

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

REFERATY  
PROBLEMOWE

Zeszyt 35

Zdzisław Kuśmirek

IMPEDANCJA WEWNĘTRZNA ŹRÓDŁA  
I JEJ POMIAR



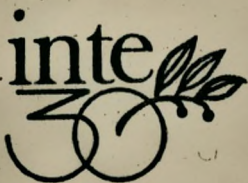
Warszawa - listopad 1980

621.317.331.1 : 621.373

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

---

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH



Na prawach rękopisu,

REFERATY PROBLEMOWE

Zeszyt 35

Zdzisław Kuśmirek

IMPEDANCJA WEWNĘTRZNA ŹRÓDŁA

I JEJ POMIAR

Warszawa - listopad 1980

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sońta, mgr inż. Andrzej Stagowski,

mgr inż. Maria Waśniewska

BIBLIOTEKA  
Instytutu Łączności

Nr 5-8809

Opracował:

inż. Zdzisław Kuśmirek

Centralna Izba Pomiarów Telekomunikacyjnych /Z-12/

Instytut Łączności

04-894 Warszawa; ul. Szachowa 1, tel. 128-383

Uzupełnienie do sprawozdania z realizacji pracy nr 132.02.B.02.03.

Opiniował: mgr inż. Wiesław Gucman

Maszynopis dostarczono dnia 18 listopada 1980 r.

Omówiono definicje impedancji generatorów podane przez IEC i PN i wymagania na jej wartość stawiane przez CCITT oraz podano metodę ich wyznaczania. Przytoczono także, jako sprawdzenie podanej metody, przykłady sprawdzeń impedancji typowych generatorów pomiarowych /napięć/ stosowanych w telekomunikacji w zakresie częstotliwości do około 2 MHz.

Redaktor. mgr K. Juskiewicz

Montaż tekstu: B. Drabik

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu Łączności  
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 3.XII.1980 r.

Nakład 70 egz.

## SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Definicje impedancji wewnętrznej źródeł	2
3. Współczynnik niedopasowania	3
4. Metoda wyznaczania zastępczej impedancji generatora	5
5. Przykłady wyznaczania impedancji wyjściowej generatorów	11
6. Wnioski	15
Wykaz literatury	15

## 1. WSTĘP

Zródłem sinusoidalnych sygnałów elektrycznych w telekomunikacji jest zwykle przyrząd elektroniczny, zwany popularnie generatorem. Głównymi parametrami wytwarzanego przez źródło sygnału są: częstotliwość i moc lub napięcie. Parametry te nie określają jednoznacznie warunków pracy generatora. O jakości /"dobroci"/ generatora świadczą pochodne podanych wyżej dwóch parametrów, jak np.: niestabilność i błąd nastawienia częstotliwości, poziom wyjściowy mocy lub napięcia, zawartość harmonicznych itp. Istotnym parametrem generatora jest /z uwagi na jego podstawową funkcję - dostarczanie mocy do odbiornika/ również jego impedancja wewnętrzna. Od niej zależy większość pochodnych parametrów źródła.

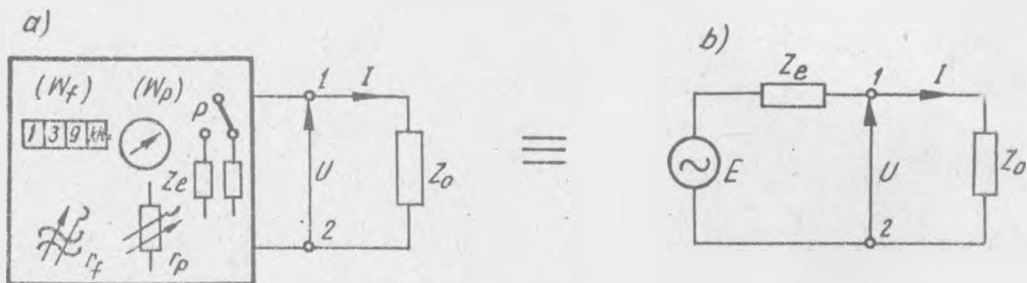
Funkcjonalnie /por. rys. 1a/ prawie każdy generator telekomunikacyjny posiada:

- a/ zaciski wyjściowe /1,2/ lub przyłącze w postaci znormalizowanych gniazd /złąc/ symetrycznych bądź asymetrycznych względem ziemi,
- b/ przełącznik /p/ zmieniający znamionową wartość impedancji wewnętrznej,
- c/ regulatory do nastawiania poziomu mocy lub napięcia  $/r_p/$ ,
- d/ regulatory do nastawiania częstotliwości  $/r_f/$ ,
- e/ wskaźniki analogowe lub cyfrowe, niezbędne do ustawienia zadanych wskazań określających podane wyżej dwa główne parametry wytwarzanego sygnału sinusoidalnego  $/W_f, W_p/$ .

Układem zastępczym generatora /por. rys. 1b/ jest dwójnik czynny składający się ze źródła siły elektromotorycznej  $E$  i ekwiwalentnej /zastępczej/ impedancji  $Z_e$  określonej dla zadanych warunków pracy generatora przy założeniu jego liniowości.

Zagadnienie pomiaru /wyznaczania/ tej impedancji jest w telekomunikacji szczególnie ważne ze względu na pracę układów elektrycznych w stanie zbliżonym do stanu dopasowania falowego. Rozwój elektroniki doprowadził obecnie technikę pomiarów do pełnej cyfryzacji i automatyzacji, co pozwala na wystarczająco dokładny pomiar /wykorzystujący pośrednią metodę pomiaru/ ekwiwalentnej /zastępczej/ impedancji źródła. Metoda ta polega na pomiarze napięcia na wyjściu źródła przy zmianie impedancji  $/Z_o/$  obciążającej to wyjście. Niejednoczesny /bo dokonywany na różnych obciążeniach

w czasie/ pomiar napięć ogranicza obszar zastosowania przedstawionej metody pomiaru do zbioru źródeł o dostatecznie małej niestabilności wytwarzanego sygnału /dotyczy to częstotliwości i napięcia/. Stosowanie tej metody pomiaru do rodziny źródeł niespełniających podanych wyżej założeń może być przyczyną błędnego wyniku pomiaru /wynik pomiaru staje się wartością losową/.



Rys. 1. Układ zastępczy źródła /generatora/ napięć pomiarowych:  
a/ uogólniony schemat blokowy źródła, b/ zastępczy dwójnik równoważny źródła z rys. 1a.

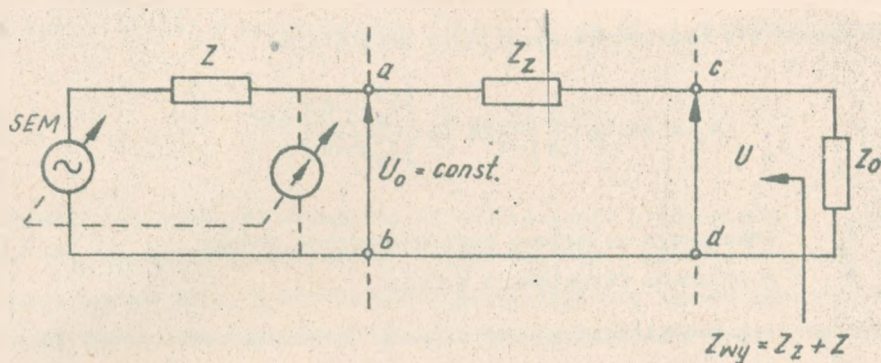
Zastosowanie pojawiających się już na rynku woltomierzy cyfrowych sterowanych mikroprocesorami z wbudowanymi modułami liczącymi /stanowiącymi programowane mikrokalkulatory/ pozwoli na wyznaczanie impedancji wewnętrznej źródeł w sposób niejako automatyczny.

## 2. DEFINICJE IMPEDANCJI WEWNĘTRZNEJ ŹRÓDEŁ

W publikacjach IEC [1,2,4] oraz w normie dotyczącej sinusoidalnych źródeł sygnałów pomiarowych rozróżnia się dwa rodzaje impedancji generatorów:

- a/ impedancję źródła  $Z_z$ ,
- b/ impedancję wyjściową  $Z_{wy}$ .

Impedancja źródła /rys. 2/ jest to impedancja, jaką reprezentuje generator względem impedancji obciążenia  $Z_0$ , przy utrzymywaniu stałej wartości /w sposób ręczny lub automatyczny/ napięcia  $U_0$  wewnątrz generatora, niezależnie od zmian obciążenia. W tym przypadku impedancja części obwodu na lewo od zacisków a,b jest równa zero a impedancja generatora jest równa po prostu impedancji  $Z_z$ . Jeśli zaś napięcie wyjściowe  $U$  występuje



Rys. 2. Układ zastępczy źródła /generatora/ sygnałów pomiarowych podawany przez IEC [1,2,4] i PN [5]:

$Z_z$  - impedancja źródła,  $Z_{wy}$  - impedancja wyjściowa źródła,  $Z$  - impedancja wewnętrzna źródła sem, a,b - zaciski wewnętrzne /nieodostępne/ źródła, c,d - zaciski wyjściowe źródła,  $Z_o$  - impedancja obciążająca wyjście źródła

jąca na zaciskach c,d ma stałą wartość niezależną od obciążenia, to impedancja źródła  $Z_z = 0$ .

Definicja impedancji źródła  $Z_z$  jest stosowana dla przypadku liniowej pracy źródła z obciążeniem.

W przypadku nieliniowych lub strojonych obciążeń, a szczególnie w przypadku wytwarzania sygnałów modulowanych, istotne znaczenie ma całkowita impedancja źródła, a więc jego impedancja  $Z_{wy} = Z_z + Z$ , zwana impedancją wyjściową. Określa się ją zwykle względem znamionowej impedancji odniesienia jako impedancję "znormowaną" /w znaczeniu znormalizowania/. W ten sposób wyznacza się ją w mierze względnej jako moduł współczynnika odbicia lub niedopasowania bądź dla wielkich częstotliwości jako współczynnik fali stojącej.

### 3. WSPÓŁCZYNNIK NIEDOPASOWANIA

Współpracę źródła /o wyjściu znormowanym/ z obciążeniem w warunkach zbliżonych do dopasowania falowego określa się w praktyce przez podawanie współczynnika niedopasowania /odbicia/, a ściślej jego modułu lub też jego miary logarytmicznej - tłumienności niedopasowania  $A_n$ . Współczynnik niedopasowania

$$q = \frac{Z_e - R}{Z_e + R}$$

a tłumienność niedopasowania wyrażona w decybelach

$$A_n = 20 \lg \left| \frac{1}{q} \right| = 20 \lg \left| \frac{Z_e + R}{Z_e - R} \right| \quad /2/$$

gdzie:

$Z_e$  - impedancja wyjściowa bądź wewnętrzna źródła,

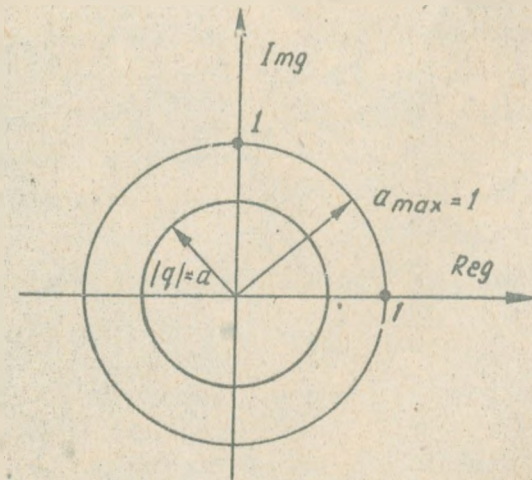
$R$  - znamionowa rezystancja źródła.

Odwzorowaniem geometrycznym współczynnika niedopasowania /rys. 3/ na płaszczyźnie liczb zespolonych  $q$  jest okrąg o promieniu  $a = |q|$ . Obszar wewnątrz koła o promieniu  $a = 1$  obejmuje zbiór wszystkich możliwych współrzędnych zmiennej zespolonej  $q$ . Redukując impedancję  $Z_e$  względem  $R$  otrzymuje się

$$q = \frac{z - 1}{z + 1} \quad /3/$$

gdzie:

$$z = \frac{Z_e}{R} = \frac{R_e}{R} + j \frac{X_e}{R} = r + jx \quad /4/$$



Rys. 3. Odwzorowanie geometryczne współczynnika niedopasowania w płaszczyźnie liczb zespolonych  $q$ .

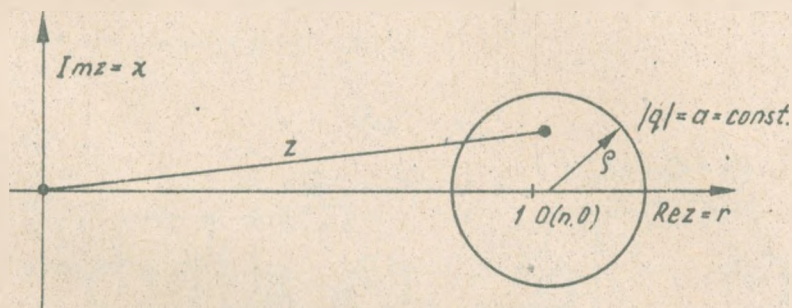
Odwzorowaniem konforemnym koła o promieniu  $|q| = a$  w układzie nowych współrzędnych zespolonych na płaszczyźnie zredukowanej impedancji  $z$  jest



także koło /rys. 4/ o współrzędnych środka  $0 /n,0/$  i promieniu  $\varphi$  gdzie:

$$n = \frac{1 + a^2}{1 - a^2} ; \quad \varphi = \frac{2a}{1 - a^2} \quad /5/$$

Tak więc, postawienie wymagania na współczynnik niedopasowania  $|q| \leq a$  lub na tłumienność niedopasowania  $A_n \geq 20 \lg(1/|q|)$  określa w sposób jednoznaczny obszar koła, w którym powinien znaleźć się koniec wektora zredukowanej zastępczej impedancji wewnętrznej /wyjściowej/ źródła. Na przy-



Rys. 4. Odzworowanie konforemne okręgu o stałej wartości modułu współczynnika niedopasowania /lub stałej tłumienności niedopasowania/ we współrzędnych zredukowanej impedancji

kład dla współczynnika odbicia  $|q| \leq 0,0315 \Leftrightarrow A_n \geq 30$  dB /są to wymagania stawiane przez CCITT na znormowaną impedancję generatorów/ hodograf zredukowanej zastępczej impedancji powinien znaleźć się wewnątrz koła o promieniu  $\varphi = 0,063$  i współrzędnych środka  $0/1,002;0/$ .

#### 4. METODA WYZNACZANIA ZASTĘPCZEJ IMPEDANCJI GENERATORA

Zastępczą impedancję generatora /tj. impedancję źródła lub wyjściową por. [5] można precyzyjnie wyznaczyć na podstawie pomiaru napięć dla trzech różnych obciążeń wyjścia generatora, tj. w stanie jałowym, przy obciążeniu rezystancją i przy obciążeniu reaktancją/.

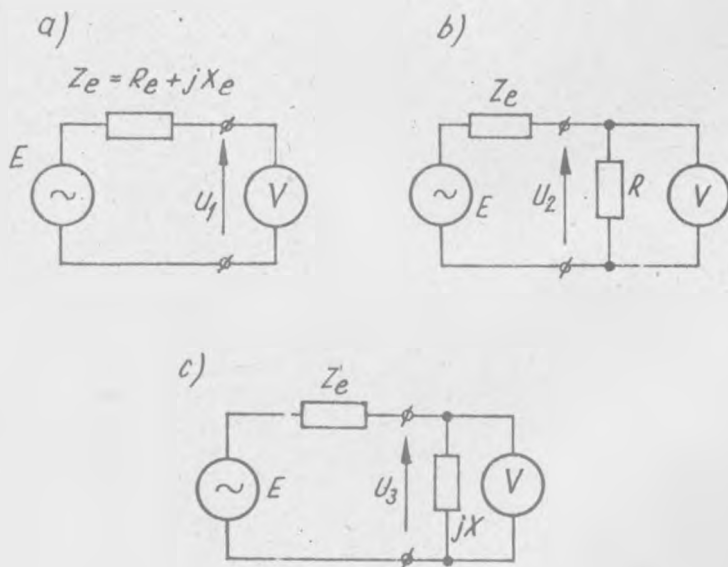
Jeżeli wskazanie miernika napięcia  $W_p$  /por. rys. 1a/ jest utrzymywane /za pomocą regulatora  $r_p$  lub automatycznie na stałym poziomie, to impedancja zastępcza generatora  $Z_e = Z_z$ , tzn. mierzona jest impedancja

wewnętrzna, zwana [5] impedancją źródła. W przypadku gdy ww. warunek regulacji napięcia /sem/ nie jest spełniony  $Z_e = Z_{wy}$ , tzn. mierzona jest impedancja wyjściowa generatora. Zakładając, że impedancja wejściowa woltomierza  $V$  /por. rys. 5/ jest wielokrotnie większa od mierzonej impedancji otrzymuje się trzy równości:

$$a/ U_1 = E \quad /6/$$

$$b/ U_2 = E \frac{R}{Z_e + R} \quad /7/$$

$$c/ U_3 = E \frac{jX}{Z_e + jX} \quad /8/$$



Rys. 5. Pomiar napięć na wyjściu generatora w stanie: a/ jałowym, b/ obciążenia rezystancją, c/ obciążenia reaktancją

Poszukiwane dwie składowe impedancji  $Z_e = R_e + jX_e$  można wyznaczyć z równań /7/ i /8/. Przekształcając je i redukując względem  $R$  i  $X$  otrzymuje się równania następujące:

$$\left| \frac{R_e}{R} + 1 + j \frac{X_e}{R} \right| = \left| \frac{E}{U_2} \right| \quad /9/$$

$$\left| \frac{X_e}{X} + 1 - j \frac{R_e}{X} \right| = \left| \frac{E}{U_3} \right| \quad /10/$$

Podstawiając

$$\left| \frac{E}{U_2} \right| = k; \quad \left| \frac{E}{U_3} \right| = m; \quad \frac{R_e}{R} = r; \quad \text{przy } X = R, \quad \frac{X_e}{X} = \frac{X_e}{R} = x \quad /11/$$

otrzymuje się równania dwóch okręgów:

$$/1 + r/2 + x/2 = k/2 \quad /12/$$

$$/1 + x/2 + r/2 = m/2 \quad /13/$$

Punkt przecięcia obu okręgów, leżący w obszarze I lub IV ćwiartki płaszczyzny zredukowanych współrzędnych  $z$ , stanowi graficzne rozwiązanie układu równań /12/ i /13/.

Ze względu na łatwość realizacji reaktancji pojemnościowej przyjmuje się, że  $jX = -jR$ ; wówczas równania /9/ i /10/ przyjmują postać następującą:

$$\left| \frac{R_e}{R} + 1 + j \frac{X_e}{R} \right| = \left| \frac{E}{U_2} \right| \quad /14/$$

$$\left| \frac{-X_e}{R} + 1 + j \frac{R_e}{R} \right| = \left| \frac{E}{U_3} \right| \quad /15/$$

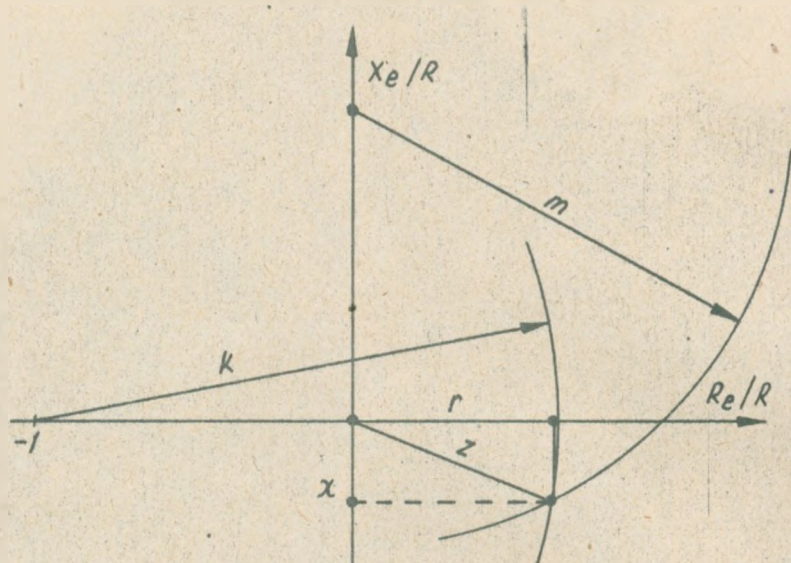
i odpowiednio ich zredukowana postać /12/ i /13/:

$$/1 + r/2 + x/2 = k/2 \quad /16/$$

$$/1 - x/2 + r/2 = m/2 \quad /17/$$

Graficzne rozwiązanie układu dwóch równań /14/ i /15/ przedstawiono na rys. 6.

Z zaleceń CCITT na źródła sygnałów pomiarowych w telekomunikacji prze-



Rys. 6. Graficzne rozwiązanie dwóch równań /14/ i /15/ w płaszczyźnie zredukowanej impedancji

wodowej wynika ograniczenie naszego zainteresowania /z uwagi na wartość impedancji/ do dwóch rodzajów wyjść generatorów:

- znormowanych /znormalizowanych/ o wartości impedancji  $50\Omega \dots 600\Omega$  /o tłumienności niedopasowania  $A_n \geq 30 \text{ dB/}$ ,
- niskoomowych o wartości impedancji  $1\Omega \dots 15\Omega$  i argumencie od  $0$  do  $+60^\circ$ .

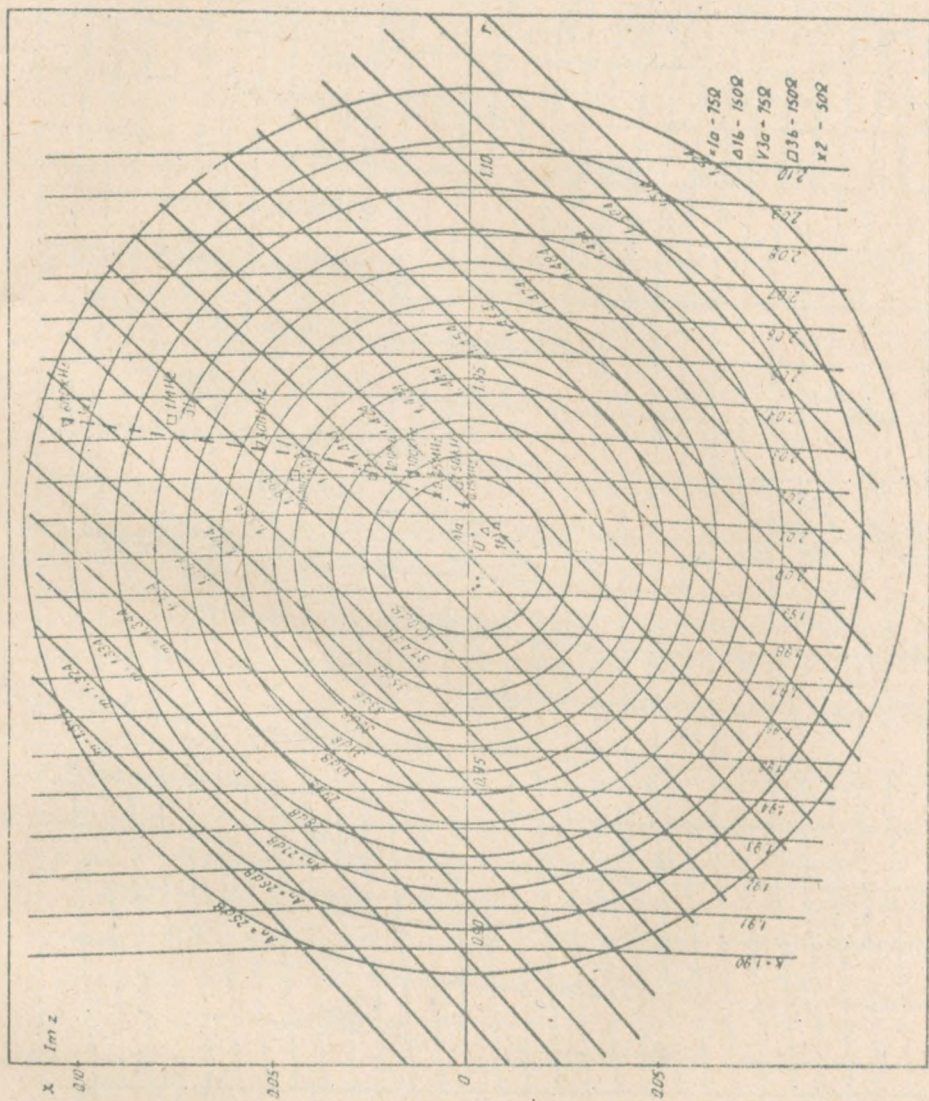
Dla wyjść znormowanych wykreślono nomogram /por. rys. 7/ tworzący siatkę przecinających się odcinków okręgów /16/ i /17/ o promieniach:

- $k$  w zakresie od  $1,90$  do  $2,10$
- $m$  w zakresie od  $1,32$  do  $1,50$

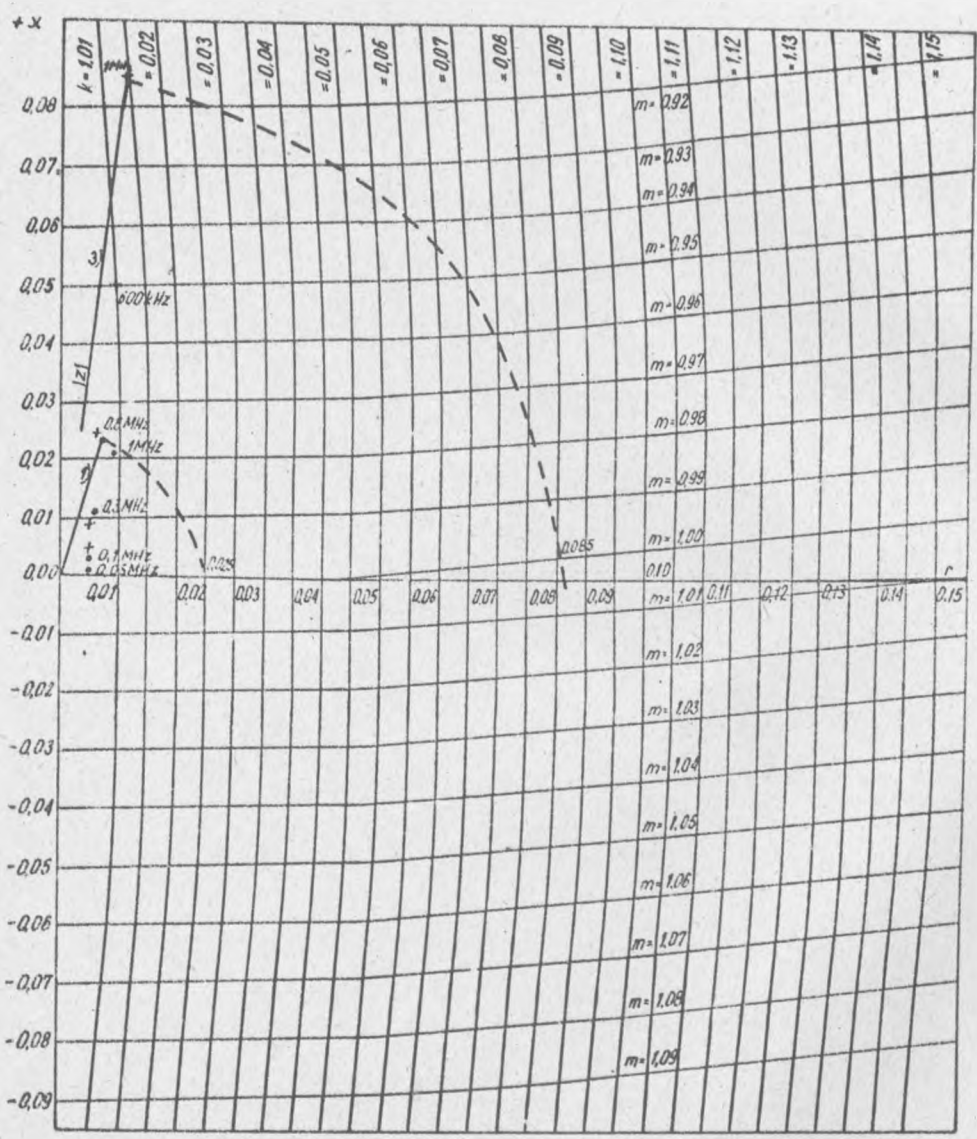
który obejmuje obszar koła wykreślonego we współrzędnych zredukowanej impedancji dla tłumienności niedopasowania  $A_n \geq 30 \text{ dB}$ .

Podobnie dla wyjść niskoomowych, przyjmując  $R = \text{constans}$ , można wykreślić nomogram /rys. 8/ utworzony przez siatkę przecinających się odcinków okręgów /16/ i /17/ o promieniach:

- $k$  w zakresie od  $1,01$  do  $1,15$
- $m$  w zakresie od  $0,92$  do  $1,09$



Rys. 7. Nomogram do graficznego wyznaczania zespolonego impedancji wielociskowej generacji  
 i przekładni wykreślonej dla generatorów: a - 750 V, b - 1500 V, c - 4200 V, d - 1500 V, e - 1500 V.



Rys. 8. Nomogram do graficznego wyznaczania niskoomowej impedancji wyjściowej generatora  $Z_{wy}$  i przykład jej wykreślenia dla generatora: 1/ GV61, 3/ Gv704

który obejmuje podany wyżej zakres pomiaru tej impedancji.

Obecnie, w dobie możliwości użycia minikalkulatorów typu HP 65 /Hewlett-Packard/ bądź TI 58/TI 59 /Texas-Instruments/, można również obliczyć składowe impedancji generatora bez konieczności używania nomogramów<sup>x/</sup>.

## 5. PRZYKŁADY WYZNACZANIA IMPEDANCJI WYJŚCIOWEJ GENERATORÓW

Praktyczne sprawdzenie podanych wyżej rozwiązań przeprowadzono dla trzech odrębnych typów generatorów:

- 1/ o wyjściu beztransformatorowym /generator teletransmisyjny typu Gv 61 firmy Messelektronik-NRD o impedancji znormowanej  $75\Omega$  i  $150\Omega$  i niskoomowej  $\sim 0\Omega$  /dla poziomu wyjściowego około 0 dB/;
- 2/ o wyjściu z wtórniaka emiterowego /generator typu 4200 firmy Krohn - Hite/ o impedancji znormowanej  $50\Omega$  +1% /dla napięcia wyjściowego około 1 V/;
- 3/ o wyjściu transformatorowym /generator teletransmisyjny typu Gv 704 firmy FMW Leipzig - NRD/ o impedancji znormowanej  $75\Omega$ ,  $150\Omega$  i niskoomowej  $\sim 0\Omega$  /dla poziomu wyjściowego około 0 dB/.

Przy sprawdzaniu impedancji znormowanej wyjścia generatorów były obciążane rezystancją i reaktancją równą znamionowej wartości impedancji znormowanej. Natomiast przy sprawdzaniu impedancji niskoomowej wyjścia generatorów były obciążane rezystancją  $75\Omega$  i reaktancją  $-j75\Omega$ .

Pomiarów napięć  $E$ ,  $U_1$  i  $U_2$  dokonywano za pomocą woltomierza cyfrowego firmy Meratronik typ V 543 dołączonego na wyjściu stałoprądowym woltomierza prądu przemiennego typu 400 EL firmy Hewlett-Packard stosowanego tu jako przetwornik AC/DC. Dobór odpowiednio krótkiego współosiowego przewodu łączącego wyjście generatora z wejściem woltomierza analogowego zapewnia małe błędy pomiaru napięć nawet przy częstotliwości 1 MHz.

Wyniki pomiarów i obliczeń współczynników  $k$  i  $m$  oraz wyznaczenie impedancji wyjściowej ww. generatorów zestawiono w tablicach 1, 2 i 3, a także na rys. 7 i 8.

Przy założeniu, że pojemność wejściowa woltomierza  $C_v = 45...55$  pF, a niedokładność wykonania wzorców rezystancji i reaktancji obciążających

<sup>x/</sup> Rozszerzenie podanej tu metody wyznaczania impedancji źródła będzie przedmiotem dalszej publikacji.

Wyniki pomiarów i obliczeń impedancji wyjściowej generatora typu Gv 61 firmy Meselektronik /NRD/

f	R	X	E	$U_k$	$U_x$	k	m	Uwagi do układu pomiarowego	Wynik pomiarów
kHz	$\Omega$	$\Omega$	V	V	V	-	-	-	Wyznaczenie wykresline
50	75	-75	0,5490	0,5464	0,5503	1,005	0,998	$P_{wy} = -7$ dB	Rys. 8/1
100	75	-75	0,5493	0,5466	0,5517	1,005	0,996	$Z_{wy} \approx 0 \Omega$	$ z  \approx 0,025$
300	75	-75	0,5493	0,5461	0,5561	1,006	0,988	$U_v = 3$ V	$ Z_w  \approx 1,9 \Omega$
600	75	-75	0,5381	0,5439	0,5612	1,008	0,977	$U_c = 1$ V	
1000	75	-75	0,5460	0,5406	0,5572	1,010	0,980	$C_v = 45$ pF	
50	75	-75	0,9808	0,4898	0,6928	2,002	1,416	$P_{wy} = -4$ dB	Rys. 7/1a
100	75	-75	0,9807	0,4898	0,6926	2,002	1,416	$Z_w = 75 \Omega$	$A_n \geq 49$ dB
300	75	-75	0,9802	0,4894	0,6922	2,002	1,417	$U_v = 1$ V	$ g  \approx 0,007$
600	75	-75	0,9790	0,4883	0,6907	2,005	1,417	$U_c = 1$ V	
1000	75	-75	0,9780	0,4868	0,6897	2,009	1,418	$C_v = 55$ pF	
50	150	-150	0,5499	0,2748	0,3883	2,001	1,416	$P_{wy} = +1$ dB	Rys. 7/1b
100	150	-150	0,5500	0,2748	0,3888	2,001	1,415	$Z_w = 150 \Omega$	$A_n \geq 43$ dB
300	150	-150	0,5500	0,2747	0,3878	2,002	1,418	$U_v = 3$ V	$ g  \approx 0,014$
600	150	-150	0,5483	0,2734	0,3857	2,005	1,422	$U_c = 1$ V	
1000	150	-150	0,5463	0,2721	0,3833	2,008	1,425	$C_v = 55$ pF	



T a b l i c a 2

Wyniki pomiarów i obliczeń impedancji wyjściowej generatora mod. 4200 firmy Krohn-Hite /W.Brytania/

f	R	X	E	U <sub>R</sub>	U <sub>x</sub>	k	m	Uwagi do układu pomiarowego	Wynik pomiarów
kHz	Ω	Ω	V	V	V	-	-	-	Wyznaczenie wykreślne
75	50	-50	0,9572	0,4755	0,6725	2,013	1,423	P <sub>wy</sub> ≈ +0 dB	Rys. 7/2
150	50	-50	0,9577	0,4757	0,6732	2,013	1,423	Z <sub>w</sub> = 50 Ω	ρ  ≈ 0,055
450	50	-50	0,9578	0,4752	0,6747	2,016	1,420	U <sub>v</sub> = 3 V	A <sub>n</sub> > 33 dB
900	50	-50	0,9582	0,4749	0,6778	2,018	1,414	U <sub>v</sub> = 1 V	
1800	50	-50	0,9599	0,4738	0,6831	2,026	1,405	C <sub>v</sub> = 45 pF	

Wyniki pomiarów i obliczeń impedancji wyjściowej generatora typu GV-704-22 firmy FMW /NRD/

f	R	X	E	U <sub>R</sub>	U <sub>x</sub>	k	m	Uwagi do układu pomiarowego	Wynik pomiarów
kHz	$\Omega$	$\Omega$	V	V	V	-	-	-	Wyznaczenie wykresne
50	75	-75	0,5502	0,5475	0,5528	1,005	0,995	$P_{wy} = +7$ dB	Rys. 8/3
100	75	-75	0,5502	0,5473	0,5557	1,005	0,990	$Z_w \approx 0 \Omega$	$ z  \leq 0,085$
300	75	-75	0,5468	0,5428	0,5608	1,007	0,975	$U_v = 3$ V	$ Z_w  \leq 6,54 \Omega$
600	75	-75	0,5479	0,5426	0,5760	1,016	0,951	$U_c = 1$ V	
1000	75	-75	0,5534	0,5459	0,6043	1,014	0,916	$C_v = 45$ pF	
50	75	-75	0,9903	0,4897	0,6951	2,022	1,425	$P_{wy} = +6$ dB	Rys. 7/3a
100	75	-75	0,9897	0,4896	0,6978	2,021	1,418	$Z_w = 75 \Omega$	$ \rho  \approx 0,11$
300	75	-75	0,9832	0,4851	0,7033	2,027	1,398	$U_v = 3$ V	dla $f \leq 600$ kHz
600	75	-75	0,9760	0,4793	0,7128	2,036	1,369	$U_c = 1$ V	$A_n \geq 25$ dB
1000	75	-75	0,9906	0,4823	0,7451	2,054	1,329	$C_v = 45$ pF	
50	150	-150	0,9645	0,4772	0,6760	2,021	1,427	$P_{wy} = +6$ dB	Rys. 7/3b
100	150	-150	0,9639	0,4772	0,6766	2,020	1,425	$Z_w = 150 \Omega$	$ \rho  \approx 0,08$
300	150	-150	0,9578	0,4744	0,6784	2,019	1,412	$U_v = 3$ V	$A_n \geq 28$ dB
600	150	-150	0,9621	0,4764	0,6883	2,020	1,398	$U_c = 1$ V	
1000	150	-150	0,9813	0,4823	0,7081	2,035	1,386	$C_v = 45$ pF	

wyjscie badanych generatorów jest mniejsza od 0,2%, można przyjąć, że błąd wyznaczenia tłumienności niedopasowania impedancji wyjściowej względem znamionowej impedancji nie przekracza  $\pm 3$  dB przy pomiarze  $A_n \approx 30$  dB /dokładne wzory podane są w opracowaniu [3]/.

## 6. WNIOSKI

BIBLIOTEKA  
Instytutu Łączności  
Nr 5-8809

Zaproponowana tu metoda wyznaczania impedancji generatora, polegająca na pomiarze trzech napięć na jego wyjściu, jest stosunkowo prosta do realizacji w laboratorium. Wprowadzcie wzory wyjściowe /16/ i /17/ są dość złożone, to jednak stosowanie nomogramów sprowadza obliczenia do prostych działań arytmetycznych.

Mankamentem tej metody jest konieczność realizacji dokładnych wzorów reaktancji /kondensatorów/ i dokładnego nastawiania częstotliwości w czasie pomiaru.

Dokładność jest jednak wystarczająca do oceny impedancji źródeł wg założeń CCITT najczęściej stosowanych w telekomunikacji.

## WYKAZ LITERATURY

1. Amplitude - modulated signal generators. IEC Recommendation Publ. 453, 1953.
2. Audio frequency generators. IEC Recommendation Publ. 403, 1972.
3. Bobieński J.: Metodyka pomiaru znormowanej zastępczej impedancji wewnętrznej generatorów stosowanych w telekomunikacji. Instytut Łączności Z-12, Warszawa 1975.
4. Frequency - modulated signal generators. IEC Recommendation Publ. 452, 1972.
5. PN-73/T-06503. Generatory pomiarowe małej częstotliwości. Ogólne wymagania i badania.

## D o t y c z a s u k a z a t y s i ę :

1. Białobrzeski R., Sońta S.: Zastosowanie testu chi kwadrat Pearsona do weryfikacji hipotezy statystycznej, na podstawie empirycznej gęstości prawdopodobieństwa. Grudzień 1977.
2. Blinkiewicz A., Modrzycki B., Hutnik M., Sambierski R.: Zastosowanie pamięci masowej PE-1 do rejestracji danych w systemie komutacyjnym E-10. Styczeń 1978.
3. Orłowski A.: Optimalizacja układu ogranicznika dynamiki zwłaszcza dla radiofonii krótkofalowej. Luty 1978.
4. Frączek K.: Zasady opracowywania wymagań techniczno-eksploatacyjnych na urządzenia pomiarowe w resorcie łączności. Marzec 1978.
5. Białobrzeski R., Dudziewicz J.: Minimalna częstość próbkowania sygnału losowego przy pomiarze jego mocy średniej. Marzec 1978.
6. Lewandowski W.: Wprowadzenie komutacji teledacyjnych kanałów cyfrowych w powszechnej telefonicznej sieci komutacyjnej z centralami elektronicznymi E-10. Kwiecień 1978.
7. Dudziewicz J.: Ogólne wytyczne w sprawie prowadzenia i dokumentowania prac naukowo-badawczych wykonywanych w Instytucie łączności. Kwiecień 1978.
8. Stągrowski A.: Metoda detekcji i pomiaru impulsów o maksymalnych i minimalnych czasach trwania w ciągu. Maj 1978.
9. Chamski J.: System CTI-B dla maszyny cyfrowej R-10. Maj 1978.
10. Puchalski E.: Kompensator napięcia stałego stosowany w układach do sprawdzania przetworników termoelektrycznych i mikropotencjometrów. Czerwiec 1978.
11. Kozłowski A.: Elektroniczny sygnalizator przywołania abonenta w aparacie telefonicznym CB. Wrzesień 1978.
12. Stasiński L.: Wyładowania łukowe w.cz. na izolatorach odciągów pionowych anten radiofonicznych. Październik 1978.
13. Wałaszek S.: Zastosowanie uogólnionego rozwiązania układu o trzech stanach do analizy niezawodności. Styczeń 1979.
14. Sońta S.: Aparatura automatyczna badań sieci łączy międzymiastowych systemu ABA-3. Luty 1979.

15. Godlewski P.: Język programowania badań w systemie ABA2 i ABA3. Marzec 1979.
16. Waśniewski A.: Kombinatoryczne aspekty planowania badań sieci telekomunikacyjnej za pomocą systemu ABA-3. Kwiecień 1979.
17. Brennek L., Lebidziuk B.: System edycji, przechowywania i translacji programów w języku SAWIK dla minikomputera MERA 305. Maj 1979.
18. Godlewski P.: Aparatura sterująca systemem badaniowego ABA-3 - architektura urządzenia. Czerwiec 1979.
19. Chamski J.: Centrum eksploatacji technicznej w systemie E 10. Lipiec 1979.
20. Porada M.: Komunikat o badaniach zakłóceń impulsowych w łączach telefonicznych. Sierpień 1979.
21. Sońta S.: Generacja sygnałów losowych niezależnych obciążających kanały telefoniczne. Wrzesień 1979.
22. Karwowska-Lamparska A.: Koncepcja systemu WIDEOTEKS. Październik 1979.
23. Kowalska J.: Próba eksploatacyjna automatycznej aparatury badaniowej ABA-2 - analiza wyników, wnioski. Listopad 1979.
24. Tyrowicz M.: System zdalnej rejestracji kontroli obiektów specjalnych - REKO - . Grudzień 1979.
25. Frydrych Z.: Uwagi o wymiarowaniu wiązek łączy międzycentralowych. Styczeń 1980.
26. Frydrych Z.: O niezawodności sieci telekomunikacyjnej. Luty 1980.
27. Kiszto M.: Automatyzacja stacjonarnych pomiarów propagacyjnych. Marzec 1980.
28. Mieszczanek J.: Analiza i projektowanie oscylatorów kwarcowych pracujących w układzie Pierce'a-Colpitts'a. Kwiecień 1980.
29. Frydrych Z.: Niektóre problemy projektowania dróg kolejnego wyboru. Maj 1980.
30. Laube J.: Wybrane metody projektowania cyfrowych zespołów funkcjonalnych na przykładzie projektu generatora połączeń telefonicznych. Czerwiec 1980.

31. Kowalski Z.: Pasmowe tłumienności czwórników i ortotelefoniczne tłumienności odniesienia. Lipiec 1980.
32. Proga I.: Analiza i ocena odgromników zagranicznych oraz niezbędnego do nich osprzętu na podstawie badań i obserwacji w warunkach eksploatacyjnych. Sierpień 1980.
33. Godlewski P., Zejdel A.: System automatycznej kontroli obecności i ruchu załogi AKQR. Wrzesień 1980.
34. Waśniewski A.: Problem minimalizacji czasu badania sieci w systemie ABA-3. Październik 1980.

Biblioteca

12

S-8809