

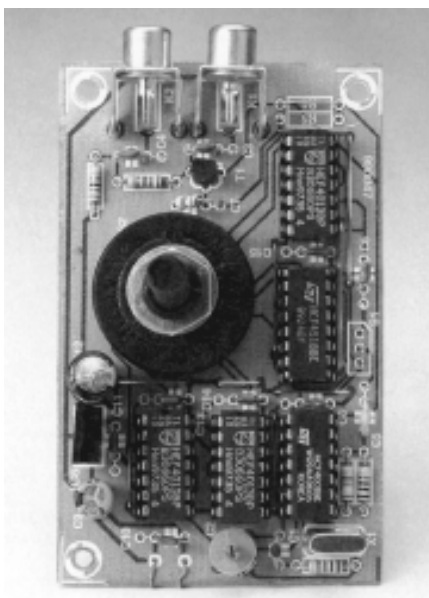
# ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

co miesiąc w  
Elektronice Praktycznej

## Generator znaczników w.cz.

*Urządzenie, które prezentujemy w artykule jest niezbędne do kalibrowania i strojenia odbiorników radiowych, a także generatorów sygnałowych.*



Każdy, kto zajmuje się konstruowaniem radioodbiorników i związanego z nimi wyposażenia, prędzej czy później odczuje potrzebę zastosowania jakichś przyrządów do utworzenia dokładnie skalibrowanej skali.

Możliwość niezawodnego ustawienia pokrętki strojenia na pewne szczególne częstotliwości jest często połową sukcesu przy wyszukiwaniu słabych nadajników i znacznie zwiększa przyjemność korzystania z każdego odbiornika. Opisany tu kalibrator wykorzystuje rezonator kwarcowy do określenia i utrzymania stałej częstotliwości oscylatora, będącego źródłem sygnałów znaczników.

Wcześniejsze przyrządy tego rodzaju zawierały często dwa rezonatory kwarcowe: jeden dostrojony do rezonansu na 1MHz, a drugi na 100kHz, których częstotliwości podstawowe i harmoniczne służyły do kalibracji odbiorników i w urządzeniach testujących do i ponad 30MHz.

Rozwój układów scalonych, a w szczególności produkcja scalonych liczników binarnych i dziesiętnych, umożliwił stosowanie

tylko jednego kwarcu dostrojonego do rezonansu przy wyższej częstotliwości (często 2 lub 4MHz) i podział tej częstotliwości dla uzyskania znaczników dla fal długich i średnich i dokładnego podziału skali.

Przy próbach skalibrowania skali odbiornika krótkofalowego za pośrednictwem tylko wzorcowego kwarcu może się pojawić trudność identyfikacji poszczególnych harmonicznych częstotliwości podstawowej 1MHz. Jeśli zastosuje się kwarc 4MHz, sytuacja staje się znacznie łatwiejsza, ale niejednoznaczność ciągle może wystąpić w miarę przesuwania się w wyższe zakresy widma HF.

Aby tego uniknąć, opisane tu urządzenie zostało skonstruowane w oparciu o kwarc 8MHz. Przy harmonicznych na 16, 24 i 32 MHz, w pasmach HF pojawiają się względnie jednoznaczne znaczniki. Łatwiejsza jest wówczas kalibracja w górę i w dół od nich, sygnałami o mniejszych częstotliwościach, wytworzonych poprzez podział częstotliwości podstawowej kwarcu.

Większość znaczników kwarcowych nie ma możliwości modulacji sygnału. Wysokiej jakości odbiorniki zawierające BFO (ang. Beat Frequency Oscillator - oscylator częstotliwości zdudnień) mogą wytworzyć słyszalny ton z nie modulowanej nośnej, ale w lokalnych superheterodynach nie będzie wyraźnie słyszalnej wskazówki, że nastąpiło dostrojenie do sygnału znacznika. Jak na ironię, słuchacze często usiłują uzyskać jak najwięcej ze swoich prostszych odbiorników, których największą potrzebą jest jakiś sposób polepszenia dokładności strojenia. Zgodnie z tym wprowadzono w urządzeniu opcjonalnie możliwość modulacji sygnałów znacznika.

### Opis urządzenia

Schemat ideowy urządzenia jest przedstawiony na rys. 1. Konstrukcja opiera się na tanim układzie logicznym CMOS. Niedrogi rezonator kwarcowy 8MHz określa częstotliwość podstawową oscylacji o wysokim stopniu dokładności i stabilności.

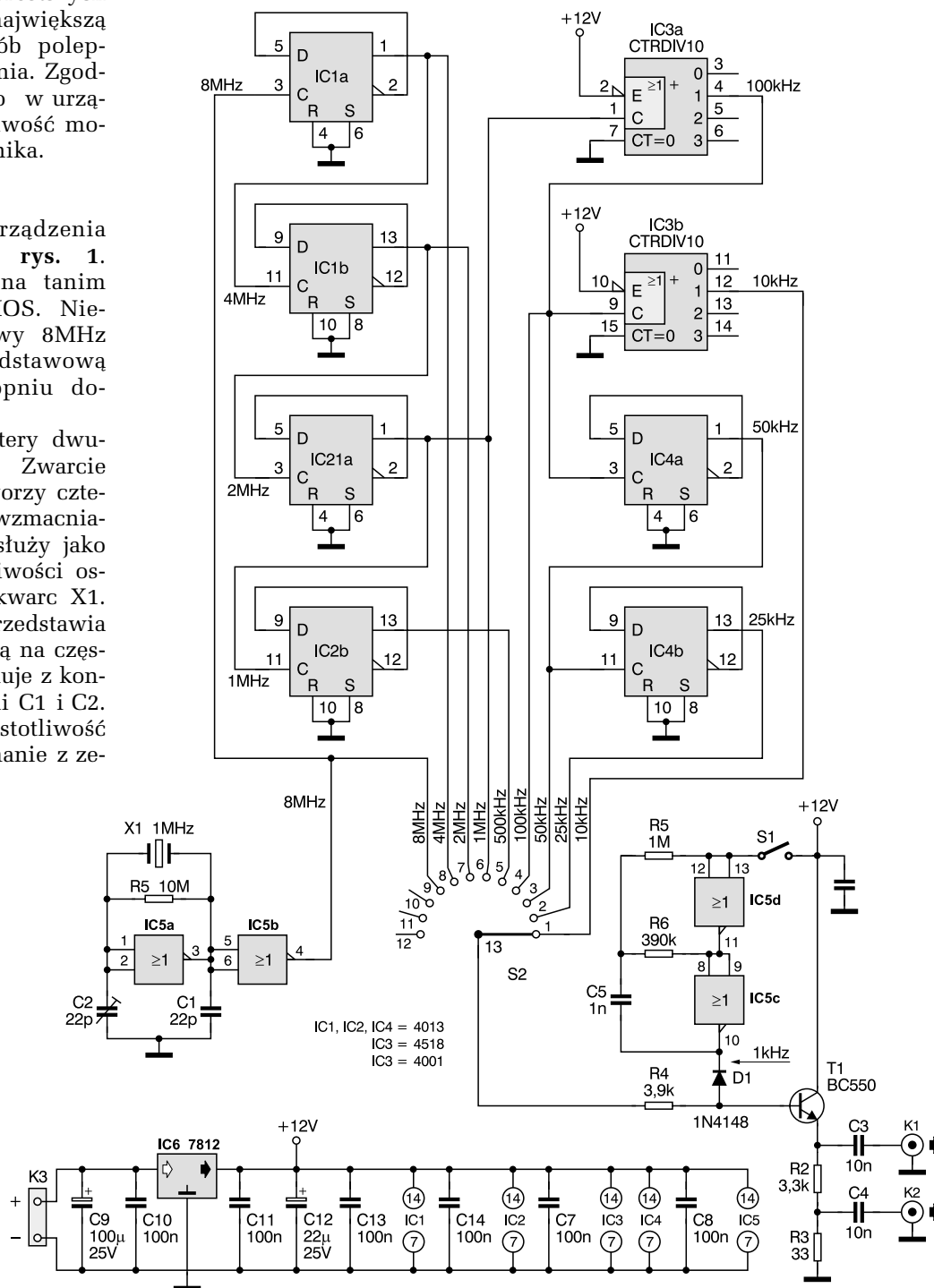
Układ IC5 zawiera cztery dwuwejściowe bramki NOR. Zwarcie wejść każdej z bramek tworzy cztery odwracające stopnie wzmacniacza. Jeden z nich, IC5a, służy jako oscylator w.cz. o częstotliwości oscylacji określonej przez kwarc X1. W tym układzie kwarc przedstawia sobą reaktancję indukcyjną na częstotliwości roboczej i rezonuje z kondensatorami obciążającymi C1 i C2. C2 jest regulowany i częstotliwość oscylacji, poprzez porównanie z zewnętrznym wzorcem, można ustawić dokładnie na 8MHz. Stałoprądowe ujemne sprzężenie zwrotne, wprowadzone przez R1, stabilizuje warunki pracy stopnia, a IC5b buforuje wyjście.

Bramki IC5c i IC5d są połączone w układ oscylatora R-C, o wartościach elementów R5, R6 i C5 dobranych tak, by zapewniły częstotliwość oscylacji w przybliżeniu 1kHz. Ten sygnał akustyczny służy do modulowania sygnału wyjściowego w.cz. generatora znaczników.

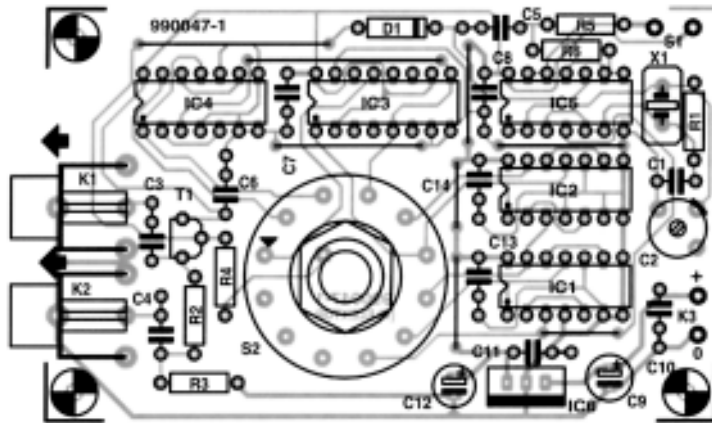
Buforowane wejście oscylatora jest połączone z wejściem zegarowym przerzutnika bistabilnego (IC1). Układ ten zmienia naprzemiennie swój stan, dzieląc częstotliwość oscylatora kwarcowego przez dwa. Sygnał znacznika 4MHz na wyprowadzeniu 1 jest podawany do drugiego wejścia zegarowego, a na wyprowadzeniu 13 pojawia się sygnał 2MHz. Proces ten jest powtarzany w IC2 do wytworzenia znaczników 1MHz i 500kHz.

Sygnał 1MHz jest podawany do wyjścia zegarowego podwójnego licznika dziesiętnego (IC3). Pierwszy stopień tego układu dzieli sygnał wejściowy 1MHz przez 10 dla uzyskania 100kHz. Sygnał ten w drugim stopniu jest dalej dzielony przez 10 dla utworzenia znaczników 10kHz.

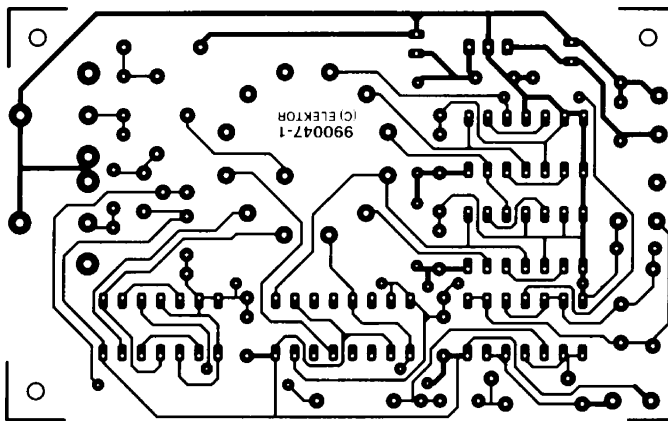
Przy kalibrowaniu skal dla fal długich, średnich i krótkich odbiornika przydają się znaczniki 50kHz i 25 kHz. Dla ich uzyska-



Rys. 1. Schemat elektryczny generatora znaczników w.cz.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów.



Rys. 3. Mozaika ścieżek płytki drukowanej.

nia wyjście układu IC3a jest połączone z wejściem podwójnego przerzutnika bistabilnego IC4.

Tranzystor T1 działa jako modulator. W układzie wtórnik emiterowego jego baza ma umiarkowanie wysoką impedancję dla sygnału pochodzącego z układów scalonych dzielnika, co umożliwia wybór wymaganego znacznika przełącznikiem obrotowym S2. Niskoimpedancyjne wyjście sygnału zmodulowanego tworzą rezystancje wtórnik emiterowego R2 i R3. Gniazdo K2 dostarcza względnie niskiego poziomu napięcia wyjściowego (20 - 50mV), które przy sprzężeniu bezpośrednim (zamiast indukcyjnego) może być bardziej bezpieczne dla wejścia odbiornika.

W układach CMOS czas propagacji sygnału (czas do zmiany na wyjściu w odpowiedzi na zmianę stanu na wejściu) zależy w szczególności od napięcia zasilania. Układy IC5 i IC1, umieszczone na początku łańcucha dzielników, pracują naprawdę blisko swojej maksymalnej częstotliwości zegarowej, a dla ich niezawodnej pra-

cy najniższym napięciem zasilania jest 12V.

Aczkolwiek oscylatory kwarcowe są znane ze swojej stabilności, ich częstotliwość pracy zmienia się (w pewnym niewielkim stopniu) przy zmianach napięcia zasilania wzmacniacza. Stąd stabilizacja napięcia zasilania poprawi parametry urządzenia. Dlatego napięcie zasilania pochodzi z dwu 9-woltowych baterii PP3 połączonych szeregowo dla uzyskania nominalnego napięcia zasilania 18V, obniżanego do wymaganych 12V i zarazem stabilizowanego przez IC6. Kondensator bocznikujący C12 zwiera do szyny masy wszystkie szumy elektryczne wytwarzane przez stabilizator.

Wydajność prądowa świeżych baterii mieści się w pobliżu 35mA i maleje do około 25mA, gdy dobiega końca okres ich przydatności. Mimo że sprzęt tego rodzaju nie stawia bateriom PP3 nadmiernych wymagań prądowych, to zwykle pracuje on przez dłuższe okresy i dlatego w prototypie przewidziano możliwość zasilania urządzenia ze stołu laboratoryjne-

go lub niedrogiego zasilacza sieciowego 12VDC.

### Montaż

Z wyjątkiem przełącznika S1, wszystkie podzespoły są montowane na płycie drukowanej. Na rys. 2 przedstawiono rozmieszczenie elementów, a na rys. 3 mozaikę ścieżek miedzi.

Przedstawiona płytka nie jest dostępna jako gotowy wyrób.

Chociaż układy CMOS są wyposażone w diody zabezpieczające, mogą one nie zapobiec wszystkim możliwym uszkodzeniom, a więc przy rozpakowywaniu i montowaniu należy przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności zabezpieczające przed ładunkami elektrostatycznymi (ESD). Należy pracować na uziemionej macie stołu laboratoryjnego i nigdy nie wkładać ani nie wyjmować układów i nie pracować na płycie drukowanej przy włączonym zasilaniu.

Zostały wmontowane podstawki układów scalonych dla umożli-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

- R1: 10MΩ
- R2: 3,3kΩ
- R3: 33Ω
- R4: 3,9kΩ
- R5: 1MΩ
- R6: 390kΩ

#### Kondensatory

- C1: 22pF
- C2: 22pF, trymer
- C3, C4: 1nF
- C5: 1nF
- C6, C7, C8, C10, C11, C13, C14: 100nF
- C9: 100μF/25V, stojący
- C12: 22μF/25V, stojący

#### Półprzewodniki

- D1: 1N4148
- T1: BC550
- IC1, IC2, IC4: 4013
- IC3: 4518
- IC5: 4001
- IC6: 7812

#### Różne

- X1: kwarc 8MHz
- K1, K2: gniazda "cinch", kątowe, do druku
- S1: wyłącznik "on/off"
- S2: 12-drożny, 1-biegunowy przełącznik obrotowy, do druku
- K3: 2 końcówki lutownicze

liwienia szybkiego sprawdzenia przez wymianę (dla tego rodzaju układów scalonych nie jest niczym dziwnym uszkodzenie przy wyłączeniu zasilania) i dla zminimalizowania możliwości uszkodzenia w trakcie instalowania.

### Testowanie

Dobrym pomysłem jest sprawdzenie funkcjonowania urządzenia przed ostatecznym zamknięciem go w obudowie.

Przede wszystkim sprawdź płytkę drukowaną pod kątem wadliwych punktów lutowniczych i zwarć pomiędzy ścieżkami miedzi. Sprawdź orientację układów scalonych i innych półprzewodników, w szczególności układu stabilizatora napięcia - gdyby został wmontowany nieprawidłowo, na układach CMOS mogłoby się pojawić pełne napięcie zasilające.

Połącz urządzenie z bateriami lub zasilaczem stołu laboratoryjnego. Pobór prądu przy zasilaniu 18V powinien wynosić około 35mA. Sprawdź czy napięcie wyjściowe stabilizatora jest równe 12V.

Jeśli dysponujesz miernikiem częstotliwości lub oscyloskopem, użyj ich do sprawdzenia częstotliwości z różnych zakresów. Jeśli nie, użyj odbiornika radiowego, by upewnić się, że układ działa (wskazówki odnośnie wprowadzania sygnału do odbiornika znajdziesz dalej).

### Regulacja i eksploatacja

Jeśli dysponujesz dokładnym miernikiem częstotliwości, wprowadź znacznik 8MHz (z wyłączoną modulacją) i reguluj C2 aż do

„wciągnięcia“ kwarcu dokładnie na tę częstotliwość.

Jeśli do ustawienia kalibratora zamierzasz użyć radioodbiornika, dostrój go do odpowiedniej stacji, np. Deutsche Welle (w Niemczech nadajnik 500kW na 6MHz). Doprowadź do odbiornika częstotliwość możliwie najwyższego znacznika i reguluj C2 do uzyskania zdudnienia z nadajnikiem.

W miarę przybliżania się obydwu częstotliwości, wysokość tonu akustycznego emitowanego przez odbiornik będzie maleć do powolnego falowania i w końcu zaniknie (zdudnienie), gdy harmoniczna częstotliwości znacznika dokładnie dopasuje się do częstotliwości odległego nadajnika. Znacznik 1MHz powinien być, oczywiście, zastosowany w przypadku nadajnika o nieparzystej liczbie MHz, ale dla niemieckiego nadajnika pracującego na 6MHz można użyć 2MHz.

Do połączenia wyjścia generatora znaczników z kalibrowanym urządzeniem można zastosować krótki odcinek przewodu ekranowanego z gniazda K2, ale odcinek pojedynczego przewodu izolowanego z gniazda K1, ułożony w pobliżu anteny odbiornika zwykle jest tym, czego potrzeba do zapewnienia odpowiedniego poziomu sygnału. Zawsze stosuj możliwie jak najmniejsze poziomy dla zminimalizowania pasożytniczych odpowiedzi wewnątrz odbiornika. Pamiętaj, że superheterodyny generują częstotliwości lustrzane odbieranego sygnału, z których najbardziej kłopotliwe są te rozmieszczone w odległości dwukrotności częstotliwości pośredniej od-

biornika od częstotliwości nadajnika.

Jeśli odbiornik jest typu komunikacyjnego, przełącz go na BFO i dostrajaj do zera dudnień z nie modulowanym znacznikiem. Techniki tej możesz również użyć do kalibracji prostych odbiorników reakcyjnych. Jeśli odbiornik jest z lokalną superheterodyną lub odbiornikiem TRF (ang. Tuned Radio Frequency - ze wzmocnieniem bezpośrednim) bez reakcji, sygnał znacznika musi być zmodulowany dla wytworzenia słyszalnego tonu.

Harmoniczne wszystkich znaczników są rozłożone (w górę) przez całe widmo w.cz. Błędną niejednoznaczności można więc uniknąć, jeśli na początku procesu kalibracji zastosujemy możliwie największą częstotliwość znacznika, np. zaczynając w paśmie fal średnich od wprowadzenia znacznika 1MHz (pasma to nie rozciąga się dostatecznie wysoko, by pomieścić jego harmoniczną 2MHz), a w pasmie fal krótkich zaczniemy od znaczników 4 lub 8MHz.

Gdy te punkty odniesienia zostaną ustalone, posuwaj się dalej od nich, stosując znacznik o niższej częstotliwości. Na falach średnich odpowiedni będzie 100kHz, a następnie 50 i 25kHz w celu dalszego podziału skali. Jeśli skala jest długa, zamiast 25kHz można podać 10kHz dla uzyskania dokładniejszej kalibracji.

Kalibratora można, oczywiście, użyć do sprawdzenia dokładności dostrojenia odbiornika (o słabo lub źle skalibrowanej skali) do częstotliwości poszczególnych nadajników.

**Projektował Raymond Haigh  
[990047-1]**