

Gola 31/08

URZĄD PATENTOWY

w WARSZAWIE 21e 31/08

OPIIS PATENTOWY

Nr 31041

Kl. 21 e, 29/10

Licentia Patent-Verwaltungs-Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
Berlin

Sposób określania długości linii względnie wyznaczania miejsca jej uszkodzenia i urządzenie do stosowania tego sposobu

Zgłoszono 1 sierpnia 1940

Udzielono 22 października 1942

Pierwszeństwo: 1 sierpnia 1939 (Niemcy)

Wynalazek dotyczy sposobu określania długości linii względnie wyznaczania miejsca jej uszkodzenia, nadającego się zwłaszcza do szybkiego i dokładnego określania miejsca uszkodzenia linii wysokiego napięcia bez konieczności obchodzenia całej linii.

Znane jest już stosowanie do tego celu nadajników drgań wielkiej częstotliwości, których częstotliwość zmienia się podczas pomiaru w obrębie określonego zakresu. Jeżeli na linii powstaje zwarcie, uziemienie lub przerwa, wówczas w miejscach uszkodzeń powstają odbicia, powodujące

tworzenie się fal stojących na przewodzie. W zależności od tego, czy fala wielkiej częstotliwości napotkała na zwarcie, czy przerwę, ma ona w miejscu uszkodzenia węzeł napięciowy lub brzusiec napięciowy. Wskutek tego przy określonych częstotliwościach również na początku linii, do której przyłączone zostało źródło drgań pomiarowych, powstają węzły napięcia i brzusce napięcia względnie węzły prądu i brzusce prądu.

Rozkład napięcia U wzdłuż linii przy różnych częstotliwościach przedstawia fig. 1 rysunku, przy założeniu, że w miejscu

uszkodzenia F jest zwarcie, wskutek czego napięcie tam musi być zawsze równe zeru. Na początku A linii występuje wówczas pierwszy brzusiec napięcia przy częstotliwości f_1 , jeżeli odległość $AF = \frac{1}{4}$ długości fali. Jeżeli zwiększać dalej częstotliwość, wówczas następny brzusiec napięcia powstaje przy częstotliwości f_2 , przy której odstęp AF wynosi $\frac{3}{4}$ długości fali. Trzeci brzusiec napięcia powstaje przy częstotliwości f_3 , przy której odstęp AF wynosi $\frac{5}{4}$ długości fali. Odstęp dwóch częstotliwości, przy których powstaje brzusiec napięcia, wynosi przeto połowę długości fali. Jeżeli znana jest szybkość V rozchodzenia się fali po linii, wówczas można, jak wskazuje rachunek na fig. 1, obliczyć z szybkości v i z różnicy d dwóch częstotliwości, przy których powstaje brzusiec napięcia, odległość L miejsca uszkodzenia F od miejsca A , w którym dokonywa się pomiaru.

Stosunki te są znane z teorii linii długich i na zasadzie nich określano miejsce uszkodzenia w liniach, zmieniając powoli częstotliwości drgań pomiarowych w szerokim zakresie, np. od 1 kHz do 100 kHz oraz wykreślając odpowiednią krzywą. Krzywą tę wykorzystywano następnie w ten sposób, że określano średnią wartość odstępu między dwoma brzuscami prądu i z tego wyliczano odległości miejsca uszkodzenia. Sposób ten ma tę wadę, że rysowanie krzywej i następujące po tym obliczanie są bardzo przewlekłe, a ponadto krzywa może zostać zniekształcona przypadkowymi zakłóceniami. Prócz tego zaś dla uzyskania wystarczającej dokładności trzeba było mierzyć w bardzo dużym zakresie częstotliwości. W praktyce jednak do użytku nadaje się tylko taki przyrząd za pomocą którego wyznaczenie miejsca uszkodzenia może być dokonane znacznie szybciej i to przez personel, nie będący najczęściej w możności przeprowadzić obliczenia miejsca uszkodzenia z krzywych.

Wyżej wymienione wady usuwa sposób według wynalazku, według którego częstotliwość drgań pomiarowych zmienia się w określonym zakresie częstotliwości okresowo, a mianowicie tak często, że uzyskuje się bezpośrednio wskazanie miejsca uszkodzenia lub długości linii. Jeżeli przebiega się mianowicie okresowo przez zakres częstotliwości pomiarowych, np. 20 razy na sekundę, wówczas odstęp poszczególnych maksymów prądu lub napięcia można odczytywać bezpośrednio w prosty sposób. Ponadto uzyskuje się dzięki temu tę korzyść, że krótkotrwałe zakłócenia, występujące często w linii, nie oddziałują praktycznie rzecz biorąc na wskazania, ponieważ określa się średnią wartość z większej liczby maksymów prądu lub napięcia, a prócz tego jeszcze otrzymuje się wystarczająco dokładny pomiar bez potrzeby pokrywania nadmiernie dużego zakresu częstotliwości.

Pomiar odległości miejsca uszkodzenia korzystnie jest przeprowadzać, mierząc liczbę rezonansów w jednostkę czasu. Pomiaru tego można dokonywać przy pomocy częstotliwościomierza języczkowego lub częstotliwościomierza bezpośrednio wskazującego, pracującego z przeładowywaniem kondensatora (Częstotliwościomierz Fekerscher'a, „Elektrische Nachrichtentechnik” 1936, strona 205). Liczbę rezonansów na jednostkę czasu można również wyznaczać przy pomocy oscylografu, którego częstotliwość relaksacji nastawia się w ten sposób, aby powstał stojący obraz rezonansu, wobec czego nastawiona częstotliwość drgań relaksacyjnych może być miarą liczby rezonansów w jednostce czasu. Jednak należy przy tym na to zwrócić uwagę, aby nastawić na najmniejszą częstotliwość relaksacyjną, przy której uzyskuje się obraz stojący.

Przykład wykonania wynalazku jest przedstawiony na fig. 2 rysunku, przedstawiającej układ połączeń nadajnika drgań

wielkiej częstotliwości. Fig. 3 — 5 rysunku przedstawiają różne rodzaje okresowych zmian częstotliwości.

Fig. 2 przedstawia nadajnik drgań wielkiej częstotliwości, wytwarzający drgania o częstotliwości okresowo przebiegającej przez określony zakres. Nadajnik posiada lampę generacyjną V_1 z obwodem oscylacyjnym, złożonym z kondensatora C_1 i cewki L_1 i dostrojonym do pożądanej częstotliwości. Cewka L_1 jest sprzężona zwrotnie z cewką L_2 w obwodzie siatkowym lampy, dzięki czemu drgania są wytwarzane samowzbudnie. W celu wytworzenia początkowego napięcia siatkowego w katodzie lampy V_1 leży opornik katodowy R_1 , do którego przyłączony jest równolegle kondensator C_3 w celu bocznikowania drgań wielkiej częstotliwości. Wtórne uzwojenie cewki L_2 jest połączone z siatką lampy wzmacniającej V_3 . Lampa ta posiada opornik katodowy R_6 z równoległym do niej kondensatorem C_5 do wytworzenia początkowego napięcia siatkowego, jak również dzielnik napięciowy R_7 , R_8 do uzyskiwania napięcia siatki ekranującej z napięcia anodowego baterii U_A . W obwodzie anodowym lampy V_3 znajduje się transformator $\bar{U}_2$, poprzez który drgania wielkiej częstotliwości przedostają się, ewentualnie poprzez następny wzmacniacz V , do transformatora $\bar{U}_1$, którego izolacja jest dobrana tak, aby urządzenie wielkiej częstotliwości nie mogło być uszkodzone przez przepięcia z linii. Do tego celu służą przyrządy zabezpieczające S_i , poprzez które drgania wielkiej częstotliwości dostają się do kondensatorów sprzęgających K i do linii L wysokiego napięcia. To wyposażenie liniowe korzystnie jest wykonać w taki sposób, jak w telefonii przewodowej wielkiej częstotliwości. Można więc wyposażenia liniowe telefonii wielkiej częstotliwości wykorzystać również do wyznaczania miejsca uszkodzenia. W tym jednak przypadku jest rzeczą korzystną

odłączyć od linii urządzenie telefoniczne wielkiej częstotliwości, gdyż inaczej urządzenie to znacznie tłumiłoby drgania pomiarowe. Jeżeli wyposażenie liniowe zawiera element o właściwościach filtru, wówczas trzeba zwrócić uwagę na to, aby element ten był też odłączany lub, aby przepuszczał on zakres częstotliwości, pokrywany urządzeniem pomiarowym.

Miarą prądu wielkiej częstotliwości, płynącego w linii, jest spadek napięcia na oporniku pomiarowym R_M , do którego włączony jest jako przyrząd pomiarowy np. bezpośrednio wskazujący częstotliciomierz, reagujący na liczbę rezonansów w jednostkę czasu.

Szerokość pokrywanego zakresu częstotliwości zależy od tego, jakie odległości mają być mierzone. Następnie zakres częstotliwości dobiera się taki, aby nie trzeba było zbyt rozstrajać nadajnika. Z tego powodu jest rzeczą korzystną by zakres częstotliwości był szeroki. Z drugiej strony ze wzrastającą częstotliwością silnie wzrasta tłumienie linii, wskutek czego tłumione są również rezonanse. Z tych względów najkorzystniej jest obrać zakres częstotliwości tego samego rzędu wielkości co przy przesyłaniu drgań wielkiej częstotliwości po przewodach silnoprowodowych.

Okresowych zmian zakresu częstotliwości można dokonywać np. mechanicznie przez przestawianie kondensatora obrotowego lub wariometru przy pomocy silnika. Najkorzystniejsze są jednak urządzenia, w których zmiana odbywa się elektrycznie, ponieważ są one prostsze i nie posiadają części ruchomych. Przykład wykonania wynalazku jest urządzeniem lampowym o układzie znanym z samoczynnego dostrajania odbiorników radiowych (porównaj czasopismo „Telefunkenröhre“, grudzień 1937, strona 220). Lampa V_2 zawiera między siatką i katodą opornik R_2 , a między siatką i anodą kondensator C_2 . Przy takim układzie oporność anoda-katoda jest po-

jemnościowa dla przyłożonych napięć zmiennych i zmienia się w zależności od stromości lampy. Zmiany napięcia siatkowego lampy V_2 są równoważne zatem zmianom pojemności równoległej do kondensatora strojeniowego C_1 generatora wielkiej częstotliwości i oddziałują na częstotliwość wytworzonych drgań. Okresowe zmiany napięcia siatkowego wywołują więc okresowe zmiany częstotliwości pomiarowej. Przy pomocy takiego układu można wytworzyć również zawadę indukcyjną lub zespoloną, dzięki czemu możliwy jest dowolny rozrząd częstotliwości. Zamiast przedstawionego urządzenia lampowego można zastosować też takie, w którym cewka strojeniowa L_1 ma rdzeń żelazny. Indukcyjność tej cewki jest zależna od przewodności magnetycznej rdzenia żelaznego. Przewodność ta może być zmieniana przez magnesowanie wstępne rdzenia żelaznego. Okresowo zmieniając namagnesowanie wstępne uzyskuje się również okresowe zmiany częstotliwości pomiarowej.

Zmiana częstotliwości w czasie może przebiegać bądź według krzywej piłowej, jak na fig. 3, lub trójkątnej, jak na fig. 4. Odpowiednio do tego trzeba dobrać przebieg napięcia rozrządczego. Według fig. 2 napięcie rozrządcze jest wytwarzane przy pomocy urządzenia relaksacyjnego, składającego się z kondensatora C_5 , ładowanego z baterii U_{A2} poprzez opornik R_{10} . Zależnie od wielkości stałej czasu tego obwodu kondensator ładuje się powoli dopóty, dopóki nie osiągnie napięcia zapłonu wyładowczej lampy gazowej V_4 . Wtedy lampa zapala się i kondensator wyładowuje się bardzo szybko poprzez opornik R_9 . Po rozładowaniu się kondensatora wyładowanie w lampie przerywa się, a kondensator ładuje się ponownie. Prąd ładowania kondensatora przepływa przez opornik R_{11} , który leży jednocześnie w obwodzie siatkowym lampy rozrządczej V_2 , wobec czego spadek napięcia na oporniku R_{11}

zmienia okresowo częstotliwość nadajnika wielkiej częstotliwości.

W celu zwiększenia dokładności pomiaru, można to urządzenie relaksacyjnie synchronizować prądem pomiarowym na oporniku R_M , w taki sam sposób, jak to ma zwykle miejsce w oscylografach, aby najbliższy przelot przez zakres częstotliwości odbywał się zawsze przy określonej, zawsze tej samej wartości prądu pomiarowego, najlepiej przy maksimum lub minimum. Dzięki temu unika się pomiaru maksimum względnie minimum prądu, gdy nie leży już ono w pomiarowym zakresie częstotliwości.

Przy takim rozrządzie częstotliwości pomiarowej powstają łatwo wahania amplitudowe, które jednak w znany sposób mogą być skompensowane w stopniach wzmacniających, np. za pomocą oporności, zależnych od częstotliwości. Również w znany sposób można zaopatrzyć urządzenie w dodatkowe środki, do utrzymywania w pożądanym zakresie możliwie liniowego wzrostu względnie spadku napięć rozrządczych.

Krzywą częstotliwości i odpowiednio do tego również krzywą napięcia rozrządczego taką jak na fig. 4 można otrzymać, gdy według fig. 5 do indukcyjności przyłoży się stałe napięcie u , zmieniające okresowo swą biegunowość. Napięcie to można otrzymać przy pomocy lampy, do której siatki przyłożone jest napięcie zmienne o takiej wielkości, aby lampa pracowała zasadniczo w zakresie nasycenia. Po przyłożeniu takiego napięcia do dławika płynie przez niego prąd w przybliżeniu trójkątny, którego można użyć do rozrządzania lampą rozrządczą.

Dla pomiaru w wielu przypadkach wystarczy doprowadzić drgania wielkiej częstotliwości między dwie fazy linii lub między jedną fazę a ziemię. W przypadku, gdy skutek tego nie uzyska się jeszcze jednoznacznego wyniku, można łatwo przeprowadzić pomiary porównawcze między

różnymi fazami, jak również między różnymi fazami a ziemią, dzięki czemu dokładność pomiaru zwiększa się. Częstotliciosciomierz najlepiej wycechować bezpośrednio w odległościach miejsca uszkodzenia lub długościach linii.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób określania długości linii względnie wyznaczania miejsca jej uszkodzenia, zwłaszcza linii wysokiego napięcia, przy stosowaniu którego źródło drgań pomiarowych, przyłączone do początku linii, wytwarza w niej prąd, którego częstotliwość jest zmieniana w obrębie określonego zakresu częstotliwości, przy czym bada się przy jakich częstotliwościach powstaje na przewodzie fala stojąca (rezonans), znamienne tym, że częstotliwość prądu pomiarowego zmienia się okresowo tak szybko, by otrzymać bezpośrednio wskazanie miejsca uszkodzenia, względnie długości linii.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że mierzy się liczbę rezonansów w jednostce czasu.

3. Sposób według zastrz. 1, 2, znamienno tym, że liczbę rezonansów w jednostce czasu mierzy się przy pomocy częstotliciosciomierza języczkowego.

4. Sposób według zastrz. 1, 2, znamienno tym, że liczbę rezonansów w jednostce czasu mierzy się przy pomocy częstotliciosciomierza bezpośrednio wskazującego, pracującego z przeładowywaniem kondensatora.

5. Sposób według zastrz. 1, 2, znamienno tym, że liczbę rezonansów w jednostce czasu mierzy się przy pomocy oscylografu, którego częstotliwość drgań relaksacyjnych jest dobrana tak, by powstał stojący obraz rezonansu, by więc częstotliwość drgań relaksacyjnych była miarą liczby rezonansów w jednostce czasu.

6. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 — 5, znamienne tym, że w celu uzyskania okresowej zmiany częstotliwości pomiarowej zawiera w obwodzie stojonym (L_1 , C_1) generatora (V_1) lampę rozrządczą (V_2), włączoną tak, by w obwodzie stojonym wytworzyć dodatkową indukcyjność lub pojemność zmieniającą się przy zmianach stromości lampy (V_2).

7. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 — 5, znamienne tym, że w celu uzyskania okresowej zmiany częstotliwości pomiarowej zawiera narządy do zmiany przewodności magnetycznej cewki obwodu drgań przez zmianę namagnesowania wstępnego.

8. Urządzenie według zastrz. 6, 7, znamienne tym, że do narządu rozrządczego, zmieniającego okresowo częstotliwość pomiarową, przyłączone jest źródło drgań piłowych (fig. 3).

9. Urządzenie według zastrz. 6 — 8, znamienne tym, że źródłem drgań piłowych jest lampowy przyrząd relaksacyjny.

10. Urządzenie według zastrz. 6, 7, znamienne tym, że do narządu okresowo zmieniającego częstotliwość pomiarową przyłączone jest źródło drgań trójkątnych (fig. 4).

11. Urządzenie według zastrz. 10, znamienne tym, że źródłem do wytwarzania napięcia trójkątnego jest dławik, przyłączony do źródła napięcia stałego, zmieniającego okresowo swą biegunowość.

12. Urządzenie według zastrz. 6 — 11, znamienne tym, że jest wykonane tak, iż częstotliwość prądu rozrządczego jest w taki sposób synchronizowana mierzonym napięciem względnie mierzonymi napięciami, by okresowa zmiana częstotliwości pomiarowej odbywała się stale przy tej samej wartości, najlepiej przy maksimum lub minimum wielkości.

13. Urządzenie według zastrz. 6 — 12,

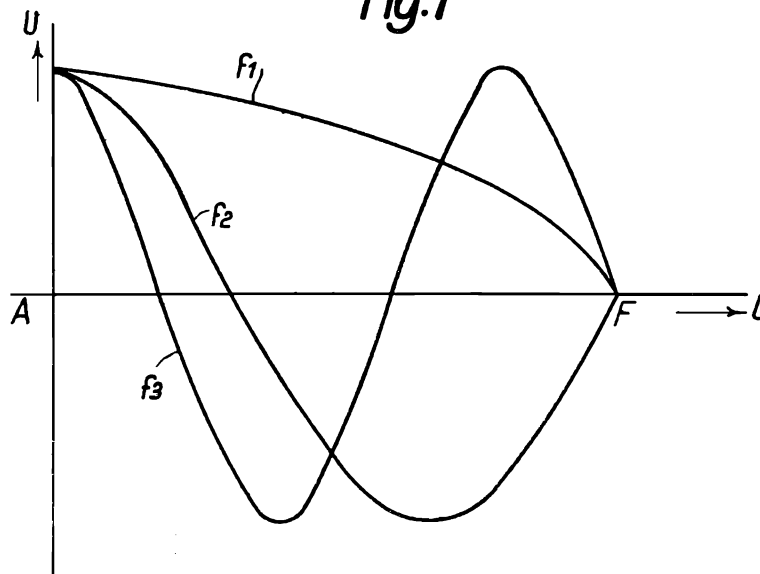
znamiennie tym, że zawiera oporności, zależne od częstotliwości, służące do wyrównania wahań amplitud rozrządzanego nadajnika.

14. Urządzenie według zastrz. 6 — 13, znamiennie tym, że jest zaopatrzone w kondensatory liniowe (*K*), urządzenia zabezpieczające (*Si*) przed przetężeniami i prze-

pięciami oraz ewentualnie liniowe środki strojeniowe.

Licentia
Patent-Verwaltungs-
Gesellschaft
mit beschränkter Haftung
Zastępca: inż. J. Wyganowski
rzecznik patentowy

Fig.1



$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} \quad f_2 = \frac{v}{\lambda_2} \quad \lambda_1 = 3\lambda_2$$

$$f_2 = \frac{3v}{\lambda_1}$$

$$f_2 - f_1 = d = \frac{2v}{\lambda_1}$$

$$\lambda_1 = 4AF = 4L$$

$$L = \frac{v}{2d}$$

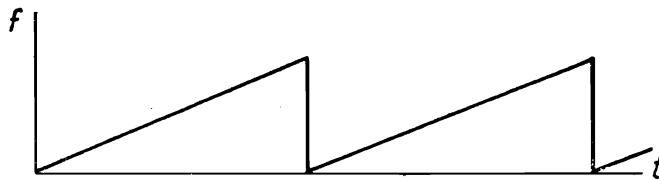


Fig.3

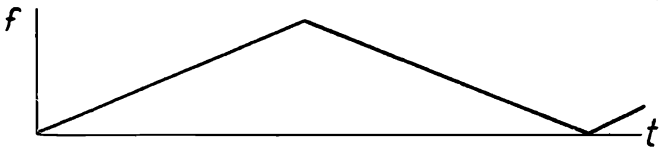


Fig.4

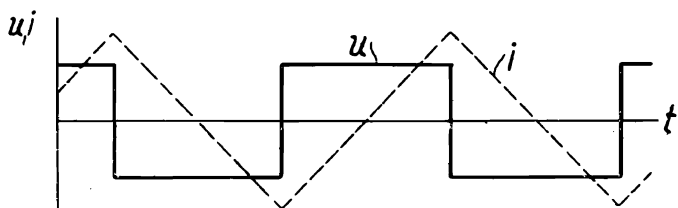


Fig.5

Fig.2

