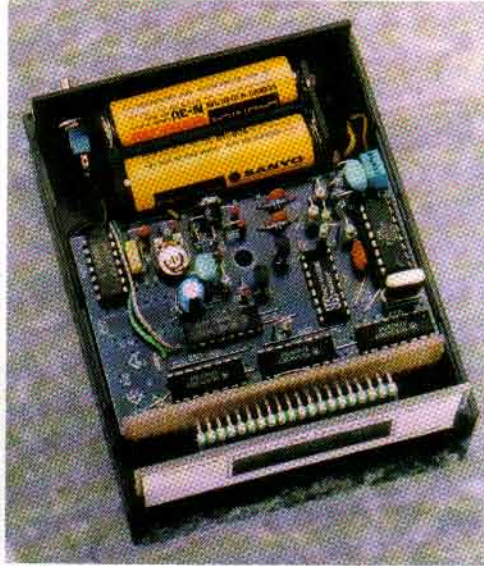


Licznik impulsów telefonicznych, cz. 1

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 przeprowadzo-

nych 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 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 wchodzi 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 byłoby 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 złotych, 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 im-

pulsów 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 pobierał 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. Dzieląc 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.

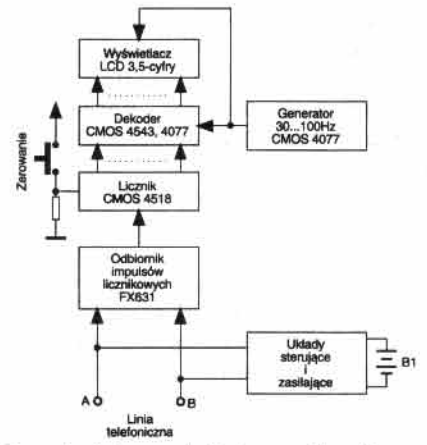
Oprócz swej podstawowej roli, przedstawiony układ może być wykorzystany do wielu innych urządzeń jako prosty i tani 3,5-cyfrowy licznik z wyświetlaczem LCD.

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.

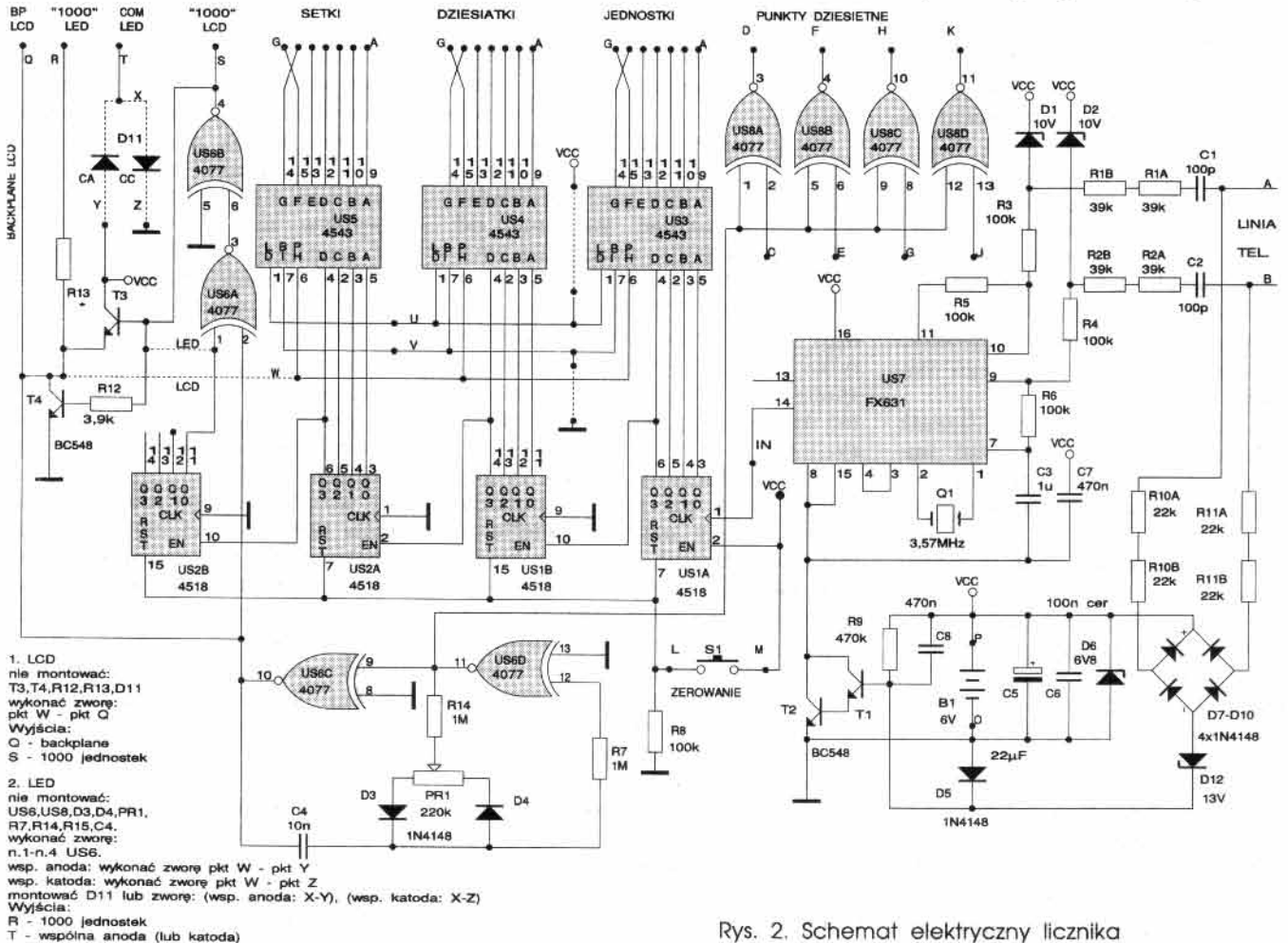
Obwody wejściowe układu FX631 (US7) są skonfigurowane jako układ różnicowy współpracujący bezpośrednio z linią telefoniczną (dołączoną do punktów A i B). Diody D1 i D2 zabezpieczają wejście układu przed uszkodzeniem.

Celowo zastosowano po dwa łącznie 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 przebieg wy-
starczą kondensatory na napięcie
250...1000V).

Sam układ US7 pracuje w ty-
powej konfiguracji omówionej
w artykule „Układy scalone do
telefonicznych liczników abonen-
ckich” (EP 3/94). Wykorzystujemy
wyjście Packet Mode Output (nóż-
ka 14), dzięki czemu nie jest
konieczne stosowanie zewnę-
trnych układów wydzielania imp-
ulsów licznikowych.

Rozpoznane impulsy liczniko-
we są podawane na wejście czte-
rodekadowego licznika wykorzysta-
jącego układy CMOS 4518. Licz-
nik może zostać w każdej chwili
wyzerowany przyciskiem S1.

Układy US3...US5 dekodują
stany liczników na kod wyświet-
laczy siedmiosegmentowych.
W pełni wykorzystane są trzy de-
kady licznika, a z czwartej tylko
jedna linia - wyjście o wadze 1.
Zamiast czwartego dekodera za-
stosowano prosty, oszczędności-
wy obwód dekodujący. Dla wy-
świetlaczy LCD są to dwie bramki
US6A i US6B, zaś wyjściem jest
punkt S.

Podejrzenie wyglądający układ
z tranzystorami T3, T4, R12, R13,
D11 będzie wykorzystany tylko
przy zastosowaniu wyświetlaczy
LED do sterowania znakiem
„tysiąc”. Zamontujemy tylko nie-
które z wymienionych elementów
i wykorzystamy wyjście R. Dla
zmniejszenia strat mocy w deko-
derach US3...US5 można zastoso-
wać diodę D11 włączoną w ob-
wód elektrody wspólnej wszyst-
kich wyświetlaczy.

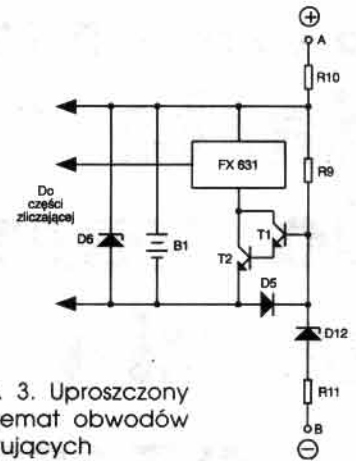
Do sterowania wyświetlaczy
LCD niezbędny jest przebieg pros-
tokątny doprowadzony do wspóln-
nej elektrody wyświetlacza
(BACKPLANE) i wejść PH(ASE)
dekoderów. Przebieg ten jest wy-
tworzony w generatorze zbudowa-
nym z dwóch wolnych bramek
US6. Ze względu na trwałość
wyświetlacza jest istotne, aby
przebieg generatora miał współ-
czynnik wypełnienia równy do-
kładnie 0,5. Potencjometr PR1
pozwala wyeliminować wpływ
rozrzutu napięć progowych uży-
tych bramek na współczynnik wy-
pełnienia generowanego przebie-
gu. Częstotliwość generatora nie
jest krytyczna i może wynosić
30...100Hz.

Bramki kostki US8 nie są
wykorzystywane w naszym ukła-
dzie. Będą przydatne w innych
zastosowaniach płytki do sterowa-
nia dodatkowych punktów na wy-
świetlaczu LCD (punkty dziesięt-
ne, przepełnienie, znak minus,
LO BAT).

Pomocą w zrozumieniu działa-
nia obwodów sterujących będzie
rysunek 3. Pominięto na nim
mostek prostowniczy D7...D10,
a zaznaczono tylko elementy klu-
czowe.

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 po-
tencjał masy układu licznika, więc
tranzystory T1 i T2 są zatkane.
Układ US7 nie jest zasilany i nie
pobiera prądu. W stanie spoczyn-
ku 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 po-
trzebna, bowiem w przypadku od-
łączenia baterii rosnące nadmier-
nie napięcie zasilające mogłoby
spowodować uszkodzenie kondens-
atorów elektrolitycznych i ukła-
dów scalonych.

Po podniesieniu słuchawki we
współpracującym aparacie tele-
fonicznym napięcie na linii zmniej-
sza się do wartości kilku, co
najwyżej kilkunastu woltów. Obec-
ność 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 zaporo-
wo. Przewodzą tranzystory T1
i T2 podając na układ US7 na-
pięcie zasilające (a właściwie łą-
cząc go do masy). Konieczny jest
taki właśnie sposób zasilania ukła-
du US7, bowiem w stanie spo-
czynku na wyjściu 14 występuje
stan wysoki. Po odebraniu impul-
su licznikowego 16kHz stan wy-
jścia zmienia się na niski. Przy
włączeniu klucza między dodac-
nią szynę zasilającą a końcówkę
16 US7 licznik niepotrzebnie
zwiększałby swój stan o jeden



Rys. 3. Uproszczony
schemat obwodów
sterujących

przy każdym podniesieniu słu-
chawki aparatu.

Aby uniknąć kłopotów zwią-
zanych z rozrzutem parametrów
tranzystorów T1 i T2 należy sto-
sować egzemplarze o dużym
wzmocnieniu stałoprądowym przy
małych prądach bazy. W każdym
wypadku powinny to być tranzys-
tory grupy B lub C. Gorszym
rozwiązaniem jest zmniejszanie
wartości rezystora R9, bo powo-
duje to „marnowanie” prądu, któ-
ry powinien ładować akumulator.

Jeśli zamiast akumulatorów sto-
sowane będą 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 pew-
nie jeszcze sposoby przedłużania
żywota baterii, szczególnie zegar-
kowych 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 najtań-
sze z uwagi na duże prawdopo-
dobieństwo wycieku elektrolitu -
patrz artykuł „Test baterii” EP
3/94.

Napięcie w pełni naładowa-
nych czterech akumulatorów Ni-
Cd wynosi 5,3...5,9V. Należy wte-
dy 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 za-
stosować diodę D6 na napięcie
7,5V albo po prostu użyć tylko
trzech ogniw.

Piotr Górecki, AVT