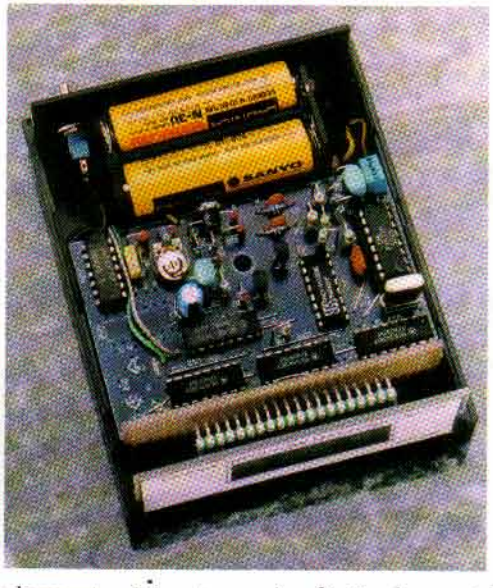
Licznik impulsów telefonicznych, cz. 1

PROJEKT Z OKŁADKI

kit AVT-240

Prezentowany układ prostego abonenckiego licznika impulsów telefonicznych jest praktycznym rozwinięciem materiału zamieszczonego niedawno w artykule „Układy scalone do telefonicznych liczników abonenckich" (EP 3/95). Artykuł pokazuje, jak w bardzo prosty sposób i niewielkim nakładem środków można wykonać urządzenie spełniające bardzo pożyteczną funkcję.



W poprzednim numerze EP omówiliśmy rodzinę układów scalonych FX6X1. Teraz przedstawiamy opis prostego, bardzo pożytecznego urządzenia - abonenckiego licznika impulsów telefonicznych, którego zadaniem jest wskazywanie na bieżąco kosztu prowadzonej rozmowy. Opłaty telefoniczne są rozliczane w okresach miesięcznych, więc abonent powinien mieć możliwość sprawdzenia, czy kwota z otrzymanego rachunku odpowiada wskazaniu jego licznika. Ma to coraz większe znaczenie ze względu na ciągle rosnące opłaty licznikowe.

Trzeba jednak pamiętać, że nasz licznik będzie pracował tylko wtedy, gdy w linii będą występować generowane przez centralę impulsy zaliczania o częstotliwości 16kHz. Większość central może wysyłać takie impulsy. Aby uzyskać taką dodatkową usługę telefoniczną należy złożyć w Rejonowym Urzędzie Telekomunikacji pisemny wniosek, co wiąże się także z niewielką opłatą (rzędu kilku złotych).

Tu uściślijmy, że dodatkowe, zamawiane usługi telekomunikacyjne nie są uwzględniane przez nasz licznik. Można powiedzieć, że wskazanie licznika dotyczy typowych rozmów przeprowadzonych przez abonenta. Nie stanowi to jednak problemu, bowiem dodatkowe usługi są oddzielnie wyszczególniane na rachunku telefonicznym a ich koszt jest zwykle zdecydowanie mniejszy niż opłata za normalne rozmowy.

Oczywiste jest też, że wskazania licznika (nawet homologowanego) nie stanowią podstawy do wniesienia reklamacji odnośnie wielkości otrzymanego rachunku telefonicznego. Impulsy zaliczania wysyłane do abonenta mają więc służyć tylko dla jego orientacji i sprawiedliwego rozliczania kosztów pomiędzy osoby korzystające z jednego telefonu. Można sobie bowiem wyobrazić sytuację, że abonent odłączy swój licznik, skorzysta z bogatej oferty tzw. telefonów towarzyskich (Hongkong, Antyle itp.), a potem będzie reklamował otrzymany rachunek.

Niemniej, dla uczciwych abonentów wskazanie licznika będzie miarodajne i pozwoli sprawdzić, czy w czasie ich nieobecności ktoś niepowołany nie korzysta z ich linii. Oprócz dzieci i młodzieży w grę wchodzą bowiem „pajęczarze", którzy mogą włączyć się w linię między centralą a abonentem; abonent zwykle nie zauważa, że na jakiś czas jego telefon został odłączony, a z jego linii skorzystał ktoś obcy. Trudno ocenić skalę zagrożenia takim procederem, niemniej wielu abonentów podejrzewa, iż padają ofiarą takich działań.

Nasz licznik również może naprowadzić na trop takiej formy kradzieży; po stwierdzeniu niezgodności wskazań licznika z otrzymanym rachunkiem należy wystąpić do Urzędu Telekomunikacji z wnioskiem o szczegółowe rozliczenie z wyszczególnieniem wszystkich przeprowadzonych rozmów i wykorzystanych usług.

W niedalekiej przyszłości przedstawimy prosty układ służący do monitorowania stanu linii, alarmujący abonenta w przypadku zaniku napięcia na jego linii.

Koncepcja układu

W niektórych artykułach zamieszczonych na łamach naszego pisma oprócz opisu układu zamieszczamy także rozważania dotyczące przyjętych założeń oraz analizę różnych wariantów rozwiązania. W ten sposób Czytelnicy mają okazję zajrzeć do „kuchni" konstruktora. Skorzystamy z takiej okazji także i tym razem.

Jak wiemy, do publicznej sieci telekomunikacyjnej mogą być dołączane jedynie urządzenia posiadające homologację Ministerstwa

Łączności, więc przedstawione w artykule rozwiązanie traktujemy tylko jako przykład analizy przeprowadzanej podczas opracowywania urządzenia przeznaczonego na rynek.

Najpierw odpowiedzmy na pytanie, czego oczekujemy od naszego licznika.

Najlepiej byłoby, gdyby wskazywał on należną opłatę w złotych. Niedogodnością takiego rozwiązania jest jednak fakt, że opłata za jednostkę stale wzrasta - nasz licznik musiałby mieć możliwość nastawiania przez użytkownika ceny impulsu. Wymaga to zastosowania mikroprocesora z klawiaturą lub przynajmniej nastawnika dziesiętnego. Urządzenie przeznaczone na rynek trafi do różnych odbiorców i takie programowanie niektórym użytkownikom mogłoby sprawić pewne kłopoty.

Z drugiej strony wiemy, że na rynku powodzeniem cieszą się urządzenia względnie proste, tanie, a przy tym funkcjonalne.

W takiej sytuacji korzystne byłyby dwie wersje:
- pierwsza - jak najprostsza i tania,
- druga - o większych możliwościach, ale trudniejsza w obsłudze i droższa.

W artykule zajmujemy się pierwszą, prostą wersją. Przyjmujemy zatem, że licznik będzie wskazywał po prostu liczbę impulsów licznikowych. Aby obliczyć koszt w złotówkach, trzeba liczbę wskazywaną przez licznik pomnożyć przez aktualną cenę jednego impulsu.

Jak już powiedzieliśmy, licznik powinien zliczać i pamiętać impulsy w okresie co najmniej jednego lub dwóch miesięcy. Na koniec miesiąca, po zapisaniu wskazywanej sumy, licznik trzeba wyzerować.

Dobrze byłoby też mieć możliwość odczytywania wskazania dotyczącego przeprowadzanej aktualnie lub przeprowadzonej ostatnio rozmowy. Nasz licznik nie ma takiej możliwości, ale w przypadku większego zainteresowania tematem przedstawimy kolejne, nieco bardziej złożone rozwiązanie, w którym licznik wskazywałby koszt aktualnie przeprowadzanej rozmowy, a miesięczna suma impulsów byłaby dostępna po naciśnięciu przycisku.

Zasilanie

Po określeniu spełnianej funkcji trzeba zastanowić się nad wyborem źródła zasilania.

Najpierw należy rozważyć, czy urządzenie nie mogłoby być zasilane bezpośrednio z linii telefonicznej. Polska Norma, określająca wymagania na aparat telefoniczny, dopuszcza **w stanie spoczynku** pobór prądu stałego z linii do 0,4mA. Przy współczesnych energooszczędnych urządzeniach jest to wartość nie do pogardzenia.

Przy zastosowaniu przetwornicy - zasilacza impulsowego obniżającego napięcie linii 45...60V - można uzyskać znaczną moc (ponad 10mW, np. 5V/2mA). Takie rozwiązanie jest jednak dla naszego prostego licznika zdecydowanie zbyt kosztowne.

W stanie rozmowy napięcie na linii wynosi co najmniej kilka woltów, a płynący prąd stały - kilkadziesiąt miliamperów. Możemy bezkarnie „uszczknąć" trochę z tego prądu i wykorzystać dla własnych celów moc kilkudziesięciu miliwatów. Tym razem nie musimy stosować drogiej przetwornicy.

Nasz odbiornik impulsów zaliczania ma zawierać układ scalony FX631, który może pracować w zakresie napięć zasilania od 3V, pobierając nie więcej niż 1mA prądu. Układ ten w stanie spoczynku może być odłączony, dlatego prąd 1mA byłby pobierany tylko w czasie rozmowy. W stanie spoczynku energię będzie pobierać tylko układ zliczający impulsy.

Z doświadczenia wiemy, że gdy zależy nam na niskim poborze prądu, należy użyć wyświetlacza LCD, zaś licznik i układy sterujące najlepiej wykonać przy użyciu układów CMOS. Należy oczekiwać, że jeśli odpowiednio zaprojektujemy układ, to pobór prądu pobieranego przez te obwody w czasie pracy będzie wynosić około 100 mikroamperów, a gdyby wyświetlacz nie był stale czynny, to nawet kilka mikroamperów.

W urządzeniu zastosujemy typowy wyświetlacz LCD 3,5 cyfry. Maksymalna pojemność licznika (1999) wystarczy dla praktycznie wszystkich abonentów. W wyjątkowych przypadkach (np. duże biura) należałoby spisywać i rozliczać stan licznika codziennie.

W czasie pracy układ będzie pobierał maksymalnie nieco ponad 1mA, istnieje więc możliwość zasilania układu bezpośrednio z linii!

Rozwiązanie z zasilaniem z linii telefonicznej wymaga zastosowania obwodów sterujących włączających zasilanie kostki FX631 na czas rozmowy, jednak to tylko nieznacznie komplikuje układ.

Przeanalizujmy jeszcze pewność zasilania.

W zasadzie w linii telefonicznej zawsze powinno występować napięcie, bo przecież każda centrala jest wyposażona w zespoły akumulatorów gwarantujących pracę także w przypadku awarii sieci energetycznej. .

W praktyce jednak takie źródło zasilania nie daje absolutnej pewności. Linia może być na chwilę odłączona przez monterów w związku z prowadzonymi pracami; jeśli zapomnimy odłożyć słuchawki na widełki, to obsługa centrali po pewnym czasie odłączy naszą linię. Mogą także wystąpić nieprzewidziane zwarcia.

Wniosek z tego, że nasz licznik powinien jednak mieć niezależne źródło zasilania. Rezygnujemy z zasilacza sieciowego, bo według przepisów musiałby on wytrzymać napięcie przebicia między wejściem a wyjściem nie mniejsze niż 4kV. Ponieważ chcemy, żeby nasz licznik był całkowicie autonomiczny, wybieramy zasilanie bateryjne.

Z uwagi na wymiary w grę wchodzi bateria 9V lub 3...4 ogniwa R6.

Z wyników przeprowadzonych testów (EP 3/94) wiemy, że zwykła bateria 9V ma pojemność nieznacznie przekraczającą 100mAh, zaś ogniwa R6 - 700...3000mAh. Dzienne zużycie energii przez licznik zależeć będzie od częstotliwości korzystania z telefonu i należy je szacować w granicach 2...10mAh. W tej sytuacji, jeśli podstawowym źródłem zasilania byłaby bateria, ze względu na małą pojemność i koszt ryzykowne byłoby stosowanie zwykłych, braunsztynowych baterii 9V; należałoby stosować znacznie droż-

sze alkaliczne. Jednak lepszym rozwiązaniem jest użycie czterech ogniw R6 - ich napięcie dokładnie odpowiada naszym potrzebom.

W tym miejscu należy wspomnieć o akumulatorach Ni-Cd. Można bowiem zastosować oba sposoby zasilania i wykorzystać dopuszczalny prąd obciążenia linii (wspomniane 0,4mA) do zasilania układu w stanie spoczynku i ciągłego doładowania akumulatorów.

Na takie właśnie rozwiązanie decydujemy się w naszym liczniku.

O ile jednorazowe ogniwa alkaliczne starczą na kilka miesięcy czy nawet rok pracy licznika, to jednak użycie akumulatorów pozwala całkowicie zapomnieć o problemie zasilania. Oczywiście, pod warunkiem, że bilans ładowania i rozładowania będzie dodatni. Po przeprowadzeniu prostych obliczeń oszacujemy, że bilans będzie dodatni, gdy telefon będzie zajęty nie dłużej niż 4...5 godzin na dobę (to dużo, bowiem nawet nasz redakcyjny numer nie jest aż tak obciążony).

Układ

Schemat blokowy naszego licznika jest przedstawiony na **rys. 1.**

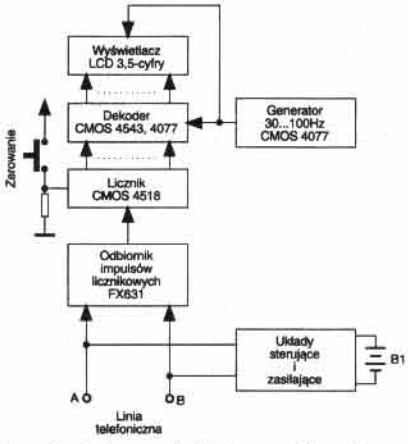
Oprócz swej podstawowej roli, przedstawiony układ może być wykorzystany do wielu innych urządzeń jako prosty i tani 3,5-cyfrowy licznik z wyświetlaczem LCD.

Układ zaprojektowany jest uniwersalnie i może sterować także dowolne wyświetlacze LED (zarówno ze wspólną anodą jak i katodą). Przykład takiego nietypowego zastosowania przedstawimy za kilka miesięcy.

Szczegółowy schemat elektryczny układu licznika impulsów abonenckich znajdziemy na **rys. 2.**

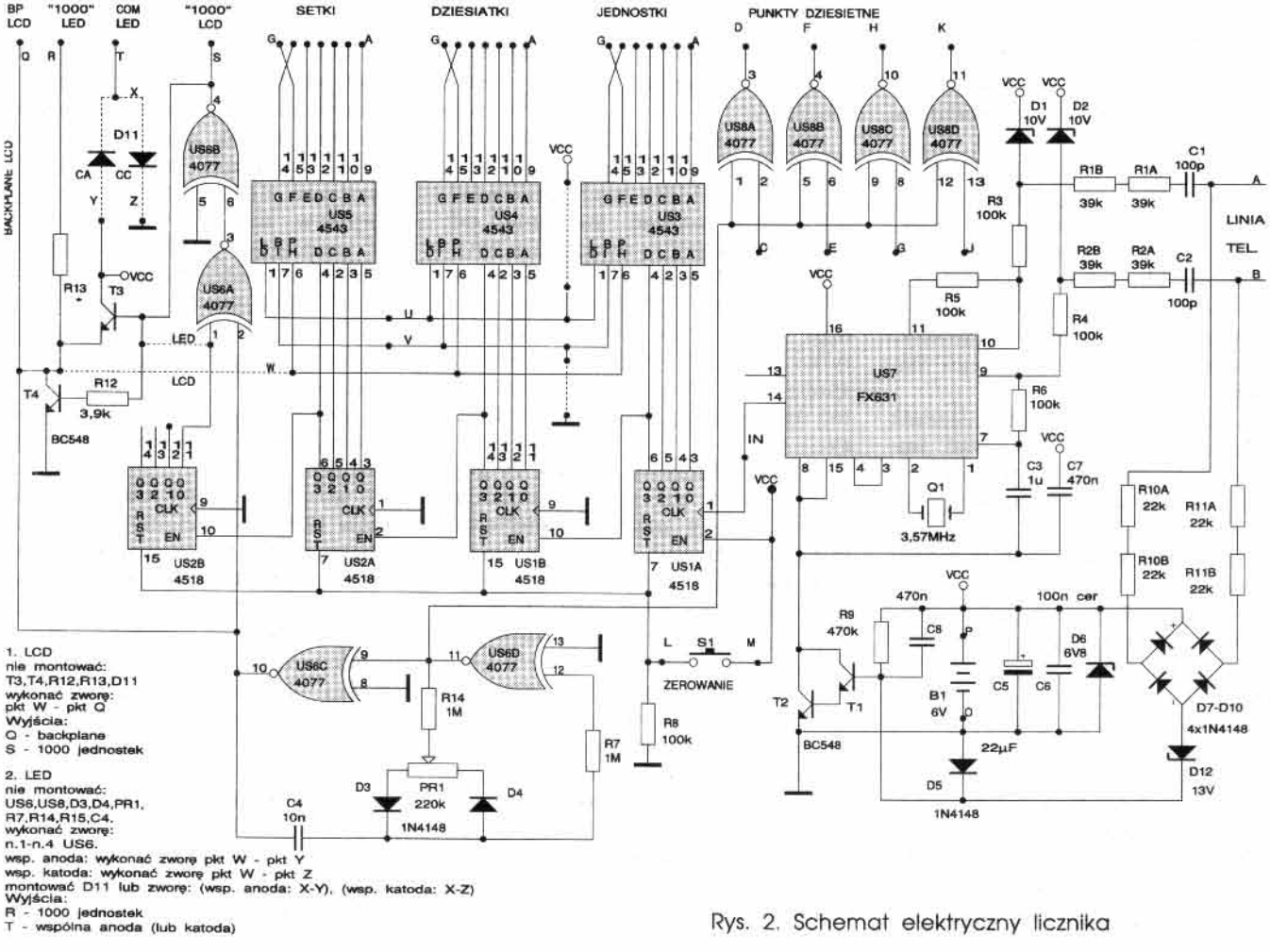
Obwody wejściowe układu FX631 (US7) są skonfigurowane jako układ różnicowy współpracujący bezpośrednio z linią telefoniczną (dołączoną do punktów A i B). Diody D1 i D2 zabezpieczają wejście układu przed uszkodzeniem.

Celowo zastosowano po dwa łączone w szereg rezystory R1, R2



Rys. 1. Schemat blokowy licznika

(a także R10, R11). Typowe rezystory o mocy 0,1...0,25W mają dopuszczalne napięcie pracy rzędu 200...350V, tymczasem w linii mogą pojawić się impulsy o napięciu rzędu pojedynczych kilowoltów. Gdy tak duże napięcie rozłoży się na cztery rezystory, niewątpliwie zwiększy się niezawodność urządzenia. Z tych samych powodów kondensatory C1 i C2 powinny mieć możliwie duże napięcie pracy (ze względu na



Rys. 2. Schemat elektryczny licznika

impulsowy charakter przepięć wystarczą kondensatory na napięcie 250...1000V).

Sam układ US7 pracuje w typowej konfiguracji omówionej w artykule „Układy scalone do telefonicznych liczników abonenckich" (EP 3/94). Wykorzystujemy wyjście Packet Mode Output (nóżka 14), dzięki czemu nie jest konieczne stosowanie zewnętrznych układów wydzielania impulsów licznikowych.

Rozpoznane impulsy licznikowe są podawane na wejście czterodekadowego licznika wykorzystującego układy CMOS 4518. Licznik może zostać w każdej chwili wyzerowany przyciskiem S1.

Układy US3...US5 dekodują stany liczników na kod wyświetlaczy siedmiosegmentowych. W pełni wykorzystane są trzy dekady licznika, a z czwartej tylko jedna linia - wyjście o wadze 1. Zamiast czwartego dekodera zastosowano prosty, oszczędnościowy obwód dekodujący. Dla wyświetlaczy LCD są to dwie bramki US6A i US6B, zaś wyjściem jest punkt S.

Podejrzanie wyglądający układ z tranzystorami T3, T4, R12, R13, D11 będzie wykorzystany tylko przy zastosowaniu wyświetlaczy LED do sterowania znakiem „tysiąc". Zamontujemy tylko niektóre z wymienionych elementów i wykorzystamy wyjście R. Dla zmniejszenia strat mocy w dekoderach US3...US5 można zastosować diodę D11 włączoną w obwód elektrody wspólnej wszystkich wyświetlaczy.

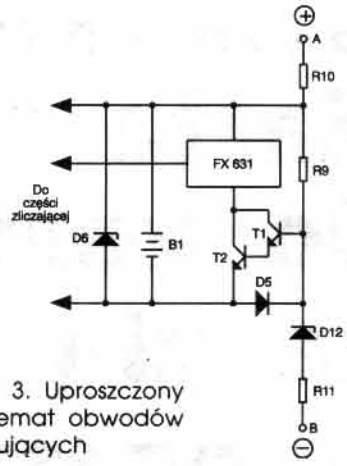
Do sterowania wyświetlaczy LCD niezbędny jest przebieg prostokątny doprowadzony do wspólnej elektrody wyświetlacza (BACKPLANE) i wejść PH(ASE) dekoderów. Przebieg ten jest wytwarzany w generatorze zbudowanym z dwóch wolnych bramek US6. Ze względu na trwałość wyświetlacza jest istotne, aby przebieg generatora miał współczynnik wypełnienia równy dokładnie 0,5. Potencjometr PR1 pozwala wyeliminować wpływ rozrzutu napięć progowych użytych bramek na współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu. Częstotliwość generatora nie jest krytyczna i może wynosić 30...100Hz.

Bramki kostki US8 nie są wykorzystywane w naszym układzie. Będą przydatne w innych zastosowaniach płytki do sterowania dodatkowych punktów na wyświetlaczu LCD (punkty dziesiętne, przepełnienie, znak minus, LO BAT).

Pomocą w zrozumieniu działania obwodów sterujących będzie **rysunek 3**. Pominięto na nim mostek prostowniczy D7...D10, a zaznaczono tylko elementy kluczowe.

W stanie spoczynku na linii telefonicznej (między punktami A i B układu) występuje napięcie 45...60V. Prąd płynie w obwodzie R10, B1, D5, R9, D12, R11. Napięcie na bazie tranzystora T1 jest o około 0,6V niższe niż potencjał masy układu licznika, więc tranzystory T1 i T2 są zatkane. Układ US7 nie jest zasilany i nie pobiera prądu. W stanie spoczynku pobór prądu przez układy licznika wynosi około 0,1mA, tymczasem rezystory R10 i R11 są tak dobrane, że płynie przez nie prąd o wartości 0,4mA. Nadwyżka prądu nie zużyta przez licznik ładuje baterię akumulatorów B1. Dioda ograniczająca D6 jest potrzebna, bowiem w przypadku odłączenia baterii rosnące nadmiernie napięcie zasilające mogłoby spowodować uszkodzenie kondensatorów elektrolitycznych i układów scalonych.

Po podniesieniu słuchawki we współpracującym aparacie telefonicznym napięcie na linii zmniejsza się do wartości kilku, co najwyżej kilkunastu woltów. Obecność diody Zenera D12 powoduje, że przez rezystory R10, R11 nie płynie już prąd, płynie za to prąd w obwodzie: bateria B1, R9, bazy tranzystorów T1 i T2. Dioda D5 jest wtedy spolaryzowana zaporowo. Przewodzą tranzystory T1 i T2 podając na układ US7 napięcie zasilające (a właściwie łącząc go do masy). Konieczny jest taki właśnie sposób zasilania układu US7, bowiem w stanie spoczynku na wyjściu 14 występuje stan wysoki. Po odebraniu impulsu licznikowego 16kHz stan wyjścia zmienia się na niski. Przy włączeniu klucza między dodatnią szynę zasilającą a końcówkę 16 US7 licznik niepotrzebnie zwiększałby swój stan o jeden



Rys. 3. Uproszczony schemat obwodów sterujących

przy każdym podniesieniu słuchawki aparatu.

Aby uniknąć kłopotów związanych z rozrzutem parametrów tranzystorów T1 i T2 należy stosować egzemplarze o dużym wzmocnieniu stałoprądowym przy małych prądach bazy. W każdym wypadku powinny to być tranzystory grupy B lub C. Gorszym rozwiązaniem jest zmniejszanie wartości rezystora R9, bo powoduje to „marnowanie" prądu, który powinien ładować akumulator.

Jeśli zamiast akumulatorów stosowane bedą jednorazowe ogniwa galwaniczne, można zwiększyć wartości rezystorów R10, R11 tak, aby płynący przez nie prąd był równy zero. W stanie spoczynku układ będzie zasilany z linii, a podczas rozmowy - z baterii. Starsi Czytelnicy pamiętają pewnie jeszcze sposoby przedłużania żywota baterii, szczególnie zegarkowych przez „doładowywanie" ich niewielkim prądem. Wydaje się, że prąd „ładowania" baterii rzędu 0,3mA w żadnym wypadku nie może jej zaszkodzić.

W liczniku nie powinny być jednak stosowane ogniwa najtańsze z uwagi na duże prawdopodobieństwo wycieku elektrolitu - patrz artykuł „Test baterii" EP 3/94.

Napięcie w pełni naładowanych czterech akumulatorów NiCd wynosi 5,3..5,9V. Należy wtedy stosować diodę D6 na napięcie 6,8V. Jeśli jednak miałyby być użyte cztery ogniwa galwaniczne, to ich napięcie może wynosić do 6,6V. W takiej sytuacji należy zastosować diodę D6 na napięcie 7,5V albo po prostu użyć tylko trzech ogniw.

Piotr Górecki, AVT

Ciągle rosnące opłaty telefoniczne ciążą coraz bardziej na budżetach domowych. Trudno przecenić w tej sytuacji znaczenie praktyczne urządzenia służącego do bieżącej kontroli kosztów użytkowania telefonu. Oto druga część artykułu opisującego nowoczesną i niezawodną konstrukcję licznika impulsów telefonicznych.

Licznik impulsów telefonicznych część 2

kit AVT-240

Montaż i uruchomienie

Model licznika, pokazany na fotografii w pierwszej częsci artykułu, składa się z dwóch płytek. Pierwsza zawiera całą elektronikę - rozmieszczenie elementów na tej płytce pokazano na **rysunku 4**. Drugą jest znana nam płytka uniwersalna PU-02, na której umieszczono wyświetlacz.

Montaż płytki głównej należy rozpocząć od wykonania zwór. Spośród zwór zaznaczonych na płytce można nie montować pięciu łączących nóżki 7 i 1 układów US3...US5; odpowiednie nóżki trzeba zewrzeć wprost do masy i (+) zasilania zgodnie ze schematem elektrycznym. Po wlutowaniu wszystkich pozostałych zwór (w tym - koniecznie - zwory łączącej punkty Q i W, umieszczonej pod diodą D11) należy kolejno wlutować elementy bierne i czynne. W modelu pod stosunkowo drogi układ US7 przewidziano podstawkę.

Godne polecenia byłoby dobranie jednakowych par rezystorów R1A+R1B z R2A+R2B, R3 z R4 oraz R5 z R6 z tolerancją 1%. Nie jest to jednak niezbędne, można po prostu zastosować rezystory 5-procentowe.

W naszym układzie nie należy montować elementów US8, T3, T4, R12, R13, D11.

Niecodzienny układ połączeń w okolicach punktów Q, T, R, S, widoczny na schemacie, wynikał z chęci uproszczenia mozaiki druku. W zależności od zastosowanego wyświetlacza (LCD, LED CA, LED CC) wlutowane zostaną tylko niektóre z elementów pokazanych na schemacie.

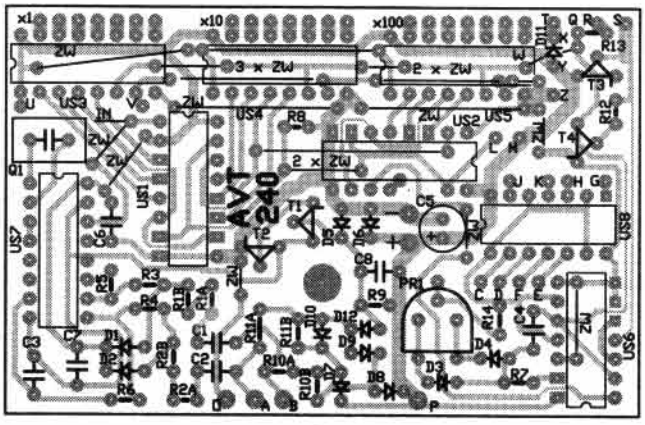
Pod końcówki 13 i 14 US2 oraz 12 US7 nie przewidziano otworów. Nóżki te należy podgiąć pod układ scalony (podstawkę). Przewidziano natomiast dodatkowy punkt lutowniczy (bez otworu) przy nóżce 12 US2. Można go wykorzystać do sygnalizacji przepełnienia licznika.

Po zmontowaniu i sprawdzeniu prawidłowości montażu płytki głównej należy dołączyć płytkę wyświetlacza. W modelu użyto wyświetlacza z wyprowadzeniami o długości kilkunastu milimetrów. Wyprowadzenia wygięto zmniejszając ich rozstaw do 27mm i wlutowano w płytkę uniwersalną PU-02. Połączenia między poszczególnymi punktami wyświetlacza i wyjściami dekoderów (oznaczonymi A...G) wykonano srebrzanką o średnicy 0,5mm. Dzięki tym połączeniom nie jest potrzebne żadne dodatkowe mocowanie płytki wyświetlacza - obie tworzą sztywną całość.

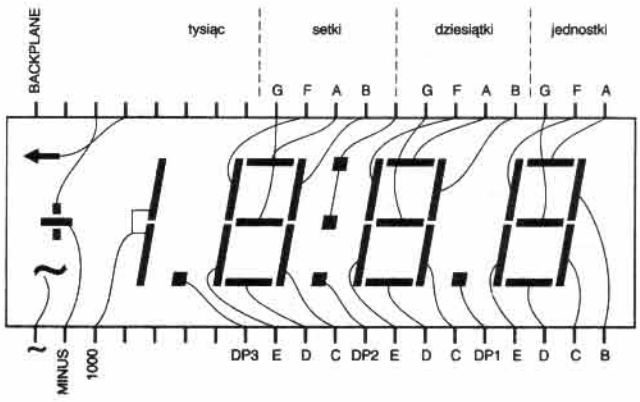
Punkt S płytki głównej należy dołączyć do segmentu „1000" wyświetlacza, a punkt Q do elektrody wspólnej - BACKPLANE. Niewykorzystane segmenty (punkty dziesiętne, znak minus, itd.) pozostawiono niepodłączone. Gdyby były one widoczne na wyświetlaczu, należy je połączyć do elektrody wspólnej - BACKPLANE.

Montaż wyświetlacza na płytce uniwersalnej nie powinien sprawić kłopotów. Pomocą w wykonaniu połączeń będzie **rysunek 5** pokazujący układ wyprowadzeń typowego wskaźnika ciekłokrystalicznego widziany od przodu.

Należy mieć na uwadze, że wyprowadzenia F i G dekoderów US3...US5 nie są umieszczone



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej



Rys. 5. Układ wyprowadzeń wyświetlacza LCD

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1A, R1B, R2A, R2B: 39kΩ
R3...R6, R8: 100kΩ
R7, R14: 1MΩ
R9: 470kΩ
R10A, R10B, R11A, R11B: 22kΩ
R12: 3,9kΩ
R13: dobierany (tylko z wyświetlaczem LED)
PR1: 220kΩ montażowy, miniaturowy

Kondensatory
C1, C2: 100pF/250...1000V
C3: 1μF, unipolarny
C4: 10nF
C5: 22...100μF/10V
C6: 100nF ceram.
C7, C8: 470nF

Półprzewodniki
D1, D2: dioda Zenera 10V
D3...D5, D7...D10: 1N4148
D6: dioda Zenera 6,8V (7,5V przy zastosowaniu ogniw galwanicznych)
D11: 1N4001
D12: dioda Zenera 13V
T1...T4: BC548B lub C
US1, US2: CMOS 4518
US3...US5: CMOS 4543
US6, US8: CMOS 4077
US7: FX631

Różne
Q1: rezonator kwarcowy 3,579MHz
S1: przycisk lub przełącznik
B1: 4 x akumulator Ni-Cd (lub jednorazowe ogniwa R6)
koszyczek na cztery ogniwa R6
wyświetlacz 3,5 cyfry z wyprowadzeniami o długości 12mm
płytka czołowa z plexi 2mm o wymiarach 84 x 34mm
wkręt łączący połówki obudowy 3mm odcinek koszulki (podkładka)
samoprzylepna naklejka na płytę czołową
gniazdo telefoniczne
przewody łączeniowe

w kolejności - na schemacie elektrycznym, dla przypomnienia, odpowiednie połączenia skrzyżowano.

Przycisk zerujący S1 trzeba dołączyć przewodami do punktów oznaczonych L, M.

Po zmontowaniu całości (ale bez układu US7) należy dołączyć do punktów P i O baterię zasilającą (4 akumulatory R6), sprawdzić pobór prądu i działanie licznika. Pobór prądu w żadnym przypadku nie powinien przekroczyć 200μA. W praktyce prawidłowość działania licznika i pracę wyświetlacza można sprawdzić dotykając ręką „wiszącego w powietrzu" wejścia IN (zwora obok kwarcu). Indukowane w ciele ludzkim przebiegi o częstotliwości sieci wywołają pracę licznika. Inną możliwością jest podanie na wejście IN przebiegu z generatora zbudowanego na bramkach US6C i US6D.

Po naciśnięciu przycisku S1 wskazanie wyświetlacza powinno wynosić „000".

Przy uruchomieniu tak prostego układu nie powinno być żadnych kłopotów, należy co najwyżej liczyć się z pomyłkami w połączeniu wyświetlacza z dekoderem. Spowoduje to błędne wyświetlanie poszczególnych cyfr.

Jeśli wskazania wyświetlacza są prawidłowe, należy za pomocą PR1 ustawić współczynnik wypełnienia przebiegu generatora dokładnie na wartość 0,5. Nie jest to duży problem - wystarczy dołączyć woltomierz między nóżki 4 i 5 US6 i pokręcając suwakiem PR1 ustawić napięcie stałe równe zero z dokładnością ±50mV. Na obu nóżkach występuje ten sam przebieg, tyle że odwrócony w fazie; jego wartość średnia ma wynosić zero.

Dopiero teraz można w podstawkę włożyć układ US7. Ponieważ punkty A i B nie są podłączone do linii telefonicznej, powinny przewodzić tranzystory T1 i T2. Napięcie zasilania układu scalonego US7 (nóżki 8, 16) nie powinno być mniejsze od 4V przy napięciu baterii równym 5V. Prąd pobierany z baterii nie powinien przekraczać 1,2mA.

Następnie należy dołączyć napięcie stałe o dowolnej biegunowości i wartości 30...60V do punktów A i B. Tranzystory T1 i T2 powinny być zatkane - napięcie zasilania US7 powinno spaść do zera, a prąd zasilający do wartości poniżej 200μA (przy większym napięciu U_{AB} kierunek prądu się zmieni - nastąpi ładowanie akumulatorów).

Napięcie stałe w linii telefonicznej zależy od typu centrali i może wynosić od 60V (stare centrale z przekaźnikami) do 45V (nowe centrale elektroniczne). W zależności od napięcia występującego w linii można tak dobrać wartość R10 i R11, aby uzyskać prąd 0,4mA. Zastosowanie rezystorów o mniejszej wartości nie jest zalecane, ponieważ obwody centrali „potraktują" nasz prąd jako upływność linii, co może być przyczyną kłopotów, choćby w związku ze zmianą współczynnika impulsowania. Tu można dodać, że dawniej dopuszczano pobór prądu z linii do wartości 1mA, obecnie wymagania są zaostrzone.

Przy uruchomieniu dwóch układów modelowych nie wystąpiły żadne kłopoty - układ od razu pracował poprawnie. Po kilkutygodniowych próbach wprowadzono drobne zmiany w stosunku do wersji pierwotnej. Polegały one na dodaniu kondensatora C8 i zmianie sposobu włączenia diody D12.

Całość umieszczono w obudowie z tworzywa o wymiarach 90x110x40mm, przy czym przednią płytkę zastąpiono kawałkiem plexi o grubości 2mm. W obudowie umieszczono koszyczek z czterema akumulatorami (bateriami) R6.

Otwór mocujący na płytce głównej o średnicy 2,4mm należy nieco powiększyć, tak aby przeszedł przez niego wkręt łączący obie połówki obudowy. Dla unieruchomienia płytek, na wkręt ten należy nałożyć „sprężystą podkładkę" wykonaną z odcinka koszulki. Przycisk zerujący i ewentualne miniaturowe gniazdko telefoniczne należy umieścić na tylnej ściance obudowy.

Piotr Górecki, AVT