

Rys. 4.

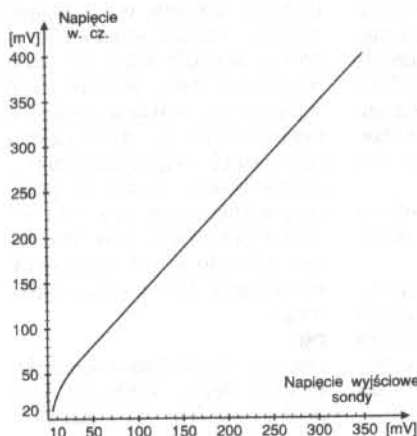
stałej częstotliwości sygnału wejściowego). Sprawdzenia takiego dokonują między innymi punkty legalizacyjne narzędzi pomiarowych grupy drugiej. Na **rysunku 5** pokazano wykres przebiegu wartości napięcia stałego na wyjściu sondy modelowej w zależności od mierzonego napięcia w.cz.

Drugą, nie mniej ważną charakterystyką użytkową sondy jest charakterystyka amplitudowo - częstotliwościowa. Sprawdzenia dokonuje się w tym samym układzie pomiarowym, zmieniając częstotliwość sygnału wejściowego przy jego stałej amplitudzie. Konstrukcja mechaniczna sondy oraz właściwa dioda zapewnia stosunkowo małą pojemność (około 3pF), a w konsekwencji dość „płaską” charakterystykę detekcji napięcia w szerokim zakresie częstotliwości

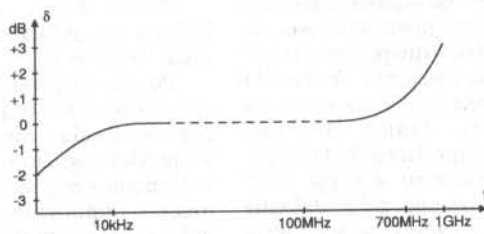
(rysunek 6). Największy błąd pomiarowy, dochodzący do $\pm 3\text{dB}$, występował w zakresie małych i bardzo dużych częstotliwości (1...20kHz i 600...1000MHz).

Jeżeli nawet nie jesteśmy w stanie dokonać sprawdzenia sondy ze względu na brak przyrządów wzorcowych czy brak w pobliżu miejsca zamieszkania punktu metrologicznego, to i taka sonda odda nam nieocenione usługi podczas strojenia czy napraw urządzeń w.cz. W przypadku dysponowania prostym multimetrem analogowym (bez dodatkowego wzmacniacza wejściowego) o niskiej rezystancji wartości rezystora R (nawet tysiąc razy) do wartości umożliwiającej pomiar napięć w.cz. rzędu 500mV na najczulszym podzakresie pomiarowym. Warto pamiętać, że im mniejsza jest wartość rezystora R, tym większa jest czułość sondy, ale przy tym maleje rezystancja wejściowa i liniowość skali woltomierza.

Sonda taka, niez-



Rys. 5.



Rys. 6.

ależnie od tego, czy zastosowaliśmy zalecaną diodę GD507A czy pierwszą lepszą diodę germanową z serii AAP... lub DOG..., będzie służyła w zasadzie jako wskaźnik napięcia w.cz.

W każdym razie maksymalna wartość skuteczna doprowadzonego napięcia w.cz. nie powinna przekraczać 15V. Składowa stała wraz z wartością szczytową mierzonego napięcia przemiennego nie może przekraczać maksymalnego napięcia na jakie wykonany jest zastosowany kondensator C. W rozwiązaniu modelowym był to kondensator na napięciu 63V. Chcąc zastosować kondensator na dużo wyższe napięcie przebiecia należy uwzględnić jego większe gabaryty.

Podczas posługiwania się sondą należy przestrzegać pewnych zasad. Przede wszystkim napięcie mierzone należy zawsze doprowadzać do „gorącego” wejścia, a dodatkowy przewód (o jak najmniejszej długości) zakończony klipsem należy łączyć z masą. Klips powinien być łączony w pobliżu obwodu mierzonego w sposób zapewniający idealny kontakt elektryczny. W przypadku stwierdzenia naglej zmiany wskazań woltomierza przy zbliżeniu ręki czy przedmiotu metalowego, należy spróbować zmienić punkt przyłączenia masy.

Podczas strojenia obwodów rezonansowych LC należy w miarę możliwości sondę dołączać do odczepu od strony „zimnego końca” bądź do cew-

WYKAZ ELEMENTÓW

- C: 1nF (na napięcie uzależnione od zastosowania sondy)
- D: DG507A (lub z gorszym skutkiem inna dioda np. AAP153)
- R: 3...4MΩ (dobrac podczas kalibracji sondy)

ki sprzęgającej, która z reguły ma mniejszą liczbę zwojów. Podczas pomiarów należy uwzględnić rezystancję wejściową sondy (rzędu 300kΩ) oraz pojemność (około 3pF). Wrażliwość obwodów pomiarowych rośnie wraz z częstotliwością pracy. Przy wyższych częstotliwościach, np. 145MHz, dołączenie sondy (czyli dodatkowego kondensatora o pojemności 3pF) może już spowodować rozstrojenie badanego układu, a w przypadku generatora może to doprowadzić nawet do zerwania oscylacji. Zastosowanie długich przewodów doprowadzających napięcie do grotu sondy może spowodować zmianę obciążenia na indukcyjne, a to z kolei (wraz z pojemnościami doprowadzeń) może spowodować powstanie dodatkowych niepożądanych rezonansów. Z tego też względu przy strojeniu obwodów w.cz. o częstotliwości powyżej 100MHz autor proponuje łączyć sondę ze strojonym obwodem za pośrednictwem dodatkowego kondensatora 2pF, a przy bardzo wysokich częstotliwościach - 0,5pF. W każdym razie, im bliżej jesteśmy punktu rezonansu, w tym większym stopniu powinniśmy zmniejszać pojemność do niezbędnego minimum, przy którym jeszcze daje się zauważyć punkt maksymalnej wartości napięcia.

Andrzej Janeczek SP5AHT

Uwaga: diody GD507A są dostępne w ofercie handlowej AVT (ilość ograniczona).

W ofertach handlowych wielu firm pojawiła się ostatnio nowa pozycja: whisper (podśluchiwacz szeptów). Małe urządzenie wyposażone w słuchawki, podobne do małego radia, w rzeczywistości jest prostym wzmacniaczem pracującym ze zwykłym mikrofonem elektretowym. Montaż opisanego układu nie zajmie więcej niż 20 minut.

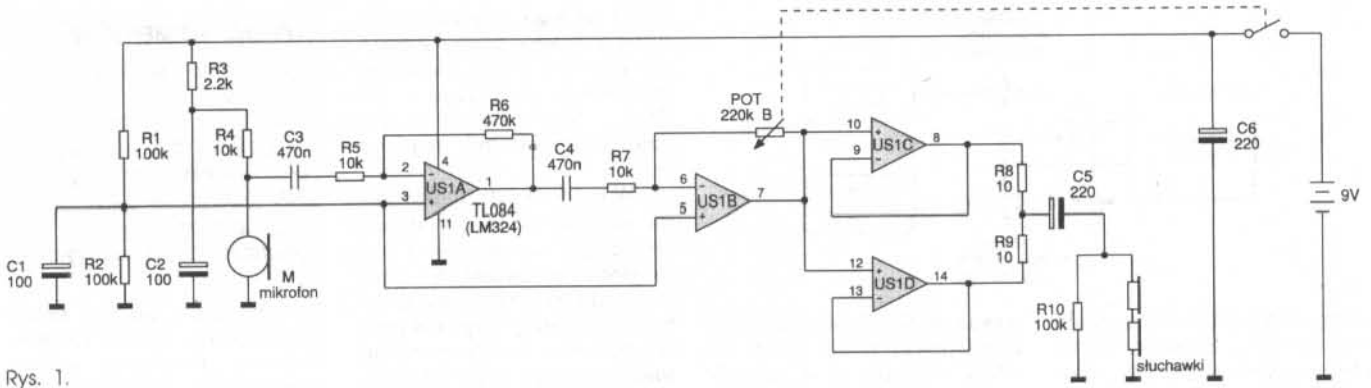
Whisper

Może on służyć jako aparat słuchowy dla osób o niewielkim ubytku słuchu (osoby o głębokim niedosłuchu powinny mieć aparat dobrany przez lekarza otolaryngologa).

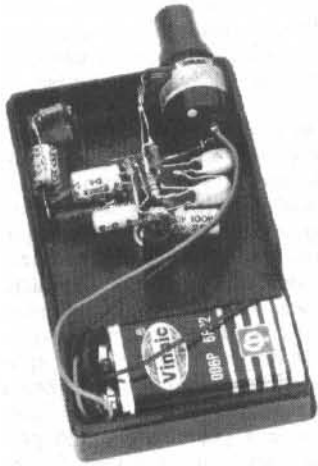
Whisper sprawi szczególną radość babci lub dziadkowi podczas rodzinnego oglądania telewizji. Warto również zbudować taki układ, aby przekonać się jak ciekawe wrażenia uzyskuje się podsłuchując dźwięki przyrody w plenerze. W pomieszczeniach zamkniętych, z powodu odbić uzyskuje się nieco inny efekt, szybciej też dochodzi do sprzyżenia akustycznego (gwizdu).

Schemat elektryczny whispera jest pokazany na **rysunku 1**. Podstawą jest popularny początkowy wzmacniacz operacyjny LM324. Dwukońcówkowy mikrofon jest zasilany przez rezystor R4; konieczne należy zastosować obwód R3-C2, który filtruje zasilanie mikrofonu i zapobiega wzbudzeniu układu na niskich częstotliwościach.

Schemat elektryczny whispera jest pokazany na **rysunku 1**. Podstawą jest popularny początkowy wzmacniacz operacyjny LM324. Dwukońcówkowy mikrofon jest zasilany przez rezystor R4; konieczne należy zastosować obwód R3-C2, który filtruje zasilanie mikrofonu i zapobiega wzbudzeniu układu na niskich częstotliwościach.



Rys. 1.



Sygnal z mikrofonu jest wzmacniany w dwóch stopniach (US1A i US1B). Układ wzmacniacza odwracającego wymaga w takiej konfiguracji najmniejszej liczby elementów biernych. Dwukońcówkowe mikrofony elektretowe produkcji dalekowschodniej mają dużą czułość i w wielu wypadkach wystarczyłby jeden stopień wzmacnienia. Korzystniej jest jednak przeprowadzać regulację wzmacnienia w drugim stopniu, po wzmacniaczu wstępnym - ewentualne indukowane w przewodach zakłócenia nie mają wtedy większego znaczenia. Dla wygody należy zastosować potencjometr POT o charakterystyce typu

B, wyposażony w wyłącznik. Wzmocniony sygnał jest podany na dwa buforzy wyjściowe o wzmacnieniu 1. Jest to konieczne przy zastosowaniu słuchawek o niewielkiej rezystancji. Jeśli buforzy nie będą użyte, to przy obciążeniu dość powolnego wzmacniacza LM324 pojawią się duże zniekształcenia skrośne. Można również zastosować szybszy układ TL084. Wzmacniacze serii TL08X (a także TL07X i TL06X) mają jednak rezystancję wyjściową dla dużych sygnałów rzędu 200Ω. Nie pozwoli to uzyskać dostatecznej amplitudy przy niskoomowym obciążeniu np. 2x8Ω. Układ LM324 może dostarczyć większego prądu, ale jest powolniejszy - stąd większe zniekształcenia skrośne. Można dodać komplementarne tranzystory wyjściowe (jak w układzie „Monitor audio” - EP6/94), ale najprostszym rozwiązaniem jest układ z rysunku 1. Dla zmniejszenia poboru mocy należałoby połączyć słuchawki w szereg - co prawda połączone będą wtedy przeciwfazowo, ale w układzie whispera nie ma to istotnego znaczenia. W modelu przy zasilaniu 9V uzyskano na typowych, tanich słuchawkach o impedancji 2x32Ω sygnał o napięciu 4,5Vpp. Przy takim poziomie zniekształcenia sygnału o częstotliwości 100Hz wyniosły 0,2%, przy 1000Hz - 0,54%. Dla większych częstotliwości zniekształcenia rosną na

wet do kilku % na górnym krańcu pasma akustycznego.

Układ pobiera w spoczynku bardzo nieznaczny prąd rzędu 1,4mA - mały pobór prądu jest tu podstawową zaletą. W szczytach występowania pobór prądu wzrasta do 15mA.

Pasma przenoszenia wynosi od około 50Hz do ponad 20kHz.

Układ został zmontowany w najprostszym sposób: niektórzy nazywają to montażem przestrzennym, inni pajakiem. Większe elementy można dla pewności przykleić do obudowy butaprenem.

Układ może być również zmontowany na płytce uniwersalnej lub na specjalnie zaprojektowanej płytce wispera AVT-1014 (rysunek 2).

Zawsze należy zwracać uwagę na sposób prowadzenia masy - najlepsze jest połączenie jednopunktowe w pobliżu nóżki 11 US1. Przy niestaranym, „rozwlekłym” prowadzeniu masy układ może się wzbudzić.

Zimny zacisk mikrofonu (minus) jest połączony z metalową obudową.

Po zmontowaniu należy sprawdzić pobór prądu układu bez obciążenia - nie powinien on przekraczać 2mA. Prawidłowo zmontowany układ od razu pracuje poprawnie. Dla pewności można zmierzyć napięcie

stałe na wyjściu któregośkolwiek wzmacniacza operacyjnego - powinno być zbliżone do $U_{ZAS}/2$. Jeśli z powodu dużych prądów wejściowych wzmacniaczy odchyłka wynosi więcej niż 1V, można skorygować wartości rezystorów dzielnika R1, R2. Również napięcie na gorącym zacisku mikrofonu powinno wynosić kilka woltów (2...7V) - gdyby było mniejsze, należy zmniejszyć wartość R4.

Układ nie wymaga uruchamiania, pierwsze próby najlepiej jest przeprowadzić na wolnym powietrzu (w pomieszczeniu szybciej nastąpi sprzężenie - gwizd). W rzadkich przypadkach w związku z rozrzutem czułości mikrofonów może zająć potrzeba zmiany wzmacnienia układu. Należy wtedy skorygować wartość R5 i R7 - nie powinna ona jednak być mniejsza od 3,3kΩ z uwagi na ograniczenie od dołu pasma przenoszenia. Największe wzmacnienie będzie można w praktyce wykorzystać tylko na odległości mikrofonu od słuchawek na długość kabla połączeniowego.

pg
Uwaga: płytki drukowane i kity są dostępne w ofercie AVT pod symbolem AVT-1014.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2, R10: 100kΩ
- R3: 2,2kΩ
- R4, R5, R7: 10kΩ
- R6: 470kΩ
- R8, R9: 10Ω
- POT: potencjometr z wyłącznikiem 220kΩB + gałka

Kondensatory

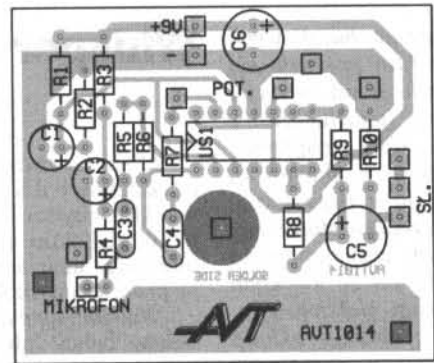
- C1, C2: 100µF/10V
- C3, C4: 470nF stały
- C5, C6: 220µF/10V

Półprzewodniki

US: LM324 (TL084)

Różne

- M: mikrofon elektretowy
- zacisk baterii 9V
- gniazdo minijack stereo
- obudowa
- słuchawki



Rys. 2.