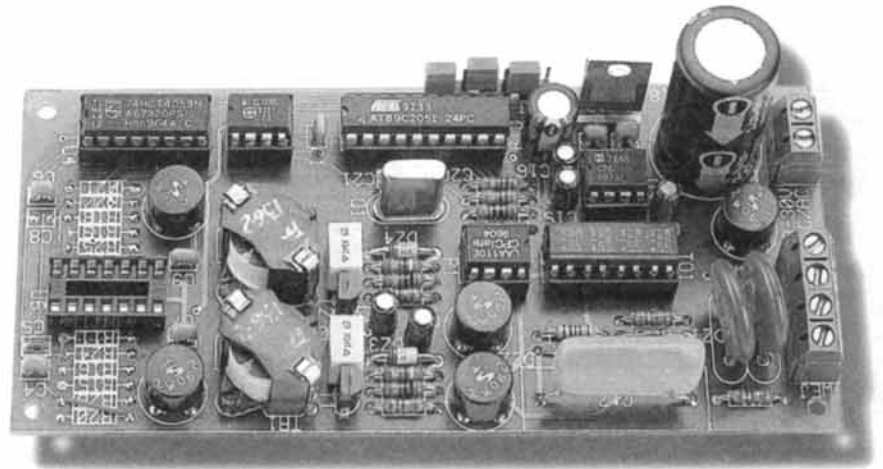


Telefoniczny mostek, część 1

kit AVT-489



Przy pomocy telefonicznego mostka można połączyć ze sobą dwie linie telefoniczne.

Po co? Staramy się to wyjaśnić w artykule. W wielu przypadkach możemy uzyskać całkiem wymierne korzyści.

Urządzenie, które nazwałem *mostkiem*, służy do łączenia dwóch linii przychodzących z centrali telefonicznej. Zapewne niejeden Czytelnik zapyta: po co łączyć ze sobą linie telefoniczne, skoro temu celowi służy właśnie centrala? Najlepiej wytłumaczyć to na przykładzie: przypuśćmy, że jestem prezesem pewnej firmy (zawsze chciałem nim być) i jako osoba bardzo zapracowana często korzystam z telefonu. Do rozmów służbowych wykorzystuję nawet telefon domowy. Oczywiście, jak każdy szanujący się prezes, mam w kieszeni firmowy telefon komórkowy, ale jestem konserwatywny i oszczędny. Zawsze uważałem, że z telefonu stacjonarnego połączenia są tańsze, lepiej słyszalne i bez denerwujących zaniżków. Prawdziwy problem pojawia się, gdy do domu przychodzi rachunek za takie rozmowy.

A teraz wyobraźmy sobie taki obrazek: muszę przeprowadzić kilka służbowych rozmów międzynarodowych z domu w sprawie niecierpiącej zwłoki. Dzwonię na jeden z numerów telefonicznych do swojej firmy, wystukuję na klawiaturze telefonu kilkucyfrowe hasło i już mogę dzwonić na koszt firmy gdziekolwiek zechcę. Dzięki temu rachunek telefonu domowego jest obciążony tylko połączeniem miejscowym - tym do firmy. Na tym nie koniec. Jestem prezesem nowoczesnym i bardzo intensywnie korzystam z Internetu. Nie tylko w pracy,

również w domu. Połączenia z numerami sieci teleinformatycznej nie należą może do bardzo drogich, ale darmowe nie są. W takim przypadku, gdy przewiduję dłuższą sesję internetową, postępuję nieco inaczej. Również dzwonię na jeden z numerów telefonicznych swojej firmy i wystukuję kilkucyfrowe hasło, ale zaraz potem odkładam słuchawkę. Po kilkunastu sekundach telefon zaczyna dzwonić. Podnoszę mikrotelefon; wystukuję ponownie hasło i teraz przez godzinę mogę korzystać z połączenia, np. z Internetem. Jest to połączenie przychodzące, zatem kosztem takiej rozmowy jest obciążony rachunek telefoniczny firmy.

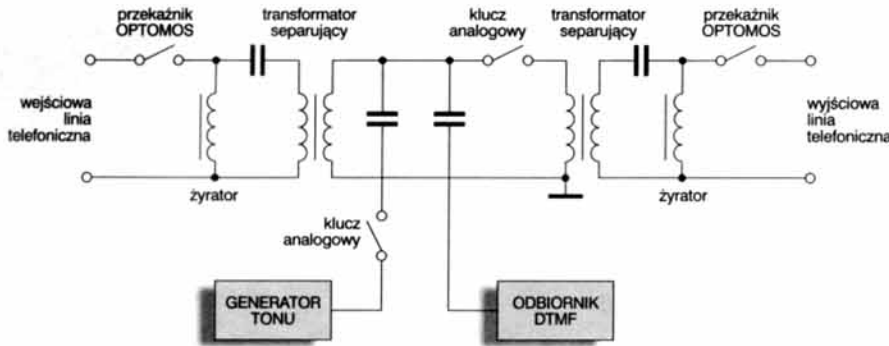
Podobne funkcje posiadają nowoczesne telefoniczne centraliki abonenckie, oczywiście nie te najprostsze. Co zrobić, jeśli firma jest niewielka, posiada tylko dwie linie telefoniczne, a centralika telefoniczna jest stara, mała lub nie ma jej wcale? Z pomocą przyjdzie nam właśnie opisany niżej mostek telefoniczny.

UWAGA: Opisane urządzenie może być instalowane tylko za wiedzą i zgodą osoby lub firmy, która jest abonentem linii telefonicznych.

Stwierdzenie przez operatora telekomunikacyjnego podłączenia do linii telefonicznej urządzenia nie posiadającego homologacji, a takim urządzeniem jest mostek, grozi zablokowaniem numeru.

Podstawowe cechy mostka

- ✓ obsługuje 2 linie telefoniczne: jedna jest linią wejściową a druga wyjściową,
- ✓ przed dostępem osób nieuprawnionych mostek jest chroniony 4-cyfrowym hasłem,
- ✓ po podaniu właściwego hasła umożliwia:
 - 1) oddzwonienie linią wejściową pod podany tonowo numer, przy czym dla realizacji tej funkcji linia miejska wejściowa powinna odbierać impulsową sygnalizację wybierczą;
 - 2) wyjście drugą linią miejską, a następnie wybranie dowolnego numeru impulsowo lub tonowo;
 - 3) zmianę hasła dostępu;
- ✓ jest zasilany napięciem stałym lub przemiennym o wartości 9..30V.



Rys. 1. Schemat blokowy mostka telefonicznego.

Opis działania

Prezentację projektu mostka rozpocznę od skrótowego przedstawienia jego możliwości. Dokładny opis działania będzie zamieszczony w końcowej części artykułu.

Na początek wyjaśnienie przyjętego nazewnictwa sygnałów:

- ZAPROSZENIE - powtarzane cyklicznie: 50ms ton/3s cisza;
- POLECENIE_1 - powtarzane cyklicznie: 50ms ton/600ms cisza;
- POLECENIE_2 - powtarzane cyklicznie: 50ms ton/50ms cisza/50ms ton/600ms cisza;
- POLECENIE_3 - powtarzane cyklicznie: 50ms ton/50ms cisza/50ms ton/50ms cisza/50ms ton/600ms cisza;
- WYBÓR - powtarzane cyklicznie: POLECENIE_1/POLECENIE_2/POLECENIE_3;
- POTWIERDZENIE - jednokrotnie: 400ms ton;
- OSTRZEŻENIE - jednokrotnie: 400ms ton/100ms cisza/400ms ton;

Sygnały opisane w ten sposób dość trudno sobie wyobrazić. W czasie uruchamiania zrobiłem sobie ściągę, która bardziej do mnie „przemawiała”. Oto ona:

- ZAPROSZENIE:
|-----|
- POTWIERDZENIE:
iiii
- OSTRZEŻENIE:
iiiiiiii
- POLECENIE_1:
|-----|
- POLECENIE_2:
|-----|
- POLECENIE_3:
|-----|
- WYBÓR:
|-----|

„Guzikologia“ jest bardzo prosta. Przyjęto, że do zatwierdzenia

będzie służyć klawisz # (hash), zwany również bardziej swojsko płótkiem. Klawisz * (gwiazdka) umożliwi przerwanie bieżącej operacji.

Na początek założmy, że mamy mostek podłączony do dwóch linii telefonicznych i „padło” zasilanie. W takim przypadku mostek oczywiście nie pracuje. Układy liniowe mostka pozostają w spoczynku i nie wpływają na normalną pracę linii. Hasło dostępu zapisane w pamięci RAM procesora jest tracone. Po załączeniu zasilania w to miejsce wpisywane jest standardowe hasło, czyli cyfry 1, 2, 3, 4.

W stanie spoczynku mostek oczekuje na dzwonicie na linii wejściowej. Ze stanu tego może go wyprowadzić jeden lub pięć dzwonek, w zależności od ustawienia zworki konfiguracyjnej. Dwie sekundy po pierwszym (lub piątym) dzwonku mostek odbiera połączenie i nadaje sygnał ZAPROSZENIA, przechodząc do fazy odbioru i sprawdzania hasła. Słyszając sygnał ZAPROSZENIA należy podać z klawiatury telefonu hasło dostępu. Jeśli jest to pierwsza próba po włączeniu zasilania, naciskamy klawisze 1, 2, 3, 4 i zatwierdzamy klawiszem #. Poprawne hasło powoduje, że mostek nadaje sygnał POTWIERDZENIA i przechodzi do fazy wyboru polecenia. Po błędnym hasle usłyszymy sygnał OSTRZEGAWCZY, a następnie ponownie sygnał ZAPROSZENIA. Trzecia nieudana próba podania hasła powoduje rozłączenie i przejście mostka w stan spoczynku.

Dodatkowym utrudnieniem w przełamaniu hasła jest ograniczenie czasu oczekiwania na poprawne hasło do jednej minuty.

Wejście do fazy wyboru polecenia mostek sygnalizuje nadawaniem kolejno sygnałów POLECENIE_1, POLECENIE_2 i POLECENIE_3. W ciągu 60 sekund musimy zdecydować, czy mostek ma do nas oddzwonić - w tym przypadku naciskamy na telefonie klawisz oznaczony cyfrą 1. Jeśli chcemy wyjść drugą linią - naciskamy 2. Gdy zamierzamy zmienić hasło dostępu, musimy wybrać cyfrę 3. Po wybraniu jednej z tych trzech cyfr usłyszymy sygnał POTWIERDZENIA. Pozostałe klawisze, za wyjątkiem (*) gwiazdki, są ignorowane.

W poleceniu pierwszym (ODDZWOŃ) mostek oczekuje na numer złożony maksymalnie z 15 cyfr. Numer kończymy klawiszem # i odkładamy mikrotelefon. Po 9 sekundach mostek oddzwoni pod podany numer i wyśle sygnał ZAPROSZENIE. W tym momencie teoretycznie znajdujemy się w punkcie wyjścia. Różnica polega na tym, że opłatą za to połączenie jest obciążona linia wejściowa.

W poleceniu drugim (POŁĄCZ DALEJ) nadawany jest sygnał POLECENIE_2 i podobnie jak poprzednio mostek oczekuje na numer złożony z maksymalnie 15 cyfr. Po odebraniu znaku # (hash) kończącego wpisywanie cyfr, mostek zajmuje linię wyjściową. Po chwili zaczyna wybierać impulsowo podany numer. Od tej chwili mostek tylko nadzoruje połączenie, aby w odpowiednim momencie dokonać rozłączenia. Jak wcześniej wspomniano program po pierwszym uruchomieniu zapisuje wzorzec hasła cyframi 1, 2, 3, 4.

Nie jest to zbyt wyszukany zbiór cyfr i powinien zostać jak najszybciej zmieniony na inny. Jest to możliwe po wejściu w opcję NOWE_HASŁO. Po naciśnięciu cyfry 3 i usłyszeniu sygnału POLECENIE_3 możemy podać cyfry nowego hasła zakończone klawiszem # (hash). Usłyszymy sygnał POTWIERDZENIA, a następnie ponownie sygnał POLECENIE_3. Podane poprzednio cyfry nowego hasła należy teraz dokładnie powtórzyć dla zweryfikowania poprawności. Pozostaje tylko jeszcze raz nacisnąć klawisz # i nowe hasło staje się obowiązujące. Po

zapisaniu nowego hasła znajdzie się w fazie wyboru polecenia.

Opis układu

Budowę mostka najłatwiej zrozumieć posługując się schematem poglądowym przedstawionym na rys. 1. Można zauważyć, że układ składa się z dwóch identycznych bloków do współpracy z liniami telefonicznymi. Bloki te służą do odizolowania galwanicznego linii od siebie i od układów mostka. Drogi rozmówne wychodzące z tych bloków są doprowadzone do klucza analogowego. Niezależnie od tego, do linii wejściowej dołączono na stałe wejście odbiornika DTMF odczytywanego przez procesor. W to samo miejsce, przez drugi klucz analogowy, jest doprowadzany ton o stałej częstotliwości.

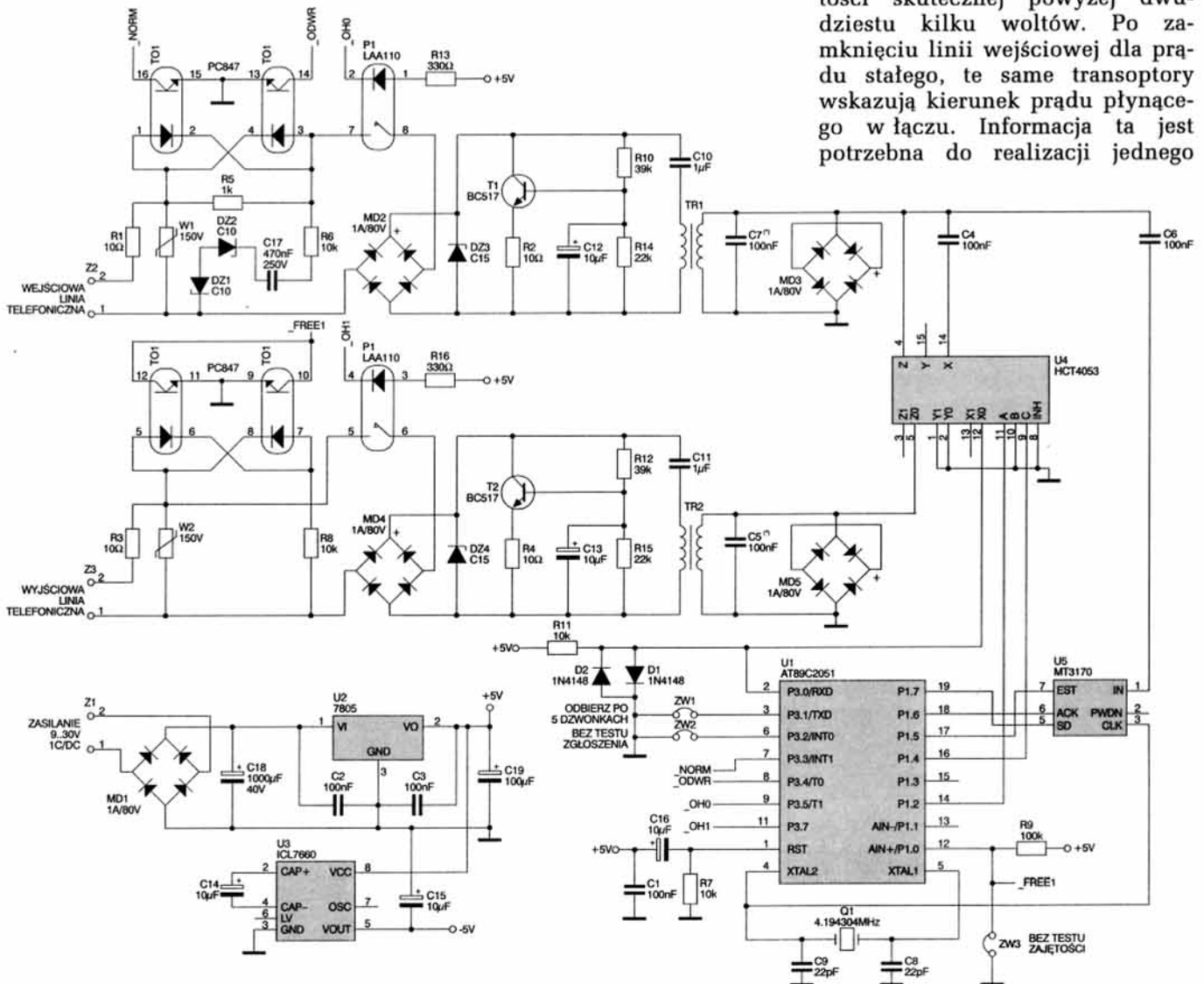
To w skrócie, a teraz szczegółowo prześledzimy drogę prądu sta-

łego i sygnałów akustycznych dla wejściowej linii telefonicznej. Posłuży nam do tego schemat elektryczny przedstawiony na rys. 2.

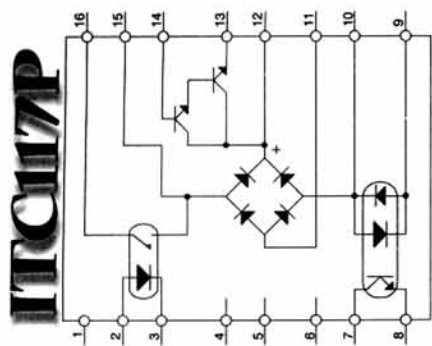
Linie wejściową podłączamy do złącza Z2. Przez rezystor R1, ograniczający szybkość narastania prądu, sygnał ze złącza wchodzi na warystor W1. Oba te elementy pełnią funkcję zabezpieczającą. Po przekroczeniu około 150V na wejściu, warystor W1 zaczyna przewodzić nie pozwalając na dalszy wzrost napięcia. Nadwyżka napięcia odkłada się na kablu doprowadzającym linię telefoniczną i na rezystorze szeregowym R1. Przy dużych uderzeniach prądowych typu wyładowanie atmosferyczne lub zwarcie z instalacją energetyczną moc tracona w rezystorze będzie ogromna i rezystor zadziała jak bezpiecznik przepalając się. Dlatego w przypadku uszkodzeń po-

wstałych np. po burzy naprawę można śmiało rozpoczynać od sprawdzenia rezystora R1 i pełniącego identyczną funkcję dla linii wyjściowej rezystora R3.

Warto też pamiętać o możliwości założenia dodatkowych zabezpieczeń przeciwprzepięciowych w postaci ochronników abonenckich. Następnie prąd z linii przechodzi przez dwie diody LED transoptora TO1 - wyprowadzenia 1-2 i 3-4. Diody są połączone antyrównolegle i zbocznikowane rezystorem R5. Za rezystorem linia jest zamknięta szeregowo połączonymi diodami Zenera DZ1 i DZ2, rezystorem R6 i kondensatorem C17. Taki obwód umożliwia w stanie spoczynku, gdy nie płynie prąd stały w łączu, wykrywanie sygnału dzwonięcia. Dla przyjętych wartości elementów wykrywane jest napięcie zmienne o wartości skutecznej powyżej dwudziestu kilku woltów. Po zamknięciu linii wejściowej dla prądu stałego, te same transoptory wskazują kierunek prądu płynącego w łączu. Informacja ta jest potrzebna do realizacji jednego



Rys. 2. Schemat elektryczny układu.



Rys. 3. Schemat wnętrza układu ITC117P.

z kryteriów zakończenia połączenia. Szeregowe obwód R6 i C17 nie tłumi zbyt słabo sygnałów akustycznych dzięki zastosowaniu diod odcinających DZ1 i DZ2. Dzieje się tak dlatego, gdyż napięcie między żyłami linii telefonicznej w czasie połączenia wynosi poniżej 10V lub nieznacznie je przekracza. Przy tych wartościach napięcia diody DZ1 i DZ2 nie przewodzą i tłumiące działanie R6 i C17 jest pomijalnie małe. Kolejnym elementem są styki przekaźnika P1. Zastosowano przekaźnik OptoMOS typu LAA110 firmy CP-Clare. Elementy te były już szczegółowo opisane w EP, w serii artykułów na przełomie 1995/96 roku. Mimo dość dużej ceny, korzyści płynące z zastosowania tych elementów są niezaprzeczone. Przekaznik może załączać napięcie 350V przy prądzie 120mA. W impulsie „styki” wytrzymują prąd 350mA. I to wszystko przy sterowaniu diody LED przekaźnika OptoMOS bezpośrednio z procesora! Dla załączenia wystarczy bowiem prąd 5mA, a spadek napięcia na diodzie LED wynosi wtedy 1.2V. Świecenie diody LED, a zatem i zamknięcie styków przekaźnika następuje przy niskim poziomie napięcia na wyjściu $_OH0$ (P3.5). Rezystor R13 ogranicza prąd diody do wartości około 10mA. Wartość dobrano z pewnym zapasem. Pozwoliły na to parametry wyjść mikroprocesora firmy Atmel, a zwłaszcza maksymalny prąd, jaki może wpłynąć do wyjścia w stanie włączenia (niski poziom napięcia), który wynosi aż 20mA. Dzięki takiemu połączeniu nie występuje zwarcie styków przekaźnika w chwili startu procesora, gdy wszystkie wyjścia przyjmują stan wysoki.

Symbolami *GND* i *GNDA* oznaczono odpowiednio masę cyfrową i analogową. Ścieżki obu mas poprowadzono oddzielnie i połączono w jednym punkcie przy odborniku DTMF. Takie prowadzenie mas zmniejsza zakłócenia wprowadzane do części analogowej przez silnie zaszumioną część cyfrową.

Następny element to mostek diodowy MD2, zastosowany tutaj ze względu na fakt, że kolejny układ może pracować tylko przy jednym, ściśle określonym kierunku przepływu prądu w obwodzie. Tym układem jest żyrator zwany również sztuczną indukcyjnością. Głównym elementem żyratora jest tranzystor T1. Dzięki włączeniu w bazę stosunkowo dużej pojemności, tranzystor przedstawia dla sygnałów akustycznych impedancję rzędu kilkudziesięciu kilohmów, równocześnie zamykając pętlę dla prądu stałego. Dioda DZ3 ogranicza napięcie między kolektorem i emitorem tranzystora T1, chroniąc go przed uszkodzeniem.

Warto w tym miejscu wspomnieć o specjalnie zaprojektowanym układzie scalonym ITC117P firmy CP-Clare. Schemat tego układu przedstawiono na rys. 3. Jak widać układ zawiera w jednej obudowie prawie wszystkie dotąd wymienione elementy półprzewodnikowe. Wstępny projekt interfejsu powstał właśnie w oparciu o ten układ. Niestety, wysoka cena oraz fakt, że układ jest dostępny tylko w obudowie do montażu powierzchniowego spowodowały zmianę koncepcji i realizację interfejsu z elementów dyskretnych.

A teraz wróćmy do naszego schematu. Po odcięciu składowej stałej kondensatorem C10, sygnał akustyczny jest podawany na uzwojenie transformatora separującego. Mimo wielu nowszych rozwiązań (patrz EP7/98), transformator pozostaje nadal niezastąpiony przy rozdzielaniu galwanicznym łącza telefonicznego od reszty układu.

Zastosowany typ transformatora charakteryzuje się niską tłumiennością, mniejszą od 0,7dB w całym pasmie telefonicznym 300..3400Hz. Kondensator C7 ogranicza pasmo częstotliwości sygnałów i tłumi trzaski pojawiające się w słuchawce w chwilach przełą-

czeń. Tłumiące działanie tego kondensatora może okazać się zbyt duże dla szybkich modemów. Jeśli mostek będzie pracował z takimi urządzeniami, pojemność C7 i C5 należy zmniejszyć do 1nF. Sygnał z transformatora może osiągnąć chwilowo wartość kilkunastu woltów. W celu ograniczenia amplitudy takich impulsów do poziomu $\pm 1V$, konieczne było zastosowanie ogranicznika diodowego złożonego z dwóch połączonych antyrównolegle zespołów diod. Każdy taki zespół musiałby zawierać dwie diody połączone szeregowo. Czyli w sumie potrzebne byłyby cztery diody. Dla oszczędzenia miejsca zastosowano... mostek prostowniczy MD3 zawierając wyprowadzenia + (plus) i - (minus). Sygnał rozmówny z linii wejściowej jest podawany przez kondensator C6 na wejście odbiornika DTMF (1 U5) i przez klucz analogowy (4,5 U4) na analogiczny układ dla wyjściowej linii telefonicznej. Do tego samego punktu może być dołączone kluczem analogowym (12,14 U4) wyjście procesora (P3.0 U1). Na tym wyjściu wytwarzana jest programowo fala prostokątna o częstotliwości 1923Hz. Amplitudę tego tonu ogranicza dioda D1. Dioda D2 obcina sygnały o ujemnej polaryzacji, które mogłyby uszkodzić wyprowadzenie P3.0 procesora. Rezystor R11 wspomaga wewnętrzne podciągnięcie wyjścia P3.0 do +5V, dzięki czemu poprawia się kształt generowanego sygnału.

Zespół drugiej, wyjściowej linii telefonicznej jest zbudowany podobnie. Złącze Z3, rezystor R3, pełniący niewdzięczną rolę zabezpieczającą przed przepięciami - to wszystko już znamy. Różnica pojawia się w sposobie podłączenia LED-ów transoptorów. Otóż są one dołączone równolegle do linii telefonicznej przez szeregowy rezystor R8. Takie połączenie umożliwia sprawdzenie, czy na linii wyjściowej występuje napięcie powyżej 20V i to niezależnie od aktualnej biegunowości. Jeśli napięcie jest niższe, to oznacza, że linia jest zajęta, np. przez włączony równolegle aparat telefoniczny. W takim przypadku procesor, aby nie zakłócać połączenia, nie zezwoli na wykonanie

polecenia *POŁĄCZ_DALEJ*. Diody LED transoptorów pracują przy skrajnie małym prądzie rzędu 200-300µA, dlatego wyjścia transoptora są podane na wejście wewnętrzznego komparatora P1.0 (12 U1). Wejście to jest podciągnięte do +5V rezystorem R9. Wprawdzie wewnętrzny komparator nie jest wykorzystany, ale bardzo przydała się wysoka rezystancja związanej z nim wejścia. Kolektory fototranzystorów są ze sobą połączone, gdyż nie ma potrzeby rozróżniania kierunku napięcia. Budowa pozostałej części toru rozmównego linii wyjściowej jest identyczna z omówionym wcześniej układem linii wejściowej.

Do zestawiania dróg połączeniowych wykorzystano układ 4053 w wersji HCT. Układy tej serii mają lepsze parametry przy napięciu zasilającym +5V niż standardowe układy CMOS4000. Ktoś bardziej spostrzegawczy mógłby zapytać, dlaczego zastosowano trzy klucze przełączane, skoro i tak wykorzystane są tylko „styki” zwarte przy „0” na wejściu sterującym. Otóż zwykle klucze analogowe (4066) nie mają możliwości łączenia sygnałów bipolarnych, a takie są sygnały wychodzące z transformatorów. Multiplexery analogowe (4051, 4052 i 4053) mają specjalne wyprowadzenie Vee, które można podłączyć do napięcia ujemnego. Wówczas możliwa jest współpraca tych układów z sygnałami bipolarnymi.

Mikroprocesor wymuszając niski poziom napięcia (stan logiczny 0) na wejściach sterujących (A, C) układu U4 może dokonywać następujących połączeń:

C(P1.2) = L - zestawienie drogi rozmownej między liniami wejściową i wyjściową;

A(P1.4) = L - załączenie nadawania sygnału tonowego.

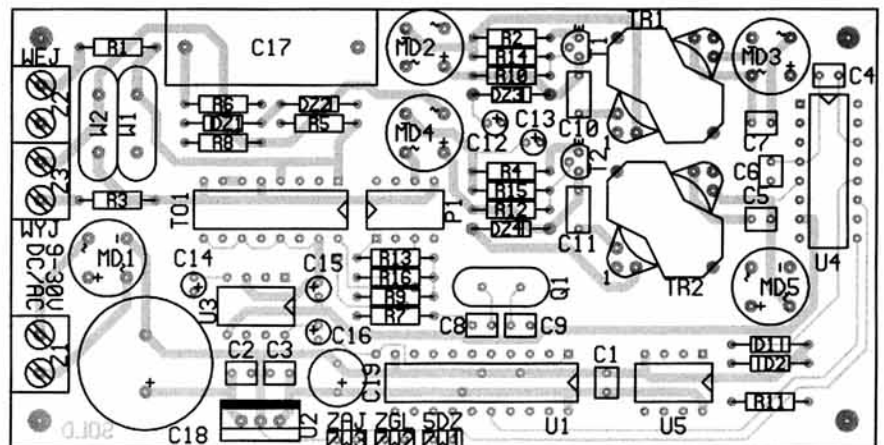
Odbiornik sygnalizacji DTMF zrealizowano na układzie MT3170 firmy Mitel. Zaletą tego układu jest mała obudowa (DIP8) i szeregową szyną do komunikacji z procesorem, zajmująca tylko trzy wyprowadzenia sterownika. W układzie mostka wykorzystano również tę właściwość układu, że odbiornik wykrywa oprócz sygnałów wybierczych DTMF obecność dowolnego sygnału mieszczącego się w pasmie telefonicznym, jeśli

tylko poziom tego sygnału przekracza pewną wartość progową. Procesor odczytuje stan odbiornika przez szeregową, trójprzewodową magistralę. Wysoki poziom napięcia na wyjściu *ES*t (ang. Early Steering Output) informuje procesor o obecności sygnału DTMF na wejściu odbiornika. Procesor odczytuje kod cyfry podając cztery impulsy na wejście *ACK* (ang. Acknowledge Pulse Input). Po każdym impulsie odczytuje z wyjścia *SD* (ang. Serial Data Output) kolejne bity cyfry DTMF, poczynając od najmłodszego. Układ MT3170 odbiera i dekoduje wszystkie cyfry DTMF, łącznie z normalnie nie używanymi cyframi A, B, C, D. Ponieważ w naszym przypadku znaki te nie mają zastosowania, fragment programu sterującego odpowiedzialny za komunikację z odbiornikiem po prostu je ignoruje.

W kilku przypadkach mostek potrzebuje do poprawnej pracy informacji o sygnałach tonowych pojawiających się na linii wejściowej. Gdy na wejściu odbiornika pojawi się sygnał akustyczny o poziomie większym od -35dB, wyjście *SD* przyjmuje stan logicznej jedynki. Jeśli ten sygnał nie należy do żadnej z cyfr DTMF, wyjście *ES*t pozostaje w stanie niskim. W ten sposób procesor może odbierać cyfry nadane w systemie tonowym i równocześnie wykrywać obecność sygnałów tonowych z centrali lub ciszę na linii wejściowej. Rodzaj sygnału odbieranego z centrali jest określany na podstawie czasu trwania tonu i ciszy. Mostek rozpoznaje programowo dwa rodzaje sygnałów: zgłoszenie i zajętość. Układ

sterowania mostkiem zrealizowano na procesorze AT89C2051 (U1). Kondensator C16 i rezystor R7 stanowią układ zerujący procesor po włączeniu zasilania. Napięcie zasilające mikroprocesor zablokowano kondensatorem C1. Układ odbiornika DTMF wymaga taktowania sygnałem o częstotliwości 4,194304MHz. Nic nie stało na przeszkodzie, aby z taką samą częstotliwością pracował procesor. Wobec tego do wyprowadzeń oscylatora w procesorze podłączono rezonator kwarcowy 4,19MHz, a sygnał z wyjścia XTAL2 podano na wejście zegarowe odbiornika MT3170.

Do zasilania mostka potrzebne są dwa napięcia: +5V do zasilania części cyfrowej i napięcie -5V do zasilania niektórych elementów w części analogowej. Źródłem zasilania dla mostka może być dowolny zasilacz sieciowy np. popularny zasilacz wtyczkowy 9V/250mA. Korzystniej jest jednak zbudować niewielki zasilacz z podtrzymaniem akumulatorowym na wypadek wyłączenia prądu w sieci energetycznej. Do tego tematu wrócimy w części poświęconej instalowaniu mostka. Napięcia +5V dostarcza monolityczny stabilizator U2 (7805) pracujący w układzie konwencjonalnym. Prąd pobierany przez mostek jest niewielki, ale przewidziano możliwość zasilania mostka z akumulatorów buforowych zasilających centralkę abonencką. Takie baterie akumulatorów mają zwykle napięcie 24V i wówczas spadek napięcia na stabilizatorze wyniesie kilkanaście woltów. W tym przypadku warto do obudowy stabilizatora przykręcić niewielki radiator.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

Napięcie -5V jest wytwarzane z napięcia +5V w przetwornicy kondensatorowej zbudowanej na popularnym układzie ICL7660 (U3). Wydajność prądowa przetwornicy wynosi 18mA (przy -4V na wyjściu) i jest całkowicie wystarczająca do naszych potrzeb.

Oprogramowanie

Program sterujący mostkiem napisano w języku C (IAR Systems). Jak to zwykle bywa, zmieszczenie programu w 2KB wymagało dość intensywnych zabiegów „odchudzających”, a i tak pozostało zaledwie 8(!) wolnych bajtów w pamięci programu. Program może znajdować się w jednym z kilku stanów:

- 1 **SPOCZYNEK** - oczekiwanie na dzwonicie.
- 2 **PRÓBA_ZAJĘTOŚCI** - sprawdzenie obecności sygnału zajętości na linii wejściowej.
- 3 **ZAJĘCIE_LINII** - zajęcie linii wejściowej.
- 4 **ODBIÓR_HASŁA** - odbieranie hasła, porównanie z zapamiętanym wzorcem.
- 5 **WYBÓR_POLECENIA** - oczekiwanie na cyfrę 1, 2 lub 3 i skok do odpowiedniego polecenia.
- 6 **ODDZWONIENIE** obsługa oddzwonienia linią wejściową (**POLECENIE_1**).
- 7 **POŁĄCZ_DALEJ** zajęcie linii wyjściowej (**POLECENIE_2**).
- 8 **NOWE_HASŁO** modyfikacja obowiązującego hasła (**POLECENIE_3**).

Każdy z tych stanów zaczyna się inicjalizacją i ustawieniem wyjść. Potem następuje cykliczne sprawdzanie warunków przejścia do innych stanów. Niezależnie od programu głównego timer T0 generuje co 260µs przerwanie, które zmienia stan wyjścia P3.0 na przeciwny. W ten sposób powstaje ton o częstotliwości 1923Hz, wykorzystywany do nadawania sygnałów typu **ZAPROSZENIE** czy **POTWIERDZENIE**.

Dzięki przyjęciu tak wysokiej częstotliwości uniknięto możliwości zakłócenia odbiornika DTMF. Początkowo częstotliwość tego tonu wynosiła 683Hz, ale podczas uruchamiania modelu zdarzało się, że taka fala prostokątna wraz ze składowymi harmonicznymi była traktowana przez odbiornik DTMF jako przypadkowe cyfry. Najwyższa częstotliwość w sygnalizacji

DTMF wynosi 1633Hz i jest dostatecznie odległa od tonu generowanego przez procesor.

Drugi timer T1 generuje przerwanie co 11ms. Po takim czasie są próbkowane detektory prądu w linii wejściowej i sprawdzane wyjścia odbiornika DTMF. Dłuższe odstępy czasowe otrzymuje się po podzieleniu tej podstawy czasu.

Montaż

Wszystkie podzespoły mostka zamontowano na jednej, dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na **rys. 4**.

Można na nim zauważyć wyraźnie rozdzielone:

- zespół linii wejściowej (Z2 do TR1);
- zespół linii wyjściowej (Z3 do TR2);
- sterownik (U1) z odbiornikiem DTMF (U5) i kluczami analogowymi (U4);
- zasilacz (U2, U3).

Takie rozmieszczenie elementów zmniejsza ryzyko przebiegów, likwiduje zakłócenia oraz ułatwia montaż i uruchamianie. Montaż rozpoczynamy od elementów najniższych. Pod wszystkie układy scalone, oczywiście z wyjątkiem stabilizatora U2, montujemy podstawki. Podstawki montujemy też pod transoptory TO1 i przekaźniki P1. Na końcu wlotowujemy transformatory separujące TR1, TR2 i rezonator kwarcowy Q1, którego wyprowadzenia łatwo ukruszyć przy manipulowaniu płytka. Sposób montażu transformatorów w zasadzie nie ma większego znaczenia. Dla porządku podam, że wyprowadzenie oznaczone na płytce drukowanej cyfrą 1 znajduje się między nóżkami 2 i 6. Te dwie cyfry można znaleźć na szpulce transformatora, patrząc od strony wyprowadzeń.

Uruchomienie

Zacynamy jak zawsze od starannego sprawdzenia poprawności montażu. Jeśli nie ma żadnych zwarców między punktami lutowniczymi i wszystkie elementy wlotowaliśmy prawidłowo, możemy przystąpić do uruchomienia. Wyciągamy z podstawek wszystkie układy scalone, OptoMosy i transoptory. Do złącza Z1 podłączamy

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2, R3, R4: 10Ω/0,25W
 R5: 1kΩ/0,25W
 R6, R7, R11: 10kΩ/0,25W
 R8, R9: 100kΩ/0,25W
 R10, R12: 39kΩ/0,25W
 R14, R15: 22kΩ/0,25W
 R13, R16: 330Ω/0,25W

Kondensatory

- C1, C2, C3, C4, C5^(*), C6, C7^(*): 100nF/63V
 C8, C9: 22pF
 C10, C11: 1µF/63V unipolarne
 C12, C13, C14, C15, C16: 10µF/16V
 C17: 0,47µF/250V
 C18: 1000µF/40V
 C19: 100µF/16V

Półprzewodniki

- D1, D2: 1N4148
 DZ1, DZ2: BZX83C10
 DZ3, DZ4: BZX85C15
 MD1, MD2, MD3, MD4, MD5: B80C1500
 P1: LAA110 (CP-Clare)
 TO1: PC847
 T1, T2: BC517
 U1: AT89C2051 (Atmel) zaprogramowany
 U2: 7805
 U3: ICL7660
 U4: HCT4053
 U5: MT3170 (Mifel)
 W1, W2: SIOV-S14K150 (Siemens)

Różne

- Q1: 4,194304MHz
 TR1, TR2: 4303-136-002 (TELZAM-Zambrów)
 Z1, Z2, Z3: zaciski ARK2
 ZW1, ZW2, ZW3: jumpery

Uwaga! Elementy oznaczone () - patrz tekst.*

zasilacz o napięciu 9-30V. Wolto-mierzem sprawdzamy obecność napięcia +5V między wyprowadzeniami 10 (masa) i 20 (+5V) na podstawie procesora U1. Jeśli napięcie mieści się w granicach 5% tolerancji, wyłączamy zasilacz, czekamy chwilę aż rozładuje się kondensator elektrolityczny C18 i wkładamy w podstawkę układ przetwornicy U3. Ponownie załączamy zasilanie i sprawdzamy, czy na nóżce 5 (Vout) układu U3 pojawiło się napięcie około -5V względem masy. Jeśli wszystko przebiegło pomyślnie, to po wyłączeniu zasilania obsadzamy

wszystkie podstawki, zwracając oczywiście uwagę na sposób wkładania układów scalonych. Pozostałe czynności sprawdzające możemy wykonać po dołączeniu mostka do centrali.

W pierwszym etapie będzie potrzebny zasilacz regulowany, dwie linie telefoniczne i telefon z wybieraniem DTMF. W ostateczności wystarczy zestaw pięciu płaskich baterii 3R12, jedna linia i pomoc drugiej osoby dysponującej własną linią i telefonem z wybieraniem tonowym. Usuwamy zworę ZAJ (ZW3). Do złącza linii wejściowej Z2 podłączamy linię telefoniczną. Włączamy zasilanie mostka, a do złącza linii wyjściowej Z3 podłączamy przez rezystor $1k\Omega/0,5W$ zasilacz regulowany ustawiony na napięcie 12V lub trzy baterie 4,5V połączone szeregowo. Z telefonu należy zadzwonić na numer linii wejściowej i po usłyszeniu sygnału *ZAPROSZENIA* podać hasło, czyli cyfry 1, 2, 3, 4. Powinniśmy otrzymać

sygnał *WYBORU_POLECENIA*. Naciskamy klawisz oznaczony cyfrą 2. Po sygnale *POTWIERDZENIA* usłyszymy cykliczny sygnał *POLECENIE_2*. Teraz naciskamy klawisz # (hash).

Odpowiedzią powinien być sygnał *OSTRZEGAWCZY*, ponieważ napięcie 12..13,5V występujące na linii wyjściowej jest normalnie za niskie i wskazuje na jej zajęcie przez równolegle dołączony telefon. Jeśli jednak mostek wysłał sygnał *POTWIERDZENIA*, należy zmniejszyć wartość rezystora R9, aż do uzyskania sygnału *OSTRZEGAWCZEGO*.

W kolejnym kroku zwiększamy napięcie na linii wyjściowej do wartości 20..22,5V. W takiej sytuacji powinniśmy zawsze otrzymać sygnał *POTWIERDZENIA*. Jeśli mostek wysłał sygnał *OSTRZEGAWCZY*, musimy zwiększyć wartość rezystora R9. Jeśli po zainstalowaniu mostek będzie miał linię wyjściową na wyłączność, tzn. do linii telefonicznej podłą-

czony do złącza Z3 nie będzie włączony żaden równoległy telefon, dobieranie wartości rezystora R9 możemy pominąć. W takim przypadku można zewrzeć zworę ZW3 opisaną na płytce drukowanej skrótem ZAJ. Dodatkowo wskazane jest wówczas usunięcie rezystora R8.

Na koniec ustalamy liczbę dzwonek, po których mostek ma odbierać połączenie. Przy rozwartej zworze ZW1 mostek włącza się już po pierwszym dzwonku. Przy zwartej zworze potrzeba na to pięciu dzwonek. Zworka ZW1 jest opisana na płytce drukowanej symbolem 5DZ. Jeśli mostek jest podłączony do centrali abonentki o nieciągłym sygnale zgłoszenia, musimy zewrzeć zworę ZW2 (ZGL). Dzięki temu mostek nie będzie sprawdzał sygnału zgłoszenia przed wybraniem numeru. Po wykonaniu tych wszystkich czynności mostek jest gotowy do pracy.

Tomasz Gumny, AVT