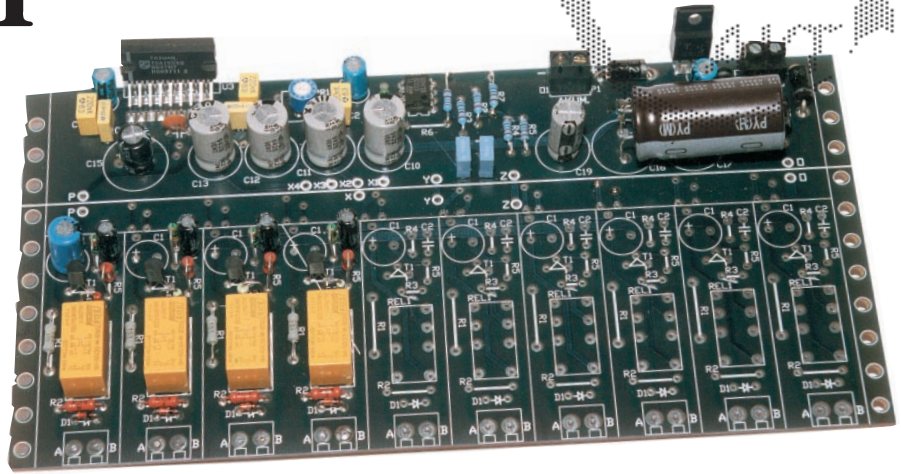


Wielokanałowy interkom

2188



Autorzy artykułu zostali poproszeni o skonstruowanie wielokanałowego systemu interkomu dla potrzeb działu handlowego i produkcyjnego firmy AVT.

Ponieważ pomieszczenia zajmowane przez dział handlowy i produkcyjny, począwszy od pokojów, gdzie przyjmowane są zamówienia telefoniczne, przez pomieszczenia zajmowane przez handlowców, magazyn, halę kompletacji kitów... aż po dział wysyłkowy, rozmieszczone są na różnych piętrach, często poszczególni pracownicy działów muszą się ze sobą komunikować za pomocą telefonu. Problem w tym, że dany pracownik (np. magazynier) może znajdować się aktualnie w jednym z kilku pomieszczeń magazynu i trzeba kilka razy zadzwonić, by go znaleźć. Ze względu na duże obciążenie lokalnymi rozmowami, zaszła potrzeba odciążenia centrali telefonicznej i wprowadzenia sieci interkomu.

Po analizie specyficznych potrzeb wspomnianych działów okazało się, że optymalnym rozwiązaniem będzie stworzenie systemu przekazywania informacji typu: jeden mówi do wszystkich. W ten sposób, stosując prościutką centralę i umieszczając w pomieszczeniach proste aparaty z głośnikiem, bez trudu można przekazać wiadomość czy polecenie do dowolnego pracownika, niezależnie od tego w którym pomieszczeniu się on aktualnie znajduje.

System przekazywania komunikatów typu: jeden do wszystkich jest stosunkowo prosty, jedyną drobną komplikacją jest wymaganie, by tym jednym (mówiącym) mógł być nie tylko aparat kierownika działu, ale dowolny aparat systemu.

Zasada działania

Uproszczony schemat blokowy systemu pokazano na rysunku 1. Jak widać, system składa się ze wspólnej części centralowej zawierającej między innymi wzmacniacze, dwużyłowych linii połączeniowych, oraz prostych aparatów w pomieszczeniach.

W stanie spoczynku wszystkie aparaty przełączone są na odbiór, a ponieważ na wejście przed-

wzmacniacza nie jest podawany żaden sygnał, w głośnikach panuje cisza.

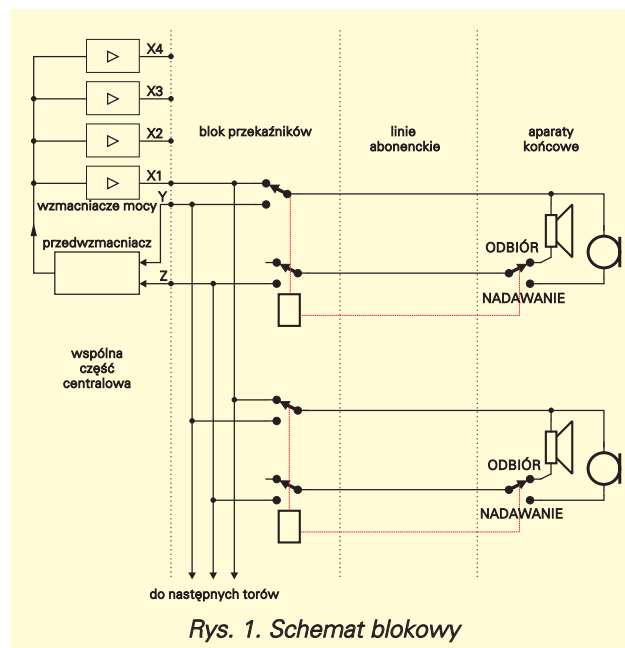
Jeśli jeden z abonentów naciśnie przycisk w swym aparacie, odłączy od linii głośnik, a dołączy do niej mikrofon. Naciśnięcie przycisku w aparacie spowoduje również zadziałanie odpowiedniego przełącznika w centralce, i na wejście przedwzmacniacza zostanie podany sygnał z mikrofonu tego aparatu, w którym wciśnięto przycisk. Abonent, który naciśnie przycisk prześle swój komunikat do wszystkich pozostałych użytkowników systemu.

Naciśnięcie jednocześnie przycisków w dwóch (lub więcej) aparatach nie grozi żadnymi przykrymi konsekwencjami – po prostu tych dwóch abonentów nie będzie

słyszeć komunikatów, natomiast ich wypowiedzi będą słyszalne u pozostałych.

Przy realizacji systemu należy zwrócić uwagę na pewne istotne kwestie.

Do pomieszczeń mają być doprowadzone linie dwużyłowe (albo wykorzystane wolne linie przewidziane do sieci telefonicznej). Przy wszelkich długich (i nieekranowanych) liniach połączeniowych należy liczyć się z przydźwiękiem i zakłóceniami, jakie nieuchronnie pojawią się w przewodach. Dla wyeliminowania zdecydowanej większości takich zakłóceń, w telefonii powszechnie stosuje się połączenia i sygnały symetryczne. W liniach symetrycznych współpracujących z odbiornikami reagującymi tylko na sygnał różnicowy (a nieczułymi na sygnały wspólne), większość indukowanych zakłóceń pojawia się wprawdzie na liniach, ale nie jest słyszalna dla użytkowników. W prezentowanym systemie interkomu przewidziano wykorzystanie typowych kabli telefonicznych, zawierających skręcone ze sobą pary (dwójki) przewodów, czyli właśnie linie symetryczne. Przy przesyłaniu z centrali do głośnika sygnałów o znacznej amplitudzie, ewentualne niewielkie zakłócenia nie odgrywają praktycznie żadnej roli i można byłoby stosować jakkolwiek linię niesymetryczną. Jedynie przy przesyłaniu stosunkowo małych sygnałów z mikrofonu do centrali należy wykorzystać linię symetryczną oraz odbiornik (przedwzmacniacz) z wejściem różnicowym.



Rys. 1. Schemat blokowy

Projekty AVT

W opisywanym systemie przewidziano taki różnicowy przedwzmacniacz.

Należy ponadto zauważyć, że zastosowanie linii (tylko) dwużyłowych wymaga wprowadzenia w centralce i aparacie obwodów przełączania nadawanie/odbior, które współużytkowałyby linię wraz z sygnałami akustycznymi. Problem w tym, że naciśnięcie przycisku w aparacie (przełączenie z odbioru na nadawanie) musi spowodować zadziałanie jednego z przekaźników w centralce. Na schemacie blokowym zaznaczono to za pomocą czerwonej linii przerywanej łączącej przycisk aparatu z przekaźnikiem. W rzeczywistości realizowane to jest podobnie jak w aparacie telefonicznym: naciśnięcie przycisku powoduje przepływ w linii prądu stałego, który uruchamia przekaźnik.

Opis układu

Szczegółowy schemat ideowy układu interkomu pokazano na **rysunkach 2, 3 i 4**.

Rysunek 2 przedstawia serce centralki. Jak widać, układ zasilany jest z sieci przez transformator TR1, ale istnieje również możliwość zasilania rezer-

wowego z akumulatora. Stąd obecność diod D5 i D6.

Ponieważ aparaty wyposażone są w głośniki (które muszą zapewnić odpowiednią głośność dźwięku w pomieszczeniach), zastosowano czterokanałowy samochodowy wzmacniacz mocy typu TDA1554. Wzmacniacz ten pracuje w typowej aplikacji, z wykorzystaniem wszystkich czterech kanałów. Przy zasilaniu napięciem 14...15V, każdy kanał może dostarczyć kilkanaście watów mocy użytkowej (na oporności 2Ω). W sumie wszystkie kanały mogą dostarczyć ponad 40W mocy, co umożliwi dołączenie do systemu kilkudziesięciu aparatów. W praktyce, aby zapewnić wystarczającą głośność, do każdego głośnika wystarczy doprowadzić kilkaset miliwatów mocy.

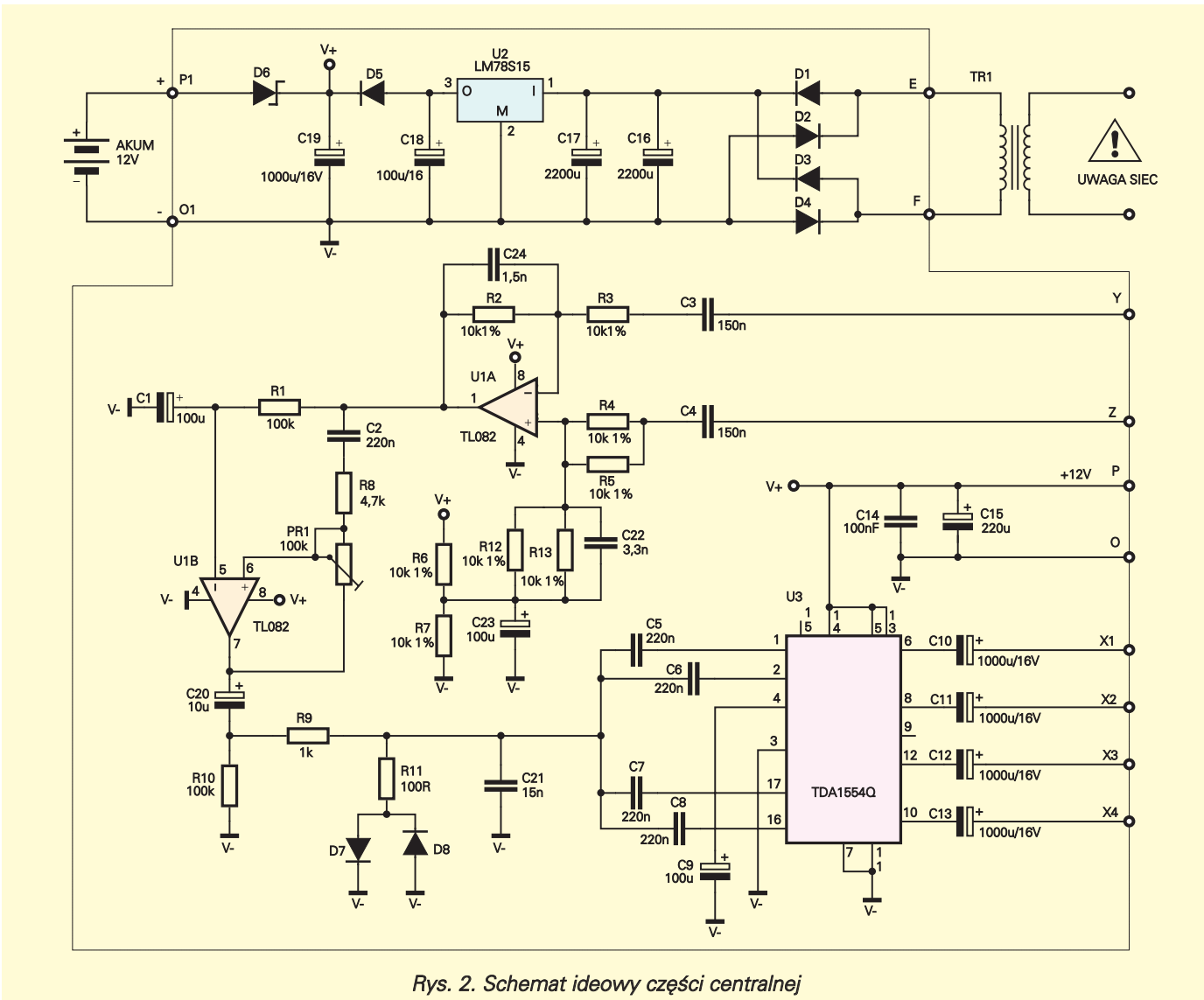
W układzie z rysunku 2 warto zwrócić uwagę na biegunowość kondensatorów C10...C13. Taka biegunowość pokazuje, że na wyjściach X1...X4 będzie panować napięcie bliskie lub równe dodatniemu napięciu zasilania.

Sygnał dla wzmacniacza mocy dostarczany jest z przedwzmacniacza, zbudowa-

wanego z dwoma wzmacniaczami operacyjnymi układu U1. Kostka U1A pracuje jako typowy wzmacniacz różnicowy. Wejściem tego wzmacniacza są punkty Y i Z, do których dołączany jest mikrofon abonenta nadającego komunikat. Dzięki zastosowaniu wzmacniacza różnicowego o sprzężeniu zmiennoprądowym (przez kondensatory C3 i C4), układ nie reaguje na sygnały wspólne, jakie zaindukują się jednocześnie w obu żyłach linii połączeniowych, a jedynie na różnicę sygnałów obu żył linii. Jak się za chwilę okaże, układ współpracujący z linią abonencką nie jest w pełni symetryczny, jednak zastosowanie wzmacniacza różnicowego poważnie redukuje wpływ ewentualnych zakłóceń, indukowanych w przewodach.

W układzie z rysunku 2 dziwić może obecność przeciwniebiegunowych włączonych diod D7, D8 i elementów C20, R9-R11 i C21. Obwód ten nie był przewidywany w pierwotnej wersji i został wprowadzony po przeprowadzeniu testów modelu.

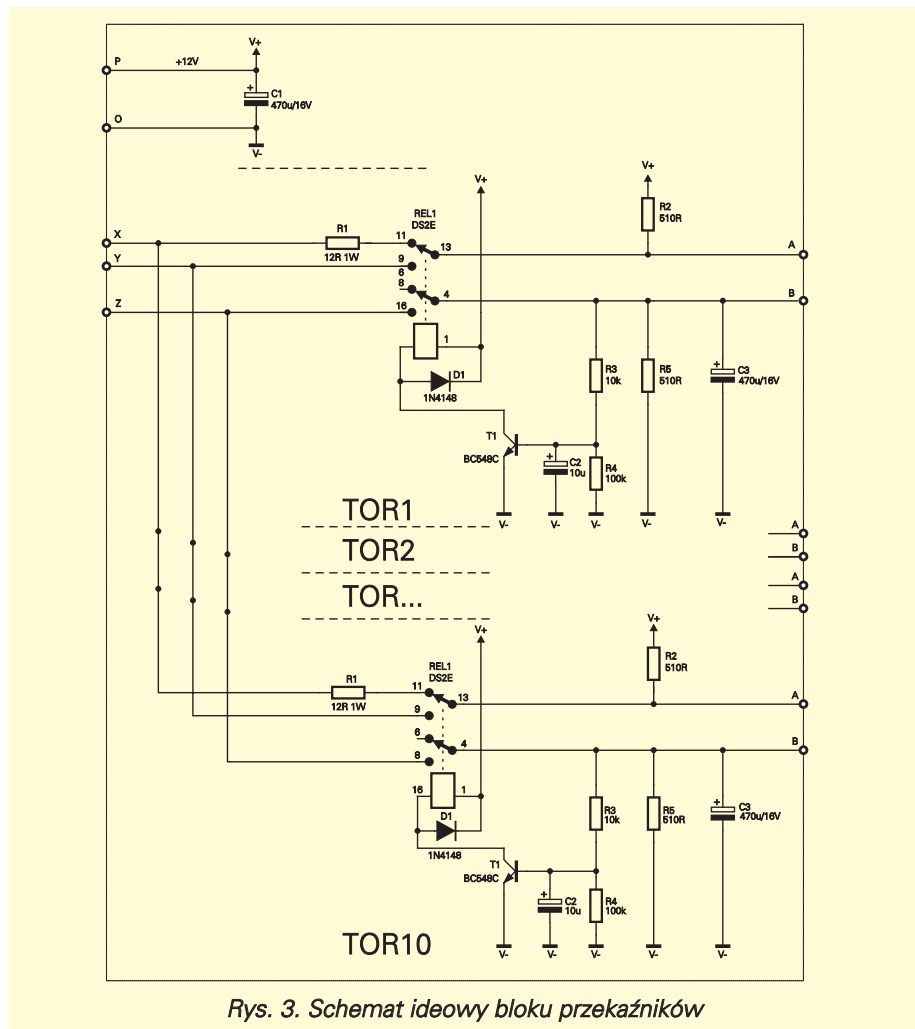
Po pierwsze okazało się, że moc rzeczywiście potrzebna do poszczególnych głośników jest znacznie mniejsza



Rys. 2. Schemat ideowy części centralnej

niż moc maksymalna wzmacniacza. Jak widać, układ centralki jest bardzo prosty i nie zawiera układu automatycznej regulacji wzmacnienia. W urządzeniach typowo telefonicznych taki układ utrzymywania stałego poziomu sygnału nie jest konieczny, bo abonent zawsze trzyma mikrofon w podobnej pozycji. W układzie interkomu należy się spodziewać, że abonent może mówić do mikrofonu z odległości 30...40cm, ale ktoś może zechcieć mówić wprost do mikrofonu z odległości 5cm lub jeszcze mniejszej. Jeśli wzmacnienie układu (które można regulować potencjometrem montażowym PR1) będzie dobrane do sytuacji, gdy abonent mówi do mikrofonu z odległości 30...40cm, to na pewno wzmacnienie to okaże się za duże w sytuacji, gdy ktoś spróbuje mówić do mikrofonu z odległości kilku centymetrów. W tym ostatnim przypadku wzmacniacz mocy zostałby przesterowany, a więc dźwięk w głośnikach byłby zbyt głośny i zniekształcony. Aby temu zapobiec, wprowadzono obwód prostego ogranicznika z diodami D7 i D8. Rezystor R11 dodano, by ogranicznik nie był „twardy” i nie obcinał wierzchołków, tylko by te wierzchołki spłaszczzał. Próby wykazały, że taki prosty układ ogranicznika diodowego z powodzeniem wystarczy do systemu interkomu i nie trzeba stosować złożonych układów ARW.

Podczas prób okazało się też, że nie trzeba stosować specjalnego sygnału przywołania (zwracającego uwagę otoczenia i sygnalizującego początek komunikatu). Po naciśnięciu jednego z przycisków w aparatach abonenckich, w głośnikach występuje bowiem niezbyt głośny stuk, który wystarcza do zwrócenia uwagi na komunikat. Głośność tego stuku jest



Rys. 3. Schemat ideowy bloku przełączników

niewielka, między innymi ze względu na obecność ogranicznika z diodami D7, D8.

W czasie testów pierwszego modelu okazało się, że układ ma tendencję do wzbudzenia się na wysokich częstotliwościach pasma akustycznego (kilka...kilkanaście kiloherców). Przyczyną było przenie-

kanie sygnału przez pojemności montażowe systemu. Aby wyeliminować te skłonności ograniczono pasmo przenoszenia toru wzmacniającego, między innymi przez dodanie kondensatorów C22, C24 oraz C21. Dokonano także pewnych przeróbek płytek drukowanych, zmniejszających pojemności między liniami X, a liniami Y i Z.

Główny układ centralki, pokazany na rysunku 2, może współpracować z kilkudziesięcioma aparatami.

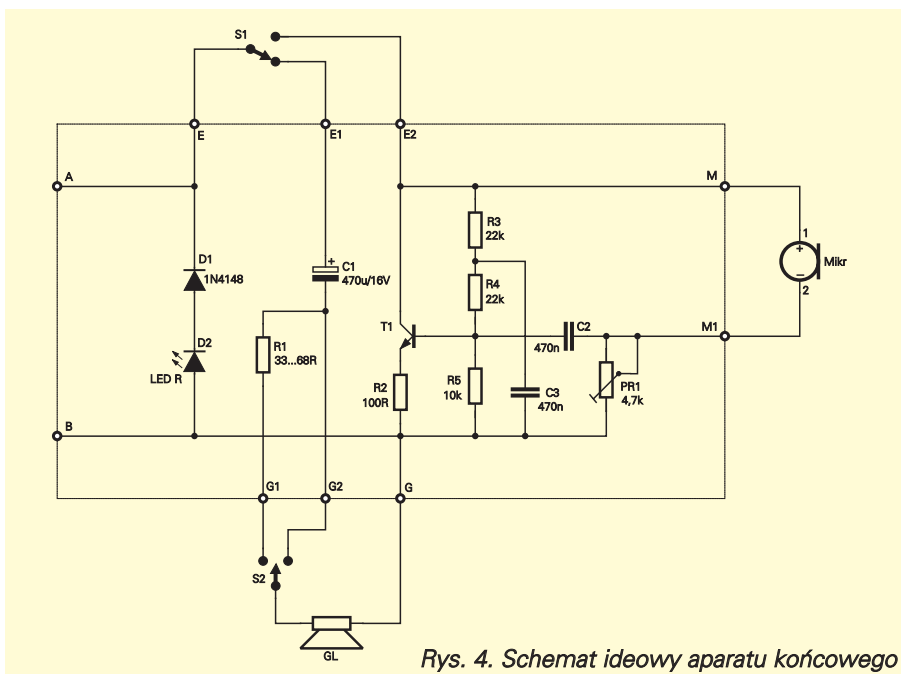
Jak wynika ze schematu blokowego, po naciśnięciu przycisku w aparacie, do linii zostaje dołączony mikrofon, w linii pojawia się prąd stały, który uruchamia przełącznik. Przełącznik dołącza tę linię do punktów Y i Z centralki, natomiast pozostali abonenci nadal mają głośniki dołączone do jednego z punktów X1, X2, X3, X4.

Przełączanie realizuje blok przełączników. Jeden blok przełączników umożliwia dołączenie 10 aparatów.

Ponieważ w części centralowej są cztery niezależne wzmacniacze, w systemie mogą pracować cztery bloki przełączników, czyli 40 aparatów.

Rysunek 3 pokazuje szczegółowo, jak zbudowany jest blok przełączników. Zawiera on dziesięć identycznych torów.

Ciąg dalszy na str. 14.



Rys. 4. Schemat ideowy aparatu końcowego

Wielokanałowy interkom

ciąg dalszy ze str. 9

Z jednej strony tory te dołączane są przez przekaźniki do punktów X, Y, Z. Oczywiście punkty te dołączone są do punktów Y, Z i jednego z punktów X centralki; podobnie jak punkty obwodu zasilania P, O.

Z drugiej strony każdy tor ma wyjścia oznaczone A i B prowadzące przez linie połączeniowe do aparatów.

Jak się łatwo domyślić, w stanie spoczynku przekaźniki nie pracują. Przebiegi zmienne z wyjścia wzmacniacza (czyli z punktu Y) są podawane przez rezystory R1 i bierne styki przekaźników, przez punkt A na głośnik aparatu abonenckiego (włączony w szereg z kondensatorem), i z powrotem przez punkt B i kondensator C3 do masy. W punkcie A i w punkcie X napięcie jest równe dodatniemu napięciu zasilania, co właściwie polaryzuje kondensatory C10...C13 w części centralowej. Rezystory R1 są konieczne między innymi dlatego, by przy włączeniu do jednego wyjścia wzmacniacza dziesięciu głośników 8-omowych, całkowita oporność obciążenia nie była mniejsza niż 2Ω . Dodatkowo rezystory R1 umożliwiają poprawną pracę systemu także podczas przypadkowego zwarcia jednej z linii, zapobiegając bezpośredniemu zwarceniu wyjścia wzmacniacza mocy.

W stanie spoczynku wejście przedwzmacniacza, czyli punkty Y i Z nie są połączone z żadnym źródłem sygnału i tym samym w głośnikach panuje cisza.

Naciśnięcie przycisku w jednym z aparatów powoduje dołączenie mikrofonu i przepływ prądu stałego przez rezystory

R2 i R5 odpowiedniego kanału. Spadek napięcia na rezystorze R5 powoduje otwarcie tranzystora T1 przez obwód R3, R4 i kondensator filtrujący C2. Tranzystor uruchamia przekaźnik i mikrofon zostaje połączony do punktów Y i Z.

Praca systemu przy naciśnięciu kilku przycisków nie wymaga komentarza.

Schemat ideowy aparatu abonenckiego jest pokazany na rysunku 4. Ponieważ pokazany układ wymaga odpowiedniej biegunowości napięcia stałego (połączone punkty A i B bloku przekaźników i aparatu), zastosowano wskaźnik niewłaściwego podłączenia aparatu z czerwoną diodą D2 włączoną przez zwykłą diodę D1. Wskaźnik ten jest potrzebny tylko podczas montażu systemu, potem w czasie pracy dioda D2 oczywiście nigdy nie będzie świecić. Sprawa właściwej biegunowości jest ważna, ponieważ przy odwrotnym włączeniu aparatu kondensator C1 w aparacie może się uszkodzić, a nawet eksplodować. Dlatego nawet w obecności diod D1 i D2 nie należy pozostawiać na dłużej aparatu włączonego do linii odwrotnie.

Działanie aparatu jest bardzo proste. Przełącznik S1 raczej powinien być przełącznikiem niestabilnym, powracającym samoczynnie do położenia spoczynkowego, ale może też być zwykłym przełącznikiem dwupozycyjnym. W położeniu spoczynkowym głośnik jest dołączony do linii przez kondensator C1, a więc w linii na pewno nie będzie wtedy płynął prąd stały.

Przełącznik S2 i rezystor R1 przewidziano do skokowej regulacji głośności. Zastosowa-

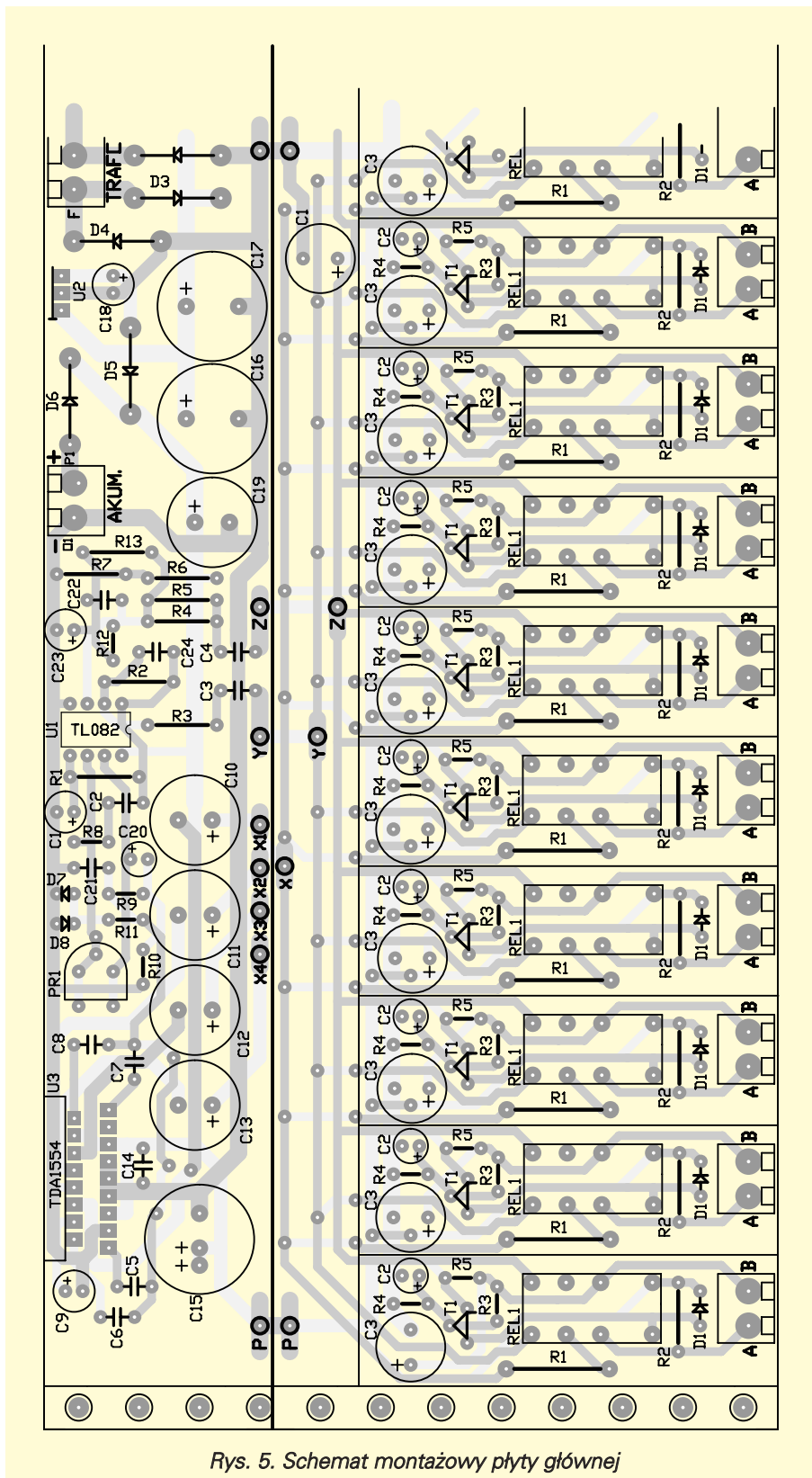
nie tu przełącznika trzypozycyjnego umożliwi uzyskanie: normalnej głośności, zmniejszonej głośności i całkowite wyłączenie głośnika. Wartość R1 dobrano drogą prób.

Naciśnięcie przycisku S1 przełączy aparat z odbioru na nadawanie. Ponieważ pierwotny sygnał z mikrofonu jest niewielki i byłby podatny na zakłócenia, wprowadzono wzmacniacz sygnału z tranzystorem T1. Elementy R3, R4, R5 i C3 polaryzują tranzystor. Rezystor R5 jest konieczny, by zapewnić odpowiednie napięcie między punktami A i B linii. Bez niego napięcie to wynosiłoby około 2V i byłoby za małe do poprawnej pracy mikrofonu elektretowego Mikr.

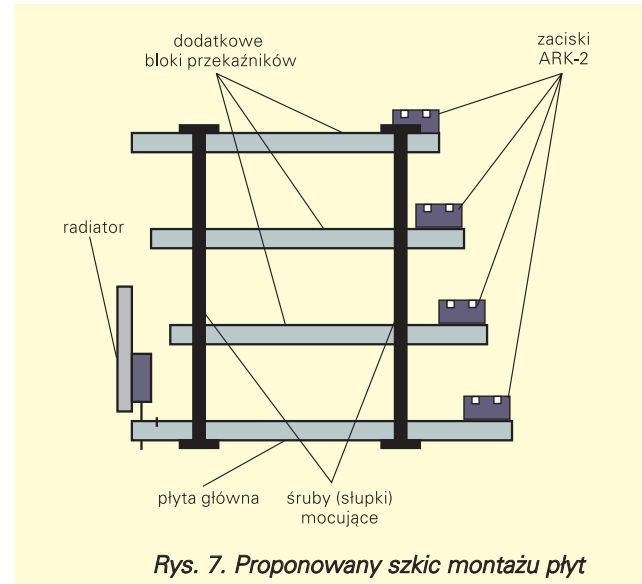
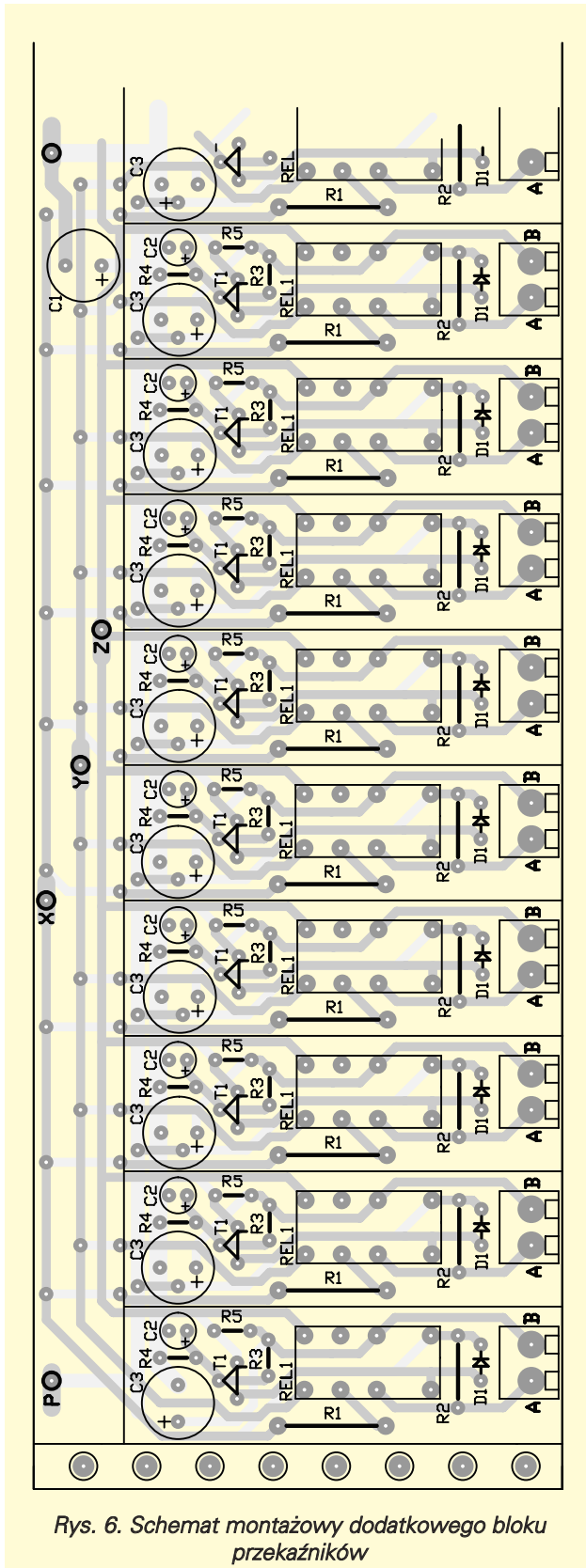
Wzmocnienie wzmacniacza mikrofonowego wyznaczone jest między innymi wartością rezystora R2, ale głównie do regulacji poziomu sygnału wysyłanego w linię służy potencjometr montażowy PR1. Potencjometr ten przewidziano na wypadek, gdy poszczególne egzemplarze mikrofonów miałyby zdecydowanie różną czułość. Mikrofony użyte w modelu miały zbliżoną czułość i nie trzeba było indywidualnie korygować wzmocnienia poszczególnych torów. Jednak wśród tanich mikrofonów elektretowych (cena poniżej 1zł) zdarzają się egzemplarze uszkodzone lub mające wyjątkowo małą czułość.

Szczegółowe wskazówki dotyczące montażu i uruchomienia zostaną podane w następnym numerze EdW.

**Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski**



Rys. 5. Schemat montażowy płyty głównej



Uwaga!
 W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia! Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić opisany układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych.

Wykaz elementów aparatu abonenckiego (AVT-2xxx/3B)

Rezystory

R1: 33...68Ω
R2: 100Ω
R3,R4: 22kΩ
R5: 10kΩ
PR1: 4,7kΩ

Kondensatory

C1: 470μF/16V elektrolityczny
C2,C3: 470nF

Półprzewodniki

D1: 1N4148
D2: LED R
T1: tranzystor NPN, np. BC558B

Pozostałe

Mikr: mikrofon elektretowy dwukońcówkowy
GL: 8Ω 0,5...5W o średnicy minimum 8cm (np. GD8/1 8...16Ω)
S1: przycisk jednostabilny lub przełącznik dwupozycyjny jednoobwodowy
S2: przełącznik trypozycyjny jednoobwodowy
zacisk śrubowy ARK-2
płytką drukowaną wg rysunku 8

Uwaga: w skład zestawu AVT-2???/3 nie wchodzi głośnik i obudowa. Elementy te należy zamówić oddzielnie według upodobania.

Wykaz elementów zestawu (AVT-2xxx/4A)

Kondensatory

C1: 470μF/16V

Pozostałe

płytką drukowaną wg rysunku 6

Wykaz elementów części centralnej (AVT-2xxx/1B)

Rezystory

R1,R10: 100kΩ
R2-R7,R12,R13: 10kΩ 1%
R8: 4,7kΩ
R9: 1kΩ
R11: 100Ω
PR1: 100kΩ

Kondensatory

C1,C9,C23: 100μF/16V elektrolityczny
C2,C5-C8: 220nF
C3,C4: 150nF
C10-C13,C19: 1000μF/16V elektrolityczny
C14: 100nF ceramiczny
C15: 220μF/16V elektrolityczny
C16,C17: 2200μF/25V elektrolityczny
C18: 100μF/16V elektrolityczny
C20: 10μF/16V elektrolityczny
C21: 15nF
C22: 3,3nF
C24: 1,5nF

Półprzewodniki

D1-D4: dioda 1A
D5: dioda 2A
D6: dioda SCHOTTKY 2A
D7,D8: dioda 0,2A, np. 1N4148
U1: TL082
U2: LM7815 (LM78S15 dla liczby aparatów > 15)
U3: TDA1554Q

Pozostałe

zacisk śrubowy ARK-2: 2szt
płytką drukowaną wg rysunku 5
C1 dla bloku przekaźników: 470μF/16V

Uwaga! Transformator TR1 i radiatory dla stabilizatora i wzmacniacza mocy nie wchodzi w skład zestawu AVT-???/1 i należy go zamówić oddzielnie lub zdobyć we własnym zakresie.

W skład zestawu AVT-???/1 nie wchodzi elementy ani jednego toru bloku przekaźników (za wyjątkiem kondensatora C1 o pojemności 470μF), a więc należy zamówić potrzebną liczbę kompletów elementów dla poszczególnych kanałów (AVT-???/2B), i taką samą liczbę elementów do budowy aparatów (AVT-???/3B), a gdy liczba kanałów przekracza 10 – jedną do trzech płytek drukowanych bloku przekaźników wg rysunku 6 (AVT-???/4A).

Wykaz elementów bloku przekaźników na jeden kanał (AVT-2xxx/2B)

Rezystory

R1: 12Ω 1W
R2,R5: 510Ω
R3: 10kΩ
R4: 100kΩ

Kondensatory

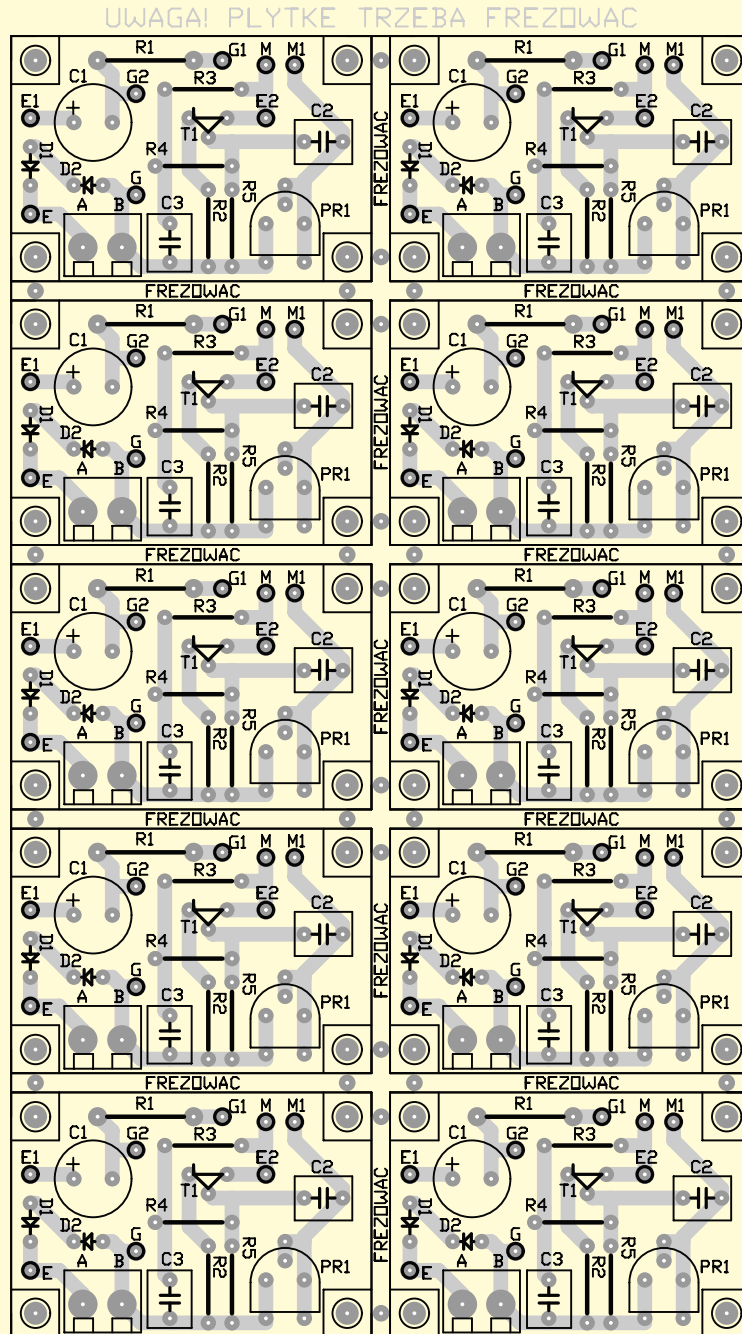
C2: 10μF/16V elektrolityczny
C3: 470μF/16V elektrolityczny

Półprzewodniki

D1: 1N4148
T1: BC548C

Pozostałe

REL1: przekaźnik (H4-M12, DS2E 12V)
zacisk śrubowy ARK-2



Rys. 8. Schemat montażowy aparatu końcowego