Uwaga:
- Rysunki (*gif, *jpg) w dokumencie dodano w celach informacyjnych. Najaktualniejsze rysunki znajdują się w plikach .SCH i *.PDF (dotyczy schematów).

Mała centralka telefoniczna 2x4 z CLIP

W EP pojawiło się wiele opisów różnych urządzeń telekomunikacyjnych, ale przez 17 lat istnienia czasopisma opublikowano tylko trzy konstrukcje central telefonicznych: EP 10/98 (AVT-475), EP8/2001(AVT-5030) i EP 6/2009 (64porty)). AVT-5030 to łącznica polowa (ręczna) na 6 nr. AVT-475 jest małą centralką i nie obsługuje sygnalizacji DTMF. Centrala 64 porty jest konstrukcją dużą i skomplikowaną. Brakowało czegoś pośredniego, dlatego zabrałem się do pracy. O efektach można przeczytać poniżej.

Poprzedni projekt centrali (centrala 64 porty) był zbyt skomplikowany dla wielu osób. Czytelnicy byli zainteresowani prostą tanią centralką. Opracowałem stosowną konstrukcję. Trzeba jednak mieć świadomość, że uproszczenia zaowocowały pewnymi ograniczeniami (np. brak LCR/ARS). Jeśli będzie odpowiednie zainteresowanie, powstanie konstrukcja bardziej klasyczna, w której ograniczeń prawie nie będzie. Najnowsze kody źródłowe i wynikowe do centrali można znaleźć na http://r-mik.eu/ct2x4

Uwaga!
Program rozpowszechniany jest na licencji GPL. Definicję licencji GPL można znaleźć w archiwum z kodami źródłowymi.

Głównym założeniem centralki był niski koszt, prosta konstrukcja i funkcjonowanie usługi CLIP. Budowa centralki została oparta o konstrukcję “Multipleksera Telefonicznego” opisanego (EP 8/2010). Przyjęto taką samą zasadę, że abonent wewnętrzny jest galwanicznie połączony z linią miejską. Dzięki temu konstrukcja centrali znacznie się uprościła (praktycznie nie istnieje translacja miejska) no i działa usługa CLIP. Wadą takiego uproszczenia jest to, że gdy do linii miejskiej przypisana jest grupa abonentów, CLIP otrzyma tylko pierwszy z nich. Mogą także pojawić się problemy z usługami przywoływanymi klawiszem FLASH.

Charakterystyka centrali:

LM ASS (FXO)	2	(tylko DTMF)
LW ASS (FXS)	4	(tylko DTMF)
Liczba dróg rozmównych:	3	(dwie rozmowy z miastem, jedna wewnętrzna)
LCR:	brak	
CLIP z miasta:	FSK	(DTMF tak, jeśli nadawany po pierwszym dzwonku)
CLIP wewnętrzny:	brak	
Grupy abonentów:	tak	(tylko pierwszy składnik grupy otrzymuje CLIP'a z miasta)
Restrykcje:	tak	16 kategorii
Bufor rozmów:	nie	(dane bilingowe na RS232C - taryfikacja zewnętrznym programem)
Tryby pracy (dzień/noc):	nie	
Złącza LM i LW:	RJ-12 lub RJ-45	
Pobór Prądu:		
Vcc	40..50mA	
+/-12V	100..200mA	
24V	8..170mA	
Vring	0..15mA	
Pobór mocy ze źródła 230V:	6..10W	
Czas restartu centrali:	poniżej 2 sekund	
Wymiary	dwie płytki 170x140mm (dostosowane do obudowy KM-85)	

Jako, że jest to mała centrala, większość połączeń wychodzących jest realizowana “na miasto”, a nie wewnętrznie. Nie wyobrażam sobie wybierania “cyfry wyjścia na miasto” w postaci “0” lub, o zgrozo,

“82”, dlatego po podniesieniu słuchawki abonent łączony jest z linią miejską. Jeśli jest to niemożliwe, abonent otrzymuje ton informujący o tym fakcie, z możliwością wybrania numeru wewnętrznego lub funkcji. Jeśli zostaliśmy połączeni z linią miejską, a chcemy wybrać numer wewnętrzny, to go po prostu wybieramy. Centrala rozpozna numer wewnętrzny i zwolni linię miejską. Jak to możliwe, że numery wewnętrzne nie pokrywają się z miejskimi? To proste, numery wewnętrzne rozpoczynają się od “#”. HASH nie został wybrany przypadkowo, znak ten jest używany w bamkach VoIP do poinformowania o zakończeniu wybierania. Dzięki temu bramka, po odebraniu „#x”, nie wykona żadnej akcji (wygeneruje sygnał zajętości). Podobnie zachowa się linia telekomunikacyjna, ponieważ dla niej znak „#” jest informacją o powołaniu usług, a kod usługi składa się z kilku cyfr.

Słowniczek:

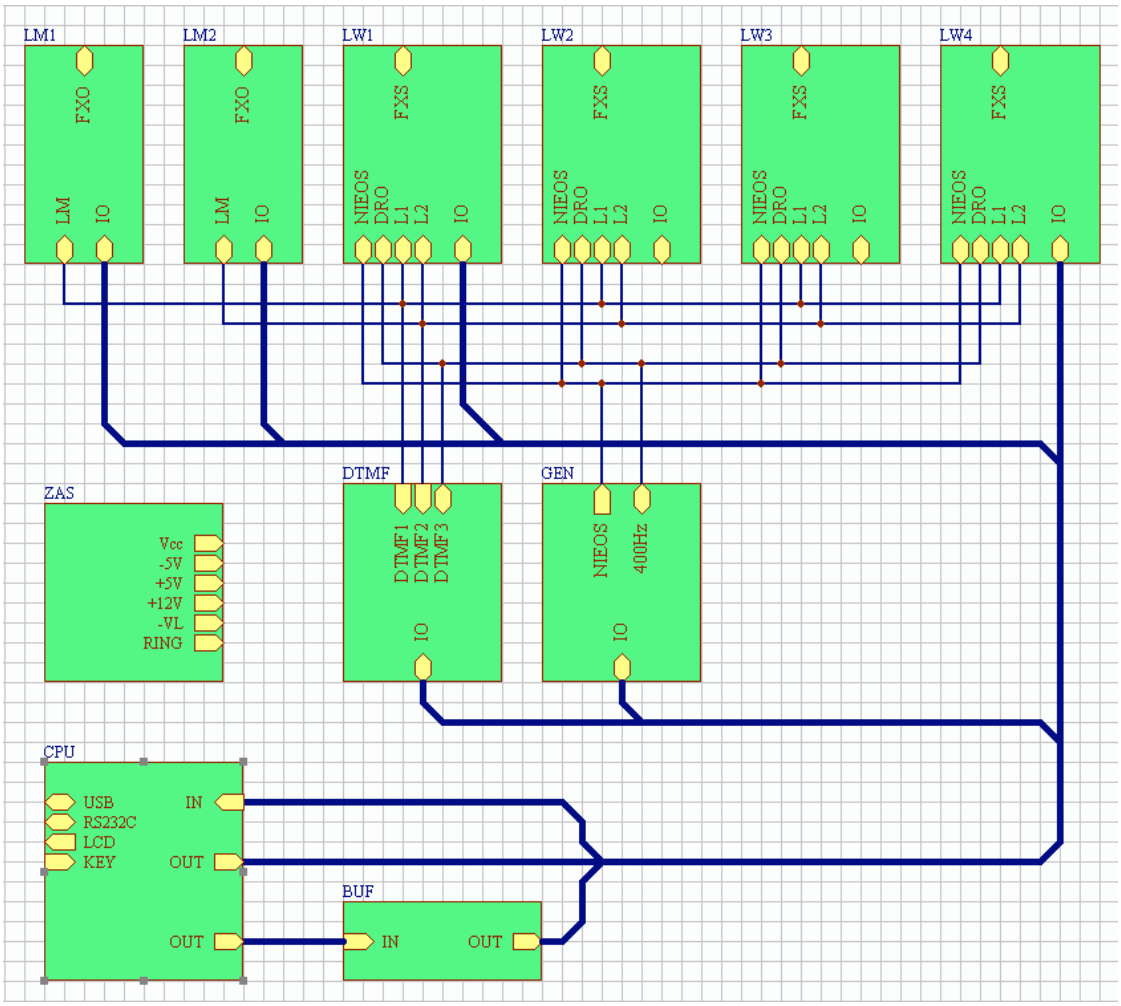
VOIP	ang. Voice over IP – przesyłanie głosu w sieciach IP.
DISA	ang. Direct Inward System Access – usługa polegająca na tym, że można zadzwonić na numer abonenta wewnętrznego bez pośrednictwa telefonistki (innego abonenta).
DTMF	ang. Dual Tone Multi Frequency – tonowy sposób wybierania cyfr.
POTS	ang. Plain Old Telephone Service – tradycyjna linia telefoniczna.
FXO	ang. Foreign eXchange Office - zewnętrzny port telefonicznej linii analogowej POTS - do którego podłącza się linię z centrali nadrzędnej/publicznej.
FXS	ang. Foreign eXchange Station - wewnętrzny port telefoniczny abonenta - do którego podłącza się telefon/fax/modem itp.
Centrala nadrzędna	centrala do której jest podłączona centrala wewnętrzna, za pośrednictwem translacji miejskich FXO. Czasem central nadrzędną określa się jako centralę miejską.

Budowa i zasada działania:

Zasilacz jest zbudowany z klasycznych stabilizatorów liniowych. Ze względu na to, że problematyczny jest zakup transformatora, który nadawał by się do wykorzystania w centrali (takie transformatory są produkowane na zamówienie producentów central PABX) zdecydowałem się na użycie dwóch transformatorów. Jeden służy do uzyskania napięcia liniowego i dzwonienia (TR2 typu TS6/41), drugi do zasilania układów cyfrowych i wzmacniaczy operacyjnych oraz przekaźników (TR1 typu TS 8/28). Jeśli zastosujemy inny transformator/transformatory to ich wyprowadzenia podłącza się z do łącz J1, J2, J7 i J8. Przy zasilaniu napięciem niesymetrycznym (transformator bez wyprowadzonego środka uzwojenia) zasilanie należy podać na pin 1 i zwarte ze sobą piny 2 i 3 złącza J2. W tej sytuacji nie montujemy mostka M2 (napięcie zasilające jest prostowane na diodach D8 i D9). Jeśli transformator ma wyprowadzony środek (napięcie symetryczne) nie montujemy diod D8 i D9 (napięcie jest prostowane w mostku M2). Środek uzwojenia podłączamy do pinu 1 złącza J2. Jedno z uzwojeń transformatora podłączamy do pinu 2 złącza J2, drugie do pinu 3.
Układy U2..U4 pracują w typowym układzie aplikacyjnym. Zależnie od wymaganego napięcia dla części cyfrowej należy wlutować jeden ze stabilizatorów U2a (3V3) lub U2b (5V). Ze względu na to, że nie są produkowane stabilizatory napięcia ujemnego o wartości 24V, zastosowano stabilizator napięcia dodatniego włączonego w trochę nietypowy sposób (z uziemionym wyjściem), wg noty katalogowej producenta. Warto też zauważyć, że jedno z wyprowadzeń uzwojenia napięcia dzwonienia jest podłączone do napięcia liniowego –VL. Diody świecące sygnalizują obecność poszczególnych napięć.

Pewne napięcia są generowane **na płycie głównej**. Dotyczy to prądu dzwonienia i napięcia „polaryzacji” optotriaków. Na schemacie płyty głównej widać, że kondensatory C50, C51 separują napięcie liniowe od prądu dzwonienia. Jest to konieczne, ponieważ aby wyłączyć optotriak, napięcie na nim musi spaść prawie do zera. Dlatego zastosowano kondensatory szeregowe C50, C51. Obwód z diodami D34, D35 i C52 wytwarza napięcie ujemne około –100V. Napięcie to po zsumowaniu z napięciem liniowym, podawane jest na optotriaki za pośrednictwem rezystorów R96, R97.
Dziwny może się wydać fakt, dodawania napięcia dzwonienia do napięcia liniowego w zasilaczy, a późniejsze odseparowanie napięć kondensatorami C50 i C51. Celem takiego postępowania była chęć zbudowania zasilacza, który w przyszłości może służyć do zasilenia nowszej wersji centrali.

Centrala składa się z następujących bloków:

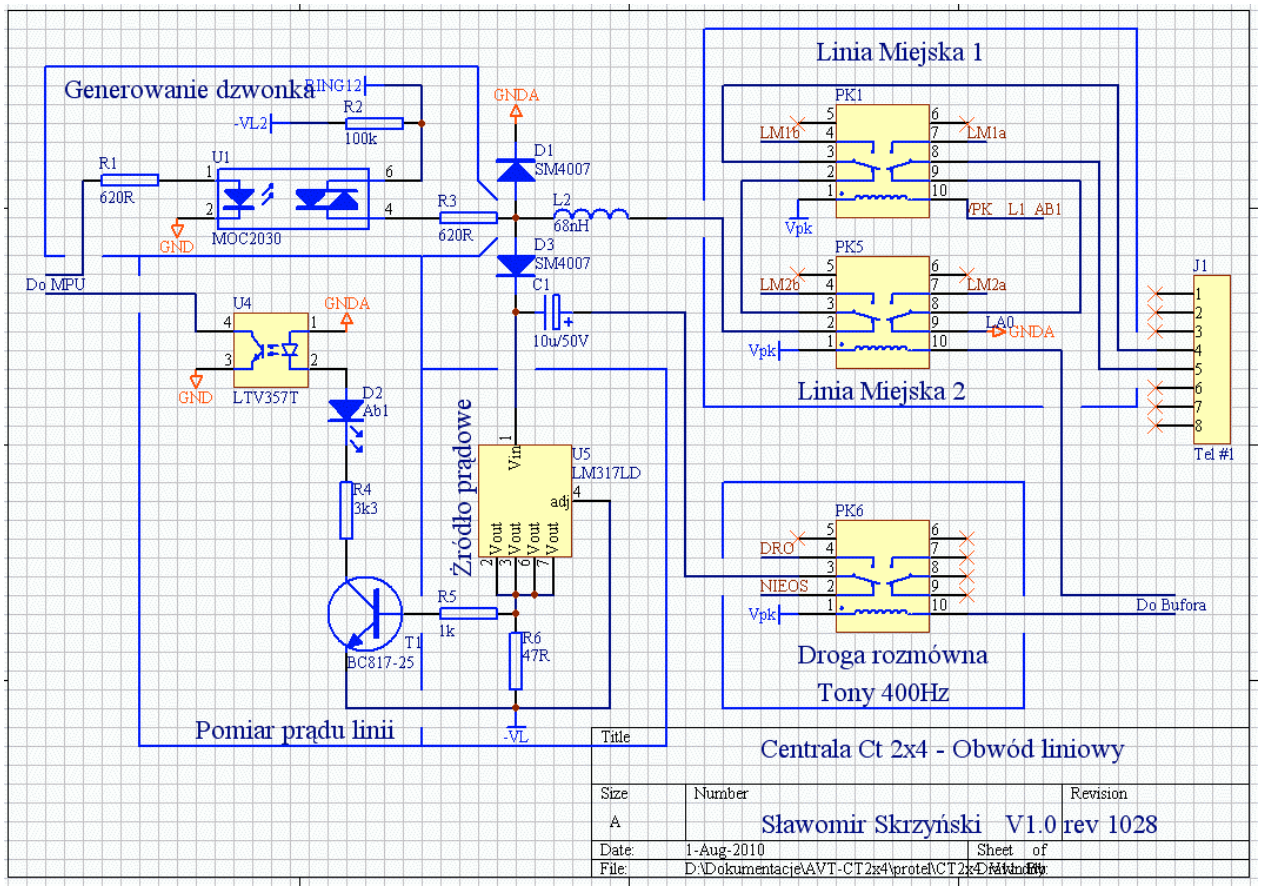


(rysunek - plik „Blokowy.sch”).

- zasilacza (ZAS)
- czterech liniowych obwodów abonenckich (FXS)
- dwóch obwodów linii miejskich (FXO)
- trzech odbiorników DTMF (DTMF)
- generatora tonów 400Hz i tonu nieosiagalności (GEN)
- mikrokontrolera z interfejsami LCD, RS232C i USB (CPU)
- układów buforów mocy (BUF)

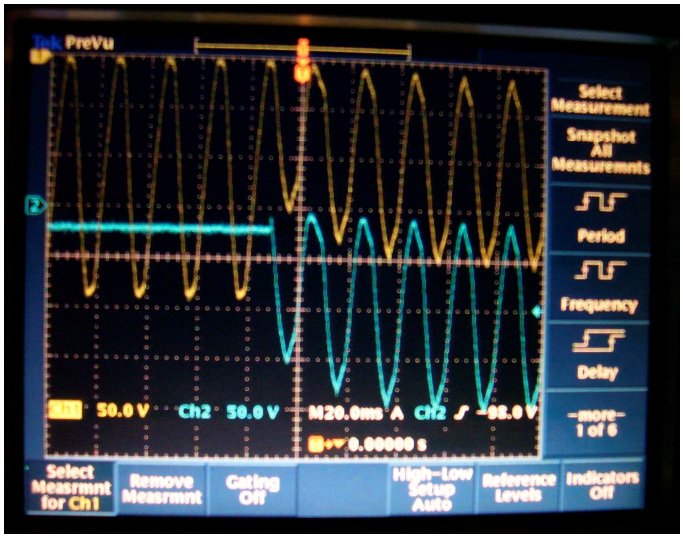
Liniowy obwód abonencki składa się z:

- obwodu stabilizacji prądu liniowego (źródła prądowego) zrealizowanego na stabilizatorze U5 (LM317) i R6 (47R)
- obwodu wykrywania prądu liniowego (tranzystor T1 typu BC817) i interfejsu do MPU (transoptor U4 typu LTV357T)
- obwodu generowania prądu dzwonienia (optotriak U1 typu MOC3020) oraz rezystor R3
- obwodu zabezpieczającego źródło prądowe przed uszkodzeniem prądem dzwonienia (diody D1, D3 typu SM4007)
- obwodu komutacji z linią miejską (przekaźniki PK1, PK5)
- obwodu komutacji z liniami wewnętrznymi oraz sygnałami informacyjnymi (PK6)



(rysunek - plik „ObwodLiniowy.sch”).

W stanie spoczynku przekaźników PK1 i PK5, telefon (przyłączony do gniazda J1), jest podłączony do źródła prądowego U5. Po podniesieniu słuchawki prąd przepływający przez rezystor R6 powoduje przewodzenie tranzystora T1. Tranzystor ten zaświeca diodę D2 oraz diodę w transoptorze U4. Wyjście transoptora jest podłączone z portem wejściowym mikrokntorlera, dzięki czemu może on stwierdzić fakt podniesienia słuchawki przez abonenta. W stanie spoczynku, przekaźnik PK6, przyłącza abonenta do generatora sygnału nieosiągalności. W stanie aktywnym PK6, abonent jest podłączony do wewnętrznej drogi rozmównej. Do drogi rozmównej jest przyłączony także dekoder tonów DTMF. Prąd dzwonienia przez rezystor zabezpieczający R3 trafia w linię abonencką. Dioda D1 zabezpiecza źródło prądowe przed uszkodzeniem prądem dzwonienia, który ma wartość -24..-100V. Jednocześnie dioda ta nie wpływa na pracę źródła, gdy prąd dzwonienia jest wyłączony. Proszę zauważyć, że prąd dzwonienia jest nałożony na stałe ujemne napięcie liniowe. Jest to konieczne do określenia momentu podniesienia słuchawki przez abonenta podczas generowania sygnału dzwonka. Na schemacie obwodu liniowego widzimy, że za sprawą U5 i R6, na nieobciążonej linii panuje napięcie –24V. Za pośrednictwem R3 jest ono doprowadzone do optotriaka. Jak pisałem wcześniej w obwodzie C50, C51, D34, D35 **na płycie głównej** napięcie dzwonienia jest sumowane z napięciem liniowym. Dzięki tym zabiegom, w trakcie dzwonienia do abonenta, napięcie na „wejściu” i „wyjściu” optotriaka oscyluje w granicach –24..-100V. W przerwie pomiędzy dzwonkami napięcie na „wyjściu” optotriaka wynosi około –24V, natomiast na „wejściu” nadal oscyluje pomiędzy –24, a –100V. Dzięki temu optotriak może się wyłączyć. Na rysunku **(plik „oscylogramL.JPG”)** widać napięcie dzwonienia na wejściu triaka (żółta linia) oraz na wyjściu (niebieska). W połowie oscylogramu widać moment załączenia optotriaka.

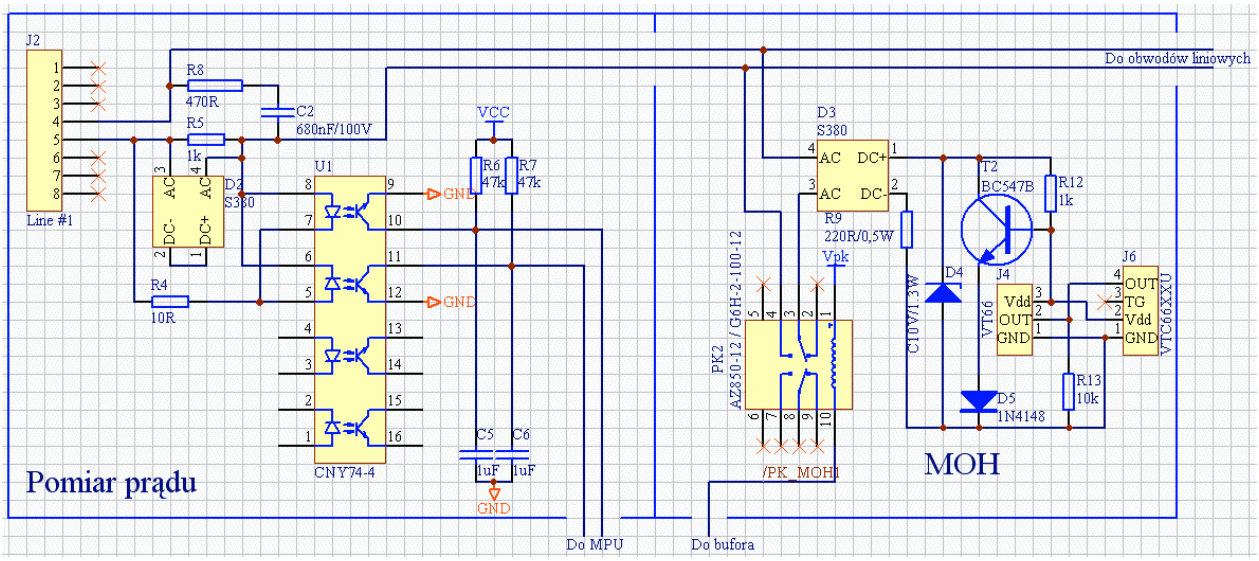


(rysunek – plik „oscylogramL.JPG”)

Dioda D1 zwiera ewentualne dodatnie połówki napięcia dzwonienia. W przeciwnym wypadku napięcie to, za pośrednictwem D3 mogło by uszkodzić źródło prądowe. Sygnał audio modulowany w linii telefonicznej trafia do przekaźnika PK6, za pośrednictwem kondensatora separującego C1. Przekaźniki PK1 i PK5 umożliwiają bezpośrednie przyłączenie abonenta do linii miejskiej 1 lub 2.

Obwód linii miejskiej zbudowany jest z:

- układu wykrywania prądu linii miejskiej (D2, R4, U1)
- odwodu podtrzymania linii i generowania melodii (MOH) zaczerpnięty z artykułu Tomasza Gumnego opisanego w EP 10/98
- dekodera DTMF (na płycie głównej)



(rysunek - plik „Translacja.sch”).

Napięcie odkładające się na diodach nietypowo włączonego mostka prostowniczego powoduje wysterowanie jednej diody w transoptorze. O tym, która dioda zaświeci się, decyduje polaryzacja napięcia. W stanie aktywnym, tranzystor wyjściowy transoptora, rozładowuje kondensator obwodu RC. Stała czasowa jest dobrana na około 200ms. Obwód C2, R8 zamyka obwód dla prądu dzwonienia. Dzięki temu, podczas dzwonienia na linię miejską, dwa wyjścia transoptora znajdują się na poziomie niskim. Zagadkowa może być funkcja spełniania przez rezystor R5. Jest on konieczny w niektórych modelach aparatów, które pobierają stosunkowo duży prąd z linii w stanie spoczynku. Dzięki niemu możliwe jest wykrycie odłożenia słuchawki (część prądu płynie przez rezystor).

Jeśli po zakończonej rozmowie centrala nie wykrywa zwolnienia linii należy zmniejszyć wartość rezystora R5.

W stanie zawieszenia abonenta miejskiego, zwierają się styki przekaźnika PK2. Wtedy to rezystor R9 obciąża linię miejską. Aby umilić oczekiwanie abonentowi zawieszonemu, dobudowano układ generujący melodię. Układ umieszczany w gnieździe J4 lub J6 jest zasilany z linii miejskiej. Mostek D3 uniezależnia zasilanie układu generatora od aktualnej polaryzacji napięcia w linii. Złącze baza-emiter tranzystora T2 oraz dioda D5 ustalają napięcie zasilania układu melodyjkowego. Dźwięk, zamiast z wyjścia układu, jest pobierany ze źródła zasilania, czyli m. in. ze złącza baza-emiter tranzystora T2. Zmiana tego prądu wpływa na wysterowanie tranzystora, a w konsekwencji na spadek napięcia w obwodzie D3 T2, D5, R9. Poziom sygnału melodyjki można zmieniać wartością rezystora R13 (2..10kΩ). Dzięki złączom J4 i J9 można wstawić układy różnych producentów.

Choć w torze rozmównym znajdują się diody czyli elementy nieliniowe, to nie wprowadzają one zniekształceń dźwięku, ponieważ cały czas są spolaryzowane (przewodzą – płynie przez nie prąd linii).

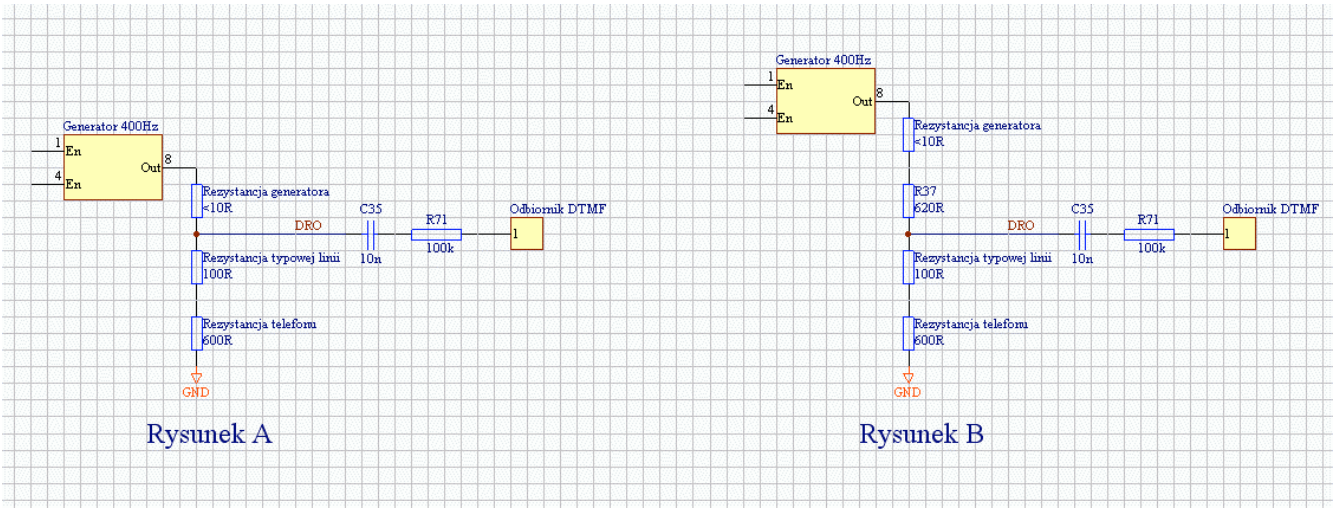
W translacji użyto tranzystora MPSA42 na maksymalne napięcie kolektor-emiter 300V. Jak wiadomo na linii telefonicznej w stanie spoczynku pojawia się napięcie około 50V. Wystarczył by więc tranzystor typu BC547B. Niestety napięcie 50V występuje tylko w „normalnym” stanie linii. W pewnych sytuacjach, nie da się jednak wykluczyć pojawienia się tam napięć wyższych, np. prądu dzwonienia. Dlatego najbezpieczniej użyć MPSA42. Tranzystor ten jest dość tani, ale gdy będą problemy z jego zdobyciem można zastosować BC546B lub ostatecznie BC547B. Wszystkie one maja taki sam rozkład wyprowadzeń.

Dekodery DTMF:

Do linii miejskiej, za pośrednictwem kondensatorów C17, C18 dla linii miejskiej 1, M1 i C19, C20 dla linii miejskie 2, przyłączone są odbiorniki DTMF. Pracują one w trybie różnicowym, dzięki czemu nie ma bezpośredniego połączenia pomiędzy liniami 1 i 2. Takie rozwiązanie zlikwidowało konieczność stosowania dużych i drogich transformatorów separujących linię telekomunikacyjną. C35 doprowadzony jest do drogi rozmównej. Droga ta posiada wspólną masę z odbiornikami DTMF, dlatego odbiornik U14 nie musi pracować w trybie różnicowym. Odbiorniki przyłączone do linii miejskich umożliwiają „podsłuchiwanie" generowanych kodów. Dzięki temu możliwa jest realizacja restrykcji dla abonentów oraz zapamiętywanie wybranego numeru w celu taryfikacji.

Generator 400Hz:

Układ generatora tonu zbudowany jest na bramkach Smith'a układu U4. Bramka U4A generuje ton około 400Hz, U2B przebieg prostokątny 2Hz służący, po zsumowaniu z tonem 400Hz, do generowania sygnału nieosiągalności. Ton 400Hz i nieosiągalności są wzmacniane prądowo w buforze zrealizowanym na wzmacniaczu operacyjnym U5. Obwody R/C na wejściach wzmacniaczy, tworzą filtr dolnoprzepustowy, co powoduje złagodzenie przebiegu prostokątnego, przez co jest on pozbawiony wyższych charmonicznych. Taki ton jest jest „przyjemniejszy" dla ucha. Rezystory 620R na wyjściach wzmacniaczy, dopasowują ich rezystancję do impedancji telefonu. Brak tych rezystorów uniemożliwiłby lub bardzo zakłócił funkcjonowanie dekodera DTMF. Gdyby rezystorów nie było ton generowany przez telefon byłby bardzo cichy i odbiornik DTMF nie pracował by poprawnie. Przypadek taki obrazuje rysunek A.



(rysunek - plik RezystancjaGeneratora.sch)

Jak widać rezystancja generatora tworzy wraz z rezystancją linii i telefonu dzielnik 1:70. Sygnał z generatora byłby tłumiony siedemdziesięciokrotnie, co oznacza, że sygnał DTMF z telefonu o amplitudzie 200mV został by stłumiony do niecałych 3mV. Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja na rysunku B. Dzięki rezystorowi R37, stosunek rezystancji wynosi w przybliżeniu 1:1 co oznacza, że zarówno ton generatora jak i ton DTMF są tłumione jednakowo. W tej sytuacji ton DTMF o amplitudzie 200mV zostanie stłumiony do 100mV. Taki sygnał zapewnia dobre warunki pracy dekodera DTMF.

MPU:

Do sterowania centralą wykorzystano procesor AtMega128. W projekcie, z dużym zapasem wystarczyłaby AtMega64, ale okazało się, że jego koszt jest praktycznie taki sam jak „większego brata". Procesor jest taktowany zegarem 11.0592MHz, dzięki czemu porty szeregowe mogą bez problemu pracować z prędkością 230,4kb/s. Procesor z nadrzędnym komputerem czy drukarką

komunikuje się za pomocą interfejsu RS232C i USB. Oba interfejsy zapewniają izolację galwaniczną. W przypadku RS232C są to transoptory U21 i U22. Diody D26 i D28 ładują kondensator C45 do napięcia ujemnego, dzięki czemu nie ma problemów przy współpracy portu RS232C z komputerem. Układ U25 typu FT232BM zapewnia współpracę centrali z komputerem wyposażonym w interfejs USB. Zastosowano klasyczne rozwiązanie z noty aplikacyjnej, z tą zmianą, że dodano transoptory U15 i U16. Niektórzy czytelnicy zadadzą pytanie, po co izolacja galwaniczna? Otóż podczas budowy rejestratora telefonicznego, w którym nie było izolacji galwanicznej od strony linii zapewnionej przez transformatory tylko kondensatory, po przyłączeniu komputera, pojawiał się przydźwięk sieci, uniemożliwiając poprawną pracę dekodera DTMF. Powodem problemów było uziemienie, z jednej strony komputera, z drugiej linii telefonicznej w centrali. Problem można było na dwa sposoby, odizolować linię telefoniczną transformatorem lub odizolować urządzenie od komputera. Wybrałem drugie, tańsze rozwiązanie.
Układy U12, U13 spełniają funkcje buforów do sterowania przekaźnikami. Układy te są popularne i tanie. Najistotniejszą ich zaletą są wbudowane diody likwidujące przepięcie powstające w momencie rozłączania cewki przekaźnika.
Układ U29 (pamięć eeprom) nie jest obsługiwana przez aktualną wersję oprogramowania. Pamięć jest przewidziana do przechowywania danych bilingowych.
Dlaczego wyświetlacz LCD zasilono z innego napięcia niż pozostałe układy cyfrowe? Wynika to z faktu, że mogą one być zasilane napięciem 3,3V. Wyświetlacze LCD na 3,3V są trudniej osiągalne. Gdy zasilimy wyświetlacz z 5V, to bez problemu zaakceptuje on na wejściach sygnały 3V3, ale przy odczycie LCD należało by już użyć konwertera poziomów. Aby uprościć układ, zrezygnowano z niego, godząc się na jednokierunkową transmisje danych.

Płytka została podzielona na dwie logiczne części oddzielone od siebie galwanicznie. Na jednej części znajdują się obwody niskonapięciowe (MPU, generatory) na drugiej wysokonapięciowe (obwody linii miejskich, obwody liniowe). Część cyfrowa posiada na warstwie spodniej płytki, dużą powierzchnię masy. Wszystkie te zabiegi mają na celu wyeliminowanie uszkodzenia czułych obwodów cyfrowych przez przepięcia występujące w obwodach liniowych.
Na płycie głównej centrali, w wydzielonym bloku (oddzielonym grubą linią na warstwie opisu) z lewej strony znajdują się elementy, których nie ma na schemacie. Elementy te są przewidziane do rozbudowy centrali.

Idea działania sprzętu i programu

Po podniesieniu słuchawki przez abonenta wewnętrznego, zaczyna płynąć prąd przez źródło prądowe. Fakt ten jest wykrywany przez MCU i po programowym odfiltrowaniu zakłóceń, abonent za pośrednictwem przekaźnika PK1 lub PK5 (patrz rysunek **„ObwodLiniowy.sch”**) jest łączony z linią miejską. Następnie badany jest prąd linii, jeśli nie pojawi się w zadanym czasie, przekaźnik PK1/PK5 jest zwalniany, a abonent przyłączany przez PK6 do drogi rozmównej lub gdyby była ona zajęta, do sygnału nieosiągalności. Jeśli abonent jest przyłączony do linii miejskiej i pierwszym wybranym znakiem nie jest “#” cyfry są wybierane bezpośrednio w centrali nadrzędnej. Funkcja centrali ogranicza się w takiej sytuacji do monitorowania wybieranych cyfr, aby w razie konieczności (przekroczenie uprawnień) rozłączyć połączenie. Ponadto centrala sprawdza czy prąd w linii nie zanikł na dłużej niż 1 sekunda (odłożenie słuchawki), jeśli tak to linia miejska zostaje zwolniona. Wykrycie krótkiej przerwy w linii (naciśnięcie klawisza FLASH na telefonie) powoduje włączenie podtrzymania linii miejskiej przez układ MOH (na linii miejskiej słychać muzykę), a abonent wewnętrzny zostaje przyłączony do drogi rozmównej (jeśli jest wolna) dzięki czemu może rozmowę przekazać na inny numer wewnętrzny. Jeśli droga jest zajęta, to otrzyma sygnał nieosiągalności, a po naciśnięciu FLASH wróci do rozmowy na linii miejskiej.

Jeśli po podniesieniu słuchawki wszystkie linie są zajęte lub uszkodzone, abonent jest przyłączany do wewnętrznej drogi rozmównej o ile jest wolna. Jeśli droga jest zajęta, otrzyma sygnał nieosiągalności i musi spróbować połączyć się później. Jeśli jednak droga jest wolna to może wykonać połączenie wewnętrzne, wybierając # numer abonenta wewnętrznego.

Jeśli po podniesieniu słuchawki na tle sygnału linii miejskiej abonent wybierze “#” to centrala czeka na koleją cyfrę. Jeśli jest to numer abonenta wewnętrznego, to o ile jest wolna droga wewnętrzna, nastąpi połączenie z wybranym abonentem.
W wyżej opisanej sytuacji, abonent po wybraniu “#” nie jest jeszcze łączony z droga wewnętrzną. Zapytacie dlaczego? Otóż, gdyby tak zrobić, to w sytuacji gdy droga jest zajęta, a abonent chce wymusić wyjście inną linią miejską, operacja nie powiodła by się.

W nowszej wersji programu, przewiduje się możliwość wybrania linii miejskiej kodem #5 dla linii miejskiej 1 i #6 dla linii miejskiej 2.

Pojawienie się sygnału dzwonienia na linii miejskiej powoduje podłączenie pierwszego abonenta grupy do centrali nadrzędnej. Działania centrali ograniczają się do określenia odebrania rozmowy. Jeśli abonentów w grupie jest więcej, to do pozostałych jest wysyłany dzwonek z centrali wewnętrznej. Ten z abonentów wewnętrznych, który pierwszy podniesie słuchawkę jest łączony z linią miejską. A jak stwierdzić, że pierwszy składnik grupy (otrzymujący dzwonek z linii miejskiej, a nie centrali wewnętrznej) podniósł słuchawkę? To proste, w takim wypadku zacznie płynąć prąd w jednym kierunku na tylko linii miejskiej, a nie na abonencie wewnętrznym.

O tym, że napisanie programu obsługującego centralę nie jest łatwe przekonał się każdy, kto tego próbował. Problem programu to jedno, problem sprzętu to inne, jeszcze większe kłopoty. Dodatkową trudnością były fałszywe zmiany stanów w chwili zmiany stanu przekaźników liniowych. Spowodowało to konieczność wprowadzenia czasów martwych po zmianie stanu przekaźnika. Takich problemów nie było przy pisaniu programu na centralę 64 porty, gdzie część abonencka była oddzielona od linii miejskich transformatorami. Długo „walczyłem” z problemem zajmowania innych linii abonenckich po zadziałaniu przekaźnika. Doprowadziło to do tego, że prosty warunek:

```
if ( OFH1 == 0 )
```

Zmienił się na:

```
If (Port[1] == FAB_FREE)
```

Współpracującą z procedurą wywoływaną 1000 razy na sekundę w przerwaniach:

```
        if ( OFHl == 0 )                            // Jeśli poziom niski to dodawaj
                {
                if ( Port[x] < (128+MAXTIMEZGL) )   // i nie ma skrajnej wartości
                        {
                        Port[x]++;
                        }
                else                                // osiągnięto maksimum
                        {
                        Stan[x] = FAB_LOOP;         // Pętla abonencka zamknięta
                        }
                }
        else                                        // Jeśli poziom wysoki to odejmuj
                {
                if ( Port[x] > (128-MAXTIMEZGL) )   // i nie ma skrajnej wartości
                        {
                        Port[x]--;
                        }
                else                                // osiągnięto minimum
                        {
                        Stan[x] = FAB_FREE;         // Pętla abonencka zwolniona
                        }
                }
```

Jak się łatwo domyśleć po czasach generowania przerwań (1ms), musiałem stworzyć system czasu rzeczywistego.
W przypadku translacji miejskiej, procedura wykrywająca dzwonek, napisana w najprostszy sposób jaki przychodzi do głowy:

```
if ( (L1p==0) && (L1n==0) )
        {
        return(FTR_RING);
        }
else if ( L1p==0 && L1n!=0 )
        {
        return(FTR_POZ);
        }
else if ( L1p!=0 && L1n==0 )
        {
        return(FTR_NEG);
        }
        else
        {
        return(FTR_FREE);
        }
```

Nie zadziała poprawnie. Stan FTR_POZ lub FTR_NEG będzie pojawiał się po zakończeniu impulsu dzwonka. Godzinami można by szukać błędu w programie, ale program jest poprawny, winę ponosi sprzęt. Problem jest spowodowany nierównym czasem obwodów R/C za transoptorami. O obwodach R/C o dokładności 0,001% raczej nie możemy marzyć, więc znów trzeba posłużyć się przerwaniami oraz czasem, przez który po zakończeniu sygnału dzwonka, nie jest interpretowany stan FTR_POZ lub też FTR_NEG.

Przy zajmowaniu linii miejskiej trzeba pamiętać, że przekaźniki nie przełączają się natychmiastowo. Trwa to długo (jak na mikrokntroler), bo od 5 do 20ms, zależnie od typu przekaźnika. Nie można więc od razu badać prądu linii, trzeba chwile odczekać. Oczekiwania nie można zrealizować w najprostszy możliwy sposób, np. funkcją „_delay_ms(20), bo w tym czasie nie byli by obsługiwani abonenci, co uniemożliwiło by np. wykrycie naciśnięcia klawisza FLASH. Trzeba się więc posłużyć przerwaniami i zmianami stanów procedury.

Problemem okazało się też drukowanie na LCD i porty komunikacyjne (RS i USB). Operacja wyświetlania 80 znaków na LCD zajmowała około 10ms, co powodowało zbyt długi czas obiegu pętli głównej programu. W tym przypadku poradzono sobie w ten sposób, że dane do wyświetlenia są wpisywane do bufora wielkości 80 bajtów. Z bufora co kilka przerwań dane są wysyłane po jednym znaku do LCD. Dzięki temu "drukowanie" danych trwa bardzo krótko, choć odświeżanie LCD zajmuje 160ms. Gorzej było w przypadku USB czy RS232C. Nie można było stworzyć bufora wielkości kilku kilobajtów (procesor posiada 4kb RAM, a jest on potrzebny na stos, tablice, zmienne). Problem rozwiązano w ten sposób, że do bufora trafia linia do wydrukowania. Procedura drukowania jest wywoływana w każdym obiegu pętli głównej i gdy stwierdzi, że bufor został wysłany, trafia tam kolejna linia. Dzięki temu drukowanie konfiguracji czy tablicy prefiksów nie spowalnia działania pętli głównej i możliwe jest jednoczesne drukowanie, jak i obsługa połączeń.

Dlaczego piszę o problemach jakie spotkały mnie podczas pisania oprogramowania? W ten sposób chcę ułatwić innym osobom pisanie czy modyfikowanie programu obsługującego centralę, czy inne urządzenia telekomunikacyjne.

Montaż i uruchomienie

Zasilacza:

Montaż rozpoczynamy od elementów najmniejszych do największych, ale nie lutujemy stabilizatorów. Zależnie od rodzaju zastosowanego transformatora / transformatorów, wlutowujemy je w płytkę lub przyłączamy do złącza J8.

UWAGA!

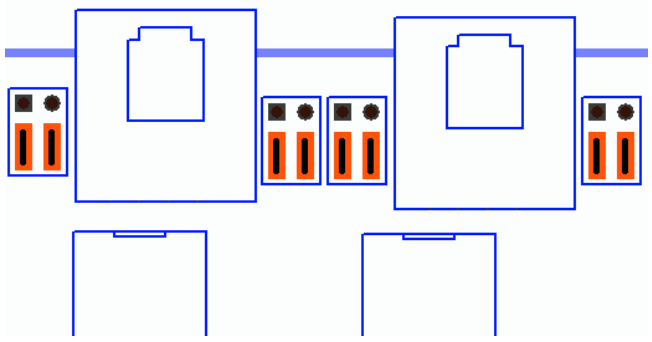
- **Płytka jest przystosowana to transformatorów TS6/41 i TS8/28. Gdy ich użyjemy nie jest wymagane lutowanie złączy J1..J4 ponieważ odpowiednie połączenia znajdują się na płytce oraz montaż D8 i D9. Koniecznie musimy zamontować L1.**
- Zależnie od napięcia zasilania układów centrali montujemy stabilizator U2a (SPX1117-3.3) dla 3V3 lub U2b (7805) dla 5V.
- Przy napięciu na J3 niższym niż 22V należy zastosować U5 typu 7818.
- L1 montujemy, jeśli Vcc uzyskujemy z napięcia podawanego na J2, a nie na J1
- Przy zasilaniu J2 napięciem symetrycznym nie montujemy D8 i D9. Przy zasilaniu napięciem niesymetrycznym (transformator bez wyprowadzonego środka uzwojenia) zasilanie należy podać na pin 1 i zwarte ze sobą piny 2 i 3 złącza J2. W tej sytuacji nie montujemy M2.
- Jeśli transformator posiada osobne uzwojenia do zasilenia części cyfrowej i analogowej, wtedy uzwojenie zasilające część analogową podłączamy do złącza J1, a część cyfrową do J2. W takiej konfiguracji nie montujemy dławika L1. Jeśli transformator nie posiada osobnych uzwojeń (tak jak w przypadku TS6/41 i TS8/28) wtedy to zasilanie części cyfrowej i analogowej jest podane na złącze J2. W takiej konfiguracji konieczne jest zamontowanie dławika L1, nie ma natomiast obowiązku montowania mostka M1.

Po włączeniu zasilania sprawdzamy napięcia na wejściach stabilizatorów. Na wejściu U2 powinno być napięcie z zakresu 8..15V, U3: 8..15V, U4: -8..-15, U5: 22...35V. Jeśli napięcia są poprawne, to wlutowujemy stabilizatory. Należy pamiętać, że montujemy jeden ze stabilizatorów (U2a lub U2b) zależnie od napięcia jakim są zasilane układy centrali. Po włączeniu zasilania sprawdzamy czy napięcia na wyjściach stabilizatorów są poprawne. Najłatwiej to zrobić kontrolując napięcia na złączach JP5 i JP6, ponieważ obok złącz znajdują się stosowne opisy. Na koniec wykonujemy dwie taśmy 10 i 20 żył, o długości około 15cm, z zaciśniętymi na jej obu końcach wtyczkami FT. Taśmami łączymy płytkę zasilacza z płytą główną i sprawdzamy napięcia na złączu kontrolnym J10.

Centrali:

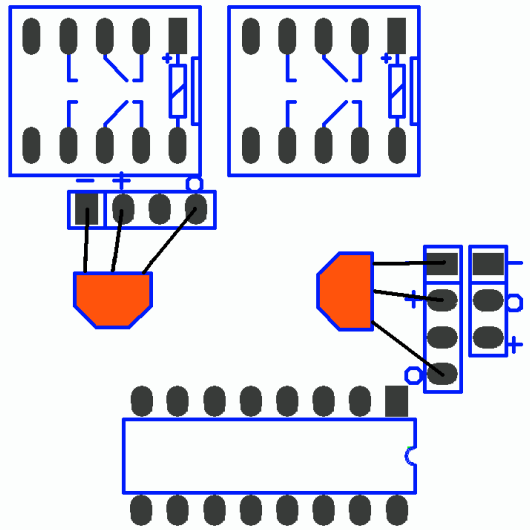
Rozpoczynamy od wlutowania wszystkich elementów SMD poza układami scalonymi. Następnie montujemy podstawki pod elementy w obudowach DIL. Przekaźniki i optotriaki są umieszczone w takich odległościach, aby można było zastosować jedną długą (1x17) listwę tulipanową tworzącą jeden rząd podstawki. W listwach pod przekaźniki należy wyciąć co 6 pin. Jeśli zdobycie dławików L1..L6 było by kłopotliwe, można zamiast nich zastosować rezystory 4,7R lub ostatecznie zwory. Następnie lutujemy stabilizatory LM317, po nich gniazda linii miejskich i aparatów telefonicznych. W kolejnym kroku lutujemy pozostałe brakujące obwody wyposażenia abonenckiego numer 1 oraz umieszczamy przekaźniki PK2..PK4 w podstawkach. Podłączamy telefon do gniazda „Tel#1”, a linię miejską do gniazda „Line #1”. Na tym etapie uruchamiania, zamiast telefonu można użyć rezystora o wartości max 1k lub nawet zewrzeć gniazdo drutem. Sprawdzamy napięcie na wyjściu linii telefonicznej, powinno wynosić -24 lub -18V, zależnie od typu stabilizatora U5. Jeśli napięcia nie ma szukamy błędu w okolicach U3, R26, D14. Należy też sprawdzić, czy poprawnie

W aktualnej wersji oprogramowania nie jest obsługiwany ruch awaryjny na liniach miejskich i 2. Zworki na JP7..JP9 muszą być ustawione jak na poniższym rysunku:

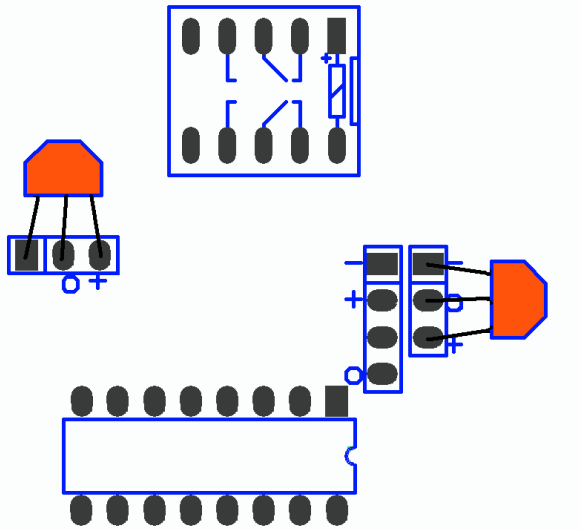


ustawiliśmy zworki na JP7..JP9 oraz poprawność montażu PK2 i PK4.

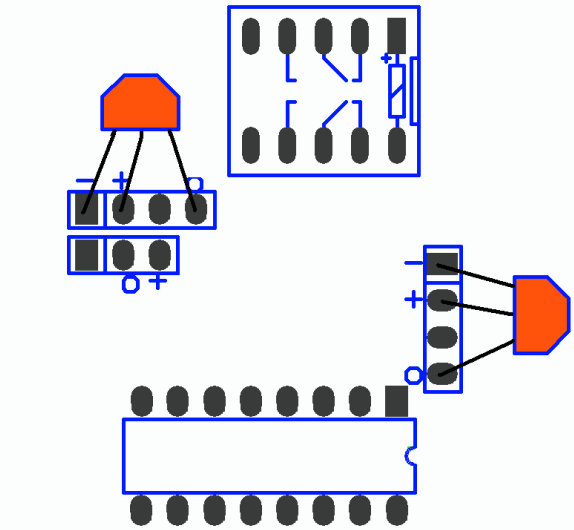
Jeśli napięcie jest poprawne, podnosimy słuchawkę telefonu. Powinna zaświecić się dioda D13, a na wyjściu transoptora U26 pojawić się poziom logiczny niski. Jeśli tak nie jest, sprawdzamy czy po podniesieniu słuchawki, napięcie na R26 wzrasta do około 0,6..0,9V. Jeśli nie, to wlutowany został rezystor R26 o złej wartości. Jeśli napięcie jest poprawne, sprawdzamy czy po podniesieniu słuchawki, napięcie na T3 spada z około –1V do -17..-23V. Jeśli nie to błędu szukamy w obwodzie R25, T3, R23, D12, U26. Jeśli dioda D12 zachowuje się prawidłowo zwieramy nóżkę 10 przekaźnika PK2 z masą. Należy pamiętać aby wcześniej wlutować zworę J33. To czy połączymy piny 1-2 czy 2-3 zależy od tego na jakie napięcie zastosowaliśmy przekaźniki. Sugeruję użycie przekaźników na 12V, aby niepotrzebnie nie obciążać stabilizatora wytwarzającego napięcie Vcc. Po podniesieniu słuchawki powinniśmy zostać połączeniu z linią miejską numer 1. Jeśli tak nie jest to szukamy błędu w okolicach mostka D1. Następnie umieszczamy przekaźniki PK1 i PK5 w podstawkach, a w J3 i J6 układy melodyjkowe. Jak umieszczać różne układy pokazano na rysunku



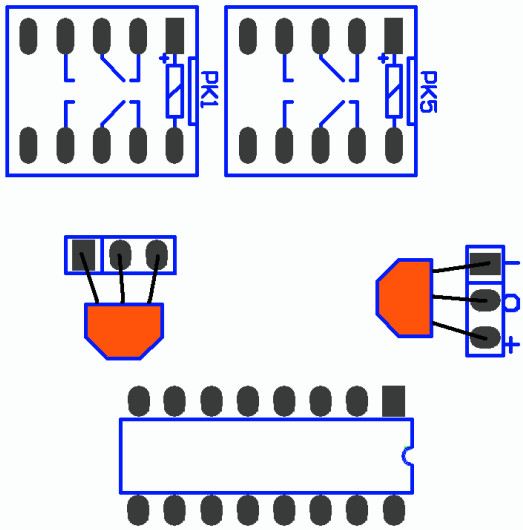
Układy typu: M66 i M66T
(Rysunek plik: Melodyjki_M66_M66T.GIF)



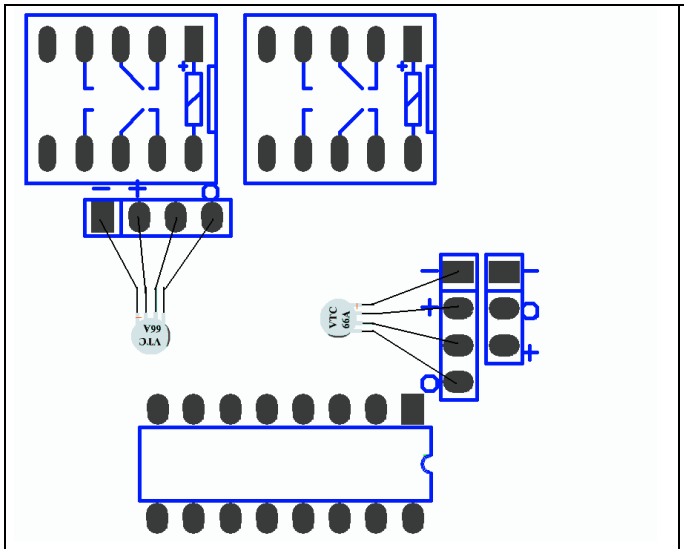
Układy typu: M67 i M67T
(Rysunek plik: Melodyjki_M67_M67T.GIF)



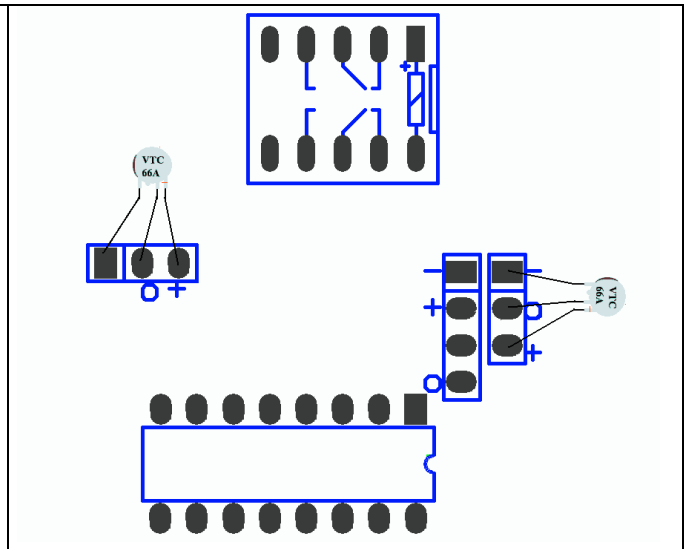
Układy typu: UM66, M66T, BT66, VT66D
(Rysunek plik: Melodyjki_UM66_M66T_BT66_VT66D.GIF)



Układ typu: VT66
(Rysunek plik: Melodyjki_VT66.gif)



Układy typu: VTC66xxU
(Rysunek plik: Melodyjki_VTC66U.GIF)



Układy typu: VTC66AxxL, VTC66AxxS
(Rysunek plik: Melodyjki_VTC66A.GIF)

Po podniesieniu słuchawki telefonu zostaniemy połączeni z linią numer 1, wybieramy jakąkolwiek cyfrę, dzięki czemu sygnał zgłoszenia centrali wyłączy się. Teraz zwieramy nóżkę 10 przekaźnika PK1 z masą, w słuchawce powinniśmy usłyszeć melodię. Jeśli jej nie ma, sprawdzamy czy na diodzie D9 pojawiło się napięcie około 6..10V. Jeśli go nie ma, to przyczyna leży w PK1, D7, R14 lub D9. Gdy napięcie jest poprawne sprawdzamy obwód T1, D11, R16, R18 no i sam układ generujący melodię (np. źle włożony w podstawkę). Po sprawdzeniu obwodów linii numer 1, przechodzimy do testu linii 2. Wyłączamy przekaźnik PK2, a załączamy PK3. Tym razem zostaniemy połączeniu z linią numer 2. Jeśli tak nie jest, sprawdzamy połączenia w okolicy mostka D2. W następnej kolejności testujemy obwód melodii linii numer 2 w ten sam sposób co linii numer 1. Na koniec rozłączamy wszystkie przekaźniki, odkładamy słuchawkę telefonu, po czym podajemy napięcie Vcc na rezystor R19 (dla linii telefonicznej numer 1) od strony mikrokontrolera (góra schematu). W telefonie powinien odezwać się dzwonek. Jeśli tak nie jest, to sprawdzamy, czy na nóżce 6 transoptora pojawia się napięcie przemienne 40..90V nałożone na napięcie stałe -24 lub -18V. Gdy dzwonek działa poprawnie, można wlutować elementy pozostałym obwodów abonenckich i przeprowadzić testy, takie same jak dla obwodu numer 1. Po uruchomieniu obwodów linii miejskich i abonenckich przyszła pora na uruchomienie generatora tonu zgłoszenia, zwanego dalej generatorem 400Hz lub generatorem tonu.

> Jeśli zastosowaliśmy zasilanie części cyfrowej napięciem 3,3 V, to układy cyfrowe muszą być z rodziny HC/AC, a dekodery DTMF muszą być zgodne z MT88L70DS. Jeśli natomiast część cyfrowa jest zasilana z 5V, to układy cyfrowe mogą być z rodziny HCT, HC, ACT, AC, dekodery DTMF muszą być zgodne z MT8870DS. Ze względu na duże wartości rezystancji w obwodach RC generatora tonu, nawet przy zasilaniu napięciem 5 V układ U4 nie może być serii LS, ALS itp.

Aby to zrobić wlutowujemy układ U4 i U5. Po podniesieniu słuchawki telefonu podłączonego do dowolnej linii powinniśmy usłyszeć sygnał nieosiągalności. Jeśli tak nie jest sprawdzamy obecność tego sygnału na wyjściu bramki U4D, a następnie U5B. Jeśli sygnał tam jest to przyczyna leży w R38, C7 lub PK4.

Teraz przyszła pora na wlutowanie wszystkich pozostałych elementów w płytkę oraz wgranie programu do U11. Program można wgrać przez złącze JTAG lub SPI. Przy wgrywaniu przez SPI należy zwrócić uwagę, czy nie jest zwarty przycisk zmiany ekranów podłączony do J15. Ustawienie bitów konfiguracyjnych mikrokontrolera można zobaczyć na rysunku **(pliki „Fuses1.gif” i „Fuses2.gif”).**

Do gniazda JP2 podłączamy wyświetlacz LCD 4x20 znaków. Warto zastosować współczesny wyświetlacz, którego podświetlenie pobiera stosunkowo niewiele prądu (około 20mA). Jeśli wyświetlacz będzie starego typu, podświetlenie może pobierać 300, a nawet 500mA. W takiej

> Wyświetlacz nie jest niezbędny do pracy centrali, ale może być pomocny podczas jej uruchamiania. Ze względu na stosunkowo wysoka cenę wyświetlacza, nie będzie on dostarczany w kicie (można dokupić osobno), za to postaram się dopisać fragment programu symulujący wyświetlacz na ekranie komputera.

sytuacji konieczne będzie zamontowanie radiatora na U3 w zasilaczu, a być może także wymiana transformatora zasilającego.
Po włączeniu zasilania na wyświetlaczu pojawi się ekran powitalny,

```
CT 2x4 v1.00.0287-GNU
S.Skrzynski by AVT
www.r-mik.eu/ct2x4
www.ep.com.pl/
```

a po około 5 sekundach ekran główny.

```
Init..OK
CT 2x4 v1.00.0287
Jul 8 2010  04:28:36
Licencja GNU
```

```
Port 1 2 3 4 a b D
Stan . . . . U U .
Clip 0 0 0 0 0 0 0
Hold 0 0 0 0 0 0 0
```

lub ekran błędu (np. uszkodzenia linii miejskich). Jeśli na wyświetlaczu nic nie widać, należy wyregulować kontrast.

Uruchomienie interfejsu USB i RS232C jest banalne. Zaczniemy od RS232C. Po podłączeniu komputera do centrali, kablem NULL-Modem sprawdzamy występowanie napięcia –5..-15V na kondensatorze C45. Jeśli brak tam napięcia ujemnego, to przyczyna leży w diodach D26, D28 lub C45. Wysyłaniu danych z komputera (np. programem terminala) powinno powodować ujemne impulsy na wyjściu transoptora U22. Przy pomiarach napięć na interfejsie RS232C, trzeba pamiętać o fakcie galwanicznego odizolowania portu RS232C od centrali. Autor wielokrotnie popełniał błąd badając sondą oscyloskopu przebiegi na interfejsie, w sytuacji, gdy masa oscyloskopu była połączona z masą centrali. Aby ułatwić pomiary, w pobliżu interfejsu RS232C oraz USB, który także jest galwanicznie odizolowany od centrali, wyprowadzono punkty masy interfejsów, do których można wlutować po jednym pinie listwy goldpin. Ułatwi to podłączenie sondy oscyloskopu lub miernika.
Interfejs USB jest oparty o układ FT232BM i pracuje w typowym układzie aplikacyjnym. Przy testach interfejsu trzeba pamiętać, aby najpierw zainstalować sterowniki ze strony http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm.

Centralę po uruchomieniu można zamknąć w obudowie KM-85. Płytę zasilacza, jako cięższą należy zamontować na dole obudowy, płytę główną na górze.

Konfiguracja centrali:

Jeśli centralę łączymy z komputerem przez interfejs USB konieczne będzie zainstalowanie sterowników FTDI. Sterowniki można pobrać ze strony http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm. Dostępne są też na płycie i serwerze FTP Elektroniki Praktycznej. Nie będę omawiał sposobu instalacji sterowników, bo temat ten był już wielokrotnie poruszany. Parametry transmisji po USB to 230400b/s (230,4kb/s) 8n1, sterowanie przepływem: sprzęt. Do obsługi centrali wystarczy dowolny program terminala, np. HyperTerm dla Windows, czy MiniCom dla Linux.
Jeśli centralę łączymy przez RS232C, to należy ustawić następujące parametry transmisji: 9600 8n1, sterowanie przepływem: sprzęt. Objawem popranego skonfigurowania portów komunikacyjnych jest pojawianie się co około 10 sekund znaków „-t”. Wysłanie znaku ENTER powinno spowodować zmianę ekranu wyświetlacza LCD centrali.

Rozkazy konfiguracyjne:

prtcfg Wyświetla konfigurację centrali,

składnia: prtcfg

Przykład: `Prtcfg`

Odpowiedź:

```
Konfiguracja:
       Ab1  Ab2  Ab3  Ab4
Upr:  FFFF EBAA EBAA 03AA
Fun:    01   01   01   00
Out:     a    b    C    C
Gr1: 4 3 2 1
Gr2: 2 1 3 4
Koniec.
```

W wierszu rozpoczynającym się od znaków „Upr:” znajdują się uprawnienia abonentów 1..4. Uprawnienia można zmienić rozkazem „setupr”.

W wierszu „Fun:” znajdują się uprawnienia do funkcji. Aktualnie nie są one wykorzystywane. W kolejnych wersjach programu, uprawnienia będą umożliwiały wybór linii miejskiej kodem #5 lub #6.

W wierszu „Out:” znajduje się sposób wyjścia na linie miejskie. Ustawienia te zmienia się rozkazem „setout”.

W wierszu „Gr1:” i „Gr2:” znajdują się numery telefonów grup abonentów 1 i 2 (linii miejskiej 1 i 2) . Grupy ustawia się rozkazem „setgr”.

prtprfx Wyświetla tablicę prefiksów.

Składnia: prtprfx

Przykład: `Prtprfx`

Odpowiedź:

```
Prefiksy:
Prefiks Cyfr Upr
prfx: 00000  5 0000
prfx: 003   10 0800
prfx: 004   10 0800
prfx: 07    10 0800
prfx: 112    3 0002
prfx: 193   5 0008
prfx: 800   9 0008
prfx: 00   10 2000
Koniec.
```

W aktualnej wersji oprogramowania tablica ta znajduje się w pamięci flash, a nie eeprom i nie ma innej możliwości edycji jak ponowna kompilacja programu. W kolejnych wersjach oprogramowania tablica ta znajdzie się w eeprom. W celu jej edycji zostaną dodane stosowne rozkazy.

setgr Ustawia składniki grupy abonentów

składnia: setgr X,A B C D, gdzie X=[1,2], A..D=[0..4]

X numer grupy (linii miejskiej)
A..D numer abonenta w grupie, jeśli 0 to brak abonenta
Przykład: `setgr 2,4 3 2 0`
Odpowiedź: `OK`
Rozkaz ten spowoduje, że w przypadku przyjścia połączenia na linię numer 2 (druga grupa abonentów) spowoduje dzwonienie abonentów o numerach 4 3 i 2, przy czym tylko abonent numer 4 (pierwszy składnik grupy) otrzyma CLIP z miasta.

setupr Ustawienie uprawnień abonenta

składnia: setupr A,X. Gdzie A=[1..4], X=[0000..FFFF]

A numer abonenta

X uprawnienia w ruchu wychodzącym (zawsze cztery znaki)

Przykład: `setupr 1,FFFF`

Odpowiedź: `OK`

Spowoduje, że abonent nie będzie objęty ograniczeniami w ruchu wychodzącym. Abonent z uprawnieniami $0000 będzie mógł realizować tylko połączenia wewnętrzne. Aby zrozumieć mechanizm uprawnień należy wprowadzaną liczbę rozbić na bity. Liczba $FFFF to binarnie #1111 1111 1111 1111. Uprawnienia abonenta, są powiązane z tablicą prefiksów. Weźmy kilka przykładowych wpisów z tablicy prefiksów (komentarz to uprawnienia w postaci liczby binarnej):

```
Prefix    Cyfr Upr
00        10   2000      // 0010 0000 0000 0000
22        9    0008      // 0000 0000 0000 1000
```

```
70        9    8000      // 1000 0000 0000 0000
99        3    0002      // 0000 0000 0000 0010
// bit nr (dziesiątki):     1111 11
// bit nr (jedności):       5432 1098 7654 3210
```

Z tablicy wynika, że aby wykonać połączenie zagraniczne (prefiks 00 – kolor fioletowy), abonent w swoich uprawnieniach musi mieć ustawiony bit numer 13 (szesnastkowo 2000). Połączenia alarmowe (prefiks 99) mogą realizować abonenci z uprawnieniami $0002 – kolor zielony (ustawiony bit numer 1). Jak łatwo się zorientować połączenia do TeleAudio (prefiks 70), mogą realizować abonenci z uprawnieniami $8000 – kolor czerwony (ustawiony bit numer 15). A co zrobić jeśli chcemy abonentowi dać możliwość wykonywania kilku rodzajów połączeń? Nic prostszego, trzeba zsumować uprawnienia, np.:

Abonent ma mieć możliwość wykonywania połączeń lokalnych (prefiks 22 - prawdziwe dla Warszawy) oraz alarmowych. W tablicy prefiksów widzimy, że uprawnienia dla połączeń lokalnych muszą być ustawione na $0008, natomiast alarmowe (prefiks 99) muszą być ustawione na $0002. Sumując $0008 z $0002 otrzymamy $000A (binarnie 0000 0000 0000 1010). Przy sumowaniu najprościej posłużyć się kalkulatorem wykonującym operacje na liczbach szesnastkowych (np. Windowsowy kalkulator po przełączeniu w tryb naukowy).

Ustawienie uprawnień $DFFF umożliwi wykonywanie wszystkich rodzajów połączeń (łącznie z AudioTele) poza zagranicznymi. Dlaczego? Otóż, aby wykonywać połączenia zagraniczne, trzeba mieć ustawiony 13 bit w uprawnieniach ($2000, binarnie 0010 0000 0000 0000), a liczba $DFFF to binarnie 1101 1111 1111 1111, czyli 13 bit skasowany. Aktualnie tablica prefiksów obsługuje następujące uprawnienia:

$0000	Wyjście na linię miejską zabronione
$0002	Wyjście tylko na nr Alarmowe (prefiksy: 99x, 112)
$0008	Wyjście tylko na nr Bezpłatne (prefiksy: 193xx, 800-xxx-xxx
$0020	Wyjście tylko na nr AUS (prefiksy 19xxx)
$0080	Wyjście tylko na nr Lokalne (prefiks 22x-xxx-xxx)
$0100	Wyjście tylko na Infolinię (prefiks: 80x-xxx-xxx)
$0200	Wyjście tylko na nr Międzymiastowe (prefiksy 1..9xx-xxx-xxx)
$0800	Wyjście tylko na Europę (prefiksy: 003x., 004x., 007x.)
$2000	Wyjście tylko na Zagranicę (prefiks: (00x.)
$4000	Wyjście tylko na komórki (prefiksy: 50, 51, 53, 66, 69, 72, 78, 79, 88x-xxx-xxx)
$8000	Wyjście tylko na Audiotele (prefiks: 70x-xxx-xxx)

Jak widać, w tablicy prefiksów występują wpisy 193 oraz 19. Po części się pokrywają, więc skąd centrala wie, czy numer 19393 zaliczyć do prefiksu 19 (AUS) czy 193 (bezpłatne)? To bardzo proste, prefiksy są posortowane w kolejności od najdłuższego na do najkrótszego. Oprogramowanie szuka najdłuższego pasującego wpisu i numer zalicza do takiego prefiksu. Dlatego numer 19393 jest zaliczony do prefiksu 193 (Bezpłatne), ponieważ 3 cyfry są zgodne (**193**93), a nie do wpisu 19 (AUS), gdzie zgodne są tylko dwie cyfry (**19**393), czy też prefiksu 1 (krajowego), gdzie zgodna jest tylko jedna cyfra (**1**9393).

W tabeli prefiksów wartości $0001, 0004, 0010, 0040, 0400, 1000 nie są wykorzystane. Mogą być przydatne przy modyfikacji tablicy, jeśli chce się dodać dodatkowe kryteria restrykcji (np. zezwolić niektórym abonentom na tanie połączenia Autiotele, czy zabronić połączeń z drogą siecią przywoławczą.

Domyślnie, wszyscy abonenci mają zezwolenie na wykonywanie połączeń na wszystkie numery poza AudioTele.

Setout Ustawia sposób wyjścia na linię miejską

składnia: setout X,U, gdzie X=[1..4], U=[C,1,2,a,b]
X numer abonenta
U sposób wychodzenia liniami miejskimi:
- C wyjście cykliczne (LM1, LM2, LM1, LM2, itd.)
- 1 wyjście tylko linią numer 1
- 2 wyjście tylko linią numer 2
- a preferowane wyjście linią numer 1 (wyjście linią numer 1, gdy zajęta lub uszkodzona to wyjście linią numer 2)
- b preferowane wyjście linią numer 2 (wyjście linią numer 2, gdy zajęta lub uszkodzona to wyjście linią numer 1)

Przykład: `setout 3,2`

Odpowiedź: `OK`

Rozkaz ten, spowoduje ustawienie dla abonenta numer 3 wyjście przez linię miejską numer 2. Ustawienie takie może być przydatne dla faksu. Jeśli linia numer 1 jest linią VoIP, a numer 2 linią POTS to ruch faksowy należy kierować linią POTS.

load Wczytuje konfigurację z eeprom do ram, Operacja taka jest wykonywana także po resecie centrali.

składnia: load

Przykład: `load`

Odpowiedź: `OK`

save Zapisuje konfigurację ram do eerpom
składnia: save
Przykład: `load`

Odpowiedź: `OK.`

Należy pamiętać, że zmiany wprowadzone rozkazami „set...” są zapamiętywane tylko w pamięci ram procesora, i po resecie zostaną utracone. Aby zmiany zostały zapamiętane należy wydać rozkaz „save”. Dlaczego nie zrealizowano automatycznego zapisu ustawień po zrealizowaniu rozkazu „set...”? Chodziło o to, że po wydaniu rozkazów „set...” można sprawdzić zachowanie się centrali. Jeśli nie jest zgodne z oczekiwaniami, to wystarczy wydać komendę „load”, aby przywrócić poprzednie ustawienia.
Uwaga!
Rozkaz „save” wykonuje się 256ms. Z tego powodu do czasu jego zakończenia, funkcjonowanie centrali jest zawieszone (nie reaguje na FLASH, dzwonek, podniesienie słuchawki, itp), ale trwające połączenie nie są rozłączane. Jest to mała centrala i mogłem sobie pozwolić na takie funkcjonowanie rozkazu, w większych centralach takie postępowanie jest niedopuszczalne.

Rozkazy diagnostyczne:
tr1off wyłącz translację nr 1

W nowszej wersji oprogramowania, stan wyłączenia translacji będzie zapisywany do eeprom. Dzięki temu będzie można translację zablokować, np. w sytuacji gdy posiadamy tylko jedna linię miejską

tr1on włącz translację nr 1
tr2off wyłącz translację nr 2
tr2on włącz translację nr 2
drobusy zajmij wewnętrzną drogę rozmówną
drofree zwolnij wewnętrzną drogę rozmówną
c kasuje liczniki czasu obiegu głównej pętli programu. Rozkazu można użyć po wykonaniu rozkazu „save”
RST wykonuje reset centrali (reset można wywołać z telefonu wybierając #9)
Rozkazy te są przydatne podczas testowania zachowania centrali, np. w przypadku braku drogi rozmównej, czy zajęciu wszystkich linii miejskich. Podczas normalnej pracy centrali, rozkazy te nie są wykorzystywane.

Rejestracja połączeń na RS232C:

Na port RS232C są wysyłane informacje o połączeniach. W komunikatach znajdują się informacje o abonencie wewnętrznym, linii miejskiej przez którą wykonano połączenie, wybranym numerze oraz czasie trwania połączenia w sekundach.

:Connect '2' '5' '221234567'
Informacja o połączeniu wychodzącym zrealizowanym przez abonenta numer 2 (port 2), przez linię miejską numer 1 (port 5). Wybrano numer 221234567
:DisconnectA '2' '5' '221234567' '121'
Informacja o rozłączeniu połączenia. Rozłączenie wewnętrznego (rozłączenie w przód) nastąpiło przez abonenta numer 2 (port 2), rozmowa przeprowadzona była z numerem 221234567, trwała 121 sekund. Czas 121 sekund był liczony od momentu wybrania ostatniej cyfry numeru żądanego.

Jeśli centrala nadrzędna oferuje usługę zamiany biegunowości komunikaty będą wyglądały tak:
:Connect '2' '5' '221234567'
:Connect '2' '5' '221234567' // Stwierdzenie kryterium rozmowy (zamiana biegunowości)
:DisconnectA '2' '5' '221234567' '98'
Jak widać komunikat „Connect” jest powtórzony. Czas połączenia jest liczony od wystąpienia drugiego komunikatu „Connect”.

Dla central nadrzędnych z zamianą biegunowości możemy spotkać się s komunikatem „DisconnectB”, np.:
:Connect '2' '5' '221234567'
:Connect '2' '5' '221234567' // Stwierdzenie kryterium rozmowy (zamiana biegunowości)
:DisconnectB '2' '5' '221234567' '98'
Oznacza to, że abonent wywoływany pierwszy odłożył słuchawkę (rozłączenie wstecz).

Jeśli połączenie było przekazywane, to w komunikacie „DisconnectA”, numer portu abonenta będzie inny niż w komunikacie „Connect” dla niezmienionego numeru portu linii miejskiej. Ponadto nie będzie numeru wywoływanego. Przykład taki znajduje się poniżej:
:Connect '2' '5' 221234567'
:DisconnectA '3' '5' " '39'

Komunikaty w których nie ma numeru abonenta miejskiego, oznaczają połączenia przychodzące, np.:
:Connect '2' '5' "
:DisconnectA '2' '5' " '40'
oznacza połączenie przychodzące po porcie numer 5 (linia miejska 1), rozmowa odebrana przez abonenta wewnętrznego numer 2 (port 2). Rozmowa trwała 40 sekund, została rozłączona przez abonenta wewnętrznego.

Jeśli rozmowa została by rozłączona przez abonenta centrali nadrzędnej (o ile usługa zamianiy biegunowości funkcjonuje), komunikaty wyglądały by tak:

```
:Connect '2' '5' ''
:DisconnectB '2' '5' '' '40'
```

Jeśli połączenie było przekazywane, to w komunikacie „DisconnectA”, numer portu abonenta będzie inny niż w komunikacie „Connect” dla niezmienionego numeru portu linii Przykład taki znajduje się poniżej:

```
:Connect '2' '5' ''
:DisconnectA '3' '5' '' '15'
```

W kolejnych wersjach programu mam zamiar rozbudować listę komunikatów, tak aby było widać połączenia przekazywane oraz wewnętrzne.

Logi zdarzeń na USB:

Logi mają znaczenie głównie podczas pisania oprogramowania. Znaki „-t” pojawiające się co około 10 sekund podczas pracy centrali informują, że centrala „żyje”. Komunikaty:

```
MaxObiegPetli=2ms
MaxCzasIrq=885us
```

pojawiają się w chwili wykrycia czasu obiegu pętli głównej programu czy też czasu obsługi przerwania dłuższego niż dotychczas. Dzięki temu można zlokalizować procedury, które zużywają dużo czasu procesora. Wystarczy wykonać rozkaz „save” aby zobaczyć jak to działa.

```
Log[1]='c'
Log[5]='B'
```

Informują o zmianie stanu logicznego abonenta. Powyższy przykład mówi, że port numer 1 zmienił stan na „c” (czeka na prąd linii miejskiej), a port numer 5 (linia miejska numer 1) zmieniła stan na „B” (busy). Można się domyśleć, że port numer 1 (abonent numer 1) został połączony z portem numer 1 (linią miejską numer 1).

port 1, to abonent numer 1
port 2, to abonent numer 2
port 3, to abonent numer 3
port 4, to abonent numer 4
port 5, to linia miejska numer 1
port 6, to linia miejska numer 2

```
Clip[1]='5'
```

„Clip[]” informuje, że abonent wybrał, lub do abonenta dzwoni, abonent / linia o określonym numerze. Przykład pokazuje, że abonent port numer 1 dzwoni (łączy się) do portu numer 5 (wyjście do centrali nadrzędnej) lub port numer 5 dzwoni do abonenta numer 1 (połączenie przychodzące z centrali nadrzędnej).

```
Fiz[5]='F'
```

„Fiz[]” to informacja o fizycznym stanie linii. Powyższy przykład informuje o wykryciu FLASH na linii miejskiej.

```
Polar[5]='p'
```

„Polar[]” pojawia się w chwili wykrycia zmiany polaryzacji na linii miejskiej.

Podałem przykładowe komunikaty, jest ich więcej, zainteresowanych zapraszam do analizy kodów źródłowych.

Diagnostyka

Aby ułatwić uruchamianie centrali czy zdiagnozować przyczynę rozłączenia abonenta, centralę wyposażono w kilka ekranów informacyjno-diagnostycznych oraz diody LED.

Funkcje diod LED:

D30	niebieska	miga w rytmie 0,5Hz podczas normalnej pracy centrali
D31	zielona	zmienia stan po każdym obiegu pętli głównej (miga bardzo szybko nieregularnie)
D32	żółta	błąd niekrytyczny (np.: uszkodzona linia miejska)
D33	czerwona	błąd krytyczny, po około 10 sekundach nastąpi restart programu
D27	żółta	informuje o podłączeniu interfejsu USB
D38	zielona	miga podczas nadawania / odbioru danych po USB
D21	zielona	do przyszłych zastosowań
D22	żółta	do przyszłych zastosowań

Ekrany można zmieniać zwierając J15 lub wysyłając znak ENTER z programu terminala po USB lub RS232C. W przypadku stwierdzenia błędu ekran samoczynnie zmieni się i pozostanie w tym stanie do resetu centrali lub jego zmiany sposobami opisanymi wcześniej.

Ekran powitalny

```
CT 2x4 v1.00.0259-GNU
S.Skrzynski by AVT
www.r-mik.eu/ct2x4
www.ep.com.pl/
```

informuje o wersji programu, autorze i stronie www. Na ekranie głównym, po resecie, pojawia się napis „Init..”, który po odczytaniu ustawień z eeprom oraz zbadaniu prądu linii miejskich, zmienia się na „Init.OK. W pozostałych liniach widać nazwę programu, jego wersję oraz datę i czas kompilacji. W przypadku problemów z programem, podczas kontaktów z autorem, konieczne jest podanie tych informacji.

```
Init..OK
CT 2x4 v1.00.0259
Jul 7 2010  13:55:21
Licencja GNU
```

Kolejny, **ekran czasów**

```
LP:     1ms   3ms
CPU:   10%    15%
IRQ:   65us  884us
Tsys: 1234ms
```

Informuje o:

LP: czas obiegu pętli głównej (bieżący i maksymalny)
CPU: obciążenie procesora (bieżące i maksymalne)
IRQ: czas obsługi przerwania (bieżący i maksymalny)
Tsys: czas systemowy liczony od resetu

Czas obiegu pętli głównej je o tyle istotny, że gdy przekroczy 70ms będą gubione kody DTMF odbierane przez centralę, co spowoduje błędne działanie restrykcji. Biorąc pod uwagę inne czynniki, wskazane aby czas ten nie przekraczał 10ms. Aktualnie program zajmuje maksymalnie 3ms, więc można spać spokojnie.

Ekran stanu linii może pojawić się automatycznie w przypadku wykrycia awarii linii miejskiej

```
Port 1 2 3 4 a b D
Stan . . . . . . .
Clip 0 0 0 0 0 0 0
Hold 0 0 0 0 0 0 0
```

Pierwsza kolumna zawiera opisy wierszy (Port, Stan, itd.). W pierwszym wierszu od góry znajdują się opisy ułatwiające orientację. W pierwszych czterech kolumnach (cyfry 1..4) znajdują się informacje o kolejnych abonentach (nr #1..#4). W kolejnych dwu (a, b) informacje o translacjach miejskich, w ostatnim o stanie drogi rozmównej.
Drugi wiersz informuje o bieżącym stanie portu (abonenta, linii miejskiej, idt). Wiele ze stanów pojawia się na krótką chwilę i można ich nie zobaczyć podczas normalnej pracy centrali. Możliwe stany to:

Dla linii miejskich:

'.' Abonent w stanie spoczynku
'd' Wykryto dzwonek
'B' Linia miejska zajęta
'F' Wykryto flash
'h' Translacja w stanie Hold (pierwszy flash wygenerowany przez abonenta wewnętrznego)
'H' Translacja w stanie Hold (po drugim flash wygenerowanym automatycznie)
'u' Translacja uszkodzona
'U' Uszkodzona translacja, trwa badanie prądu linii
'W' Translacja wyłączona z ruchu rozkazem „tr**X**off”

Jeśli linia miejska jest uszkodzona, to co 60 sekund będzie testowany prąd linii, przez załączenie przekaźnika MOH. Jeśli prąd wróci do normy, translacja zostanie ponownie włączona do ruchu (zmieni stan na „.”).

Dla linii wewnętrznych:

'.' Stan spoczynku
'p' Pauza na likwidację zakłóceń
'P' Pauza po rozłączeniu
'>' Rozmowa z abonentem wewnętrznym (wychodząca)
'<' Rozmowa z abonentem wewnętrznym (przychodząca)
'R' Dzwonek od abonenta (rytm miejski)
'C' Dzwonek od abonenta z miasta z CLIP (bezpośrednie połączenie abonenta z linią miejską)
't' Przekazanie połączenia
'r' Dzwonek od abonenta wewnętrznego
'A' Dzwonek zwrotny od abonenta zawieszonego
'N' Brak drogi rozmównej lub restrykcje, stan oczekiwania na odłożenie słuchawki
'-' Brak drogi rozmównej lub restrykcje, stan oczekiwania na odłożenie słuchawki
'n' Sygnał nieosiągalności po Flash, czekanie na kolejne naciśnięcie Flash
'I' Zwrotny sygnał wołania
'Z' Zwrotny sygnał zajętości
'z' Zwrotny sygnał informacyjny
'c' Czeka na prąd linii miejskiej
'o' Połączony z linią miejską
'l' Rozmowa z linią miejską
'L' Rozmowa z linią miejską, wykryto kryterium rozmowy
'f' Wykryto FLASH na linii miejskiej
'F' Abonent połączony z droga rozmówną

Dla drogi rozmównej:

'.' Droga rozmówna wolna
'B' Droga rozmówna zajęta

Trzeci wiersz ekranu (CLIP), pokazuje numer portu z którym następuje / nastąpiło połączenie (dla ruchu wychodzącego) lub numer portu, który chce się połączyć lub jest połączony (dla ruchu przychodzącego). Np. gdy abonent 1 rozmawia przez linię miejską numer 2, ekran będzie wyglądał tak:

```
Port 1 2 3 4 a b D
Stan l . . . . B .
Clip 6 0 0 0 0 1 0
Hold 0 0 0 0 0 0 0
```

Gdy natomiast rozmowa z linii miejskiej numer 1 została odebrana przez abonenta numer 4, ekran będzie wyglądał tak:

```
Port 1 2 3 4 a b D
Stan . . . l B . .
Clip 5 5 5 5 1 0 0
Hold 0 0 0 0 0 0 0
```

Przy rozmowie wewnętrznej abonenta numer 2 z abonentem numer 3, ekran będzie wyglądał następująco:

```
Port 1 2 3 4 a b D
Stan . . . . . . .
Clip 0 > < 0 0 0 0
Hold 0 0 0 0 0 0 0
```

Informacje CLIP są używane przez oprogramowanie centrali do zwalniania zasobów po zakończeniu połączenia.

Ostatni, czwarty wiersz wyświetlacza informuje o abonencie zawieszonym. Gdy chcemy przekazać połączenie miejskie innemu abonentowi linia miejska znajduje się w stanie HOLD. Oprogramowanie musi zapamiętać, z którą linia rozmawialiśmy, aby to połączenie przekazać lub, w razie konieczności, powrócić do rozmowy z abonentem zawieszonym. Na poniższym rysunku pokazano ekran w trakcie przekazywania połączenia z linii miejskiej numer 1, przez abonenta numer 3, do abonenta numer 4 (w trakcie wysyłania dzwoneka do abonenta numer 4):

```
Port 1 2 3 4 a b D
Stan . . I r H . .
Clip 0 0 4 3 3 0 3
Hold 0 0 5 0 0 0 0
```

Ekran stanu linii jest chyba najważniejszym ekranem podczas diagnostyki centrali, dlatego pozwoliłem sobie opisać go tak szczegółowo.

Ekran stanu przekaźników i transoptorów

```
PkL1 . . . .  MOH1 .
PkL2 . . . .  MOH2 .
PkDR . . . .
RC   . . . .
```

Na ekranie w kolejnych wierszach uwidoczniono stan przekaźników:

Przekaźników LM1	abonentów 1..4 oraz MOH LM1
Przekaźników LM2	abonentów 1..4 oraz MOH LM2
Przekaźników DRO	abonentów 1..4
Transoptory dzwonka	abonentów 1..4

Ekran stanu odbiorników DTMF

```
DTMF:
LM1: 0, 221234567
LM2: 0, Buf2
Dro: 0, #2
```

Na ekranie tym widzimy w kolejnych wierszach stan odbiorników DTMF linii miejskiej numer 1, 2 oraz odbiornika drogi rozmównej. Pierwsza cyfra pokazuje ostatnio odebrana cyfrę, po przecinku cyfry zapamiętane w buforze.

Ekran tablicy taryf

```
LCR:
 15 ‘50’ $4000.
  0 ‘00000’ $0000.
```

Z ekranu tego można wywnioskować, do którego wpisu tablicy prefiksów został zakwalifikowany ostatnio wybrany numer. Ekran jest przydatny podczas modyfikacji tablicy czy uprawnień abonetów. Z przykładu można wywnioskować, że abonent wybrał numer komórkowy zaczynający się od cyfr 50, jest to 15 wpis w tablicy prefiksów, wymagane uprawnienia aby wykonać takie połączenie to $4000 (binarnie 0100 0000 0000 0000).

Ekran stanu fizycznego linii

```
FimF   0   0   0   0
Tofh   0   0   0   0
Stan - - - - - -
Fiz  w w w wn wn
```

Wcześniej opisany ekran stanów portów, pokazywał stan logiczny, tzn na jakim etapie łączenia, lub w jakim stanie znajduje się port (np. jaki sygnał otrzymuje abonent wewnętrzny). Opisywany tu ekran pokazuje stan fizyczny, po odfiltrowaniu zakłóceń w procedurze IRQ.

Możliwe są następujące stany:
Dla abonentów:

‘-’	abonent ma odłożona słuchawkę
'L'	Zamknięta pętla abonencka
'F'	Wykryto naciśniecie klawisza Flash

Dla linii miejskiej:

‘-’	Linia wolna
'p'	Zamknięta pętla (płynie prąd) o polaryzacji (umownie) pozytywnej
'n'	Zamknięta pętla (płynie prąd) o polaryzacji (umownie) negatywnej
'r'	Wykryto dzwonek na linii

Po kolejnym zwarciu złącza J15 lub wysłaniu znaku ENTER z terminala, zobaczymy ponownie ekran główny.
Jest jeszcze jeden ekran, który mam nadzieję żadnemu z użytkowników nie ukaże się. Wygląda on tak:

```
FatalErr: xx yy z
text
```

gdzie:

xx i yy	to liczby szesnastkowe
z	to znak
text	ciąg znaków

Po około 10 sekundach błąd zniknie, a centrala wykona restart. Jeśli pojawi się tego typu ekran, proszę o e-mail’owy kontakt z autorem. Proszę przysłać informacje o błędzie (wartości xx yy z text), wersję programu oraz okoliczność w jakiej błąd ten występuje. Proszę także napisać, czy błąd jest powtarzalny (wykonując określone działania można go wywołać) czy występuje sporadycznie.

Obsługa centrali:

Sygnały akustyczne centrali (w słuchawce):
W trakcie użytkowania centrali mogą występować następujące sygnały akustyczne:

Nazwa sygnału	Rytm sygnału	Opis
zgłoszenia centrali	ciągły ton	Ciągły ton 400Hz Sygnał informujący o gotowości centrali do obsługi użytkownika.
brak linii miejskich (Brak LM)	Ton 3900ms Przerwa 100ms	Krótkie przerwy w tonie zgłoszenia informujące o braku linii miejskich (linie zajęte lub uszkodzone).
wołania	Ton 3000ms Przerwa 1000ms	Okresowy sygnał przerywany w rytm dzwonienia telefonu u abonenta docelowego w momencie oczekiwania na połączenie.
zajętości	Ton 500ms Przerwa 500ms	Sygnał zajętości - okresowy sygnał przerywany informujący o zajętości linii lub abonenta, do którego dzwonimy.
nieosiągalności	Ton 100ms Przerwa 100ms	Okresowy sygnał przerywany informujący o braku możliwości zrealizowania danego połączenia np. z powodu przekroczenia przyznanych uprawnień lub braku drogi rozmównej.

Sygnały wywołania (dzwonienia) centrali:

Nazwa sygnału	Rytm dzwonka	Opis
dzwonek wewnętrzny	100ms dzwonek ***1** 100ms przerwa 100ms dzwonek 3700ms przerwa	Okresowy sygnał przerywany informujący o połączeniu przychodzącym z linii wewnętrznej.
dzwonek z linii miejskiej	1000ms dzwonek ***1,2** 3000ms przerwa	Okresowy sygnał przerywany informujący o przychodzącym połączeniu z linii miejskiej.
dzwonek specjalny	100ms dzwonek ***1** 100ms przerwa 100ms dzwonek 100ms przerwa 100ms dzwonek 3500ms przerwa	Dzwonek od abonenta zawieszonego na linii miejskiej.

***1:**
Aparaty DECT i analogowe z wbudowanymi własnymi melodiami mogą realizować sygnały w inny sposób.

***2:**
Dzwonek jest zależny od typu centrali nadrzędnej. Po pierwszym dzwonku przerwa może być krótsza.

Uzyskanie połączenia wewnętrznego:

podnieś słuchawkę i poczekaj na sygnał zgłoszenia centrali (400Hz ciągłe lub sygnał brak LM)	- jeśli po podniesieniu słuchawki otrzymamy sygnał nieosiągalności, oznacza to uszkodzenie lub zajęcie linii miejskich oraz brak drogi rozmównej. Należy spróbować połączyć się

	później. - jeśli centrala jest podłączona do bramki VoIP, a nie będzie ona zalogowana, to podniesieniu słuchawki nie będzie sygnału 400Hz, ale możliwe jest wtedy wybranie numeru wewnętrznego.
wybierz numer wewnętrzny (#1, #2, #3 lub #4)	jeśli otrzymasz sygnał nieosiągalności oznacza to że wewnętrzna droga rozmówna jest zajęta. Spróbuj nawiązać połączenie później.
poczekaj na połączenie i przeprowadź rozmowę	Jeśli oczekiwanie będzie trwało zbyt długo otrzymasz sygnał nieosiągalności, a droga rozmówna zostanie zwolniona dla innych abonentów. Aby wyjść ze stanu nieosiągalności, należy na chwile odłożyć słuchawkę na widełki.
po zakończeniu rozmowy odłóż słuchawkę na widełki	Jeśli abonent wywoływany pierwszy odłoży słuchawkę na widełki, usłyszysz sygnał nieosiągalności, a droga rozmówna zostanie zwolniona dla innych abonentów. Aby wyjść ze stanu nieosiągalności, należy na chwile odłożyć słuchawkę na widełki.

Niektóre bramki i centrale mogą po odebraniu znaku HASH wygenerować sygnał nieosiągalności. Czasem zależy to od ich konfiguracji. Nie należy się jednak tym przejmować i pomimo sygnału nieosiągalności wybrać numer wewnętrzny.

Uzyskanie połączenia miejskiego:

podnieś słuchawkę i poczekaj na sygnał zgłoszenia centrali (400Hz ciągłe)	- jeśli po podniesieniu słuchawki otrzymamy sygnał braku LM, oznacza to uszkodzenie lub zajęcie linii miejskich. Należy spróbować połączyć się później. - jeśli po podniesieniu słuchawki otrzymamy sygnał nieosiągalności, oznacza to uszkodzenie lub zajęcie linii miejskich oraz brak drogi rozmównej. Należy spróbować połączyć się później. - jeśli centrala jest podłączona do bramki VoIP, a nie będzie ona zalogowana, to podniesieniu słuchawki nie będzie sygnału 400Hz. W takiej sytuacji niemożliwe jest wykonanie połączenia miejskiego.
wybierz żądany numer	Jeśli, w trakcie wybierania numeru, otrzymasz sygnał nieosiągalności oznacza to że przekroczyłeś przyznane Ci uprawnienia.
poczekaj na połączenie i przeprowadź rozmowę	Od tego momentu, sygnały zajętości osiągalności i inne są generowane przez centralę miejską.

po zakończeniu rozmowy odłóż słuchawkę na widełki	Jeśli abonent wywoływany pierwszy odłoży słuchawkę usłyszysz sygnał nieosiągalności. Jest on generowany przez centralę miejską. Zdarza się jednak, że niektóre modele central miejskich i bramek VoIP nie generują sygnału nieosiągalności. W takiej sytuacji linia miejska będzie zajęta do czasu odłożenia słuchawki przez abonenta wywołującego.

Centrala obsługuje rozłączenie wstecz (miejski abonent wywoływany odłożył słuchawkę) o ile centrala abonencka (bramka VoIP) generuje zamianę biegunowości po zgłoszeniu się abonenta wywoływanego i przywraca ją po rozłączeniu połączenia przez abonenta centrali nadrzędnej.

Przekazywanie połączenia miejskiego z oferowaniem:

podczas prowadzenia rozmowy miejskiej (przychodzącej lub wychodzącej) naciśnij przycisk FLASH, czasem oznaczany jako R lub Recall (abonent na linii miejskiej słyszy w tym czasie melodię)	Jeśli usłyszysz sygnał nieosiągalności, oznacza to brak drogi rozmównej. W takiej sytuacji należy nacisnąć klawisz FLASH, co spowoduje powrót do abonenta zawieszonego na linii miejskiej. Jeśli na tle sygnału nieosiągalności odłożysz słuchawkę, centrala po chwili oddzwoni specjalnym dzwonkiem. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym.
po usłyszeniu sygnału zgłoszenia wybierz numer abonenta wewnętrznego (#1..#4)	- Jeśli po wybraniu numeru abonenta wewnętrznego usłyszysz sygnał zajętości możesz nacisnąć klawisz FLASH aby **powrócić do możliwości wybrania innego numeru wewnętrznego**. Kolejne naciśnięcie FLASH (podczas tonu zgłoszenia centrali) spowoduje **powrót do rozmowy z abonentem zawieszonym**. - Jeśli podczas tonu zgłoszenia centrali odłożysz słuchawkę na widełki, telefon zadzwoni dzwonkiem specjalnym. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym na linii miejskiej (**Powrót do abonenta zawieszonego).**
poczekaj na zgłoszenie abonenta	- Gdy minie czas oczekiwania to usłyszysz sygnał nieosiągalności. Po odłożeniu słuchawki centrala po chwili oddzwoni specjalnym dzwonkiem. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym. Aby zabezpieczyć się przed zablokowaniem linii miejskiej, 60 sekund od momentu kiedy abonent wewnętrzny przekazujący połączenie otrzyma sygnał nieosiągalności, linia miejska zostanie zwolniona. Abonent miejski, zależnie od modelu centrali nadrzędnej, otrzyma sygnał nieosiągalności, zajętości lub ciszę w słuchawce.
Poinformuj o zawieszonej rozmowie na linii miejskiej	

odłóż słuchawkę na widełki	Połączenie pomiędzy abonentem na linii miejskiej, a wybranym abonentem wewnętrznym zostało zestawione.

Przekazywanie połączenia miejskiego "na zajętości":

podczas prowadzenia rozmowy miejskiej (przychodzącej lub wychodzącej) naciśnij przycisk FLASH, czasem oznaczany jako R lub Recall (abonent na linii miejskiej słyszy w tym czasie melodię)	Jeśli usłyszysz sygnał nieosiągalności, oznacza to brak drogi rozmównej. W takiej sytuacji należy nacisnąć klawisz FLASH, co spowoduje powrót do abonenta zawieszonego na linii miejskiej. Jeśli na tle sygnału nieosiągalności odłożysz słuchawkę, centrala po chwili oddzwoni specjalnym dzwonkiem. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym.
po usłyszeniu sygnału zgłoszenia wybierz numer abonenta wewnętrznego (#1..#4)	Jeśli podczas tonu zgłoszenia centrali odłożysz słuchawkę na widełki, telefon zadzwoni dzwonkiem specjalnym. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym na linii miejskiej (**Powrót do abonenta zawieszonego).**
w słuchawce usłyszysz sygnał zajętości	Jeśli po wybraniu numeru abonenta wewnętrznego usłyszysz sygnał zajętości możesz nacisnąć klawisz FLASH aby **powrócić do możliwości wybrania innego numeru wewnętrznego**. Kolejne naciśnięcie FLASH (podczas tonu zgłoszenia centrali) **spowoduje powrót do rozmowy z abonentem zawieszonym**.
odłóż słuchawkę na widełki	- Gdy tylko abonent wewnętrzny zwolni się, zacznie u niego dzwonić telefon. Po podniesieniu słuchawki zostanie połączony z abonentem zawieszonym. - Jeśli abonent wewnętrzny nie odbierze wywołania w ciągu 60 sekund, dzwonek zostanie wyłączony, a linia miejska zwolniona.

Przekazywanie połączenia miejskiego bez oferowania:

podczas prowadzenia rozmowy miejskiej (przychodzącej lub wychodzącej) naciśnij przycisk FLASH, czasem oznaczany jako R lub Recall (abonent na linii miejskiej słyszy w tym czasie melodię)	Jeśli usłyszysz sygnał nieosiągalności, oznacza to brak drogi rozmównej. W takiej sytuacji należy nacisnąć klawisz FLASH, co spowoduje powrót do abonenta zawieszonego na linii miejskiej. Jeśli na tle sygnału nieosiągalności odłożysz słuchawkę, centrala po chwili oddzwoni specjalnym dzwonkiem. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym.
po usłyszeniu sygnału zgłoszenia wybierz numer abonenta wewnętrznego (#1..#4)	- Jeśli po wybraniu numeru abonenta wewnętrznego usłyszysz sygnał zajętości możesz nacisnąć klawisz FLASH, aby **powrócić do możliwości wybrania innego numeru wewnętrznego**. Kolejne naciśnięcie FLASH (podczas tonu zgłoszenia centrali)

	spowoduje **powrót do rozmowy z abonentem zawieszonym**. - Jeśli podczas tonu zgłoszenia centrali odłożysz słuchawkę na widełki, telefon zadzwoni dzwonkiem specjalnym. Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z abonentem zawieszonym na linii miejskiej (**Powrót do abonenta zawieszonego).**
usłyszysz sygnał wołania, odłóż słuchawkę na widełki	
Gdy wywoływany abonent wewnętrzny podniesie słuchawkę, połączenie zostanie zestawione	Jeśli abonent wewnętrzny nie odbierze wywołania w ciągu 60 sekund, dzwonek zostanie wyłączony, a linia miejska zwolniona.

Jeśli na liniach wewnętrznych lub miejskich mogą wystąpić przepięcia (długie linie kablowe, linie napowietrzne) należy zastosować dodatkowe odgromiki.
UWAGA!
Przyłączanie urządzeń bez świadectwa zgodności (dawniej homologacji) do publicznej sieci telekomunikacyjnej jest niedozwolone!
Nie ma natomiast ograniczeń przy podłączaniu takich urządzeń do bramek VoIP.

Pamiętaj!

- Zawsze, gdy podczas przekazywania połączenia słyszymy w słuchawce sygnał wołania lub zajętości możemy nacisnąć klawisz FLASH. Spowoduje to anulowanie ostatniej akcji, otrzymamy sygnał zgłoszenia centrali i ponownie będziemy mogli wybrać inny numer.
- Zawsze, w trakcie przekazywania połączenia, gdy słyszymy ciągły ton zgłoszenia centrali można nacisnąć klawisz FLASH. Spowoduje to powrót do rozmowy z abonentem zawieszonym na linii miejskiej
- Zawsze, gdy w trakcie, przekazywania połączenia (w czasie gdy słyszysz ciągły ton zgłoszenia centrali lub sygnał nieosiągalności) odłożysz słuchawkę, centrala po chwili wyśle specjalny sygnał dzwonienia (3 krótkie dzwonki). Po podniesieniu słuchawki zostaniesz połączony z zawieszonym abonentem na linii miejskiej. Jeśli takiego połączenia nie odbierzemy w ciągu 60 sekund, linia miejska zostanie zwolniona.
- Jeśli abonent miejski, w czasie gdy jest zawieszony (słyszy melodię), odłoży słuchawkę, to abonent wewnętrzny, po odwieszeniu linii miejskiej (np. po powrocie do abonenta zawieszonego), zależnie od modelu centrali nadrzędnej, usłyszy sygnał zajętości, nieosiągalności lub inne sygnały generowane przez centralę nadrzedną.

UWAGA!
Jeśli rozmowa z linią miejską jest przerywana po około 30 sekundach (ton nieosiągalności), oznacza to brak odpowiedniego wpisu w tablicy prefiksów oraz brak informacji o rozpoczęciu połączenia przez zmianę polaryzacji linii miejskiej. Problem można rozwiązać dopisując odpowiedni prefiks do tablicy albo zakończając wybrany numer znakiem "#”.

Ograniczenia centrali:

Najistotniejszym mankamentem centrali jest brak LCR/ARS. Aby taki mechanizm działał, konieczne jest zapamiętanie całego numeru wybranego przez abonenta wewnętrznego, po czym zdecydowanie jaką linią miejską połączenie ma być zrealizowane, ewentualnie zmodyfikowanie numeru (np. dodanie prefiksu operatora alternatywnego) przed wysłaniem numeru na linię miejską. Aby zrealizować taką funkcję, konieczne są nadajniki DTMF oraz zbudowanie tradycyjnej translacji miejskiej. Jeśli będzie odpowiednie zainteresowanie, stosowny projekt powstanie. Proszę o e-maile w tej sprawie.

Brak zegara uniemożliwia taryfikacje rozmów, można je jedynie wysyłać on-line po RS232C i/lub zapisywać w pamięci eeprom.

Z powodu braku klasycznej translacji miejskiej, centrala nie generuje sygnału osiągalności “na miasto” po rozłączeniu się abonenta wewnętrznego. Teoretycznie centrala miejska powinna wygenerować taki sygnał abonentowi miejskiemu, ale niektóre centrale oraz bramki VoIP (przyłączone po stronie centrali nadrzędnej) nie robią tego, dlatego wskazane jest aby centrala, po odłożeniu słuchawki przez abonenta wewnętrznego, wygenerowała sygnał nieosiagalności przez 5..10sekund, a dopiero później zwolniła linię. Dzięki temu mamy gwarancje, że abonent miejski otrzyma informacje o zakończeniu połączenia.

Wiele osób zada pytanie, dlaczego centralka nie może być większa? Odpowiedź jest prosta, bo była niewspółmiernie droższa. Jak łatwo zauważyć każda linia miejska to dodatkowy przekaźnik dla abonenta. Zwiększając liczbę linii wewnętrznych, należało by zwiększyć liczbę dróg rozmównych, a każda droga rozmówną to kolejny przekaźnik. Dla centrali 3x10 liczba przekaźników na jednego abonenta wyniosła by: 3xLM + 3xDROGA = 6, dla wszystkich abonentów było by to więc 60 przekaźników! Przy cenie za przekaźnik około 4..5zł, da to kwotę 240..300zł. Duża liczba przekaźników, będzie wymagała większego i kosztowniejszego zasilacza. W takiej sytuacji, zamiast przekaźników, lepiej zastosować pole komutacyjne. Koszt takiego pola to około 50..60zł. Oczywiście jeśli Czytelnicy wykażą zainteresowanie, opis takiej centralki pojawi się w EP.

Czemu CLIP z miasta nie jest wysyłany do wszystkich abonentów. Wydawało by się, że wystarczy skierować dzwonienie z miasta, na wszystkich abonentów. Niestety nie jest to możliwe. Pewną przeszkodą mogła by być pojemność w obwodzie dzwonka, która powodowała by samozgłoszenie, ale we współczesnych aparatach nie jest to problemem. Kłopot polega na tym, że nie wiadomo by było który z abonentów odebrał połączenie. Gdy podczas dzwonienia jeden abonent jest połączony bezpośrednio z linią miejską, a pozostali mają dzwonek generowany przez centralkę, nie ma problemu aby określić który z nich odebrał połączenie (jeśli ten połączony z miastem, przepływ prądu jest wykrywany tylko na translacji miejskiej, jeśli wewnętrzny prąd jest wykrywany w jego obwodzie liniowym). Można by oczywiście uciec się do sztuczki, aby do drugiego dzwonka wszystkich abonentów połączyć z miastem, później dzwonek generować przez centralę (CLIP jest przesyłany pomiędzy pierwszym a drugim dzwonkiem). Cóż, napisanie kawałka programu i test zajęły by nieco czasu, a pomysłów na ulepszenie oprogramowania mam dużo. Gdybym chciał jej wszystkie wprowadzić w życie, to projekt nigdy nie doczekał by się publikacji. Oczywiście jak będzie zainteresowanie, odpowiednie zmiany w programie zostaną wprowadzone.

Problemów związanych z klawiszem flash nie można rozwiązać w prosty sposób. W centrali nie można zastosować sztuczki polegającej na tym, aby zaraz po wykryciu początku flash, włączyć przekaźnik MOH. Wtedy to, flash na linii miejskiej byłby zbyt krótki, aby centrala go zinterpretowała. Niestety nasza centralka nie wiedziała by czy abonent nacisnął flash, czy odłożył słuchawkę, ponieważ układ MOH jest włączony za układem pomiaru prądu linii. Owszem, gdyby przenieść MOH przed ten układ, to nasza centrala mogła by mierzyć przepływ prądu, chociaż MOH byłby załączony. Niestety w ten sposób nie można by stwierdzić czy uszkodzona linia miejska jest już sprawna, ponieważ badanie linii polega właśnie na załączeniu MOH i pomiarze prądu. Niestety takie są skutki uproszczenia konstrukcji

centrali.

Jeśli podczas połączenia przychodzącego z centrali nadrzędnej, pierwszy składnik grypy nie jest w stanie wolnym, np. rozmawia, to po skończeniu rozmowy, otrzyma dzwonek, ale bez CLIP'a. Wynika to z faktu, że CLIP jest wysyłany tylko po pierwszym dzwonku, a w tym czasie linia abonencka była zajęta.

Mogą zdarzać się głuche telefony z centrali nadrzędnej. Jest to spowodowane tym, że gdy abonent wywołujący z miasta rozłączy się, to telefony wewnętrzne mogą dzwonić jeszcze dzwonią jeszcze przez 5 sekund. Wtedy to po podniesieniu słuchawki otrzymamy sygnał zgłoszenia z centrali nadrzędnej. Niestety jest to wada sygnalizacji ASS. W ten sposób zachowują się wszystkie centrale PABX połączone z centralą nadrzędną łączem analogowym.

Centralę przetestowano z następującymi telefonami i centralami (bramkami):

	Slican XL-2023ID	**Panasonic KX-TGA711FX**	**Panasonic KX-TGA807PD**	**Maxcom KXT-300 ELX**	**Maxcom KXT-100**
5ESS	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK
S12	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK
NT1, NT1Plus NT Aethra, NT Santis	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK
Bramka VoIP Linksys PAP2	FWD OK CLIP OK. ***4**	FWD OK CLIP OK. ***4**	FWD OK CLIP OK. ***4**	FWD nie działa CLIP OK. ***4 *5**	FWD OK CLIP OK. ***4**
Slican CCT1668.s	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK. ***5**	FWD OK CLIP OK
Slican MAC6400	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK	FWD OK CLIP OK. ***5**	FWD OK CLIP OK
Platan Prima	FWD OK. ***2** CLIP OK.	FWD OK. ***2** CLIP OK.	FWD OK. ***2** CLIP OK.	FWD OK. ***2** CLIP OK. ***5**	FWD OK. ***2** CLIP OK.
Elektronix IP PBX Mx	FWD OK. ***1** CLIP OK ***3**	FWD OK. ***1** CLIP OK ***3**	FWD OK. ***1** CLIP OK ***3**	FWD OK. ***1** CLIP OK ***3 *5**	FWD OK. ***1** CLIP OK ***3**
Panasonic KX-TDA100 (bez karty CLIP)	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**
Panasonic TEM 824 (bez karty CLIP)	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**	FWD OK. CLIP ***6**
Panasonic KX-T336 (nie generuje CLIP)	FWD OK. CLIP brak	FWD OK. CLIP brak	FWD OK. CLIP brak	FWD OK. CLIP brak	FWD OK. CLIP brak

Skróty:

FWD Funkcja przekazania numeru 9usługuga FLASH + numer wewnętrzny)

CLIP Funkcja dekodowania CLIP przez aparat telefoniczny

Uwaga!

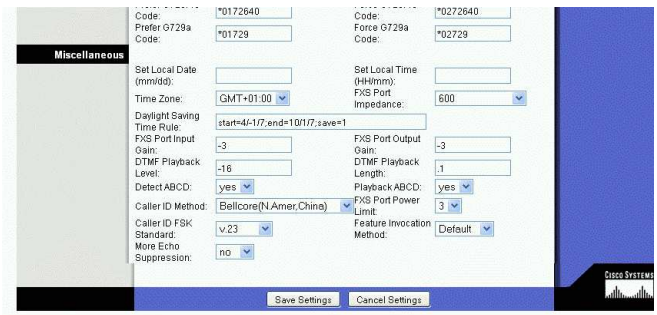
Działanie funkcji FED i CLIP może być zależne od konfiguracji i wersji oprogramowania centrali nadrzędnej.

***1:**
Jeśli połączenie zostanie przekazane przed upływem 15 sekund, to po chwili generowania tonu 400Hz centrala Elnix odwiesza abonenta i dochodzi do połączenia. Aby przyspieszyć ten proces należy nacisnąć klawisz „0”.

***2:**
Abonent do którego przekazano połączenie słyszy ton trybu przekazywania (powtarzane dwa krótkie sygnały) informujący o abonencie zawieszonym. Aby centrala odwiesiła połączenie należy nacisnąć klawisz „0”.

***3:**
W CLIPie nie jest wysyłany opis abonenta

***4:**
CLIP działa poprawnie gdy jest ustawiony standard Bellcore V.23, jak na poniższym rysunku:



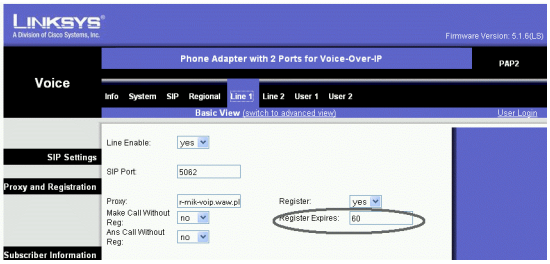
(plik rysunek: Pap2-Clip.gif)

***5:**
Przy pierwszym podłączeniu do centrali nie pokazuje CLIP’a, przy kolejnych połączeniach, CLIP jest poprawny.

***6:**
Nie było możliwość przetestowania funkcji, z powodu braku karty CLIP.

Wskazówka:

Bramkę LinkSysyPap2 można tak skonfigurować, że na obu portach jest ten sam numer. Trzeba po prostu na obu portach skonfigurować to samo konto. Dzięki temu można realizować w jednej chwili dwa połączenia wychodzące. W ruchu przychodzącym da się zrealizować tylko jedno połączenie. To czy ruch przychodzący przyjdzie na port pierwszy czy drugi, zależy od szczęścia (zależy który port zarejestrował się w centrali jako ostatni). Co ciekawe, gdy wyjdziemy portem, który rejestrował się wcześniej, to można będzie się dodzwonić na bramkę, gdy natomiast wyjdziemy portem który zarejestrował się ostatnio, to dodzwonić na bramkę się nie da (abonent zajęty). Jeśli centralę skonfigurujemy tak, aby abonenci wychodzili w pierwszej kolejności linią numer 2 „`setout X,b`”, a na bramce skonfigurujemy czas rejestracji linii 1 na 60 sekund, natomiast linii 2 na np. 300 sekund,



(plik rysunek: Pap2-Rejestracja.gif)

Można realizować połączenie wychodzące, a w tym samym czasie nie ma problemu aby dodzwonić się

na centralę. Gdyby czasy rejestracji były sobie równe i/lub ruch wychodzący ustawiony na cykliczny, to kwestią przypadku było by to czy można się dodzwonić „z miasta” podczas realizacji rozmowy wychodzącej czy nie.
Niestety wielu operatorów ogranicza maksymalną liczbę połączeń do jednego na jeden numer VoIP.

Podziękowania dla firmy APS z Warszawy http://aps.com.pl/ , która udostępniła różne modele central do testów.

Sławomir Skrzyński, EP
Slawomir.skrzynski@ep.com.pl