

**PRAKTYCZNY**

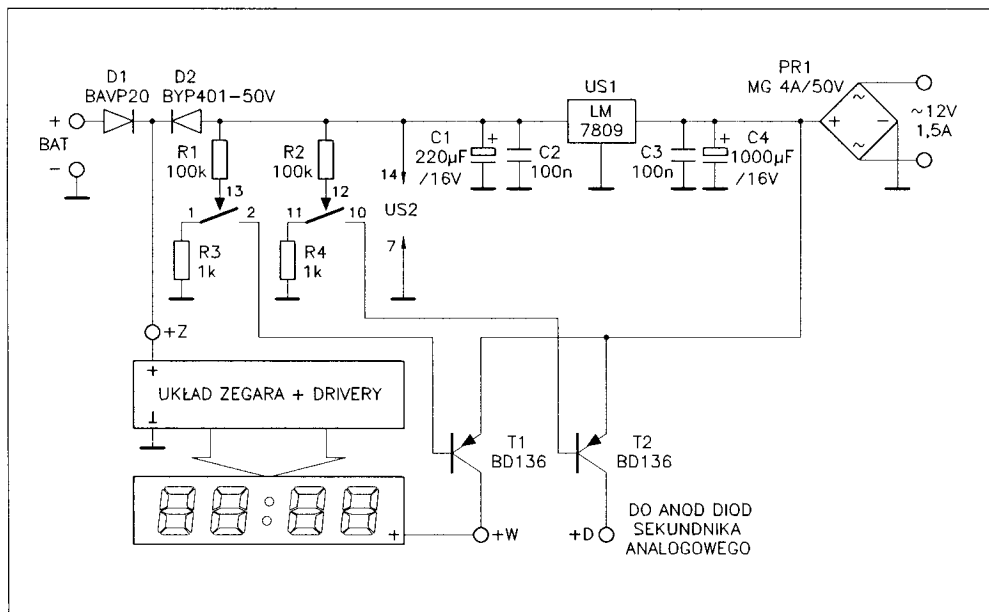
ISSN 1232-2628

# ELEKTRONIK

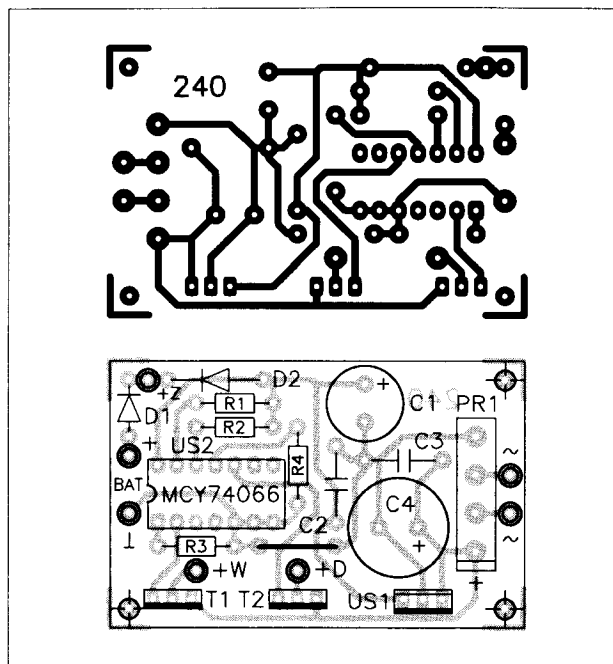
cena 2,20 zł (22000 zł)

listopad  
nr 11 '95

## Awaryjne zasilanie zegara



Rys. 1 Schemat ideowy układu awaryjnego zasilania zegara



Rys. 2 Płytką drukowana i rozmieszczenie elementów

Zaletą tego rozwiązania jest ponadto budzik, który "dzwoni" nawet przy braku napięcia sieci.

Przy zaniku napięcia sieciowego klucze US2 zostają otwarte, a tranzystory T1 i T2 wyłączane.

Kolektor tranzystora T1 połączono z "plusem" płytki wyświetlacza, a kolektor T2 z zasilaniem sekundnika analogowego. Tranzystory T1 i T2 można umieścić na niewielkich radiatorach odizolowanych od siebie, ale nie jest to konieczne. W momencie zaniku napięcia w sieci zasilającej transformator przez diodę D2

Jeden z Czytelników nadesłał do redakcji opis układu buforowego zasilania zegara MC 1206 z sekundnikiem analogowym. Urządzenie to jest bardzo proste w wykonaniu i polecamy je szczególnie początkującym elektronikom.

Chciałbym przedstawić "ulepszoną" moim zdaniem wersję zegara MC 1206. Umożliwia ona zasilanie z baterii przy braku napięcia sieciowego. Wygaszane są przy tym wszystkie diody i wyświetlacz bez kasowania zegara.

przestaje płynąć prąd z zasilacza stabilizowanego. Natomiast dioda D1, normalnie zablokowana, zaczyna przewodzić. Zatem do układu MC 1206 napięcie dostarczane jest z baterii.

Opisywane urządzenie pracuje niezawodnie od ponad roku mimo częstych wyłączeń napięcia sieciowego. Pobór prądu z baterii wynosi ok 10 mA, co wystarcza na prawie pół roku, zależnie od czasu pracy. Zamiast baterii można także zastosować akumulator NiCd o napięciu nominalnym 9 V.

### Wykaz elementów

US1	– LM 7809
US2	– CD 4066
T1, T2	– BD 136
D1	– BAVP 20
D2	– BYP 401-50
PR1	– MG 4A/50V
R3, R4	– 1 kΩ/0,125 W
R1, R2	– 100 kΩ/0,125 W
C2, C3	– 100 nF/100 V MKSE-018-02
C1	– 220 μF/16 V 04/U
C4	– 1000 μF/16 V 04/U

płytką drukowaną **numer 240**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 0,90 zł (9.000 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Michał Zieliński



# PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

LISTOPAD nr 11/95

## SPIS TREŚCI

Awaryjne zasilanie zegara.....	2
UWAGA! „Zły pies”.....	4
Generator akustyczny.....	8
Zakłócenia i ich redukcja cz. 7.....	12
Regulator mocy lutownicy transformatorowej – dokończenie.....	16
Choinkowa gwiazda betlejemska.....	17
Zasady prenumeraty.....	23
Mikroprocesorowy miernik częstotliwości.....	24

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 5,00 zł (50.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 11/94; 1-11/95. Cena jednego egzemplarza 2,20 zł (22.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,00 zł (10.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki.

**Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95 i PE 8/95.**

**Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra**

### Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:  
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE  
ul. Prosta 11 65-001 Zielona Góra  
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra  
997283-102847-2541

### Ceny:

- 1 cm<sup>2</sup> ogłoszenia ramkowego - 2,20 zł (22.000 zł) + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 20 cm<sup>2</sup>)  
- ogłoszenia drobne do 40 słów - 1,10 zł (11.000 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

### Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”  
ul. Jskótcza 2/5  
65-001 Zielona Góra  
tel. niestety czasowo brak telefonu  
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

## UWAGA! "Zły pies"

**W artykule zamieszczono opis prostego układu pozwalającego na odtwarzanie dźwięków zapisanych w postaci cyfrowej w EPROM-ie. Zastosowanie tego urządzenia może być bardzo szerokie, ale odajmy głos autorowi.**

Któż nie potrafi docenić roli tak sympatycznego zwierzęcia, jakim jest pies. Potrafi on być wspaniałym przyjacielem, towarzyszem, przewodnikiem, tropicielem czy też obrońcą. Wiadomo również, że jest to stworzenie dość wymagające. Należy stworzyć mu odpowiednie warunki do życia. Nie każdego jednak stać na taką inwestycję. Niejednokrotnie w ciasnym mieszkaniu brakuje miejsca dla domowników, a gdzie miałyby się podziąć psiak ze swoją miską?

Dla wszystkich, którzy mają tego typu problemy oraz dla tych, którzy doceniają szczególnie walory obronne psa (szczekający pies potrafi odstraszyć niejednego amatora cudzego mienia), dedykuję zamieszczone tutaj urządzenie. Jest to układ generujący szczekanie psa z jakością {nie budzącą zastrzeżeń}. W repertuarze tego "elektronicznego psa" znajdują się dwa różne efekty imitujące szczekanie. Zapewniam Was, szanowni Czytelnicy, że bynajmniej nie są to powarkiwania rafterka. Urządzenie zostało skonstruowane w taki sposób, aby możliwa była konfiguracja działania od 2 sekund do ponad 1 minuty.

Elementem wyzwalającym układ może być przycisk dzwonka, czujka podczerwieni, detektor zbliżeniowy, bariera optyczna itp. Urządzenie po wyzwoleniu odgrywa cały zaprogramowany wcześniej repertuar i powraca do stanu spoczynkowego. Sygnałem wyzwalającym może być również włączenie zasilania (rozwiązanie klasyczne, stosowane w wielu instalacjach dzwonek).

### Opis układu

W układzie "elektronicznego psa" zastosowano pamięć EPROM typu 27512. Ma ona pojemność 65536 bajtów (próbek). Pamięć została podzielona na dwie części po 32768 bajtów. W każdej części znajduje się jeden sampling. Jak łatwo policzyć przy częstotliwości próbkowania 16 kHz odtworzenie 32 kB próbek zajmuje:  $32768/16000 = 2$  sek. Tak więc w naszej pamięci mieszczą się dwa efekty po dwie sekundy każdy.

Urządzenie działa w oparciu o metodę przetwarzania sygnałów cyfrowych na analogowe. Zapisane w pamięci EPROM (US2) próbki dźwięku (samplingi) są podawane sekwencyjnie na ośmiobitowy przetwornik cyfrowo-analogowy zbudowany z rezystorów R3÷R19 (drabinka R-2R). Rozdzielczość ośmiobitowa gwarantuje uzyskanie dynamiki na poziomie 48 dB. Jest to wielkość porównywalna z dynamiką popularnych niegdyś magnetofonów szpulowych ZK 140. Natomiast próbkowanie o częstotliwości 16 kHz zapewnia pasmo odtwarzania dźwięków do 8 kHz.

Do generowania kolejnych adresów pamięci US2 zostały wykorzystane dwa liczniki: US1 (CD 4060), oraz US3 (CD 4040). Ponieważ układ CD 4060 posiada w swoim wnętrzu oscylator, możliwe było uproszczenie konstrukcji.

W przetworniku C/A zostaje wytworzona obwiednia sygnału analogowego. Po wzmocnieniu i odseparowaniu we wzmacniaczu US5A, sygnał zostaje doprowadzony do filtru dolnoprzepustowego US5B i US5C czwartego rzędu (nachylenie charakterystyki – 24 dB/okt), który eliminuje górne wstęgi widma sygnału (położone wokół częstotliwości próbkowania i jej kolejnych harmonicznych). Filtr o takiej stromości charakterystyki, jak zastosowany w urządzeniu, pozwala na znaczne wytłumienie sygnałów, będących skutkiem ubocznym dyskretyzacji cyfrowej, a tym samym zdecydowane poprawienie jakości dźwięku.

Odtworzenie przebiegu z ciągu próbek polega na idealnej filtracji głównej części widma. Jest to możliwe tylko wówczas, gdy poszczególne segmenty widma nie zachodzą na siebie, czyli wtedy, gdy częstotliwość próbkowania jest co najmniej dwukrotnie większa od  $f_{max}$ . W przypadku, gdy ten warunek nie jest spełniony, mamy do czynienia ze zniekształceniem sygnału, znanym powszechnie pod nazwą "aliasing". Część sygnału z górnej części widma przeplata się z sygnałem z zakresu podstawowego, powodując powstawanie nieprzyjemnych dla ucha zniekształceń.

Częstotliwość graniczna filtru jest dwukrotnie mniejsza od częstotliwości generatora adresów i wynosi 8 kHz. Pozwala to na wierne odtworzenie dźwięku w paśmie od 20 Hz do 8 kHz. Jest to jakość w pełni zadowalająca. Dla porównania szerokość pasma w telekomunikacji jest równa w przybliżeniu 4 kHz.

Po filtracji sygnał zostaje doprowadzony poprzez potencjometr regulacji głośności P2 do wzmacniacza mocy US7 zrealizowanego na popularnym układzie TDA 2003 (maksymalna moc wyjściowa – 10 W). Wzmacniacz ten, w połączeniu z dobrym głośnikiem, gwarantuje uzyskanie odpowiedniej mocy akustycznej koniecznej dla uzyskania właściwego efektu.

Przerzutnik US4B jest odpowiedzialny za wyzwalenie generatora oraz podtrzymanie jego działania po zaniku sygnału wyzwalającego. Kondensator C22 oraz rezystor R35, powodują wyzwolenie generatora po włączeniu napięcia zasilającego. Dioda D1, ma na celu szybkie rozładowanie kondensatora C22 po zaniku napięcia zasilającego. Elementów C22, R35 oraz D1 można nie montować jeżeli urządzenie ma być na stałe załączone do sieci i/lub wyzwalenie po włączeniu napięcia zasilającego nie będzie potrzebne.

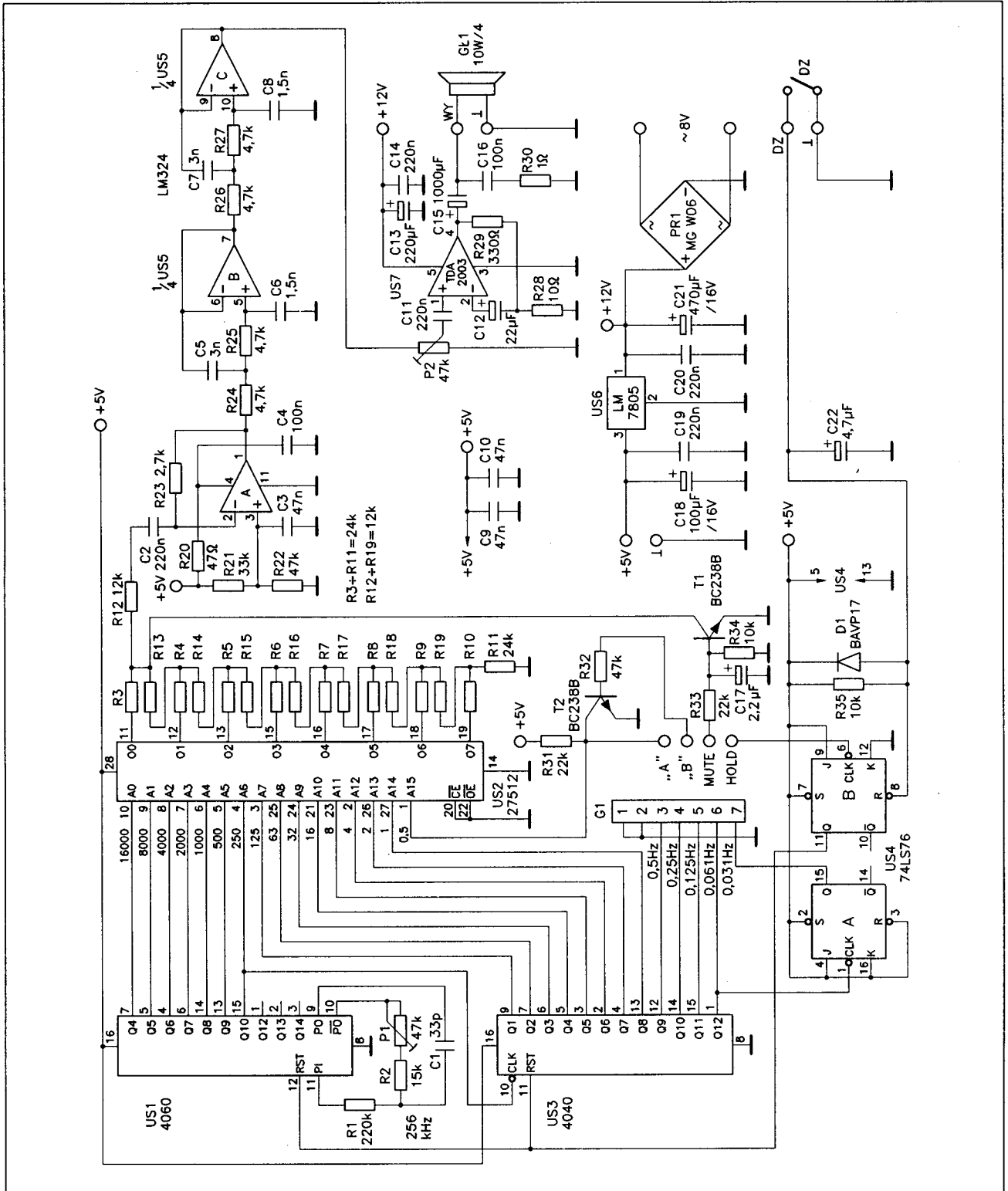
Ostatnie cztery wyjścia licznika US3 oraz wyjście Q przerzutnika US4A (pracującego w układzie dzielnika przez 2), są wykorzystane do ustalenia konfiguracji. Jest to pewnego rodzaju układ sekwencyjny. Programowanie polega na zwarciu sygnałów: "A", "B", "MUTE", "HOLD" z wyjściami gniazda G1. Znaczenie tych sygnałów jest następujące:

"A" = 0V – odtwarzanie pierwszego efektu

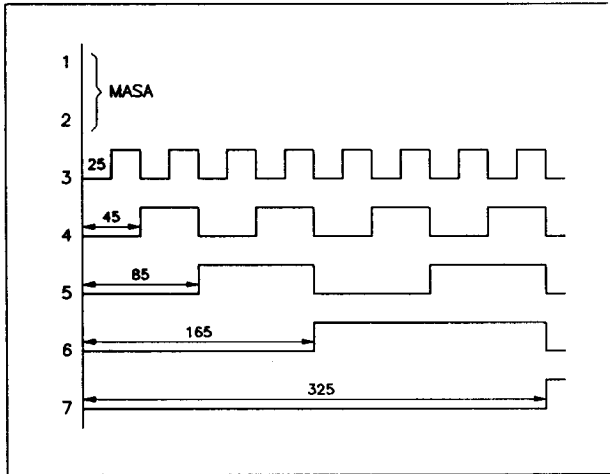
"B" = 0V – odtwarzanie drugiego efektu  
 "MUTE" = 5V – wyciszenie dźwięku  
 "HOLD" = zbocze opadające – zatrzymanie generatora  
 Sygnały nie podłączone przyjmują wartości domyślne  
 równe:  
 "A" = 5V  
 "B" = 0V

"MUTE" = 0V  
 "HOLD" = 5V

Podłączenie tych sygnałów w ustalonej konfiguracji do najstarszych wyjść licznika adresów pozwala na określenie sposobu odtwarzania efektów. Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi pojawiające się na poszczególnych wyjściach gniazda G1.



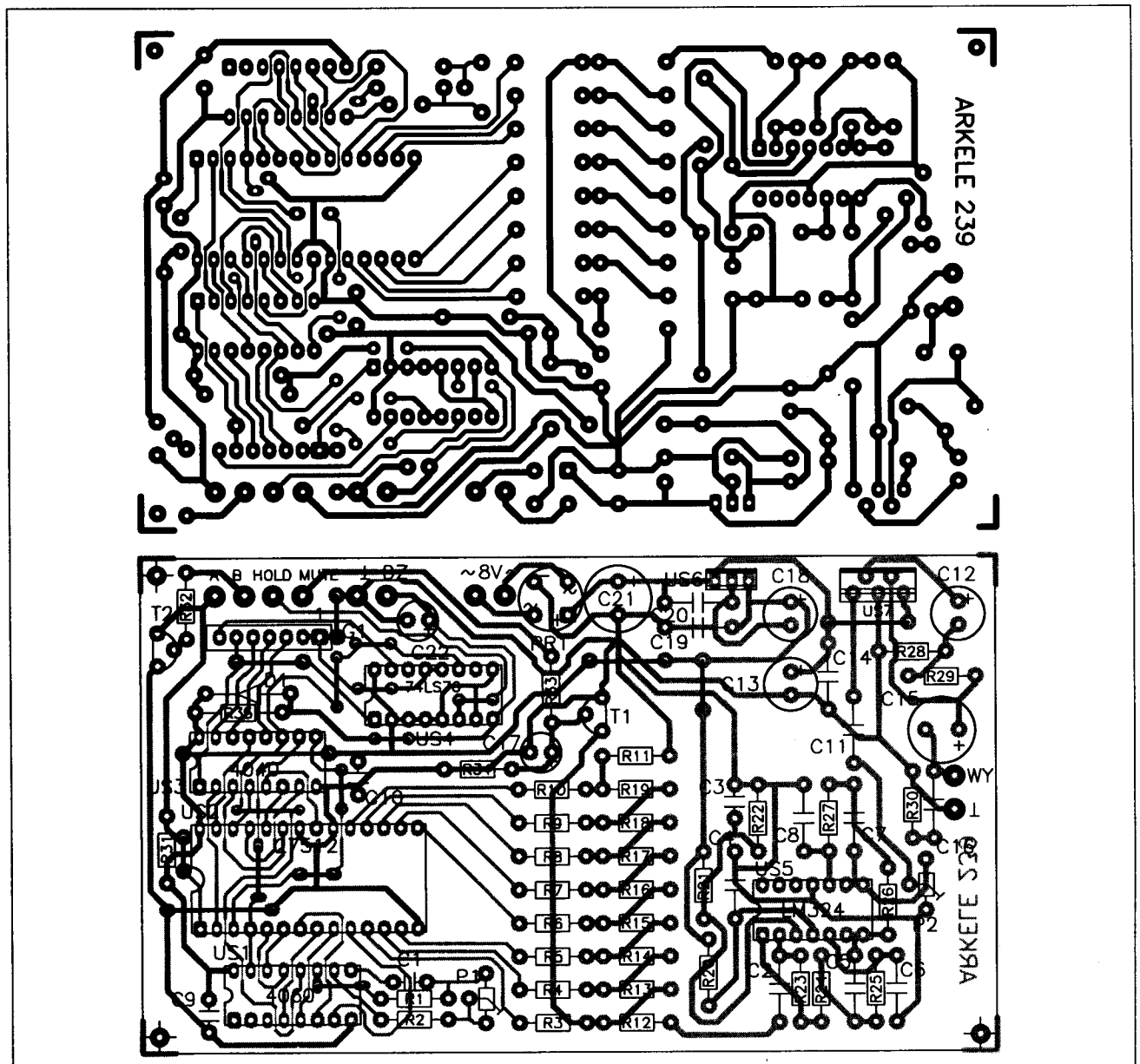
Rys. 1 Schemat ideowy "elektronicznego psa"



Rys. 2 Harmonogramy czasowe przebiegów na wyjściach gniazda G1

Aby ułatwić poznanie sposobu programowania poniżej przedstawimy 4 przykładowe sekwencje:

- Po wyzwoleniu odtwarzanie przez 2 sekundy pierwszego efektu, następnie 2 sekundy przerwy i odtwarzanie drugiego efektu przez 2 sekundy:
  - "MUTE" łączymy z wyprowadzeniem nr 3 gniazda G1
  - "A" łączymy z wypr. nr 4 gniazda G1
  - "HOLD" łączymy z wypr. nr 4 gniazda G1
- Po wyzwoleniu odtwarzanie na przemian: dwie sekundy efekt drugi, dwie sekundy efekt pierwszy. Sekwencje mają się powtórzyć 8 razy:
  - "B" łączymy z wypr. nr 3 gniazda G1
  - "HOLD" łączymy z wypr. nr 6 gniazda G1
- Po wyzwoleniu odtwarzanie 16 razy efektu pierwszego.
  - "A" łączymy z wypr. nr 1 gniazda G1
  - "HOLD" łączymy z wypr. nr 7 gniazda G1



Rys. 3 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

## 4. Jednokrotne odtworzenie efektu drugiego:

- "A" łączymy z wyprowadzeniem nr 1 gniazda G1
- "MUTE" łączymy z wyprowadzeniem nr 3 gniazda G1
- "HOLD" łączymy z wyprowadzeniem nr 3 gniazda G1

Sądzę, iż po tak szczegółowym opisie, nikt nie będzie miał problemów z opanowaniem procesu programowania sekwencji.

## Montaż i uruchomienie

W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na jakość rezystorów użytych w przetworniku C/A (R3÷R19). Aby rozdzielczość była rzeczywiście ósmiobitowa, powinny to być rezystory o tolerancji lepszej niż 0,5%. W praktyce jednak możliwe jest, przy pomocy omomierza, wyselekcjonowanie odpowiednich rezystorów z partii o tolerancji 5%. Rezystory 24 kΩ można utworzyć z dwóch dobranych, szeregowo połączonych, rezystorów 12 kΩ.

Osoby nie zamierzające korzystać, podczas programowania, z funkcji "MUTE" mogą zrezygnować z montowania tranzystora T1 oraz rezystorów R33, R34 i kondensatora C17.

Transformator użyty do zasilania urządzenia musi mieć odpowiednią moc, a napięcie zmienne na uzwojeniu wtórnym nie może przekraczać 11 V, gdyż większe grozi uszkodzeniem kondensatora elektrolitycznego C21, a nawet układu US7.

Proces uruchomienia jest prosty i nikomu nie powinien sprawić kłopotu, jeżeli tylko montaż został przeprowadzony poprawnie (pod EPROM obowiązkowo podstawka) oraz użyto sprawnych elementów. Układ powinien zadziałać zaraz po włączeniu zasilania.

Aby jednak uniknąć przykrych niespodzianek, przed włożeniem EPROMu w podstawkę, należy sprawdzić napięcie zasilające część cyfrową (5 V). Przed włączeniem napięcia zasilającego obydwie potencjometry ustawiamy w położeniu środkowym. Po zasilaniu urządzenia i wyzwoleniu przełącznikiem DZ, (jeżeli jeszcze nie została wykonana konfiguracja) z głośnika powinien być słyszany, odtwarzany bez przerwy efekt pierwszy (szczekanie). Korekcji szybkości odtwarzania dokonujemy potencjometrem P1. Przy dokładnej regulacji potencjometrem P1 ustawia się częstotliwość 256 kHz mierzona na nóżce 9 US1.

Po wykonaniu wszelkich prób i odpowiednim skonfigurowaniu naszego elektronicznego stróża, możemy potencjometrem P2 ustawić odpowiednią głośność, aby nikt nie miał wątpliwości co do wściekłości i niepoczytalności naszego zwierzaka.

Zaprogramowane EPROM-y można zamawiać w redakcji PE. Przygotowano trzy rodzaje EPROM-ów (wszystkie w tej samej cenie), z których każdy zawiera po dwie sekwencje dźwięków.:

- EPROM – PIES zawiera odgłos ujadającego psa i rzenie konia;
- EPROM – OKRZYK zawiera okrzyk "wow" i realistyczne beknienie;
- EPROM – WYBUCH zawiera odgłos wybuchu (detonacji) i odgłos tłuczonego szkła.

Przy zamówieniu prosimy pisać tylko:

- EPROM – PIES,
- EPROM – OKRZYK,
- EPROM – WYBUCH.

## Wykaz elementów

US1	- CD 4060
US2	- pamięć EPROM 27512 z zapisanymi dźwiękami
US3	- CD 4040
US4	- 74LS76, 74HCT76
US5	- LM 324
US6	- LM 7805
T1, T2	- BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$
D1	- BAVP 17 (1N4148)
PR1	- mostek Graetz'a W06 (1A/50V)
R30	- 1 Ω/0,5 W
R28	- 10 Ω/0,25 W
R20	- 47 Ω/0,125 W
R29	- 330 Ω/0,25 W
R23	- 2,7 kΩ/0,125 W
R24÷R27	- 4,7 kΩ/0,125 W/5%
R34, R35	- 10 kΩ/0,125 W
R2	- 15 kΩ/0,125 W
R12÷R19	- 12 kΩ/0,125 W 0,5% patrz opis w tekście
R31, R33	- 22 kΩ/0,125 W
R3÷R11	- 24 kΩ/0,125 W 0,5% patrz opis w tekście
R21	- 33 kΩ/0,125 W
R22, R32	- 47 kΩ/0,125 W
R1	- 220 kΩ/0,125 W
P1, P2	- 47 kΩ TVP 1232 "stojący"
C1	- 33 pF KCPf
C6, C8	- 1,5 nF/63 V/5% KSF-020-ZM
C5, C7	- 3 nF/63 V/5% KSF-020-ZM
C3, C9, C10	- 47 nF/32 V KFP
C4, C16	- 100 nF/100 V MKSE-018-02
C2, C11, C14, C19, C20	- 220 nF/100 V MKSE-018-02
C17	- 2,2 μF/63 V 04/U
C22	- 4,7 μF/50 V 04/U
C12	- 22 μF/16 V 04/U
C18	- 100 μF/16 V 04/U
C13	- 220 μF/16 V 04/U
C21	- 470 μF/16 V 04/U
C15	- 1000 μF/16 V 04/U
G1	- gniazdo 1/10' 7 pin

płytką drukowaną numer 239

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytką drukowaną 239 – 3,80 zł (38.000 zł)  
EPROM – 17,00 (170.000 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

## Generator akustyczny

Generatorów "było wiele" i każdy jest najlepszy. Teraz nie może być inaczej. Proponowane do wykonania rozwiązanie generatora akustycznego charakteryzuje się niskimi zniekształceniami nieliniowymi. Jest to w zasadzie generator przewidziany do sterowania wzmacniaczy małej częstotliwości przy pomiarach zniekształceń nieliniowych. Miernik zniekształceń nieliniowych będzie opisany w kolejnym PE.

### Parametry generatora

Zakresy częstotliwości:	20–200 Hz 200–2000 Hz 2000–20000 Hz
Maksymalne napięcie wyjściowe (symetryczne) (niesymetryczne)	10 V 5 V
Zniekształcenia nieliniowe	< 0,05%
Zasilanie	±15 V

### Opis schematu i działanie

Opisywany generator akustyczny jest generatorem z dodatnim sprzężeniem zwrotnym. Dodatnie sprzężenie zwrotne polega na przekazywaniu części sygnału z wyjścia wzmacniacza na wejście w fazie powodującej dodawanie się sygnału sprzężenia do sygnału na wejściu. Typowy generator ze sprzężeniem zwrotnym składa się z dwóch członów – członu wzmacniającego i członu sprzężenia zwrotnego. Do wzbudzenia drgań generatora ze sprzężeniem zwrotnym niezbędne jest spełnienie dwóch warunków: tzw. warunku fazy i warunku amplitudy. Warunek fazy polega na utrzymaniu dodatniego sprzężenia zwrotnego. Wzmacniacz najczęściej daje przesunięcie fazy wynoszące  $180^\circ$ , a więc dla uzyskania dodatniego sprzężenia zwrotnego układ sprzężenia także powinien dawać przesunięcie fazy wynoszące  $180^\circ$ . Warunek amplitudy dotyczy niezbędnego wzmocnienia wzmacniacza dla skompensowania strat sygnału sprzężenia zwrotnego wprowadzanego przez układ sprzężenia zwrotnego.

Przebieg o małych zniekształceniach nieliniowych to przebieg sinusoidalny. Dla uzyskania takiego przebiegu niezbędne jest aby przynajmniej jeden z tych warunków był spełniony tylko dla jednej częstotliwości. Przy spełnieniu warunków fazy i amplitudy w szerokim zakresie częstotliwości generowany jest przebieg odkształcony. Sytuacja taka występuje w multiwibratorze astabilnym, który w układzie sprzężenia zwrotnego ma także wzmacniacz. Przebieg generowany w multiwibratorze to przebieg prostokątny zawierający dużo składowych harmonicznich, a więc o dużych zniekształceniach nieliniowych.

Zniekształcenia nieliniowe zwane także harmonicznymi powstają przy przejściu sygnału przez układ nieliniowy tzn. taki w którym zależność sygnału wyjściowego od wejściowego nie jest linią prostą. W przypadku

sinusoidy objawi się to zniekształceniem jej kształtu, pojawią się harmoniczne. Ogólnie – na wyjściu układu np. wzmacniacza pojawią się sygnały o częstotliwościach jakich nie było na jego wejściu.

Do badania zniekształceń nieliniowych wprowadzanych przez układy elektroniczne np. wzmacniacze akustyczne niezbędne jest źródło sygnału o możliwie małych zniekształceniach nieliniowych oraz małych szumach i zakłóceniach mogących zniekształcać wynik pomiaru. Układ generatora spełniającego tak wysokie wymagania jest przedmiotem prezentowanego opracowania. Schemat ideowy generatora przedstawiony jest na rys. 1.

Zrealizowany jest on w nietypowym układzie generatora z przesuwnikiem fazowym. Zasada działania zbliżona jest do generatora drabinkowego z przesuwnikiem fazowym RC. Człon wzmacniający generatora to wzmacniacz odwracający zrealizowany na części A układu scalonego US1 (TL074). Dwustopniowy przesuwnik fazy zrealizowany jest z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych B i C układu US1. Każdy stopień przesuwnika fazy wprowadza przesunięcie fazowe  $90^\circ$  dla częstotliwości określonej wypadkową rezystancją podłączoną do wejścia wzmacniacza (R3, P1, P3a i R8, P2, P3b) oraz pojemnością kondensatora podłączonego między jego wyjściem i wejściem. Razem oba człony przesuwnika fazy zapewniają przesunięcie fazy  $180^\circ$  dla tej częstotliwości. Sygnał sprzężenia zwrotnego z wyjścia wzmacniacza operacyjnego C (US1) przez rezystor R4 podawany jest na wejście odwracające wzmacniacza A (US1). Łączne przesunięcia fazowe wzmacniacza i przesuwnika zapewniają dodatnie sprzężenie zwrotne.

Generowana częstotliwość zależy także od doboru elementów wzmacniacza odwracającego i dla realizowanego układu jest określona niżej podanym wzorem:

$$f = 1/28 \cdot R \cdot C$$

gdzie:

R – wypadkowa rezystancja na wejściu przesuwnika fazy,

C – pojemność między wyjściem i wejściem przesuwnika.

Dla uzyskania małych zniekształceń nieliniowych wymagane jest zachowanie liniowej pracy poszczególnych członów generatora. Problemem w tego typu generatorach jest stabilizacja amplitudy drgań. Stabilizację amplitudy uzyskuje się przez zastosowanie automatycznej regulacji wzmocnienia wzmacniacza odwracającego. W tym celu napięcie wyjściowe ze wzmacniacza C przesuwnika fazowego jest prostowane w prostowniku z diodami D1 i D2. Prostownik ten przewodzi przy ujemnych półoknach napięcia wyjściowego po przekroczeniu napięcia zenera diody D2 i napięcia przewodzenia diody



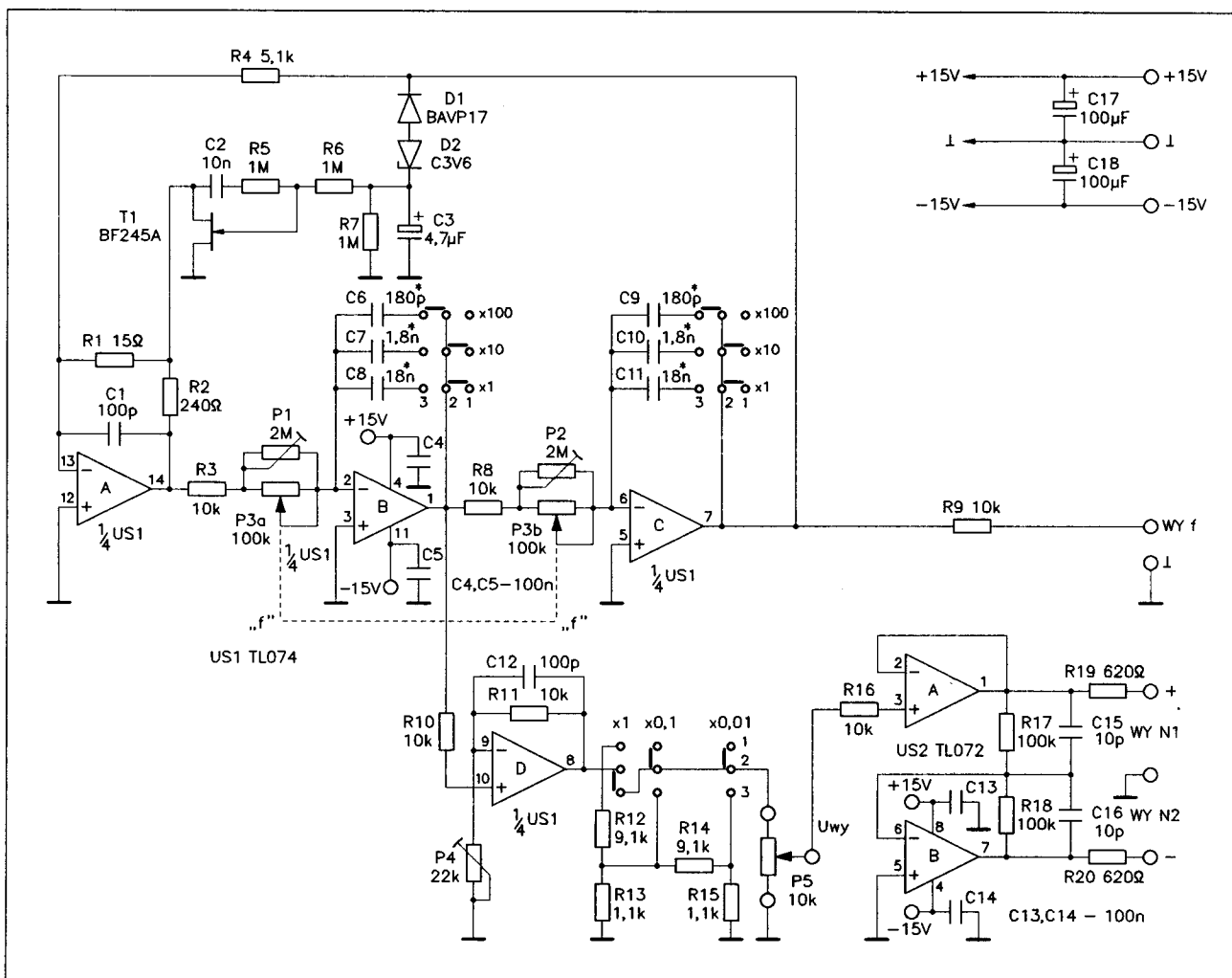
D1. Daje to zmniejszenie napięcia wyprostowanego do odpowiedniego poziomu dla sterowania tranzystorem polowym T1 przy jednoczesnym zachowaniu dużego poziomu składowej regulującej. Ujemne napięcie regulujące jest odfiltrowane kondensatorem C3 i podawane przez rezystor R6 do bramki tranzystora polowego. Dren tranzystora polowego jest podłączony do obwodu sprzężenia zwrotnego wzmacniacza odwracającego A (US1) a źródło do masy. Wzrost napięcia wyjściowego powoduje wzrost wyprostowanego napięcia i wzrost rezystancji dren – źródło tranzystora polowego zmniejszając w konsekwencji wzmocnienie wzmacniacza i utrzymując sygnał wyjściowy na niezmiennym poziomie. Odwrotnie przy maleniu napięcia wyjściowego wzmocnienie wzmacniacza wzrasta dając podtrzymanie poziomu napięcia. Włączony między dren i bramkę tranzystora polowego dwójnik składający się z rezystora R5 i kondensatora C2 poprawia liniowość zmian rezystancji zastępczej dren – źródło.

Płynną regulację częstotliwości uzyskuje się za pomocą sprzężonego podwójnego potencjometru P3. Regulację skokową częstotliwości a konkretnie zmianę zakresów częstotliwości zrealizowano przez przełączanie kondensatorów za pomocą przełącznika Isostat. Górną

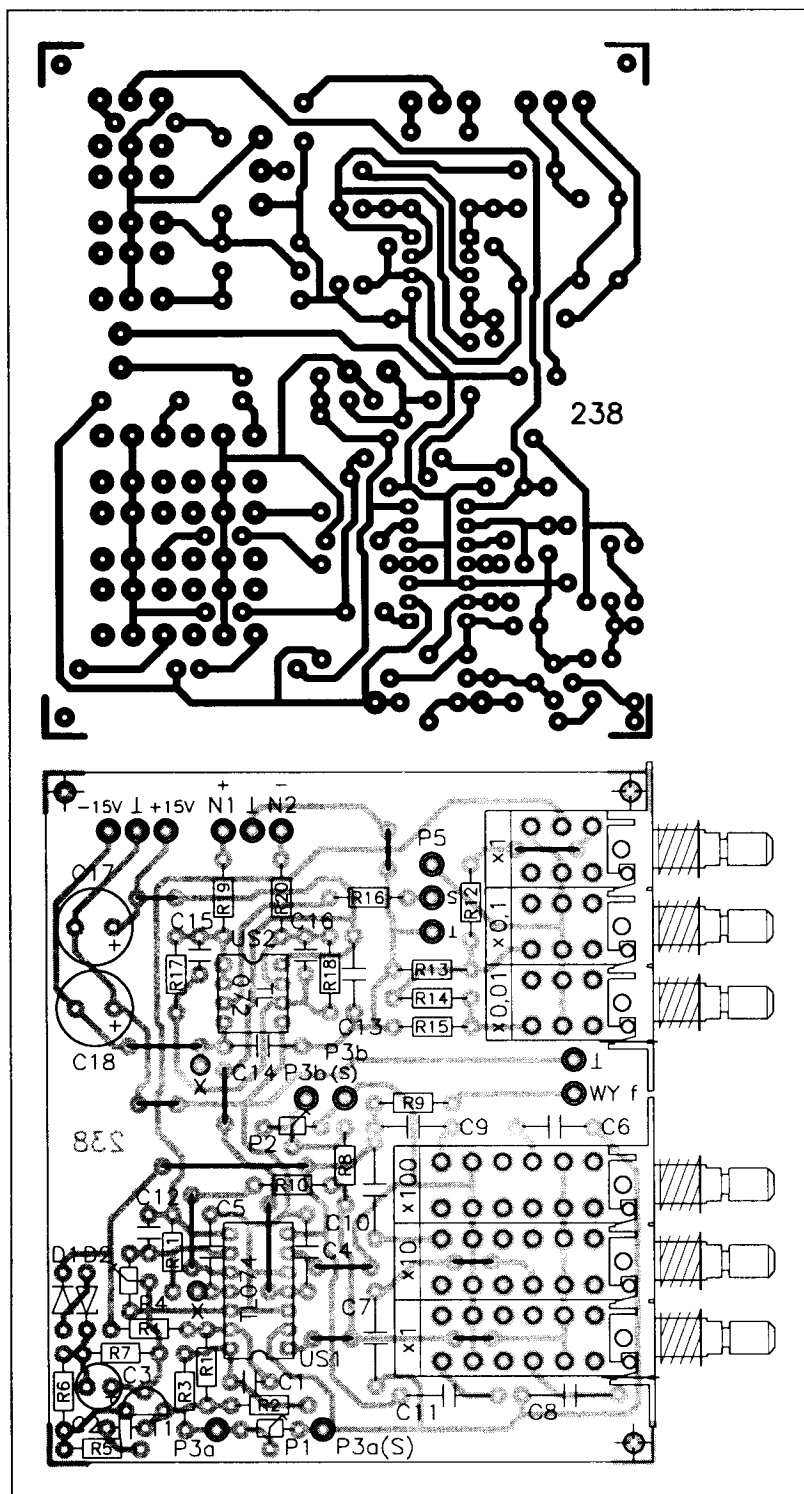
częstotliwość zakresu ustala się po skręceniu potencjometru na minimalną rezystancję przez dokładny dobór kondensatorów. Dolna częstotliwość będzie zależała od sumy rezystancji R3 lub R8 i wypadkowej rezystancji równolegle połączonych odpowiednio potencjometru P3a i rezystora nastawnego P1 oraz potencjometru P3b i rezystora nastawnego P2. Zastosowanie rezystorów nastawnych P1 i P2 pozwala na ustalenie zakresu zmian rezystancji wypadkowych i tym samym zakresu zmian częstotliwości.

Sygnał z generatora pobierany jest za pośrednictwem wzmacniacza oddzielającego zrealizowanego na wzmacniaczu operacyjnym D (US1). Dzięki temu wpływ obciążenia na pracę generatora jest minimalny. Wzmocnienie wzmacniacza reguluje się rezystorem nastawnym P4, co pozwala na dokładną regulację maksymalnej wartości sygnału wyjściowego generatora. Na wyjściu wzmacniacza oddzielającego znajduje się dzielnik skokowy napięcia wyjściowego o przełączanym podziale: 1/1, 1/10 i 1/100.

Zasilacz stabilizowany z wykorzystaniem stabilizatorów monolitycznych LM 7815 i LM 7915 można wykonać na płycie zasilacza uniwersalnego sprzedawanej przez redakcję PE.



Rys. 1 Schemat ideowy generatora akustycznego



Rys. 2 Widok płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Sygnal z dzielnika podawany jest do potencjometru P5 służącego do płynnej regulacji napięcia wyjściowego. Z potencjometru sygnał podawany jest do wtórnika napięciowego zrealizowanego na wzmacniaczu operacyjnym A układu US2. Z wyjścia wtórnika sygnał za pośrednictwem rezystora R19 podawany jest do wyjścia "+" generatora. Sygnal z wyjścia wtórnika jest także podawany do wzmacniacza odwracającego o wzmacnieniu równym 1 zrealizowanego na wzmacniaczu operacyjnym B (US2). Z wyjścia tego wzmacniacza sygnał odwrócony o  $180^\circ$  przez rezystor R20 podawany jest na wyjście "-" generatora. W ten sposób uży-

skujemy wyjście symetryczne generatora. Symetryczne podawanie sygnału zostało już dawno zapomniane w sprzęcie powszechnego użytku ale nadal jest stosowane w sprzęcie profesjonalnym lub tzw. "High endu". Możliwe jest wykorzystywanie wyjść "+" lub "-" jako wyjść niesymetrycznych względem masy. Rezystory R19 i R20 zapewniają rezystancję wyjściową generatora zbliżoną do  $600 \Omega$ .

Z wyjścia wzmacniacza operacyjnego C (US1) przez rezystor R9 podawany jest sygnał generatora o wartości skutecznej 7 V, który może być wykorzystany doysterowania cyfrowego miernika częstotliwości. Zastosowanie zamiast skali analogowej cyfrowego miernika częstotliwości zwiększy niewątpliwie dokładność określania częstotliwości sygnału wyjściowego.

Przewidziano zasilanie generatora z zewnętrznego zasilacza dostarczającego stabilizowane napięcia  $\pm 15$  V. Dopuszczalne jest zasilanie generatora napięciami  $\pm 12$  V. Pobór prądu nie przekracza 10 mA. Napięcia zasilające dodatkowo są filtrowane na płycie generatora kondensatorami elektrolitycznymi C17 i C18 oraz kondensatorami 100 nF w pobliżu układów scalonych US1 i US2.

### Montaż i uruchomienie

Przed montażem generatora należy skompletować przełączniki Isostat. Przełącznik zakresów częstotliwości to trzy segmenty podwójne zależne w rozstawie 10 mm. Przełącznik dzielnika napięcia to trzy segmenty pojedyncze zależne w rozstawie 10 mm. Do ich montażu należy rozwiąć otwory w płycie drukowanej do średnicy 1,2 mm. Rozwiąć także otwory pod kołki montażowe.

Montaż elementów przeprowadzić zgodnie z ogólnie znanymi zasadami. Przełączniki Isostat zamontować na wysokości 2 mm nad płytką podkładając przy montażu zapalki między płytką a korpusem przełącznika. Kondensatory C8 i C11 koniecznie muszą być styroflexowe. Zastosowanie innego typu spowoduje trudności ze wzbudzeniem drgań na zakresie najniższych częstotliwości ( $20 \div 200$  Hz). Potencjometry P3 i P5 montowane są poza płytką co daje elastyczność rozwiązania konstrukcyjnego obudowy a zwłaszcza płyty czołowej. Widok płytki drukowanej generatora i rozmieszczenie elementów przedstawione są na rys. 2.

Transformator sieciowy powinien dostarczać napięcie symetryczne  $2 \times 18$  V. Moc transformatora powinna być jak najmniejsza z uwagi na mały pobór mocy przez generator.

Do uruchamiania generatora niezbędne będą oscyloskop i miernik częstotliwości. Przed przystąpieniem do uruchamiania generatora dokładnie sprawdzić poprawność montażu. W pierwszej kolejności uruchomić i sprawdzić poprawność pracy zasilacza. Dopiero teraz można podłączyć zasilanie do generatora i rozpocząć jego uruchamianie.

Rezystory nastawne P1, P2 i P4 ustawić w środkowych położeniach. Włączyć zakres częstotliwości  $200 \div 2000$  Hz. Przy prawidłowym montażu i sprawdzonych elementach generator rozpoczyna działanie zaraz po włączeniu zasilania. Sprawdzimy to podłączając oscyloskop do wyjścia wzmacniacza operacyjnego D (US1). Na wyjściu tym powinniśmy uzyskać przebieg sinusoidalny o wartości skutecznej około 2 V. Przy braku sygnału ponownie należy sprawdzić poprawność montażu i ewentualnie wyszukać uszkodzony element układu.

Potencjometr P3 skrócić na minimalną rezystancję i sprawdzić wstępnie częstotliwość sygnału generatora, powinna być zbliżona do 2000 Hz. Włączyć zakres  $2000 \div 20000$  Hz i sprawdzić występowanie przebiegu oraz jego częstotliwość zbliżoną do 20000 Hz. Włączyć zakres  $20 \div 200$  Hz i także sprawdzić występowanie przebiegu i częstotliwość około 200 Hz. Amplitudy przebiegów na poszczególnych zakresach oraz przy przestrajaniu potencjometrem P3 powinny być jednakowe. Po "wyrzaniu" generatora w ciągu co najmniej 1 godziny można przystąpić do jego regulacji.

Regulację rozpoczniemy od ustalenia maksymalnego napięcia wyjściowego. Oscyloskop a jeszcze lepiej woltmierz m.cz. podłączyć do wyjścia "+". Dzielnik napięcia wyjściowego ustawić na 1/1, a potencjometr P5 skrócić na maksimum sygnału. Regulując rezystorem nastawnym P4 uzyskać wartość skuteczną napięcia wyjściowego 5 V (na oscyloskopie wartość maksymalną 7,1 V). Sprawdzić wielkość napięcia wyjściowego na wyjściu "-". Przy ewentualnej rozbieżności dobrać rezystory R17 i R18. Sprawdzić działanie dzielnika 1/10 i 1/100 mierząc napięcie wyjściowe generatora.

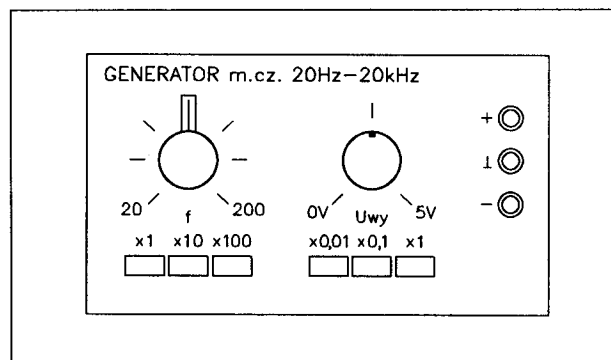
Najbardziej pracochłonnym zabiegiem jest dobranie pojemności zakresów częstotliwości. Nominalne zakresy zawierają się w sekwencji  $20 \div 200$ . Praktycznie należy jednak ustawić większe zakresy częstotliwości np.  $19 \div 210$  co wprowadzi niewielkie zazębienie się zakresów ułatwiające korzystanie z generatora i eliminujące ewentualny brak ciągłości częstotliwości przy niedokładnym doborze pojemności. Miernik częstotliwości lub w najgorszym przypadku oscyloskop podłączyć do wyjścia "Wy f". Napięcie wyjściowe w tym punkcie powinno mieć wartość skuteczną  $7 \div 8$  V. Włączyć zakres  $200 \div 2000$  Hz. Potencjometr P3 skrócić na minimalną rezystancję. Dobierając pojemności C7 i C10 uzyskać częstotliwość 2100 Hz. Potencjometr skrócić na maksymalną rezystancję i regulując rezystorami nastawnymi

P1 i P2 uzyskać częstotliwość 190 Hz. Starać się aby pojemności C7 i C10 oraz nastawy potencjometrów P1 i P2 były jednakowe. Wartości pojemności C7 i C10 powinny zawierać się w przedziale  $1600 \div 1800$  pF. Niezbędne może okazać się łączenie równoległe mniejszych pojemności. Korzystając z częstościomierza można teraz wykreślić skalę częstotliwości od 20 do 200 po założeniu wskazówki na oś potencjometru P3. Ze względu na liniowość skali korzystnym będzie zastosowanie potencjometru o charakterystyce logarytmicznej "C". W najgorszym przypadku dopuszczalne jest zastosowanie potencjometru liniowego "A".

Włączyć zakres częstotliwości  $2000 \div 20000$  Hz i przy skróconym na minimalną rezystancję potencjometrze P3 dobrać pojemności C6 i C9 aby uzyskać częstotliwość 21000 Hz. Skala częstotliwości powinna pokrywać się z określoną poprzednio. Pojemności powinny zawierać się w przedziale  $160 \div 180$  pF.

Włączyć zakres częstotliwości  $20 \div 200$  Hz i przy skróconym na minimalną rezystancję potencjometrze dobrać pojemności C8 i C11 aby uzyskać częstotliwość 210 Hz. Pojemności powinny zawierać się w przedziale  $16 \div 18$  nF. Od dokładności doboru pojemności będzie zależała powtarzalność skali dla poszczególnych zakresów.

Po uruchomieniu i regulacji przystępujemy do zamontowania generatora w typowej obudowie z tworzywa sztucznego. Przykładowy widok płyty czołowej przedstawiony jest na rys. 3.



Rys. 3 Widok płyty czołowej generatora

#### Wykaz elementów:

US1	- TL 074
US2	- TL 072
T1	- BF 245A
D1	- BAVP 17 (1N4148)
D2	- BZP 683 C3V6 (BZX 79 na napięcie 3,6 V)
R1	- 15 $\Omega$ /0,125 W
R2	- 240 $\Omega$ /0,125 W
R19, R20	- 620 $\Omega$ /0,125 W
R13, R15	- 1,1 k $\Omega$ /0,125 W
R4	- 5,1 k $\Omega$ /0,125 W
R12, R14	- 9,1 k $\Omega$ /0,125 W
R3, R8, R9, R10	
R11, R16	- 10 k $\Omega$ /0,125 W

R17, R18	– 100 k $\Omega$ /0,125 W
R5, R6, R7	– 1 M $\Omega$ /0,125 W
P4	– 22 k $\Omega$ TVP 1232
P1, P2	– 1 M $\Omega$ TVP 1232
P3	– 2 $\times$ 100 k $\Omega$ C PRP 185
P5	– 10 k $\Omega$ A PR 185
C15, C16	– 10 pF/50 V KCP
C1, C12	– 100 pF/50 V KCP
C6, C9	– 180 pF/160 V KSF-020
C7, C10	– 1,8 nF/63 V KSF-020
C2	– 10 nF/100 V MKSE-20
C8, C11	– 18 nF/63 V KSF-020

C4, C5, C13, C14	– 100 nF/63V MKSE-20
C3	– 4,7 $\mu$ F/16 V 04/U
C17, C18	– 100 $\mu$ F/16 V 04/U
Płytką drukowaną numer 238	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 2,89 zł (28.900 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ R. K.

## Zakłócenia i ich redukcja cz. 7

### Zabezpieczenie i odkłócanie styków

Między stykami zwierającymi lub rozwierającymi obwód z prądem może pojawić się przebicie. Przebicie to powstaje przy minimalnej odległości między stykami, kiedy obwód z prądem jeszcze nie jest połączony lub został rozłączony. Przebicie prowadzi do stopniowego zniszczenia styków oraz do powstania zakłóceń radioelektrycznych o szerokim widmie częstotliwości. Zakłócenia powstają także przy wykorzystywaniu półprzewodnikowych elementów przełączających.

### Rodzaje wyładowań między stykami

Między stykami przełączającymi występują najczęściej dwa rodzaje wyładowań: wyładowanie jarzeniowe i łukowe. Samopodtrzymujące się wyładowanie jarzeniowe może pojawić się między dwoma stykami po zjonizowaniu gazu zawartego między nimi. Napięcie niezbędne do wywołania wyładowania jarzeniowego zależy od rodzaju gazu, rozmieszczenia styków i ciśnienia gazu. Przy normalnej temperaturze i ciśnieniu, w powietrzu, przy odległości między stykami poniżej 0,01 mm do zainicjowania wyładowania jarzeniowego wymagane jest napięcie 320 V. Po przebicciu do podtrzymania wyładowania jarzeniowego wystarczy napięcie rzędu 300 V. Prąd wyładowania wynosi kilka mA. W celu uniknięcia wyładowania jarzeniowego napięcie między stykami nie powinno przekroczyć 300 V.

Wyładowanie łukowe może wystąpić przy odstępach styków i napięciach dużo mniejszych niż wymagane dla wyładowania jarzeniowego. Wyładowanie łukowe pojawia się wskutek emisji polowej elektronów tzw. autoemisji. Do jej powstania wymagane jest pole elektryczne rzędu 0,5 MV/cm. Pole takie może wywołać napięcie 5 V przy odległości między elektrodami wynoszącej  $10^{-5}$  cm. Elektrony bombardujące anodę powodują jej nagrzewanie co w efekcie może spowodować jej nadtopienie i pojawienie się par metalu. Wyładowanie autoemisyjne zamienia się na przewodnictwo par metalu ograniczone jedynie impedancją obwodu zewnętrznego.

Minimalne napięcie i prąd wymagane do podtrzymania łuku zależą od materiału z jakiego wykonana jest katoda. Średnio napięcie to wynosi kilkanaście V, a prąd kilkaset mA. Zapobiec podtrzymaniu łuku można przez ograniczenie prądu poniżej minimalnej wartości wymaganej do jego podtrzymania.

Styki mogą zwykle wytrzymać dużo większe napięcie zmienne niż stałe, a wynika to z następujących powodów:

- 1) Wartość średnia napięcia zmiennego jest mniejsza niż wartość skuteczna.
- 2) Łuk nie powstaje przy napięciu mniejszym od 10 V.
- 3) Rola katody i anody zmienia się cyklicznie.
- 4) Łuk jest przerywany przy przejściu napięcia przez 0.

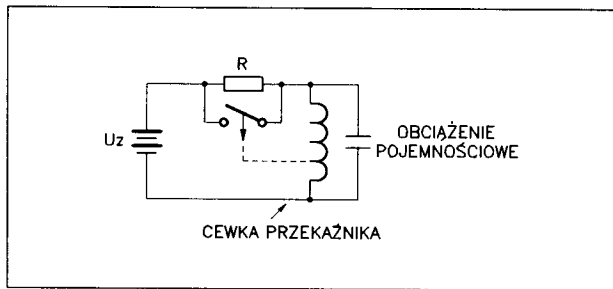
Przykładowo styk na napięcie stałe 30 V może wytrzymać napięcie zmienne 115 V. Przy prądzie zmiennym trudniej jest natomiast wykonać układ zabezpieczający.

### Obciążenie z dużym prądem (pojemnościowe)

Często styki w momencie załączenia obwodu obciążone są dużo większym prądem niż w stanie ustalonym. Dotyczy to obwodów z silnie nagrzewającymi się elementami (oświetlenie żarowe, grzejniki, żarzenie lamp elektronowych) oraz obwodów z obciążeniem pojemnościowym. Prąd ładowania kondensatora w momencie początkowym jest ograniczony jedynie rezystancją obwodu zewnętrznego. Silniki elektryczne pobierają w momencie rozruchu 5÷10 razy większy prąd niż w stanie ustalonych obrotów. Indukcyjność uzwojenia silnika jest z kolei przyczyną powstawania przepięć przy rozłączaniu obwodu zasilania.

Zabezpieczenie styku w obwodzie z dużym prądem udarowym można uzyskać przez ograniczenie tego prądu. Włączenie na stałe rezystora ograniczającego prąd powoduje także ograniczenie prądu stanu ustalonego i dodatkowo straty mocy. Do ograniczenia prądu udarowego można zastosować cewkę indukcyjną o małej rezystancji dla prądu stałego. Przy niewielkich prądach wystarczające może być zastosowanie koralika fer-

rytowego. W najtrudniejszych przypadkach może być konieczne zastosowanie przełączanego rezystora (tzw. rozruchowego). Rozwiązanie takie przedstawiono na rys. 1.

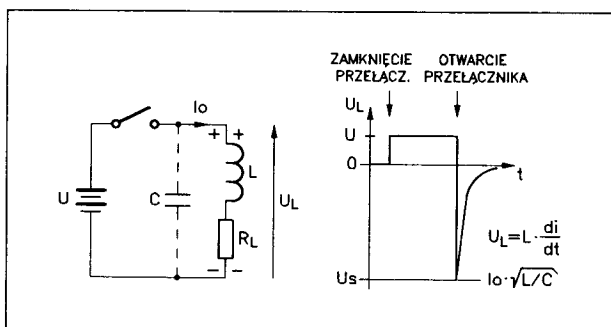


Rys. 1 Zastosowanie rezystora ograniczającego prąd przy obciążeniu pojemnościowym

Równoległe do obciążenia pojemnościowego podłączona jest cewka przekaźnika. Styki przekaźnika normalnie rozwarne podłączone są równoległe do rezystora ograniczającego prąd. Po załączeniu obwodu prąd ograniczony jest rezystancją rezystora. Wzrastające na kondensatorze napięcie spowoduje zadziałanie przekaźnika i zwarcie rezystora ograniczającego. Rozwiązanie to zdecydowanie ograniczy prąd styków w momencie załączania obwodu i przedłuży ich żywotność.

### Obciążenie indukcyjne

Napięcie indukowane na indukcyjności jest proporcjonalne do szybkości zmiany płynącego przez nią prądu niezależnie czy będzie to zwiększanie czy zmniejszanie prądu. Tłumienie wysokonapięciowych stanów przejściowych związanych z obciążeniem indukcyjnym zazwyczaj sprowadza się do zmniejszenia szybkości zmian prądu. Napięcie na obciążeniu indukcyjnym przy załączaniu i rozłączaniu obwodu przedstawione jest na rys. 2.



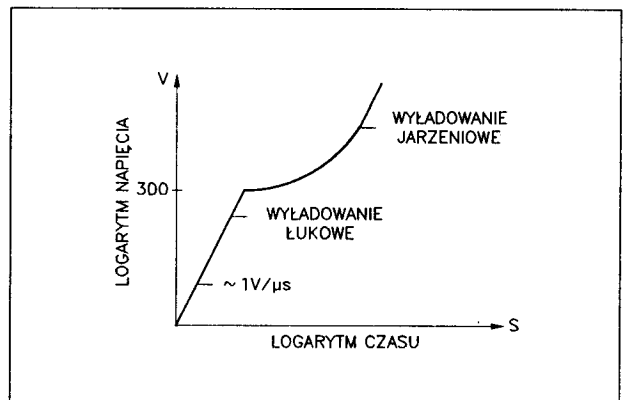
Rys. 2 Napięcie na obciążeniu indukcyjnym przy zamykaniu i otwieraniu przełącznika

Jak widać na rysunku największe napięcie powstaje podczas rozłączania obwodu a kierunek jego jest przeciwny do kierunku napięcia zasilającego. Większość energii zgromadzonej w indukcyjności jest zazwyczaj tracona podczas wyładowania łukowego powodując przyspieszone zużywanie styków i promieniowa-

nie zakłóceń. Na schemacie obwodu obok indukcyjności przedstawiono pojemność reprezentującą pojemność własną cewki wraz z pojemnościami połączeń. Pojemność ta powoduje ograniczanie impulsu napięcia na indukcyjności zgodnie z wzorem podanym na rysunku. Sugeruje to drogę do zmniejszenia wielkości szczytowej napięcia przez podłączenie dodatkowej pojemności równoległe do indukcyjności.

### Zabezpieczanie styków

Przebieg między stykami zależne jest od zmiany odległości między nimi. Przy stałej szybkości zmiany położenia styków odległość będzie proporcjonalna do czasu. Umożliwia to zaprezentowanie zależności napięcia przebiecia styków w funkcji czasu zamiast odległości. W funkcji czasu zmieniają się napięcia powodujące przebiecia styków. Typową, wypadkową charakterystykę przebiecia przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3 Charakterystyka przebiecia styku w funkcji czasu

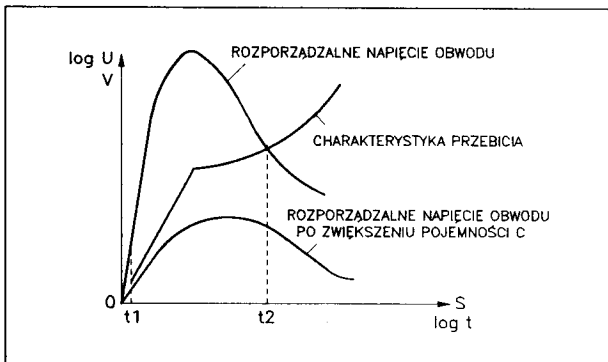
Początkowy odcinek wykresu odpowiada wyładowaniu łukowemu. Przy napięciu powyżej 300 V powstaje wyładowanie jarzeniowe. Zastosowanie logarytmów czasu i napięcia daje efekt "skrócenia" osi wykresu. Przekroczenie linii wykresu od góry spowoduje przebiecia styków. Aby uniknąć przebiecia należy spełnić dwa warunki:

- 1) Utrzymywanie napięcia styku poniżej 300 V dla uniknięcia wyładowania jarzeniowego.
- 2) Utrzymywanie początkowej szybkości narastania napięcia styku poniżej wartości niezbędnej do wytworzenia wyładowania łukowego (poniżej 1 V/μs).

Jeżeli nie jest możliwe uniknięcie przebiecia styku, to powinno się zapobiec jego samopodtrzymywaniu się. Maksymalny prąd powinien być mniejszy od niezbędnego do podtrzymania przebiecia. Dla określenia czy powstanie przebiecie, niezbędna jest znajomość przebiegu napięcia występującego na stykach przy ich rozłączaniu. Przebieg tego napięcia dla sytuacji, kiedy nie występuje przebiecie (teoretyczny) nazywany jest "rozporządzalnym napięciem obwodu". Porównując przebieg napięcia rozporządzalnego z charakterystyką przebiecia możemy określić - czy wystąpi przebiecie i jaki będzie



jego charakter? Porównanie takie jest przedstawione na rys. 4.



Rys. 4 Porównanie rozporządzalnego napięcia obwodu z charakterystyką przebicia styku

Na rysunku tym widzimy rozporządzalne napięcie obwodu (na stykach wyłącznika) dla obwodu z rys. 2. Wzrastające na stykach napięcie po przekroczeniu charakterystyki przebicia spowoduje w czasie  $t_1$  powstanie wyładowania łukowego. Wyładowanie to będzie podtrzymywane jeśli prąd będzie większy od minimalnego. Napięcie na stykach będzie oscylowało nie przekraczając wartości określonej charakterystyką przebicia. Po przekroczeniu napięcia 300 V wystąpi wyładowanie jarzeniowe. Dopiero w czasie  $t_2$  kiedy napięcie rozporządzalne spadnie poniżej charakterystyki przebicia nastąpi przerwanie wyładowania jarzeniowego.

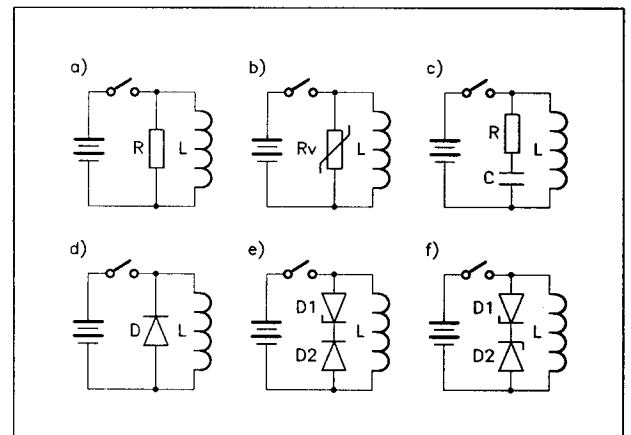
Jeśli zostanie zwiększona pojemność obwodu  $C$  np. przez podłączenie równoległego kondensatora, to szybkość narastania napięcia rozporządzalnego i jego wartość maksymalna ulegną obniżeniu. Przy odpowiednio dużej pojemności uzyskamy rozporządzalne napięcie obwodu nie przekraczające w żadnym punkcie charakterystyki przebicia. Sytuację taką przedstawiono także na rys. 4. Przebicie między stykami przy rozłączaniu obwodu nie wystąpi, ale pojawi się duży prąd związany z ładowaniem kondensatora przy włączaniu obwodu. Oscylacje występujące w obwodzie przy otwieraniu wyłącznika mogą stać się źródłem zakłóceń w.c.z. Oscylacje można zmniejszyć przez zastosowanie szeregowo z kondensatorem rezystora tłumiącego energię drgań (przenoszona między pojemnością a indukcyjnością).

Ze względu na redukcję zakłóceń należy stłumić stany przejściowe (oscylacje) na cewce co jednocześnie daje zabezpieczenie styków. Kiedy to zabezpieczenie jest niewystarczające powinno się stosować dodatkowe zabezpieczenie na stykach. Dokładne obliczenie wartości elementów zabezpieczających styki jest utrudnione z uwagi na nieprecyzyjnie określone parametry rozproszonych obwodów (indukcyjność, pojemność) oraz różną szybkość oddalania się styków. Dlatego najczęściej dobiera się je eksperymentalnie.

Układy zabezpieczenia można podzielić na dwie grupy:

- łączone równoległe do cewki,
- łączone równoległe do styków.

Szereg obwodów zabezpieczających montowanych na zaciskach indukcyjności (może to być cewka przełącznika) przedstawiono na rys. 5.



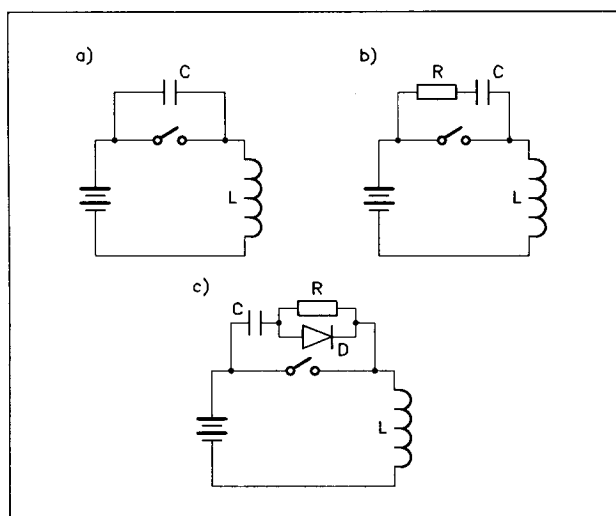
Rys. 5 Układy stosowane do minimalizacji impulsu napięciowego wytworzonego przez cewkę indukcyjną przy rozłączaniu obwodu

Na rys. 5a przedstawiono równoległe podłączone do cewki rezystor  $R$  powodujący tłumienie energii zgromadzonej w indukcyjności po rozwarciu styków. Tłumienie jest tym większe im mniejsza rezystancja rezystora. Niestety zmniejszanie rezystancji powoduje także obciążenie dla stanu ustalonego. Metodą pozwalającą na uniknięcie tej niedogodności jest zastosowanie warystora pokazane na rys. 5b. Rezystancja warystora  $R_v$  w stanie ustalonym jest duża i nie powoduje obciążenia źródła. Przy wystąpieniu przepięć kiedy wzrasta napięcie na warystorze jego rezystancja maleje tłumiąc energię zgromadzoną w indukcyjności. Z uwagi na symetryczne właściwości warystora rozwiązanie takie jest korzystne przy prądzie zmiennym. Inną metodą pozwalającą na obniżenie strat mocy w stanie ustalonym jest podłączenie rezystora przez pojemność pokazane na rys. 5c. W stanie ustalonym kondensator zapobiega przepływowi prądu przez rezystor. Przy rozwieraniu styków kondensator przejmuje część energii zgromadzonej w cewce a część jest zamieniana na ciepło w rezystorze. Przy nieodpowiednim dobraniu pojemności i rezystancji mogą wystąpić oscylacje, czyli wielokrotne przekazywanie energii między kondensatorem i cewką.

Kolejne układy zabezpieczające wykorzystują nieliniowe właściwości diod półprzewodnikowych. Pierwszy z nich na rys. 5d zawiera równoległe podłączone do cewki diodę półprzewodnikową. Dioda podłączona jest w takim kierunku, że w stanie ustalonym nie płynie przez nią prąd. W momencie rozłączania obwodu na indukcyjności pojawia się napięcie o odwrotnej polaryzacji niż napięcie zasilające. Napięcie to polaryzuje diodę w kierunku przewodzenia i praktycznie występuje zwarcie cewki. Napięcie na cewce zostaje ograniczone do napięcia diody w kierunku przewodzenia a napięcie na stykach będzie zbliżone do napięcia zasilającego. Układ ten skutecznie tłumí przepięcia na cewce, ale jedno-

częście przedłuża przepływ prądu w cewce powodując np. opóźnienie wyłączenia przekaźnika. Przyspieszenie zaniku prądu w cewce można uzyskać przez włączenie dodatkowej diody Zenera (rys. 5e). W tym przypadku napięcie na rozwieranym styku jest równe sumie napięcia diody zenera i napięcia zasilania. Oba te obwody nie mogą być stosowane przy prądzie zmiennym, lub przy dwóch polaryzacjach napięć stałych. Do tego celu nadaje się obwód z rys. 5f zawierający dwie diody Zenera połączone przeciwnie. Każda dioda powinna mieć napięcie zenera większe niż szczytowa wartość napięcia zasilania i prąd dopuszczalny równy maksymalnemu prądowi obciążenia.

Opisane rozwiązania eliminują bezpośrednią przyczynę przebiecia styków jaką jest przepięcie na indukcyjności przy rozwieraniu styków. W sytuacji kiedy nie jest możliwe zastosowanie tych rozwiązań można pokusić się o zabezpieczenie samych styków. Sytuacja taka występuje np. przy wielu elementach obciążenia włączanych jednym wyłącznikiem. Sposoby bezpośredniego zabezpieczenia styków przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6 Układy zabezpieczenia na stykach przełącznika

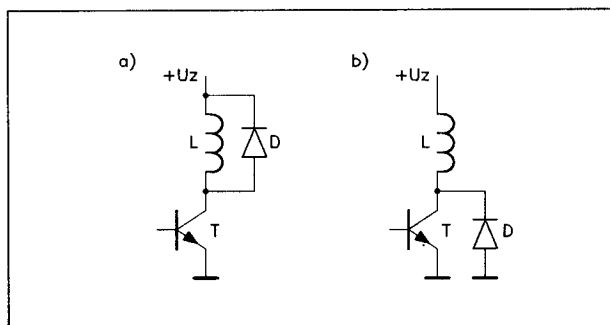
Najprostszą metodą wytłumienia łuku powstałego przy przerywaniu obwodu prądu stałego jest umieszczenie kondensatora równoległe do styku, uwidocznione na rys. 6a. Kondensator wprawdzie zabezpiecza styki przy ich rozłączaniu, ale sam staje się przyczyną ich uszkodzenia podczas załączania. Przy rozwartych stykach kondensator ładuje się do napięcia zasilania. Po zwarceniu styków kondensator rozładowuje się przez styki. Im wyższe jest napięcie zasilające i większa pojemność kondensatora tym większe są skutki jego niszczącego działania na styki. Sposobem przeciwdziałania jest włączenie szeregowego rezystora ograniczającego prąd rozładowania kondensatora przedstawione na rys. 6b. Minimalna wartość rezystora jest związana z minimalnym prądem podtrzymania wyładowania łukowego. Maksymalna wartość wynika z warunków rozwierania obwodu i nie powinna być większa od rezystancji obciążenia (rezystancji własnej cewki). Wartość pojemności C dobiera

się tak, aby wartość szczytowa napięcia na stykach nie przekroczyła 300 V i aby początkowa szybkość narastania napięcia nie przekraczała  $1 \text{ V}/1 \mu\text{s}$ . Układ zabezpieczenia RC jest powszechnie stosowany z powodu niskiej ceny i małych rozmiarów. Nie jest on jednak w pełni skuteczny. Obecność rezystora powoduje występowanie wyładowania łukowego w początkowej fazie rozwierania styków.

Niedogodności obu opisanych układów usuwa układ z rys. 6c. Przy zwieraniu styków prąd zwarcia jest ograniczany rezystorem R. Przy ich rozwieraniu dioda powoduje zwarcie rezystora i skuteczne działanie kondensatora. Napięcie przebicia diody powinno być większe niż napięcie zasilania a prąd kilkakrotnie większy od maksymalnego prądu obciążenia. Układ ten niestety nie może być stosowany do zabezpieczania styków przy prądzie zmiennym.

### Zabezpieczanie tranzystorów i tyrystorów

Przy sterowaniu obciążenia indukcyjnego tranzystorem niezbędne jest zabezpieczenie tranzystora, aby napięcie stanu przejściowego wytwarzane przez cewkę przy przerywaniu przepływu prądu nie przekroczyło napięcia przebicia tranzystora. Do tego celu możliwe jest zastosowanie dowolnego układu z rys. 5. Najczęściej stosowanym układem jest zabezpieczenie przy pomocy diody półprzewodnikowej włączonej równoległe do cewki lub tranzystora przedstawione na rys. 7.

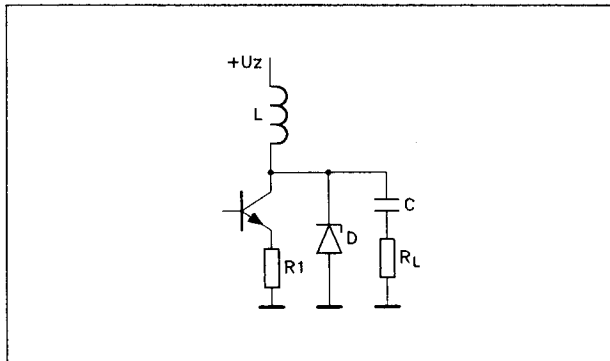


Rys. 7 Zabezpieczenie tranzystora z obciążeniem indukcyjnym za pomocą diody

Zabezpieczenie według rys. 7a zapewnia napięcie na tranzystorze nieznacznie większe od napięcia zasilania w momencie przerywania przepływu prądu przez cewkę. Obwód z rys. 7b zabezpiecza tranzystor przed szczególnie niebezpiecznym napięciem o odwrotnej polaryzacji jakie powstaje przy stanach nieustalonych podczas rozwierania styków. W tym obwodzie chwilowe napięcie na tranzystorze może być kilka razy większe od napięcia zasilania i wymaga zastosowania tranzystora o odpowiednio dużym napięciu przebicia. Sytuację poprawi tutaj zastosowanie diody zenera ograniczającej maksymalne możliwe napięcie na tranzystorze.

Właśnie dioda Zenera jest głównym elementem stosowanym do zabezpieczania tranzystorów w układach zapłonowych silników spalinowych. Przykład zabezpie-

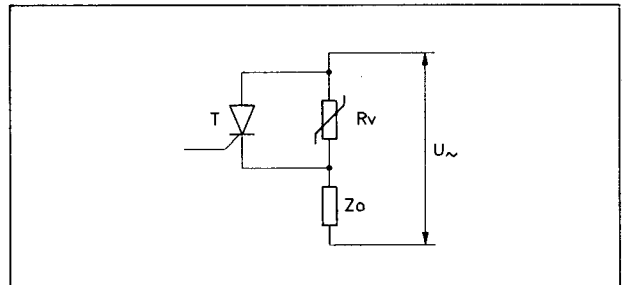
czenia tranzystora w układzie zapłonowym przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8 Zabezpieczenie tranzystora w układzie zapłonowym

Oprócz diody zenera zastosowano tutaj dodatkowe zabezpieczenie obwodu kolektorowego w postaci układu RC (kondensator C i rezystor  $R_2$ ) oraz rezystor  $R_1$  ograniczający maksymalny prąd tranzystora. Dioda zenera powinna posiadać odpowiednio wysokie napięcie (około 200 V) i dużą moc. Układ RC zmniejsza stromość zmian napięcia na kolektorze i poprawia parametry iskry oraz zmniejsza energię promieniowanych zakłóceń

Szczególne wymagania musi spełnić układ zabezpieczający tyrystor pracujący przy prądzie zmiennym. Zabezpieczenie diodowe nie spełnia tutaj swej roli. Stosuje się specjalnie przewidziane do tego celu warystory, tzn. o odpowiedniej charakterystyce napięciowej i odpowiednio dużej mocy. Przykład zabezpieczenia obwodu z tyrystorem przedstawiono na rys. 9.



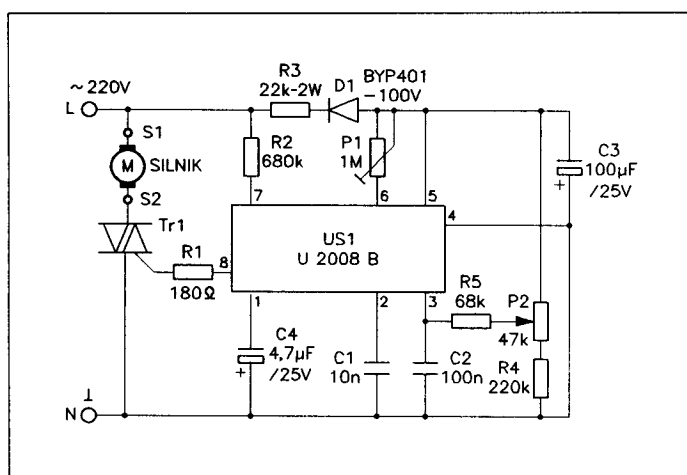
Rys. 9 Zabezpieczenie tyrystora w obwodzie prądu zmiennego

Tyrystor załącza zasilanie obciążenia przedstawionego jako impedancja  $Z_0$  i jest zabezpieczony przed przepięciami przy rozłączaniu obwodu warystorem o nieliniowej rezystancji  $R_v$ .

◇ R.K.

## Rgulator mocy lutownicy transformatorowej – dokończenie

Układ potrafi rozpoznać czy po wyzwoleniu triaka nastąpił przepływ prądu przez obciążenie. Informacja o przepływie prądu pochodzi ze spadku napięcia na rezystorze  $R_6$  wywołanego przepływem prądu obciążenia. Jeżeli mimo wystąpienia impulsu triaka nie został włączony układ wysyła kolejne impulsy, aż do skutku, czyli włączenia się triaka.

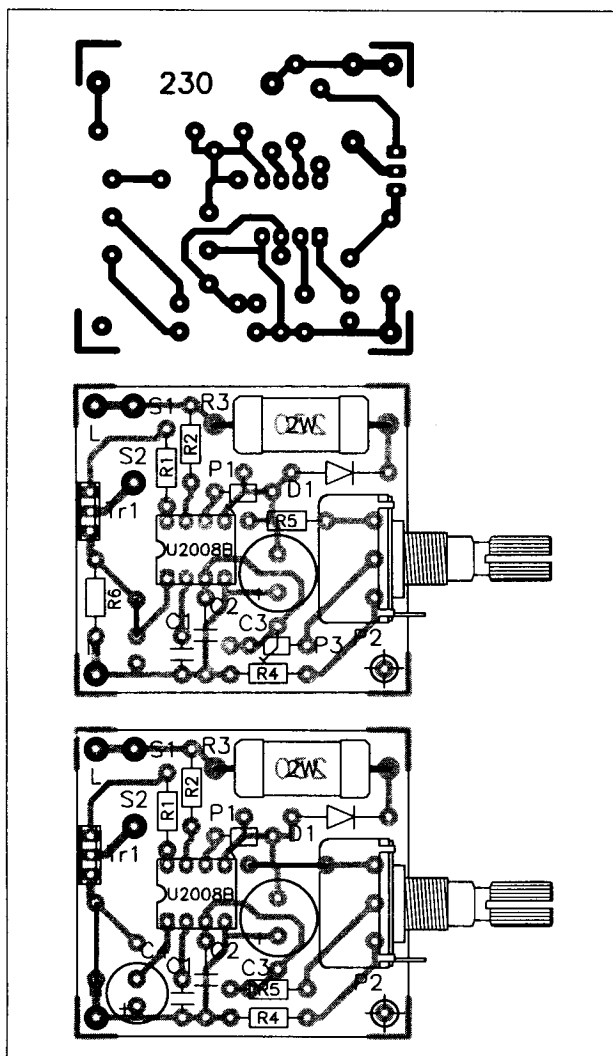


Rys. 3 Schemat układu sterowania prędkością obrotową silnika z miękkim startem

Drugim ważnym zadaniem układu synchronizacji prądowej jest zbadanie zaniku przepływu prądu przez obciążenie. W przypadku obciążeń indukcyjnych, a takimi będą silniki, lub transformator lutownicy prąd w obciążeniu będzie jeszcze płynął mimo, że napięcie w sieci opadło już do zera. W takim przypadku układ nie pozwala na wygenerowanie impulsu wyzwalającego triak. Zapobiega to niekontrolowanemu przepływowi prądu przez obciążenie i wadliwej regulacji kąta wyzwalania. Wartość rezystora  $R_6$  powinna być dobrana w taki sposób, aby przepływ pełnego prądu przez obciążenie powodował powstanie spadku napięcia ok. 0,25 V na rezystorze  $R_6$ .

Przez rezystor  $R_2$  do układu dostarczana jest informacja o chwilowej wartości napięcia w sieci zasilającej. Pozwala to na wykrywanie momentu przejścia napięcia przez zero. Detektor napięcia odpowiada za synchronizację napięcia piłkowskiego występującego na kondensatorze  $C_1$ .

Na rysunku 3 przedstawiono schemat układu zalecanego do zastosowania w regulatorach prędkości obrotowej silników.



Rys. 4 Płytkę drukowaną i rozmieszczenie elementów:  
a) regulatora z kontrolą prądu obciążenia,  
b) regulatora z miękkim startem

Wykorzystano tutaj funkcję miękkiego startu. W momencie pojawienia się napięcia sieci kąt wyzwalania triaka ulega płynnej. Czas osiągnięcia zadanego potencjometrem P2 kąta wyzwalania zależy od wartości kondensatora C4. Dla wartości  $4,7 \mu\text{F}$  wynosi on ok. 3 sek. Miękki start ponawiany jest po każdym, nawet krótkotrwałym zaniku napięcia zasilającego.

Układ regulatora zamontowano na płytce drukowanej. Płytkę została zaprojektowana w taki sposób,

aby możliwe było zamontowanie dowolnego z dwóch przedstawionych powyżej układów. Na rysunku 4 zamieszczono schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów dla obu wersji regulatora. W wykazie elementów wartości podane w nawiasach odnoszą się do regulatora z miękkim startem. Triak nie wymaga stosowania radiatora przy obciążeniach do 500 W. Dla większych wartości obciążeń wskazane jest przykręcenie do triaka niewielkiego radiatora.

Wszystkie elementy urządzenia znajdują się pod napięciem sieci. Dlatego też podczas uruchamiania należy zachować szczególną ostrożność. Potencjometr P2 powinien posiadać plastikową ośkę, aby zapewnić bezpieczeństwo użytkownika. Potencjometrami P1 i P2 ustala się zakres regulacji kąta wyzwalania.

#### Wykaz elementów

US1	– U 2008B
Tr1	– BT 136-500 (triak)
D1	– BYP 401-1000 (1N4007)
R6	– $0,1 \Omega/0,5 \text{ W}$ (zwora) opis w tekście
R1	– $180 \Omega/0,25 \text{ W}$
R4	– $12 \text{ k}\Omega/0,25 \text{ W}$ ( $220 \text{ k}\Omega/0,25 \text{ W}$ ) opis w tekście
R3	– $22 \text{ k}\Omega/2 \text{ W}$
R5	– $47 \text{ k}\Omega/0,25 \text{ W}$ (zwora) opis w tekście
R2	– $330 \text{ k}\Omega/0,25 \text{ W}$ ( $680 \text{ k}\Omega/0,25 \text{ W}$ ) opis w tekście
P2	– $47 \text{ k}\Omega\text{-A}$ z plastikową ośką
P3	– $100 \text{ k}\Omega$ TVP 1232
P1	– $1 \text{ M}\Omega$ TVP 1232
C1	– $3,3 \text{ nF}/32 \text{ V}$ KFPf ( $10 \text{ nF}/32 \text{ V}$ KFPf) opis w tekście
C2	– $100 \text{ nF}/100 \text{ V}$ MKSE-018-02
C4	– zwora ( $4,7 \mu\text{F}/25 \text{ V}$ 04/U) opis w tekście
C3	– $22 \mu\text{F}/25 \text{ V}$ 04/U ( $100 \mu\text{F}/25 \text{ V}$ 04/U) opis w tekście

płytkę drukowaną numer 230

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: – 0,90 zł (9.000 zł) + koszty wysyłki.

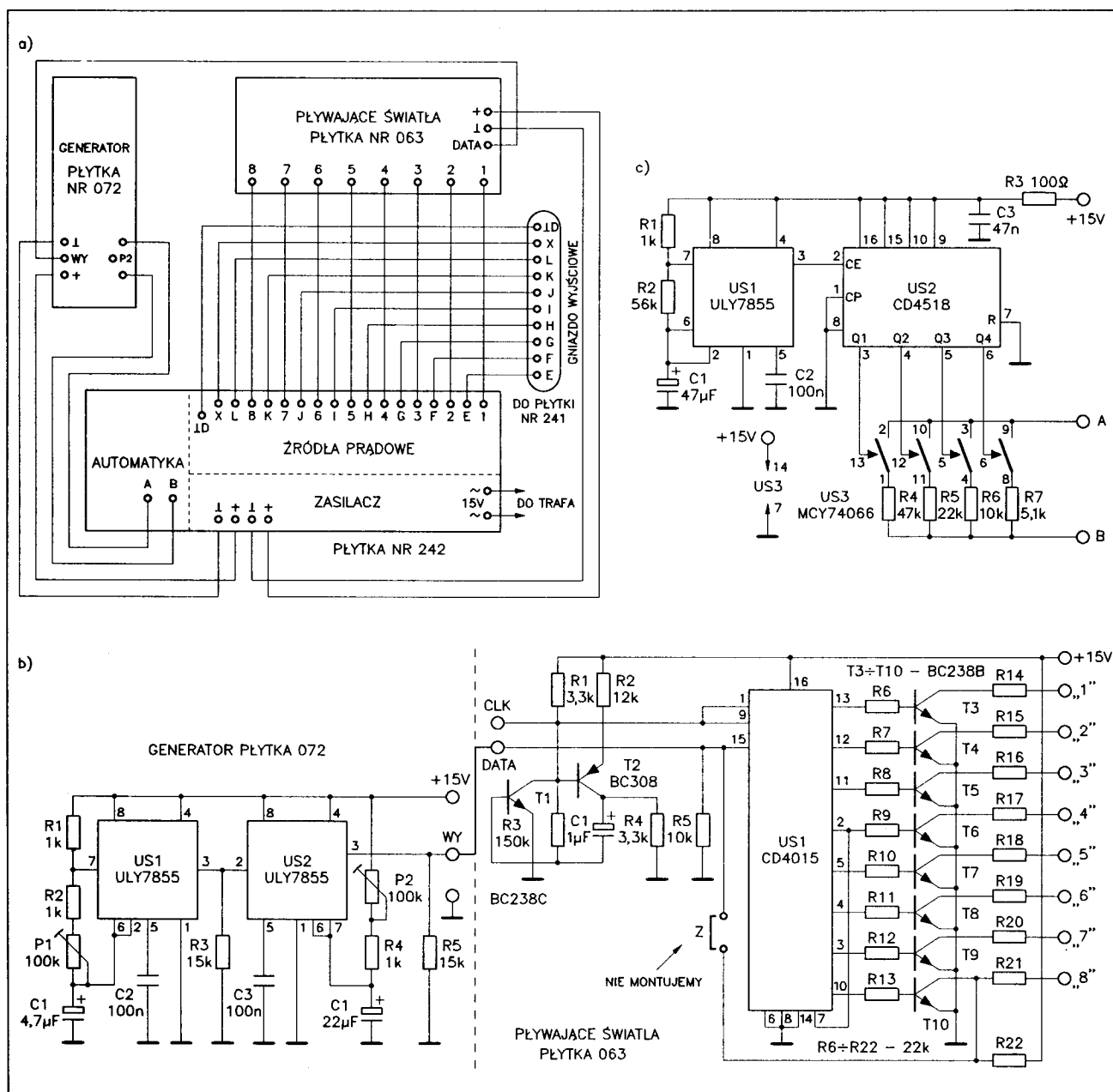
Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Ireneusz Konieczny

## Choinkowa gwiazda betlejemska

Co roku koniec listopada i początek grudnia, przypominają nam o zbliżających się świętach. Proponowana gwiazda betlejemska zaspokoi żądze tych, którzy na swoich choinkach chcą zawiesić coś niekonwencjonalnego.

Gwiazda jako całość, to urządzenie składające się z kilku płytek drukowanych. Podzielić je można na dwie części. Jedną z nich to płytkę gwiazdy z zamontowanymi na niej diodami świecącymi. Drugą część to układy sterujące płytką diod. W skład układów sterujących wchodzi, publikowane na łamach PE układy "pływających świateł" oraz współpracującym z nimi "generatorem".



Rys. 1 a) schemat blokowy połączeń pomiędzy poszczególnymi płytkami gwiazdy betlejemskiej,

b) schematy ideowe pływających świateł i generatora, c) schemat ideowy automatyki

Dodatkowo do tych układów dobudowano układy automatyki oraz źródeł prądowych. Całość zasilana jest z zasilacza umieszczonego na jednej z płytek. Schemat blokowy połączeń pomiędzy układami przedstawia rysunek 1a.

Dla Czytelników którzy nie posiadają archiwalnych egzemplarzy PE 5/93 i 6/93, przypomniany został schemat ideowy, połączonych układów generatora i pływających świateł (rys. 1b).

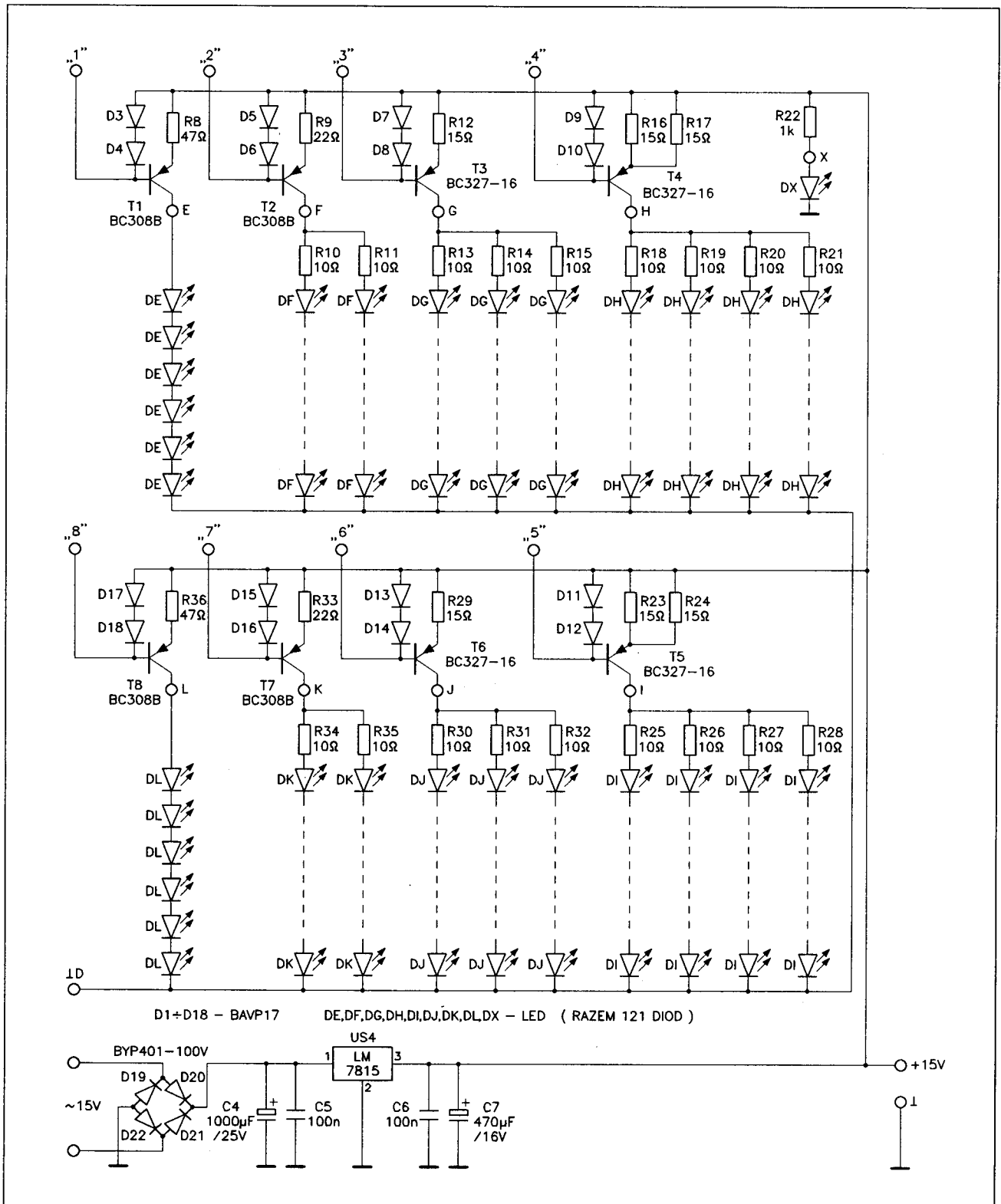
Generator sterujący pracą rejestru przesuwającego pływających świateł, zbudowany jest z dwóch таймерów. Pierwszy z nich ustala częstotliwość pracy generatora, drugi decyduje o wypełnieniu przebiegu wyjściowego. W proponowanym rozwiązaniu таймер US1 ma ustaloną, stałą częstotliwość pracy. Czas trwania impulsu

generowanego przez drugi таймер zależy od wartości rezystancji pomiędzy nóżkami 7 i 4 US2. Zmiany tej rezystancji otrzymujemy przez równoległe łączenie rezystorów znajdujących się w układzie automatyki.

Włączanie odpowiedniej rezystancji następuje w momencie załączania jednego lub kilku kluczy analogowych automatyki (rys. 1c). Kluczmi sterują sygnały pochodzące z wyjść synchronicznego licznika BCD.

Taka kombinacja załączania kluczami, pozwala na ustalenie różnej rezystancji, potrzebnej do zmian wypełnienia przebiegu w generatorze. Daje to efekt przypadkowych, lecz powtarzalnych co pewien cykl efektów świetlnych. O szybkości przełączania, a więc i zliczania przez licznik, decyduje częstotliwość pracy таймера US1 na płytce automatyki.

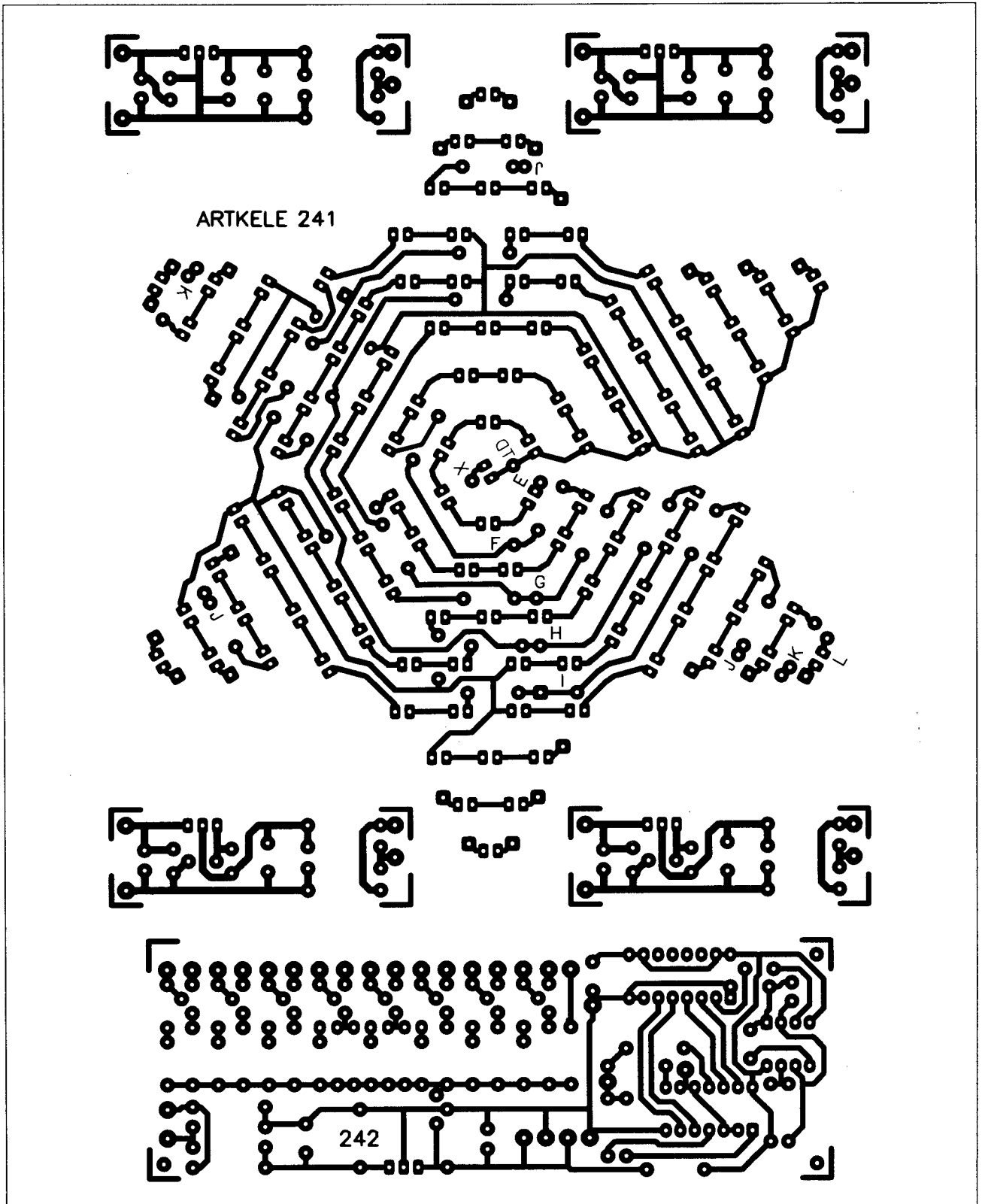




Rys. 2 Schemat ideowy układu źródeł prądowych i diod świecących

Sygnaty wyjściowe z rejestru pływających światła, poprzez tranzystory T3÷T10, sterują źródłami prądowymi (rys. 2). Ponieważ rejestr posiada osiem wyjść, zastosowano taką samą liczbę źródeł prądowych. O prądzie źródła decyduje rezystor umieszczony w emiterze każdego z tranzystorów. Przy zasilaniu układu +15 V,

maksymalna ilość diod świecących, połączona w jednym szeregu, wynosi sześć sztuk. Ponieważ gwiazda sześcioramienna składa się z sześciu połączonych ze sobą rombów, ilość diod potrzebna do wypełnienia takiego rombu jest zróżnicowana. Dlatego do niektórych źródeł prądowych dołączono większą ilość diod.



Rys. 3 Płytki drukowane diod świecących i płytki drukowane automatyki z źródłami prądowymi

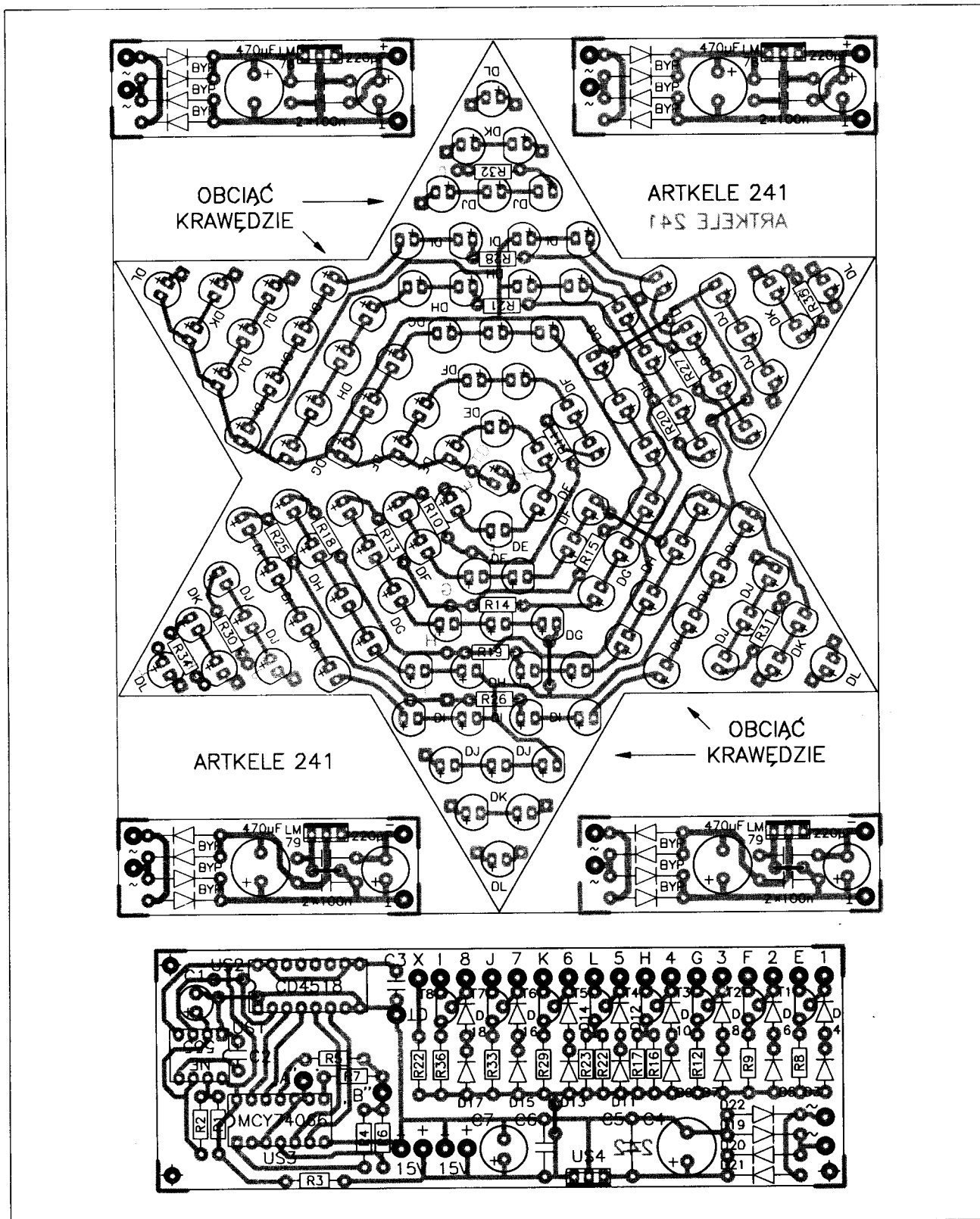
Diody te połączone są w równoległe zestawy po 6 sztuk. Dla każdego takiego szeregu przewidziany jest prąd źródła ok. 12 mA. Dioda DX znajdująca się w środku gwiazdki świeci stale. Na płytce źródeł prądowych i automatyki znajduje się także zasilacz stabilizowany +15 V, z którego zasilane są pozostałe płytki urządzenia.

#### Montaż i uruchomienie

Schematy ideowe oraz schemat blokowy przedstawiają wszystkie części układu. Brakuje natomiast schematów płytek drukowanych układu generatora i płytujących świateł. Jak już wcześniej pisałem, odsyłam zainteresowanych do artykułów z PE 5 i 6/93. Montując

te płytki należy wprowadzić pewne zmiany. Na płytce generatora, potencjometr P1 zastępujemy rezystorem o wartości 56 kΩ. W miejsce potencjometru P2 wstawiamy dwa przewody, które łączymy z punktami A i B na płytce automatyki i źródeł prądowych (rys. 3). Na płytce pływających świateł nie montujemy zwory

Z, i do wejścia DATA podłączamy sygnał wyjściowy z płytki generatora. Sygnały wyjściowe rejestru 4015, oznaczone na płytce pływających świateł numerami od 1 do 8, łączymy z punktami od 1 do 8 na płytce źródeł prądowych. Wszystkie płytki łączymy ze sobą masami oraz zasilaniem +15 V.

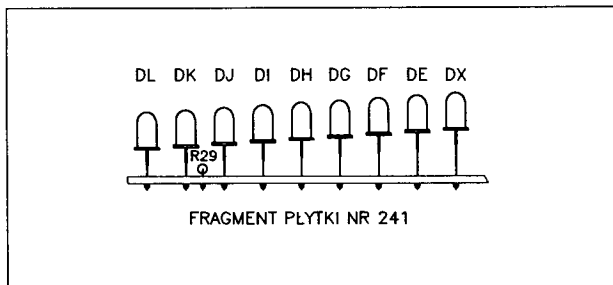


Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płytce diod świecących i płytce automatyki

Wyjścia ze źródeł prądowych, oznaczone literami od E do L, oraz wyjścia X i "masa D", łączymy dziesięcio-żyłową tasiemką klejoną z płytką diod. Przy tym połączeniu możemy zastosować gniazdo pośrednie, co ułatwi nam późniejsze zamontowanie gwiazdki na choince. Długość tasiemki zależna jest od wysokości choinki. Urządzenie sterujące gwiazdką z diodami, powinno znajdować się pod choinką.

Najbardziej pracochłonny jest montaż płytki z diodami (rys. 3). Przed montażem tej płytki należy odciąć zbędne wypełnienia ramion gwiazdy. Odcięte odcinki laminatu posiadają zaprojektowane zasilacze stabilizowane, które przydadzą się do innych układów. W ten sposób wykorzystane zostały wolne miejsca na laminacie. Zasilacze w górnej części zaprojektowane zostały pod stabilizatory dodatnie (LM 78XX), w dolnej części pod ujemne (LM 79XX).

Diody możemy zamontować na różnych wysokościach, w prototypie każdy kolejny szereg diod montowany był o 1 mm wyżej od poprzedniego. Daje to dodatkowy efekt wypukłości gwiazdy (rys. 5). Wysokość montażu diod, ustalamy nakładając na nóżki diod koszulki izolacyjne. Przed montażem diod pamiętać należy o zamontowaniu zwerek z drutu, oraz o rezystorach.



Rys. 5 Montaż pionowy diod świecących

Od strony druku musimy wykonać kilka połączeń przewodami. Ten montaż wymaga dokładnego sprawdzenia ze schematem ideowym. Kilka połączeń przewodami nie powinno sprawić większych kłopotów. Oczka na płycie drukowanej, narysowane w kształcie kwadratów służą do połączeń między diodami w szeregach. Oczka okrągłe służą do połączeń przewodów z sygnałami sterującymi. Połączenia między diodami, dotyczą tylko zewnętrznych części ramion gwiazdy. Połączenia te należy wykonać w taki sposób, aby przewody ukryte były z tyłu laminatu (odcinki przewodów prowadzimy w postaci łuków). Dla ułatwienia dodam, że dotyczy to połączeń szeregów J, K, L.

Szereg L posiada pięć połączeń plus sygnał sterujący. Dla szeregu K są to cztery połączenia plus sygnał, oraz jedno połączenie przeciwległych ramion gwiazdy. Szereg J posiada dwa połączenia plus sygnał. Jedno połączenie wykonujemy dla szeregu I. Sygnały dodatkowe X oraz masę D łączymy w środku gwiazdy. Połączenia te wymagają pewnej systematyczności, co pozwoli na prawidłowe ich wykonanie. Tak wykonana gwiazdka, po

włączeniu zasilania nie wymaga dodatkowego zestrainia.

Tych Czytelników którzy będą chcieli zakupić komplet płytek drukowanych (płytki nr 063, 072, 241, 242) lub część płytek które występują w tym układzie, informujemy że będą one wysyłane w pierwszej kolejności tylko wtedy, gdy zamówienie będzie dotyczyło tylko gwiazdy betlejemskiej. Zamówienia dotyczące płytek gwiazdy i innych płytek będą realizowane zgodnie z procedurą wysyłek. W wykazie elementów nie zamieszczono elementów znajdujących się na płytkach 063 i 072.

### Wykaz elementów

US1	- ULY 7855 (NE 555)
US2	- MCY 74518 (CD 4518)
US3	- MCY 74066 (CD 4066)
US4	- LM 7815
T1, T2, T7, T8	- BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} \geq 200$
T3÷T6	- BC 327-16 (BC 328-16)
D1÷D18	- BAVP 17÷21 (1N4148)
D19÷D21	- BYP 401-100÷1000 (1N4001÷007)
DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DX	- LED (razem 121 sztuk) kolor świecenia dowolny
R10, R11, R13÷R15, R18÷R21, R25÷R28, R30÷R32, R34, R35	- 10 $\Omega$ /0,125 W
R12, R16, R17, R23, R24, R29	- 15 $\Omega$ /0,25 W
R9, R33	- 22 $\Omega$ /0,125 W
R8, R36	- 47 $\Omega$ /0,125 W
R3	- 100 $\Omega$ /0,125 W
R1, R22	- 1 k $\Omega$ /0,125 W
R7	- 5,1 k $\Omega$ /0,125 W
R6	- 10 k $\Omega$ /0,125 W
R5	- 22 k $\Omega$ /0,125 W
R4	- 47 k $\Omega$ /0,125 W
R2	- 56 k $\Omega$ /0,125 W
C3	- 47 nF/32 V KFP
C2, C5, C6	- 100 nF/63 V MKSE-20
C1	- 47 $\mu$ F/16 V 04/U
C7	- 470 $\mu$ F/16 V 04/U
C4	- 1000 $\mu$ F/25 V 04/U

płytką drukowaną numer 241 i 242

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytka 241 - 7,78 zł (77.800 zł)

płytki 242 - 2,04 zł (20.400 zł)

płytki 063 - 1,10 zł (11.000 zł)

płytki 072 - 0,90 zł (9.000 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO - patrz IV strona okładki.

## Zasady Prenumeraty

Prenumeratę przyjmujemy począwszy od pierwszego numeru za rok 1996 – po otrzymaniu przez Wydawnictwo ARTKELE kuponu wpłaty. Aby mieć gwarancję, że prenumerata rozpocznie się od pierwszego numeru prosimy dokonać wpłaty odpowiednio wcześniej, tak aby wypełniony kupon dotarł do Wydawnictwa w terminie do 20 grudnia 1995.

Wypełniając kupon należy wpisać:

- kwotę (cyframi i słownie) równą wartości zamawianych numerów czasopisma.
- imię i nazwisko oraz adres (koniecznie z kodem pocztowym) prenumeratora. Prosimy o czytelne wypełnienie kuponu, gdyż pozwoli to uniknąć pomyłek.
- odcinek przekazu "Pokwitowanie dla wpłacającego" prosimy zachować.
- zaprenumerowane egzemplarze czasopisma będą wysyłane na adres wskazany przez zamawiającego na odcinku przekazu "Odcinek dla posiadacza rachunku" w rubryce "Adres wysyłki".
- Wydawnictwo ARTKELE nie ponosi odpowiedzialności za problemy wynikłe z błędnego wypełnienia przekazu.

Cena dla prenumeratorów wynosi 2,40 zł (24.000 zł) wraz z kosztami wysyłki za jeden egzemplarz pisma Praktyczny Elektronik do końca 1996 roku.

Jak zapewne Czytelnicy zauważyli wzrosła nam biurokracja. Obecnie należy wypełnić aż cztery odcinki przekazu na którym opłaca się prenumeratę. Zastrzegamy się, że nie jest to nasz wymysł. Na sam koniec gorąca prośba: piszcie czytelnie, niektórych przekazów mimo dużego wysiłku nie jesteśmy w stanie odczytać.

Pokwitowanie dla wpłacającego zł..... słownie..... wpłacający.....	Odcinek dla posiadacza rachunku: zł..... słownie..... wpłacający.....	Odcinek dla banku zł..... słownie..... wpłacający.....	Odcinek dla banku zł..... słownie..... wpłacający.....
dokładny adres	dokładny adres	dokładny adres	dokładny adres
na rachunek:	na rachunek:	na rachunek:	na rachunek:
<b>ARTKELE</b> ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra	<b>ARTKELE</b> ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra	<b>ARTKELE</b> ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra	<b>ARTKELE</b> ul. Prosta 11, 65-001 Zielona Góra
Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-2541
<input type="text"/> Oplata zł..... datownik podpis przyjm.	<input type="text"/> Oplata zł..... datownik podpis przyjm.	<input type="text"/> Oplata zł..... datownik podpis przyjm.	<input type="text"/> Oplata zł..... datownik podpis przyjm.



## Mikroprocesorowy miernik częstotliwości cz. 2

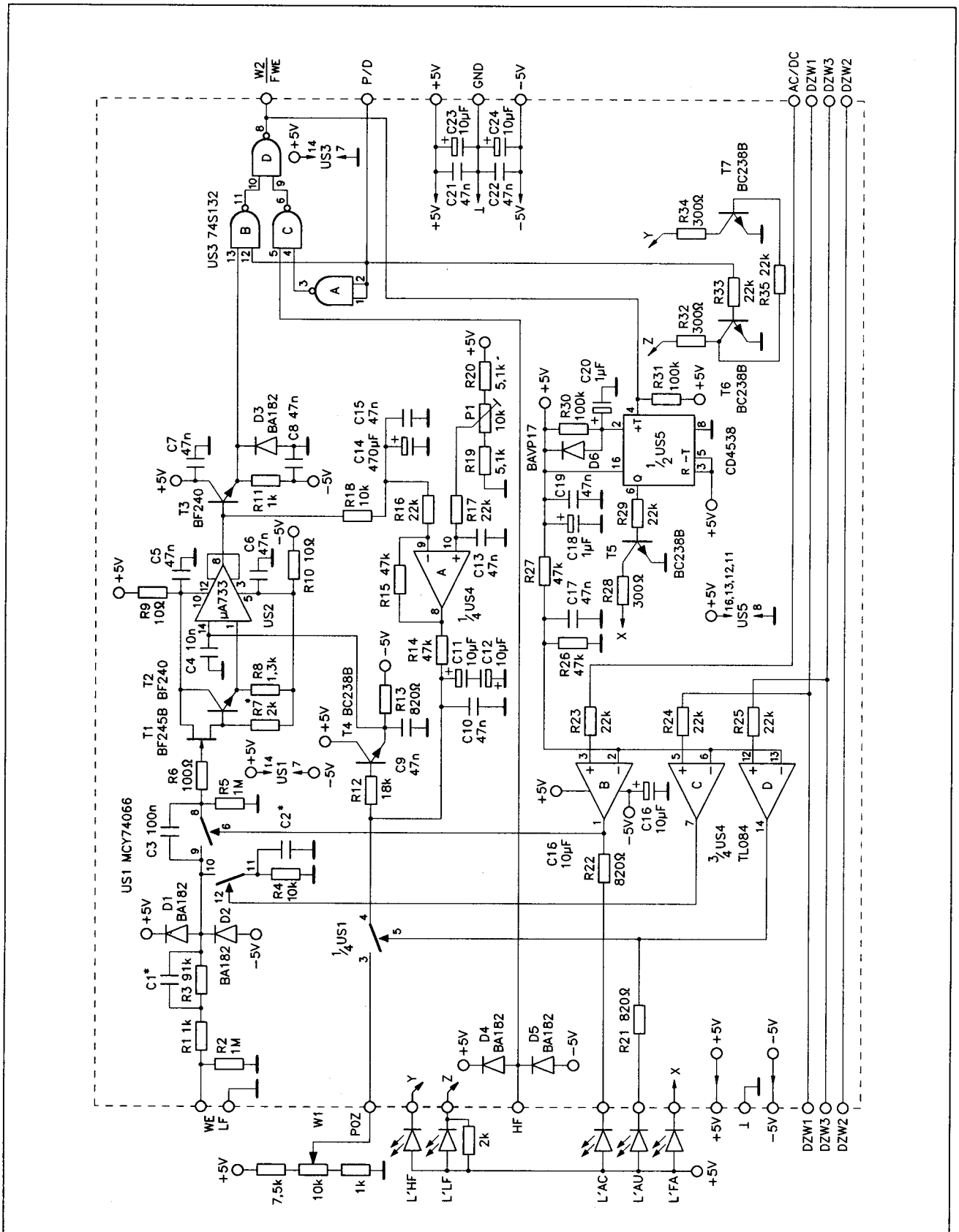
### Wzmacniacz wejściowy

Bardzo ważnym elementem częstotściomierza jest wzmacniacz wejściowy. W opisach częstotściomierzy spotykanych w literaturze elektronicznej wzmacniacz wejściowy jest najczęściej potraktowany "po macoszemu". Przedstawiony poniżej układ powinien w pełni zadowolić nawet wymagającego elektronika. Ponadto wzmacniacz został zaprojektowany w taki sposób, że można go wykorzystać w innych częstotściomierzach.

Sygnal przebiegu mierzonego doprowadzany jest do wejścia WE LF. Rezystory R1 i R3, wraz z rezystorem R4 tworzą dzielnik wejściowy 1:10. Włączenie dzielnika dokonywane jest za pośrednictwem klucza analogowego US1. Przy rozwartym kluczu do wejścia wzmacniacza doprowadzany jest cały sygnał wejściowy. Natomiast przy zwartym kluczu sygnał podlega tłumieniu 1:10. Dla zapewnienia szerokiego pasma pracy dzielnik wejściowy został skompensowany. Kompensację zapewniają kondensatory C1 i C2. Przy dobraniu właściwych wartości tych kondensatorów częstotliwości w całym paśmie 0÷20 MHz podlegają jednakowemu tłumieniu przez dzielnik. Za dzielnikiem napięcia umieszczono kolejny klucz umożliwiający odcinanie składowej stałej sygnału mierzonego. Przy rozwartym kluczu do wejścia tranzystora T1 doprowadzona zostaje za pośrednictwem kondensatora C3 składowa zmienna sygnału. Przy zwartym kluczu do wejścia doprowadza się składową stałą z nałożoną na nią składową zmienną sygnału. Praca ze składową zmienną sygnalizowana jest świeceniem się diody L'AC na płycie czotowej. Diody D1 i D2 zabezpieczają wejście wzmacniacza przed uszkodzeniem przez sygnały o zbyt dużych amplitudach.

Dalej sygnał mierzony doprowadzony jest do kaskady wtórników napięcia T1 i T2. Pierwszy wtórnik zbudowano na tranzystorze JFET BF 245B. Bramka tego tranzystora polaryzowana jest przez rezystor R5.

Zamawiam prawnumeratę: <b>PRAKTYCZNY ELEKTRONIK</b> wybrany okres prawnumeraty zaznaczyć krzyżykiem	Zamawiam prawnumeratę: <b>PRAKTYCZNY ELEKTRONIK</b> wybrany okres prawnumeraty zaznaczyć krzyżykiem	Zamawiam prawnumeratę: <b>PRAKTYCZNY ELEKTRONIK</b> wybrany okres prawnumeraty zaznaczyć krzyżykiem	Zamawiam prawnumeratę: <b>PRAKTYCZNY ELEKTRONIK</b> wybrany okres prawnumeraty zaznaczyć krzyżykiem
I kwartał 1996r. 7,20 zł II kwartał 1996r. 7,20 zł III kwartał 1996r. 7,20 zł IV kwartał 1996r. 7,20 zł	I kwartał 1996r. 7,20 zł II kwartał 1996r. 7,20 zł III kwartał 1996r. 7,20 zł IV kwartał 1996r. 7,20 zł	I kwartał 1996r. 7,20 zł II kwartał 1996r. 7,20 zł III kwartał 1996r. 7,20 zł IV kwartał 1996r. 7,20 zł	I kwartał 1996r. 7,20 zł II kwartał 1996r. 7,20 zł III kwartał 1996r. 7,20 zł IV kwartał 1996r. 7,20 zł
Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 2,40 zł (24,000 zł)			
ADRES WYSYŁKI:			
nazwisko (lub firma)			
ulica/numer domu			
kod pocztowy			
miejscowość			
kupon ważny do 20.12.1995r.			



Rys. 1 Schemat ideowy wzmacniacza wejściowego

Szeregowo z bramką T1 włączony został rezystor antyparazytowy R6 tworzący wraz z pojemnością wejściową tranzystora T1 filtr dolnoprzepustowy eliminu-

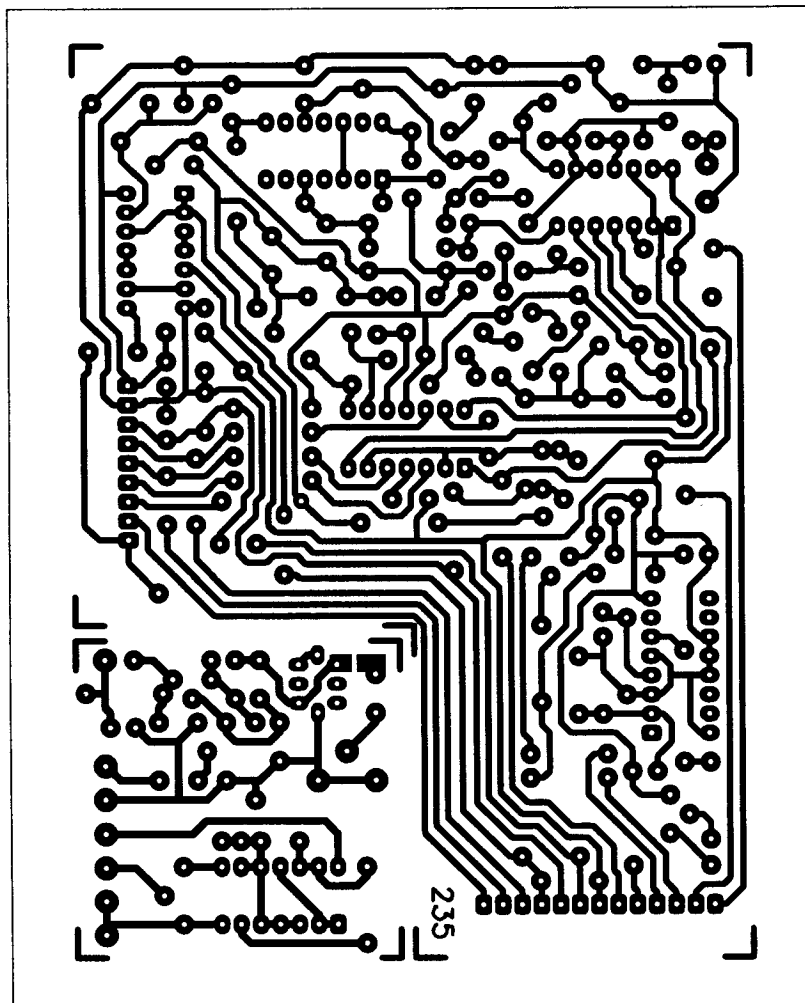
jący zakłócenia o częstotliwościach radiowych, które mogą nałożyć się na sygnał mierzony. Tranzystor T2 tworzy klasyczny wtórnik emiterowy zapewniający bar-

dzo małą rezystancją wejściową. Taka kaskada wtórników napięcia pozwala na uzyskanie dużej impedancji wejściowej i bardzo małej impedancji wyjściowej przy zachowaniu bardzo szerokiego pasma częstotliwości (do ok. 40 MHz). Dodatkową zaletą takiego mieszanego wtórnik jest zachowanie prawie jednakowej wartości składowej stałej napięcia na jego wejściu i wyjściu.

Z wyjścia wtórnik sygnał podawany jest na wyjście wzmacniacza szerokopasmowego  $\mu A733$  (US2). Posiada on podobnie jak klasyczny wzmacniacz operacyjny wejście odwracające i nieodwracające. Na tym jednak podobieństwa się kończą. Wzmocnienie wzmacniacza jest ustalane zupełnie w inny sposób przez zwieranie ze sobą rezystorów umieszczonych w emiterach pierwszego stopnia różnicowego wewnątrz układu. Poprzez połączenie ze sobą wyprowadzeń 3 i 12 uzyskano wzmocnienie 50 V/V, przy szerokości pasma 90 MHz. Wzmacniacz  $\mu A733$  posiada dwa wyjścia na których przebiegi mają przeciwną fazę. Do wyjścia (nóżka 8 US2) na którym faza przebiegu jest przeciwna w stosunku do wejścia (nóżka 1 US2) dołączono wtórnik emiterowy T3. Wybór wyjścia z przeciwną fazą sygnału nie jest przypadkowy. Zmniejsza to bowiem szansę wzbu-

dzania się układu na skutek promieniowania sygnałów z wyjścia na wejście. Kolejnym krokiem zmierzającym do zminimalizowania możliwości wzbudzeń było odsprężenie zasilania wtórników i wzmacniacza rezystorami R9, R10 i kondensatorami C5, C6. Także wtórnik emiterowy T3 został odsprężony przy pomocy kondensatorów C7 i C8.

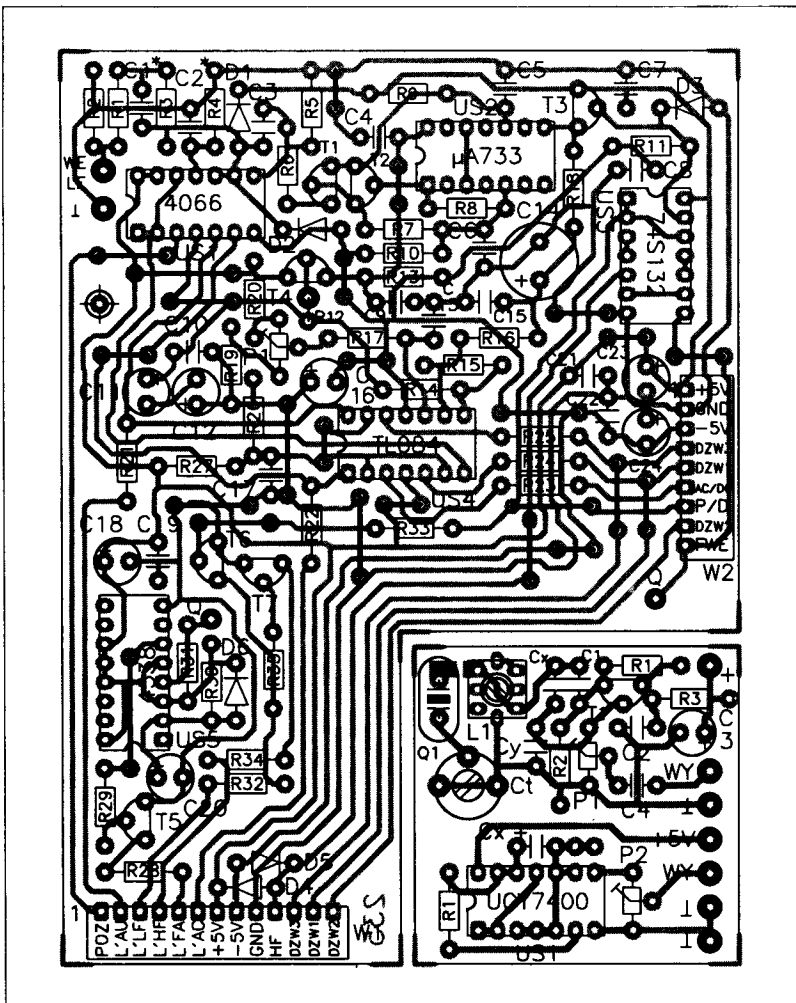
W zależności od częstotliwości i amplitudy sygnału mierzonego kształt napięcia na wyjściu wtórnik emiterowego T3 może być bardzo różny. Dla przebiegów o częstotliwościach mniejszych od ok. 5 MHz i amplitudzie większej od ok. 100 mV napięcie wyjściowe ma kształt fali prostokątnej z wyraźnymi "dzwonieniami", czyli zanikającymi oscylacjami. Amplituda napięcia wynosi ok. 4,5 V, przy czym wartość minimalna ma wartość ok. 0 V, a maksymalna ok. 4,5 V. Dla wyższych częstotliwości przebieg (ze względu na ograniczone pasmo) zaczyna przybierać kształt trójkąta, a dla częstotliwości powyżej 20 MHz kształt sinusoidy. Zauważa się także spadek amplitudy. Dla przebiegów wejściowych o amplitudach mniejszych od 100 mV amplituda przebiegu wyjściowego jest mniejsza niż 4,5 V.



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej wzmacniacza wejściowego

Dla prawidłowej pracy układu wzmacniacza istotnego znaczenia nabiera odpowiednia polaryzacja wejść układu US2. Wejście odwracające fazę (nóżka 1 US2) polaryzowane jest bezpośrednio w emitera tranzystora T2. Wartość napięcia stałego na tym wejściu zawiera się w granicach  $-0,2 \div +0,2$  V. Drugie wejście wzmacniacza US2 polaryzowane jest przez układ automatyki tworzący stałoprądową pętlę sprzężenia zwrotnego. W skład pętli wchodzi wzmacniacz operacyjny US4A i tranzystor T4.

Przebieg zmienny z wyjścia wzmacniacza US2 (nóżka 8) zostaje doprowadzony do filtra dolnoprzepustowego R18, C14, C15. Na kondensatorze C14 odkłada się wartość średnia napięcia zmiennego z wyjścia. W przypadku przebiegów o amplitudzie 4,5 V, z poziomem niskim 0 V i wypełnieniu 1/2 napięcie stałe przyjmuje wartość ok. 2,25 V. Z kondensatora C14 napięcie doprowadzone jest do wejścia odwracającego wzmacniacza US4A. Na wejście nieodwracające tego wzmacniacza doprowadzono napięcie stałe, regulowane potencjometrem P1. Na wyjściu wzmacniacza umieszczono jeszcze jeden filtr dolnoprzepustowy R14, C11, C12, C10.



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów na płycie wzmacniacza wejściowego

Szeregowo połączone kondensatory C11 i C12 tworzą kondensator bi-polarny o pojemności ok.  $5 \mu\text{F}$  (napięcie na wyjściu wzmacniacza może bowiem przyjmować wartości dodatnie i ujemne). Za filtrem umieszczono wtórnik emiterowy T4, z którego napięcie stałe doprowadzane jest do wejścia wzmacniacza szerokopasmowego US2 (nóżka 14). Pętla sprzężenia będzie powodowała polaryzację wejścia 14 US2 w taki sposób, aby wartość średnia napięcia na wyjściu 8 US2 była równa napięciu ustalonemu potencjometrem P1.

Układ automatyki działa poprawnie dla częstotliwości większych od ok. 100 Hz do 20 MHz, w całym zakresie napięć wejściowych. Dla niższych częstotliwości, a także dla przebiegów prostokątnych o współczynniku wypełnienia  $0 \div 0,3$  i  $0,7 \div 1$  konieczne jest ręczne ustawianie poziomu wyzwania. Do tego celu przeznaczony jest potencjometr "POZIOM" znajdujący się na płycie czołowej urządzenia. Potencjometr ten jest włączany za pośrednictwem klucza analogowego. Praca z automatycznym ustawianiem poziomu wyzwania sygnalizowana jest świeceniem się diody L'AU na płycie czołowej.

Podczas ręcznej regulacji poziomu wyzwania pomocny jest układ wykrywający czy na wyjściu bramki US3D występują impulsy. Występowanie impulsów sygnalizowane jest zapaleniem się diody L'FA na płycie czołowej. W układzie wykrywania impulsów zastosowano monowibrator  $1/2\text{US5}$ . Układ ten działa prawidłowo od pojedynczych impulsów do częstotliwości ok. 5 MHz. Nie stanowi to jednak mankamentu, gdyż dla większych częstotliwości zalecana jest praca z automatycznym ustawianiem poziomu wyzwania.

Z wyjścia wtórnik emiterowy T3 przebieg prostokątny doprowadzony jest do multiplexera cyfrowego zbudowanego na układzie 74S132 (US3). Doprowadzenie do wejścia P/D jedynki logicznej powoduje, że do dalszej części częstotliczomierza dociera sygnał ze wzmacniacza wstępnego. Natomiast zero logiczne na wejściu P/D łączy częstotliczomierz z wejściem HF przeznaczonym do współpracy z preskalerem. Uaktywnienie wejścia LF sygnalizowane jest świeceniem się diody L'LF na płycie czołowej, natomiast uaktywnienie wejścia HF (praca z preskalerem, lub praca z jedną z przystawek RLC) sygnalizowane jest świeceniem się diody L'HF.

Parametry wzmacniacza wstępnego zapewniają poprawną pracę do częstotliwości 20 MHz. Jednakże wzmacniacz "wyrabia" się jeszcze dla częstotliwości dochodzących do 40 MHz przy niewielkim spadku czułości. Jeżeli chcemy wykorzystywać pełny, osiągnięty przez układ zakres częstotliwości konieczne jest stosowanie bramek Schottky'ego (74S132). Jeżeli zadowala nas pasmo do ok. 25 MHz wystarczy zastosować bramki 74LS132. W żadnym wypadku nie wolno stosować bramek serii zwykłej 74132, które mogą sprawiać kłopoty już powyżej 10 MHz.

Zastosowane w dzielniku wejściowym klucze analogowe zasilane są napięciem symetrycznym  $\pm 5\text{ V}$ , co ma umożliwić ich prawidłową pracę dla przebiegów ze składową stałą równą 0 V. Spowodowało to jednak konieczność zastosowania konwerterów poziomów z  $0 \div 5\text{ V}$  na  $\pm 5\text{ V}$ . Jako konwertery wykorzystano wzmacniacze operacyjne US4B  $\div$  D. Sterowanie kluczami odbywa się przy pomocy sygnałów AC/DC, DZW1, DZW2. Stan wysoki ( $+5\text{ V}$ ) na wejściach powoduje zwarcie odpowiedniego klucza, a stan niski (0 V) rozwarcie.

### Montaż i uruchomienie

Układ wzmacniaczy wejściowych zmontowano na odrębnej płycie drukowanej. Oprócz wykonania kilku zworek konieczne jest połączenie ze sobą przewodem izolowanym punktów oznaczonych literą Q. Montaż pozostałych elementów nie nastęrcza większych trudności.

**Tabela 1**

Wartości elementów w generatorze przebiegu prostokątnego

Element	Częstotliwość			
	1 kHz	100 kHz	50 kHz	1 MHz
C <sub>x</sub>	2,2 μF	22 nF	4,3 nF	2 nF

**Tabela 2**

Wartości elementów w generatorze przebiegu sinusoidalnego

Element	Częstotliwość			
	1 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
C <sub>x</sub> =C <sub>y</sub>	1 nF	330 pF	330 pF	120 pF
L1	50 μH 7×7 3XX 62 zw.	6 μH 7×7 4XX 25 zw. 7×7 2XX 25 zw. 405, 406, 422	1,5 μH 7×7 2XX 12 zw. 7×7 4XX 12 zw. 7×7 5XX 16 zw. 425, 509	1 μH 7×7 4XX 10 zw. 7×7 5XX 13 zw. 472A, 510
Q	1÷3 MHz	3÷12 MHz	3÷12 MHz	12÷27 MHz

Przed uruchamianiem nie montuje się tylko kondensatorów C1 i C2. Kondensatory ceramiczne C1 i C2, C3, kondensatory blokujące 47 nF, a także tranzystory T1, T2 i T3 powinny zostać zamontowane jak najbliżej płytki drukowanej.

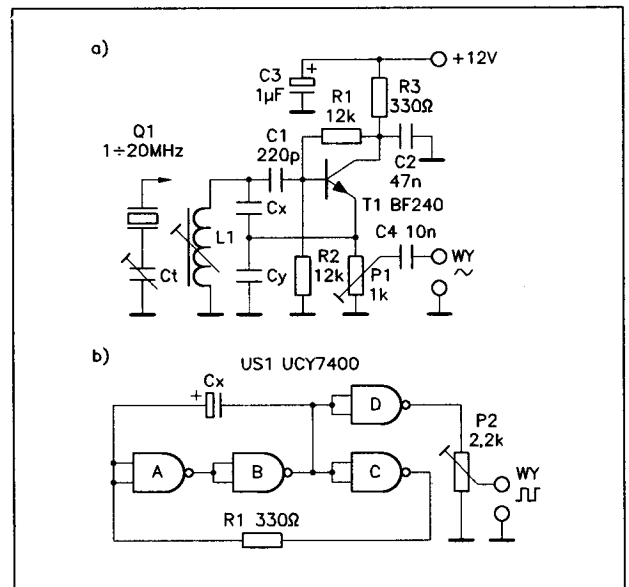
Moduł wzmacniacza wejściowego należy uruchomić przed montażem w częstościomierzu. Aby ułatwić uruchamianie i kontrolę pracy wzmacniacza wejściowego poniżej zamieszczono schematy prostych generatorów przebiegu sinusoidalnego i prostokątnego. Płytkę drukowaną, na której można zmontować te układy wycina się z prawego dolnego narożnika płytki wzmacniacza wejściowego. Częstotliwość pracy generatorów zależy od wartości zastosowanych elementów, które podano w tabelach 1 i 2.

W układzie generatora przebiegu prostokątnego można stosować tylko i wyłącznie układ 7400 serii podstawowej. Układy 74LS00 mogą nie wzbudzać się.

W generatorze przebiegów sinusoidalnych można zastosować gotowe fabryczne cewki, podane w tabeli, lub też samemu nawinąć je drutem w emali DNE 0,1 mm, stosując podane liczby zwojów. Zamiast cewki można też zastosować rezonator kwarcowy z połączonym szeregowo trymerem o wartości 5/20 pF. Elementy stosowane w generatorach nie są ujęte w wykazie elementów.

Oba generatory wyposażone są w potencjometry umożliwiające regulację amplitudy przebiegu wyjściowego. Układy te opłaca się zmontować, gdyż koszt zakupu elementów jest niewielki, a mogą się one także przydać do sprawdzania innych układów elektronicznych.

Przystępując do uruchamiania układu należy zerwać z masą wejścia AC/DC, DZW1, DZW2, a wejście P/D połączyć z napięciem +5 V. Do wejścia POZ podłącza się potencjometr montażowy tak jako pokazano to na schemacie ideowym. Nie ma natomiast potrzeby podłączania diod świecących.

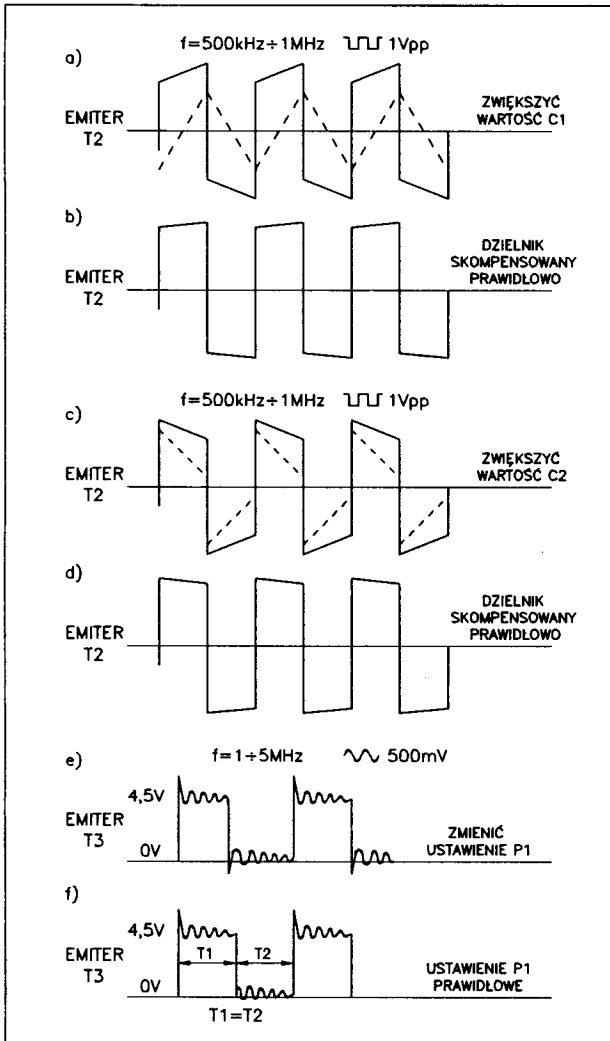
**Rys. 4 Schemat ideowy generatorów przebiegu:**

a) sinusoidalnego, b) prostokątnego

Pierwszą czynnością jest pomiar napięcia stałego na emiterze tranzystora T2, przy zwartym z masą wejściu WE LF. Wartość napięcia powinna zawierać się w przedziale  $-0,2 \div 0,2$  V. Jeżeli tak nie jest należy dobrać wartość rezystora R7 w źródle tranzystora T1. Następnie potencjometrem P1 ustawia się napięcie 2,5 V mierzone na suwaku tego potencjometru.

Do wejścia WE LF doprowadza się z generatora przebieg prostokątny o amplitudzie ok. 1 V i częstotliwości ok.  $0,5 \div 1$  MHz. Do emitera T2 podłącza się za pośrednictwem sondy oscyloskop o paśmie przenoszenia min. 20 MHz. Kształt przebiegu pokazano na rysunku 5a. W zależności od częstotliwości i parametrów zastosowanych elementów przebieg może nie przypominać prostokąta, lecz trójkąt (linia przerywana). Dobierając wartość kondensatora należy doprowadzić do sytua-

cji kiedy przebieg oglądany na oscyloskopie będzie miał kształt prostokątny. Jako zadowalający można uznać przebieg, w którym nachylenie poziomego odcinka nie przekracza  $5\div 10\%$  wartości amplitudy (rys. 5b). Dzielnik nie jest wtedy skompensowany idealnie, lecz jest to w zupełności wystarczające. Orientacyjna wartość pojemności  $C1$  wynosi  $27\div 33$  pF.



Rys. 5 Oscylogramy przebiegów

Po dobraniu wartości kondensatora  $C1$  wejście DZW1 łączy się z  $+5$  V, a amplitudę napięcia z generatora zwiększa do 5 V. Kształt przebiegu na emiterze  $T2$  będzie teraz zbliżony do pokazanego na rysunku 5c. Dobierając wartość kondensatora  $C2$  należy uzyskać kształt w którym nachylenie poziomego odcinka przebiegu nie przekracza  $5\div 10\%$  wartości amplitudy (rys. 5d). Orientacyjna wartość pojemności  $C2$  wynosi  $120\div 150$  pF.

Po skompensowaniu dzielnika wejście DZW1 łączy się z masą, a do wejścia WE LF doprowadza się przebieg sinusoidalny o amplitudzie ok. 500 mV i częstotliwości  $1\div 5$  MHz. Oscyloskop dołącza się do emitera tranzystora  $T3$ . Kształt przebiegu pokazano na rysunku 5e. Można na nim zauważyć charakterystyczne "dzwońnięcia", czyli zanikające oscylacje, które są rzeczą nor-

malną i w tym przypadku niegroźną. Regulując potencjometrem  $P1$  należy ustawić wypełnienie przebiegu wyjściowego równe  $1/2$  (rys. 5f). Ta czynność kończy regulację wzmacniacza wejściowego.

Po przeprowadzonej regulacji proponuję jednak dokładne zbadanie zachowania się wzmacniacza przy różnych amplitudach kształtach i częstotliwościach przebiegów doprowadzanych do wejścia WE LF. Warto też sprawdzić układ ręcznej regulacji poziomu wyzwalań (aby układ ten działał należy połączyć wejście DZW3 z  $+5$  V). Przy pracy z ręczną regulacją poziomu wskazane jest dołączenie do układu diody L'FA. Nabranie wprawy w ustawianiu poziomu wyzwalań może być pomocne przy pracy z gotowym częstotściomierzem.

Jeżeli nie dysponujemy oscyloskopem montujemy kondensatory  $C1$  i  $C2$  o wartościach podanych w wykazie elementów. Napięcie na emiterze  $T2$  kontrolujemy tak jak podano to powyżej, a potencjometrem  $P1$  ustawiamy napięcie 2,2 V na nóżce 8 US2.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

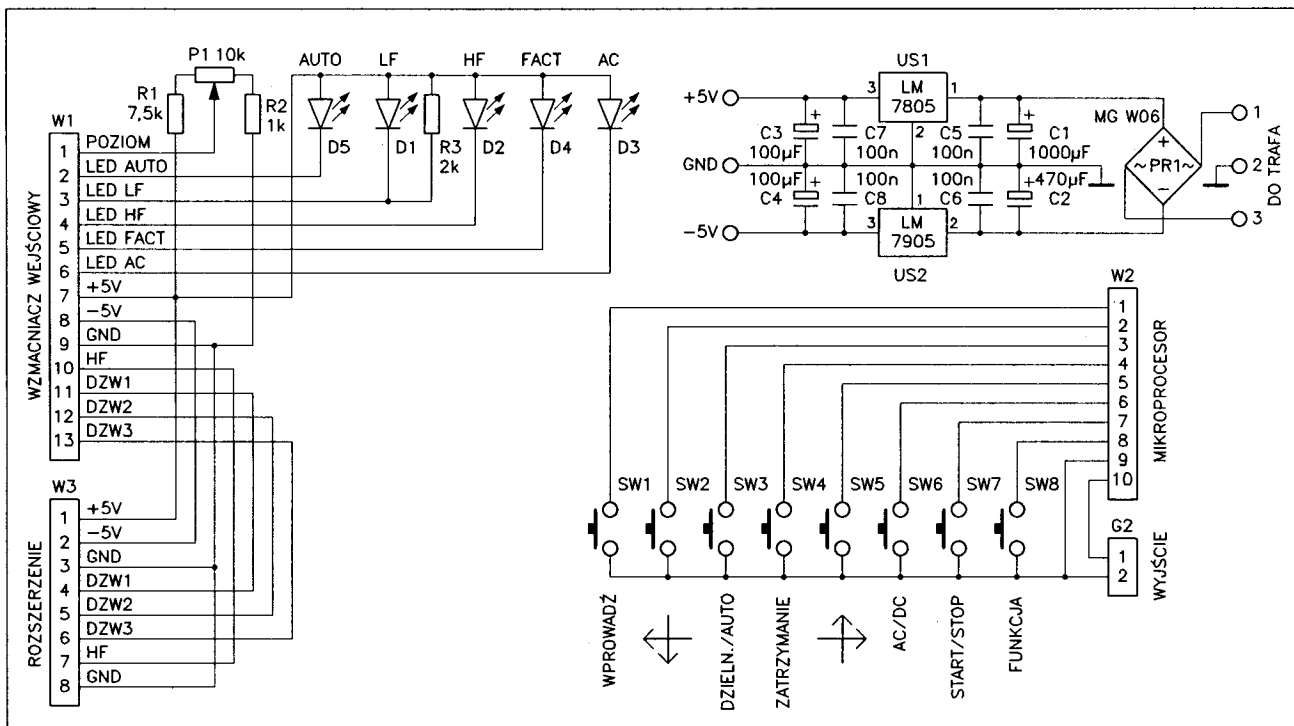
## Płyta przednia i zasilacz

Na płycie przedniej znajduje się osiem mikrołączników SW1÷SW8 przy pomocy których steruje się pracą częstotściomierza. Ponadto do płytki przedniej przymocowany jest potencjometr regulacji poziomu wyzwalań, oraz gniazda BNC G1 i G2. Do gniazda G1 doprowadza się sygnał przebiegu mierzonego, a drugie gniazdo jest wyjściem generatora przebiegów prostokątnych. Ponadto na płycie przedniej zamontowano diody LED sygnalizujące niektóre stany pracy częstotściomierza.

W trakcie opracowania projektu założono możliwość łatwej rozbudowy częstotściomierza. Przewidziano także możliwość dołączenia rozmaitych przystawek umożliwiających pomiar: pojemności ( $C$ ), indukcyjności ( $L$ ), rezystancji ( $R$ ). Opisów przystawek mogą Czytelnicy spodziewać się w najbliższych numerach Praktycznego Elektronika. Użytkownik będzie miał możliwość indywidualnego wyboru przystawki. Dołączane będą one poprzez złącze rozszerzeń W4. W tabeli 3 przedstawione zostały sygnały doprowadzone do złącza W3, z którego przewodami łączy się je ze złączem W4, które przymocowane jest do płyty czołowej miernika. W prototypie zastosowano złącze DB-9 powszechnie stosowane w technice komputerowej.

Sygnały wyprowadzone na złącze W3 umożliwiają automatyczną zmianę zakresów pomiarowych dołączanych przystawek. W standardowej konfiguracji będzie do niego dołączona sonda z preskalerem. Ponieważ pracuje on przy wysokich częstotliwościach, więc wydaje się być naturalne i logiczne, umieszczenie go w ekranowanej sondzie, jak najbliżej mierzonego sygnału.

Proszę uzbroić się w cierpliwość i na razie nie montować elementów na płycie przedniej. Dokładny opis montażu całego częstotściomierza zostanie przedstawiony w następnej części artykułu.



Rys. 6 Schemat ideowy płytki przedniej i zasilacza

Tabela 3

Opis sygnałów złącza W3

Nr wyprowadzenia	Sygnał	Opis
1	+5V	zasilanie
2	-5V	zasilanie
3	GND	zasilanie
4	DZW1	przełączanie zakresów
5	DZW2	przełączanie zakresów
6	DZW3	przełączanie zakresów
7	HF	wejście częstotliwości
8	GND	masa sygnału

**Wykaz elementów – wzmacniacz wejściowy**

- US1 – MCY 74066 (CD 4066)
- US2 –  $\mu$ A 733
- US3 – 74S132 (74LS132) opis w tekście
- US4 – TL 084 (TL 074)
- US5 – CD 4538
- T1 – BF 245B
- T2, T3 – BF 240
- T4÷T7 – BC 238B
- D1÷D5 – BA 182 (BAYP 94, BAYP 95)
- D6 – BAVP 17 (1N4148)
- R9, R10 – 10  $\Omega$ /0,125 W
- R6 – 100  $\Omega$ /0,125 W
- R28, R32, R34 – 300  $\Omega$ /0,25 W
- R13, R21, R22 – 820  $\Omega$ /0,25 W
- R1, R11 – 1 k $\Omega$ /0,125 W
- R8 – 1,3 k $\Omega$ /0,125 W
- R7\* – 2 k $\Omega$ /0,125 W opis w tekście
- R19, R20 – 5,1 k $\Omega$ /0,125 W
- R4, R18 – 10 k $\Omega$ /0,125 W
- R12 – 18 k $\Omega$ /0,125 W

- R16, R17, R23÷R25, R29, R33, R35 – 22 k $\Omega$ /0,125 W
  - R14, R15, R26, R27 – 47 k $\Omega$ /0,125 W
  - R3 – 91 k $\Omega$ /0,125 W
  - R30, R31 – 100 k $\Omega$ /0,125 W
  - R2, R5 – 1 M $\Omega$ /0,125 W
  - C1\* – ok. 27 pF opis w tekście
  - C2\* – ok. 120 pF opis w tekście
  - C4 – 10 nF/32 V KFP
  - C5÷C10, C13, C15, C17, C19, C21, C22 – 47 nF/32 V KFP
  - C3 – 100 nF/63 V MKSE-20
  - C18, C20 – 1  $\mu$ F/63 V 04/U
  - C11, C12, C16, C23, C24 – 10  $\mu$ F/16 V 04/U
  - C14 – 470  $\mu$ F/16 V 04/U
  - W1 – złącze krawędziowe 1/10' 13 pin
  - W2 – złącze krawędziowe 1/10' 9 pin
- płytką drukowaną numer 235

**Wykaz elementów – płytka przednia**

- D1, D2, D4 – LED kolor świecenia zielony
- D3 – LED kolor świecenia żółty
- D5 – LED kolor świecenia czerwony
- R2 – 1 k $\Omega$ /0,125 W
- R3 – 2 k $\Omega$ /0,125 W
- R1 – 7,5 k $\Omega$ /0,125 W
- P1 – 10 k $\Omega$ -A PRP 185
- SW1÷SW8 – mikrołączniki
- W1 – gniazdo 1/10' 13 pin
- W2 – gniazdo 1/10' 10 pin



W4 - złącze DB9 dowolne  
 G1, G2 - gniazdo BNC-50

**Wykaz elementów – płytką zasilacza**

US1 - LM 7805  
 US2 - LM 7905  
 C5÷C8 - 100 nF/63 V MKSE-020  
 C4 - 47  $\mu$ F/16V 04/U  
 C3, C4 - 100  $\mu$ F/16V 04/U  
 C2 - 470  $\mu$ F/16V 04/U

C1 - 1000  $\mu$ F/16V 04/U

płytką drukowaną **numer 236**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

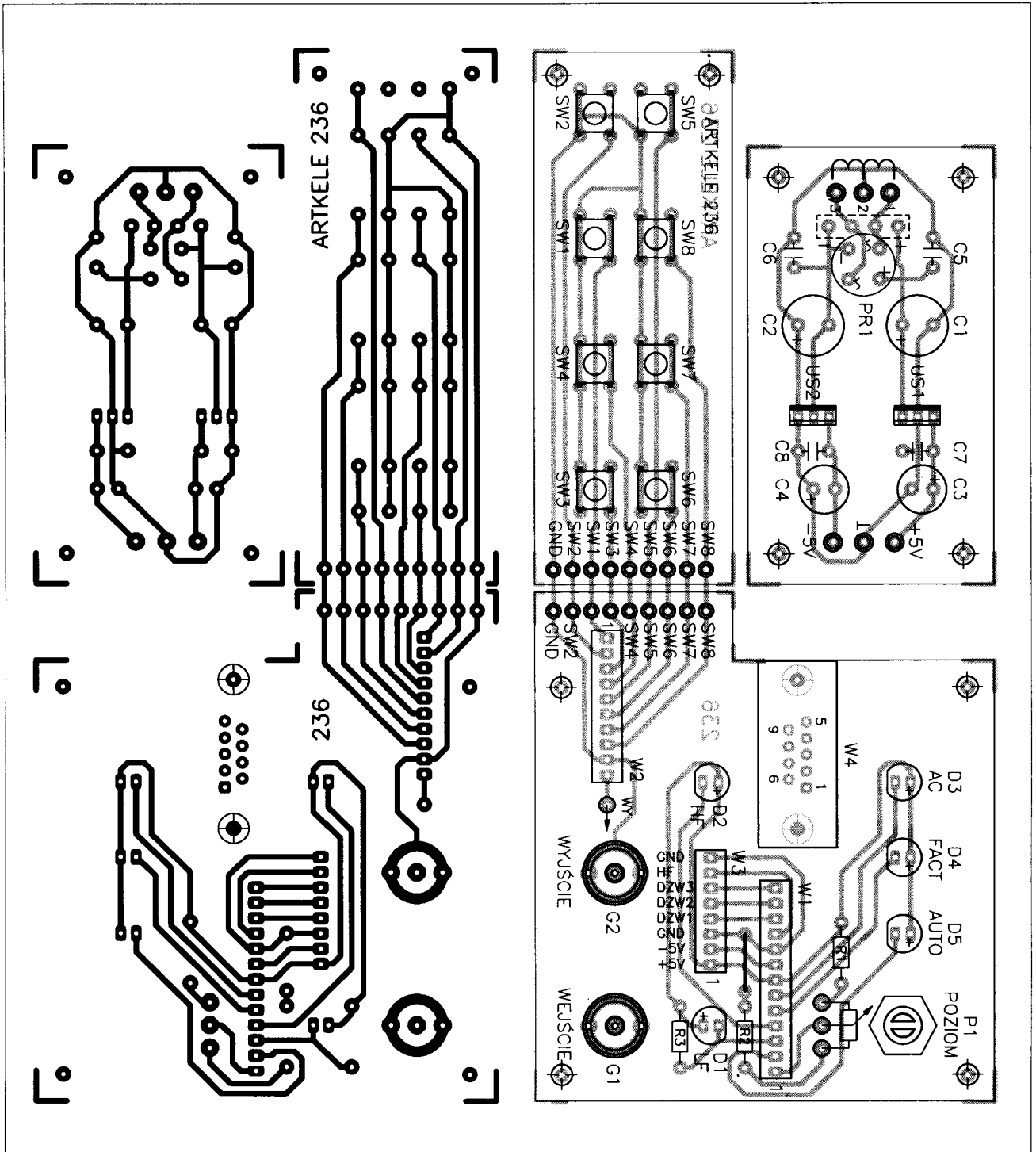
Cena: płytką 235 - 4,04 zł (40.400 zł)

płytką 236 - 5,31 zł (53.100 zł)

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO - patrz IV strona okładki.

◇ Tomasz Kwiatkowski

Ciąg dalszy w następnym numerze.



Rys. 7 Przednia płytką drukowaną wraz z płytką zasilacza



Dla krótkofalowców, użytkowników CB i UKF-owców:

## POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 942.

Wszystkie rodzaje emisji, zakresy od 20 kHz ÷ 31,7 MHz, 50 ÷ 60 i 140 ÷ 150 MHz.  
Cena: 1520 zł.



## STEROWNIKI MIKROPROCESOROWE

1. Kolorowych tablic świetlnych z płynącymi napisami, dźwiękiem i klawiaturą;
2. Transceivera DIGITAL 942;
3. Do transceiverów z p.cz. 9 MHz (np. SP 5 WW) – właściwości sterowania jak w DIGITAL 942 (między innymi syntezerem SAA 1057 i cyfrową skalą);
4. klucza elektronowego (Praktyczny Elektronik 5 i 6/93).

Sterowniki ze schematami aplikacyjnymi i instrukcjami obsługi. Ceny 150÷170 zł.



## SUPER NOWOŚĆ DLA RADIOAMATORÓW!

Zestawy do samodzielnego montażu transceiverów DIGITAL 942.

W skład zestawu wchodzi: uruchomiony sterownik mikroprocesorowy, płytki drukowane, komplet dokumentacji (razem z instrukcją uruchamiania), komplet cewek, elementy nietypowe. Cena zestawu podstawowego – 350 zł.



## SUPER NOWOŚĆ !

w związku z pojawieniem się na rynku różnego rodzaju urządzeń podsłuchowych, proponujemy:

**WYKRYWACZE** wszelkich radiowych urządzeń podsłuchowych.

- mieszczą się w dłoni
- lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu
- zakres pracy od fal krótkich, aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz)
- absolutna prostota obsługi – jeden przycisk
- przydatne w biznesie i nie tylko... Domyśl się sam...
- cena promocyjna 85 zł!
- dla sklepów radiowych, sklepów CB, sklepów z zabezpieczeniami – ceny negocjowane.

Informacje (gratis): V-Electronics ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel/fax 26-67-55  
Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym.

### SKUP I SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA PODZESPOŁÓW I ELEMENTÓW ELEKTRONICZNYCH

Po otrzymaniu koperty zwrotnej wysyłamy bezpłatny katalog

**„UNIPOL”**  
skr. poczt. nr 25  
**07-202 WYSZKÓW**  
tel/fax 0-216/27330

### SAM WYKONASZ OBWODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja)  
cena 3,30 zł + opłaty pocztowe.

*Platne za zaliczeniem pocztowym.*

Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny.

Chlorek żelazowy i pisaki do wykonania

obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie.

Pracownia Elektroniczna

skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1

**zawsze aktualne !**

Mikroszpieg z odbiornikiem!	– 28 zł
Zdalnie sterowany, kodowany	
włącznik alarmu na pilota	– 55 zł
Samochodowy wzm. 2x40 W	– 60 zł
Multimetr cyfrowy DT 830	– 35 zł

TDA 2030 – 4,50 zł

ICL 7107 – 9,00 zł

LM 350 – 10,00 zł

1N4007 – 0,09 zł

oraz wiele innych części i nietylko.

*szczegółowa oferta  
koperta + znaczek*

MN

ul. Marsa 7/33

59-220 LEGNICA

tel. 076 - 56-31-23

### Zmiana adresu redakcji „Praktycznego Elektronika”

Nowy adres redakcji:  
„Praktyczny Elektronik”  
ul. Jaskólcza 2/5  
65-001 ZIELONA GÓRA

Listy kierowane na stary adres także do nas dotrą.

Końcówki mocy m.cz., uruchomione  
płytki zasilaczy stabilizowanych  
informacje (0-50) Tel/Fax 32-81-81

# VOLUMEN

Księgarnia Elektroniki i Informatyki  
ul. Siemiradzkiego 3

60-763 POZNAŃ

tel. 66-51-12 w 14

Charakterystyka:

Literatura, katalogi,

instrukcje serwisowe, schematy, programy shareware, kit'y.

**Sprzedaż stacjonarna i wysyłkowa.**

## W „Praktycznym Elektroniku” wysyłkowa sprzedaż elementów

Sprzedaż wysyłkowa prowadzona jest w ścisłej współpracy z redakcją „Praktycznego Elektronika” przez firmę LARO S.C. Asortyment elementów obejmuje wszystkie urządzenia publikowane na łamach „Praktycznego Elektronika”. Szczegółowy wykaz elementów, wraz z cenami można znaleźć w numerze 9/95 PE na stronach I-IV (wkładka). W wykazie zabrakło układu C520 – 7,00 zł, a cena kondensatora 4.700 µF/63 V wynosi 8,82 zł.

Płytki drukowane i zaprogramowane EPROMY można zamawiać wyłącznie w redakcji PE

W zamówieniach prosimy podać informację, czy w przypadku braku którejś z pozycji zamówienie można zrealizować częściowo.

**LARO S.C.**  
**65-958 ZIELONA GÓRA**  
skr. poczt. nr 149