generator w.cz. określona jest przez indukcyj-

ność cewki L1 (wykonanej na płytce drukowanej) oraz pojemność kondensatorów C3+C4. Cewka L1 jest jednocześnie anteną nadajnika. Ustawienie kodu nadajnika polega na dołączeniu nóżek adresowych A2-A17 do masy, plusa zasilania lub pozostawienie ich nie podłączonych (tak jest w zestawie). Do zasilania nadajnika należy zastosować baterię alkaliczną 12V stosowaną w pilotach do autoalarmów.

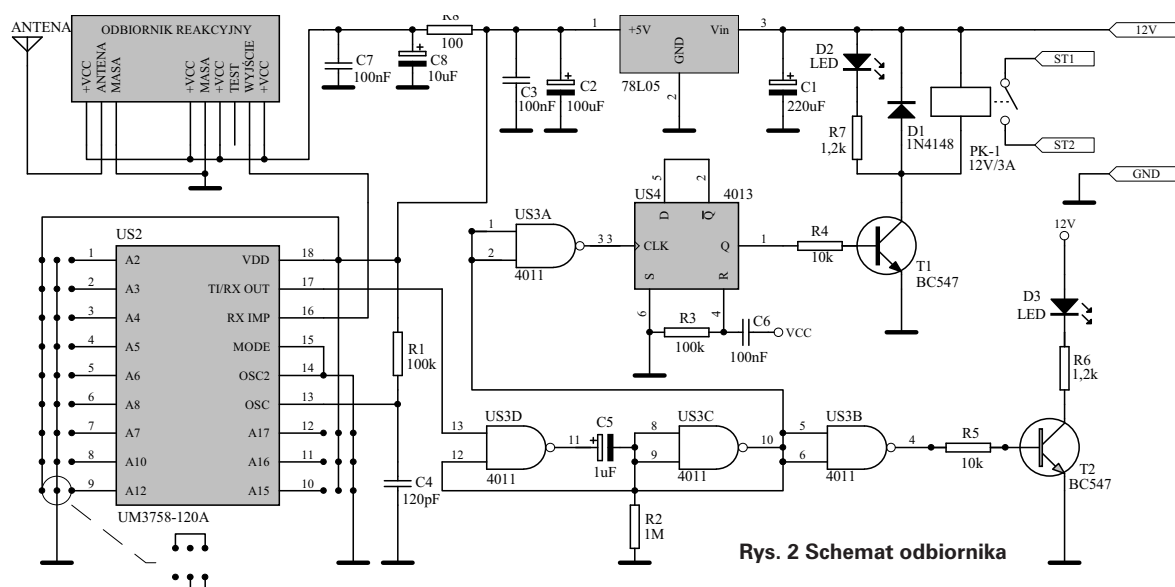
Odbiornik reakcyjny nastrojony jest na częstotliwość 220MHz. Odebrany sygnał po przejściu przez filtr dolnoprzepustowy podawany jest na wejście komparatora.

Z wyjścia komparatora sygnał podawany jest na wejście RX IMP. układu US2. Połączenie wprowadzenia "MODE" z masą ustawia ten układ w tryb pracy odbiornika – dekodera. Nóżki adresowe układu (A2-A17) powinny być podłączone identycznie jak w nadajniku. Jeżeli odebrany kod jest zgodny z kodem wysłanym przez nadajnik, to na wyjściu ukła-

du US2 na około 0,1 sek. pojawi się stan niski. Zostaje wyzwolony monowibrator generując impuls o czasie trwania określonym wartościami elementów C5-R2. Zbocze tego impulsu zmienia stan przerzutnika US4A na przeciwny. Zostaje załączony przełącznik PK-1, co sygnalizowane jest zapaleniem diody LED D2. Zapalenie



Rys. 1 Schemat pilota



Rys. 2 Schemat odbiornika

diody D3 sygnalizuje odebranie prawidłowego kodu i czas kiedy wejście przerzutnika US4A jest zablokowane. Ma to na celu uchronienie przerzutnika przed kilkakrotnym przełączeniem przy zbyt długim naciskaniu przycisku w nadajniku.

Montaż zestawu został uproszczony do minimum. Jedynym elementem regulacyjnym jest trymer C3 w nadajniku. We własnym zakresie należy wykonać styki do baterii i przylutować je do odpowiednich pól na płytce drukowanej. Ewentualnej korekty może wymagać głębokość wlutowania diody LED D2, tak aby po zamknięciu obudowy nie zostały oderwane punkty lutownicze, do których jest ona przylutowana.

Montaż odbiornika rozpoczynamy od wlutowania wszystkich rezystorów, kondensatorów, a następnie układów scalonych. Montując je należy przestrzegać zasad obchodzenia się z układami wykonanymi w technologii CMOS. Na końcu należy wlutować w płytkę przekaźnik i moduł odbiornika. Odbiornik jest uruchomiony i zestrojony. W punkt oznaczony literką "A" należy wlutować odcinek przewodu o długości kilkudziesięciu cm. Będzie on służył jako antena odbiorcza. Po dokładnym sprawdzeniu poprawności montażu podłączamy napięcie zasilające (12V). Dzięki zastosowaniu elementów R3-C6 po załączeniu zasilania przekaźnik pozostaje w stanie wyłączonym. Następnie podłączamy baterię do układu nadajnika. Nadajnik ustawiamy w odległości ok.1metra od odbiornika. Naciskamy przycisk SW1. Powinna zapalić się dioda D2, sygnalizująca pracę pilota. Następnie przy naciśniętym przycisku delikatnie pokręcamy rotorem trymera C3. Czynność tę należy wykonać wkrętakiem wykonanym z tworzywa sztucznego, gdyż w przeciwnym razie nie uda się nam zestroić nadajnika. Strojenie kontynuujemy do momentu zadziałania przekaźnika w odbiorniku. Następnie stopniowo zwiększamy odległość pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem bardzo delikatnie korygując ustawienie trymera. Prawidłowo zestrojony układ powinien zapewnić zasięg do 30 metrów w terenie otwartym (z nową baterią w

nadajniku).

Jeżeli układ działa poprawnie możemy przystąpić do ustawienia kodu. Należy pamiętać o tym, że taki sam kod musi być ustawiony zarówno w pilocie jak i w odbiorniku. Ustawienie kodu polega na zwarciu kropką cyny dowolnych nóżek adresowych z "+", "-" zasilania lub pozostawienie ich nie podłączonych.

Do współpracy z odbiornikiem można użyć dowolnej liczby pilotów z jednakowo ustawionym kodem. Jedyną czynnością, którą należy wykonać jest dostrojenie częstotliwości fali nośnej w każdym z nadajników (za pomocą trymera C3) do częstotliwości odbiornika. *Cd. na stronie 53.*

Spis elementów ODBIORNIK

Rezystory:

R1 - 100k, R2 - 1M, R3 - 100k, R4 - 10k,
R5 - 10k, R6 - 1,2k, R7 - 1,8k, R8 - 75

Kondensatory:

C1 - 220μF, C2 - 100μF, C3 - 100nF, C6 - 100nF
C7 - 100nF, C4 - 270pF, C5 - 1μF, C8 - 10μF

Półprzewodniki:

T1 - BC547, T2 - BC547, D1 - 1N4148
D2 - LED ZIELONA, D3 - LED CZERWONA

Układy scalone:

US1 - 78L05, US2 - UM3758-120A,
US3 - 4011, US4 - 4013

Inne:

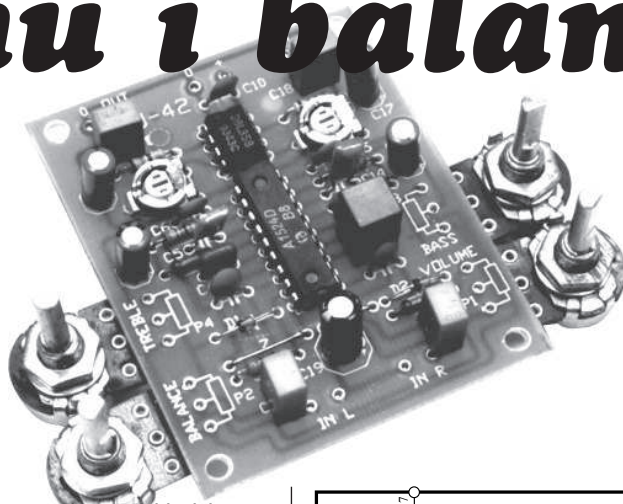
Moduł odbiornika, Płytkę drukowaną, Przekaźnik 3A/12V, Obudowa KM14N, Nadajnik zmontowany moduł

Zestaw opracowała i produkuje firma Jabel:



PPHU Jabel
ul. Słupska 3
76-270 USTKA
tel. 059 814-71-93

J-42 Przedwzmacniacz stereo z regulacją siły głosu barwy tonu i balansu

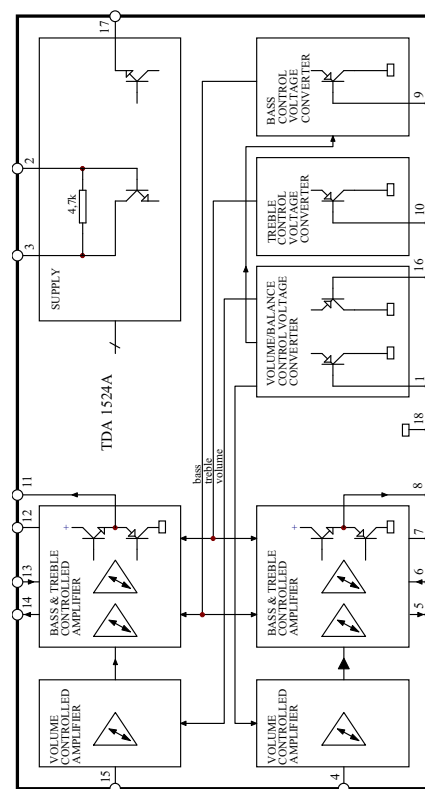


Przedwzmacniacz zbudowany jest na układzie scalonym TDA1524A. Jest to specjalizowany układ scalony służący do regulacji wzmacnienia, barwy tonu i balansu.

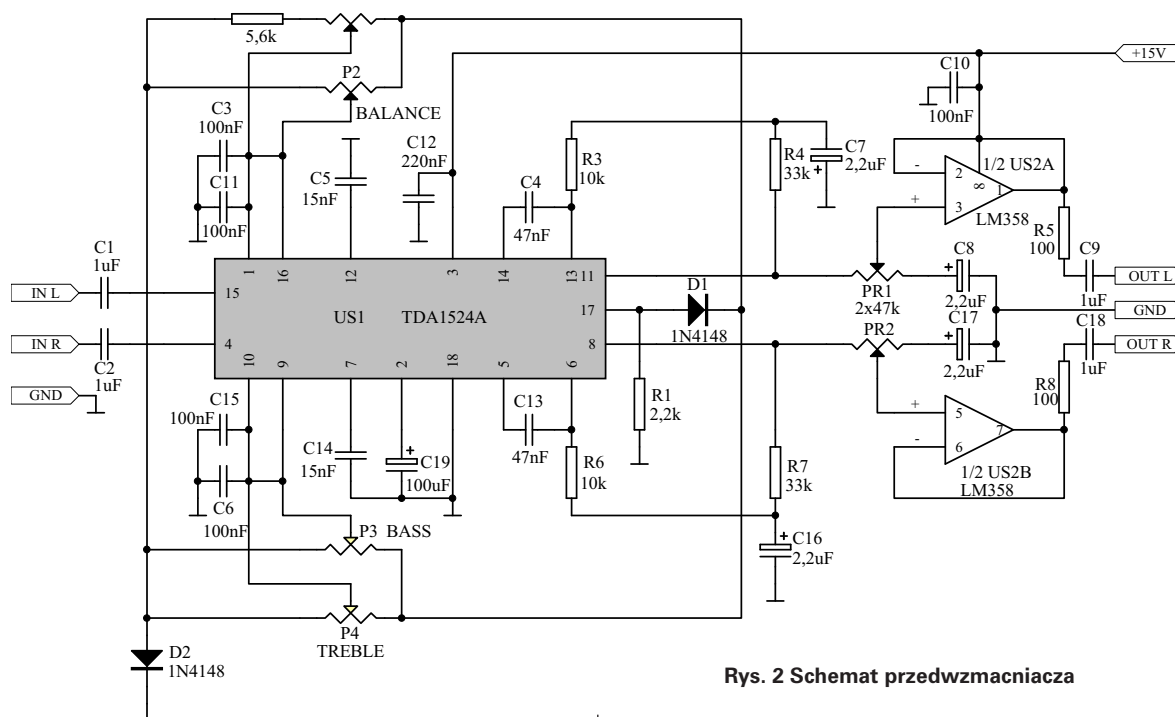
Podstawowe parametry przedwzmacniacza:

- napięcie zasilania 12V
- zniekształcenia 0,3%
- pobór prądu 40mA
- zakres reg. siły głosu -80 +21 dB
- maksymalne napięcie wej. 2,5V
- zakres regulacji barwy dźwięku:
 - dla 100Hz ± 12 dB
 - dla 10kHz ± 10 dB
- maksymalne napięcie wyj. 3V

Układ TDA1524A pracuje w typowej, fabrycznej aplikacji. Wszystkie regulacje odbywają się w sposób napięciowy. Wykorzystany jest do tego wewnętrzny zasilacz, z którego napięcie zasilają potencjometry P1....P4. Kondensatory 0,1mF dołączone między ślizgacze potencjometrów a masę, zapobiegają przenikaniu zakłóceń do układów sterowania. Układ wyposażony jest w filtr "KONTUR". Działanie jego polega na monitorowaniu prądu dostarczanego przez wewnętrzny zasilacz. Dołączenie rezystora R1 (2,2k) wymusza



Rys.1. Struktura wewnętrzna układu TDA1524A



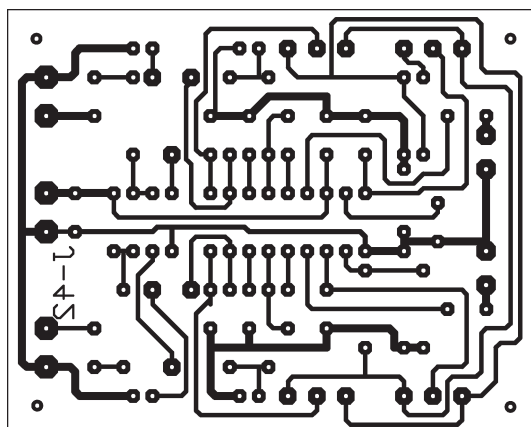
Rys. 2 Schemat przedwzmacniacza

zwiększenie prądu i filtr jest wyłączony. Przy małej sile głosu niskie tony zostają uwypuklone. Odłączenie rezystora łączy filtr kontur. Ze względu na to, że regulacji dokonuje się przy pomocy napięcia stałego, potencjometry można podłączyć zwykłym przewodem montażowym.

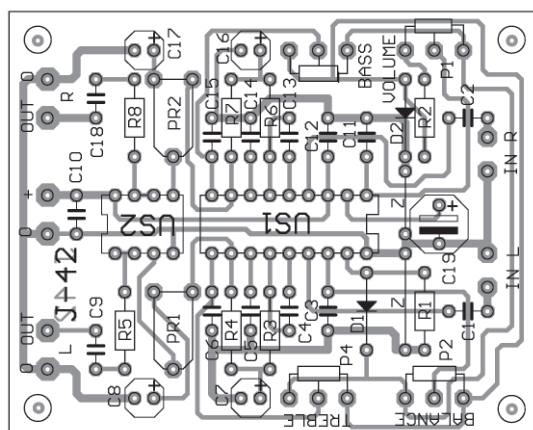
Układ działa od razu po włączeniu zasilania. Potencjometry montażowe PR1 i PR2 należy ustawić w takiej

pozycji, aby przy maksymalnym sygnale nie następowało przesterowanie wzmacniacza mocy. Przedwzmacniacz może współpracować bezpośrednio z takimi źródłami sygnałów jak magnetofon czy odtwarzacz CD. W celu podłączenia gramofonu z wkładką magnetyczną lub mikrofonu należy zastosować dodatkowe przedwzmacniacze korekcyjne.

Układ należy zasilac z dobrze odfiltrowanego źródła napięcia 12V.



Rys. 3 Widok płytki drukowanej skala (1:1)



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 2,2k, R2 - 5,6k, R3 - 10k, R4 - 33-39k, R5 - 100-120, R6 - 10k, R7 - 33-39k, R8 - 100-120, P1 - 47k/A, P2 - 47k/A, P3 - 47k/A, P4 - 47k/A, PR1 - 47k, PR2 - 47k

Kondensatory:

C1 - 1μF MKT, C2 - 1μF MKT, C3 - 100nF, C4 - 47nF, C5 - 15nF, C6 - 100nF, C7 - 2,2μF/16V, C8 - 2,2μF/16V, C9 - 1μF MKT, C10 - 100nF, C11 - 100nF, C12 - 220nF, C13 - 47nF, C14 - 15nF, C15 - 100nF, C16 - 2,2μF/16V, C17 - 2,2μF/16V, C18 - 1μF MKT, C19 - 100μF/16V

Półprzewodniki:

D1 - 1N4148, D2 - 1N4148

Układy scalone:

US1 - TDA1524A, US2 - MC1458, LM358

Zestaw opracowała i produkuje firma Jabel:



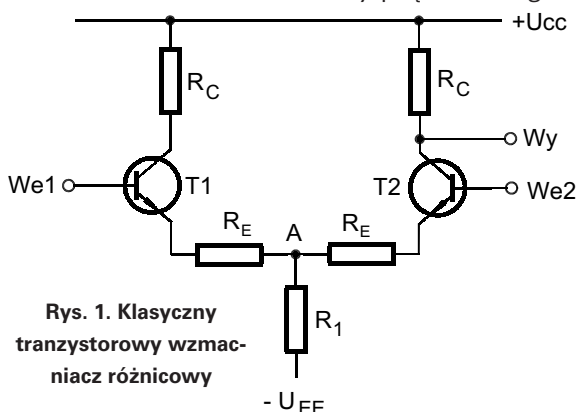
PPHU Jabel
ul. Słupska 3
76-270 USTKA
tel. 059 814-71-93

Układy scalone

CZ. 2

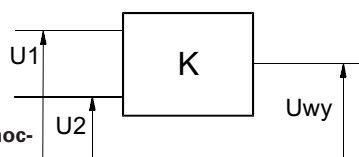
wzmacniacze różnicowe, wzmacniacze operacyjne, sprężenie zwrotne

Pierwowzorem wzmacniacza operacyjnego jest posiadający dwa symetryczne wejścia wzmacniacz różnicowy prądu stałego:



Rys. 1. Klasyczny tranzystorowy wzmacniacz różnicowy

Mówiąc bardzo ogólnie, przedstawiony na rysunku wzmacniacz różnicowy jest układem, stosowanym do wzmacniania różnicy napięć dwóch sygnałów wejściowych. Do wejść doprowadzany jest symetryczny sygnał, na który składa się np. przyrost napięcia na wejściu We1 i zmniejszenie się napięcia o tę samą wartość na wejściu We2. Napięcie na wyjściu wynika z różnicy napięć na wejściach, pomnożonej przez współczynnik wzmocnienia układu:

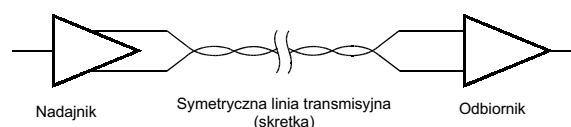


Rys. 2. Wzmocnienie wzmacniacza różnicowego

$$U_{wy} = K(U_1 - U_2)$$

Ze względu na wysoką stabilność termiczną, wynikającą z faktu, że wszystkie elementy z których jest skonstruowany wzmacniacz, czyli tranzystory, rezystory, diody i kondensatory są wykonane w pojedynczej strukturze półprzewodnikowej, a także szeregu innych walorów, takich jak symetria układu, wzmacniacze różnicowe są spotykane w niezliczonej ilości rozwiązań konstrukcyjnych, zwłaszcza scalonych układów analogowych. Niezastąpione są w zastosowa-

niach, w których na słabe sygnały nakładają się zakłócenia zewnętrzne. Przykładem takich sygnałów mogą być sygnały cyfrowe przekazywane za pomocą długich kabli, sygnały akustyczne, a także sygnały o częstotliwościach radiowych. Ze względu na cechę, jaką jest posiadanie dwóch symetrycznych wejść, do przekazywania sygnałów różnicowych służą wówczas kable dwużyłowe, tzw. skrętki. Wzmacniacze różnicowe stanowią wtedy obwody wejściowe odbiorników symetrycznych linii transmisyjnych.



Rys. 3. Symetryczna linia transmisyjna

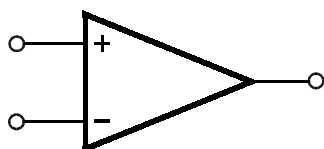
Powinniśmy teraz poznać kilka terminów dotyczących wzmacniaczy różnicowych; będzie to pomocne przy rozważaniach właściwości układów wzmacniaczy operacyjnych: Jeśli na obu wejściach położy się napięcie zmieniające się w identyczny sposób, mówimy, że wzmacniacz sterowany jest *sygnałem wspólnym*, nazywany często *sygnałem wspólnym*.

Jeśli na obu wejściach położy się napięcie zmieniające się o tę samą wartość bezwzględną, ale kierunki tych zmian są względem siebie przeciwne (w przeciwfazie) jest to sterowanie sygnałem różnicowym, które określamy jako sterowanie *sygnałem normalnym*.

Dobry wzmacniacz różnicowy (operacyjny) charakteryzuje się dużą wartością *współczynnika tłumienia sygnału wspólnego* (*common mode rejection ratio - CMRR*), który określa stosunek odpowiedzi na *sygnał normalny* do odpowiedzi na *sygnał wspólny* o takiej samej amplitudzie. W idealnym przypadku sygnał wyjściowy wzmacniacza różnicowego jest całkowicie niezależny od wartości średniej sygnałów wejściowych, natomiast istotna jest różnica tych sygnałów.

Jak już wspomniano na wstępie, wzmac-

niacze operacyjne mają dwa symetryczne wejścia, nazwano je odpowiednio: wejściem odwracającym (-) i nieodwracającym (+). Na schematach ideowych wzmacniacz operacyjny oznacza się uniwersalnym symbolem, przedstawionym na rysunku poniżej.



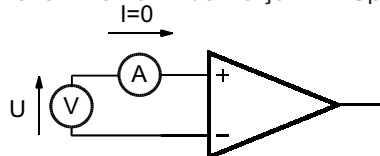
Rys. 4. Symbol wzmacniacza operacyjnego

Stosowanie terminów „nieodwracające” i „odwracające” zamiast „plus” i „minus” pozwala uniknąć nieporozumień. Na graficznym symbolu wzmacniacza operacyjnego bardzo często nie oznacza się wyprowadzeń napięć zasilających. Zarówno we wzmacniaczu operacyjnym jak i jego symbolu nie istnieje wyprowadzenie masy. Na rysunku symbolu można spotkać niekiedy dodatkowe wyprowadzenia, związane ze szczególnym typem wzmacniacza, np. końcówki umożliwiające podłączenie zewnętrznych obwodów kompensacji (zerowania).

Symbole (+) i (-) nie oznaczają konieczności doprowadzenia do jednego wejścia napięcia dodatniego względem drugiego wejścia lub też czegoś podobnego. Wejścia (+) i (-) funkcjonują następująco: na wyjściu pojawia się napięcie dodatnie, jeśli potencjał wejścia nieodwracającego (+) jest większy od potencjału wejścia odwracającego (-) i odwrotnie. Informują więc o fazie sygnału wyjściowego względem danego sygnału wejściowego, a to ma istotne znaczenie, gdy oczekujemy od danego wzmacniacza określonej reakcji na podany na wejście (wejścia) sygnał.

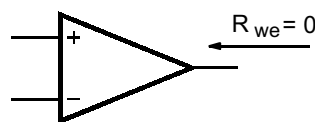
Wzmacniacze różnicowe znalazły zastosowanie we wzmacniaczach operacyjnych o różnorodnym przeznaczeniu. W każdym ze schematów elektrycznych wewnętrznych struktur scalonych wzmacniaczy operacyjnych znaleźć można szereg wzmacniaczy różnicowych, użytych w różnych konfiguracjach, nie tylko w obwodach wejściowych. Cechami idealnego wzmacniacza operacyjnego są:

- * nieskończenie duża impedancja wejściowa (zarówno różnicowa jak i wspólna)



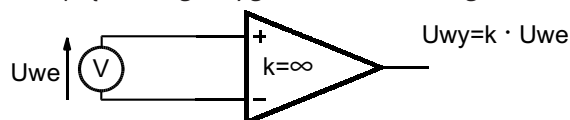
Rys. 5

- * zerowa wartość impedancji wyjściowej (napięcie wyjściowe niezależne od obciążenia)



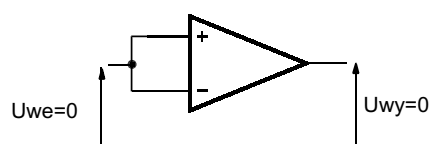
Rys. 6

- * nieskończenie duża wartość wzmocnienia napięciowego sygnału różnicowego



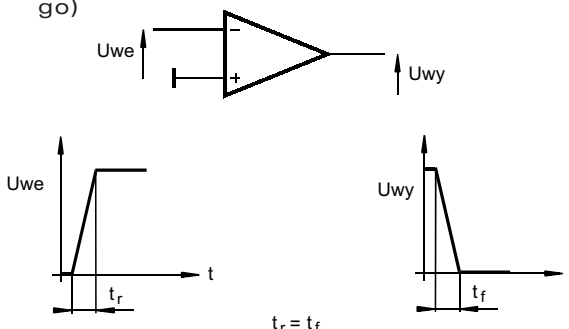
Rys. 7

- * liniową zależność napięcia wyjściowego od wejściowego
- * niestabilność poziomu napięcia wyjściowego równą zero w przypadku, gdy na obu wejściach są napięcia równe zero



Rys. 8

- * nieskończenie duża prędkość narastania napięcia wyjściowego (w odpowiedzi na odpowiednią zmianę napięcia wejściowego)



Rys. 9

- * nieograniczone pasmo przenoszenia

Wymienione parametry powinny być niezależne zarówno od zmian temperatury jak i wartości napięć zasilających. Oczywiście jest, że parametry rzeczywistych wzmacniaczy operacyjnych różnią się w większym lub mniejszym stopniu od parametrów wzmacniacza idealnego.

Wzmocnienie napięciowe uzyskiwane we wzmacniaczu operacyjnym osiąga w praktyce wartości rzędu $10^5 - 10^6$ V/V, co w większości zastosowań jest wartością o wiele za dużą. W praktyce każde (z małymi wyjątkami, potwierdzającymi regułę) zastosowanie wzmacniacza operacyjnego wiąże się z wykorzystaniem tzw. sprzężenia zwrotnego, umożliwiającego uzyskanie w danym układzie oczekiwanych efektów, np. określonego współczynnika wzmocnienia.

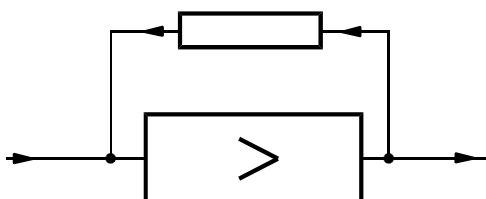
Stopień trudności
* *

Podstawy ...

Sprężenie zwrotne

Pojęcie sprężenia zwrotnego wydaje się tak dobrze znane, nie będziemy wyjaśniać jego prymarnego znaczenia. W systemach sterowania sprężenie zwrotne polega na porównaniu sygnału występującego na wyjściu systemu z pożądanym sygnałem wyjściowym i dokonaniu odpowiedniej korekcji. W układach wzmacniających sygnał wyjściowy powinien być wielokrotnością sygnału wejściowego, wobec czego - we wzmacniaczu ze sprężeniem zwrotnym porównuje się sygnał wejściowy z odpowiednio stłumionym sygnałem wyjściowym.

Obwód sprężenia zwrotnego

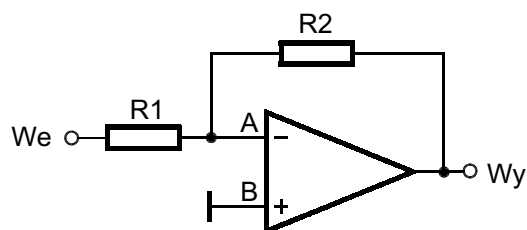


Rys. 10

Ujemne sprężenie zwrotne jest działaniem polegającym na doprowadzeniu sygnału z wyjścia układu z powrotem do jego wejścia w taki sposób, aby zmniejszyć wartość sygnału wejściowego. Można by przyjąć, że takie postępowanie powoduje jedynie zmniejszenie wzmocnienia wzmacniacza i efekt ten uznać za zadowalający. Należy jednak pamiętać, że ujemne sprężenie zwrotne powoduje nie tylko zmniejszenie wzmocnienia, ale także powoduje istotną poprawę innych, istotnych parametrów, w szczególności - gdy stosujemy wzmacniacz do obróbki sygnałów napięcia zmiennego - bardzo znaczące zmniejszenie zniekształceń i nieliniowości, rozszerzenie płaskiego odcinka charakterystyki amplitudowej (po dodatkowych zabiegach możliwość uzyskania charakterystyki amplitudowej zgodnej z wymaganą), jak również możliwość przewidzenia zachowania się układu w różnych sytuacjach. Użycie silniejszego ujemnego sprężenia zwrotnego powoduje zmniejszenie zależności parametrów wzmacniacza ze sprężeniem zwrotnym od parametrów wzmacniacza z otwartą pętlą sprężenia zwrotnego (bez sprężenia zwrotnego). Można pokusić się o stwierdzenie, że o parametrach układu wzmacniacza (prócz indywidualnych, "katalogowych" parametrów technicznych zastosowanego podzespołu) decydują właściwości układu ujemnego sprężenia zwrotnego. Oczywiście, to uogólnienie okaże się nadmiernym uproszczeniem, gdy zajdzie potrzeba dokładniejszego wyznaczenia parametrów układu ze sprężeniem zwrotnym.

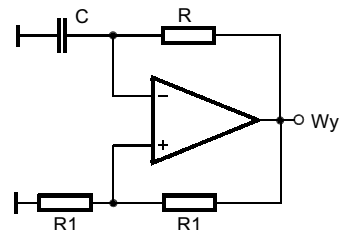
Scalone wzmacniacze operacyjne, których

wzmocnienie (bez sprężenia zwrotnego) jest rzędu miliona, używane są zwykle z ograniczaniem wzmocnienia przez stosowanie obwodów ujemnego sprężenia zwrotnego. Mogą one dostarczać napięcie wyjściowe o amplitudzie zbliżonej do wartości napięć zasilających. Przesterowanie wzmacniaczy w najlepszym przypadku prowadzi do obcinania wierzchołków sygnału wyjściowego na poziomach zbliżonych do napięć zasilających (do zasilania używa się symetrycznych napięć zasilających, najczęściej o wartościach + 15 V oraz - 15 V). Obwód sprężenia zwrotnego, którym uzupełniamy wzmacniacz operacyjny powinien być dołączony do reszty układu tak, by sprężenie było ujemne, powinien ponadto zapewnić istnienie sprężenia zwrotnego dla prądu stałego, co uniemożliwi wejście wzmacniacza w nasycenie.



Rys. 11. Wzmacniacz operacyjny w układzie z ujemnym sprężeniem zwrotnym (wzmacniacz odwracający)

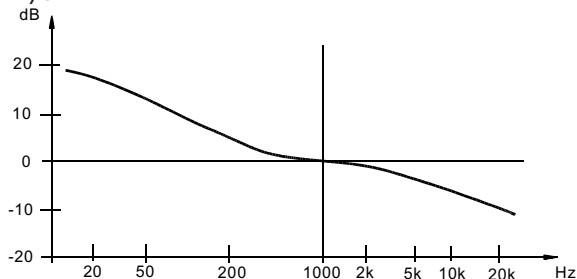
Sprężenie zwrotne może być również dodatnie; ten typ sprężenia zwrotnego wykorzystuje się na przykład, przy konstruowaniu generatorów. Znacznie częściej sprawia ono kłopoty, ponieważ w układzie z ujemnym sprężeniem zwrotnym może wystąpić tak duże przesunięcie fazy dla sygnału o pewnej, dużej częstotliwości, że zaistniałe w ten sposób dodatnie sprężenie zwrotne ujawni się wytwarzaniem niepożądanych drgań. Zdarza się to nadzwyczaj często, a środkiem zapobiegającym powstawaniu takich niechcianych oscylacji jest tzw. kompensacja układu, dotycząca przesunięcia fazy.



Rys. 12. Wzmacniacz operacyjny z dodatnim sprężeniem zwrotnym (w układzie generatora relaksacyjnego)

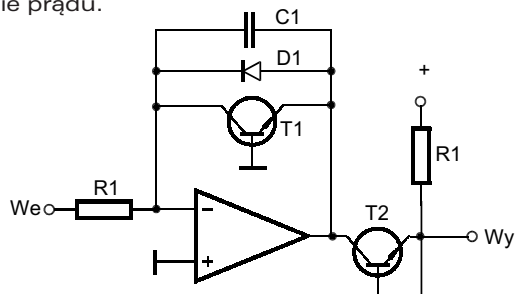
Zewnętrzny obwód realizujący sprężenie zwrotne może mieć parametry zależne od częstotliwości, co pozwala wykonać wzmacniacze korekcyjne ze ściśle określoną zależnością wzmocnienia od częstotliwości; przykładem może być znana charakterystyka

RIAA w przypadku wzmacniaczy akustycznych.



Rys. 13. Charakterystyka przenoszenia typu RIAA dla korekcyjnego wzmacniacza akustycznego

Parametry obwodu sprzężenia zwrotnego mogą być tak zaprojektowane, by były zależne od amplitudy, co wykorzystano w konstrukcjach wzmacniaczy nieliniowych. Przykładem popularnego wzmacniacza nieliniowego jest wzmacniacz logarytmujący, w którym zastosowano układ sprzężenia zwrotnego zawierający element nieliniowy: diodę lub tranzystor o logarytmicznej zależności napięcia na złączu od płynącego przez nie prądu.



Rys. 14. Przykładowe rozwiązanie wzmacniacza logarytmującego

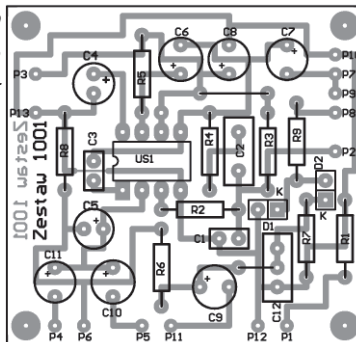
Technikę sprzężenia zwrotnego wykorzystuje się do wytwarzania źródeł prądowych o prawie nieskończonej impedancji wyjściowej oraz źródeł napięciowych o impedancji wewnętrznej zbliżonej do zera. Można ją również stosować w celu uzyskania bardzo dużej lub bardzo małej impedancji wejściowej. Praktycznie - wielkość próbkowana w celu otrzymania sygnału sprzężenia zwrotnego jest równocześnie wielkością, której parametr zostaje poprawiony. Na przykład, jeśli sygnał sprzężenia zwrotnego jest proporcjonalny do prądu wyjściowego, otrzymujemy dobre źródło prądowe.

Po tych ogólnych uwagach - przy najbliższej okazji przejdziemy do omówienia kilku przypadków zastosowania sprzężenia zwrotnego w układach ze wzmacniaczami operacyjnymi. Rozpoczniemy od najprostszego modelu wzmacniacza operacyjnego, w miarę potrzeby uzupełniając go później brakującymi elementami. W najbliższym czasie postaramy się także zdefiniować i bardziej szczegółowo omówić cechy i możliwości zastosowania wzmacniaczy operacyjnych, produkowanych w setkach różnych typów o rozmaitych zestawach parametrów.

Witold Wrotek

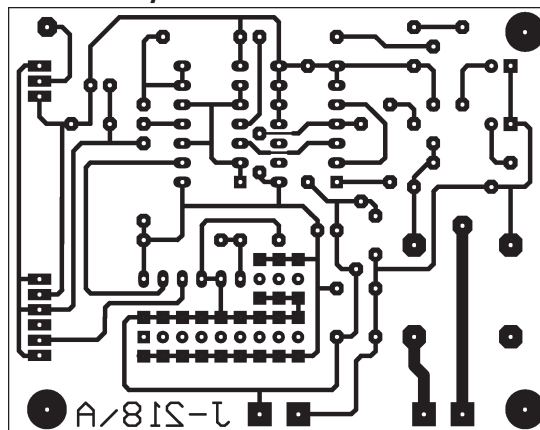
ERRATA

W nr 1/2000 EH w artykule „Minisynthesator efektów dźwiękowych” pomyłkowo została zamieszczona płytka drukowana nie od tego układu. Autora artykułu i wszystkich

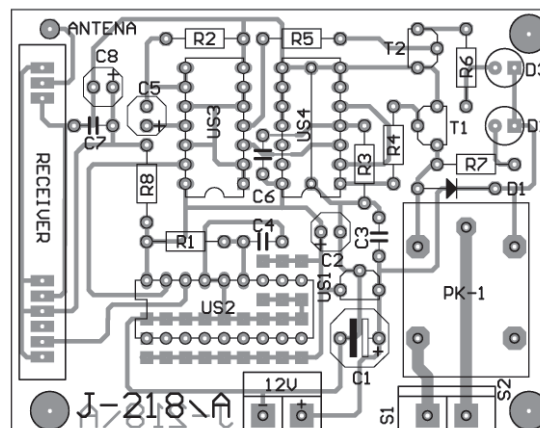


Czytelników przepraszamy za pomyłkę. Prawidłowy rysunek płytki z rozmieszczeniem elementów zamieszczamy poniżej. Natomiast rysunek płytki drukowanej znajduje się na stronie 31.

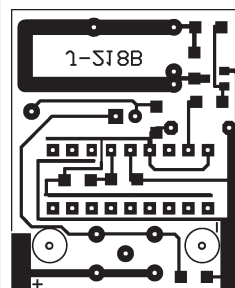
Cd. ze strony 47



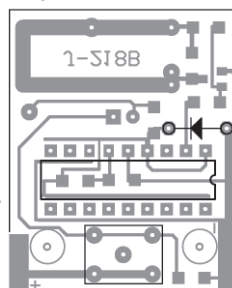
Rys. 3 Płytką drukowaną odbiornika (skala 1:1)



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej odbiornika



Rys. 5 Płytką drukowaną nadajnika skala (1:1)



Rys. 6 Rozmieszczenie elementów na płytce

Stopień trudności
**

Podstawy ...

Giełda „Elektronik Hobby”

KUPIĘ

NOWY ELEKTRONIK 1/98, 4/98, 2/99, 3/99 lub odbitki, opisem układów 022-1, 022-2, 011, 004, 042-3, 070, 073-1. Ofertę kierować: Paweł Syroka, Majdan Sob.3, 24-222 Niedzica Kośc. 081, 5111491.

LAMPY EL84, EF89, EBF89, ECH81, EM4, schemat odbiornika radiowego Tatry 3281. Oferty kierować na adres: Piotr Puszkiewicz, ul. Wojska Polskiego 2/6, 87-500 Rypin.

PILNIE baterię słoneczną 12V min. 1A. Tel. 063 2722248, prosić Kamila po 16.

SZUKAM projektów, budowy tub basowych do samochodu oraz zwrotnic. Łukasz Migdański, Wiejska 6, 06-300 Przasnysz, tel. 029 752 29 31.

NOTEBOOKI uszkodzone. Oferty z opisem i ceną kierować na adres: Przemysław Martofel, ul. Kard. S. Wyszyńskiego 3/44, 95-200 Pabianice.

POSZUKUJĘ schemat tunera satelitarnego Pace-9210. Czesław Szutowicz, ul. Gniazdowskiego 6/37, 87-800 Włocławek, e-mail: czsut@poczta.onet.pl

PROCESOR stosowany w magnetowidach firmy „Philips” VR-255/55 o symbolu JCP 0045 B-3 firmy „JVC”. Oferty wraz z ceną: Jacek Kot, ul. Mieszka I 43A/6, 66-400 Gorzów, tel. 095 7358551.

KWARCE 3,3; 13,7; 17,8; 21,6; 24,8; 28,6; 31,8 MHz. Radiotelefon CB do 50 zł. Np. ONLA itp. Janusz Byrczek, ul. Zwycięstwa 10d, 32-542 Trzebinia.

NIEPOTRZEBNE akcesoria, elementy, schematy czy czasopisma, proszę przesyłać bezpłatnie pocztą pocztą elektroniczną, serdecznie dziękuję. Krzysiek Kowalski, Zielona Góra, ul. Długa 18/13, tel. 068 324-50-85.

OSCYSKOP niedrogo np.: typu C 194 Saga, polskiej produkcji wzmacnia. O mocy 2x15-30W uszkodzony oraz zamienię C-64 z osprzętem i literaturą na coś z elektroniki. Tomasz Konopka, ul. Rycka 1a/2, 05-120 Legionowo.

LAMPY EL84 ECH81 ECH84 EBF89 EF89 EM4 PL82 6P14P (rosyjska) EF80. Schemat radia Tatry 3281 (ksero). Piotr Puszkiewicz, ul. Wojska Polskiego 2/6, 87-500 Rypin.

KSIĄŻKI zdecydowanie, o tematyce elektronicznej – elektronika od podstaw, dla początkujących, z najprostszymi układami do zrobienia samemu, przy pomocy wytrawiacza i laminatu. Artur Kaliś, ul. Czarnieckiego 5f/2, 78-105 Kołobrzeg, tel. (094) 3529656.

WZMACNIACZ gitarowy typu „Eltron” oraz gry i programy na kasetach do Atari 65XE. Robert Klimczak, os. 1 Maja 3/25, 97-400 Bełchatów.

SCHEMATY do Decka M 9108 ulepszonych wersji oraz tunera SAT typu NEXUS NS 1000 OSD. Oddam lampy i inne podzespoły, co potrzebujesz. Napisz Rafał Kotowski, ul. Pałacowa 24, 08-110 Siedlce.

NIEDROGO schemat podsłuchiacza. Kontakt po godz. 18, tel. 032 2603227, 41-300 Dąbrowa Górnicza, ul. Świerkowa 5, dziękuję Tomek.

OSCYSKOP może być produkcji rosyjskiej lub innej. A także nawiąże kontakt z innym elektronikiem, który chciałby się podzielić doświadczeniami. Adres: Tomasz Stachoń, ul. Dąbrowskiego 50/2.

KSIĄŻKĘ „Elektroniczne modyfikatory dźwięku” autor: Stanisław Dinter. Zenon Konieczka, ul. Dworcowa 16, 88-180 Złotniki Kuj., tel. (052) 35-17-233 po 19.

SZUKAM kogoś kto odsprzeda/podaruje mi ręczny programator pamięci lub procesorów z dokumentacją (może być kit). Tel. 042 2159576, kontakt: Krzysztof Okrojek, 95-200 Pabianice, ul. Mołoty 14/41.

IGŁY gramofonowe typu MF-100 lub ich odmiany, schematy prostych radetek, lampy elektronowe – AF7, AB2, AC2, AK2, AL4, AZ1. Marcin Kołodziejczyk, ul. Rydza 1/13, 42-271 Częstochowa, tel. 3659-730 (034).

WYŚWIETLACZ alfanumeryczny LCD 2x24 znaki 240202AYL06 lub odpowiednik oraz 2x16 znaków WMC 1602K, tel. 094 3529672 po 16.

ŻARÓWKI energooszczędne uszkodzone. Roczniaki PE z lat 92 do 99 w idealnym stanie sprzedam za 30 PLN rocznik. Tel. (032) 249-48-63, N. Grzesik, 41-500 Chorzów, ul. P. Skargi 26/3.

CB oraz dobry palnik do stroboskopu częstotliwość do 30Hz. Ofertę proszę przesłać e-mail'em na adres: zanio3@poczta.fm

INSTRUKCJĘ obsługi Video Cassette Recorder VR6920 Philips-Match line z lat 80, Bohdan Przytułski, ul. Powstańców Warszawskich 28/4, 80-152 Gdańsk, tel. (058) 302-24-48.

MAGNETOFON do dużej wieży, tanio. Dariusz Wysocki, ul. Kaliska 46/5, 56-500 Syców, tel. (062) 5820174.

ELEKTRONIKĘ od drukarki HP690 – Konrad Zajkowski, tel. 094 3436288 po 19/0604 170218.

PILNIE poszukuję kompletnych schematów: dekodera Eurocrypt, Videocrypt oraz dekodera wizji Nagavision/Syster nie opartych na eepromach. Jarosław Garski, Rynek Łazarski 3/9, 60-731 Poznań.

SPRZEDAM

PROGRAMY sharewerowe do ściągania sim lock z telefonów GSM i kodów z odtwarzaczy samochodowych. Tel. (0606) 41-00-49.

PC 286 z dwoma seagate 251. Floppy 3 i 5”, monitor pomarańcz., klawiatura, mysz, drukarka Epson 9-igłowa. Wszystko sprawne za 350zł. Dzwon 058 3020526 po 17 odbiór osobisty.

PROGRAMATOR pamięci 24CXX i 93CXX + program na PC- cena 50zł. Tel. 604 892308. Kupię informacje dotyczące proc. 68HCXX oraz PICXX.

MINI disc sony MDS-JE500, stan bardzo dobry. Marcin Orłowski, 10-457 Olsztyn, ul. Wyszyńskiego 24/58, tel. (089) 534-44-61.

RADIOAMATORZY, hobbyści odstąpię pisma: układy Elektronika – wczoraj; dziś Bruckmana. Nawiażę kontakty. K. Poznański, Al. Kijowska 13/10, 30-079 Kraków, 012 6378612; po 18 601821367. Porady darmo!

GAME boy + 3 cartridge cena 270zł., walkman Philips AQ6681 DBB, radio cyfrowe, słuchawki cena 150zł., mysz do PC WS-9 A4-TECH cena 30zł. Tel. (081) 743-87-27, po 20, prosić Pawła.

ROZNIKI PE z lat 92 do 99 w idealnym stanie za 30 PLN rocznik. Żarówki energooszczędne uszkodzone kupię. Tel. (032) 249-48-63 N. Grzesik, 41-500 Chorzów, ul. P. Skargi 26/3.

AMIGĘ 500 rozs. pamięć + monitor + stereo color Philips, mysz, podkładzisko zasilacz modulator TV, pokrywa na klawiaturę okablowanie 50 dyskieciek cena 450 zł. 58-500 Jelenia Góra tel. (075) 7647335.

AMIGĘ 500 1MG RAM dodatkowa stacja dysków, monitor Commodore 1084S-D2 oraz 270 dyskieciek – stan b. Dobry. Cena 600zł. Wacław Ankudowicz, 43-303 Bielsko-Biała, ul. Armii WP 1/87, tel. 033 8180432.

WALKMAN Sony FX 421, cyfrowe radio FM/AM, zegar, AVLS, słuchawki Sony, cena 130zł. oraz multimetr cyfrowy: pomiar DCV, ACV, DCA, rezyst., test tranzystorów, pomiar spadku nap. Na diodzie 35zł. Tel. W Legnicy 862-49-21.

WYKRYWACZ metali, mierniki promieniowania, najniższe ceny, 3 lata gwarancji, przesyłam informacje ze zdjęciem. Kałuziński, Maruszakówny 3/21, tel. 032 4761009, 44-330 Jastrzębie po 18.

AMIGĘ 1200 cena 330zł., AMIGĘ 600 cena 230zł. VBS działający z każdą Amigą. Cena 20zł. Kasety nagr. w systemie VBS tanio, akcesoria różne do Amig, twarde dyski, kłaski tanio. Janusz Matuszczyk, ul. Dylonga 10/4, 41-605 Świętochłowice, tel. 032 7711862.

TANIO do PC-ta płytę z procesorem 386 25MHz, kartę graficzną sigma 512KB, karta multi COM1 LPT1 pamięci SIM 8 szt. 1MB.

Komputer Commodore, magnetofon, stacja dysków, zasilacze, black box 3.

TUNER telewizyjny FLY Video 98 nowy za 250zł. Przemysław Kral, tel. w Bielsko-Białej 8158670 po 18.

ALARM samochodowy, centralka, 2 piloty, syrena i instrukcja cena 170zł. z centralnym zamkiem (sterownik 4 silowników) 320zł. oraz inne zabezpieczenia. 0-604 836-785.

DWA silniki elekt. O danych moc 1,9W 2865obr./min. 1~50Hz 6/15,5/38V 110/220V, 2 kondensatory elektrolityczne o poj. 2200µF/63V, 3 tranzystory BU204, BD355C, BD354C, zasilacz. Cena do uzgodnienia. Szymon Stępniewski, tel. 052 5642820.

SAM przestroisz każdy odbiornik radiowy z pasma OIRT na CCIR bez wstawiania konwertera. Schematy + instrukcje przestrajania info koperta + znaczek. K.Duraj, ul. Wolności 12/12, 76-200 Słupsk.

WYKRYWACZ metali profesjonalny, przewód łączący Nokię z komputerem, tel. 022 7587348. Zapraszam do stowarzyszenia "Eksploracja Polska Klub".

OSCYSKOP 15MHz typ KR7010 w pełni sprawny (bez sondy) cena 500zł. Wym. zewn. 22x13x32 cm. Wacław Ankudowicz, 43-303 Bielsko-Biała, ul. 1 Armii Wojska Polskiego 1/87, tel. (033) 818-04-32.

PLAYSTATION, joystick, 10 fajnych gier, karta pamięci, kabel RGB, kabel chinch, stan bardzo dobry. Cena 400zł. lub zamienię na PC 486 bez monitora. Piotr Garbacz, ul. Podhalańska 6/76, 34-400 Nowy Targ, tel. (018) 2646159.

TUNERY satelitarne - sprawne lub uszkodzone, monitory VGA, SVGA, magnetowidy uszkodzone, drukarki laserowe OKI, Amigę 500. Gubin, tel. 068 3596279, 060 3567538, 060 3534527.

NAPĘDY bram ogrodzeniowych skrzydłowe i rozsuwane, sterowniki silowników 24V/100W, łączne 325 MHz, zabezpieczenie przeciążeniowe. Inż. Dariusz Olczak, tel. (023) 6626068 kom. 602189761.

GENERATORY VCO, skanery, nadajniki UKF do 15 wat mocy antenowej, analizator widma UKF do komputera PC - A.Nyga, tel. 023 654-32-38, e-mail: nyaradix@kki.net.pl

BRUCKMANA: Układy Elektroniki dla amatorów hobbystów, literatura RTV różna. Porady darmo - także listownie. Dzwoni: (012) 6378612 i 601821367 po 18. K.Poznański, 30-079 Kraków, Al. Kijowska 13/10.

FALOWNIKI do płynnej regulacji silników elektrycznych, wysyłam ofertę, zastosowanie: napędy, dmuchawy, pompy. Jerzy Krupiński, 58-100 Świdnica, ul. W.Łokietka 31/3, tel. 074 8529257.

SCHEMATY ideowe wzmacniaczy i efektów gitarowych różnych firm. Info. Koperta + znaczek. Tadeusz Bernat, os. Kopernika 7/50, 86-200 Chełmno, tel. 056 6860489.

TECHNICS duża wieża srebrna 9-cio letnia, wzmacniacz SU-V550 (class AA), magnetofon RS-B605 (class AA), Equalizer SH-8058, Compact SL-P550, Tuner. Całość 1700zł. Robert, tel. 058 531-26-59 wew. 22.

LUTOWNICĘ 220V/40W z włącznikiem i wyłącznikiem. Cena 10zł./szt. Rafał Wojczuk, ul. Ludowa 52/9, 11-300 Biskupiec, tel. 089 7153407.

KIT kamery kolor CDD z miniaturowym obiektywem lub same obiektywy, opis w EdW 6/97. Henryk Tyburcy, 01-494 Warszawa, ul. Błatona 6/20, tel. 0501-050-232.

WYKRYWACZE metali, schematy, sondy, płytki sprzedam - kupię - wymienię na inne. Mocno uszkodzone wykrywacze metali oraz sondy - kupię. S.Królak, ul. K.Wyki 19/6, 75-329 Koszalin, tel. (094) 3412813.

PROTEL Design Explorer/99 (pełna wersja) + polski kurs projektowania w tym programie. Tanio: 300zł. (szybka wysyłka). Platne przy odbiorze. Złóż zamówienie: Dariusz Knoll, Rymera 4A/5, 41-800 Zabrze.

PLYNNA regulacja prądu do prostownika spawarki zgrzewarki 1, 2, 3 fazowej. Gotowe płytki do wmontowania na uzwojeniu pierwotnym. Cena od 80 do 250 zł. + koszt wys. Tel. (076) 8435126.

BARDZO czułą sondę w.cz. posiadającą: grot - wzmacniacz - miernik wychyłowy. Cena 30zł. Tel. 061 6536093.

KONWERTERY CCIR-OIRT, układy Holtek, kondensatory elektrolityczne, nadajniki UKF stereo, pilot uniwersalny, telefon bezprzewodowy, automatyczna sekretarka, czujnik gazu, tester pilotów. Dariusz Zajdel, tel. (013) 43-660-48.

PLYTKI urządzenia do analogowej łączności po przewodach sieci 220V. Cena 30zł. Tel. 061 6536093.

REJESTRATOR pamiętający każde telefonowanie, legalne i nielegalne z twojej linii telefonicznej. Cena 90zł. Tel. 061 6536093.

TANIO płytę PC 386 25MHz z procesorem i koprocesorem pamięci SIM 8x1MB. Karta graficzna we-wy Commodore stacja dysków magnetofon. Black Box3, zasilacze oraz sam Commodore kasety z gramy.

OSCYSKOP C1-65A jednostrumieniowy sprawny stan BDB oraz instrukcja w oryginalnym języku. Tel. 085 7114555 lub 060 3792689.

ORGANY elektroniczne Casio, 4 oktawy, gniazdo pod zasilacz i słuchawki oraz na 6 baterii R6. Stan b. Dobry. Cena 199zł. Zasilacz 9V i podstawka pod nuty gratis! Dęblin tel. (081) 8830442.

WYPRZEDAŻ RE94, 95, 96 - programator EEPROM - tester trafo-powielaczy - katalog półprzew. I zamienników - poradnik napraw RTV na PC. Oraz technologie radio-GSM Code. Tel. 042 6595565 lub 601 995365.

Zamówienie ważne do 30 maja 2000r.

Zamówienie na darmową płytkę drukowaną

.....
Nazwisko

.....
Imię

.....
ul. nr domu/mieszkania

.....
kod pocztowy, miejscowość

.....
nr telefonu i kierunkowy

Załączam zaadresowaną kopertę zwrotną z naklejonym znaczkiem za 1,2 zł

Krzyżykiem zaznaczam jedną płytkę, którą chcę otrzymać.

☐ 1005	☐ 1001
☐ 1007	☐ 0
☐ 1008	☐ 0
☐ 1009	☐ 0
☐ 1010	☐ 0
☐ 1011	☐ 0

UWAGA!!!

Koperta powinna być takiej wielkości, aby weszła do niej wybrana płytkę drukowaną.

Tu proszę nakleić kupon z ostatniej strony okładki

Elektronik Hobby

ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

FORUM ELEKTRONIK

W prenumeracie taniej 3.95zł

Wykupując roczną prenumeratę miesięcznika ELEKTRONIK HOBBY płacisz 47.40zł. Za te same 12 kolejnych numerów w kiosku musisz zapłacić 66.00zł., a więc jako prenumeratę zaoszczędzisz 18.60zł., czyli trzy numery EH masz w prezencie.

Warunki prenumeraty

1. Proponujemy prenumeratę 12 kolejnych numerów miesięcznika ELEKTRONIK HOBBY. Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego numeru.
2. Aby zamówić prenumeratę EH należy na zamieszczonym obok blankiecie dokonać wpłaty 47.40zł. na konto wydawnictwa (3.95zł x 12 = 47.40zł).
3. Wydawnictwo zapewnia dla prenumeratorów niezmienną cenę EH w przypadku wzrostu ceny pisma w sprzedaży kioskowej.
4. W cenę prenumeraty wliczony jest koszt wysyłki.
5. Zamieszczony obok blankiet należy wypełnić drukowanymi literami podając imię, nazwisko (nazwa firmy) i dokładny adres.
6. W celu otrzymania faktury VAT należy wypełnić odpowiednią rubrykę na odwrocie blankietu.
7. Każdy z prenumeratorów otrzymuje:
a) regularną dostawę EH pod wskazany adres
c) 20% zniżkę przy zakupie dowolnych płytek drukowanych i podzespołów ze specjalnej oferty handlowej EH

ELEKTRONIK

Odcinek dla poczty	Odcinek dla banku	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla wpłacającego
zł gr	zł gr	zł gr	zł gr
..... słownie złotych	 słownie złotych	 słownie złotych	 słownie złotych
..... słownie groszy	 słownie groszy	 słownie groszy	 słownie groszy
wpłacający.....	wpłacający.....	wpłacający.....	wpłacający.....
dokładny..... adres	dokładny..... adres	dokładny..... adres	dokładny..... adres
Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg	Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg	Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg	Na r-k ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg
Nazwa banku Nr r-ku PKO B.P. o/ Elbląg 10201752-97781-270-1	Nazwa banku Nr r-ku PKO B.P. o/ Elbląg 10201752-97781-270-1	Nazwa banku Nr r-ku PKO B.P. o/ Elbląg 10201752-97781-270-1	Nazwa banku Nr r-ku PKO B.P. o/ Elbląg 10201752-97781-270-1
Datownik	Datownik	Datownik	Datownik
Pobrano opłatę	Pobrano opłatę	Pobrano opłatę	Pobrano opłatę
..... zł	 zł	 zł	 zł
..... podpis przyjmującego	 podpis przyjmującego	 podpis przyjmującego	 podpis przyjmującego

Przykładowe wypełnienie blankietu

Blankiet na przedpłatę	
Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł	☒ TAK ☐ NIE
Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu	
NIP	
Podpis i pieczęć osoby upoważnionej	

Blankiet na przedpłatę	
Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł	☐ TAK ☒ NIE
89C2051 x 1 = 24.00zł + program P1006 Płytki 1000 x 1 = 10.00zł Płytki 1001 x 1 = 3.00zł Program P1000 x 1 = 18.30zł	
Razem: 55.30zł	
Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu	
NIP	
Podpis i pieczęć osoby upoważnionej	

Przykład pierwszy

Przykład drugi

Blankiet na przedpłatę Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ TAK ☐ NIE	Blankiet na przedpłatę Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ TAK ☐ NIE	Blankiet na przedpłatę Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ TAK ☐ NIE	Blankiet na przedpłatę Prenumerata EH 12nr x 3.95zł = 47.40zł ☐ TAK ☐ NIE
Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP Podpis i pieczęć osoby upoważnionej	Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP Podpis i pieczęć osoby upoważnionej	Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP Podpis i pieczęć osoby upoważnionej	Jesteśmy płatnikiem VAT - upoważnia- my PRESS-POLSKA do wystawienia faktury VAT bez naszego podpisu NIP Podpis i pieczęć osoby upoważnionej

Płytki drukowane za darmo

ELEKTRONIK HOBBY podobnie jak Nowy Elektronik oferuje dla swoich Czytelników ZA DARMO dowolnie wybraną płytkę drukowaną, której projekt zamieszczony jest na stronie 30,31. Na stronach tych zamieszczone są projekty płytek drukowanych do większości układów opublikowanych na łamach EH.

Aby otrzymać wybraną płytkę drukowaną należy wysłać na adres redakcji EH zamówienie ze strony 55 z naklejonym kuponem z ostatniej strony okładki. Dołączyć zaadresowaną kopertę zwrotną z naklejonym znaczkiem pocztowym o nominale 1.20zł.

ELEKTRONIK HOBBY, ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

Oferta Specjalna Elektronik Hobby

Pozycje ze specjalnej oferty handlowej można zamawiać na dwa sposoby:

SPOSÓB PIERWSZY. Listownie, telefonicznie, e-mail. Do wysyłanych przesyłek doliczany jest koszt pobrania pocztowego 8zł.

SPOSÓB DRUGI. Przedpłata- wypisać na odwrocie blankietu dla prenumeratorów zamawiane pozycje i przekazać za pośrednictwem banku lub poczty wyliczoną kwotę pieniężną na konto wydawnictwa. Minimalne zamówienie nie może być mniejsze niż 15zł. Tak zamówione elementy wysyłane są na koszt wydawnictwa.

Podane ceny zawierają podatek VAT.

A - symbol elementu, B - nr Elektronik Hobby, C - cena detaliczna, D - cena dla prenumeratorów

<u>Mikroprocesory</u>				
A	B		C	D
89C51	1/2000		28.00	22.40
89C52	1/2000		29.00	23.20
89C2051	1/2000		24.00	19.20
ST62T10	1/2000		24.00	19.20
Uwaga!!! Przy zakupie mikroprocesora z oferty specjalnej program i programowanie za darmo				
<u>Programy do mikroprocesorów na dyskietce</u>				
P1000	1/2000	Alarm telefoniczny	18.30	14.64
P1006	1/2000	Alarm telefoniczny	18.30	14.64
P1007	2/2000	Mikroprocesorowy regulator temperatury w akwarium	18.30	14.64

<u>Płytki drukowane</u>					
1000	1/2000	Alarm telefoniczny	10.00	8.00	
1001	1/2000	Minisintezator efektów dźwiękowych	5.00	4.00	
1002	1/2000	Woltomierz LED do samochodu	5.00	4.00	
1002-1	1/2000	Woltomierz LED do samochodu (płytki LED)	3.00	2.40	
1003	1/2000	Prosty tester tranzystorów bipolarnych	8.00	6.40	
1004	1/2000	Stroboskop 120J	10.00	8.00	
1004-1	1/2000	Stroboskop 120J (płytki palnika)	3.00	2.40	
1006	1/2000	Laserowy wąż	10.00	8.00	
1005	2/2000	Dwukanałowy wskaźnik poziomu napięcia	8.00	6.40	
1007	2/2000	Mikroprocesorowy regulator temperatury w akwarium	10.00	8.00	
1008	2/2000	Trzykanałowy mikser audio	6.00	4.80	
1009	2/2000	Automatyczne nagrywanie rozmów telefonicznych	8.00	6.40	
1010	2/2000	Licznik kontrolny impulsów telefonicznych	8.00	6.40	
1011	2/2000	Tester wzmacniaczy operacyjnych 741 i tajmerów 555	6.00	4.80	

**DO KAŻDEGO NUMERU "NE"
MOŻESZ OTRZYMAĆ JEDNĄ
PŁYTKĘ DRUKOWANĄ GRATIS**



KUPON
2/2000