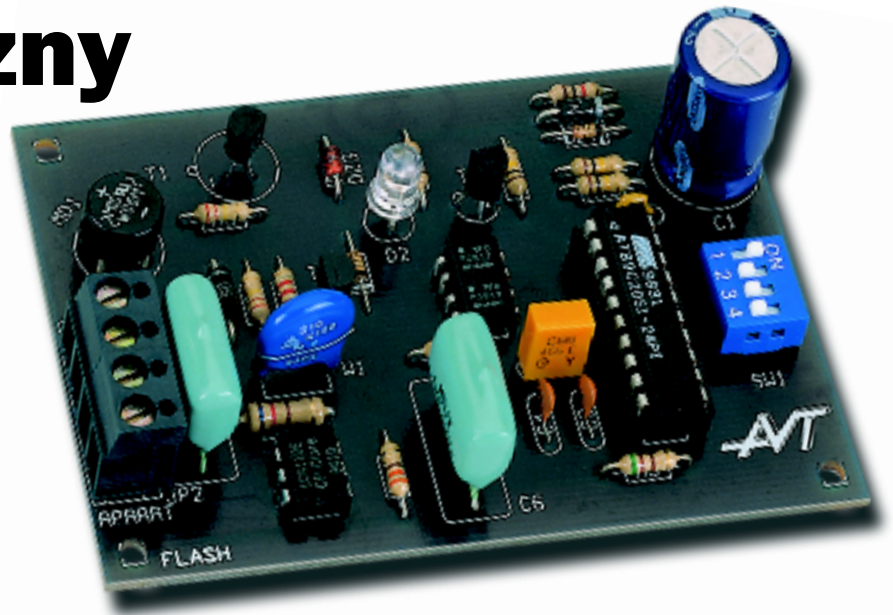


# Mikroprocesorowy Flash telefoniczny

## AVT-829

*Prezentowane urządzenie wykaże swoją przydatność we współpracy z dowolnym aparatem telefonicznym wyposażonym w funkcję Flash. Zastosowanie tej prostej w wykonaniu przystawki zapewni użytkownikowi dostęp do wszystkich usług centrali, bez względu na jej potencjalne humory i niedopasowanie naszego telefonu.*



Nowoczesne cyfrowe centrale telefoniczne, oprócz swojej podstawowej funkcji, czyli łączenia rozmów, oferują szereg tak zwanych usług dodatkowych. Można tu wymienić przekazywanie wywołań na inny numer, ograniczenie połączeń wychodzących, numery skrócone, połączenie konferencyjne i wiele, wiele innych.

W centralach miejskich dostęp do niektórych z tych usług (na przykład automatycznego budzenia) jest bezpłatny i możliwy również dla abonentów posiadających stare aparaty telefoniczne z wybieraniem dekadowym. Inne usługi (na przykład zawieszenie połączenia oczekującego) zostają uaktywnione dopiero po ich zamówieniu u lokalnego operatora sieci telekomunikacyjnej i uiszczeniu pewnej, niewielkiej zresztą, opłaty.

W centralach zakładowych (tak zwanych abonenckich) z reguły większość usług dodatkowych jest ogólnodostępna i bezpłatna.

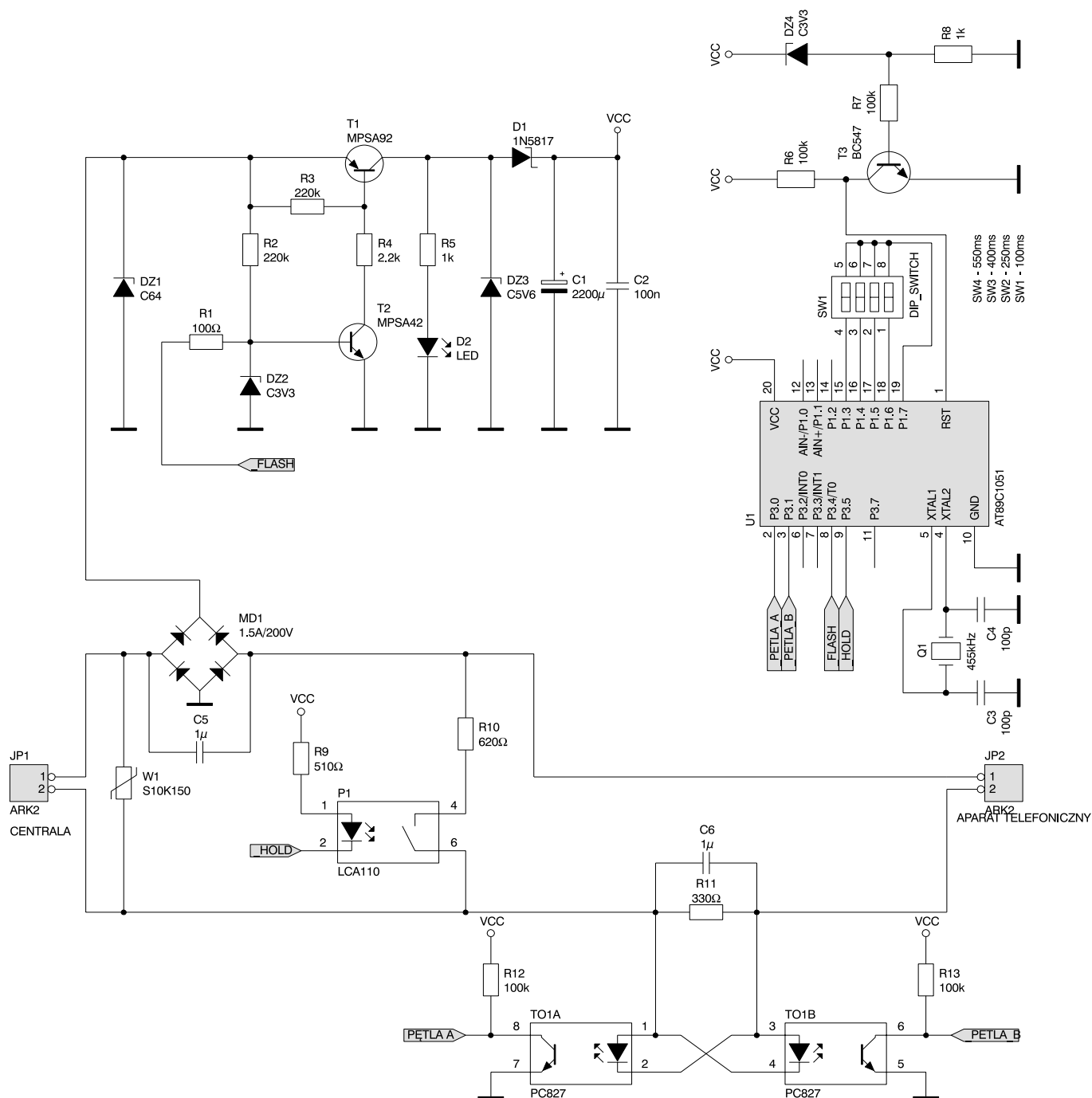
Aby móc korzystać w pełni z możliwości oferowanych przez centralę, do której mamy szczęście (albo i nieszczęście) być podłączeni, musimy posiadać aparat telefoniczny z wybieraniem tonowym DTMF.

Aparat ten powinien mieć klawisz opisany najczęściej jako FLASH. Jego naciśnięcie w trakcie rozmowy powoduje wygenerowanie przez aparat tak zwanej prze-

rawy kalibrowanej, popularnie zwanej FLASH-em. Jest to sygnał dla centrali, że abonent chce uzyskać dostęp do usług dodatkowych. Centrala potwierdza odebranie FLASH-a wysyłając ciągły sygnał zgłoszenia lub specjalny sygnał informacyjny. Następnie oczekuje na cyfry w systemie DTMF, które zostaną przez nią zinterpretowane jako kod konkretnej usługi. Przerwa kalibrowana to nic innego, jak krótka, posiadająca odpowiednią długość "izolacja" (przerwa) dla prądu stałego pętli abonenckiej. Jej czas trwania musi być dłuższy od czasu przerwy impulsowania dekadowego (typowo  $t_p=66 \pm 2/3\text{ms}$ ) i krótszy od czasu, po jakim centrala zrywa połączenie. W praktyce, zależnie od typu centrali, przerwa kalibrowana powinna trwać 80..700ms.

Teraz pojawia się pewien problem. Teoretycznie, zarówno centrala jak i aparat telefoniczny MUSZĄ mieć świadectwo homologacji. Świadectwo takie potwierdza posiadanie przez oba urządzenia odpowiednich parametrów i jest gwarancją ich poprawnej współpracy.

Tak jest teoretycznie, a my powróćmy do rzeczywistości. A rzeczywistość jest taka, że na parametry techniczne centrali szary abonent raczej nie ma wpływu. Pozostaje mu zatem kupno homologowanego aparatu, który generuje FLASHa o odpowiedniej długości.



Rys. 1. Schemat elektryczny urządzenia.

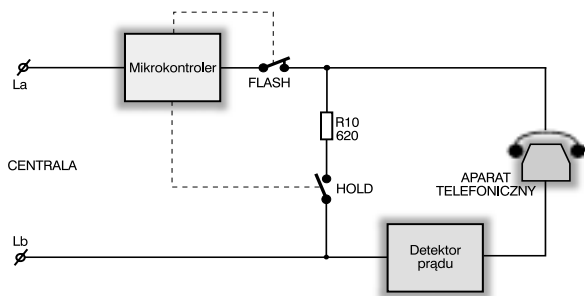
Ale co to znaczy „odpowiedniej“, skoro prawie każda centrala ma pod tym względem inne wymagania? Niektóre aparaty mają co prawda przełącznik umożliwiający zmianę długości FLASH-a, ale jest ich niewiele i są one nieco droższe. Inne generują przerwę kalibrowaną o stałej, niekiedy bardzo wyjątkowej, długości lub nie generują jej wcale. Często dopiero w domu lub biurze po zainstalowaniu aparatu okazuje się, że jest on „homologowany inaczej“ i nie pasuje do centrali.

Z powyższej, dosyć często spotykanej, sytuacji można spróbować wybrnąć kilkoma sposobami. Można zamienić w sklepie aparat na inny, co czasami się udaje.

Nie ma jednak żadnej pewności, że nowy aparat będzie „odpowiedni“ - wszak i stary POSIADAŁ HOMOLOGACJĘ. Można generować FLASH uderzając umiejętnie w widełki, co wymaga pewnej wprawy (celują w tym szczególnie dzieci). Nie jest to jednak sposób szczególnie wygodny ani tym bardziej bezpieczny - grozi

bowiem przedwczesnym zużyciem przełącznika widełkowego w aparacie lub zerwaniem połączenia przez centralę w najmniej odpowiednim momencie. Można wreszcie próbować wyegzekwować swoje prawa poprzez utarczki z obsługą centrali, ale szanse na pozytywne załatwienie sprawy są raczej znikome.

Gdy wszystkie inne metody zawiodą, proponuję zastosować „Poprawiacz przerwy kalibrowanej“, którego schemat elektryczny przedstawiono na **rys. 1**.



Rys. 2. Sposób dołączenia układu do linii telefonicznej.

## Opis układu

Jest to proste urządzenie włączane szeregowo z jednym lub kilkoma aparatami telefonicznymi, które generuje przerwę kalibrowaną o długości wymaganej przez daną centralę. Długość ta może wynosić 100, 250, 400 lub 550ms i jest zmieniana za pomocą 4-stykowego DIPswitcha. Urządzenie poprawnie współpracuje z dowolnym typem centrali telefonicznej miejskiej lub zakładowej o napięciu liniowym 24..60VDC i prądzie w pętli abonenckiej 15..60mA.

Aparat telefoniczny może posiadać FLASH o długości 80..790ms (która to długość zostanie skorygowana do wartości zależnej od aktualnego ustawienia DIPswitcha) lub nie posiadać go wcale. Urządzenie generuje poprawnego FLASH-a po wykryciu przerwy pętli abonenckiej trwającej co najmniej 80ms i nie ingeruje w impulsowanie dekadowe o typowym czasie przerwy/zwarcia ( $t_p=66$  i  $2/3$ ms,  $t_z=33$  i  $1/3$ ms). Wszystkie pozostałe sygnały i kryteria liniowe (wybieranie tonowe DTMF, teletaxa 12/16kHz, dzwonienie 25/50Hz, inwersja baterii) również nie są zakłócane. Dodatkowo, jeżeli żaden ze styków DIPswitcha nie jest zwarty, urządzenie wytwarza FLASH o zerowej długości (a dokładniej, nie ingeruje w proces rozłączania połączenia).

Sposób podłączenia „poprawia-cza“ przedstawiono na rys. 2, natomiast na rys. 3 przedstawiono przebiegi czasowe ilustrujące trzy możliwe warianty jego pracy. Jak widać, przerwa kalibrowana widziana przez centralę telefoniczną składa się z dwóch następujących po sobie odcinków czasu. Pierwszy, to 80ms przerwy generowanej przez aparat. Drugi, to przerwa o długości 20..470ms (zależnej od aktualnego stanu DIP-

switcha), wytwarzana przez klucz włączony szeregowo z aparatem. W sumie tworzą one impuls FLASH o wymaganej długości, to znaczy 100..550ms. Natychmiast po zakończeniu impulsu FLASH, rozpoczyna się impuls HOLD trwający 200..700ms. W czasie trwania tego impulsu aparat telefoniczny zostaje zrównoleglony rezystorem R10 (620Ω), co powoduje podtrzymanie pętli prądowej w kierunku centrali. Impuls ten kończy się po 200ms od wykrycia przepływu prądu przez aparat. Suma długości obu impulsów (FLASH + HOLD) wynosi maksymalnie 800ms. Jest to jednocześnie minimalny czas odłożenia słuchawki po zakończeniu rozmowy, niezbędny do rozłączenia połączenia.

Sercem urządzenia jest mikrokontroler AT89C1051 firmy ATMEL (U1) taktowany popularnym i tanim rezonatorem ceramicznym o częstotliwości 455kHz (Q1). Rezonatory takie często są stosowane w pilotach do sprzętu RTV. Dzięki niewielkiemu poborowi energii, mikrokontroler zasilany jest prądem płynącym w pętli abonenckiej. Szeregowy spadek napięcia na całym urządzeniu wynosi około 8,5V. Elementy DZ3, D1, C1, C2 tworzą zasilacz o napięciu wyjściowym około 5,3V. Kondensatory C3, C4 (100pF) mają dwukrotnie większą pojemność, niż zalecana przez firmę ATMEL dla rezonatora ceramicznego. Przy mniejszej pojemności tych kondensatorów rezonator nie pracuje stabilnie i ma tendencję do „wskakiwania“ na częstotliwość harmoniczną.

Pomimo niewielkiej częstotliwości taktowania mikrokontroler nudzi się okrutnie i większość czasu „przesypia“, wprowadzony w energooszczędny tryb IDLE. Niska częstotliwość taktowania mikrokontrolera oznacza także mały poziom zakłóceń generowanych przez układ i przenoszonych na linię telefoniczną. Dzięki temu nie występują problemy z transmisją modemową i faxową - nawet dla szybkich modemów 56kbps. Złącze baza-emiter tranzystora T2 (MPSA42) i rezystor

R1 (100Ω) chronią port P3.4 mikrokontrolera przed przepięciami pochodzącymi z linii telefonicznej. Dodatkową ochronę, na wypadek uszkodzenia złącza tranzystora T2, stanowi dioda Zenera DZ2 (3,3V). Elementy te okazują się być dosyć skutecznym zabezpieczeniem. Pomimo nieco ryzykownego sposobu sterowania bazą tranzystora T2, nie udało mi się podczas długotrwałego testowania układu uszkodzić portu mikrokontrolera. A starałem się usilnie!

Układ przetrwał nawet krótkotrwałe, nie całkiem przypadkowe, zwarcie z siecią elektroenergetyczną. Zgodnie z przewidywaniami uszkodzeniu uległ jedynie warystor W1. Oczywiście stanowczo odradzam wszystkim Czytelnikom przeprowadzanie podobnych, bardzo niebezpiecznych eksperymentów! Rezystor R2 (220kΩ) wstępnie polaryzuje bazę tranzystora T2 i wspomagając prądowo port P3.4 pełni funkcję rozruchową. Dzięki niemu napięcie zasilające układ pojawia się niemal natychmiast po podniesieniu słuchawki współpracującego telefonu. Transil DZ1 z dużym zapasem ogranicza napięcie liniowe do wartości bezpiecznej dla tranzystorów T1 i T2. Drugim „po Atmelu“ ważnym elementem jest przekaźnik OPTO-MOS typu LCA110 firmy CP CLARE (P1), posiadający jeden „zestyk“ zwierny. Jego zwarcie następuje już przy prądzie diody LED rzędu 2mA. Mała wartość tego prądu (ograniczanego rezystorem R9) jest bardzo pożądana w przypadku urządzenia zasilanego wyłącznie z linii telefonicznej. Standardowe przekaźniki elektromechaniczne o podobnej czułości są trudno dostępne i stosunkowo drogie, chociaż przekaźnik OPTO-MOS również tani nie jest. Jego niewątpliwą zaletą jest natomiast trwałość - jest praktycznie niezniszczalny, pod warunkiem nie przekraczania dopuszczalnych parametrów napięciowo - prądowych. Za zapewnienie odpowiednich parametrów pracy przekaźnika P1 są odpowiedzialne: warystor W1 (ograniczenie napięcia) i rezystor R10 (ograniczenie prądu).

Zadaniem przekaźnika P1 jest wytworzenie impulsu HOLD, czyli podtrzymanie pętli prądowej w kierunku centrali, bezpośrednio

po impulsie FLASH. W ten prosty sposób niezależniamy się od długości przerwy kalibrowanej generowanej przez aparat telefoniczny. Wysokonapięciowy tranzystor T1 (MPSA92) jest kluczem włączonym szeregowo w linię i wytwarzającym właściwy impuls FLASH. Podczas tego impulsu mikrokontroler zasilany jest wyłącznie prądem pobieranym z kondensatora C1 o dużej pojemności (2200 $\mu$ F). Szybkość narastania napięcia na tym kondensatorze zależy głównie od wydajności prądowej wyposażenia liniowego w centrali i typu aparatu, oraz w nieco mniejszym stopniu od długości linii telefonicznej. Ponieważ szybkość ta jest zwykle niewielka, prosty układ RC nie zawsze zapewniał poprawne zerowanie mikrokontrolera po podniesieniu słuchawki.

Konieczne okazało się zastosowanie obwodu zbudowanego wokół tranzystora T3. Dioda D2 (niskoprądowy LED) sygnalizuje przepływ w pętli abonenckiej prądu o wartości powyżej 3mA, a transoptor TO1 (PC827) jest detektorem tego prądu. Uważny Czytelnik zapewne zapyta, dlaczego zastosowałem dwa transoptory połączone antyrównolegle? Prościej byłoby przecież użyć pojedynczego transoptora włączonego w przekątną mostka prostowniczego. Niestety, rozwiązanie takie oprócz wielu zalet ma dwie poważne wady. Pierwsza, to spadek napięcia na mostku prostowniczym

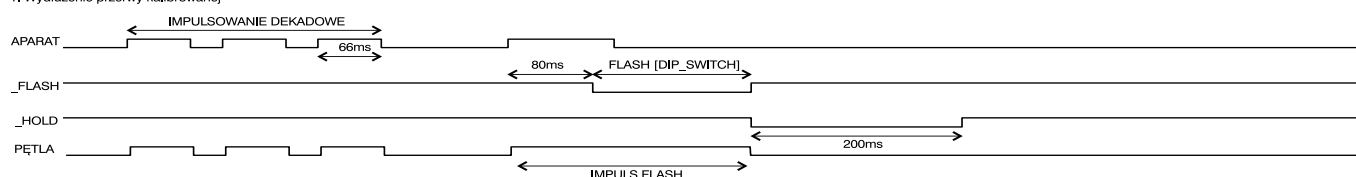
(około 1,4V), który doda się do, i tak sporego, spadku napięcia na całym urządzeniu. Druga wada, to trudności z odróżnieniem zmiennego prądu dzwonięcia 25/50Hz od stałego prądu liniowego po podniesieniu słuchawki. Ewentualna pomyłka grozi samoczynnym, chwilowym zajęciem linii telefonicznej w trakcie wysyłania przez centralę prądu dzwonięcia i zaliczeniem jednostki taryfikacyjnej. W efekcie nie tylko nikt się do nas nie dodzwoni, ale dodatkowo jeszcze zapłaci za niby-połączenie! Na szczęście, dzięki zastosowaniu w detektorze prądu dwóch transoptorów, nie doprowadzimy dzwoniących do nas osób do rozstroju nerwowego lub finansowej ruiny. Rezystor R11 (330 $\Omega$ ) ustala czułość transoptora TO1 na około 3mA. Kondensatory C5, C6 zmniejszają tłumienność przejścia przez urządzenie sygnałów zmiennoprądowych. Prawdę powiedziawszy, różnice w tłumienności widać tylko na mierniku poziomu. Natomiast metodą „na ucho” są praktycznie nieodczuwalne. W prototypie urządzenia pozostały kondensatory, bo nie chciało mi się ich po raz kolejny wylutowywać z płytki drukowanej. Ubocznym efektem zastosowania kondensatora C5 jest powstawanie krótkiej szpilki prądowej w momencie rozwierania klucza - tranzystora T1, czyli na początku impulsu FLASH. Szpilka ta, będąca efektem ładowania się kondensatora C5, powoduje niewiel-

kie zniekształcenie tego impulsu. Jeżeli centrala, z usług której korzystamy nie toleruje tego, montaż kondensatorów C5 i C6 należy sobie darować. Nie należy ich również montować w przypadku, gdy do linii dołączona jest już znaczna pojemność. Sytuacja taka może wystąpić np. w biurze, przy równoległym połączeniu kilku aparatów telefonicznych.

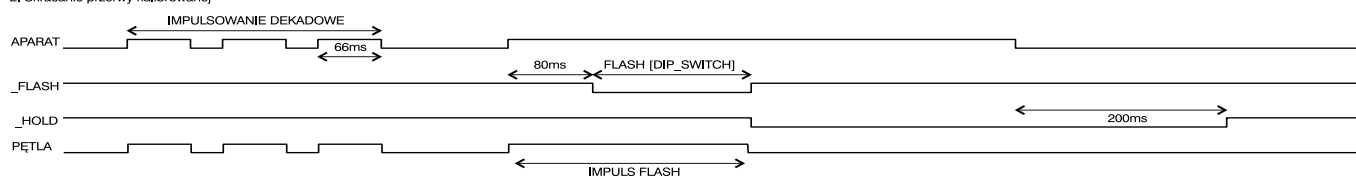
Program sterujący urządzeniem został napisany w języku C (KEIL SOFTWARE). Wydruk wersji źródłowej jest przedstawiony na **list. 1**. Po skompilowaniu zajmuje on nieco ponad trzysta bajtów pamięci programu mikrokontrolera. Reszta pamięci pozostaje nie wykorzystana, co należy uznać za pewne marnotrawstwo. Zapewne spora część Czytelników stwierdzi, że sprowadzenie „inteligencji” zawartej w mikrokontrolerze do roli podwójnego przerzutnika monostabilnego i kilku stałych czasowych, to duża przesada. Częściowo się z nimi zgadzam - jest w tym sporo racji - ale nie do końca.

Otóż pierwszą wersję tego urządzenia zbudowałem z użyciem standardowych układów CMOS (CD4017, CD4093, CD40106) i kilkunastu elementów dyskretnych. Układ co prawda działał poprawnie, ale problemy związane z jego uruchomieniem i późniejszym powieleniem (konieczność dobierania kilku stałych czasowych, skomplikowany rysunek ścieżek płytki drukowanej) skutecznie mnie do niego zniechęciły. Dla-

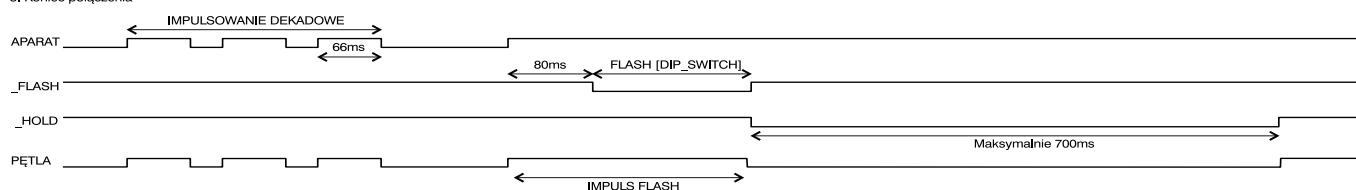
1. Wydłużenie przerwy kalibrowanej



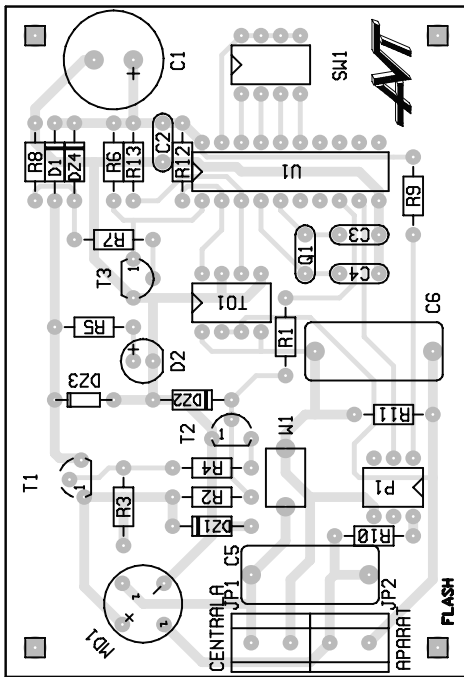
2. Skracanie przerwy kalibrowanej



3. Koniec połączenia



Rys. 3. Charakterystyczne przebiegi czasowe.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

tego postanowiłem zaoszczędzić Czytelnikom oraz sobie kłopotów związanych z uruchamianiem i opracowałem prezentowaną wersję urządzenia.

Morał z tego taki, że zastosowanie nawet w najprostszyc konstrukcjach mikroprocesorów daje bardzo wymierne korzyści: krótszy czas opracowania, łatwość powielenia i z reguły lepsze parametry układu. By nie być gołosłownym, jako ciekawostkę mogę podać, że przy napięciu zasilającym +5V mikrokontroler AT89C1051 taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości 455kHz pobiera znacznie mniej prądu niż wyżej wymienione układy CMOS razem wzięte.

## Montaż i uruchomienie

Urządzenie zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej, której mozaikę ścieżek przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na rys. 4.

Montaż przeprowadzamy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlotowaniu podstawki pod układ U1 i delikatnego rezonatora ceramicznego. Układ zmontowany ze sprawnych elementów właściwie nie wymaga uruchomienia. Poza sprawdzeniem poprawności montażu, jedyną

czynnością jaką należy wykonać jest odpowiednie ustawienie DIP-switcha, na płytce opisanego jako SW1. Wykonujemy to doświadczalnie, po dołączeniu linii telefonicznej do złącza JP1 i aparatu do złącza JP2. Po podniesieniu słuchawki aparatu powinna zaświecić się czerwona dioda LED (D2), a my powinniśmy usłyszeć ciągły sygnał zgłoszenia centrali. Następnie należy w systemie dekadowym wybrać dowolny numer, czemu towarzyszyć będzie impulsowanie diody LED. Dekadowe wybieranie numeru nie powinno wywołać żadnej innej reakcji ze strony urządzenia. Dopiero odłożenie słuchawki na czas co najmniej 80ms spowoduje charakterystyczne mrugnięcie diody LED (impuls FLASH) i po czasie 700ms (impuls HOLD) jej zgaszenie. Długość mrugnięcia zależy od aktualnego ustawienia DIP-switcha. Obserwując reakcję centrali na różne długości impulsu FLASH wybieramy ten właściwy.

Uwaga! Nowe ustawienia zostaną zaakceptowane przez program dopiero po wyzerowaniu mikrokontrolera. Tak więc po każdorazowym dokonaniu zmiany stanu DIP-switcha należy odłożyć słuchawkę współpracującego telefonu na czas co najmniej 10 sekund. Jest to czas niezbędny do rozładowania się kondensatora C1. Jeżeli żaden ze styków DIP-switcha nie jest zwarty, mikrokontroler przechodzi w tryb zamrożenia POWER DOWN. W stanie tym układ niemalże nie pobiera prądu i staje się całkowicie przezroczysty dla wszystkich impulsów liniowych. Umożliwia to chwilowe wyłączenie „poprawiacza” bez konieczności wykonywania zmian w istniejącym okablowaniu.

Jak już wcześniej wspomniałem, do złącza JP2 można dołączyć równolegle większą liczbę aparatów. Dioda D2 sygnalizuje nie tylko zamknięcie pętli dla prądu stałego (czyli podniesienie słuchawki w którymkolwiek z aparatów), ale również przepływ zmiennego prądu dzwonięcia. Jasność jej świecenia zależy w tym przypadku od pojemności dzwonka aparatu(ów) oraz częstotliwości prądu dzwonięcia (25 lub 50Hz). Podczas eksploatacji naszego urządzenia musimy pamiętać, że uzna-

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1: 100Ω/0,25W  
R2, R3: 220kΩ/0,25W  
R4: 2,2kΩ/0,25W  
R5, R8: 1kΩ/0,25W  
R6, R7, R12, R13: 100kΩ/0,25W  
R9: 510Ω/0,25W  
R10: 620Ω/0,5W  
R11: 330Ω/0,25W

### Kondensatory

C1: 2200μF/16V  
C2: 100nF/25V  
C3, C4: 100pF/25V  
C5\*, C6\*: 1μF/100V  
(\* patrz tekst)

### Półprzewodniki

D1: 1N5817  
D2: LED 2mA czerwona  
DZ1: BZW06C64  
DZ2, DZ4: BZX55C3V3  
DZ3: BZX85C5V6  
MD1: 1,5A/200V  
T1: MPSA92  
T2: MPSA42  
T3: BC547 lub odpowiednik  
TO1: PC827  
P1: LCA110 (CP CLARE)  
W1: SIOV-S10K150 (SIEMENS)  
U1: AT89C1051 (ATMEL)  
zaprogramowany

### Różne

Q1: rezonator ceramiczny CSB 455kHz (MURATA)  
SW1: 4-stykowy DIP\_SWITCH  
JP1, JP2: zaciski ARK2 (3,5mm)

je ono połączenie za zakończone dopiero po odłożeniu słuchawki współpracującego telefonu na czas co najmniej 800ms. Krótsza przerwa (o długości powyżej 80ms) zostanie potraktowana jako impuls FLASH o złej długości i skorygowana do wartości zależnej od aktualnego ustawienia SW1. Natomiast z punktu widzenia centrali telefonicznej, minimalny wymagany czas rozłączenia jest zwykle nieco dłuższy niż 800ms. Dokładna jego wartość zależy od typu centrali. Należy liczyć się z tym, że czas ten może być rzędu nawet 1..2 sekund. Na koniec warto przypomnieć, że do polskiej sieci telekomunikacyjnej mogą być dołączane wyłącznie urządzenia posiadające ważne świadectwo homologacji.

**Mariusz Lehmann**