

Centralka telefoniczna

kit AVT-475

PROJEKT
Z OKŁADKI



Do niedawna pojęcie „centrala telefoniczna“ kojarzyło się najczęściej z budynkiem lub przynajmniej dużym pomieszczeniem pełnym tajemniczo wyglądających urządzeń. Obecnie, gdy w telekomunikacji króluje zaawansowana elektronika, nastąpiła gwałtowna miniaturyzacja. Współczesne centrale publiczne osiągają na tej samej powierzchni wielokrotnie większą pojemność niż ich elektromechaniczne poprzedniczki. Centrale abonenckie zamiast pokoju zajmują najczęściej kawałek ściany i oferują znacznie więcej usług. Wraz z tym pojawiło się zupełnie nowe pojęcie telefonicznej centrali domowej. Przykład konstrukcji takiego urządzenia przedstawiamy w artykule.

Producenci oferują centralki o pojemności od kilku linii miejskich i kilkunastu numerów wewnętrznych. Najmniejsza, jaką spotkałem, miała jedną linię miejską i cztery numery wewnętrzne. W zastosowaniu domowym może się zdarzyć, że pojemność nawet takiej centrali nie zostanie w pełni wykorzystana.

Wybór liczby linii miejskich w nowo projektowanej centralce domowej był stosunkowo prosty. Rzadko w którym domu mamy do dyspozycji więcej niż jedną linię telefoniczną. Wystarczy zatem, jeśli nasza centralka będzie miała jedno wejście dla linii miejskiej.

Trochę trudniejsze było ustalenie liczby abonentów wewnętrznych i to z kilku powodów. Pierwszy jest związany ze złożonością układu. Schemat blokowy typowej centrali abonenckiej przedstawiono na rys. 1.

Jak widać centrala składa się zasadniczo z pięciu elementów:

- abonenckich zespołów liniowych AZL;
- zespołów łączy miejskich ZLM;
- pola komutacyjnego PK;
- układu sterowania US;
- nadajnika tonu 400Hz GEN;
- generatora melodii MEL;
- zasilacza ZAS.

Abonencki zespół liniowy zasilany telefon abonenta wewnętrznie i umożliwia: testowanie stanu pętli abonenckiej, włączanie napięcia dzwonienia oraz dostosowa-

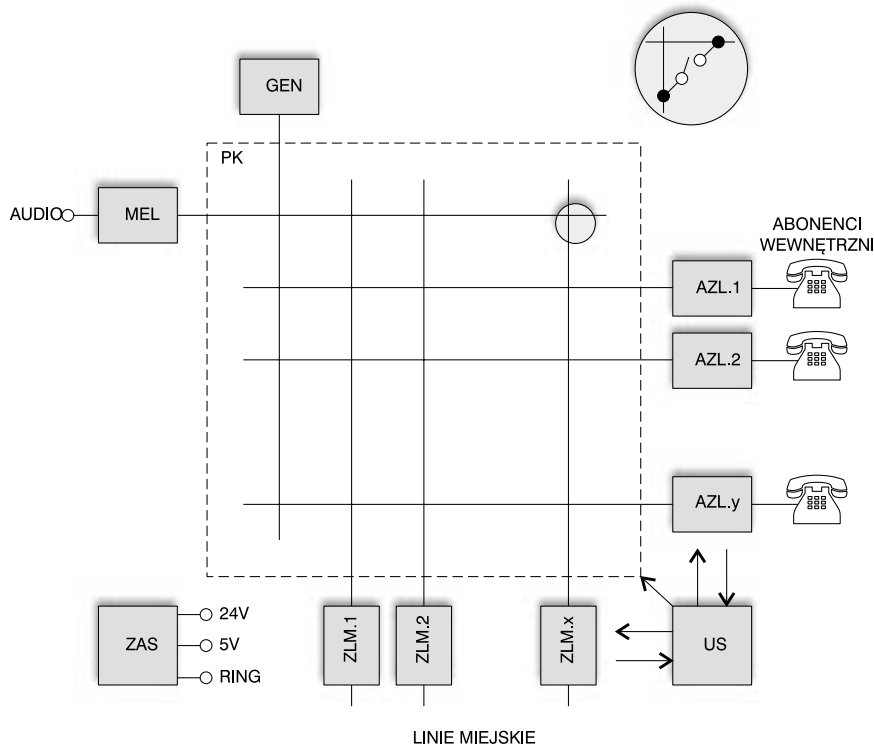
wanie poziomów nadawanych i odbieranych sygnałów akustycznych do wymagań pola komutacyjnego. W małych centralkach AZL powinien ponadto zapewnić ochronę przeciwprzepięciową.

Zespół łączy miejskiego odpowiada za współpracę z centralą nadrzędną. Do jego zadań należy wykrywanie sygnału dzwonienia, zamykanie pętli dla prądu stałego, zmiana poziomów sygnałów akustycznych, ochrona przeciwprzepięciowa.

Pole komutacyjne umożliwia łączenie torów rozmównych abo-

Podstawowe cechy centrali:

- ✓ pojemność: 1 linia miejska, 2 numery wewnętrzne;
- ✓ współpracuje z dowolnymi telefonicznymi urządzeniami końcowymi;
- ✓ realizuje połączenia wewnętrzne;
- ✓ umożliwia przełączanie rozmowy miejskiej z zapowiedzią lub bez zapowiedzi;
- ✓ umożliwia realizację połączeń konsultacyjnych (połączenie wewnętrzne w czasie rozmowy miejskiej);
- ✓ generuje muzykę na linii miejskiej w stanie oczekiwania;
- ✓ generuje standardowe sygnały tonowe: zgłoszenie, zajętość, zwrotny sygnał wywołania;
- ✓ wysyła rozróżnialne sygnały dzwonienia miejskiego i wewnętrznego;
- ✓ akceptuje FLASH o czasie trwania od 80 do 800ms;
- ✓ umożliwia zablokowanie wyjścia na miasto i dzwonienia z miasta dla jednego telefonu;
- ✓ posiada wbudowaną ochronę przeciwprzepięciową na obu numerach wewnętrznych i linii miejskiej;
- ✓ przy braku zasilania przyłącza jeden telefon bezpośrednio do linii miejskiej;
- ✓ jest zasilana z sieci 220V.



Rys. 1. Budowa matrycy komutacyjnej.

nenckich zespołów liniowych z zespołami linii miejskich i z generatorem sygnałów tonowych. Bardzo często do pola komutacyjnego są podawane dodatkowe sygnały akustyczne z wbudowanego generatora melodii MEL lub z wejścia audio. Służą one „uprzyjemnianiu” czasu osobie oczekującej na połączenie. W małych centralach pola komutacyjne buduje się z przekaźników, w większych centralach są to matryce kluczy analogowych.

Układ sterowania odczytuje detektory w AZL i ZLM. Na tej podstawie steruje wysyłaniem dzwonienia w AZL, zamyka linie miejskie w ZLM i zestawia drogi połączeniowe w polu komutacyjnym.

Zasilacz ZAS musi dostarczyć wszystkich niezbędnych napięć. Nie jest tego mało. Zasilanie telefonów to najczęściej 24V, sterowanie wymaga +5V, do dzwonienia potrzebne jest napięcie zmienne 35..90V.

Generator GEN wytwarza zazwyczaj jeden ton o częstotliwości 400Hz. Kluczowania tego sygnału dokonuje się w polu komutacyjnym.

Już z tego pobieżnego opisu widać, że nawet mała centralka

jest dosyć skomplikowanym urządzeniem.

Drugi aspekt to silna zależność złożoności (i ceny) od pojemności. Pomijając koszt zespołów abonenckich, których musi być tyle, ile jest numerów wewnętrznych, najważniejszym czynnikiem cenotwórczym jest pole komutacyjne. Wielkość pola, czyli liczba punktów łączeniowych rośnie z iloczynem liczby abonentów wewnętrznych i liczby linii miejskich.

Ostatni i bodaj najważniejszy problem jest natury technicznej. Mamy rozpowszechnione w kraju dwa systemy wybierania numerów: impulsowy i tonowy. Szanująca się centralka powinna współpracować z każdym telefonem, w przeciwnym wypadku dla znacznej części Czytelników będzie bezużyteczna. Odbiorniki sygnalizacji tonowej wprawdzie drogie nie są, ale jeśli weźmiemy pod uwagę fakt, że takie odbiorniki powinni mieć wszyscy abonenci wewnętrzni, a każdy odbiornik wymaga do pracy kilku elementów dodatkowych, sprawa się trochę komplikuje. Najlepiej wykorzystać coś, co mają wszystkie telefony - przełącznik obwodów czyli widełki. Nie ma w tym

nic nowego. Wiele nowoczesnych central abonenckich udostępnia dodatkowe usługi po uderzeniu w widełki. W starszych telefonach należy po prostu przycisnąć na chwilę widełki. Nowoczesne telefony, również bezprzewodowe, są wyposażane w przycisk FLASH. Naciśnięcie tego przycisku powoduje chwilowe przerwanie pętli.

Czas takiego przerwania musi być dłuższy niż przerwa podczas impulsowania (66ms) i krótszy niż czas odłożenia (200ms..800ms).

Ostatecznie zdecydowałem się na dwa „numery” wewnętrzne i jedną linię miejską. Jest to najmniejsza sensowna pojemność centrali, wystarczająca jednak w większości zastosowań domowych.

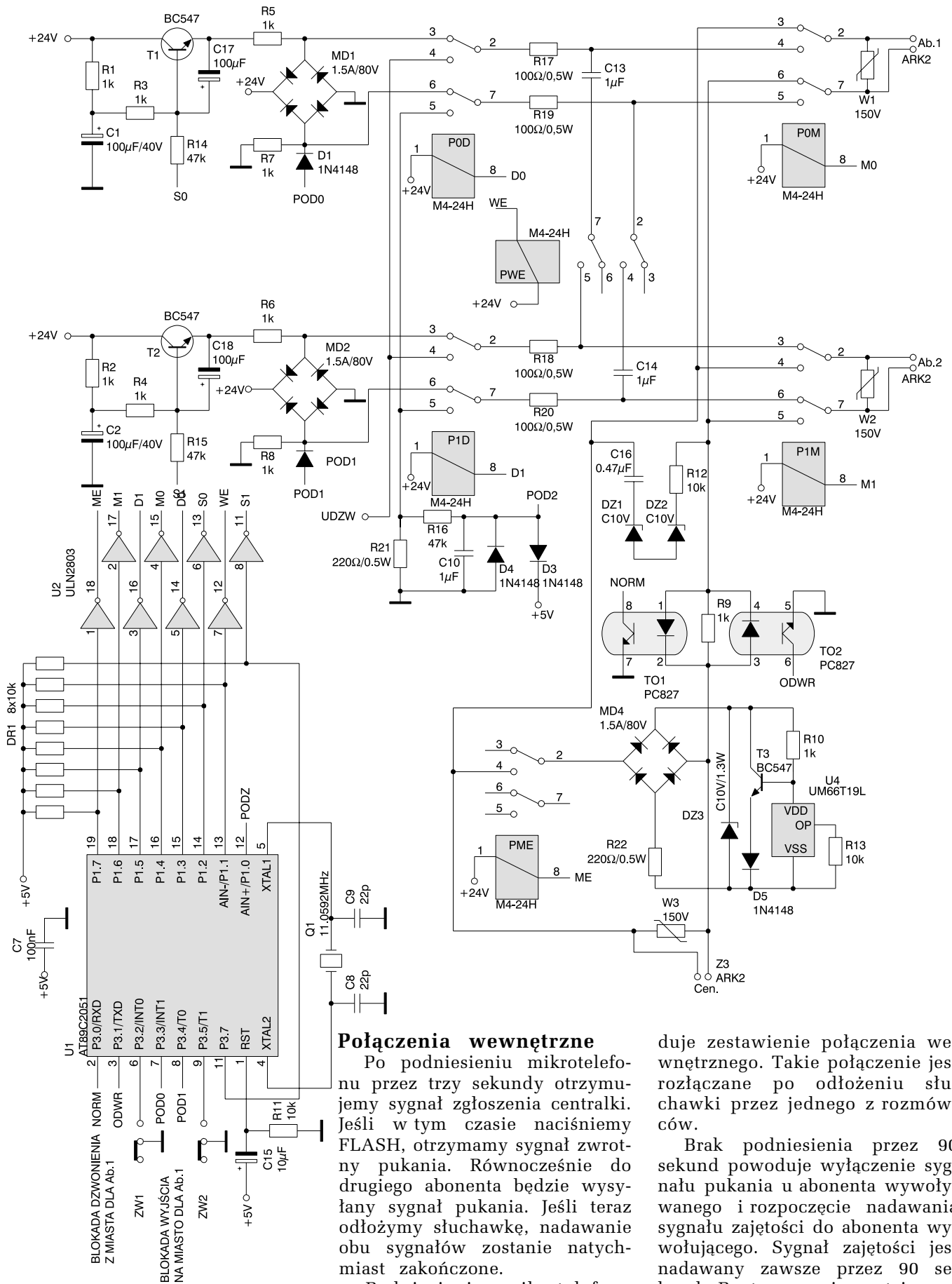
Opis działania

Prezentację projektu centrali rozpocznę nietypowo, od przedstawienia jej możliwości. Zapewne zachęci to wielu Czytelników do budowy tego pożytecznego urządzenia na własne potrzeby. Na końcu opisu zamieściłem kilka uwag dotyczących ograniczeń w instalowaniu centrali. Dzięki temu każdy może sprawdzić czy centrala będzie poprawnie współpracować z jego siecią telefoniczną.

Na początek wyjaśnienie przyjętego nazewnictwa:

- dzwonienie (miejskie) jest to kombinacja sygnałów: 1s sygnał/4s cisza;
- pukanie (dzwonienie wewnętrzne) jest to kombinacja sygnałów: 400ms sygnał/200ms cisza/400ms sygnał/4s cisza;
- sygnał zgłoszenia: ciągły ton 400Hz;
- sygnał zajętości: 500ms ton/500ms cisza;
- sygnał zwrotny pukania: 400ms ton/200ms cisza/400ms ton/4s cisza;
- sygnał oferowania: 1s ton/4s cisza.

Opis rozpoczniemy od stanu, w którym mamy podłączone do centrali dwa telefony i linię miejską, a sama centrala jest odłączona od sieci energetycznej. W takim przypadku telefon *Ab. 1* jest dołączony bezpośrednio do linii miejskiej, a telefon *Ab. 2* jest nieczynny. Nie są też dostępne żadne usługi.



Połączenia wewnętrzne

Po podniesieniu mikrotelefonu przez trzy sekundy otrzymujemy sygnał zgłoszenia centralki. Jeśli w tym czasie naciśniemy FLASH, otrzymamy sygnał zwrotny pukania. Równocześnie do drugiego abonenta będzie wysyłany sygnał pukania. Jeśli teraz odłożymy słuchawkę, nadawanie obu sygnałów zostanie natychmiast zakończone.

Podniesienie mikrotelefonu przez drugiego abonenta powo-

duje zestawienie połączenia wewnętrznego. Takie połączenie jest rozłączane po odłożeniu słuchawki przez jednego z rozmówców.

Brak podniesienia przez 90 sekund powoduje wyłączenie sygnału pukania u abonenta wywołwanego i rozpoczęcie nadawania sygnału zajętości do abonenta wywołującego. Sygnał zajętości jest nadawany zawsze przez 90 sekund. Po tym czasie zostaje wyłączony, a abonent ustawiony

Rys. 2. Schemat elektryczny centrali.

w stan błędnego wywołania, z którego może wyjść odkładając mikrotelefon.

Połączenia miejskie przychodzące

Dzwonienie na linii miejskiej powoduje wysyłanie do wolnego abonenta sygnału dzwonienia, przy czym sygnał ten dla abonenta *Ab. 2* jest opóźniony o jedną sekundę w stosunku do sygnału dzwonienia abonenta *Ab. 1*. Po podniesieniu mikrotelefonu centralka natychmiast zestawia połączenie z linią miejską. Jeśli drugi abonent zrobi to samo szybciej, otrzymamy sygnał zajętości.

Sygnał oferowania pojawiający się w czasie rozmowy wewnętrznej oznacza, że wystąpiło dzwonienie na linii miejskiej. Należy wówczas odłożyć słuchawkę, aby zakończyć połączenie wewnętrzne, a następnie podnieść w celu odebrania rozmowy miejskiej.

Połączenia miejskie wychodzące

Po podniesieniu mikrotelefonu przez trzy sekundy otrzymujemy sygnał zgłoszenia centralki. Po tym czasie centralka zestawia połączenie z linią miejską i otrzymujemy sygnał zgłoszenia centrali miejskiej. Sygnał zgłoszenia centralki jest prostokątny, różni się poziomem i zawartością harmoniczną od sinusoidalnego sygnału zgłoszenia centrali miejskiej. Dzięki temu moment przełączenia jest wyraźnie słyszalny. Po połączeniu z centralą miejską możemy normalnie wybrać numer impulsowo lub tonowo. Trzeba tylko pamiętać, że po zakończeniu jednej rozmowy należy odłożyć mikrotelefon przynajmniej na 0,8 sekundy i dopiero po tym czasie rozpoczynać nowe połączenie. Krótsze odłożenie centralka potraktuje jako FLASH.

Przełączenie rozmowy miejskiej z zapowiedzią

Naciśnięcie FLASH w czasie rozmowy miejskiej zawieszają połączenie. Otrzymujemy sygnał zwrotny pukania, a do drugiego abonenta rozpoczyna się wysyłanie sygnału pukania.

Jeśli drugi abonent się nie zgłasza lub jest zajęty, możemy

wrócić do rozmowy miejskiej naciskając ponownie FLASH.

Zgłoszenie drugiego abonenta powoduje zestawienie połączenia wewnętrznego. Możemy teraz zapowiedzieć rozmówcę oczekującego na linii miejskiej i odłożyć słuchawkę. Linia miejska zostanie odwieszona i przełączona na drugiego abonenta.

Przełączenie rozmowy miejskiej bez zapowiedzi

Naciśnięcie FLASH w czasie rozmowy miejskiej zawieszają linię miejską, dostajemy sygnał zwrotny pukania, a drugi abonent sygnał pukania. Możemy teraz odłożyć mikrotelefon bez czekania na zgłoszenie drugiego abonenta. Spowoduje to zmianę sygnału pukania na sygnał dzwonienia. Drugi abonent po podniesieniu słuchawki od razu otrzyma połączenie z miastem.

Jeśli abonent wywoływany nie zgłosi się w ciągu 45s, dzwonienie zostanie skierowane do pierwszego abonenta. Tu również dzwonienie trwa maksymalnie 45s. Po tym czasie dzwonienie jest wyłączane, a linia miejska odwieszana.

Konsultacja w czasie rozmowy miejskiej

Naciśnięcie FLASH w czasie rozmowy miejskiej zawieszają połączenie. Otrzymujemy sygnał zwrotny pukania, a do drugiego abonenta rozpoczyna się wysyłanie sygnału pukania.

Jeśli drugi abonent się nie zgłasza możemy wrócić do rozmowy miejskiej naciskając ponownie FLASH. Zgłoszenie drugiego abonenta powoduje zestawienie połączenia wewnętrznego. Możemy teraz skonsultować się z drugim abonentem, a następnie poprosić

go o odłożenie słuchawki. Wówczas linia miejska zostanie odwieszona i przełączona na nas.

Włączanie blokad *Ab. 2*

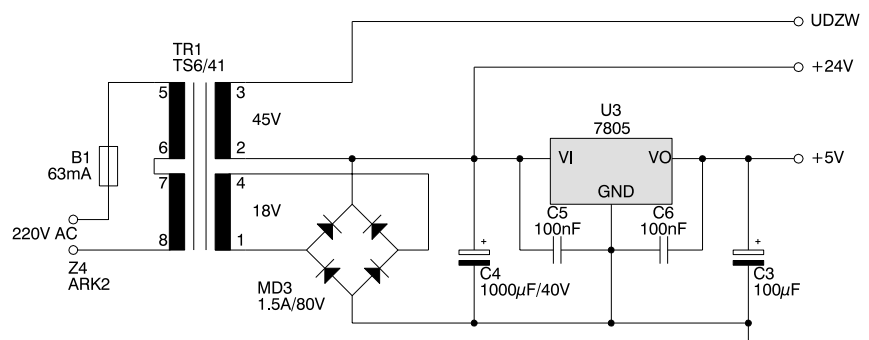
Na obwodzie drukowanym centralki znajdują się dwie zworki. Ustawienie zworki ZW1 w pozycji TAK powoduje zablokowanie sygnału dzwonienia przy połączeniach miejskich przychodzących. Nie jest blokowany sygnał dzwonienia wynikający z przełączenia rozmowy miejskiej bez zapowiedzi i sygnał pukania. Nasuwają się dwa zastosowania tej blokady.

Pierwsza to wyłączenie dzwonienia w pokoju dziecka lub człowieka w starszym wieku. Osoba taka, jeśli ma kłopoty z przełączaniem rozmów, nie powinna odbierać rozmów przychodzących z miasta. Natomiast nie ma przeszkód, aby rozmowy przychodzące do takiej osoby przełączać.

Drugi przypadek wystąpi, gdy jako telefon *Ab. 2* zostanie włączony telefaks. Po wykryciu dzwonienia urządzenie takie z zasady odbiera połączenie. Po założeniu blokady telefaks będzie reagował tylko na połączenia specjalnie do niego skierowane.

Ustawienie zworki ZW2 w pozycji TAK powoduje zablokowanie wyjścia na miasto. Po trzysiekundowym sygnale zgłoszenia centralki zablokowany abonent otrzyma zajętość.

Opcja taka przyda się na przykład jeśli mamy sąsiada, który posługuje się naszym numerem telefonu do kontaktów ze światem. Zamiast ciągle gościć takiego intruza we własnym domu, instalujemy mu telefon wewnętrzny (koniecznie *Ab. 2!*) i zakładamy obie blokady. Rozmowy przychodzące do niego po prostu przełączamy. Ostatecznie możemy na-



Rys. 3. Schemat elektryczny obwodu zasilania centrali.

wet wyjść na linię miejską, wybrać za niego żądany numer i taką rozpoczętą rozmowę przełączyć.

Uwaga: Obie blokady dotyczą tylko Ab. 2 i można je zakładać niezależnie od siebie.

Ograniczenia w stosowaniu centralki

Konstrukcja centralki jest bardzo uproszczona. Abonent wewnętrzny w czasie rozmowy miejskiej jest galwanicznie połączony z linią centralową. Dodatkowym elementem w obwodzie jest tylko detektor prądu. Naciśnięcie FLASH w czasie takiego połączenia jest widziane zarówno przez centralkę, jak i centralę miejską.

Jeśli centrala publiczna, do której jest dołączona nasza linia telefoniczna, wykrywa i interpretuje w jakiś sposób uderzenie w widełki, korzystanie z centralki może okazać się niemożliwe. Czy tak jest, możemy dowiedzieć się w Biurze Obsługi Klienta naszego operatora telekomunikacyjnego.

Możemy też dokonać kilku prostych prób w czasie zwykłej rozmowy telefonicznej.

Podczas rozmowy przychodzącej, naciśnięcie widełek nawet na kilka sekund nie powinno powodować żadnego rozłączenia czy zawieszania połączenia. Połączenia przychodzące są z zasady podtrzymywane przez 90 sekund licząc od chwili odłożenia mikrofonu przez abonenta wywoły-

wanego. Jest to czas przewidziany na przeniesienie telefonu z jedno- go miejsca na drugie.

Przy rozmowie zainicjowanej przez nas, duże znaczenie ma czas trwania przerwy. FLASH o długości 80..200ms nie powinien powodować żadnych efektów. Dłuższe czasy mogą powodować rozłączenie. Dla nas nie jest to znaczące ograniczenie, bowiem bardzo rzadko przełączamy rozmowę, którą sami rozpoczęliśmy. Jeśli jednak przewidujemy taką możliwość, to FLASH musi zawierać się między minimalnym czasem wykrywaniem przez centralkę (80ms) i maksymalnym czasem odłożenia mikrofonu ignorowanym przez centralę miejską (200..800ms).

Opis układu

Schemat elektryczny centralki przedstawiono na rys. 2. Można na nim znaleźć wszystkie bloki centrali abonenckiej wymienione na wstępie.

Układ wtórnikowy emiterowy z tranzystorem T1 zasilają telefon Ab. 1. Napięcie zasilające nie jest stabilizowane i wynosi około 24V. Kondensator C1 w obwodzie bazy tranzystora T1 radykalnie zmniejsza tętnienia tego napięcia.

Rezystor R14 umożliwia mikroprocesorowi nałożenie na napięcie rozmówne sygnału prostokątnego o niewielkiej amplitudzie i częstotliwości 400Hz. Wartość tego rezystora decyduje o poziomie sygnałów tonowych nadawa-

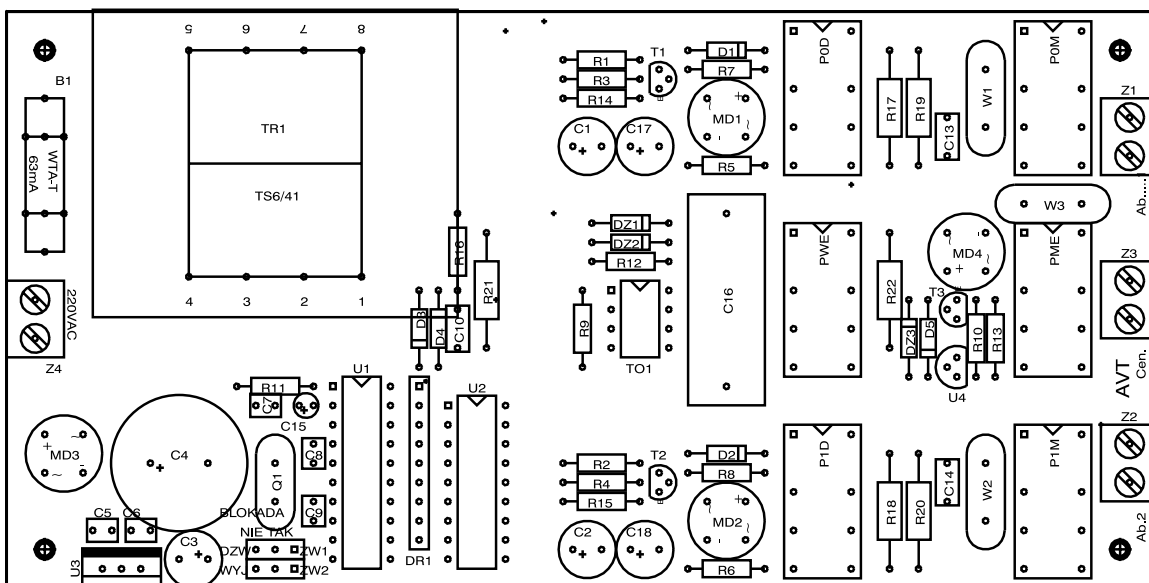
nych do Ab. 1, takich jak sygnał zgłoszenia, zajętości, itp. Sygnał jest generowany i kluczowany programowo w mikroprocesorze.

Włączenie kondensatora C17 między bazę i emiter tranzystora T1 powoduje, że układ wtórnikowy przedstawia znaczną impedancję dla sygnałów zmiennoprądowych i nie tłumi rozmów wewnętrznych. Rezystory R5 i R7 ograniczają prąd zasilający telefon. Dodatkowo, przy braku prądu w pętli abonenckiej Ab. 1, przez rezystor R7 i diodę D1 jest podawana masa na wejście P3.3 procesora. Elementy te tworzą detektor podniesienia mikrofonu.

Mostek prostowniczy MD1 pracuje tutaj w nietypowej roli. Otóż diody tego mostka ograniczają napięcie w obu żyłach linii rozmównej Ab. 1. Obce napięcia mogą pojawić się z kabla (pobliskie wyładowanie atmosferyczne, zwarcie z siecią energetyczną) lub z samego telefonu (układ LC utworzony z uzwojenia dzwonka i szeregowego kondensatora).

Przekaznik P0D umożliwia wysłanie do telefonu Ab. 1 napięcia dzwoniącego. Rezystory R17, R19 i R21 ograniczają wartość prądu dzwoniącego. Napięcie dzwoniącego (45V, 50Hz) jest nałożone na napięcie stałe 24V. Takie rozwiązanie umożliwia wykrycie podniesienia mikrofonu w czasie wysyłania sygnału dzwoniącego. Służy do tego układ całkujący R16, C10. W czasie dzwoniącego napięcie na kondensatorze C10 oscyluje

wokół potencjału masy. Przy zamknięciu pętli dla prądu stałego (podniesienie) napięcie zaczyna oscylować wokół wartości 3..4V. Stan taki jest wykrywany wejściem P1.0/AIN+ przez mikroprocesor, który natychmiast wyłącza dzwoniące chroniąc uszy odbierają-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

cej rozmowę przed bardzo głośnym warkotem. Wprawdzie komparator z mikroprocesora nie jest wykorzystany, ale bardzo przydała się duża impedancja związanego z nim wejścia. Diody D4 i D3 zabezpieczają to wejście przed pojawieniem się napięcia ujemnego w stosunku do masy lub przekraczającego +5V. Przekaznik P0M w stanie spoczynku jest przyciągnięty. Jego rola zostanie omówiona dalej.

Bardzo ważnym elementem jest warystor W1, który przyjmuje na siebie udary napięciowe, chroniąc elementy wewnątrz centralki. Wymienione dotąd elementy tworzą abonencki zespół liniowy *Ab. 1*. AZL abonenta *Ab. 2* jest analogiczny i nie wymaga osobnego omówienia.

Zespół linii miejskiej składa się z detektora prądu i zamknięcia linii miejskiej z wbudowanym generatorem melodii.

Dwa transoptory TO1, połączone antyrównolegle, są włączone szeregowo w linię miejską. Rezystor R9 ogranicza ich czułość. Za transoptorami znajduje się układ zamykający prąd dzwonięcia C16, DZ1, DZ2, R12. Takie rozwiązanie umożliwia wykrywanie sygnału dzwonięcia z miasta (>20V AC) i dwukierunkowego przepływu prądu w linii miejskiej (>1mA DC).

W stanie zawieszenia rozmowy przekaznik PME zamyka linię miejską rezystorem R22. Chcąc „osłodzić” rozmówcy oczekiwanie, dobudowałem układ generujący melodyjkę, oparty na popularnym układzie UM66TxxL. Generator jest zasilany z linii miejskiej. Mostek MD4 niezależnie zasilanie układu generatora od aktualnej polaryzacji napięcia z centrali. Złącze baza-emiter tranzystora T3 i dioda D5 ustalają napięcie zasilania U4. Sygnałem wyjściowym układu U4 jest nietypowo prąd pobierany ze źródła zasilania, czyli m. in. ze złącza baza-emiter tranzystora T3. Zmiana tego prądu wpływa na występowanie tranzystora i spadek napięcia na całym układzie zamykającym linię. Poziom sygnału melodyjki można zmieniać wartością rezystora R13 (2..10kΩ). Dioda DZ3 pełni rolę zabezpieczającą. Warystor W3 chroni we-

wnętrzne elementy centralki przed przepięciami mogącymi pojawić się na linii miejskiej.

Pole komutacyjne zostało zbudowane z przekazników elektromechanicznych. Niektórym Czytelnikom takie rozwiązanie może wydać się anachroniczne, ale zastanówmy się czym można je zastąpić. Najprościej przekaznikami OptoMos. Przekaznik optyczny z pojedynczym stykiem przełącznym 1C (1A+1B) jest czterokrotnie droższy od przekaznika elektromechanicznego.

Pozostają jeszcze stosunkowo tanie klucze analogowe. Jednak, aby móc zastosować te podzespoły, konieczna jest zmiana poziomu napięć rozmównych. Najprościej można to zrobić transformatorami separującymi, a więc elementami dużymi i stosunkowo drogimi.

Gwoli wyjaśnienia dodam jeszcze, że zastosowane przekazyki elektromechaniczne należą do bodaj najpopularniejszej rodziny przekazników telekomunikacyjnych i każdy producent ma w katalogu kilka ich wersji.

Pole komutacyjne tworzą przekazyki P0M, P1M, PWE. Zwarte styki PWE łączą przez kondensatory C13 i C14 linie obu abonentów umożliwiając rozmowy wewnętrzne. Przekazyki P0M i P1M przełączają telefony wewnętrzne na linię miejską. Sygnał sterowanie P0M jest programowo negowany, tzn. stanem spoczynkowym przekaznika jest załączenie. Dzięki temu nie zasilana centralka umożliwia prowadzenie rozmów miejskich z telefonu *Ab. 1*.

Układ sterowania centralki zrealizowano na procesorze AT89C2051 (U1) taktowanym sygnałem (rezonator kwarcowy Q1) o częstotliwości 11,0592MHz. Osiem wyjść procesora zostało zbuforowanych za pomocą układu U2. Wyprowadzenia te sterują załączaniem przekazników i nadawaniem sygnałów tonowych. Prąd, jaki może wypłynąć w stanie wysokim z wyjścia procesora jest zbyt mały, aby wystereować wejścia U2, dlatego konieczne było zastosowanie rezystorów DR1.

Pozostałe wyprowadzenia procesora służą jako wejścia. Tą drogą są odczytywane stany detektorów i zwerek blokujących *Ab.*

2. Kondensator C15 i rezystor R11 stanowią układ zerujący procesor po włączeniu zasilania.

Schemat zasilacza przedstawiono na **rys. 3**. Napięcie zasilające mikroprocesor zablokowane kondensatorem C7. Do zasilania centralki potrzebne są trzy napięcia: +24V, +5V i 45VAC. Zastosowano gotowy transformator typu TS6/41 o dwóch uzwojeniach wtórnych: 18V/0,2A i 45V/50mA.

Napięcie 18V jest prostowane w mostku MD3 i wygładzane kondensatorem C4 o dużej pojemności. Tak uzyskane niestabilizowane napięcie o wartości około 24V służy do zasilania telefonów, cewek przekazników i stabilizatora U3.

Monolityczny stabilizator U3 (7805) pracuje w układzie konwencjonalnym, dostarczając napięcia +5V do zasilania układu sterowania. Wprawdzie spadek napięcia na stabilizatorze jest stosunkowo duży i wynosi około 20V, to jednak pobierany prąd jest niewielki. W sumie moc wydzielana w stabilizatorze jest na tyle mała, że nie jest potrzebny radiator.

Drugie uzwojenie transformatora (45VAC) połączone jednym końcem z napięciem +24V. Otrzymany na drugiej końcówce sygnał złożony z napięcia zmiennego nałożonego na napięcie stałe jest wykorzystywany do zasilania dzwonek w telefonach wewnętrznych.

Na schemacie i na rysunku montażowym nie warto szukać kondensatorów o oznaczeniach C11 i C12, które na ostatnim etapie uruchamiania modelu okazały się zbędne.

Oprogramowanie

O tym, jak niewdzięcznym zadaniem jest tworzenie oprogramowania dla urządzeń telekomunikacyjnych, można się przekonać chyba tylko na własnej skórze. Gdy twórca zachwycony swoim dziełem zasłużenie odpoczywa, do telefonu podchodzi czteroletni Michał i w ciągu minuty „wykłada” program, w dodatku nie potrafiąc wy tłumaczyć, jak to zrobił. Program sterujący centralką napisano w języku C (IAR Systems). Mimo intensywnych zabiegów „odchudzających” zajęta jest prawie cała pamięć programu.

Każdy abonent może znajdować się w jednym z dziewięciu stanów:

- (1) SPOCZYNEK
- (2) ZGŁOSZENIE
- (3) ZAJĘTOŚĆ
- (4) BLOKADA
- (5) ZWROTNY
- (6) PUKANIE
- (7) DZWONIE
- (8) ROZMOWA_WEWNĘTRZNA
- (9) ROZMOWA_MIEJSKA

Każdy z tych stanów zaczyna się inicjalizacją i ustawieniem wyjść. Potem następuje cykliczne sprawdzanie warunków przejścia do innych stanów. Niezależnie od programu głównego, timer generuje przerwania co 1250 μ s, które powodują zmianę stanu wyjścia programowego generatora tonu 400Hz. Po podzieleniu tej podstawy czasu otrzymuje się odstępy:

- 10ms do czytania detektorów podniesienia mikrotelefonu i prądu w linii miejskiej;
- 200ms do taktowania sygnału pukania i zwrotnego sygnału pukania;
- 500ms do taktowania sygnału zajętości;
- 1s do taktowania sygnału dzwonięcia.

Montaż

Wszystkie podzespoły centralki, łącznie z transformatorem sieciowym, zamontowano na jednej, dwustronnej płytce drukowanej. Mozaikę ścieżek przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na rys. 4.

Nieco dziwny sposób prowadzenia niektórych ścieżek został podyktowany chęcią uniknięcia otworów przejściowych w liniach rozmnowych i zasilających. Zazwyczaj właśnie te "przelotki" są najsłabszymi elementami obwodu drukowanego. Ponadto, w układzie centralki znajduje się kilka podzespołów zabezpieczających. Stosowanie tych elementów ma sens pod warunkiem właściwego

przewodzenia do nich ścieżek. Linia, z której mogą przyjść przepięcia, powinna być dołączona bezpośrednio do wyprowadzeń np. warystora. Dopiero stąd rozprowadzana dalej. Tylko w takim przypadku, jeśli impuls prądowy okaże się zdolny przepalić ścieżki, dalsze obwody pozostaną bezpieczne.

Montaż rozpoczynamy od elementów najniższych. Kolejno wlotujemy rezystory, diody, transoptor, podstawki pod układy scalone, tranzystory, kondensatory (bez C4). Następnie mostki prostownicze, przekaźniki, rezonator kwarcowy, warystory, listwy igłowe do zworek, oprawkę bezpiecznika, zaciski śrubowe i kondensator C4.

Do wyprowadzeń transformatora należy przyłutować jednocentymetrowe odcinki srebrzanki o średnicy 1mm i dopiero tak uformowane wyprowadzenia wlotować w płytkę. Zapobiega to nadmiernemu rozgrzewaniu płytki przy lutowaniu i umożliwia ewentualny demontaż transformatora bez niszczenia oryginalnych wyprowadzeń. Przy montażu transformatora należy zwrócić szczególną uwagę na numery wyprowadzeń.

Uruchomienie

Uruchomienie jak zawsze rozpoczynamy od sprawdzenia poprawności montażu. Warto to zrobić dokładnie, ponieważ praktycznie nie ma możliwości stopniowego uruchamiania centralki. Dlatego proponuję po złożeniu całości, podłączyć dwa telefony i linię miejską oraz wyciągnąć mikroprocesor. Bez zasilania linia miejska powinna być bezpośrednio dostępna z telefonu Ab. 1. Po włączeniu zasilania telefon Ab. 1 musi zacząć dzwonić. Telefon Ab. 2 powinien zostać przełączony na miasto. W słuchawce abonenta Ab. 2 powinno być słychać (oprócz zgłoszenia centrali miejskiej) melodyjkę. Jeśli tak jest, to pozostaje sprawdzić na podstawie procesora napięcie zasilające +5V. Potem trzeba wyłączyć zasilanie, włożyć zaprogramowaną kostkę procesora i centralka jest gotowa do pracy.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

DR1: 8x10k Ω (drabinka rezystorowa w obudowie SIP9)
 R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10: 1k Ω /0,25W
 R11, R12, R13: 10k Ω /0,25W
 R14, R15, R16: 47k Ω /0,25W
 R17, R18, R19, R20: 100 Ω /0,5W
 R21, R22: 220 Ω /0,5W

Kondensatory

C1, C2: 100 μ F/40V
 C3, C17, C18: 100 μ F/16V
 C4: 1000 μ F/40V
 C5, C6, C7: 100nF/63V
 C8, C9: 22pF
 C10, C13, C14: 1 μ F/63V
 C15: 10 μ F/16V
 C16: 470nF/250V

Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4, D5: 1N4148
 DZ1, DZ2, DZ3: BZX85C10
 MD1, MD2, MD3, MD4: B80C1500
 TO1: PC827
 T1, T2, T3: BC547
 U1: AT89C2051 (zaprogramowany)
 U2: ULN2803
 U3: 7805
 U4: UM66T19L
 W1, W2, W3: SIOV-S14K150 (Siemens)

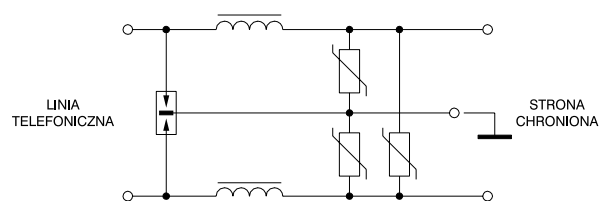
Różne

B1: WTA-T63mA/250V, bezpiecznik topikowy z kompletem oprawek do druku
 M4-24H (Meisei), JRC-19FD-EN24VDC (Hongfa), DS2Y-S24V (Matsushita), V23042-A2005-B101 (Siemens)
 Q1: 11,0592MHz
 P0D, P1D, P0M, P1M, PME, PWE:
 TR1: TS6/41 (Indel-Brzeziny)
 Z1, Z2, Z3, Z4: ARK2
 ZW1, ZW2: listwy "gold-pin" ze zworką

Ze względu na obecność na płycie napięcia sieci 220V, należy zachować szczególną ostrożność przy uruchamianiu, a do normalnej eksploatacji centralkę zamknąć w solidnej obudowie z tworzywa sztucznego.

Instalacja

Centralka poprawnie współpracuje z telefonicznymi urządzeniami końcowymi typu telefon, telefaks, modem. Linie abonentów wewnętrznych mogą mieć znaczną długość.



Rys. 5. Schemat ochronnika abonentkiego.

W czasie testowania centralki, telefony dołączono za pośrednictwem napowietrznej linii kablowej YTKSYekw3X2X0.5 o długości 600m w środowisku silnych zakłóceń energetycznych. Słyszalność rozmów była zaskakująco dobra, bez śladu przydźwięku 50Hz.

Instalując centralkę należy pamiętać, że tylko telefon *Ab. 1* jest czynny podczas awarii zasilania. Dlatego nie należy w tym miejscu instalować telefaksu lub telefonu bezprzewodowego. Urządzenia te zazwyczaj nie pracują bez zasilania i w takim przypadku zostaniemy pozbawieni łączności telefonicznej.

Centralka nie jest przystosowana do pracy z napowietrznymi liniami telefonicznymi. Jeśli nasza linia miejska lub linie we-

wnętrzne są rozciągnięte na zewnątrz budynków, warto zabezpieczyć je ochronnikami abonentkami dostępnymi w sklepach ze sprzętem telekomunikacyjnym. Schemat typowego ochronnika przedstawiono na **rys. 5**. Taki ochronnik zbudowany jest z podwójnego odgromnika gazowanego, dwóch elementów indukcyjnych do ograniczania szybkości narastania prądu i trzech wariatorów. Zabezpieczenie będzie skuteczne, jeśli do odpowiedniego wyprowadzenia ochronnika dołączymy uziemienie. Wystarczająco dobrym uziemieniem jest rura wodociągowa (w żadnym wypadku nie gazowa!), pod warunkiem zbocznikowania wodomierzy miedzianą plecionką lub drutem.

Tomasz Gumny, AVT