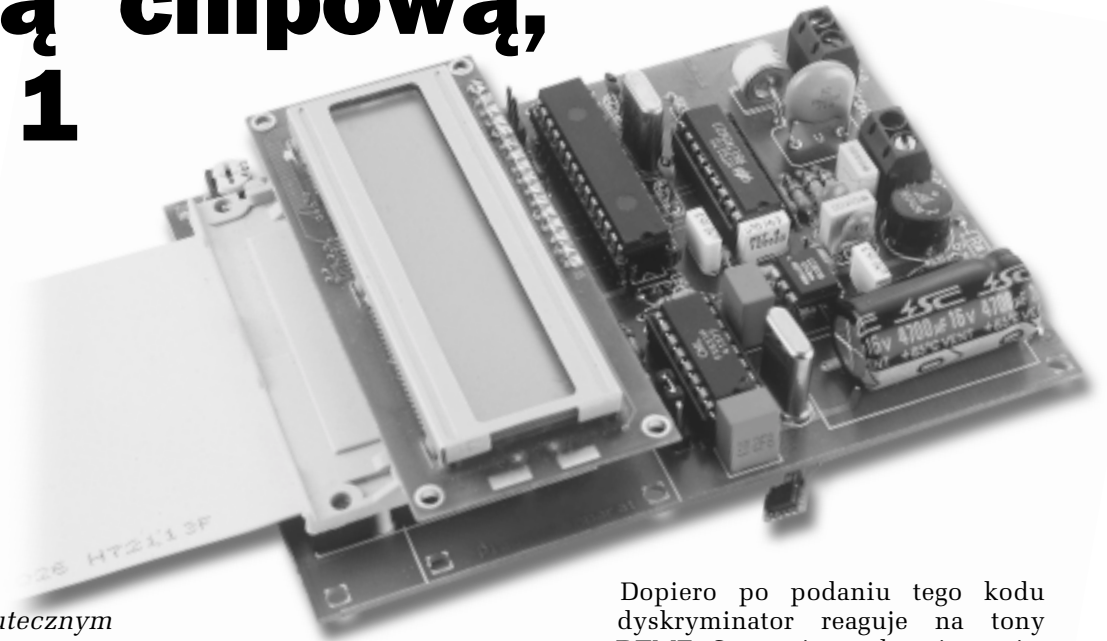


# Domowy aparat telefoniczny z kartą chipową, część 1

## AVT-5081



*Jedynym skutecznym sposobem ograniczenia kosztów rozmów telefonicznych jest ograniczenie czasu ich trwania. Ale w jaki sposób zdyscyplinować domowników? Można oczywiście całkowicie ograniczyć czas rozmów wychodzących, lecz przecież telefon jest do prowadzenia rozmów, a nie dla ozdoby.*

*Przedstawione w artykule urządzenie ułatwia rozsądne korzystanie z telefonu - jego działanie jest podobne do działania publicznych aparatów wrzutowych.*

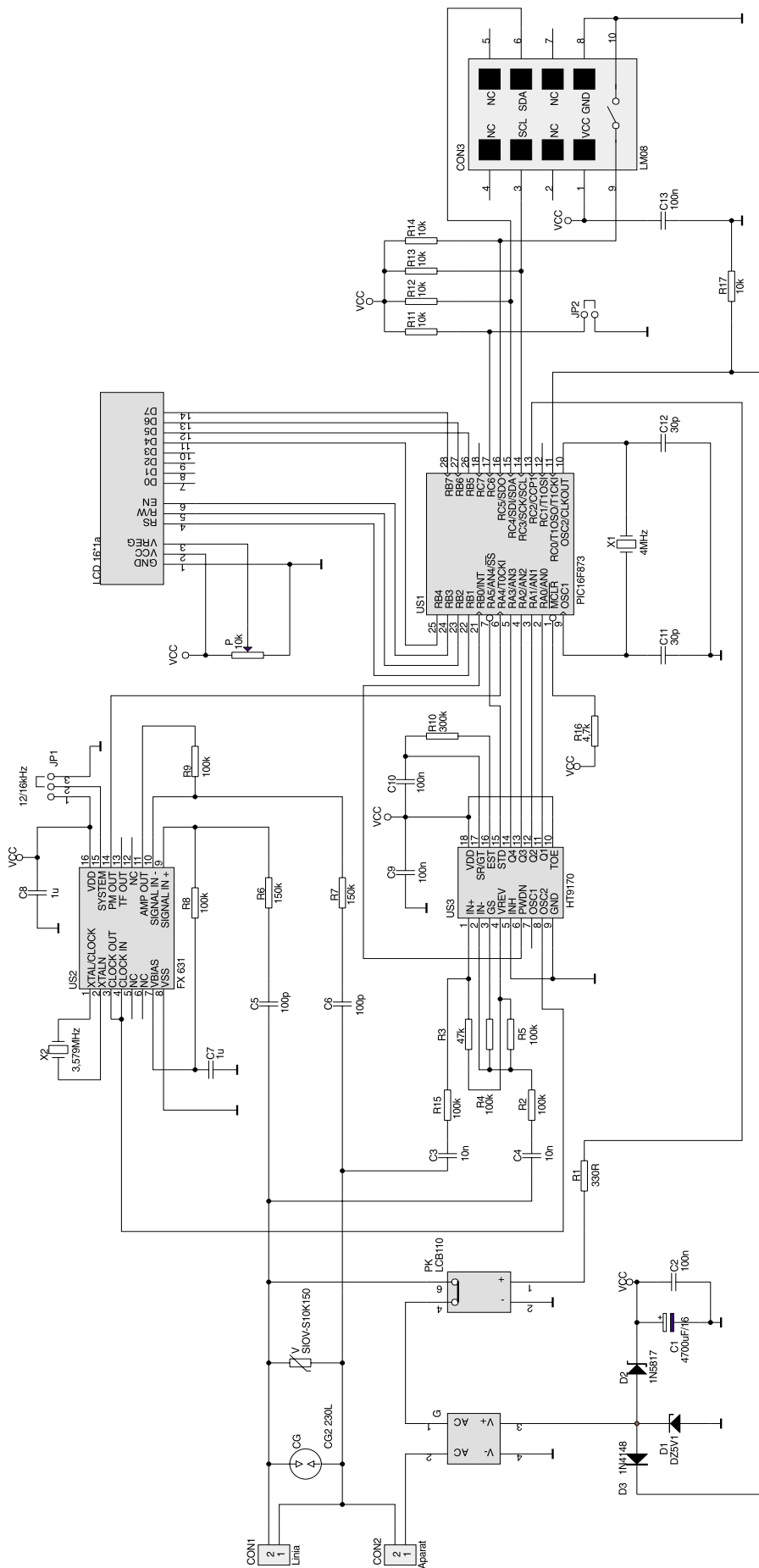
**Rekomendacje:** urządzenie niezbędne dla wszystkich użytkowników telefonów stacjonarnych mających problemy z ograniczeniem liczby połączeń wychodzących i związanych z nimi kosztów.

*Nie staraliśmy się o jego homologację, w związku z czym nie należy dołączać go do sieci telekomunikacyjnych dostawców wymagających urządzeń homologowanych.*

Prezentowane urządzenie spełnia rolę ogranicznika czasu rozmów (dyskryminatora). Ponieważ zamiast żetonów zastosowano kartę chipową z pamięcią EEPROM, konieczne było wyposażenie go w programator umożliwiający dowolne przydzielanie przez uprawnionego użytkownika limitów impulsów dla każdej karty. Do przechowywania informacji o liczbie impulsów zastosowano karty chipowe firmy Xicor X24026, zawierające 256-bajtową pamięć EEPROM sterowaną poprzez magistralę I<sup>2</sup>C. Każdy z użytkowników otrzymuje kartę z zapisanymi impulsami do wykorzystania. Możliwe jest więc prowadzenie dowolnych rozmów, pod warunkiem posiadania impulsów na karcie. Bez karty możliwe jest odbieranie wszystkich połączeń przychodzących oraz wybieranie numerów alarmowych, zaczynających się cyframi „99”.

Programowanie parametrów oraz przyznawanie limitu impulsów dokonywane jest za pomocą standardowej klawiatury aparatu z wybieraniem tonowym. Dostęp do ustawiania parametrów jest zabezpieczony kodem dostępu.

Dopiero po podaniu tego kodu dyskryminator reaguje na tony DTMF. Stanowi to zabezpieczenie, aby w trakcie wybierania numeru przypadkowo nie zostały zmienione parametry dyskryminatora. Ponieważ kod ten jest kodem stałym i nie może być zmieniony, do programowania na przykład limitu impulsów należy podać jeszcze jeden czterocyfrowy kod. Czterocyfrowy kod może być dowolnie zmieniany, uniemożliwiając zmianę parametrów przez osoby nieupoważnione. Przyznany limit może wynosić maksymalnie 999 impulsów. W czasie rozmowy liczba impulsów jest zmniejszana według faktycznych kosztów. Do ich obliczenia niezbędne jest posiadanie dodatkowej usługi uruchomionej na naszej linii telefonicznej wysyłającej informacje o koszcie rozmowy w postaci impulsów teletaxy. Impulsy te są odbierane w czasie rozmowy przez dyskryminator i na ich podstawie zmniejszana jest liczba impulsów dostępnych na karcie. Zmniejszony limit zapisywany jest na karcie za każdym razem, gdy zostanie odebrany impuls zaliczający. Żywotność karty jest określona na 100 tys. cykli programowania, więc jedna karta wystarczy na zużycie 100 tys. im-



Rys. 1. Schemat elektryczny układu dyskryminatora

pulsów. Jest to liczba w zupełności wystarczająca.

### Budowa i działanie

Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny ogranicznika telefonicznego. Jego głównym elementem jest procesor PIC16F873, zawierający w swojej strukturze 4 kół pamięci programu, 192 bajty pamięci RAM oraz 128 bajtów pamięci EEPROM. Dzięki wewnętrznej elektrycznie kasowalnej pamięci EEPROM nie trzeba stosować dodatkowego układu zewnętrznego do zapisywania zmiennych parametrów ogranicznika. Wejście zerujące MCLR dołączone poprzez rezystor do plusa zasilania, gdyż za generowanie sygnału zerującego odpowiada wewnętrzny układ, który wraz z licznikiem wydłużającym wewnętrzny impuls zerowania zapewnia prawidłowy start procesora. W obwód generatora „napędzającego” procesor włączono rezonator kwarcowy X1 oraz kondensatory C11 i C12.

Sterowanie oraz ustawianie parametrów ogranicznika odbywa się za pomocą tonów DTMF pochodzących z dołączonego aparatu telefonicznego, dzięki czemu nie trzeba stosować dodatkowych przycisków. W roli odbiornika tonów DTMF zastosowano układ US3 - sygnał z linii telefonicznej, poprzez elementy dopasowujące C3, C4, R2...R5, R15 jest doprowadzony na wejście wzmacniacza odbiornika DTMF. Układ ten wymaga do pracy przebiegu zegarowego o częstotliwości 3,579 MHz. Sygnał ten można uzyskać, dołączając rezonator kwarcowy do wyprowadzeń 7 i 8 lub stosując zewnętrzny generator. W przedstawionym urządzeniu zastosowano generator zawarty w układzie US2. Opis pracy tego generatora zostanie zamieszczony w dalszej części artykułu.

Wszystkie sygnały tonowe występujące w linii telefonicznej są analizowane przez ten układ. Jeśli pojawi się sygnał o parametrach zgodnych ze standardem DTMF (częstotliwość, poziom, czas trwania), to następuje jego detekcja i wystawienie odpowiadającego mu słowa czterobitowego na wyjściu Q1...Q4. Następnie na wyjściu STD pojawia się wysoki poziom napięcia, informujący procesor, że został odebrany nowy sygnał DTMF.

List. 1. Procedura odbioru kodów DTMF

```
boolean get_dtmf()
{
  dtmf_ok=0;
  IF (input(std)) //jesli std=1
  {
    Delay_ms(20); //to czekaj 20ms
    IF (!input(std)) return; //ponownie sprawdź std, jeśli std=0 to powrót
    dtmf=dtmf_PORT &0x0f; //jeśli czas DTMF>20ms, odczytaj kod i wyzeruj
    dtmf_ok=1; //4 starsze bity bufora dtmf, ustaw flagę dtmf_ok

    while (input(std)); //czekaj na koniec tonu

    if(dtmf==10) dtmf=0; //jeśli dtmf=10, zamień na 0
    Delay_ms(10); //czekaj 10ms
    return(dtmf_ok); //powrót
  }
}
```

Procedura odbioru kodów sygnału DTMF jest przedstawiona na list. 1. W podprogramie tym sprawdzany jest poziom na wyjściu STD. Jeśli jest równy zero, to następuje powrót. Jeżeli jednak wystąpi sygnał DTMF, to procesor odczeka 20 ms i ponownie sprawdza, czy nadal jest sygnał - ma to na celu wyeliminowanie krótkotrwałych zakłóceń, które mogą wystąpić w linii telefonicznej, i odbieranie tylko prawidłowych tonów DTMF.

Jeśli czas trwania sygnału tonowego jest wystarczająco długi, to następuje odczyt stanów wyjść Q1...Q4 układu US3. Jednocześnie zostają wyzerowane cztery starsze bity bufora dtmf. W ten sposób odebrany kod sygnału DTMF zostaje zapisany w formie dziesiętnej. Następnie procesor oczekuje na koniec sygnału tonu. Jest to niezbędne, ponieważ opuszczenie procedury odczytu DTMF przed zakończeniem bieżącego sygnału spowodowałoby jego kilkakrotne odczytywanie, tzn. raz naciśnięty klawisz zostałby odczytany jako naciśnięty na przykład trzy razy.

Po prawidłowym odbiorze sygnału tonu następuje jeszcze konwersja odebranych cyfr. Konwersja zostaje wykonana tylko dla cyfry „0”, gdyż w kodzie DTMF cyfra ta jest przedstawiana binarnie jako „0001010”, czyli dziesiętnie „10”. W przypadku odebrania takiej kombinacji bitów następuje ich zamiana na „00000000” i wpisanie do bufora dtmf. Procedura zwraca wartość bitu dtmf\_ok, jeśli sygnał DTMF został prawidłowo odebrany, to będzie to „1”, w przeciwnym przypadku będzie to „0” - jest to informacja, czy został odebrany sygnał tonu.

Praca dyskryminatora opiera się na detekcji impulsów taryfikacyjnych generowanych przez

centralę telefoniczną, impulsy te umożliwiają obliczenie kosztu prowadzonej rozmowy. Do odbioru impulsów zastosowano specjalizowany układ firmy CML - FX631.

Wewnętrzną budowę tego układu przedstawiono na rys. 2. Układ ten zawiera w swojej strukturze wszystkie niezbędne bloki umożliwiające poprawny odbiór nawet silnie zakłóconych sygnałów. Sygnał z oscylatora zostaje poprzez wewnętrzny bufor wyprowadzony na zewnątrz i może służyć jako źródło sygnału zegarowego dla innych układów. Ta możliwość została wykorzystana do dostarczenia sygnału zegarowego dla układu odbiornika DTMF, który do pracy również wymaga sygnału o częstotliwości 3,579 MHz. W ten sposób zaoszczędzono jeden rezonator kwarcowy. Informacja o pojawieniu się w linii telefonicznej sygnału teletaxy pojawia się na dwóch wyjściach układu US3.

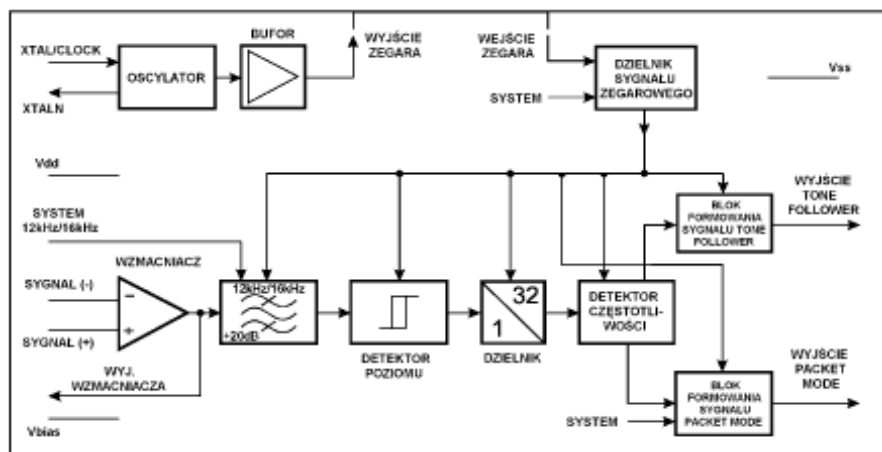
Obydwa wyjścia wykazują obecność sygnału, lecz każde w inny sposób. Na rys. 3 przedstawiono przebiegi wyjściowe w zależności od sygnału wejściowego. Jak wynika z rys. 3, wyjście Tone Follower zmienia swój poziom na niski natychmiast po pojawieniu się

sygnału o odpowiedniej częstotliwości i powraca do poziomu wysokiego bezpośrednio po zakończeniu sygnału. Pobieranie informacji o impulsach taryfikacyjnych z tego wyjścia może prowadzić do błędów w przypadku silnie zaszumionych linii telefonicznych.

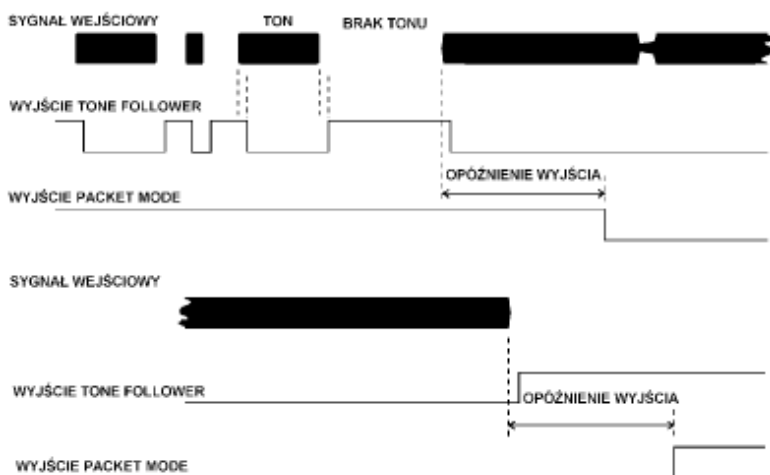
Aby wyeliminować wpływ zakłóceń na detekcję impulsów teletaxy, układ FX631 posiada wyjście Packet Mode, na którym poziom napięcia zmienia się na niski tylko w przypadku, gdy prawidłowy sygnał wejściowy trwa przez minimum 40 ms i powraca do poziomu wysokiego po zaniknięciu sygnału na wejściu także po 40 ms. To wyjście zostało wykorzystane w dyskryminatorze telefonicznym. Wówczas procesor jest uwolniony od jakichkolwiek działań mających na celu weryfikację poprawności odbieranych impulsów. Jeśli na wyjściu Packet mode wystąpi zero logiczne, oznacza to, że sygnał teletaxy został odebrany prawidłowo. Obwód z elementów R6...R9 i C5, C6 dopasowuje poziom sygnału z linii telefonicznej do wymaganego przez układ FX631.

Układ detekcji tonów teletaxy umożliwia wykrywanie impulsów o częstotliwościach 12 kHz oraz 16 kHz. Wyboru odpowiedniej wartości dokonuje się za pomocą zworki JP1 - dla częstotliwości 16 kHz powinna znajdować się w pozycji 2-3, czyli wejście SYSTEM powinno być zwarte do masy. Takie ustawienie zworki należy zastosować, gdyż standardem obowiązującym w Polsce jest sygnał o częstotliwości 16 kHz.

Do odczytu danych z karty chipowej zastosowano złącze CON3. Po włożeniu karty odpowiednie



Rys. 2. Budowa układu FX631



Rys. 3. Przebiegi wyjściowe w układzie FX631

styki czytelnika łączą się ze stykami karty. Dodatkowo, w momencie włożenia karty zostaje zwarty styk przełącznika zawartego w czytniku. Zwarcie tego styku informuje procesor, że karta została umieszczona w czytniku i może on odczytywać lub zapisywać dane w pamięci zawartej wewnątrz karty.

Ponieważ prezentowany układ ma stanowić niezawodne zabezpieczenie przed nadmiernym korzystaniem z telefonu, do jego zasilania niezbędne jest niezawodne źródło napięcia. Zastosowanie zewnętrznego zasilacza uniemożliwiłoby działanie urządzenia w przypadku braku napięcia sieciowego, a ingerencja osób niepowołanych w układ zasilania umożliwiłaby „obejście” zabezpieczenia.

W celu zapewnienia nieprzerwanego zasilania układu można zastosować zasilacz wraz z akumulatorem, który podtrzymałby zasilanie w przypadku braku napięcia sieciowego. W przedstawionym układzie zdecydowano się zastosować inny sposób zasilania zapewniający napięcie zasilające w momencie podniesienia słuchawki. Napięcie zasilania jest pobierane z linii telefonicznej - w czasie rozmowy w linii telefonicznej płynie prąd o wartości około 40 mA. W przypadku wystąpienia pomiędzy centralą telefoniczną a naszym aparatem tele-

fonicznym urządzenia zwielokrotniającego, prąd ten może mieć wartość około 20 mA. Dla ogranicznika obydwie wartości są wystarczające, gdyż w czasie pracy układ pobiera prąd o wartości około 10 mA. Prąd płynący w linii telefonicznej przepływa przez włączone szeregowo styki przełącznika PK, mostek prostowniczy G oraz diodę Zenera D1.

Prąd płynący przez ten obwód powoduje spadek napięcia na diodzie D1 równy około 5,1 V, które poprzez diodę D2 zasila układy scalone dyskryminatora. Dioda D2 wprowadza spadek napięcia wynoszący około 0,2 V, tak więc na kondensatorze utrzymuje się napięcie około 4,9 V. Jest to wartość wystarczająca do zasilania wszystkich elementów ogranicznika.

Zastosowanie diody D2 oraz kondensatora C1 o dużej pojemności ma na celu podtrzymanie napięcia w momencie rozwarcia linii po odłożeniu słuchawki lub przerwaniu połączenia przez dyskryminator. W momencie rozwarcia linii dioda D2 uniemożliwia rozładowanie kondensatora C1, gdyż potencjał na anodzie jest niższy niż na katodzie, więc dioda jest spolaryzowana zaporowo. Pojemność kondensatora umożliwia pracę procesora jeszcze przez kilka sekund po odłożeniu słuchawki.

Podtrzymanie to jest bardzo ważne, gdyż w przypadku celowego przzerwania obwodu przez procesor, musi on ponownie zamknąć obwód po około 1,5 sekundy. Taki czas jest w zupełności wystarczający do rozłączenia rozmowy. W czasie przerwy na linii telefonicznej nie jest podawane

napięcie zasilania dyskryminatora i procesor jest zasilany wyłącznie z naładowanego kondensatora C1. Po upływie określonego czasu przerwy następuje zwarcie styku przełącznika PK i w słuchawce pojawi się nowy sygnał zgłoszenia centrali, a wcześniejsza próba rozpoczęcia rozmowy zostanie przerwana. Dioda D3 wraz z rezystorem R17 dołączona do portu procesora informuje go, czy w obwodzie aparatu telefonicznego płynie prąd. Jeśli słuchawka jest podniesiona, to na wejściu procesora występuje wysoki poziom napięcia podawanego przez tę diodę. Jeśli nastąpi przerwa, to wystąpi poziom niski spowodowany rezystorem R17 podciągającym w dół.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

- R1: 330Ω
- R2, R4, R5, R8, R9, R15: 100kΩ
- R3: 47kΩ
- R6, R7: 150kΩ
- R10: 300kΩ
- R11...R14, R17: 10kΩ
- R16: 4,7kΩ
- P: potencjometr 10kΩ miniaturowy

### Kondensatory

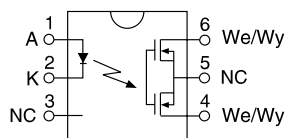
- C1: 4700μF/16V
- C2, C9, C12: 100nF
- C3, C4: 10nF/100V
- C5, C6: 100pF/1kV
- C7, C8: 1μF, stały (polipropylenowy)
- C10, C11: 30pF

### Półprzewodniki

- D1: dioda Zenera 5,1V
- D2: 1N5817
- D3: 1N4148
- G: mostek prostowniczy 1A/400V
- US1: PIC16F873 zaprogramowany
- US2: FX631
- US3: HT9170
- PK: Przełącznik LCB110

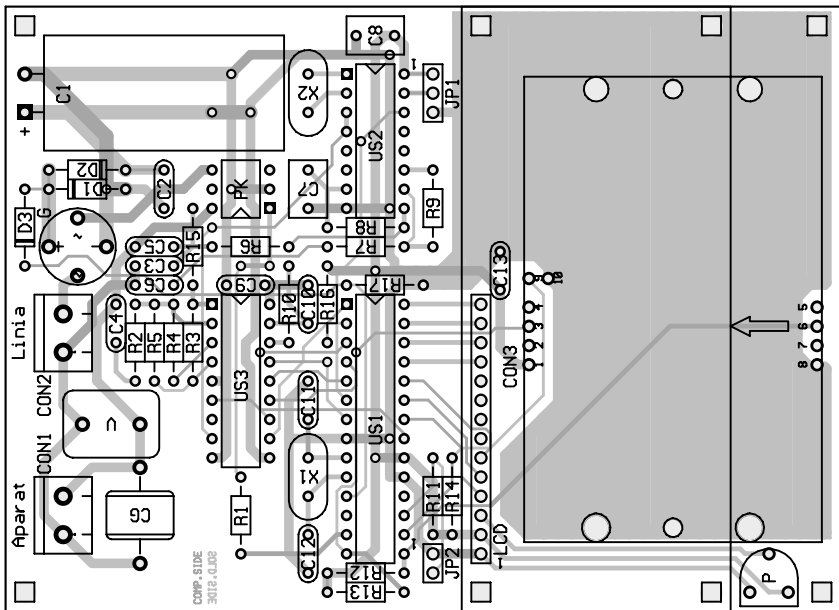
### Różne

- X1: 4MHz
- X2: 3,579MHz
- CON1, CON2: ARK2(5mm)
- CON3: podstawka do kart np. LM08
- V: warystor SIOV-S10K140
- CG: ochronnik CG2 230L
- JP1: goldpin 1x3 + jumper
- JP2: goldpin 1x2 + jumper
- Wyświetlacz LCD 16x1
- Karta X24026



Rys. 4. Budowa przełącznika LCB110





Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej dyskryminatora

Wykrywanie przerw w linii telefonicznej pozwala reagować na odpowiednie stany. Szczegółowy opis sytuacji, w których procesor spowoduje rozłączenie, zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu.

Do rozłączania obwodu linii telefonicznej sterowanej przez procesor zastosowano przekaźnik półprzewodnikowy firmy CP Clare typu LCB110. Jego budowę przedstawiono na rys. 4. Zastosowano w nim fototranzystory MOS. Umożliwia załączanie prądów o natężeniu do 120 mA, przy maksymalnym napięciu 350 V. Przekaźnik ten jest typu „B”, co oznacza, że w stanie nieaktywnym jego styki są zwarte, a po przyłożeniu napięcia do diody świecącej następuje rozwarcie styku. Do rozwarcia styku wyjściowego

wystarczy prąd diody o wartości 5 mA. Przekaźnik ten znakomicie nadaje się do zastosowań, gdzie pobór prądu musi być ograniczony do minimum.

Zastosowanie przekaźnika ze stykami normalnie zwartymi jest konieczne, gdyż w stanie odłożonej słuchawki dyskryminator nie jest zasilany i nie możeysterować przekaźnika. Jednocześnie w tym stanie sygnał z centrali musi docierać do aparatu telefonicznego, ponieważ przez cały czas muszą być aktywne wywołania przychodzące. Zastosowanie takiego przekaźnika umożliwia prowadzenie rozmów przychodzących bez potrzeby dostarczania jakiegokolwiek napięcia do układów sterujących, jak również do samego przekaźnika.

Do zabezpieczenia dyskryminatora oraz dołączonego aparatu telefonicznego przed przepięciami mogącymi pojawić się w linii telefonicznej zastosowano ochronnik „CG” oraz warystor „V”. Elementy te powodują zwarcie w przypadku pojawienia się zbyt wysokiego napięcia w linii, zabezpieczając tym samym dołączone do niej urządzenia.

### Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy płytki przedstawiono na rys. 5. Montaż rozpoczynamy od wlotowania rezystorów, następnie podstawek pod układy scalone i kondensatorów. Ze względu na duże gabaryty, kondensator C1 montujemy na leżąco. Na końcu montujemy złącza CON1...CON3. Złącze wyświetlacza LCD jest umieszczone tuż nad czytnikiem CON3, dzięki temu jest on nakładany na ten czytnik, co pozwoliło na zmniejszenie powierzchni potrzebnej na zamontowanie tych elementów. Po sprawdzeniu poprawności montażu do złącza CON1 należy podłączyć linię telefoniczną, a do CON2 aparat telefoniczny. Podniesienie słuchawki spowoduje, że na wyświetlaczu pojawi się napis „Włóż kartę”. Na tym proces uruchomienia został zakończony i możemy przejść do programowania parametrów dyskryminatora. O tym napiszemy za miesiąc.

**Krzysztof Pławiuk, AVT**  
**krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl**

*Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/pazdziernik02.htm> oraz na płycie CD-EP10/2002B w katalogu PCB.*