

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIV.

1 Listopada 1932 r.

Zeszyt 21.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

BADANIE DOŚWIADCZALNE PÓL ELEKTRYCZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

Prof. K. Drewnowski.

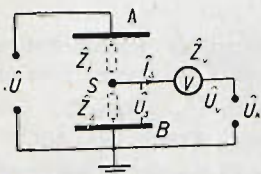
Referat, przedstawiony na Kongresie elektrycznym w Paryżu, 1932 r.
(Sekcja II. Ref. Nr. 24).

(Dokończenie).

V. Metody kompensacyjne.

1. Zasada metody.

Ogólny schemat metody kompensacyjnej podaje rys. 4. Napięcie kompensujące \hat{U}_k przyłożone jest między sondą S a elektrodą B układu izolacyjnego, zasilanego napięciem \hat{U} . Napięcie \hat{U}_k



Rys. 4.

Schemat ogólny metody kompensacyjnej.

Napięcie na nim \hat{U}_v wywołuje odchylenie przyrządu.

Z porównania układu zasadniczego metody mostkowej (rys. 2) i kompensacyjnej (rys. 4) widać, że niema między nimi zasadniczej różnicy. Rolę napięcia U_s przyjmuje tutaj napięcie \hat{U}_k . Podobnie więc jak tam napięcie na układzie pomiarowym

$$\hat{U}_v = \hat{Z}_v \hat{I}_s = \frac{\hat{U}_x - \hat{U}_k}{\hat{A}}, \quad \dots \quad (6)$$

gdzie

$$\hat{A} = \frac{\hat{Z}_1 \hat{Z}_2}{\hat{Z}_v (\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2)} + 1. \quad \dots \quad (6a)$$

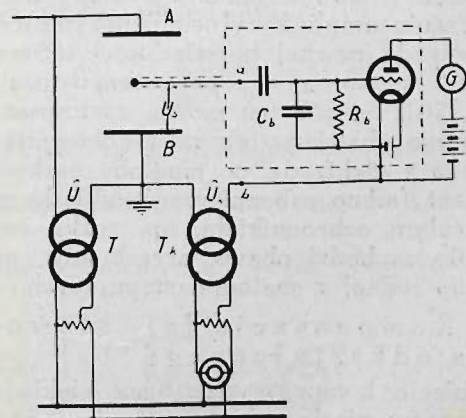
Mamy więc również i te same warunki dla uzyskania największej czułości, co przy metodzie mostkowej. Przyrząd zerowy powinien mieć przede wszystkim największą oporność pozorną i to tem większą, im większe są oporności \hat{Z}_1 i \hat{Z}_2 układu badanego. Jako wielkooporowy układ pomiarowy zerowy służy woltmierz elektrostatyczny w razie, gdy nie idzie o uzyskanie znacznej czułości układu, ani dokładności pomiaru. Bardzo praktyczny, np. przy pomiarach fabrycznych, okazał się elek-

trooskop [16]. Przy pomiarach dokładnych najlepsze są układy lampy katodowej trójelektrodowej.

2. Kompensacja napięć nieodkształconych.¹¹⁾

Rys. 5 przedstawia kompletny schemat metody przy zastosowaniu lampy katodowej z galwanometrem. Dla uzyskania dużej czułości musi lampa katodowa posiadać, poza dużą opornością pozorną siatka—katoda, charakterystykę prądu anodowego silnie nachyloną. Regulacja czułości układu odbywa się za pomocą zmieniania elementów bocznikujących: opornika R_b i kondensatora C_b ; zwiększanie pierwszego i zmniejszanie drugiego zwiększa oporność pozorną (\hat{Z}_v) układu pomiarowego i przez to zwiększa czułość układu. Pojemność między doprowadzeniem a osłoną wchodzi w skład pojemności C_b , ograniczając największą osiągalną czułość układu pomiarowego.¹²⁾

Napięcie zasilające i kompensujące określa się dokładnymi woltmierzami w obwodzie pierwotnym transformatorów o znanej przekładni. Naj-



Rys. 5.

Schemat metody kompensacji zwykłej.

¹¹⁾ [13, 15].

¹²⁾ Na rysunku nie uwidoczniiono zwykłych elementów obwodu galwanometru (kondensator, cewka ind., bateria kompensacyjna).

lepiej nadają się tu transformatoriki miernikowe. Przy wykonywaniu pomiarów podnosi się równocześnie oba te napięcia, utrzymując odchylenia galwanometru w granicach skali. Regulowanie przesunięcia fazy odbywa się za pomocą transformatora fazowego w obwodzie pierwotnym transformatora kompensującego.

Dokładność pomiaru zależy od dokładności wskazania przyrządów pomiarowych, wyznaczenia przekładni transformatorów, odczytania wskazań galwanometru i ustawienia sondy w polu. W porównaniu z metodą mostkową mamy tutaj, zamiast niepewnych i większych uchybów potencjometru, uchyby transformatorów i ich woltomierzy, które można dokładnie wyznaczyć. Uchyb galwanometru można pominąć, czego nie można uczynić przy rurce neonowej lub iskierniku, a uchyb nastawienia sondy jest ten sam. W rezultacie można się spodziewać mniejszych uchybów przy metodzie kompensacyjnej, niż przy mostkowej.

Zarówno zestawienie układu pomiarowego metody kompensacyjnej, jak i manipulacja, są nader proste, wyniki zaś otrzymane zupełnie zadawalające.¹³⁾ Nadaje się ona szczególnie do badań rozkładów potencjałów na łańcuchach izolatorów, na ich powierzchni, w otaczającym je środowisku i t. d. Jeżeli w układzie nie występują wyładowania, dokładność jej jest bardzo duża, zależy prawie wyłącznie od dokładności użytych transformatorów i woltomierzy (ok. 1,5%) oraz od dokładności ustawienia sondy (ok. 1%). Skoro zjawia się wyładowania niezupełne, kompensacja zupełna nie jest możliwa, wyrównywanie przesunięcia fazy napięcia kompensującego nie wystarcza, galwanometr nie staje na zerze, lecz wskazuje pewne minimum — przy silnych wahaniami wskazówki — a uchyb się powiększa. W celu uspokojenia galwanometru należy wtedy czułość układu znacznie obniżyć, dokładność pomiaru zmniejsza się jeszcze bardziej.

Temu niepożądanemu zjawisku można zapobiec przez zastosowanie, jako wskaźnika równowagi, układu *termoelementu z galwanometrem*, włączonego w obwód anodowy lampy katodowej, w połączeniu amplifikacyjnym. Otrzymujemy wtedy, z powodu pewnej bezwładności termoelementu, pracę spokojną i z powrotem dużą czułość układu [20]. Sposób ten można zastosować w razie, gdy nie obawiamy się przeskoków iskry między sondą a elektrodą, co mogłoby uszkodzić termoelement (mimo zabezpieczenia układu pomiarowego czułym ochronnikiem, np. rurką neonową).

O ile zachodzi obawa przeskoków, uciec się należy do jednej z metod następujących.

3. Kompensacja fali głównej napięcia odkształconego.¹⁴⁾

Napięcie kompensowane ma niekiedy przebieg czasowy niesinusoidalny, zawiera więc obok sinusoidy podstawowej harmoniczne wyższe. Przy-

czyną ich mogą być wyższe harmoniczne napięcia zasilającego albo perjodyczne wahania pojemności i upływości w układzie badanym, np. skutkiem wyładowań niezupełnych.

Jeżeli napięcie zasilające (\hat{U}) ma wyższe harmoniczne, to i napięcie kompensowane (U_x) składa się z harmonicznych, określonych według poprzedniego (wzór 1):

$$\hat{U}_{xI} = \frac{\hat{Z}_{2I}}{\hat{Z}_{1I} + \hat{Z}_{2I}} \hat{U}_I; \quad \hat{U}_{xII} = \frac{\hat{Z}_{2II}}{\hat{Z}_{1II} + \hat{Z}_{2II}} \hat{U}_{II} \text{ i t. d.}$$

Wtedy oporności pozorne układu pomiarowego (\hat{Z}_v) oraz oporności między sondą a elektrodami układu (\hat{Z}_1, \hat{Z}_2) mogą mieć różne wartości dla poszczególnych harmonicznych. Spółczynniki $\hat{A}_I, \hat{A}_{II}, \dots$, określone według wzoru (6a), nie są również jednakowe.

Przy sinusoidalnym napięciu kompensującym ($\hat{U}_k = \hat{U}_{kI}$) harmoniczne napięcia na układzie pomiarowym będą więc według (6):

$$U_{vI} = \frac{\text{mod}(\hat{U}_{xI} - \hat{U}_k)}{\hat{A}_I}; \quad U_{vII} = \frac{U_{xII}}{\hat{A}_{II}}, \text{ i t. d. (7)}$$

Wartość skuteczną napięcia na układzie pomiarowym:

$$U_v = \sqrt{U_{vI}^2 + U_{vII}^2 + U_{vIII}^2 + \dots}$$

Skoro więc regulujemy napięcie kompensujące U_k , to zmienia się napięcie U_{vI} oraz równocześnie U_v . Minimum napięcia U_v wypada, gdy U_{vI} równa się zeru, co według wzoru (7) zachodzi przy równości sinusoidalnego napięcia kompensującego i fali głównej (pierwszej harmonicznej) napięcia kompensowanego. Własność tę wyzyskać można w układzie pomiarowym z miernikiem, wskazującym wartość skuteczną napięcia, np. z termoelementem i galwanometrem [20].

W przypadku, gdy napięcie zasilające i kompensujące są sinusoidalne, a z powodu wyładowań następują perjodyczne wahania pojemności i upływości w układzie badanym, zjawiają się również wyższe harmoniczne w napięciu kompensowanym, które na układ pomiarowy wywierają podobne działanie, jak poprzednio opisane. Same jednak przebiegi są więcej skomplikowane.

Kompensacja wszystkich harmonicznych napięcia w polu byłaby możliwa tylko w przypadku, gdyby napięcie kompensujące miało taki sam przebieg, jak kompensowane, co naogół jest możliwe tylko przy kompensacji automatycznej (Rozdz. VI). W wielu przypadkach można się jednak ograniczyć do *kompensacji fali głównej* (Drewnowski i Szpor, 1931, [20]). W tym celu metoda kompensacji napięć sinusoidalnych, poprzednio opisana, została zmodyfikowana¹⁵⁾ przez dodanie układu, sprawdzającego zgodność tylko pierwszych harmonicznych.

Na rys. 6 przedstawiona jest część pomiarowa układu. Lampa katodowa, pracująca jako wzmacniacz, zasilana *filtr* (L_1, C_1 i L_2, C_2). Za pomocą niego

¹³⁾ Od 2 lat jest ta metoda stosowana w Laboratorium Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej przy zajęciach praktycznych. Lampy katodowe typu Philips, B 409, okazały się bardzo odpowiednie.

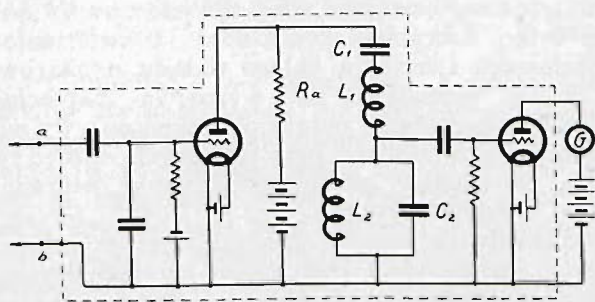
¹⁴⁾ [20].

¹⁵⁾ Według idei St. Szpora.

wyodrębnia się na układzie pomiarowym sinusoidę podstawową z odkształconej krzywej napięcia w polu i uzależnia się od niej odchylenie galwanometru, przyłączonego za pośrednictwem lampy katodowej w układzie detekcyjnym, jak w metodzie poprzedniej. Jeżeli doprowadzimy to odchylenie do zera, to fala główna napięcia na układzie pomiarowym będzie równa zeru, a napięcie kompensujące — równe fali głównej napięcia kompensowanego.

Odpowiedni dobór filtra jest tutaj rzeczą wielkiej wagi. Jego oporność pozorną musi być dla poszczególnych harmonicznych stosunkowo wielką, aby filtr wywierał tylko nieznaczny wpływ na przebieg napięcia na oporniku (R_a) w obwodzie anodowym lampy. Bliższe rozważania [20] pokazują, że przy dostrajaniu filtra do częstotliwości podstawowej trzeba dążyć do osiągnięcia dużego stosunku $\frac{\omega L_1}{R_1}$ i $\frac{\omega L_2}{R_2}$, dla stosunku zaś $\frac{L_2}{L_1}$, również tutaj miarodajnego, trzeba dobrać pewne optimum.¹⁶⁾

Celem ochrony układu pomiarowego od szkodliwych sprzężeń okazuje się konieczne, zwłaszcza przy wyższych napięciach, rozszerzenie osłony elektrostacyjnej na obwód anodowy lampy wzmacniającej i na lampę detekcyjną.



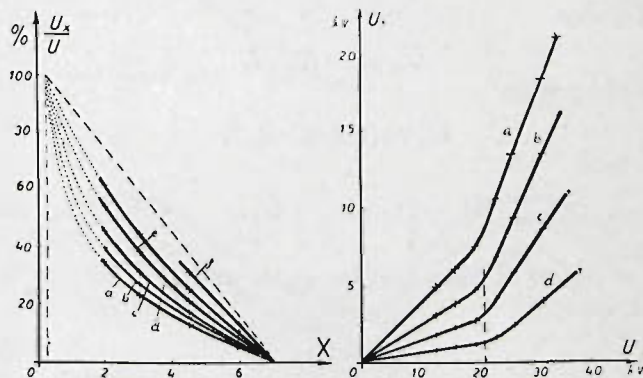
Rys. 6.

Schemat metody kompensacji pierwszej harmonicznej.

Układ metody kompensacji fali głównej, raz dobrany i zmontowany, pracuje pewnie i nie wymaga specjalnych zabiegów. Wyniki daje bardzo zadawalające. Dla przykładu podane są (rys. 7a) rozkłady potencjałów w polu iskiernika walcowego o średnicy zewnętrznej 15 cm, wewnętrznej 0,3 cm i przy użyciu sondy prętowej o średnicy 0,35 cm. Napięcie początkowe wyładowań niepełnych wynosiło 20,7 kV. Krzywa a) przedstawia rozkład napięć bez wyładowań, zgodny ze wzorami elektrostatyki; krzywe b) do f) odpowiadają coraz wyższym napięciom i coraz silniejszym wyładowaniom. Widać, jak rozkład napięć w polu stopniowo się wyrównywa. Rys. 7b przedstawia charakterystyki $U_x = f(U)$ dla punktów tego iskiernika w różnych odstępach (x) od elektrody wewnętrznej. Po przekroczeniu 20,7 kV zjawiają się wyładowania świetlne i zmieniają rozkład napięcia w polu.

Przykład powyższy wykazuje stosowność metody. Wprawdzie nie uwzględnia wartości ma-

ksymalnych odkształconego napięcia w polu, pozwala jednak na porównywanie wyników, gdyż odnoszą się one do wielkości sinusoidalnych, a więc takich, które mogą być określone jednoznacznie.



Rys. 7a.

Rys. 7b.

Rozkład napięć w kondensatorze walcowym.

Napięcie zasilające U w kV: a—20,0; b—23,7; c—27,5; d—31,2; e—35,0; f—38,9;
Odstęp x od elektrody wewnętrznej w cm: a—2; b—3; c—4,5; d—6.

VI. Metoda kompensacji automatycznej¹⁷⁾.

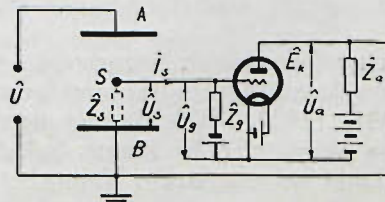
Ogólny schemat kompensacji automatycznej w zastosowaniu do badania pól elektrycznych podaje rys. 8. Między sondą a jedną z elektrod włączony jest wzmacniacz wielostopniowy, przedstawiony tu przez jedną lampę katodową o większej mocy. W takim połączeniu układ lampowy może spełniać rolę układu pomiarowego z metody bezpośredniego pomiaru (Rozdz. III). Układ taki przekazuje przyrządowi pomiarowemu, włączonemu w obwód anody ostatniego człona, zmiany napięcia w układzie badanym [18]. Jak widać z schematu, napięcie na sondzie

$$\dot{U}_s = \dot{U}_g - \dot{U}_a.$$

Lampę katodową, jak wiadomo, można w odniesieniu do obwodu anodowego, uważać jako źródło siły elektromotorycznej (\hat{E}_k). Na podstawie ogólnych praw radjotechniki:

$$\dot{U}_a = -\frac{k \hat{U}_g \hat{Z}_a}{R_i + \hat{Z}_a} = -\hat{K} \dot{U}_g,$$

gdzie k jest współczynnikiem amplifikacji lampy, R_i jest opornością wewnętrzną, a $\hat{K} = \frac{k \hat{Z}_a}{R_i + \hat{Z}_a}$ stopniem wzmocnienia układu. Napięcie \dot{U}_g wy-



Rys. 8.

Schemat ogólny metody kompensacji automatycznej.

¹⁶⁾ Przy niżej podanym przykładzie stosunki pierwsze były rzędu ok. 10, a L_2/L_1 ok. 0,01, co się daje łatwo osiągnąć. Przy projektowaniu i wzorcowaniu filtra pamiętać należy, że pracuje on przy bardzo małych napięciach.

¹⁷⁾ [16, 18].

stępuje na oporności siatka-katoda (\hat{Z}_g), skoro przez nią przepływa prąd \hat{I}_s :

$$\hat{U}_g = \hat{Z}_g \cdot \hat{I}_s.$$

A zatem

$$\hat{U}_a = -\hat{K} \hat{Z}_g \hat{I}_s.$$

Wobec tego

$$\hat{U}_s = (1 + \hat{K}) \hat{Z}_g \hat{I}_s.$$

Przeto

$$\hat{U}_s = \left(1 + \frac{1}{\hat{K}}\right) \hat{U}_a. \quad \dots \quad (8)$$

Jeżeli K jest bardzo duże wobec 1, to można napisać:

$$\hat{U}_s \approx \hat{U}_a. \quad \dots \quad (8a)$$

Przyłączenie układu pomiarowego nie powinno w zasadzie zmieniać wartości potencjału w punkcie S. Stanie się to wówczas, jeżeli oporność układu pomiarowego (\hat{Z}_v) będzie wyższego rzędu, niż układu badanego (\hat{Z}_s). Uwzględniając, że

$$\hat{Z}_v = \frac{\hat{U}_s}{\hat{I}_s} (1 + \hat{K}) \hat{Z}_g, \quad \dots \quad (9)$$

widzimy, że przez osiągnięcie odpowiednio dużego \hat{K} można otrzymać stosunkowo bardzo duże wartości \hat{Z}_v .

W takim razie uchyb $\Delta \hat{U}_x = \hat{U}_x - \hat{U}_s$ jest praktycznie pomijalny. W rezultacie będziemy mieli

$$\hat{U}_x \approx \hat{U}_a. \quad \dots \quad (10)$$

Przez odpowiedni dobór wzmacniacza kilkostopniowego i przy zastosowaniu lamp katodowych nieodkształcających można osiągnąć taki stan, że każdej zmianie napięcia punktu badanego odpowiadać będzie prawie dokładnie zmiana napięcia anodowego na ostatnim członie wzmacniacza. W tym celu muszą być spełnione warunki, pod jakimi wyprowadzona została ostatnia zależność, a przede wszystkim oporność układu pomiarowego musi być możliwie duża w stosunku do oporności układu badanego oraz współczynnik amplifikacji lamp, a przeto i stopień wzmocnienia całego wzmacniacza, dostatecznie duży. Oba te czynniki można osiągnąć przez dobór odpowiednich lamp katodowych.¹⁸⁾

Doświadczenia praktyczne wykazały [18], że taki układ kompensuje nawet silne wahania, o częstotliwościach rzędu kilku setek, a więc występujące przy normalnie odkształconych krzywych napięcia, np. przy wyładowaniach niezupełnych w polu.

Na tych własnościach powyższego układu polega metoda kompensacji automatycznej (Dunikowski, 1931, [18]). Rolę źródła napięcia kompensującego przyjmuje tu lampa katodowa w ostatnim członie wzmacniacza. Napięcie, wytworzo-

ne przez nią na oporniku w obwodzie anodowym, doregulowuje się samoczynnie do wartości napięcia na układzie badanym. Dzięki bardzo dużej oporności układu pomiarowego prąd pobierany z układu badanego jest bardzo mały, przez co potencjał punktu badanego prawie się nie zmienia, pole się więc nie odkształca. Bardzo mała zaś różnica między wartościami potencjału w punkcie badanym przed i po włożeniu sondy wystarcza do uruchomienia układu pomiarowego, przedstawiającego (w obwodzie anodowym ostatniego człona) moc dostateczną do wywołania działania mierników napięcia.

Napięcie, jakie można kompensować za pomocą powyższego układu, zależy od napięcia w obwodzie anodowym ostatniego człona wzmacniacza. Napięcie to, osiągnięte w zwykły sposób we wzmacniaczach oporowych, jest więc do celów wysokich napięć zbyt ograniczone. Przez zastosowanie transformatora w obwodzie anodowym ostatniego człona można je odpowiednio podwyższyć. Transformator ten musi posiadać budowę specjalną, aby moc pobierana przez niego z układu pomiarowego była jak najmniejsza. Do tej też mocy dostosować trzeba lampy katodowe i ich sposób połączenia.

Zakres stosowania tej metody pod względem wysokości napięcia jest więc ograniczony w zasadzie tylko dobraniem przekładni transformatora wyjściowego i izolacją całego układu pomiarowego, który pozostaje pod wysokim napięciem. Szkodliwe sprężenia pojemnościowe i upływy, występujące tem silniej przy wyższych napięciach, dadzą się usunąć przez zastosowanie starannej osłony elektrostatycznej.

Jakkolwiek zasada działania metody automatycznej kompensacji jest prosta, to jednak praktyczne zmontowanie jej układu wymaga znajomości zjawisk radjotechnicznych i umiejętności operowania układami radjotechnicznymi. Jedną z najczęściej występujących tu trudności jest dążność takiego układu amplifikacyjnego do wytwarzania drgań nietłumionych. Występuje ona tem łatwiej, im większy stopień wzmocnienia chce się otrzymać. Zapobiec temu można [18] przez zastosowanie odpowiedniego filtra przed ostatnim członem wzmacniacza. Przy użyciu transformatora wyjściowego, on właśnie może z powodzeniem spełniać rolę takiego filtra.

Dzięki własnościom opisanym wyżej metoda automatycznej kompensacji pozwala na: 1) pomiar wartości skutecznej napięcia kompensowanego; w tym celu w obwodzie wtórnym transformatora wyjściowego umieszczamy woltomierz elektrostatyczny w połączeniu z dzielnikiem; 2) pomiar wartości maksymalnej napięcia kompensowanego; do tego celu służy np. układ kenotronowy z woltomierzem elektrostatycznym lub iskiernik pomiarowy; 2) oscylografowanie napięcia kompensowanego za pomocą oscylografu, włączonego przy pomocy pojemnościowego dzielnika napięcia i wzmacniacza.

Jako praktyczny sposób rozszerzenia zakresu stosowania tej metody pod względem wysokości napięcia, podać tu należy kombinację metody kompensacji automatycznej ze zwykłą, opisaną w Rozdziale V. Stosuje się ją, jeżeli amplituda napięcia

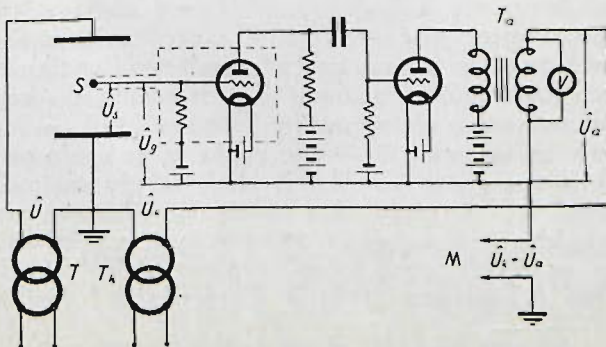
¹⁸⁾ W przykładzie niżej podanym: $Z_g = \text{ok. } 10 \text{ M}\Omega$, $K = \text{ok. } 2500$, $\hat{Z}_v = \text{ok. } 2500 \text{ M}\Omega$; Z_s było rzędu kilkuset $\text{M}\Omega$. Dobre wyniki otrzymano z lampami katodowym typu Philips, B. 409.

kompenzowanego jest większa od amplitudy wtórnego napięcia transformatora z układu kompensacji automatycznej. Wtedy można powyższy układ włączyć jako układ pomiarowy do obwodu transformatora kompensacyjnego metody zwykłej. W takim układzie kompensuje się z gruba, w zwykły sposób, badane napięcie w polu, a kompensacja automatyczna wyrównywa sama niedokładności tamtej kompensacji.

Rys. 9 przedstawia zasadniczy schemat kompensacji mieszanej, na którym widać również zasadę działania elementów układu automatycznego. W obwodzie anodowym drugiego człona wzmacniacza umieszczony jest transformator, którego cewka wtórna włączona jest w obwód transformatora kompensującego (T_k). Napięcie wtórne (\dot{U}_a) transformatora T_a jest napięciem kompensującym automatycznie; dodaje się ono do napięcia (\dot{U}_k) transformatora kompensującego, regulowanego ręcznie. W ten sposób na przyrządach pomiarowych, przyłączonych do M, występuje napięcie, odpowiadające napięciu mierzonemu (\dot{U}_s). Woltmierz elektrostatyczny V służy do orientacji przy kompensowaniu ręcznym: skoro wskaże minimum, jest to oznaka, że kompensacja jest już osiągnięta, bo napięcie automatycznie kompensowane jest już najmniejsze.

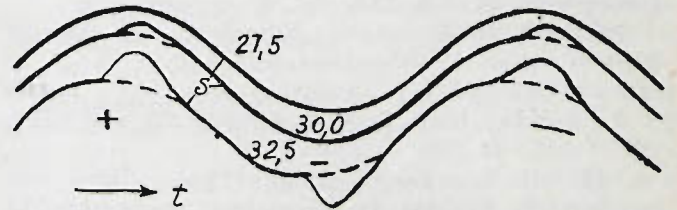
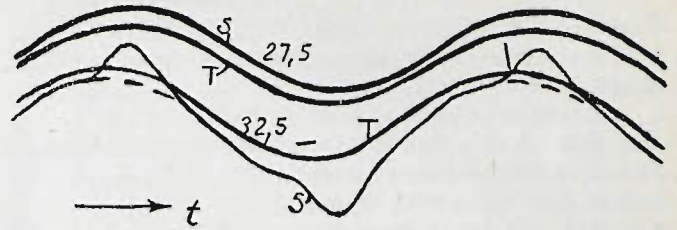
Manipulacja raz dobranego i zmontowanego układu nie przedstawia już żadnych specjalnych trudności. Wyniki otrzymane są zupełnie zadawalające, a w pewnych razach nie dające się otrzymać w inny znany sposób. Powyższa metoda została wypróbowana przy napięciu do 50 kV, przy czym napięcie kompensowane automatycznie wynosiło do 5 kV, a reszta była kompensowana ręcznie.

Dla przykładu stosowania metody podane są na rys. 10 oscylogramy przebiegu napięcia w polu iskiernika walcowego (z Rozdz. V). Krzywe T przedstawiają napięcie zasilające, krzywe S napięcie na sondzie. Przy napięciu 27,5 kV przebieg napięcia w polu jest sinusoidalny. Skoro zjawia się wyładowania ulotowe, następuje odkształcenie krzywej napięcia, początkowo tylko na tej półfali, która odpowiada stanowi, gdy elektroda wewnętrzna jest dodatnia (przy 30,0 kV), potem — na obu połowach krzywej (przy 32,5 kV).



Rys. 9.

Schemat metody kompensacji zwykłej, skombinowany z kompensacją automatyczną.



Rys. 10.

Oscylogramy napięcia między pewnym punktem pola w kondensatorze walcowym a jedną z elektrod [16, 18].

T — napięcie między elektrodami,

S — napięcie sondy; 27,5; 30,0; 32,5 — wartości max. napięcia zasilającego w kV.

VII. Wnioski.

Obecna technika wysokich napięć rozporządza metodami, pozwalającymi na dostatecznie dokładne badanie rozkładu potencjałów w układach izolacyjnych przy napięciu roboczym o częstotliwości technicznej.

Do pomiaru rozkładu napięć na łańcuchu izolatorów, gdy wyładowania jeszcze nie występują, nadaje się zwykła metoda mostkowa. Skoro się ma do dyspozycji drugi transformator probierczy, lepiej jest użyć metody kompensacyjnej, pozwalającej na wyrównywanie przesunięć fazowych w polu, a znacznie dokładniejszej i praktyczniejszej w użyciu. Zastosowanie metody kompensacji fali głównej napięcia daje wyniki jeszcze dokładniejsze, zwłaszcza przy wyładowaniach niezupełnych, i — co jest bardzo ważne — wyniki te mogą być porównywane z większą ścisłością z innymi podobnymi pomiarami.

Do pomiaru potencjałów na powierzchni izolatorów, w dielektrykach gazowych i płynnych i wogóle przy pomiarach badawczych wydaje się, że metody kompensacyjne są najodpowiedniejsze. Metodę zwykłej kompensacji można użyć, gdy w polu niema wyładowań; gdy one się zjawiają, metoda kompensacji fali głównej może dać wyniki częstokroć zupełnie wystarczające. W razie żądania wiernego oddania przebiegów potencjału w polu, narazie jedynie metoda kompensacji automatycznej może temu uczynić zadość.

Pozostaje jeszcze do opracowania przystosowanie tych metod do napięć szybkodziennych i do fal uskokowych.

LITERATURA.

- [1]. H. J. Ryan; a) „High Voltages Potentiometers” (Journ. Electr. Pow. a. Gas, 1915, Nr. 15).
b) „The High-Voltage Potentiometer” (Proc. A I E E, 1916, str. 1187).

- [2]. A. Schwaiger: a) „Spannungsverteilung an Hängeisolatoren“ (El. u. Masch., 1919, str. 569).
 b) „Theorie der Hochspannungsisolatoren“ (El. u. Masch., 1920, str. 441).
 c) „Elektrische Festigkeitslehre“ (Berlin, 1925).
- [3]. F. W. Peek: „Caractéristiques électriques de l'isolateur de suspension“ (R G E, 1921, Vol. IX, str. 534; oraz J. A. I. E. E., 1920, str. 623).
- [4]. de la Gorce: (R G E, 1921, Vol. X, p. 604; oraz Bull. S F E, 1920, str. 342).
- [5]. A. Fontvieille: „Essais sur les isolateurs à suspension“ (R G E, 1921, Vol. X, str. 599).
- [6]. E. Vedovelli: „Répartition du potentiel dans les chaînes d'isolateurs suspendus“ (Conf. Gr. R. E. 1921, str. 718).
- [7]. Viel: (Conf. Gr. R. E., 1921, str. 832; oraz R G E, 1921, Vol. X, str. 602).
- [8]. N. Semenov, A. Walther: „Ueber eine experimentelle Methode der Erforschung von elektrischen Wechselfelder“ (Z. t. Phys., 1923, Vol. XIX, str. 136).
- [9]. A. Barbagelata: „Methode d'Emanueli pour la mesure de la répartition de la tension dans les chaînes d'isolateurs“ (Conf. Gr. R. E., 1923, str. 400).
- [10]. E. Marx: „Die Stromaufnahme von Hängeisolatoren und ihr Einfluss auf die Spannungsverteilung an Isolatorenketten“ (E T Z, 1925, str. 81).
- [11]. Regerbis: „Die Messung der Spannungsverteilung des Feldlinienverlaufes an Isolatorenketten“ (E T Z, 1925, str. 298).
- [12]. J. Groszkowski: „Kompensacyjna metoda badania pól elektrycznych“ (Przeł. Radjot., 1927, str. 1).
- [13]. S. Dunikowski: „Badanie rozkładu potencjałów w układach izolacyjnych“ (Przeł. Elektr. 1929, Nr. 19).
- [14]. J. Labus: „Experimental solutions of electrostatic problems“ (eGn. El. R., 1929, str. 383; oraz Arch. f. El., 1931, str. 17).
- [15]. C. v. Cauvenberghe: (Conf. Gr. R. El., 1931; Rev. Ecole Polyt. Bruxelles, 1931. Nr. 2 i 3).
- [16]. K. Drewnowski: „Détermination expérimentale de la répartition du champ électrostatique des isolateurs à haute tension“ (Conf. Gr. R. El., 1931).
- [17]. K. Drewnowski, S. Dunikowski: „La méthode de compensation automatique adaptée à l'investigation des champs électriques“ (Conf. Gr. R. El., 1931, Rap. Nr. 24 bis).
- [18]. S. Dunikowski: a) „Nowa metoda oscylografowania i pomiaru potencjałów zmiennych pól elektrycznych“ (Przeł. Elektr., 1931, Nr. 9).
 b) „Metoda automatycznej kompensacji napięcia“ (Rozp. dokt. Politechn. Warsz., 1931).
- [19]. O. Steels, G. Maryssael: „Méthodes d'essais pour isolateurs a haute tension“ (R G E, 1931, str. 979).
- [20]. K. Drewnowski, S. Szpor: „Badanie rozkładu pola elektrycznego przy wyładowaniach niezpełnych metodą kompensacji pierwszej harmonicznej“ (Przeł. Elektr., 1932, Nr. 1).

Warszawa, w styczniu 1932.

KONSTRUKCJA TARYFY BLOKOWEJ.

Inż. Kazimierz Kopecki,

Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek”.

W związku ze spadkiem zużycia u odbiorców drobnych, który nie ominął Pomorza, zaszła potrzeba zastanowienia się nad środkami zaradcze- mi. Z inicjatywy dyrektora Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek”, p. inż. Hoffmanna, który zapoznał się bliżej z tem zagadnieniem zagranicą przy okazji pertraktacji o udział kapitału szwajcarskiego w elektryfikacji Polski, i któremu omówione tu badania zawdzięczają powstanie i kierunek, podniesiono jeszcze w ubiegłym roku myśl zastąpienia powszechnie w Polsce stosowanej a przestarzałej taryfy jednolitej — taryfą blokową, któraby równolegle z propagandą grzejnictwa stanowiła pierwszy etap pracy nad powiększeniem zbytu. Zwołany przez „Gródek” do Żuru w dniach 11 i 12 listopada 1931 r. zjazd kierowników elektrowni, głównie pomorskich, zajął nader przychylnie stanowisko wobec przedstawionej przez autora niniejszego artykułu w obszernym referacie myśli taryfy blokowej, jej uzasadnienia i konieczności.

Niestety, w owym czasie można było propagować taryfę blokową tylko na podstawie ogólnych rozważań i obcych przykładów; dziś wprowadzenie taryf blokowych w Gdyni a następnie w innych miastach Polski, połączone z tem i ogło-

szone gruntowne badania¹⁾, prace Związku Elektrowni Polskich, a wreszcie własne kilkumiesięczne badania, które niedawno ukończył „Gródek” na terenie miast Torunia i Wejherowa, — wszystko to daje możliwość ustalenia zarówno pewnych cyfr, jak pewnej metody. To właśnie zamierzam przedstawić.

Dlaczego taryfa blokowa?

Zasada taryfy blokowej jest dostatecznie znana. Jej zalety, któremi są: łatwość zrozumienia i obliczenia, propagandowość i atrakcyjność, łatwość pomiaru zapomocą tylko jednego licznika dla wszelkich celów, możliwość dostosowania do kosztów własnych elektrowni i kosztów konkurencyjnych źródeł energii, — wysuwają ją na czoło nowszych sposobów taryfikacji obok taryfy dwuczłonowej (opłata stała plus opłata za kilowatogodzinę), które niewątpliwie teoretycznie najsprawniejsza, w praktycznym jednak zastosowaniu jest właściwa (i konieczna) jedynie dla średnich i wielkich

¹⁾ Inż. K. Bieliński: „Taryfa blokowa w Gdyni”, Przeł. El. Nr. 13 z 1932 r.

Inż. A. Majzner: „Rola taryf w rozwoju elektryfikacji gospodarstw domowych”, Przeł. El. Nr. 19 z 1932 r.