

# KSZTAŁTOWANIE CHARAKTERYSTYKI WZMACNIACZA MIKROFONOWEGO w TRANSCEIVERZE KF (1)

... czyli o jej wpływie na jakość łączności i sposobach obiektywnego pomiaru jakości i zrozumiałości.

**D**o transceiverów typu TS440, TS930, TS940 firma Kenwood zaleca stosowanie mikrofonu stołowego typu MIC-60. "Quasi-studyjna" jakość modulacji emisji SSB nie odpowiada wymaganiom pracy z odległymi stacjami, przy słabych sygnałach odbieranych w gorszych warunkach propagacyjnych. Aby określić sposób poprawy, zostały wykonane stosowne pomiary właściwości samego mikrofonu bez wzmacniacza oraz całego toru modulacyjnego w urządzeniu TS940S. Przedstawione zostaną wyniki analiz, kierunki oraz sposoby postępowania przy indywidualnych korektach charakterystyki toru modulacyjnego nadajników SSB. Jakość emisji po wykonanych zmianach jest nienaganna, z doskonałą wyrazistością.

## Czynniki wpływające na jakość sygnału w nadajnikach SSB

W radiokomunikacji zależy głównie na zachowaniu zrozumiałości przenoszonej mowy z zachowaniem w niewielkim stopniu indywidualnych cech głosowych operatora. Indywidualne dopasowanie charakterystyki jest potrzebne w przypadku małego radiofonicznego głosu. W celu chociażby częściowego ukrycia wad wymowy zgłosek (seplenienie, "mowa przez nos"), zachodzi niekiedy potrzeba specjalnej korekty przenoszonego widma częstotliwości, uwypuklenia pewnego fragmentu pasma akustycznego, o który głos operatora jest upośledzony lub nadmiernie uwypuklony, a jest konieczny dla lepszej zrozumiałości. Szerokość pasma modulacji nadajnika jest określona przez filtr formujący sygnał SSB i zawiera się w granicach 2 do 3,2 kHz. W tym pasmie możemy dokonywać zmiany charakterystyki toru akustycznego modulatora, bowiem pozostałe części widma częstotliwości zostają skutecznie wyfiltrowane. Zakładamy tu poprawne i zgodne z zaleceniami producenta ustawienie częstotliwości pilotów (generatorów fali nośnej) względem pasma filtru.

## Czynniki obniżające zrozumiałość emisji SSB

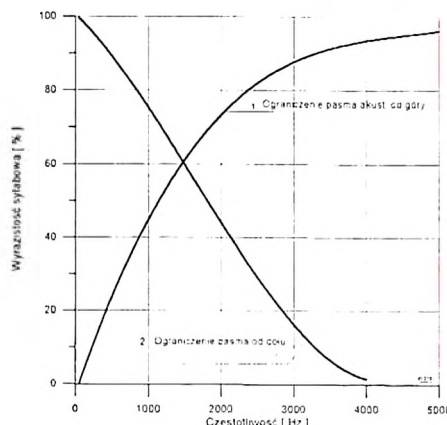
Tymi czynnikami są:

- zniekształcenia liniowe
- zniekształcenia nieliniowe
- zniekształcenia fazowe
- wpływ zakłóceń i głośności sygnału.

Zależność zrozumiałości mowy od szerokości pasma częstotliwości przedstawiono w tabl. 1. W radiokomunikacji z modulacją SSB, ograniczenie szerokości pasma akustycznego ma kilka pozytywnych aspektów, a mianowicie zmniejszenie szerokości pasma zajmowanego w pasmie radiowym, zwiększenie efektywności dyspozycyjnej mocy w.c.z., zmniejszenie poziomu szumów własnych nadajnika. Proces zawężania pasma akustycznego odbywa się zawsze kosztem obniżenia zrozumiałości mowy a zależności przedstawiono na rys. 1. Wyważenie odpowiednich proporcji między szerokością przenoszonego pasma a jego przebiegiem jest zależne od głosu operatora. Ze względu na niestacjonarny charakter mowy, istnieją trudności z obiektywną oceną zrozumiałości. Międzynarodowy Komitet Doradczy do Spraw Telefonii Dalekosiężnej CCIF (Comité Consultatif International des Communications Telefoniques a Grande Distance)

Tablica 1. Zrozumiałość mowy w zależności od szerokości pasma akustycznego

Zakres częstotliwości [Hz]	Zrozumiałość
500+1000	zła
500+1500	zaledwie wystarczająca
400+2000	wystarczająca
300+2500	dobra
200+3500	bardzo dobra



Rys. 1. Zrozumiałość mowy zależnie od sposobu zawężania pasma akustycznego

opracował specjalnie testy do obiektywnego badania wyrazistości. Zalecana jest metoda statystycznego badania wyrazistości zgłoskowej i określenia procentowego na podstawie wyników z testów. Próba polega na mówieniu do mikrofonu stacji nadawczej tekstu utworzonych sztucznie i nieskorelowanych z sobą wyrazów zwanych logatomami. Logatom składa się z trzech samogłosek i spółgłosek. Tekst zwykle zawiera 50 logatomów o tym samym stopniu trudności w ich zrozumieniu. Logatomy opracowane zostały w oparciu o sylaby najczęściej występujące w uniwersalnym języku Esperanto, ale istnieją też narodowe zestawy logatomów uwzględniające specyfikę językową zawartą w mowie potocznej. Na potrzeby poprawy zrozumiałości przekazywanych informacji drogą telefoniczną, zaleca się używanie popularnych imion w celu jednoznacznego określenia tekstu. W języku polskim brak jest rodzimego pochodzenia wyrazów zaczynających się literami X, V, Y, Q, które to litery w radiokomunikacji międzynarodowej są powszechnie stosowane, zachodzi więc konieczność stosowania uniwersalnych logatomów do badania wyrazistości systemów łączności, zgodnie z zaleceniami CCIF.

Przykłady zestawów logatomów (listy nr 29 i 37) są zawarte w tablicy 2. Poprawność odbioru przekazywanego tekstu również zależy od dykcji, wyrazistości, dynamiki, wymowy odczytującego. Uzyskana przy próbie zrozumiałość sylabowa 75+85% jest

Tablica 2. Przykładowe zestawy logatomów

Lista nr 29				
FRUF	LOFT	LOS	VLEZ	JIRS
NIF	STAL	SLUT	GREV	BRIS
MEC	SREV	SAK	DAT	ZEC
VUST	SPAL	BLAB	STRUS	CIP
HIST	PLEP	TEŚ	SOM	KLIZ
SIN	TRUD	ĠAM	ROT	PUD
SLAŚ	KRAFT	ŚAC	DROV	FOL
KIRS	VUN	NUB	FLEK	ROG
PSUG	BON	BONG	GLOR	PRIC
MER	ŚTAŚ	ĠEM	ĠING	TUR
Lista nr 37				
GOV	GLUZ	TREG	FRUL	MAFT
GUP	DREV	JOF	TAV	PRUN
NOC	VIRS	KLIP	PSEL	SAS
ŚUR	BOŚ	VLAS	PAF	ROST
SPEM	RER	PLEB	VEC	ŚRIĆ
KAG	COD	MOB	FLAS	ĠON
ŚTOĆ	SUS	STRAK	STID	SLIZ
BRAT	BLUM	GRIL	LUR	DIT
KREST	TURS	NET	FAN	ZIFT
HUM	LIŚ	SONG	BING	ŚLEK

Wymowa: Ġ = z, Ġ = dz, Ś = sz

**Tablica 3. Zgłoskowanie wg ICAO**

A	—	Alpha	N	—	November
B	—	Bravo	O	—	Oskar
C	—	Charli	P	—	Papa
D	—	Delta	Q	—	Quebec
E	—	Echo	R	—	Romeo
F	—	Foxtrot	S	—	Sierra
G	—	Golf	T	—	Tango
H	—	Hotel	U	—	Uniform
I	—	India	V	—	Victor
J	—	Juliet	W	—	Whiskey
K	—	Kilo	X	—	X-Ray
L	—	Lima	Y	—	Yankee
M	—	Mike	Z	—	Zulu

uważana za dostateczną. Stosowną korektę uwzględniającą czynnik wad wymowy możemy określić, przeprowadzając bezpośredni odsłuch bez pośrednictwa nadajnika i odbiornika. Test należy przeprowadzać tak, aby słuchający nie miał możliwości odczytu z ruchu warg mówiącego przyszłego operatora radiostacji, bez powtarzania sylab. W celu zwiększenia prawidłowości odbioru nadawanego tekstu w niesprzyjających warunkach komunikacji radiowej, opracowano dla potrzeb ICAO (International Civil Aviation Organization) i akceptowanie przez ARLL (American Radio Relay League), listę popularnych na arenie mię-

dzynarodowej, nazw miast, imion, państw, których początkowe litery lub zgłoski stanowią właściwą informację. Dzięki dużej korelacji wymowy liter i sylab zawartych w haśle następuje skojarzenie o jaką chodzi literę, stąd poprawa w odbiorze informacji i zwiększenie szybkości transmisji tekstu.

Kształtując charakterystykę wzmacniacza mikrofonowego staramy się uzyskać optymalną zrozumiałość emisji po stronie odbiorczej tak, aby z używanym zgłoskowaniem (tabl. 3) uzyskać 100% zrozumiałości. Tyle spraw ogólnych, konkrety w drugiej części artykułu. ■

**Marian Salamon**

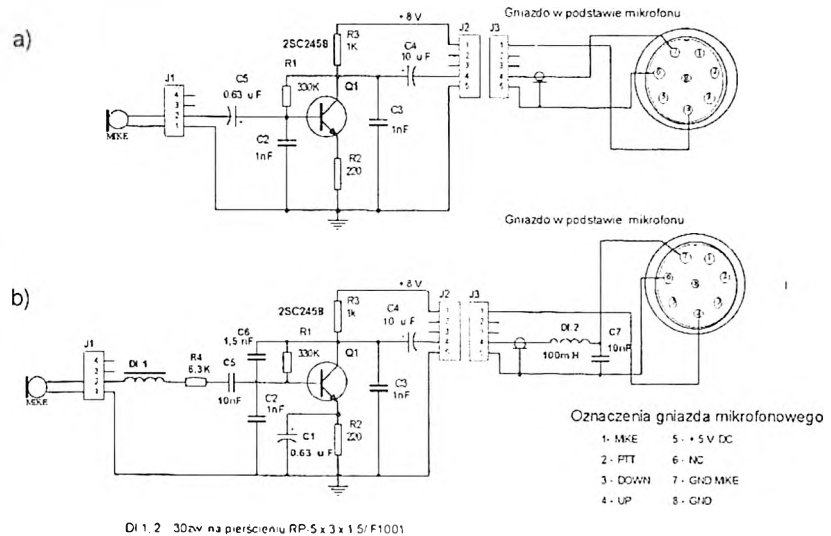
# KSZTAŁTOWANIE CHARAKTERYSTYKI WZMACNIACZA MIKROFONOWEGO W TRANSCEIVERZE KF (2)

Pierwszą część tego artykułu zamieściliśmy w nrze 1/2000.

## Układ przedwzmacniacza mikrofonowego MC60

Przedwzmacniacz (rys. 2a) jest zainstalowany w podstawie mikrofonu razem z układem krokowego sterowania częstotliwością heterodyny transceivera i zasilany z baterii własnych 9 V lub z transceivera. Zasilanie jest doprowadzone różnymi kablami, minus zasilania i opłot kabłąka mikrofonu są oddzielne, a opłot jest połączony w transceiverze przez dławik w.cz. do wspólnego minusa. W zamyśle producenta takie rozwiązanie miało zapewnić ochronę przed przenikaniem wszelkiego rodzaju zakłóceń od styków PTT (ręcznego przejścia na nadawanie) do modulatora. Praktyka wykazała, że przy niedopasowanej linii zasilającej antenę do impedancji wyjściowej nadajnika, na oplocie kabla mikrofonowego pojawia się napięcie w.cz., które przedostaje się dalej na wejście przedwzmacniacza. Powstaje charakterystyczne skażenie modulacji i utrata zrozumiałości mowy. Sam przedwzmacniacz zbudowany jest tylko z jednym tranzystorem 2SC2458. Zastosowano tu dwa ujemne sprzężenia zwrotne: napięciowe R1 i prądowe R2, uzyskując tą drogą szerokie pasmo przenoszenia i doskonałą liniową charakterystykę fazową przy znikomych zniekształceniach nieliniowych. Całość mikrofon-przedwzmacniacz, ma walory quasi-studyjne. Przenoszone pasma częstotliwości akustycznych i zniekształcenia fazowe przedstawiają charakterystyki wykonane na podstawie pomiarów i weryfikowane na drodze symulacji komputerowej (rys. 3).

Parametry szumowe oryginalnego przedwzmac-



DI 1, 2 30zv na pierścieniu RP-5 3 x 1,5 / F1001

Rys. 2. Modyfikacja przedwzmacniacza mikrofonowego Kenwood MC60

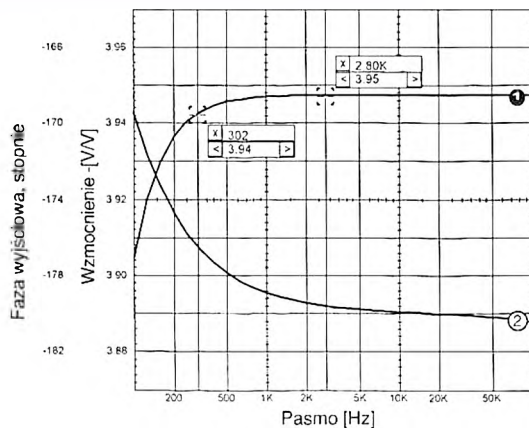
a – przed modyfikacją, b – po modyfikacji

niacza MC60 przedstawiono na rys. 4. Pomierzony w komorze akustycznej egzemplarz mikrofonu miał zaskakująco wyrównaną charakterystykę. Prawdopodobnie i inne egzemplarze powinny cechować się podobnymi walorami. W połączeniu z dobrymi parametrami liniowymi modulatora SSB, filtru kształtującego sygnał i toru wzmocnienia wielkiej częstotliwości transceivera, uzyskujemy, na miarę systemu, wierne odzwierciedlenie głosu operatora, co nie jest jednak jednoznaczne z optymalną zrozumiałością. Wyniki pomiarów i ocena korespondentów skłoniły autora do modyfikacji układu tak, by jak najmniej stracić z niskiego poziomu zniekształceń nieliniowych, szumowych i fazowych wzmacniacza ale uzyskać charakterystykę częstotliwościową, która poprawi zrozumiałość emisji SSB dzięki przysto-

sowaniu do głosu operatora. Wersja po tej modyfikacji jest przedstawiona na rys. 2b. Dławiki DI1, DI2 oraz kondensator C7 skutecznie zapobiegają penetracji wielkiej częstotliwości i nie dopuszczają do skażenia modulacji. Praktycznie, wstawienie dławików w.cz. nie wpływa na parametry akustyczne przedwzmacniacza. Rezystor R4 poprawia charakterystykę fazową przedwzmacniacza.

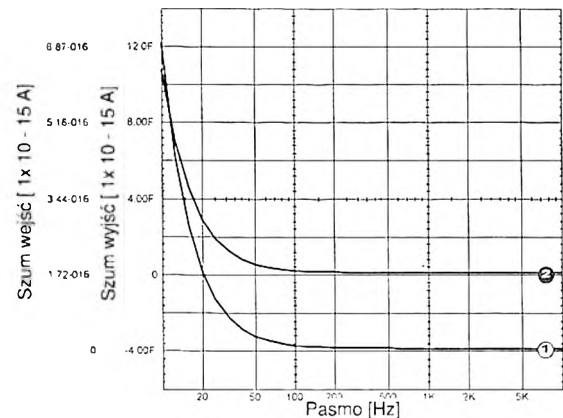
Pojawiające się podczas mówienia na zaciskach mikrofonu napięcie zawiera widmo częstotliwości o różnych amplitudach i fazach. Zadaniem wzmacniacza jest nie tylko wzmocnienie sygnałów ale i zachowanie ich fazy – wtedy i tylko wtedy mamy do czynienia z minimalnymi zniekształceniami.

Kształtowanie charakterystyki częstotliwości-



Rys. 3. Zniekształcenia liniowe i fazowe oryginalnej wersji przedwzmacniacza mikrofonowego MC60

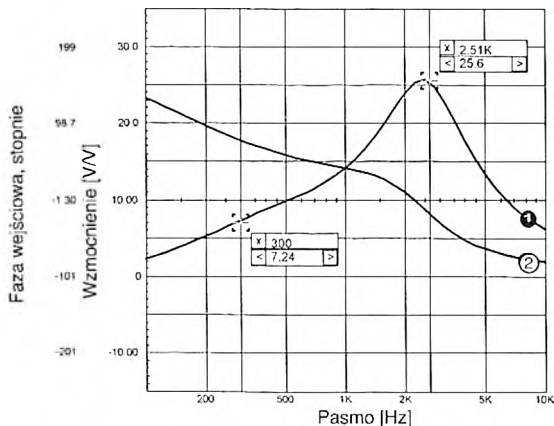
Krzywa 1 – wzmocnienie, krzywa 2 – faza



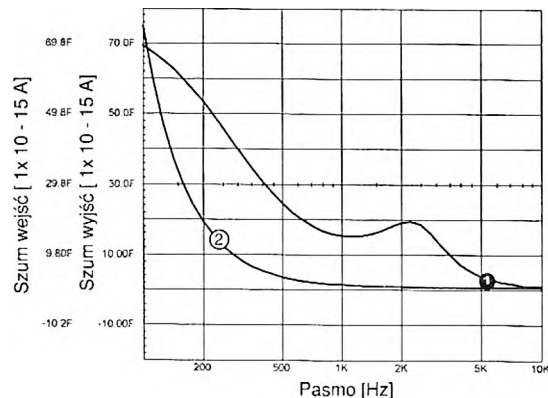
Rys. 4. Parametry szumowe oryginalnej wersji przedwzmacniacza MC60

Krzywa 1 – poziom szumów na zaciskach wejściowych przedwzmacniacza.

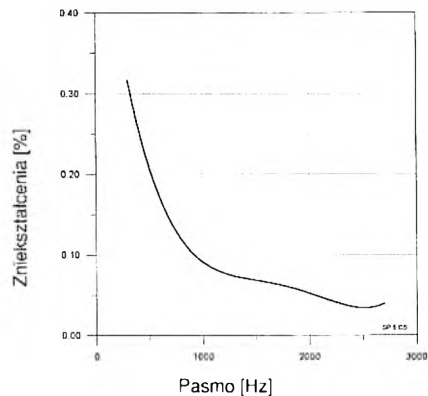
Krzywa 2 – charakterystyka szumowa mikrofonu



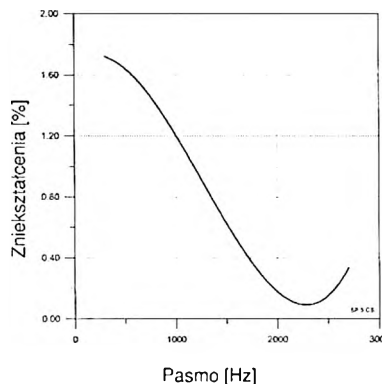
**Rys. 5. Zniekształcenia zmodyfikowanego przedwzmacniacza mikrofonowego**  
 Krzywa 1 – zniekształcenia liniowe po modyfikacji, 2 – charakterystyka fazowa po modyfikacji



**Rys. 6. Charakterystyki szumowe wzmacniacza po modyfikacji**  
 Krzywa 1 – szumy na zaciskach wyjściowych, krzywa 2 – szumy na wyjściu wzmacniacza



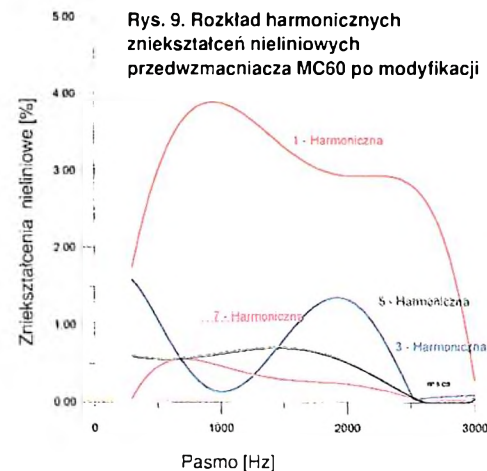
**Rys. 7. Zniekształcenia nieliniowe oryginalnego przedwzmacniacza MC60**



**Rys. 8. Zniekształcenia nieliniowe przedwzmacniacza MC60 po modyfikacji**

wej odbywa się kosztem wzmocnienia. Jednym z zastosowanych sposobów zwiększenia wzmocnienia jest zmniejszenie ujemnego sprzężenia zwrotnego prądowego przez dołączenie kondensatora C1. Efekt obciążenia większych częstotliwości uzyskano przez wprowadzenie ujemnego sprzężenia zwrotnego napięciowego kondensatorem C6. Dalszą korekcję częstotliwościową daje znaczne zmniejszenie pojemności kondensatora C5. Elementy dodatkowo dołączane są przyłutowane bezpośrednio od strony druku. Dławiki

D11, D12 zostały nawinięte na toroidalnych rdzeniach ferrytowych typ RP 5x3x1,5/F2001. Wyniki pomiarów po przeprowadzonej modyfikacji są przedstawione na charakterystykach (rys. 5, 6). Nieznacznie zwiększone wzmocnienie układu poprawiło pracę z VOX'em. Parametry szumowe i fazowe zostały wprowadzić nieco obniżone (patrz charakterystyki z rys. 7 i 8), lecz praktycznie są niezauważalne przez korespondentów; wręcz przeciwnie: potwierdzają oni doskonałą, wyróżniającą się jakość emisji.



**Rys. 9. Rozkład harmonicznych zniekształceń nieliniowych przedwzmacniacza MC60 po modyfikacji**

Poziomy harmonicznych w pasmie przenoszenia przedwzmacniacza są przedstawione na rys. 9.