

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

**REFERATY
PROBLEMOWE**

Zeszyt 79

Grzegorz Pomećko

GENERATOR SZTUCZNEGO GŁOSU



Warszawa 1987

621.373.1 : 612.78

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

REFERATY PROBLEMOWE

Zeszyt 79

Grzegorz Pomećko

GENERATOR SZTUCZNEGO GŁOSU

Warszawa 1987

S-9773

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sońta, mgr inż. Andrzej Stągrowski

mgr inż. Krystyna Frączek

Opracował:

techn. Grzegorz Pomoćko

Zakład Elektroakustyki /Z-9/

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności
Nr 5-9773

Instytut Łączności

04-894 Warszawa, ul. Szachowa 1, tel. 128-329

Praca 3/9-10

Opiniował: mgr inż. Adam Borowski

Manuskrypt dostarczono dnia 1987.05.03

W artykule opisano generator sztucznego głosu zastosowany w mierniku tłumienności odniesienia typu MT-1, wykonanym w ramach pracy planowej 3/9-10 w latach 1983-1985. Szczególną uwagę zwrócono na problemy związane z wyborem schematu generatora. Na podstawie schematów ideowych omówiono zasadę działania poszczególnych bloków funkcjonalnych. Dla potwierdzenia trafności wyboru rozwiązania układowego przytoczono wyniki pomiarów.

Redaktor: mgr Krystyna Juskiewicz

Montaż tekstu: Barbara Skwara

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 1987.06.22.
Nakład 70 egz.

Grzegorz Pomećko

GENERATOR SZTUCZNEGO GŁOSU

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Podstawowe parametry generatora	1
3. Wybór rozwiązania generatora	2
3.1. Generator z mostkiem Wiena	2
3.2. Generator przebiegu trójkątnego z konwerterem funkcyjnym	2
3.3. Generator dudnieniowy sinusoida-sinusoida	3
3.4. Generator dudnieniowy sinusoida-prostokąt	3
4. Budowa generatora sztucznego głosu	3
4.1. Generatory wysokiej częstotliwości	5
4.2. Filtr dolnoprzepustowy 20 kHz	6
4.3. Mieszacz	8
4.4. Filtr końcowy	8
4.5. Generator przebiegu przestrajającego	9
5. Wyniki pomiarów	9
Wykaz literatury	11

GENERATOR SZTUCZNEGO GŁOSU

1. WPROWADZENIE

W telefonometrii parametry elektroakustyczne toru rozmównego aparatu telefonicznego mierzy się dwiema metodami: subiektywną i obiektywną.

Metoda subiektywna polega na ocenie przez obsługującą ekipę operatorów poziomu głośności toru rozmównego w kierunkach: nadawczym, odbiorczym i efektu lokalnego oraz porównania jej z poziomem wzorcowym, co pozwala na wyznaczenie tłumienności odniesienia. W metodzie obiektywnej ekipę operatorów zastępuje przyrząd, zwany miernikiem tłumienności odniesienia. Składa się on ze sztucznej głowy i części pomiarowo-zasilającej. W sztucznej głowie ucho ludzkie zastępuje mikrofon, a głos ludzki - głośnik sterowany sygnałem z generatora sztucznego głosu. W artykule opisano wybór rozwiązania i omówiono działanie poszczególnych bloków funkcjonalnych generatora sztucznego głosu. Przyrząd MT-1 opracowano w Zakładzie Elektroakustyki /Z-9/ Ił., wykorzystując do jego budowy elementy elektroniczne produkcji krajowej.

2. PODSTAWOWE PARAMETRY GENERATORA

Podstawowe parametry generatora to:

1/ pasmo częstotliwości przestrajanych w sposób ciągły automatycznie:

$$200 \text{ Hz } (\pm 10 \text{ Hz}) \rightarrow 4000 \text{ Hz } (\pm 200 \text{ Hz})$$

2/ okres automatycznego przestrajaniania

$$(200 \rightarrow - 4000 \text{ Hz } + 4000 \text{ Hz } \rightarrow 200 \text{ Hz}) \quad ; \quad 1 \text{ s}$$

3/ wykładnicza funkcja przestrajaniania

$$\text{dla pasma } (200 - 4000) \text{ Hz} \quad f(t) = 200e^{6t},$$

$$\text{dla pasma } (4000 - 200) \text{ Hz} \quad f(t) = 200e^{6(1-t)}$$

- 4/ nierównomierność pasma częstotliwości przestrajanych automatycznie (200 ÷ 4000 Hz) : $\pm 0,1$ dB
- 5/ napięcie wyjściowe dla $f = 1000$ Hz : 570 mV ($\pm 1\%$)
- 6/ współczynnik zawartości harmonicznych w pasmie 200 ÷ 4000 Hz : $\leq 3\%$
- 7/ temperatura otoczenia w czasie pracy: 293 K (± 10 K)

3. WYBÓR ROZWIĄZANIA GENERATORA

Realizacja generatora sztucznego głosu jest możliwa w różnych wariantach. Poniżej przedstawiono zalety i wady czterech wariantów układowych, uwzględniając podane w pkt.2 wymagania.

3.1. Generator z mostkiem Wiens

Zaletą tego rozwiązania jest prosty schemat. Istnieją natomiast problemy w uzyskaniu ciągłości przestrajania w założonym pasmie częstotliwości przy zachowaniu stałości amplitudy napięcia wyjściowego. Inną trudnością jest kompensacja zmian częstotliwości skrajnych zakresu przestrajania /tzw. dryft częstotliwości/.

3.2. Generator przebiegu trójkątnego z konwerterem funkcyjnym

Zasada działania generatora polega na ładowaniu i rozładowywaniu kondensatora przez dwa na przemian włączane źródła prądowe, przez co wytworzony zostaje na kondensatorze przebieg trójkątny. Zamiana sygnału o przebiegu trójkątnym na sinusoidę odbywa się w konwerterze funkcyjnym apoksymującym przebieg. Podstawową zaletą tego rozwiązania jest szeroki zakres możliwego przestrajania. Natomiast wadą są nadmierne niekształcenia nieliniowe i dryft częstotliwości przy zmianach

temperatury. Istnieje gotowy układ scalony ICL 8038 realizujący funkcję generatora, którego działanie opiera się na opisanej zasadzie.

3.3. Generator dudnieniowy sinusoida-sinusoida

W generatorze dudnieniowym otrzymuje się przebieg wyjściowy jako produkt zmieszania dwóch częstotliwości: stałej i przestrajanej wytwarzanych przez dwa generatory składowe. Zaletą takiego układu jest szeroki zakres przestrajania oraz dobra kompensacja temperaturowa wynikająca z idei generatora, gdyż identyczne generatory składowe zmieniają częstotliwość w tym samym kierunku, więc częstotliwość różnicowa pozostaje stała. Gdy zastosuje się dobre filtry niepożądanych produktów przemiany częstotliwości, to można uzyskać małe zniekształcenia nieliniowe.

3.4. Generator dudnieniowy sinusoida - prostokąt

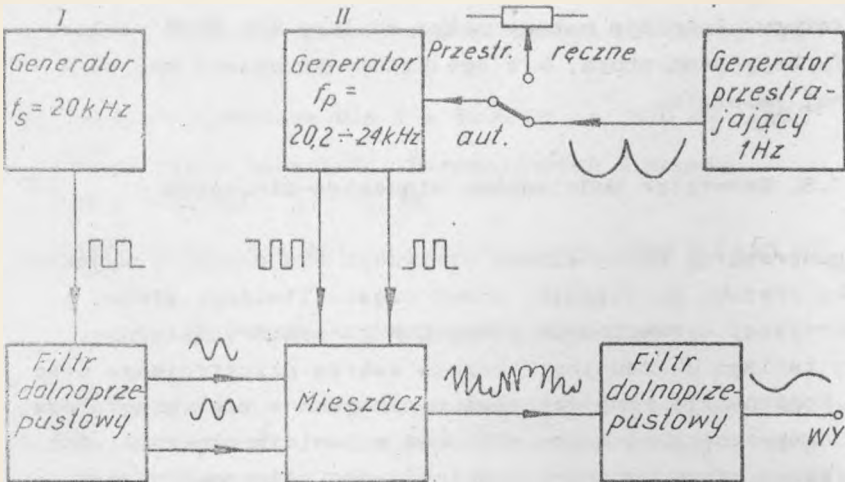
Zasada działania jest taka sama jak generatora opisanego w pkt. 3.3. Różnica polega na tym, że przestrajany generator składowy wytwarza przebieg prostokątny, co zapewnia dużą stałość amplitudy przebiegu wyjściowego.

Z uwagi na prostotę wykonania najlepszy jest generator z wariantu 3.2., zrealizowany przy użyciu układu ICL 8038 /INTERSIL/. Układ ten nie jest produkowany w krajach RWPG, wybrano zatem wariant 3.4, czyli generator dudnieniowy sinusoida - prostokąt, zapewniający najlepsze parametry techniczne, a przy tym możliwy do realizacji przy użyciu elementów krajowych.

4. BUDOWA GENERATORA SZTUCZNEGO GŁOSU

Schemat blokowy przedstawiono na rys. 1.

Generator składowy I wytwarza przebieg prostokątny o czę-



Rys. 1. Schemat blokowy generatora sztucznego głosu

stotliwości $f_s = 20$ kHz, który jest doprowadzany do filtru dolnoprzepustowego dającego dwa nawzajem odwrócone w fazie przebiegi sinusoidalne. Generator składowy II jest przestrajany automatycznie bądź ręcznie potencjometrem w pasmie $f_p = (20,2 \div 24)$ kHz, wytwarza dwa nawzajem odwrócone w fazie przebiegi prostokątne. Po doprowadzeniu tych przebiegów do mieszacza następuje przemiana częstotliwości. Na wyjściu mieszacza uzyskuje się produkty przemiany zgodnie z zależnością: $nf_p \pm f_s$,

gdzie: $n = 1, 3, 5, \dots$, czyli $f_p - f_s = (20,2 \div 24)$ kHz - 20 kHz =
(0,2 ÷ 4) kHz

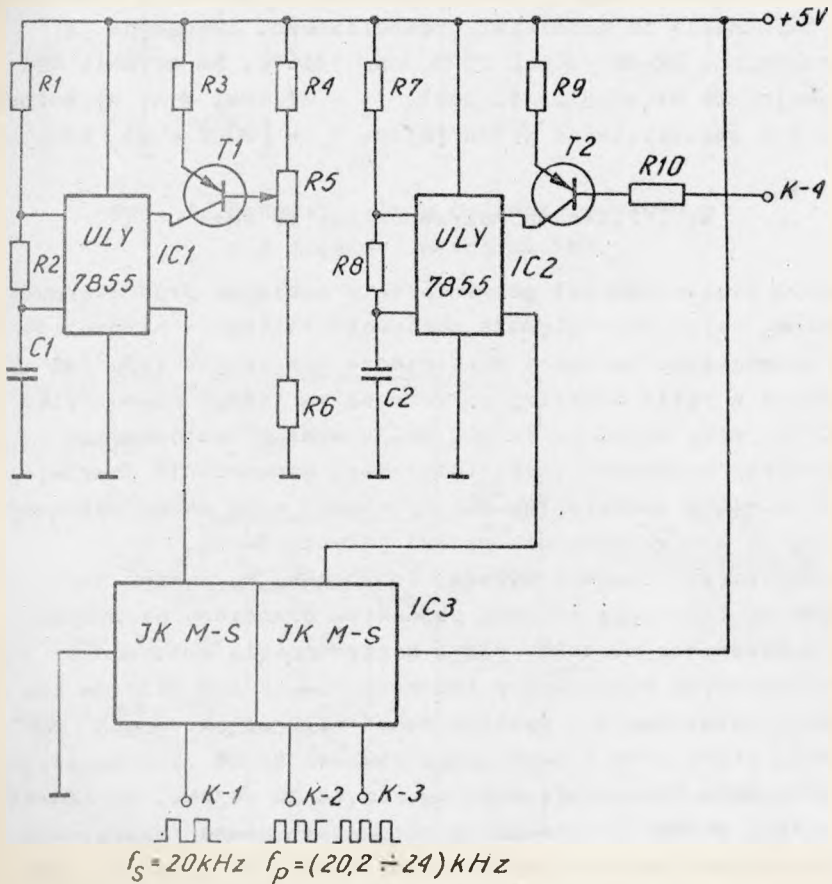
$$f_p + f_s = (20,2 \div 24)$$
 kHz + 20 kHz =
(40,2 ÷ 44) kHz

itd.

Filtr końcowy wydziela interesujący produkt przemiany, tj. pasmo 200 ÷ 4000 Hz.

4.1. Generatory wysokiej częstotliwości

Jako generatorów przebiegu prostokątnego użyto układów scalonych IC 1 i IC 2 typu ULY 7855 /NE 555/, pokazanych na rys. 2. Zapewniają one wysoką stabilność częstotliwości, niezależnie od temperatury otoczenia i napięcia zasilania. Zmiana częstotliwości następuje poprzez modulację szerokości impulsu. Służą do tego tranzystory T1 i T2. Generator z ukła-



Rys. 2. Schemat generatorów przebiegów prostokątnych

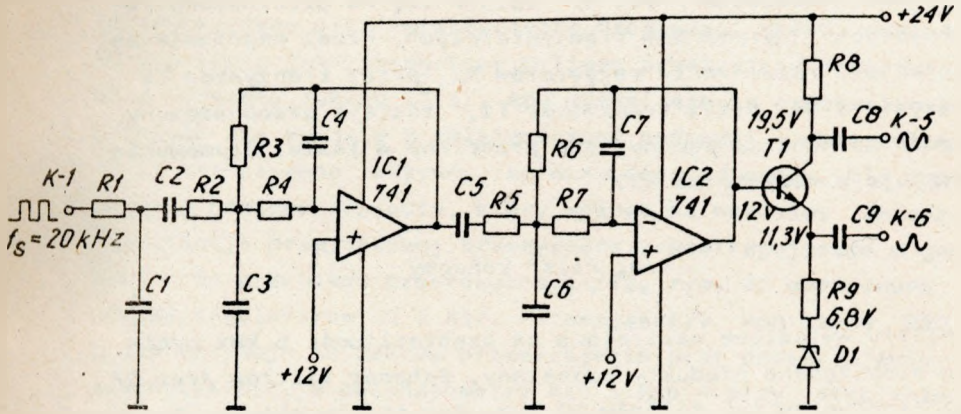
dem IC 1 wytwarza przebieg o częstotliwości 40 kHz, a generator z układem IC 2 przebieg przestrojany napięciem dostarczonym do końcówki K-4 w zakresie (40,4 - 48) kHz. Transystory T1 i T2 są umieszczone obok siebie na płytce drukowanej i zmiana temperatury przestroja oba generatory w tym samym kierunku. Dla przykładu, gdy pierwszy generator przestroi się na 40100 Hz, to drugi też zmieni częstotliwość o 100 Hz na (40500 ÷ 48100) Hz, a zatem różnica $f_p - f_s$ pozostanie ta sama. Ze względu na łatwość filtracji i przełączenie w mikserze współczynnik wypełnienia powinien wynosić 0,5. Zapewniają to dzielniki częstotliwości zbudowane z przerzutników JK-MS /układ IC 3, np. 74107/. Na wyjściu K-1 otrzymuje się częstotliwość stałą $f_s = 20$ kHz, a na wyjściach K-2 i K-3 częstotliwość przestrojaną $f_p = (20,2 \div 24)$ kHz.

4.2. Filtr dolnoprzepustowy 20 kHz

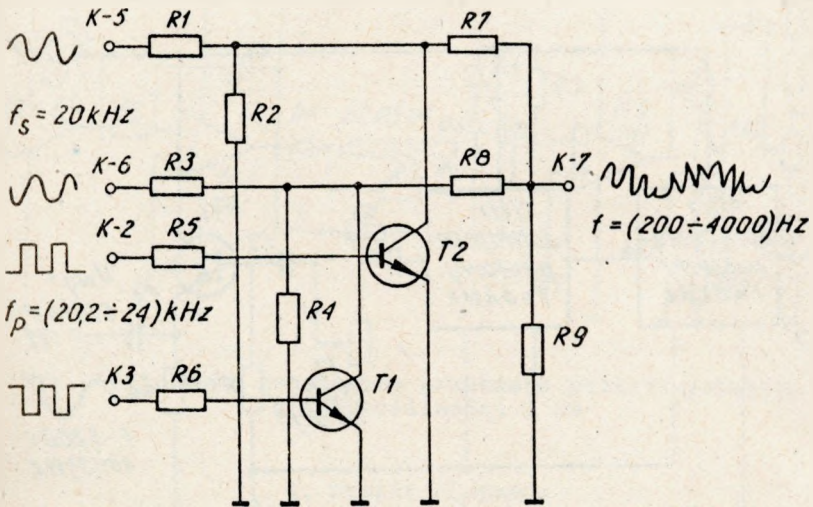
Wyboru częstotliwości generatorów przebiegów prostokątnych dokonano, mając na względzie możliwość filtracji harmonicznych prostokąta. Dostępne wzmacniacze operacyjne typu 741 przenoszą w pętli otwartej sprzężenia zwrotnego pasmo tylko do 10 Hz, przy wzmacnieniu 100 dB. W wyniku zastosowania wewnętrznej kompensacji częstotliwości wzmacnienie powyżej 10 Hz maleje z nachyleniem 20 dB/dekadę, stąd można wyliczyć że przy 20 kHz wzmacnienie wynosi jedynie 34 dB.

Wybór częstotliwości wyższej od 20 kHz, korzystny ze względu na filtrację końcową produktów przemiany otrzymywanych z mieszacza, wiązałby się z koniecznością stosowania skomplikowanych wzmacniaczy tranzystorowych lub filtrów LC. Przyjęto rozwiązanie w postaci dwóch filtrów aktywnych RC 2-rzędu, które wraz z wejściowym obwodem R1 C1 daje sumaryczne nachylenie charakterystyki wynoszące 30 dB/okt. Do odwrócenia fazy przebiegu sinusoidalnego zastosowano rozwiązanie nie wymagające kondensatorów. Dioda Zenera D1 /rys. 3/ tak przesuwając potencjał dolny rezystora R9, że przy jednakowych wartościach R8 i R9 napięcie na kolektorze T1 jest właściwe

ze względu na wykorzystanie amplitudowe i otrzymanie jednokowych napięć na wyjściu zgodnym /K-6/ i odwróconym /K-5/.



Rys. 3. Schemat filtra dolnoprzepustowego dla częstotliwości 20 kHz



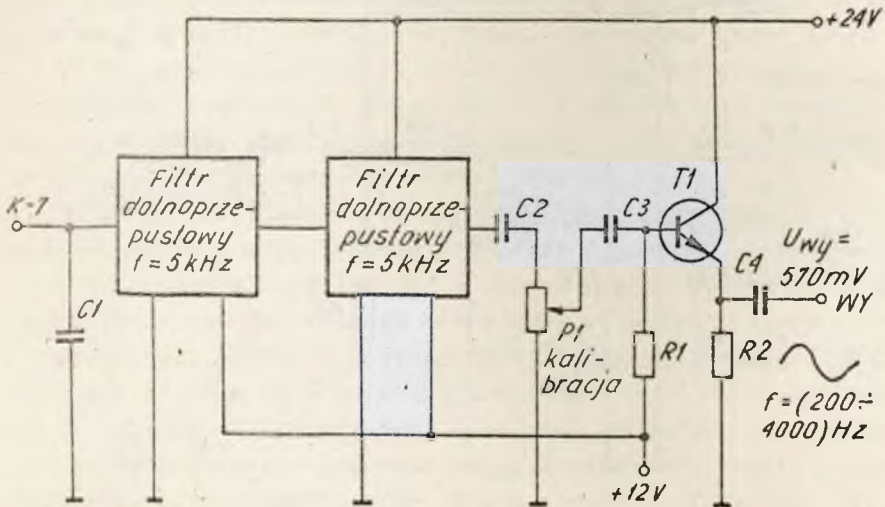
Rys. 4. Schemat mieszacza

4.3. Mieszacz

Schemat mieszacza /rys. 4/ opiera się na dzielnikach rezystorowych i zwieraczkach tranzystorowych. Przez naprzemienne zwieranie i rozwieranie rezystorów R2 przez tranzystor T2 i rezystora R4 przez tranzystor T1, zostaje przepuszczony fragment sinusoidy zgodny bądź przeciwny w fazie. Zsumowanie następuje w rezystorze R9.

4.4. Filtr końcowy

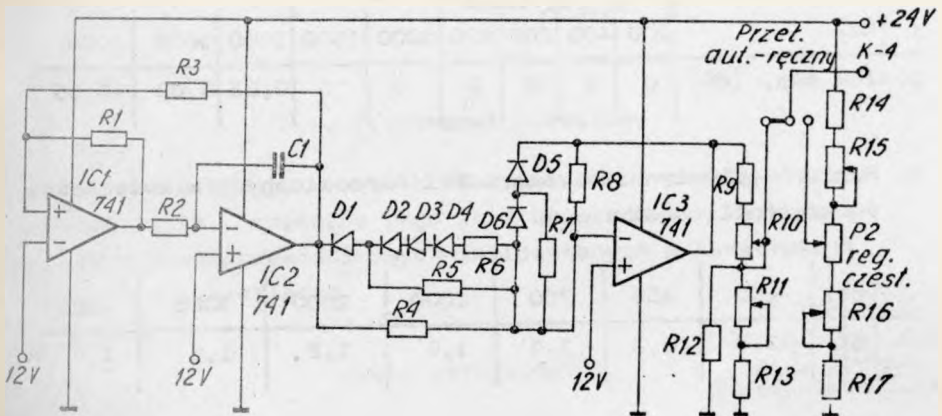
Filtry wyjściowe nastrojone na częstotliwość 5 kHz wycinają niepożądane produkty przemiany. Schemat filtrów /rys.5/ jest identyczny jak filtrów 20 kHz. Dwa filtry aktywne 2-rzędu i kondensator C1 dają nachylenie 30 dB/akt, co skutecznie eliminuje wyższe harmoniczne. Potencjometr P1 służy do kalibracji, tj. do ustawienia poziomu 570 mV, którego dokładność jest konieczna do otrzymania właściwych wyników pomiarów.



Rys. 5. Schemat filtrów końcowych

4.5. Generator przebiegu przestrajającego

Generator ten /rys. 6/ jest złożony z generatora przebiegu trójkątnego oraz aproksymatora diodowego. Układ scalony IC 2 pracuje jako integrator Millera przełączany przerzutnikiem Schmidta /układ IC 1/. Aby przestrajanie częstotliwości odbywało się zgodnie z zależnościami podanymi w wymaganiach /2.6/ zastosowano aktywny aproksymator diodowy. Dla dopasowania poziomu napięcia, który wpływa na właściwą zmianę rezystancji przejściowej tranzystora przestrajającego w generatorze przebiegu prostokątnego /T2, rys. 2/ opracowano zespół regulatorów R9 → R17. Potencjometry montażowe R10 i R11 wpływają na zakres przestrajania przy przestrajaniu automatycznym, a potencjometry R15 i R16 - przy strojeniu ręcznym zewnętrznym potencjometrem P2.



Rys. 6. Schemat generatora przebiegu przestrajającego o częstotliwości 1 Hz

5. WYNIKI POMIARÓW

Badania generatora wykonano zgodnie ze schematem pokazanym na rys. 7, w temperaturze otoczenia 293K/20°C/.

1. Pomiar zakresu częstotliwości w zależności od czasu działania

czas [min.]	1	15	30	45	60
B [Hz]	208-4060	201-4030	200-4020	198-4010	198-4010

2. Pomiar okresu automatycznego przestrajania w zależności od czasu działania

czas [min.]	1	15	30	45	60
okres przest. [s]	0,95	0,97	0,97	0,98	0,98

3. Pomiar nierównomierności charakterystyki częstotliwościowej względem poziomu odniesienia 285 mV = 0 dB przy $f = 1000$ Hz

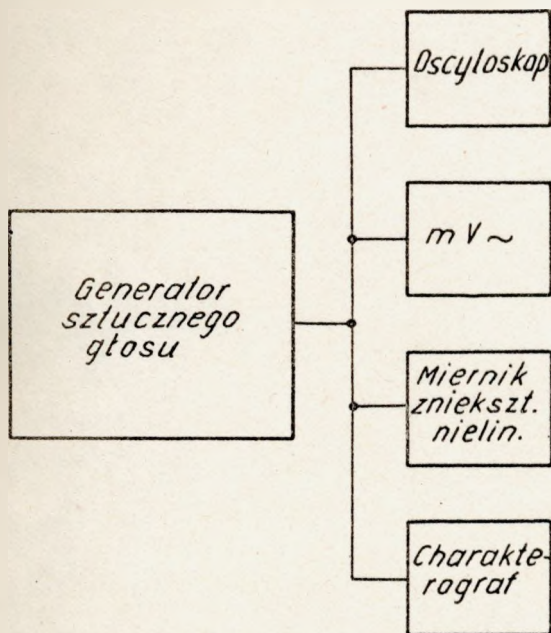
f [Hz]	200	400	600	800	1000	1500	2000	3000	4000
poziom nap. [dB]	0	0	0	0	0	0	0,03	0,09	-0,05

4. Pomiar współczynnika zawartości harmonicznych w zależności od częstotliwości

f [Hz]	200	400	700	1000	2000	3000	4000
h [%]	2,3	1,3	1,1	1,0	1,2	1,5	1,8

Wszystkie pomiary generatora sztucznego głosu wykonano w układzie wbudowanym do miernika tłumienności odniesienia typu MT-1.

Wyniki badań wykazują słuszność wyboru układu generatora, gdyż postawione wymagania zostały spełnione. Analizując wyniki pomiarów dotyczące zmiany zakresu częstotliwości w funkcji czasu działania urządzenia wpływa wniosek, że sta-



Rys. 7. Schemat pomiarowy

bilizacja następuje po około 30 minutach od chwili włączenia zasilania. Przyczyną tego jest bezwładność termiczna przyrządów półprzewodnikowych zastosowanych w konstrukcji generatora i zasilacza.

WYKAZ LITERATURY

BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności
Nr 5-9773

1. BRÜEL and KJAER. Electroacoustic Telephone Transmission Measuring Systems Type 3352 Instructions and Applications, 1973.
2. Nadachowski M., Kulka Z.: Analogowe układy scalone. WKŁ, Warszawa 1979.
3. Ward R.J.: Sweep - frequency Audio Oscillator - WIRELESS WORLD, No 9, 1971.

Biblioteka

IL

S-9773