

ANTONI BOGUCKI, WALDEMAR GREINER
Katedra Sieci i Układów
Elektroenergetycznych

UWZGLĘDNIENIE FAL SKŁADOWYCH
PRZY BADANIU ENERGETYCZNYCH LINII PRZESYŁOWYCH
IMPULSOWYM LOKALIZATOREM USZKODZEŃ

Streszczenie. Korzystając z teorii składowych symetrycznych przeprowadzono analizę warunków rozchodzenia się impulsów w energetycznych liniach przesyłowych. Uzasadniono rozkład impulsów na dwie składowe, "faza-ziemia" i "faza-faza". Wnioski wysnute z rozważań teoretycznych skonfrontowano z wynikami badań, jakie przeprowadzono w energetycznych liniach przesyłowych.

1. Rozkład fal napięć i prądów w energetycznych liniach przesyłowych za pomocą składowych symetrycznych

Dla uproszczenia analizy zakładamy, że indukcyjności i pojemności własne oraz wzajemne we wszystkich fazach linii trójprzewodowej są jednakowe. Przyjmujemy jednocześnie, że linka odgromowa jest wielokrotnie oraz dobrze uziemiona i wobec tego można ją w rozważaniach uważać za ziemię. Model zastępczy takiej linii podano na rys. 1.

Wprowadzamy obecnie do rozważań następujące wielkości^{x)}:

L i M - indukcyjność własna i wzajemna,

R i R_z - oporność przewodów i drogi prądów w ziemi,

C i K - pojemność względem ziemi i wzajemna między przewodami,

G i G_z - upływność względem ziemi i wzajemna między przewodami.

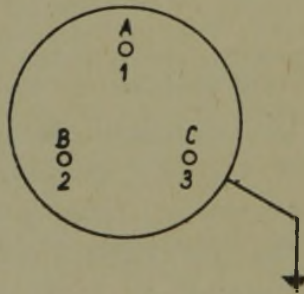
Oznaczając przez u_1, u_2, u_3 napięcia w przewodach w odległości "x" od początku linii oraz przez i_1, i_2, i_3 odpowiednie

^{x)} Wymienione parametry podane są w odpowiednich jednostkach na kilometr długości linii.

prądy w przewodach możemy napisać następujące równania różniczkowe symetrycznej linii trójfazowej,

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial u_1}{\partial x} &= L \frac{\partial i_1}{\partial t} + M \frac{\partial i_2}{\partial t} + M \frac{\partial i_3}{\partial t} + R \cdot i_1 + R_z (i_1 + i_2 + i_3) \\ -\frac{\partial u_2}{\partial x} &= M \frac{\partial i_1}{\partial t} + L \frac{\partial i_2}{\partial t} + M \frac{\partial i_3}{\partial t} + R \cdot i_2 + R_z (i_1 + i_2 + i_3) \\ -\frac{\partial u_3}{\partial x} &= M \frac{\partial i_1}{\partial t} + M \frac{\partial i_2}{\partial t} + L \frac{\partial i_3}{\partial t} + R \cdot i_3 + R_z (i_1 + i_2 + i_3) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial i_1}{\partial x} &= C \frac{\partial u_1}{\partial t} + K \frac{\partial u_2}{\partial t} + K \frac{\partial u_3}{\partial t} + G \cdot u_1 + G_z (u_2 + u_3) \\ -\frac{\partial i_2}{\partial x} &= K \frac{\partial u_1}{\partial t} + C \frac{\partial u_2}{\partial t} + K \frac{\partial u_3}{\partial t} + G \cdot u_2 + G_z (u_3 + u_1) \\ -\frac{\partial i_3}{\partial x} &= K \frac{\partial u_1}{\partial t} + K \frac{\partial u_2}{\partial t} + C \frac{\partial u_3}{\partial t} + G \cdot u_3 + G_z (u_1 + u_2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$



Rys. 1. Model zastępczy symetrycznej linii przesyłowej

Wprowadzając obecnie do równań (1) i (2) znane z teorii składowych symetrycznych związki:

$$\begin{aligned} u_1 &= U_0 + U_1 + U_2 & i_1 &= I_0 + I'_1 + I'_2 \\ u_2 &= U_0 + a^2 U_1 + a U_2 & i_2 &= I_0 + a^2 I'_1 + a I'_2 \\ u_3 &= U_0 + a U_1 + a^2 U_2 & i_3 &= I_0 + a I'_1 + a^2 I'_2 \end{aligned} \quad (3)$$

otrzymujemy następujący układ równań:

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial U_0}{\partial x} &= (L+2m) \frac{\partial I_0}{\partial t} + (R+3R_z) \cdot I_0 \\ -\frac{\partial I_0}{\partial x} &= (C+2k) \frac{\partial U_0}{\partial t} + (G+2G_z) \cdot U_0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial U_1}{\partial x} &= (L-M) \frac{\partial I'_1}{\partial t} + R I'_1 \\ -\frac{\partial I'_1}{\partial x} &= (C-K) \frac{\partial U_1}{\partial t} + (G-G_z) \cdot U_1 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} -\frac{\partial U_2}{\partial x} &= (L-M) \frac{\partial I'_2}{\partial t} + R I'_2 \\ -\frac{\partial I'_2}{\partial x} &= (C-K) \frac{\partial U_2}{\partial t} + (G-G_z) \cdot U_2 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Rozwiązując obecnie równania (4), (5) i (6) dla linii nie-
zniekształcającej - otrzymujemy równania fal w postaci:

$$\begin{aligned} U_k &= \left[F(x-v_k t) + f(x+v_k t) \right] \cdot e^{-\frac{a_k x}{v_k}} \\ I_k &= \left[F(x-v_k t) - f(x+v_k t) \right] \cdot e^{-\frac{a_k x}{v_k}} \cdot \frac{1}{v_k} \end{aligned} \quad (7)$$

Mamy zatem dwa rodzaje fal:

a) Fale napięć i prądów o równych amplitudach oraz jednakowych znakach i kształcie na wszystkich przewodach. Fale te są analogiczne do składowej zerowej. W dalszym ciągu artykułu nazywać je będziemy falami "faza-ziemia". W rozpatrywanym przypadku zachodzi następująca równość:

$$U_{01} = U_{02} = U_{03} = U_0 = E_0 \quad (8)$$

Prędkość rozchodzenia się tych fal określamy ze wzoru:

$$V_0 = \frac{1}{\sqrt{(L+2M) \cdot (C+2K)}} \quad (9)$$

oporność falowa wynosi

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L+2M}{C+2K}} \quad (10)$$

a tzw. tłumienność

$$\alpha_0 = \frac{1}{2} \left[(R+3R_z) \sqrt{\frac{C+2K}{L+2M}} + (G+2G_z) \sqrt{\frac{L+2M}{C+2K}} \right] \quad (11)$$

b) Fale napięć i prądów o różnych amplitudach i znakach na poszczególnych przewodach, ale o podobnym kształcie. Suma ich chwilowych wartości dla wszystkich przewodów układu równa jest zeru. Fale te są analogiczne do składowej zgodnej i przeciwnej. W dalszym ciągu artykułu będziemy je nazywali falami międzyfazowymi lub "faza-faza".

W omawianym przypadku zachodzi równość:

$$(U_1+U_2)+(a^2U_1+aU_2)+(aU_1+a^2U_2)=E_1+E_2+E_3=0 \quad (12)$$

gdzie:

E_1, E_2, E_3 - napięcie na każdym z przewodów w stosunku do ziemi.

Prędkość rozchodzenia się fal wynosi:

$$V_f = \frac{1}{\sqrt{(L-M)(C-K)}} \quad (13)$$

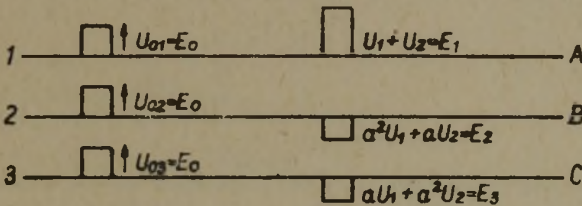
oporność falowa

$$Z_f = \sqrt{\frac{L-M}{C-K}} \quad (14)$$

a tzw. tłumienność

$$\alpha_f = \frac{1}{2} \cdot \left[R \sqrt{\frac{C-K}{L-M}} + (G+G_z) \sqrt{\frac{L-M}{C-K}} \right] \quad (15)$$

Dla ilustracji pokazano na rys. 2 impulsy fal składowych w linii trójprzewodowej.



Rys. 2. Składowe impulsu w linii trójprzewodowej

Należy podkreślić, że przedstawienie tzw. warunku niezniekształcenia dla fali wypadkowej jest niemożliwe. Natomiast można ten warunek wyznaczyć dla każdej poszczególnej składowej.

Dla fali "faza-ziemia" warunek ten określony jest wzorem:

$$a_o = \frac{R+3R_z}{L+2M} = \frac{G+2G_z}{C+2K} \quad (16)$$

Natomiast dla fali "faza-faza" mamy:

$$a_f = \frac{R}{L-M} = \frac{G-G_z}{C-K} \quad (17)$$

Zauważmy także, że poszczególne składowe fali rozchodzą się po symetrycznej linii nie oddziałując jedna na drugą. Przy czym każdej fali napięciowej przyporządkowana jest fala prądowa.

Fale napięciowe i prądowe związane są z następującymi zależnościami:

$$Z_o = \frac{E_o}{I_o} \quad (18)$$

oraz

$$Z_f = \frac{E_1}{I_1} = \frac{E_2}{I_2} = \frac{E_3}{I_3} \quad (19)$$

w których

Z_o - oporność falowa kanału "faza-ziemia",

Z_f - oporność falowa kanału międzyfazowego.

Wypadkowa fala napięcia na każdym przewodzie będzie składała się z fal składowych, a zatem dla napięć mamy:

$$\begin{aligned} E_1 + E_0 &= E_A \\ E_2 + E_0 &= E_B \\ E_3 + E_0 &= E_C \end{aligned} \quad (20)$$

i analogiczne dla prądów:

$$\begin{aligned} I_1 + I_0 &= I_A \\ I_2 + I_0 &= I_B \\ I_3 + I_0 &= I_C \end{aligned} \quad (21)$$

W ogólnym przypadku Z_0 i Z_f są funkcjami częstotliwości i podane wyżej związki są słuszne dla każdej oddzielnej składowej częstotliwości. Ponieważ rozpatrywany układ w zakresie stosowanych częstotliwości jest liniowy, dlatego przytoczone związki można rozszerzyć i na fale o dowolnej formie.

Wprowadzamy obecnie nowe oznaczenie:

$$\frac{Z_0}{Z_f} = q \quad (22)$$

Wielkość "q" - dla linii przesyłowych 30, 110, 220, 400 kV i dla częstotliwości w pasmie 50÷300 kHz - przyjmuje wartości w granicach 1,6÷1,9.

Rozkład fal na odpowiednie składowe umożliwia, przy określonych warunkach początkowych, zastąpienie generatora fali przyłożonej - o SEM równej E - na układ równoważny, wytwarzający fale składowe "faza-ziemia" i "faza-faza". Dla ilustracji rozpatrzmy najczęściej spotykany przypadek wysłania impulsu w jedną fazę (dwie pozostałe są izolowane). Załóżmy, że znamy na początku linii wielkość E_A oraz że $I_B = I_C = 0$. Przyjmujemy również, że opór wewnętrzny źródła równy jest zeru.

Możemy obecnie zapisać układ równań w postaci:

$$\begin{aligned} E_A &= I_1 Z_f + I_0 Z_0 = E_1 + E_0 \\ I_B &= I_2 + I_0 \\ I_C &= I_3 + I_0 \end{aligned} \quad (23)$$

Z układu równań obliczamy

$$E = I_0 Z_0 = \frac{(E_A + I_B Z_f + I_C Z_f) Z_0}{2 Z_f + Z_0} = \frac{E_A \cdot q + Z_0 (I_B + I_C)}{2 + q}$$

$$E_1 = \frac{2E_A - Z_0 (I_B - I_C)}{2 + q} \quad (24)$$

$$E_2 = \frac{-E_A + Z_f [I_B (1+q) - I_C]}{2 + q}$$

Uwzględniając, że

$$E_1 = E_2 = -E_3 \quad \text{oraz} \quad I_B = I_C = 0$$

otrzymujemy:

$$E_0 = \frac{E_A \cdot q}{2+q}, \quad E_1 = \frac{2E_A}{2+q}, \quad E_2 = E_3 = -\frac{E_A}{2+q}$$

Wynika stąd, że jeśli $q = 1,7$ (średnia wartość z zakresu) - to wysłanie impulsu o amplitudzie $E_A = 100\%$ w fazę A, można rozpatrywać jako równoważne przyłożeniu do trzech faz amplitud o następujących wartościach:

$$E_1 = 54\%, \quad E_2 = E_3 = -27\% \quad \text{i} \quad E_0 = 46\%$$

W tabelicy 1 podano wielkości fal składowych przy najczęściej spotykanych układach włączenia generatora impulsów do linii trójprzewodowej.

2. Odbicie fal składowych napięć i prądów od punktu niejednorodności oporu falowego

Fale składowe powstające przy wysłaniu impulsu, aż do punktu zmiany oporu falowego, rozchodzą się po linii równomiernie. W punkcie niejednorodności obie fale składowe częściowo odbijają się i częściowo przechodzą przez ten punkt.

Przychodząca do punktu niejednorodności fala "faza-faza" tworzy falę przechodzącą i odbitą. Ta ostatnia zawiera teraz składową "faza-faza" oraz dodatkową składową "faza-ziemia". Analogiczne zjawisko zachodzi również z falą "faza-ziemia", która biegnie do punktu niejednorodności oporu falowego - częściowo odbija się tworząc składową "faza-ziemia" oraz dodatko-

Tablica 1

L.p.	Układ włączenia generatora	E_1 %	E_2 %	E_3 %	E_0 %
I		54	-27	-27	46
II		22,7	22,7	-45,4	77,3
III		61,4	-38,6	-22,7	38,6
IV		0	0	0	100
V		-33,3	66,6	-33,3	33,3
VI		100	0	-100	0

wą składową "faza-faza". Wielkość dodatkowych składowych zależy od charakteru niejednorodności oporu falowego.

Falę odbitą "faza-faza", wywołaną przez falę przychodzącą "faza-faza", możemy określić zależnością w postaci:

$$E_{11} = k_{11} \cdot E_1 \quad (25)$$

w której

k_{11} - współczynnik odbicia

W ogólnym przypadku k_{11} jest wartością zespoloną. Dla przypadku zwarcia wielkość k_{11} przyjmuje tylko wartość rzeczywistą. Pierwszy indeks przy wielkości "k" oznacza rodzaj fali odbitej, a drugi rodzaj fali padającej. Jeśli zatem fala odbita "faza-ziemia" powstała w wyniku fali padającej "faza-faza", to wówczas wyrażenie (25) zapisujemy w postaci:

$$E_{01} = k_{01} \cdot E_1 \quad (26)$$

Dla fali odbitej "faza-ziemia" i fali padającej "faza-ziemia" mamy:

$$E_{00} = k_{00} \cdot E_0 \quad (27)$$

Analogicznie dla fali odbitej "faza-faza" i fali padającej "faza-ziemia" - możemy zapisać

$$E_{10} = k_{10} \cdot E_0 \quad (28)$$

Obliczenie fal odbitych przeprowadza się metodą superpozycji. W punkcie zwarcia np. w momencie przyjścia fali padającej włącza się zastępczy generator (SEM) o amplitudzie równej, ale o znaku odwrotnym do fali padającej. W następnej kolejności wyznacza się fale składowe powstałe w miejscu zwarcia - zgodnie z wzorami przytoczonymi w poprzednich ustępach artykułu. Obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla fali padającej "faza-ziemia" i "faza-faza".

3. Sposób przeprowadzenia pomiarów

Badania eksperymentalne na kilku liniach przesyłowych o napięciu 30, 60 i 110 kV przeprowadzono za pomocą defektoskopu typu FGHL-1. Jest on obecnie powszechnie stosowany w energetyce krajowej.

Defektoskop wysyłał w linię - uprzednio wyłączonej spod napięcia roboczego - impulsy monopolarne o szerokości $10 \mu\text{sek}$ i o amplitudzie ok. 200 V. We wszystkich przypadkach defektoskop pracował w układzie niesymetrycznym - jeden przewód przyrządu był stale na potencjale ziemi, a drugi był podłączony do układu linii badanej. Charakterystykę impulsową badanej linii rysował strumień elektronów na ekranie defektoskopu. Przez fotografowanie ekranu otrzymano rejestrację wyników pomiarów. Dopasowanie oporowe defektoskopu do badanego układu linii uzyskiwano przez zmianę zaczepów na transformatorze dopasowującym. Umożliwiał on dopasowanie do oporności 200, 300, 400, 500 i 600 om.

Dla spełnienia wymagań bezpieczeństwa pracy, układ zabezpieczony był dwustopniowo. Pierwsze zabezpieczenie składało się z bezpiecznika topikowego 0,5 A i iskiernika o czułości ok. 2 kV. Drugi stopień zabezpieczenia stanowił bezpiecznik wysokonapięciowy 5 kV/2A oraz iskiernik kulowy 3 kV. Schemat włączenia defektoskopu do badanej linii pokazano na rys. 3.

4. Omówienie wyników pomiarowych

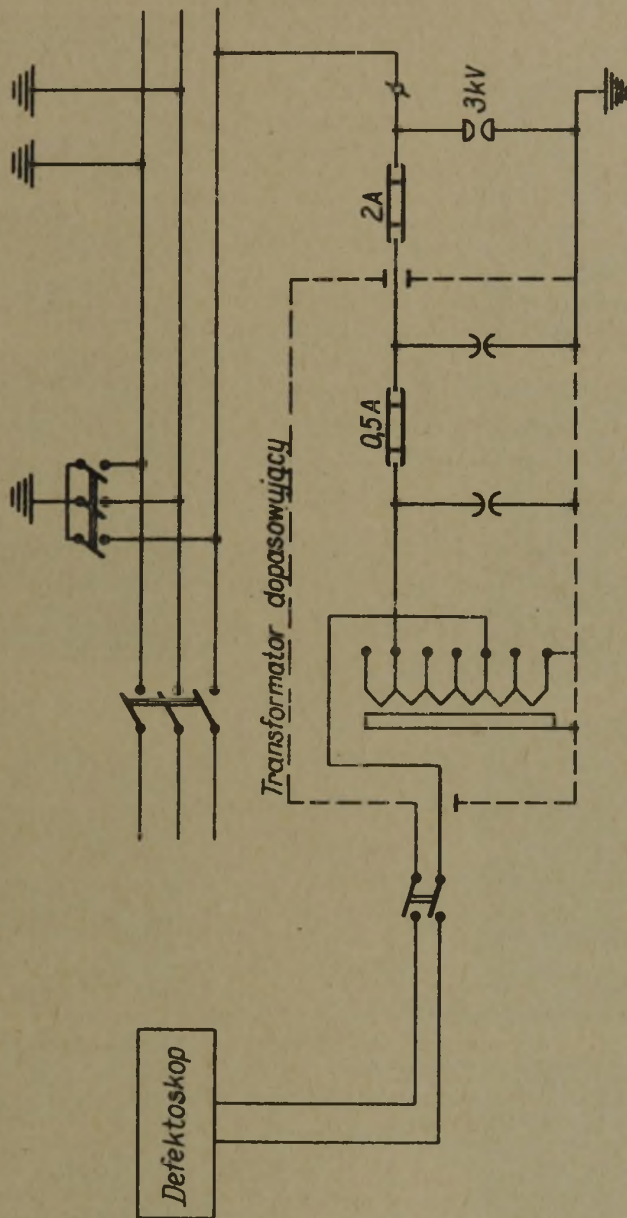
Na prawie wszystkich oscylogramach można zauważyć rozdzielenie się impulsu odbitego na dwie części - na falę "faza-faza" i falę "faza-ziemia" - są one między sobą przesunięte czasowo. Ponieważ badane linie były stosunkowo krótkie a impuls sondujący dość długi, dlatego amplituda fali "faza-ziemia" jest współmierna lub nawet większa od amplitudy fali "faza-faza". W liniach dłuższych - badanych impulsem bardzo krótkim - fala składowa "faza-ziemia" będzie dużo mniejsza od fali "faza-faza".

Przedstawione na rys. 19, 20 i 21 układy linii badanej są typowymi kanałami dla fali "faza-ziemia". Zauważmy tu, że tłumienność ich jest największa. Pozostałe badane układy są kanałami, w których rozchodzi się zarówno fala "faza-ziemia" jak i fala "faza-faza". Tłumienność tych kanałów jest tu znacznie mniejsza.

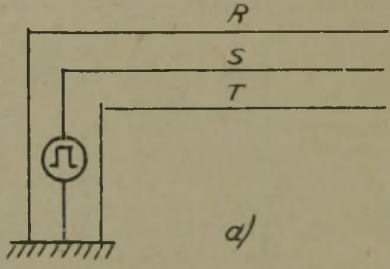

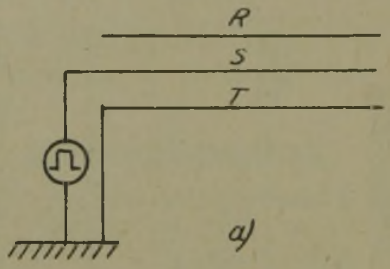
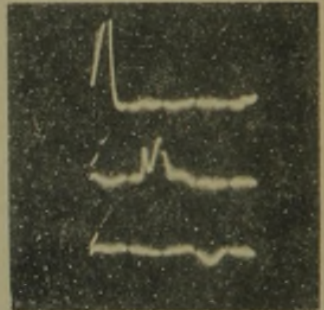
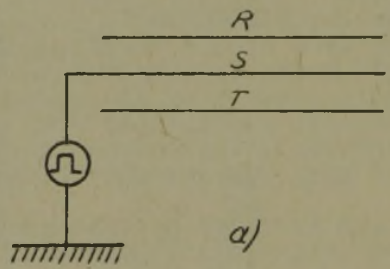
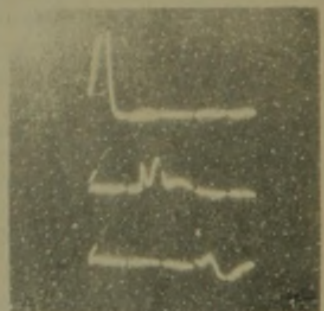
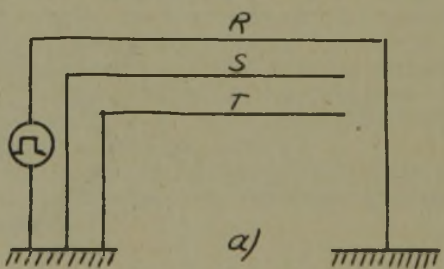

Ponieważ zastosowany przyrząd mógł jedynie pracować w układzie niesymetrycznym, dlatego nie badano układów dla fali "faza-faza".

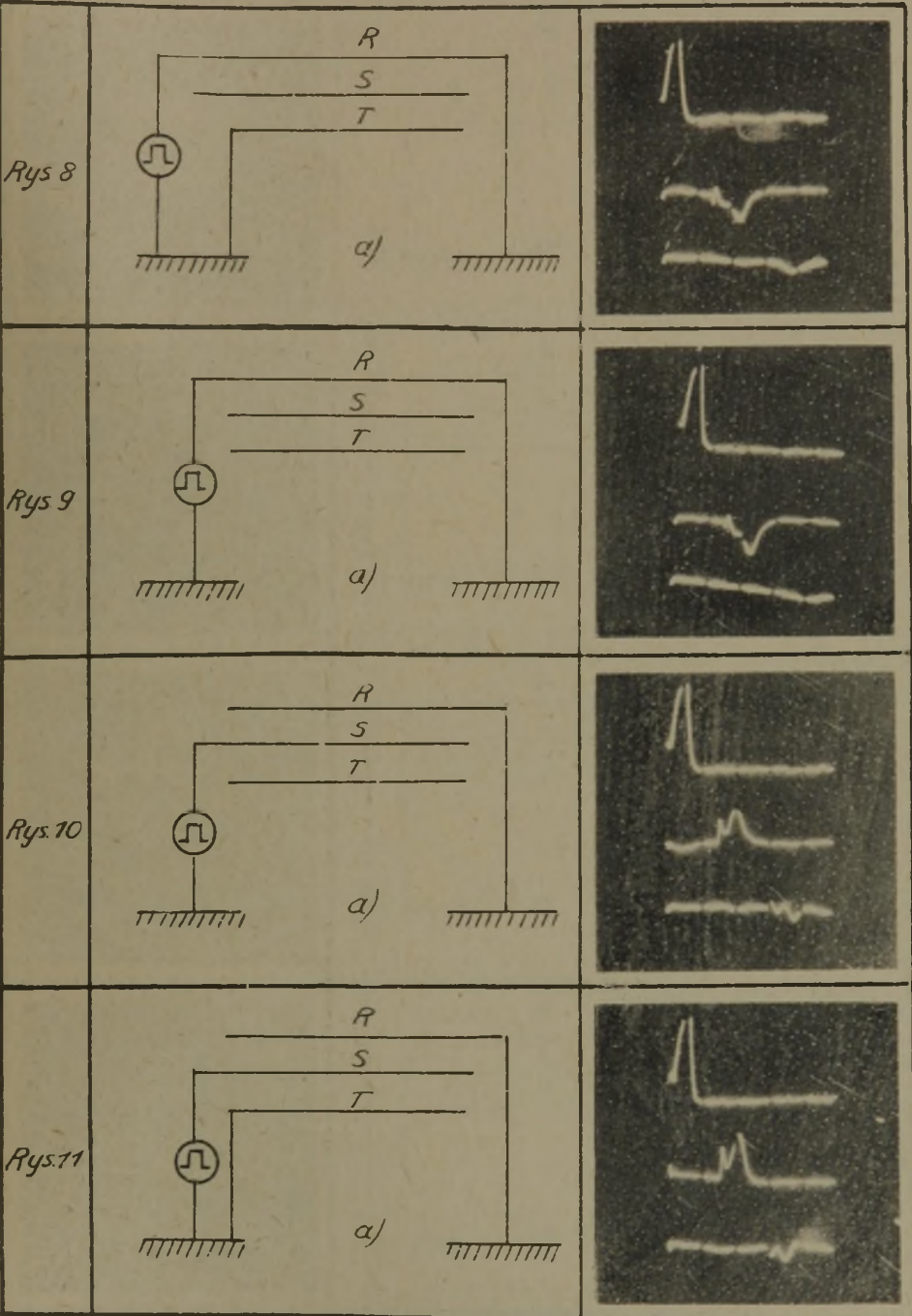
Podczas przeprowadzania badań defektoskop włączano do linii według układów I, III, IV i V (p. tablica 1). W tych warunkach włączenia powstają obydwie fale składowe: "faza-ziemia" i "faza-faza". Największą amplitudę uzyskuje fala "faza-faza" w układzie V. Natomiast w układzie IV największą amplitudę osiąga fala "faza-ziemia". Dalszym czynnikiem decydującym o powstawaniu fal składowych i o ich wielkości są: niejednorodność linii i stan obciążenia krańca linii.

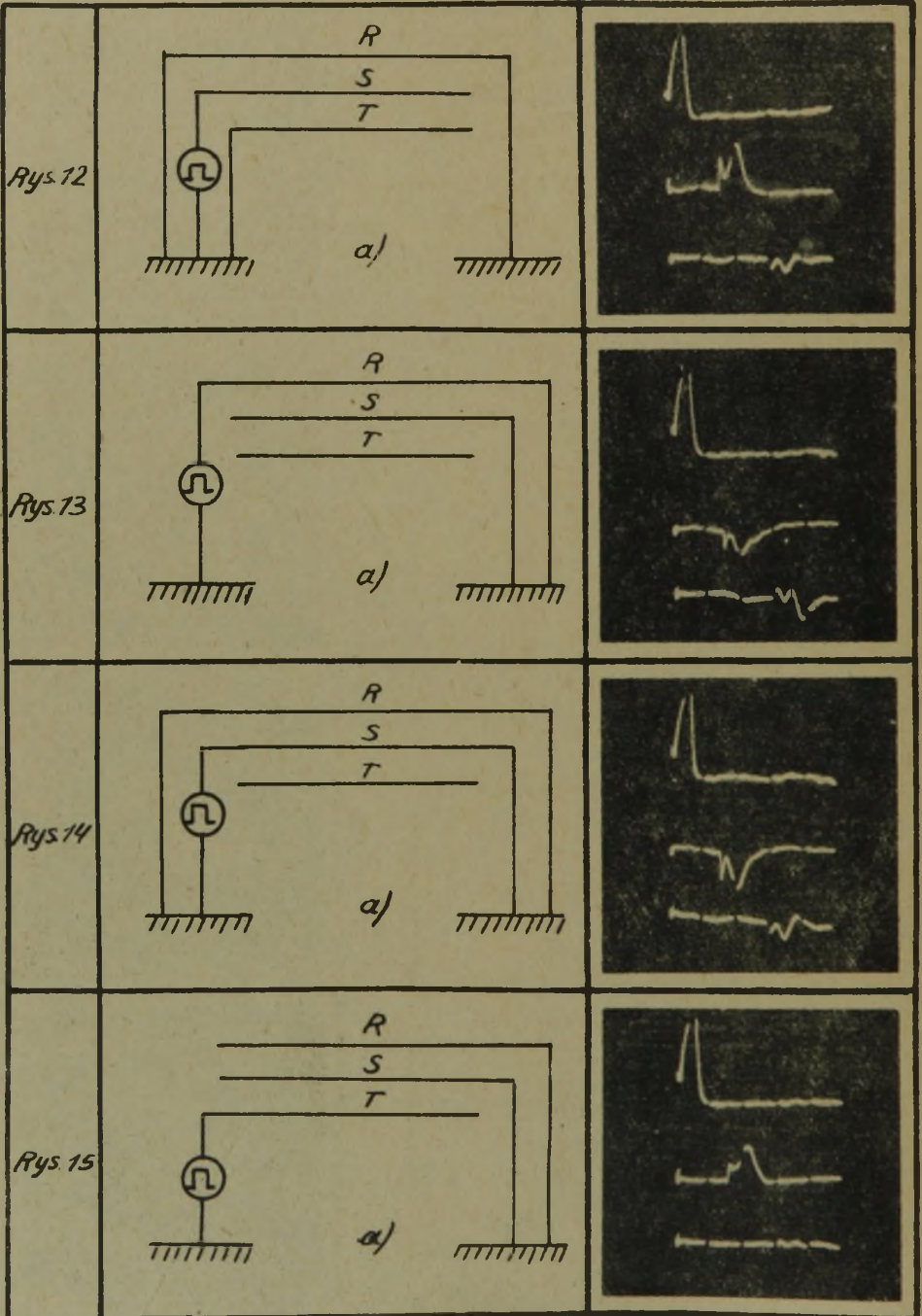
Poniżej rozpatrzono bliżej niektóre ciekawsze wyniki z pomiarów, jakie dokonano na liniach przesyłowych w kilkunastu różnych układach.

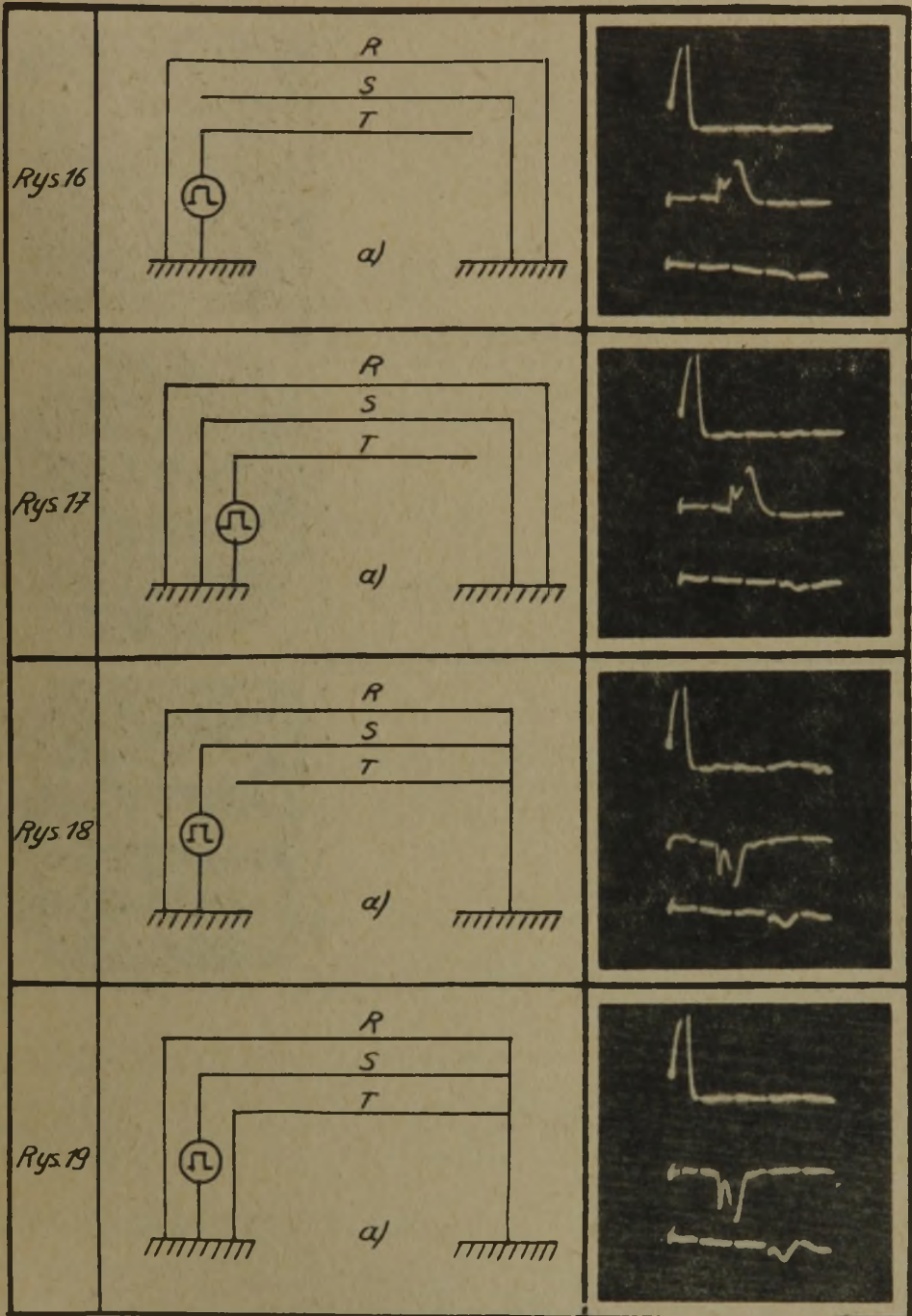


Rys. 3. Schemat urządzenia sprzęgającego defektoskop z linią przesyłową

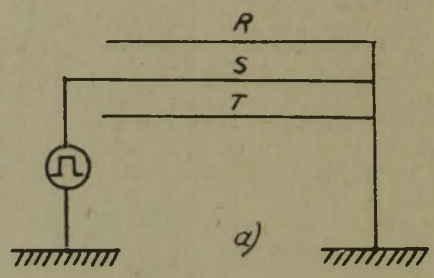
<p>Rys 4</p>	 <p>a)</p>	
<p>Rys 5</p>	 <p>a)</p>	
<p>Rys 6</p>	 <p>a)</p>	
<p>Rys 7</p>	 <p>a)</p>	



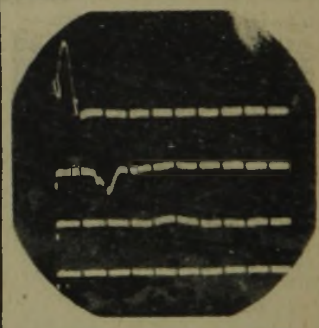
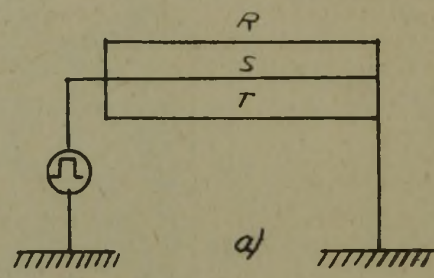




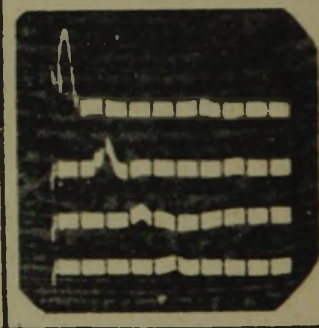
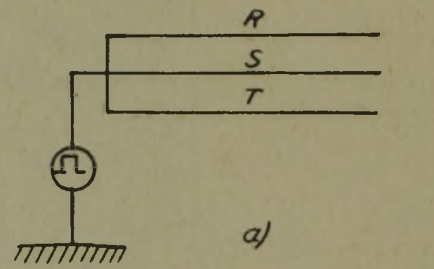
Rys.20



Rys.21



Rys.22



Układy podane na rys. 4, 5 i 6

Defektoskop załączony był do linii wg układów I, III i V (p. tabl. 1). Wszystkie trzy przewody na końcu linii były izolowane. Zauważamy tu dwa kanały przesyłowe, dla fali "faza-ziemia" i "faza-faza". Impuls został całkowicie odbity z tą samą biegunowością. W rozpatrywanych przypadkach o wielkości rozkładu impulsu na fale składowe decyduje głównie układ włączenia generatora.

Układy podane na rys. 7, 8 i 9

W rozpatrywanych przypadkach najbardziej tłumiona jest fala "faza-faza". Tłumaczyć to można tym, że fala "faza-faza" napotyka na końcu linii jak gdyby na dwa różne stany linii - na zwarcie i przerwę. Fala faza-ziemia "widzi" tu na końcu linii zwarcie.

Układy podane na rys. 10, 11 i 12

Oscylogramy tych układów są całkowicie podobne do oscylogramów podanych na rys. 4, 5 i 6. Badana linia była tu stosunkowo krótka, a uziemienie fazy niezasilanej praktycznie nie wywarło wpływu na rozkład impulsu.

Układy podane na rys. 13 i 14

Omawiane układy wykazują dużą tłumienność dla obu fal składowych. Fala składowa "faza-ziemia" jest tutaj silnie zniekształcona. Obserwujemy tu też dużą amplitudę odbić wtórnych fali "faza-ziemia".

Układy podane na rys. 15, 16 i 17

W układach tych silnie tłumiona jest fala "faza-faza". Wielokrotnie mniej natomiast tłumiona jest składowa "faza-ziemia".

Układy podane na rys. 18, 19 i 20

Oscylogramy tych układów mają podobne cechy jak oscylogramy podane na rys. 4, 5 i 6 - z tą tylko różnicą, że impuls odbity ma biegunowość odwrotną w stosunku do impulsu sondującego.

Układy podane na rys. 21 i 22

Układy te wykazują największą tłumienność, w szczególności uwidacznia się to dla fali składowej - "faza-faza". Są to typowe układy dla transmisji składowej "faza-ziemia".

5. Wnioski

1. Z przeprowadzonej analizy teoretycznej wnioskujemy, że w linii trójprzewodowej istnieją dwa kanały - jeden "faza-ziemia", a drugi "faza-faza". W kanale "faza-ziemia" fale napięć i prądów posiadają odpowiednio jednakowe amplitudy na wszystkich fazach, a w kanale "faza-faza" różne amplitudy na poszczególnych fazach.
2. Prędkość rozchodzenia się fal w kanale "faza-faza" jest większa od prędkości fal w kanale "faza-ziemia". Ponadto tłumienność kanału "faza-faza" jest mniejsza od tłumienności kanału "faza-ziemia".
3. Wielkość rozdziału impulsu odbitego na składowe zależy od układu włączenia generatora w linię trójprzewodową, od niejednorodności oporności falowej linii i od stanu obciążenia krańca linii.
4. Dla oceny odległości - w przypadku pomiarów lokalizacyjnych miejsc uszkodzeń - należy brać pod uwagę falę składową "faza-faza", gdyż jej prędkość mało odbiega od prędkości światła.
5. Metoda rozdziału fal na składowe - nawet bez uwzględnienia zniekształceń może być wykorzystana przy analizie zjawisk związanych z rozchodzeniem się fal w energetycznych liniach przesyłowych.
6. Przeprowadzone badania potwierdziły tezę, że składowe impulsu rozchodzą się w swych kanałach, nie oddziałując wzajemnie na siebie.
7. Metoda defektoskopii impulsowej z uwzględnieniem teorii fal składowych może być nie tylko wykorzystana do wykrywania uszkodzeń w liniach przesyłowych. Może ona być również z powodzeniem użyta do analizy stanów nieustalonych w liniach oraz do ustalania warunków przenoszenia sygnałów wielkiej częstotliwości, które są wykorzystywane w energetycznej telefonii nośnej i telezabezpieczeniach. W tym ostatnim przypadku chodzi szczególnie o przenoszenie sygnałów w.c. w czasie uszkodzenia linii (zwarcia, przerwy).

Rękopis złożono w Redakcji w grudniu 1965 r.

LITERATURA

- [1] Hayashi Shigenori: "Surges on Transmission systems" Den-kishoi Inc. Kioto, Japan - 1955.
- [2] Osadczyj A.P.: "Razprostanienie impulsów po liniach elektroperedaczi", Trudy W.N.I.I.E. VIII Gosenergoizdat 1959.
- [3] Ridenberg:R.: "Elektrische Wanderwellen" Springer Verlag 1962.

ПРИНЯТИЕ ВО ВНИМАНИЕ СОСТАВНЫХ ВОЛН ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЛИНИЙ ИМПУЛЬСНЫМ ЛОКАЛИЗАТОРОМ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Р е з ю м е

Пользуясь теорией симметрических составных проведено анализ условий расхождения импульсов в энергетических передаточных линиях. Приведено обоснование распада импульсов на две составные "фаза-земля" и "фаза-фаза". Выводы из теоретических рассуждений были сопоставлены с результатами исследований, проведенных в энергетических передаточных линиях.

CONSIDERATION OF THE COMPONENT WAVES AT THE TESTING
OF THE POWER TRANSMISSION LINES BY IMPULS FAULT LOCALIZATOR

S u m m a r y

Enjoying the theory of the symmetrical components there was carried out a conditions analysis of the impulses propagations in the power transmission lines. Justification of the impulses propagation into the two components "phase-earth" and "phase-phase". Conclusions from the theoretical considerations were confronted with the tests results performed in the power transmissions lines.