

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

Wychodzi 1-go i 15-go każdego miesiąca.

Przedpłata: rocznie Mk. 1200,— półrocznie 600,— kwartalnie 300,— Cena numeru niniejszego Mk. 60,— Sprzedaż numerów pojedynczych i we wszystkich większych księgarniach.	Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego (daw. Włodzimierska) № 5, m. 28, III piętro, (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 90-23. Administracja otwarta codziennie od godziny 11-ej do 2-ej i od 5-ej do 8-ej wieczorem. Redaktor przyjmuje we wtorki od godziny 7-ej do 8-ej wieczorem. Konto Nr. 363 Pocztowej Kasy Oszczędności.	Cennik ogłoszeń: Ogłosz. jednoraz. na $\frac{1}{2}$ str. Mk. 15000 " " na $\frac{1}{2}$ " " 8000 " " na $\frac{1}{4}$ " " 4000 " " na $\frac{1}{8}$ " " 2500 Strona tytułowa (I) 50 proc. drożej, okładki zewn. (IV) 20%, " wewnątrz. (II i III) 20%, droż. Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane są tylko cnotostronicowe. Ogłoszenia przyjmi. Administracja, Czackiego 5, III p., m. 28, tel. 90-23 i biura ogłosz.
---	---	---

Rok III.

Warszawa, dnia 15 października 1921 r.

Zeszyt 19.

T R E Ś Ć:

1. Dokładność pomiarów elektrotechnicznych—inż. *K. Dobrski*.
2. Ziemia w praktyce Wojsk Łączności—inż. ppor. Wojsk, P. *J. Łukaszewicz*.
3. Targi Wschodnie we Lwowie—*J. Kr.*
4. Kronika handlowa—*J. Kr.*
5. Przegląd czasopism.
6. Nowe wydawnictwa.
7. Stowarzyszenia i Organizacje.

II Zjazd Elektrotechników Polskich w Toruniu

odbędzie się 30, 31 października i 1 listopada r. b.

Dokładność pomiarów elektrotechnicznych.

Napisał inż. *K. Dobrski*.

1. Wstęp.

W podręcznikach pomiarów elektrotechnicznych najczęściej przedstawia się poszczególne metody pomiaru w ten sposób, że w umyśle nieuprzedzonego czytelnika wytwarza się pogląd, jakgdyby dana metoda była jednakowo dokładna, niezależnie od warunków, w jakich pomiar wykonywamy, a następnie—jakgdyby każda metoda niemal pozwalała otrzymać wynik pomiaru z absolutną dokładnością. Istotnie, autorzy tych podręczników ograniczają się najczęściej do narysowania schematu połączeń, wskazania postępowania przy pomiarze i wyprowadzenia wzoru, na podstawie którego oblicza się wielkość szukaną. Rzadko wskazuje się na błędy, popełniane podczas pomiaru, i na błąd dopuszczalny dla danej metody, jaki może obciążać wynik pomiaru; rzadziej jeszcze wyznacza się warunki, w jakich pomiar należy wykonać; przygodnie tylko, przez odpowiednią dyskusję metody, zakreśla się jej granice stosowności. Tymczasem, nie trzeba tego chyba udawać, że ze względów pedagogicznych jest wysoce ważne wskazać na ujemne strony metod podawanych.

Każda metoda pomiaru ma inny stopień dokładności. Jeżeli chcemy uniknąć zbyt wielkich błędów, daną metodę należy stosować tylko w ściśle określonych warunkach. Wpójenie tego w umysł czytelnika,

a więc usposobienie go krytyczne w stosunku do podawanego materiału, uważam za wielce pożyteczne i kształcające.

Z tego powodu jest bardzo ważne przeprowadzenie roztrząsania metod pomiaru w celu wyznaczenia najkorzystniejszych warunków pomiaru, dokładności możliwej do osiągnięcia, zakresu stosowności danej metody, zwłaszcza w wykładach na wyższych uczelniach.

Ale i dla praktyków rozważania takie nie będą bez pożytku. Wprawdzie przy pomiarach bieżących, jakie się często w praktyce wykonywa, nie chodzi o otrzymanie wyników z dokładnością, jaka jest możliwa do osiągnięcia przy pomiarach laboratoryjnych, i dlatego nie zwraca się uwagi na źródła pomniejszych błędów, ale z wielkości błędów popełnianych w każdym razie trzeba sobie zdawać sprawę. Należy więc przeprowadzać dyskusję stosowanych metod. Można bowiem zgodzić się na pomiar nawet bardzo mało dokładny, o ile wiadoma jest wielkość błędu, popełnionego przy pomiarach, lecz jeżeli nie wiadomo, z jaką dokładnością pomiary zostały wykonane, to zaufania do nich w żadnym razie mieć nie można.

W niniejszym artykule podaję właśnie sposób postępowania przy roztrząsaniu metod pomiaru, jaki został wprowadzony na wykładach dla studentów Wydz. Elektrotechnicznego Politechniki Warszawskiej.

2. Błędy systematyczne i przypadkowe.

Każdy pomiar wykonywamy tylko z pewnym przybliżeniem. Wynik pomiaru bowiem zawsze jest obciążony błędem, a to z powodu błędów syste-

matycznych stałych i przypadkowych—zmiennych, jakie popełniamy.

Błędy systematyczne są związane z obroną metodą pomiaru, przyrządami, jakimi się posługujemy, lub wreszcie eksperymentatorem. Błędów tych nie możemy ani usunąć, ani zmniejszyć, skoro obraliśmy sobie metodę pomiaru i przyrządy.

Aby można było zorjentować się co do wielkości popełnionych błędów systematycznych, a więc aby można było wynik pomiaru odpowiednio poprawić, należałoby dany pomiar wykonać za pomocą różnych metod, posilkując się różnymi przyrządami, przez różnych eksperymentatorów. Porównywając różne wartości otrzymane z wartością średnią, możnaby ocenić wielkość błędów systematycznych, związanych z danymi metodami pomiaru, przyrządami czy obserwatorami.

Jeżeli jednak wiadomem jest, z jaką dokładnością są wywzorcowane przyrządy, którymi się przy pomiarze posługujemy, lub są zmierzone wielkości, których funkcją jest wielkość mierzona, to możemy choć w przybliżeniu z góry ocenić wartość największą błędu, który może obciążać wynik pomiaru z powodu błędów systematycznych, obliczając tak zwany błąd dopuszczalny dla danej metody.

Np. przypuśćmy, że mierzymy opór X za pomocą metody mostku Wheatstone'a. W pewnych warunkach opór X jest zależny od trzech innych oporów R_1 , R_2 i R_3 , jak następuje: $X = \frac{R_1 R_2}{R_3}$.

Otóż jeżeli opory R_1 , R_2 i R_3 są obciążone wiadomymi błędami systematycznymi $\pm \Delta R_1$, $\pm \Delta R_2$ i $\pm \Delta R_3$, to wynik pomiaru X może być z tego powodu obciążony ze względu na R_1 błędem $\pm \frac{\Delta R_1 R_2}{R_3}$, ze względu na R_2 —błędem $\pm \frac{\Delta R_2 R_1}{R_3}$, ze względu na R_3 błędem $\pm \frac{\Delta R_3 R_1 R_2}{R_3^2}$.

Istotnie, do wzoru $X = R_1 R_2 / R_3$, może należałoby zamiast R_1 np. wstawić $R_1' \pm \Delta R_1$, wstawiając R_1 , może popełniamy błąd równy:

$$\frac{R_1 \pm \Delta R_1}{R_3} \cdot R_2 - \frac{R_1 R_2}{R_3} = \pm \frac{\Delta R_1 R_2}{R_3}$$

Podobnie znaleźliśmy błędy ze względu na R_2 i R_3 . Wyrażenia te otrzymamy od razu przez różniczkowanie wzoru $R_1 R_2 / R_3$ względem R_1 , R_2 i R_3 . Błędy powyższe popełniamy w kierunku niewiadomym. Jedne są zapewne dodatnie, inne—ujemne. Zakładając, że wszystkie błędy popełniamy w tym samym kierunku, otrzymamy dla błędu, który będzie obciążał wynik pomiaru, wartość największą, a mianowicie:

$$\frac{\Delta R_1 \cdot R_2}{R_3} + \frac{\Delta R_2 \cdot R_1}{R_3} + \frac{\Delta R_3 \cdot R_1 R_2}{R_3^2}$$

Oprócz wszakże tych błędów możemy jeszcze popełnić błąd z tego względu, iż przyrząd mierniczy, który

używamy przy pomiarach, nie jest doskonale czuły. Przy pomiarze oporu met. mostku Wheatstone'a posługujemy się zwykle galwanometrem, który, gdy zachodzi równość $X = R_1 R_2 / R_3$, nie daje żadnego odchylenia. Otóż, ponieważ galwanometr nie jest doskonale czuły, zmiana oporu zmiennego R_1 o δR_1 , jeżeli jest dostatecznie mała, może nie wywołać dostrzegalnego odchylenia. Wówczas możemy do równania $X = R_1 R_2 / R_3$ równie dobrze zamiast R_1 wprowadzić $R_1 \pm \delta R_1$. Wprowadzając R_1 , możemy obarczyć wynik pomiaru błędem $\pm \delta R_1 \cdot R_2 / R_3$. Jeżeli więc przez δR_1 oznaczymy wzrost oporu R_1 , który wywołuje ledwie dostrzegalne odchylenie cewki galwanometru, to błąd największy, którym może być obciążony wynik pomiaru będzie:

$$\Delta X = \frac{\Delta R_1 \cdot R_2}{R_3} + \frac{\Delta R_2 \cdot R_1}{R_3} + \frac{\Delta R_3 \cdot R_1 R_2}{R_3^2} + \frac{\delta R_1 \cdot R_2}{R_3}$$

Jest to *największy bezwzględny błąd dopuszczalny*.

Trzy pierwsze wyrazy oznaczają tutaj błędy dopuszczalne bezwzględne, obciążające wynik ze względu na błędy systematyczne, popełniane przy wyznaczaniu R_1 , R_2 i R_3 , ostatni zaś wyraz—błąd dopuszczalny bezwzględny ze względu na czułość układu.

Błąd dopuszczalny względny, lepiej nas pouczający o wielkości błędów popełnionych, będzie w danym wypadku:

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\delta R_1}{R_1}$$

Wzór ten otrzymalibyśmy bezpośrednio, gdybyśmy po zlogarytmowaniu wzoru $X = R_1 R_2 / R_3$ zróżniczkowali go po R_1 , R_2 i R_3 , dodając błąd dopuszczalny względny ze względu na czułość układu.

Wogóle, jeżeli wielkość szukana X jest funkcją a , b , c , ... ω , a więc $X = f(a, b, c, \dots \omega)$, to błąd dopuszczalny bezwzględny będzie:

$$\Delta X = \frac{\partial f}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial f}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial f}{\partial c} \Delta c + \dots + \frac{\partial f}{\partial \omega} \Delta \omega + \frac{\partial f}{\partial a} \delta a$$

Pierwsze wyrazy oznaczają tutaj błędy dopuszczalne bezwzględne, obciążające wynik ze względu na błędy Δa , Δb , Δc ..., popełnione przy mierzeniu wielkości a , b , c ... i t. d., ostatni zaś wyraz oznacza błąd dopuszczalny bezwzględny, popełniony ze względu na to, że przyrząd mierniczy nie jest doskonale czuły. Błąd ostatni możemy wyznaczyć eksperymentalnie, poszukując, w jakiej mierze trzeba zmienić zmienną a , aby wywołać ledwo dostrzegalną zmianę we wskazaniach przyrządu mierniczego.

Błąd dopuszczalny, czyli graniczny, względny otrzymamy, dzieląc ΔX przez X .

Błędy przypadkowe, albo zmiennie, w przeciwieństwie do błędów systematycznych popełniamy w kierunkach różnych. Raz więc wynik pomiaru może być z powodu tych błędów za duży, drugi raz—zamały.

Błędy przypadkowe można zmniejszyć, stosując odpowiednie urządzenia. Np. błąd przypadkowy, popełniony przy oznaczaniu długości, będzie mniejszy, jeśli zastosujemy noniusz lub śrubę mikrometryczną; przy ocenianiu odchylenia wskazówki amperomierza, jeżeli pod skalówką przytwierdzimy zwierciadło i oko skierujemy podczas obserwacji tak, aby skalówka i obraz jej pokrywały się. Wpływ poszczególnych błędów przypadkowych na wynik pomiaru można zmniejszyć, wykonywując pomiar w pewnych odpowiednio dobranych warunkach. Jest właśnie rzeczą dyskusji metody pomiaru warunki te określić. Wreszcie, jeżeli wykonamy dany pomiar kilkakrotnie w tych samych warunkach i otrzymamy z powodu błędów zmiennych, jakimi są błędy przypadkowe, różne wyniki, to możemy błędy te do pewnego stopnia wyrównać, biorąc średnią arytmetyczną z otrzymanych wyników. Na podstawie teorii błędów możemy wówczas obliczyć błąd średni wyniku, lub błąd prawdopodobny średniej wartości, jaki możemy popełnić, biorąc średnią arytmetyczną, za ostateczny wynik pomiaru.

3. Najkorzystniejsze warunki pomiaru.

Jak wspomniałem, można zmniejszyć wpływ danych błędów przypadkowych na wynik pomiaru, stosując odpowiednie warunki, w jakich pomiar wykonywamy. Błędy przypadkowe mogą pochodzić z najrozmaitszych przyczyn. Można zastanawiać się tedy, w jakich warunkach należy pomiar wykonać, aby wpływ ujemny danych błędów przypadkowych jaknajbardziej zmniejszyć. Możliwym jest, że gdybyśmy określali najkorzystniejsze warunki pomiaru kolejno ze względu na wszystkie błędy przypadkowe, jakie możemy popełnić, doszlibyśmy do warunków sprzecznych, gdyż mogłoby się okazać, że ze względu na dane błędy przypadkowe należałoby pomiar wykonać w pewnych warunkach, a ze względu na inne—w warunkach innych, wprost do tamtych przeciwnych. Powstaje tedy pytanie, które to błędy przypadkowe należy wziąć przedewszystkiem pod uwagę, aby wpływ ich na wynik pomiaru możliwie zmniejszyć. Otóż, jak sądzę, należy brać pod uwagę przedewszystkiem błędy przypadkowe, popełnione przy odczytywaniu wskazań aparatów mierniczych, jak galwanometry, amperomierze i t. p., i określać najlepsze warunki pomiaru ze względu na te właśnie błędy. Błędy te bowiem mogą w pewnych wypadkach poważnie obarczać wynik pomiaru, a nie są nigdy możliwe do usunięcia w zupełności, kiedy tymczasem inne błędy mogą być często, przy odpowiedniej staranności, zmniejszone do tego stopnia, że nie wywrą znacznego wpływu na wynik pomiaru.

Przykład poniższy pocięży, jak znaczny może być w pewnych wypadkach wpływ błędów przypadkowych, popełnianych przy odczytywaniu wskazań przyrządów mierniczych. Założmy, że wielkość mierzona X , jak to często bywa, jest następującą funkcją odchylenia α skalówki przyrządu: $X = c \cdot \alpha$, gdzie c jest to stała.

Wówczas błąd względny wyniku $\frac{\Delta X}{X}$, popełniony ze względu na błąd $\Delta \alpha$ będzie:

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

Jeżeli α , dajmy na to, równa się 5 mm , a $\Delta \alpha = 1/2 \text{ mm}$,

$$\text{to } \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta \alpha}{\alpha} = 1/10, \text{ t. j. } 10\%.$$

Zagadnienie tedy będzie się przedstawiać, jak następuje:

W jakich warunkach należy wykonać pomiar, aby błąd wyniku ΔX , spowodowany błędem $\Delta \alpha$, popełnionym przy odczytywaniu odchylenia cewki galwanometru, był jaknajmniejszy. A raczej, ponieważ obchodzi nas nie tyle wartość bezwzględna, ile—wartość względna błędu, będziemy poszukiwali, przy jakich to warunkach przy danym błędzie $\Delta \alpha$ błąd względny, omyłką tą spowodowany, $\frac{\Delta X}{X}$, osiągnie wartość najmniejszą.

Aby warunki te określić, należy znaleźć zależność $\frac{\Delta X}{X}$ od $\Delta \alpha$. Zależność tę znajdziemy, różniczkując po X i α równanie $X = f(\alpha)$. Otrzymawszy po zróżniczkowaniu $\frac{\Delta X}{X} = F_1(\Delta \alpha)$, możemy rozważać, w jakich to warunkach $\frac{\Delta X}{X}$ przy danym $\Delta \alpha$ osiągnie minimum.

Nie zawsze zresztą zachodzi potrzeba wykonania pomiaru w najkorzystniejszych warunkach. Często dokładność pomiaru zmienia się tylko w słabym stopniu w pobliżu tych warunków. Jest wówczas rzeczą małoważną, czy pomiar jest wykonany w warunkach najkorzystniejszych, czy w pobliżu tych warunków. Często znów, zwłaszcza jeżeli posiłkujemy się przyrządami czułością bardzo, jak galwanometry, np., okazuje się konieczne włączanie równolegle do galwanometru oporu, który zmniejsza w większym lub mniejszym stosunku prąd, płynący przez galwanometr. Wówczas jest zbyt rzadkie wykonywanie pomiaru w najkorzystniejszych warunkach, a więc w warunkach, przy których wzrost prądu, płynącego przez galwanometr, będzie największy przy danym wzroście wielkości szukanej X o ΔX , skoro i tak jesteśmy zmuszeni odprowadzać część prądu przez bocznik. Albo jeżeli wielkość szukana jest funkcją kilku innych wielkości, które musimy zmierzyć, to nie warto mierzyć tych wielkości z dokładnością o wiele większą od tej, jaka jest możliwa do osiągnięcia przy pomiarze najmniej dokładnym. Można wówczas mierzyć te wielkości z dokładnością mniejszą, a więc niekoniecznie przy zachowaniu najlepszych warunków pomiaru. Nakoniec, jeżeli wzór, na podstawie którego obliczamy wynik pomiaru, jest niedokładny, gdyż wyprowadzając go, pominęliśmy np. wpływ niektórych czynników, a więc już z tego względu wynik pomiaru będzie obciążony błędem, to nie warto również posuwać się zbyt daleko w powiększaniu dokładności pomiaru.

Należy więc w każdym poszczególnym wypadku, przeprowadzając dyskusję metody pomiaru i poszczególnych błędów, po zorientowaniu się jaka jest czułość przyrządów, które używamy, i dokładność ich wskazań, obrać warunki, w jakich pomiar należy wykonać, określić dokładność, z jaką pomiary poszczególnych wielkości powinny być wykonane. Tym sposobem uniknie się niejednokrotnie wyprowadzania żmudnych i niepotrzebnych poprawek, których uwzględnienie tylko nieznacznie może poprawić wynik wobec innych nieuniknionych błędów.

Jeżeli pomiar możemy wykonać kilkoma metodami, to dyskusja metody może nas pouczyć, która metoda zapewni nam w danych warunkach wynik najdokładniejszy. Często forma funkcji, na podstawie której obliczamy wynik, pozwala już zorientować się co do dokładności, możliwej do osiągnięcia.

Np. niech $x = a - b$, gdzie a i b są to wielkości, które mamy zmierzyć, aby obliczyć x .

Błąd względny $\frac{\Delta x}{x}$, popełniony ze względu na błędy Δa i Δb , będzie, przyjmując najbardziej niekorzystne warunki, a więc, że błędy te dodają się,

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a - b}$$

Widzimy, że błąd $\frac{\Delta x}{x}$ będzie tem większy, im $(a - b)$ będzie mniejsze.

Lub niech $x = a^n$. Wówczas $\frac{\Delta x}{x} = n \cdot \frac{\Delta a}{a}$.

Błąd $\frac{\Delta x}{x}$ jest więc n razy większy od błędu $\frac{\Delta a}{a}$, popełnionego przy mierzeniu wielkości a .

A więc, wybierając metodę pomiaru, należy unikać tych, które dają wartość poszukiwaną w postaci małej różnicy $(a - b)$, w postaci potęgi o dużym wykładniku (a^n) , lub wreszcie w formie iloczynu o znacznej ilości czynników.

4. Przykłady.

Poniższe przykłady wskażą, w jaki sposób, roztrzaskując daną metodę pomiaru według planu zaznaczonego, można zdać sobie sprawę z warunków, w których pomiar należy wykonać i z dokładności, jaka jest możliwa do osiągnięcia w obranych warunkach.

Rozpatrzę dla przykładu trzy metody pomiaru współczynnika samoindukcji, a mianowicie: metodę odchylową, zerową i techniczną.

Pomiar współczynnika samoindukcji metodą odchylową. Układ połączeń wskazuje rys. 1.

Do pomiaru tego należy używać galwanometru balistycznego.

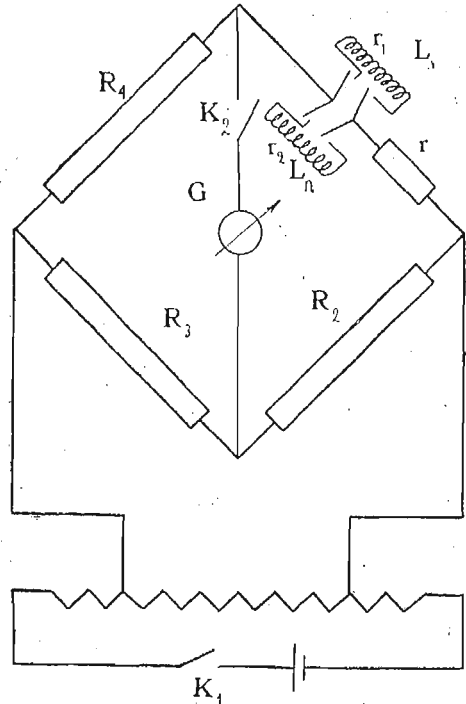
W pierwszej fazie pomiaru po włączeniu cewki, której współczynnika samoindukcji poszukujemy, należy, podobnie jak przy pomiarze oporu met. mostku Wheatstone'a, tak dobrać opory R_1, R_2, R_3 i R_4 , gdzie R_1 ,

jest to opór gałęzi mostku, w której znajduje się cewka, aby po zamknięciu kluczy k_1 i k_2 i ustaleniu się prądów cewka galwanometru nie odchyłała się. Nastąpi to, jak wiadomo, wówczas, kiedy pomiędzy oporami R_1, R_2, R_3 i R_4 będzie następująca zależność:

$$R_1 R_3 = R_2 R_4$$

Przez opór R_1 płynie wówczas prąd $I = \frac{v}{R_1 + R_4}$ (1),

gdzie v jest to napięcie źródła prądu.



Rys. 1.

Jeżeli teraz w drugiej fazie pomiaru otworzymy raptownie klucz k_1 , to przez galwanometr przepłynie pewien chwilowy ładunek q skutkiem działania w gałęzi R_1 podczas okresu nieustalonego zmiennej siły elektromotorycznej samoindukcji $-L_x \frac{dI}{dt}$.

$$q = Q \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3 + R_4 + G}, \text{ lub}$$

$$q = \frac{L_x I}{R_1 + R_2 + \frac{G(R_3 + R_4)}{G + R_3 + R_4}} \cdot \frac{(R_3 + R_4)}{G + R_3 + R_4} = \frac{L_x I}{(R_2 + R_1) \left(\frac{G}{R_3 + R_4} + 1 \right) + G} = C_b \alpha, e^{\lambda/\pi \arctg \pi/\lambda} \quad (2)$$

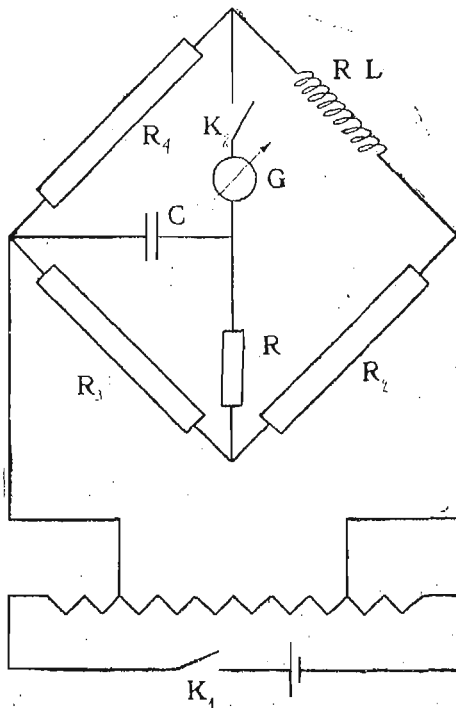
Po włączeniu do gałęzi R_1 cewki drugiej o znanym współczynniku samoindukcji L_1 , prąd, płynący przez cewkę po otrzymaniu równowagi układu, będzie naogół inny, jeżeli nowe opory gałęzi mostku Wheatstone'a będą inne, np. R_1', R_2', R_3', R_4' i G . Podobnie, jak poprzednio, otrzymamy, iż po otwarciu klucza k_1 przez galwanometr przepłynie ładunek:

$$q' = \frac{L_1 I'}{(R_1' + R_2') \left(\frac{G}{R_3' + R_4'} + 1 \right) + G} = C_b \alpha_2 e^{\lambda'/\pi \arctg \pi/\lambda'} \quad (3)$$

Z równań 2) i 3) można, dzieląc je stronami, otrzymać wartość L_x w zależności od odchylenia cewki galwanometru α_1 i α_2 , dekrementów logarytmicznych λ i λ' , oporów $R_1, R_2, R_3, R_4, G, R_1', R_2', R_3'$ i R_4' i na koniec napięcia przyłożonego v .

Gdybyśmy jednak po włączeniu cewki o znanym współczynniku samoindukcji L_4 tak dobrali opór r , aby suma $(r + r_2)$ równała się R_1 , t. j. nie zmieniając oporów w pozostałych gałęziach mostku, tak dobrali opór r po włączeniu cewki L_4 , aby podczas okresu ustalonego przez galwanometr prąd nie płynął, to przez podzielenie stronami równań 2) i 3) otrzymamy:

$$\frac{L_x}{L_4} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}, \text{ a stąd } L_x = L_4 \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \dots (4).$$



Rys. 2.

Jak zwykle przy metodach odchyłowych warunki pomiaru ze względu na błąd $\Delta\alpha$ będą tem lepsze, im odchylenia α_1 i α_2 będą większe, gdyż

$$\frac{\delta L_x}{L_x} = \frac{\Delta\alpha_1}{\alpha_1} + \frac{\Delta\alpha_2}{\alpha_2} = \Delta\alpha \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right).$$

Pomiar współczynnika samoindukcji za pomocą met. zerowej Andersona. Układ połączeń wskazuje rys. 2.

W pierwszej fazie pomiaru należy, jak poprzednio, tak dobrać opory R_1, R_2, R_3 i R_4 , aby po zamknięciu kluczy k_1 i k_2 przez galwanometr prąd nie płynął. Będzie to miało miejsce, kiedy $R_1 R_3 = R_2 R_4$.

W następnej fazie pomiaru należy tak dobrać opór R i pojemność c , aby po otwarciu nagle klucza k_1 przez galwanometr nie przepłynął żaden ładunek. Nastąpi to przy określonej zależności pomiędzy L, c i oporami, na podstawie której można obliczyć L . Mianowicie:

$$(5) \dots q_x = c_b \alpha_1 e^{\lambda/\pi \arctg \pi/\lambda} = \frac{I_1 [(L - R R_4 c)(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) - (L + R_4 c R_3)(R_1 + R_2)]}{[(G + R_1 + R_2 + R)(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) - (R_1 + R_2)^2]}.$$

Widzimy, że ładunek q_x będzie się równał zeru, kiedy licznik będzie zerem, a więc kiedy

$$L = c R_4 \left\{ R \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_3} + R_2 \right\} \dots (6).$$

Na podstawie tej zależności możemy obliczyć L .

Metoda Andersona jest wygodniejsza w wykonaniu, niż podobne metody kompensacyjne, np. Remingtona, Maxwell'a, gdyż, starając się osiągnąć równowagę przy prądach zmiennych, nie naruszamy jednocześnie równowagi przy prądach stałych.

Chcąc określić najkorzystniejsze warunki pomiaru, należy znaleźć $\frac{\delta L}{L}$ w zależności od $\Delta\alpha$, danych oporów i pojemności. Zależność tą znajdujemy przez różniczkowanie równania (5) po α i L . A mianowicie otrzymujemy, przechodząc do wartości skończonych, ale małych: $\frac{\delta L}{L} =$

$$\frac{\Delta\alpha c_b e^{\lambda/\pi \arctg \pi/\lambda} [(G + R_1 + R_2 + R)(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) - (R_1 + R_2)^2] (R_1 + R_4)}{v L (R_4 + R_3)}$$

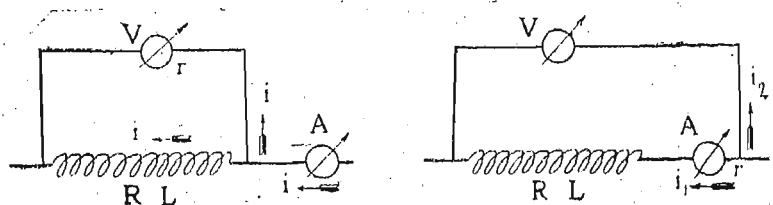
gdzie v jest to napięcie źródła prądu.

Wprowadzając do powyższego równania warunek, przy którym wykonywamy pomiar,

$$R = (L/c - R_4 R_2) : (R_1 + R_4), \text{ otrzymamy:}$$

$$\frac{\delta L}{L} = \frac{\Delta\alpha c_b e^{\lambda/\pi \arctg \pi/\lambda}}{v} \left[\frac{G (R_1 + R_4)^2}{L R_4} + \frac{I (R_1 + R_4)}{c R_4} + \frac{R_1}{L} (R_1 + R_4) \right] \dots (8).$$

Z równania powyższego wnioskujemy, że warunki pomiaru będą tem lepsze, im napięcie przyłożone do mostku będzie większe, a następnie —, im mniejsze będzie wyrażenie w nawiasach []. Otóż wyrażenie to jest tem mniejsze, im pojemność c będzie większa, jak również współczynnik samoindukcji L , a zarazem im opór gałęzi,



Rys. 3.

w której włączona jest cewka z samoindukcją, będzie mniejszy. Pozatam wyrażenie to osiąga minimum,

$$\text{kiedy } R_4^2 = \frac{R_1 \left(\frac{L}{c} + G R_1 \right)}{G + R_1}.$$

Warunek ostatni może być spełniony dopiero po obliczeniu poszukiwanego współczynnika samoindukcji L . Dlatego też należy najpierw wykonać pomiar w warun-

kach jakichkolwiek, wybierając wszakże v duże, R_1, R_2, R_3, R_4 , — małe, c — duże, a następnie na podstawie obliczonej w przybliżeniu wartości L znaleźć najkorzystniejszą wartość R_4 i wykonać pomiar po raz drugi w warunkach przepisanych.

Pomiar współczynnika samoindukcji metodą techniczną. Metoda ta pozwala zmierzyć współczynnik samoindukcji cewki, posilkując się woltomierzem i amperomierzem i korzystając ze źródła prądów zmiennych o przebiegu sinusoidalnym.

Możliwe są tu dwa sposoby połączeń.

A. Woltomierz załączamy równolegle do cewki (rys. 3).

Oznaczmy symbolicznie napięcie pomiędzy końcówkami cewki, prądy, płynące przez amperomierz, cewkę, woltomierz i opory pozorne odpowiednich części obwodu przez

$$[v], [I], [I_1], [I_2], Z = L + j\omega L, Z' = r.$$

Wówczas możemy napisać:

$$[I] = [I_1] + [I_2].$$

$$\text{Ponieważ } [I_1] = \frac{[v]}{Z} = \frac{[v]}{R + j\omega L}, [I_2] = \frac{[v]}{r},$$

więc

$$\begin{aligned} [I] &= [v] \left(\frac{1}{R + j\omega L} + \frac{1}{r} \right) = \\ &= [v] \left(\frac{1}{r} + \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} - j \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right). \end{aligned}$$

A stąd, przyjmując fazę napięcia za początek fazy, otrzymujemy:

$$I = v \sqrt{\left(\frac{1}{r} + \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right)^2} \quad (9).$$

Z równania tego znajdujemy wartość szukaną L w zależności od wskazań przyrządów mierniczych, oporu woltomierza i częstotliwości prądu, a mianowicie:

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{v^2(r+R)^2 - I^2 r^2 R^2}{I^2 r^2 - v^2}} \quad (10).$$

Gdyby czynnik $\frac{1}{r}$ można było pominąć wobec $\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2}$, to równanie (9) można przedstawić, jak następuje:

$$I = v \sqrt{\frac{1}{R^2 + \omega^2 L^2}}, \text{ skąd } L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{v^2}{I^2} - R^2}.$$

Jeżeli I wyrazimy w amperach, v w woltach, a R w omach, to L otrzymamy w henrach. Układ powyższy połączeń stosujemy przy pomiarze współczynnika samoindukcji cewek o małym oporze, a więc kiedy prąd I jest stosunkowo duży przy napięciu v stosunkowo małym, gdyż wtedy właśnie wyraz $\frac{1}{r}$ możemy pominąć

wobec $\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2}$.

B. Woltomierz załączamy równolegle do cewki i amperomierza (rys. 4).

Stosując podobną metodę obliczeń, jak poprzednio, otrzymamy:

$$I_1 = \frac{v}{(R + r_1)^2 + \omega^2 L^2} \sqrt{(R + r_1)^2 + \omega^2 L^2},$$

a stąd

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{v^2}{I_1^2} - (R + r_1)^2}.$$

Gdyby opór amperomierza był mały wobec oporu cewki, otrzymalibyśmy podobnie, jak poprzednio:

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{v^2}{I^2} - R^2}.$$

Układ powyższy połączeń stosujemy przy pomiarze współczynnika samoindukcji cewek o dużym oporze, gdyż wówczas właśnie opór r_1 możemy pominąć wobec R .

Najkorzystniejsze warunki pomiaru ze względu na błędy, popełnione przy odczytywaniu wskazań aparatów mierniczych, otrzymamy, wyprowadzając błąd względny $\frac{\delta L}{L}$ w funkcji błędu $\Delta \alpha$. W tym celu, różniczkując równanie

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{v^2}{I^2} - R^2},$$

otrzymamy:

$$\frac{\delta L}{L} = \frac{1}{2} \frac{k_1 \Delta \alpha}{k_2 \alpha_2} \left(1 + \frac{k_1 \alpha_1}{k_2 \alpha_2} \right) \left(\frac{k_1 \alpha_1}{k_2 \alpha_2} - R^2 \right),$$

jeżeli założymy $v^2 = k_1 \cdot \alpha_1$, $I^2 = k_2 \alpha_2$, a dalej $\Delta \alpha_1 = -\Delta \alpha_2 = \Delta \alpha$.

Z równania powyższego widzimy, że warunki pomiaru będą tem lepsze, im odchylenie α_2 będzie większe.

(Dok. nast.).

Ziemia w praktyce Wojsk Łączności.

Podał inż. ppor. W. P. J. Łukasiewicz.

Wstęp.

Przed wstąpieniem do W. P. pracowałem jako inżynier sieci w elektrowni Wileńskiej, w której znaczna część przewodników ułożoną była pod ziemią. Z konieczności musiałem więc zainteresować się zachowaniem się gruntu w stosunku do rozmaitych zjawisk w sieci elektrycznej prądu stałego (patrz „Przeгляд Elektrotechniczny“ № 3 i 4, 1919 r. „Nadzór sieci elektrycznej prądu stałego“). Zbiegiem okoliczności mam możność prowadzenia dalej tej pracy jako oficer W. P.

I. Rozpływ prądu stałego w ziemi.

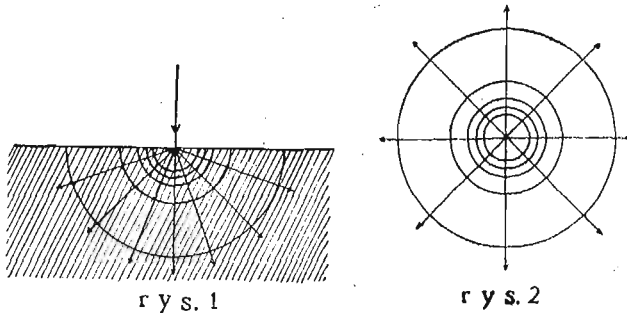
Według hipotezy Ohma przypuszczam, że gęstość prądu elektrycznego jest wprost proporcjonalna do natężenia pola elektrycznego, a współczynnik proporcjonalności nazywam przewodnością ośrodka.

(1) $J = \sigma E$; I — gęstość prądu, E — natężenie pola elektrycznego, σ — przewodność.

Jeżeli więc w dwóch dowolnych punktach ziemi wywołamy przez uzziemienie biegunów jakiegoś źródła

energji elektrycznej pewną stałą różnicę potencjałów, to otrzymamy w gruncie pole elektryczne, w którym linje sił elektrycznych, łączące uziemienia, będą jednocześnie drogami prądu elektrycznego.

Jeżeli będziemy uważać ziemię za ośrodek jednostajny, a uziemienie—jako punkty, to w pobliżu uziemienia linje pola elektrycznego będą miały w przybliżeniu kształt promieni, rozchodzących się we wszystkie

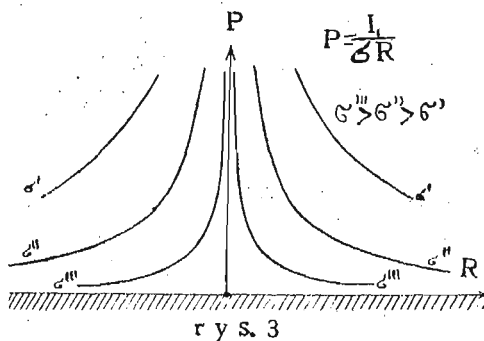


strony równomiernie. A więc gdy drugie uziemienie jest bardzo dalekie, prąd elektryczny będzie rozchodził się symetrycznie we wszystkie strony. Powierzchnie ekwipotencjalne będą miały kształt półkul ze środkiem w miejscu uziemienia (Rys. 1),

Powierzchnia gruntu, przecinając powierzchnie ekwipotencjalne, tworzy szereg kół współśrodkowych (Rys. 2).

Ponieważ prąd elektryczny, przepływający przez każdą taką powierzchnię ekwipotencjalną, jest wielkością stałą, gęstość prądu elektrycznego będzie odwrotnie proporcjonalną do drugiej potęgi odległości od uziemienia.

(2) . . . $J_1 : J_2 = R_2^2 : R_1^2$. J_1, J_2 — gęstość prądu w punkcie 1; R_1 i R_2 — odległości od uziemienia.



Zwykle potencjał wyraża się wzorem $\int E dr$. Jeżeli przyjmujemy, że gęstość prądu w oddaleniu jednostki długości od uziemienia równa się J_1 , to uwzględniając,

$$E = \frac{J}{\sigma} = \frac{J_1}{\sigma} \cdot \frac{1}{R^2}$$

ze (wzór 1 i 2) otrzymamy np. wzór dla potencjału P w pobliżu uziemienia.

$$(3) \quad P = \int \frac{J_1}{\sigma R^2} dR = \frac{J_1}{\sigma} \int \frac{dR}{R^2}; \quad P_{12} = \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \frac{J_1}{\sigma}$$

Przyjmując, że w dużym oddaleniu potencjał równa się zeru, otrzymujemy dla odległości nieznacznych w stosunku do drugiego uziemienia:

$$(4) \quad \dots \dots \dots P = \frac{J_1}{R \sigma}$$

Ze wzoru (4) wynika, że potencjał w pobliżu uziemienia zmienia swoją wielkość hiperbolicznie i dla gruntu źle przewodzącego (przewodność σ mniejsza) krzywa potencjału jest wyższą (Rys. 3). Oprócz zmian gęstości prądu i wielkości napięcia obchodzą nas zwykle straty energii elektrycznej. Dla uproszczenia rozumowania przypuszczam, iż straty dadzą się ująć tak, jak gdyby ziemia nie miała własności elektrolitu. Wtedy mamy do czynienia tylko z ciepłem, wytworzonym przez prąd elektryczny.

Według prawa Joule'a gęstość energii elektrycznej, przetworzonej w 1 sekundzie w jednostce objętości w ciepło wynosi:

$$W = \frac{1}{\sigma} J^2 = \frac{J_1^2}{\sigma R^4}$$

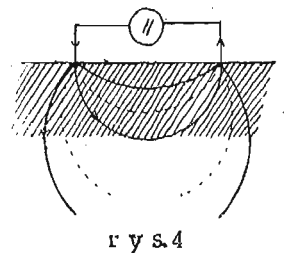
czyli maleje w stosunku do czwartej potęgi odległości miejsca badanego od uziemienia.

Ciekawe jest zestawienie energii elektrycznej, przetworzonej w ciepłą w przestrzeni między punktem uziemionym, a powierzchnią ekwipotencjalną półkuli-
stą o promieniu $R = 1$;

$$W_1 = \int 2\pi R^2 \frac{J^2}{\sigma} dR = \frac{2\pi J_1^2}{\sigma} \int_0^1 \frac{dR}{R^2} = \infty$$

Okazuje się, że ta energia przy uziemieniu, stanowiącym punkt matematyczny, będzie nieskończenie wielką.

Natomiast energia, otrzymana poza obrębem pewnej półkulistej powierzchni ekwipotencjalnej, ma wielkość skończoną.



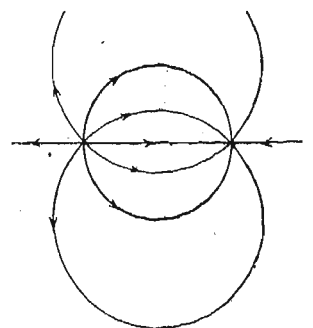
$$W = \frac{2\pi J_1^2}{\sigma} \int \frac{dR}{R^2};$$

$$W_R \cong \frac{2\pi J_1^2}{\sigma \cdot R} \dots (5)$$

Przy znacznej odległości od uziemienia może ona być bardzo mała, a więc można jej całkiem nie brać pod uwagę.

Z tego wynika, że przy znacznych odległościach uziemień możemy z dostateczną ścisłością twierdzić, że energia elektryczna przetwarza się w ciepłą w znacznej ilości tylko w pobliżu uziemienia, a więc opór ziemi znajduje się w pobliżu uziemienia, a przeto przy długich linjach opór ten nie zależy od odległości uziemień.

Gdy uwzględnimy jednocześnie oba uziemienia, to łatwo za pomocą dosyć prostego rachunku dojdziemy do wniosku, że linje sił elektrycznych będą miały w ośrodku jednostajnym kształt, zbliżony do łuków.



Jeżeli w myśli podzielimy ośrodek na rurki, których boczne ściany układają się wzdłuż linii sił i przez które płynie jednakowy prąd elektryczny, to opory tych poszczególnych rurek będą jednakowe niezależnie od obranego kierunku (Rys. 4).

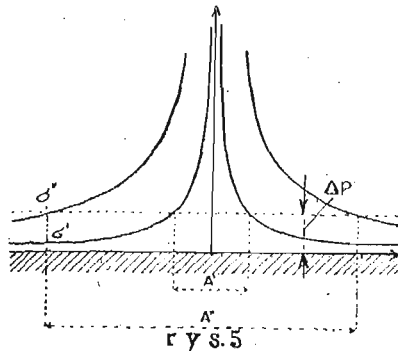
Gdy ośrodek nie będzie jednostajny, czyli $\sigma \neq \text{const}$, pole elektryczne przyjmie taką postać, że prąd elektryczny, wywołany tem polem, wytworzy minimum ciepła, czyli, że przy każdym innym rozkładzie prądów wydzielenie ciepła musiałoby być większe.

Ta zasada sprowadza się do takiego układu linii sił elektrycznych, przy którym każda rurka musi mieć jednakowy z innymi i minimalny opór.

Bardzo ładnie wyglądają takie rysunki, wykonane wprost na powierzchni ziemi za pomocą woltomierzy, któremi odnajdują się punkty ekwipotencjonalne i łącząc je wyrysowuje się układ linii ekwipotencjonalnych i prostopadłych do nich linii sił elektrycznych.

II. Zastosowania.

1) *Urządzenie uziemienia.* W praktyce uziemienie nie może być nigdy punktem i ma zwykle dosyć skomplikowaną powierzchnię styku przewodnika metalowego



Przewodniki uziemiające zajmują przestrzeń A' lub A'' w zależności od przewodności ziemi ($\sigma'' < \sigma'$), różnica potencjałów ΔP niezmienna.

z gruntem. Oczywiście, w pobliżu takiego przewodnika metalowego powierzchnie ekwipotencjalne i linie sił elektrycznych mają postać zniekształconą, jednak w pewnym oddaleniu to zniekształcenie będzie nieznaczne i w ośrodku jednostajnym otrzymamy powierzchnie ekwipotencjalne w kształcie półkuli.

Po za pierwszą już powierzchnią ekwipotencjalną normalnego kształtu energia elektryczna, przekształcona w ciepłą koło tego uziemienia, wyrazi się wzorem, wyprowadzonym poprzednio (wzór 5):

$$W_R = \frac{2\pi J_1^2}{\sigma} \cdot \frac{I}{R} = \text{Const} \frac{J_1^2}{\sigma R}$$

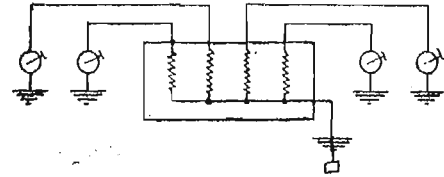
i ta część energii, straconej w jednostce czasu (przetworzonej w ciepło), nie ulegnie zmianie, jeżeli nawet przestrzeń wewnątrz tej półkuli zapełnimy metalem.

Z tego wynika, że gdy mamy do czynienia z ziemią o stosunkowo dużej przewodności (σ duże), uzie-

mienia o dużej powierzchni styku metalu z gruntem możemy umieścić w małej przestrzeni.

Natomiast przy małej przewodności (σ małe) (suche piaski, ziemia zmarznięta i t. d.) możemy zmniejszyć straty, tylko zajmując uziemieniami znaczną przestrzeń.

Do tych samych wniosków dojdziemy, jeżeli będziemy rozpatrywać zmiany potencjału z odległością od uziemienia.



rys. 6

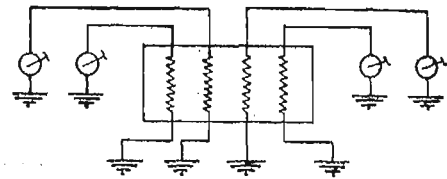
Łącznica ze wspólnym uziemieniem.

Chcąc mieć pewną stałą, niezmienną różnicę potencjałów między uziemieniem a pewnym bardzo oddalonym punktem ziemi, musimy przy gorszej ziemi zająć przewodnikami uziemiającymi większą przestrzeń; krzywa potencjału przy mniejszej przewodności ma wyższy przebieg (rys. 5).

2) *Linie telefoniczne jedнопроводные.* Z powodu najrozmaitszych przyczyn i obecnie często stosujemy linie telefoniczne jedнопроводные, czyli takie, w których rolę przewodnika powrotnego odgrywa ziemia.

Chociaż prądy, przepływające przez ziemię, wskutek pracy aparatów telefonicznych nie mogą być pod żadnym względem uważane za stałe, to jednak przyjmują, że do pewnego stopnia i dla prądów zmiennych rozumowania, dotyczące się rozplywu prądu stałego w ziemi, mają swoją wartość.

Gdy mamy dwa aparaty telefoniczne, połączone przez jeden przewód i ziemię z sobą, daje się często spo-



rys. 7

Łącznica z osobnymi dla poszczególnych linii uziemieniami.

strzegać, że przy złej przewodności ziemi (suche piaski) porozumiewanie się jest utrudnione.

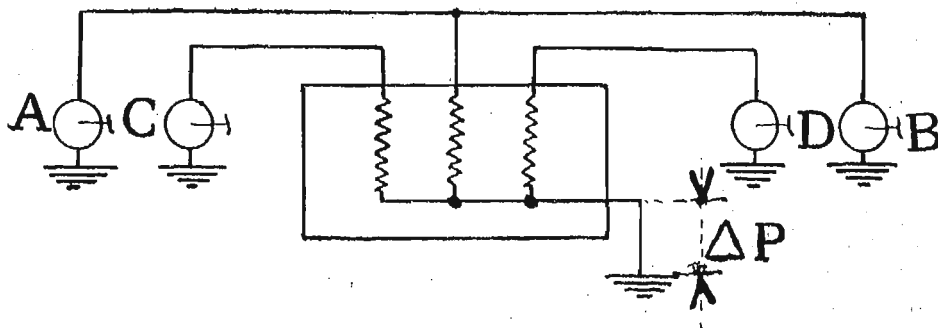
Możemy usunąć tę niedogodność, obficie podlewając wodą miejsce uziemienia, czyli powiększając przewodność (σ) ziemi koło uziemienia, i w ten sposób zmniejszając „opór“ ziemi, który tkwi, jak wiemy, głównie w pobliżu uziemienia.

3) *Łącznice jedнопроводные.* Tam, gdzie schodzą się linie telefoniczne i zachodzi potrzeba rozmaitego rodzaju łączenia tych linii, ustawiamy łącznicę.

Otóż możliwe są dwa zasadniczo różne układy, a mianowicie: linje telefoniczne przez wskaźniki łączy się z jednym wspólnym dla wszystkich uziemieniem lub każda linja ma swoje własne uziemienie (Rys. 6 i 7).

W pierwszym wypadku uziemienie musi być „bardzo dobre“, to znaczy, że prąd, spływający przez wskaźnik do ziemi, nie powinien wywołać odczuwalnego podwyższenia potencjału uziemienia w stosunku do dalekich punktów ziemi. Gdy uziemienie będzie „złe“, czyli będzie odczuwalna różnica potencjałów przewodnika, łączącego wskaźniki z ziemią w stosunku do dalekich punktów, musi powstać prąd elektryczny przez wskaźniki, linje i aparaty telefoniczne do odpowiednich dalekich uziemień. Z powodu złej ziemi przy wywołaniu mogą zareagować naraz wszystkie wskaźniki i praca na łącznicy będzie niemożliwą (Rys. 8).

ΔP —potencjał uziemienia w stosunku do dalekich punktów duży, uziemienie „złe“, rozmowa między aparatami AB jest dostępna dla odbioru i w aparatach C i D .



Rys. 8.

W warunkach pracy wojskowej trudność wykonania dobrego uziemienia wyklucza zwykle celowość takiego urządzenia; chyba, jeżeli zrezygnujemy z ciągłej kontroli przez wskaźniki pracy połączonych linii telefonicznych i zastąpimy ją przez włączanie od czasu do czasu aparatu odzewowego centrali telefonicznej, zapomocą którego sprawdza się rozmowę.

Zastosowanie osobnych uziemień dla każdej linii telefonicznej, „system wojskowy“, nie wymaga dobrych uziemień, lecz, aby uniemożliwić wzajemne przeszkadzanie w rozmowie, muszą poszczególne uziemienia centrali być dostatecznie odległe jeden od drugiego tak, aby prąd, spływający w jednym uziemieniu, nie wywołał zbyt znacznej różnicy potencjałów w miejscach uziemień łącznicy w stosunku do dalekich punktów powierzchni ziemnej. Już z poprzedniego wiemy, że krzywa zmiany potencjału jest wyższą przy mniejszej przewodności gleby, czyli odległość między uziemieniami musi być zmienną zależnie od przewodności gruntu.

Rzeczywiście praktyka w zupełności to potwierdza. W jesieni, gdy ziemia cała jest przesiąknięta wilgocią, na glebie gliniastej uziemienia w parumetrowej odległości jedno od drugiego nie oddziałują odczuwalnie, natomiast w suchym i przemarzniętym gruncie odległość około 40 m między uziemieniami nie wystarcza, aby

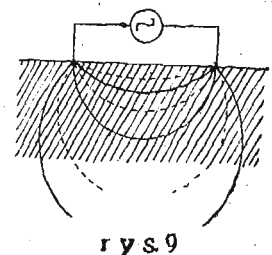
usunąć możliwość porozumiewania się linji telefonicznych bez wykonania połączeń na centrali.

III. Rozpływ prądu zmiennego w ziemi.

Dla wyciągnięcia wniosków praktycznych pozwolę sobie narazie zjawiska uprościć, a mianowicie, usunąć od rozpatrywania zjawiska szybkozmiennego i stany początkowe.

Jeżeli więc dwa uziemienia połączymy ze źródłem napięcia zmiennego, to między dwoma uziemieniami rozmaitemi drogami popłynie prąd elektryczny, też zmienny (Rys. 9).

Każda poszczególna rurka, określona jak do prądu stałego, mając jednakowy opór omowy z innymi, będzie miała pole elektryczne zmienione w różny sposób przez napięcie, indukowane wskutek zmian pola magnetycznego, znajdującego się między przewodnikiem, łączącym uziemienia a średnią drogą danej rurki.



rys. 9

Strumień magnetyczny, objęty zwojem, utworzonym przez przewod i rurkę, będzie dla rurek dłuższych większy, a więc tam pole elektryczne będzie w znacznym stopniu zdeformowane.

Wskutek powiększenia samoidukcji dla rurek o dłuższej drodze nastąpi wzmocnienie gęstości prądu elektrycznego bliżej powierzchni ziemi, po linii, łączącej uziemienia, czyli będziemy mieli do czynienia ze zjawiskiem „skinefektu“ czyli naskórkowości.

Należy przypuszczać, iż wogóle prąd elektryczny głównie będzie przepływać tylko górną warstwą ziemi, we wnętrzu ziemi natomiast zjawiska elektryczne będą niedostrzegalne.

Oczywiście grubość warstwy, w której przebiega prąd, będzie tem mniejsza, im szybszym zmianom podlega pole magnetyczne i im przewodność ziemi będzie większa. Prąd, płynący przez uziemienia, będzie, stosownie do pierwszego prawa Kirchhoffa, w każdej chwili sumą natężeń wszystkich rurek. Natężenie zaś w poszczególnych rurkach, stosownie do poprzedniego, nie będzie w tej samej fazie z prądami w innych rurkach. Z tego wypływa, że w chwili, gdy prąd linjowy (przez uziemienie) będzie równy zeru, w ziemi otrzymamy obwody z prądem, zamknięte w sobie, czyli w wyniku musimy otrzymać na powierzchni ziemi pola magne-

tyczne takie, w których natężenie pola magnetycznego zmienia swój kierunek i wielkość, lecz nie ginie.

Przewodnik elektryczny, znajdujący się na pewnej wysokości nad powierzchnią ziemi i mający wogóle inny potencjał, niż grunt, może być uważany, jako kondensator, którego jedną okładką jest sam przewodnik, drugą zaś – powierzchnia ziemi.

Linje sił elektrycznych będą łączyć ten przewodnik z powierzchnią gruntu. Gęstość linii sił elektrycznych na powierzchni ziemi określi nam gęstość ładunków elektrycznych w danym miejscu.

Przy prądzie zmiennym gęstość linii sił elektrycznych zmienia się, a więc powstaną w płaszczyźnie prostopadłej do przewodnika prostoliniowego prądy przesunięcia w powietrzu i ruch ładunków elektrycznych w ziemi. Ten ruch ładunków elektrycznych spowoduje pole magnetyczne wzdłuż przewodnika i wywoła w ziemi przetwarzanie się energii elektrycznej w ciepłą.

Ta część strat będzie zależna od różnicy potencjałów przewodnika i ziemi, częstości zmian, wysokości i długości przewodnika nad ziemią i elektrycznych własności gruntu.

Porównywując przepływ przez ziemię prądu stałego i zmiennego, dochodzimy do wniosku, że dla wywołania prądu zmiennego tej samej skutecznej wartości co i stałego, potrzeba tem wyższego napięcia, im większą mamy częstotliwość; straty muszą być przy prądzie zmiennym większe i zależne nie tylko od dobroci uziemienia, ale przy znacznych częstościach i od odległości uziemień i wysokości przewodników nad ziemią. Pole magnetyczne na powierzchni ziemi będzie zniekształcone przez prądy w ziemi i prądy przesunięcia w powietrzu, które wogóle będą w różnych fazach z prądem przewodnika.

IV. Zastosowanie.

1. *Aparaty telefoniczne brzęczykowe.* W wojsku są używane aparaty telefoniczne, w których wywoływanie następuje zapomocą brzęczyka. Konstrukcje poszczególnych brzęczyków różnią się bardzo między sobą, lecz mają tę wspólną cechę, że zapomocą brzęczyków posyłamy na linię prądy o częstości muzycznej i dosyć wysokim napięciu; te prądy w słuchawce wprawiają błonę w drgania dostatecznie silne, aby zwrócić uwagę obsługi aparatu.

Z powyższych zasadniczych cech tych aparatów wypływają wnioski, że skuteczne wywoływanie może nastąpić na pewnych niedużych odległościach i tem mniejszych, im większe straty będą na linii.

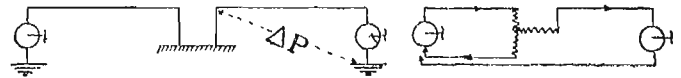
Na liniach jedнопроводowych, założonych na nieznacznej wysokości nad ziemią, te straty, pomijając nawet upływy wskutek wadliwej izolacji, na długich liniach uniemożliwią korzystanie z brzęczyka, jako urządzenia wywołującego.

Główne zalety aparatów brzęczykowych dla wojska polegają na taniości, małej wadze, możliwości porozumiewania się brzęczykiem znakami Morse'a i zastoso-

sowaniu brzęczyka nawet wtedy, gdy niema między aparatami połączenia drutem.

Głos ludzki ma zbyt duże zawilości i przez to jest trudny w odbiorze; brzęczyk ma tylko pewien ton, długość trwania którego (znaki Morse'a) łatwo uchwycić nawet przy słabych dźwiękach.

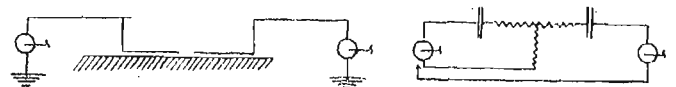
Zresztą w pewnych warunkach właśnie wyższy ton brzęczyka (większa częstotliwość) umożliwia odbiór.



rys. 10

Gdy linja telefoniczna została urwana i oba końce uziemione, prąd brzęczykowy, jako wyższej częstotliwości, wywoła większą różnicę potencjałów na ziemi ΔP i umożliwi dalszą łączność (Rys. 10).

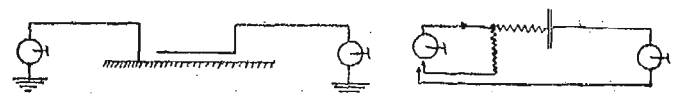
Gdy oba końce przewodnika nie będą miały bezpośredniego połączenia z ziemią, to jednak i w tym wypadku łączność jest możliwa, a mianowicie, mamy dwa kondensatory, połączone w szereg. Oczywiście im wyższy ton brzęczyka, tem pewniejsze będzie przesyłanie sygnałów. (Rys. 11).



rys. 11

Gdy jeden z tych urwanych końców będzie miał bezpośrednie połączenie z ziemią, a drugi nie, — i w tym wypadku porozumiewanie się brzęczykiem jest możliwe, a wypadek ten możemy rozpatrywać, jako włączony kondensator z linią. (Rys. 12).

Z tego krótkiego rozważania wynika, że za pomocą brzęczyka możemy porozumiewać się na linii jedнопроводowej, położonej tuż nad ziemią wprawdzie na niedużych odległościach, ale nawet i wtedy, gdy linja



rys. 12

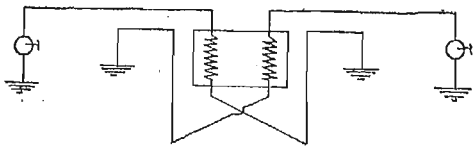
będzie porwana. Takie porozumiewanie się będzie przy jednakowej mocy źródła energii tem łatwiejsze, im wyższe są częstotliwości i napięcia prądów brzęczykowych.

2) *Kierunek zakładania uziemień w łącznicach wojskowych.* Już poprzednio mówiliśmy, że w centralach wojskowych jedнопроводowych ze wskaźnikami pracy poszczególnych linii telefonicznych przy małej przewodności gruntu należy ustawić uziemienia daleko jedno od drugiego, a to w celu usunięcia wzajemnego słyszenia bez odnośnych połączeń w aparacie łącznikowym.

Gdybyśmy mieli na linii prąd stały, obojętnem byłoby, które uziemienie połączymy z daną linią.

Przy prądzie zmiennym wiemy, że straty w ziemi są zależne od odległości uziemień, czyli już z tego tylko punktu widzenia wychodząc, należy uziemienia przesunąć w kierunku danej linii.

Jeszcze jeden punkt przemawia za tą zasadą.



r y s. 13

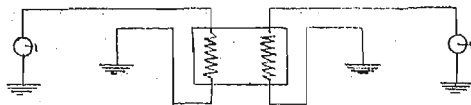
Wspólny strumień magnetyczny większy.

Linia jedнопроводова przez uziemienia i ziemię tworzy zwoj; otóż taki zwoj oddziaływa na inne podobne zwoje swoim polem magnetycznym i to działanie będzie tem większe, im zwoje te mają większy wspólny strumień magnetyczny, czyli większy współczynnik indukcji wzajemnej. Oczywiście, gdy uziemienia będą przesunięte w kierunku obcej linii, współczynnik wzajemnej indukcji będzie większy. (Rys. 13) i (Rys. 14). Doświadczenie wykazało, iż gdy jesteśmy zmuszeni na złym gruncie zakładać uziemienia daleko jedno od drugiego (kilkadziesiąt kroków), tam rzeczywiście daje się spostrzegać ujemny wpływ załączania uziemień nie w kierunku swojej linii.

3) *Jedno czy dwuprowadowa linia.* Urządzenie jedнопроводowej linii przy znacznych odległościach punktów połączonych wymaga mniejszych kosztów, niż linia dwuprowadowa.

Jednak, uwzględniając potrzebę urządzenia stosownych uziemień, musimy dojść do wniosku, że przy małych odległościach może się okazać, że linia jedнопроводowa będzie nie tylko mniej dogodna, ale i kosztowniejsza.

Oprócz bezpośrednich kosztów odgrywa zwykle rolę sprawność urządzenia, czyli stosunek energii, otrzymanej w aparacie odbiorczym, do wysłanej z aparatu nadawczego. Przy prądzie stałym i znacznych odległo-



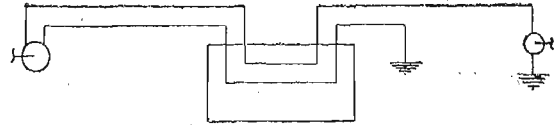
r y s. 14

Wspólny strumień magnetyczny mniejszy.

ściach (np. zwykle linje telefoniczne) zalety linii jedнопроводowych szczególnie będą widoczne. Straty w ziemi nie zależą od odległości, a tylko od własności uziemienia, czyli dadzą się łatwo utrzymać w pożądanym granicach.

Przy prądzie zmiennym straty wskutek użycia ziemi, jako przewodnika zależą od odległości i przy wy-

sokich napięciach i częstościach mogą być znaczne, czyli sprawność linii jedнопроводowej przy pewnym napięciu i częstotliwości będzie gorsza od linii dwuprowadowej. Straty mogą być spotęgowane przez znajdujący się obok danej linii obwód zamknięty, w którym mogą powstać prądy indukowane.



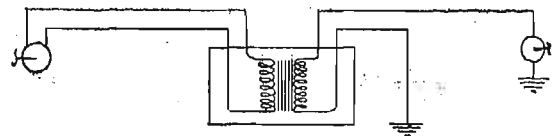
r y s. 15

Łączenie linii dwuprowadowej z jedнопроводową.

Możliwość takich prądów jest tem większa, im strumień magnetyczny, wytworzony przez linię, będzie większy.

Oczywiście, przy linii dwuprowadowej ta możliwość jest tem mniejszą, im bliżej do siebie przeprowadzone są przewody jednej linii.

Przy jedнопроводowej zaś linii indukowanie będzie największe.



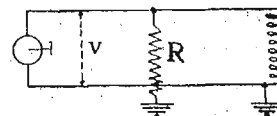
r y s. 16

Łączenie linii dwuprowadowej z jedнопроводową przez przekąźnik (transformatorek o jednakowej ilości zwojów obu cewek).

Na liniach dwuprowadowych przez skręcanie czy krzyżowanie przewodów mamy możliwość usunięcia indukcyjnego działania.

Na linii jedнопроводowej tej możliwości nie ma.

4) *Połączenie linii telefonicznej dwuprowadowej z jedнопроводową.* W praktyce łączności drutowej zachodzi dosyć często potrzeba łączenia linii dwuprowadowej z jedнопроводową. To łączenie możemy



r y s. 17

Straty $W_1 = \frac{V^2}{R}$ przez wadliwą izolację linii uziemionej.

uskutecznić albo wprost, uziemiając jeden przewód, a prowadząc drugi do pożądanego aparatu, jako linię jedнопроводową, lub linię dwuprowadową połączyć przez przekąźnik z jedнопроводową. (Rys. 15 i 16).

Połączenie linii przez przekąźnik oczywiście jest kosztowniejsze i należy też wyjaśnić rolę tego urządzenia.

Rozpatrzmy wydajność danych linii przy zastosowaniu przekaźnika i bez niego. Spółczynnik sprawności linii jedнопrzewodowej w obu wypadkach, sądzę,

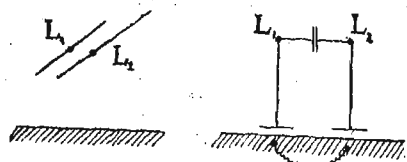


r y s. 18

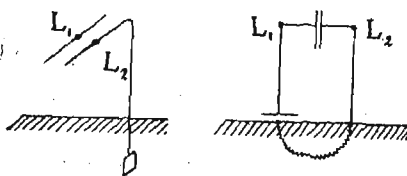
$$\text{Straty } W_1 = 2 \cdot \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} = \frac{V^2}{2R} \text{ przez wadliwą izolację linii nieziemionej.}$$

będzie jednakowy, natomiast—części dwuprzewodowej ulegnie zmianie.

Wyobraźmy sobie, że przewody linii dwuprzewodowej będą miały jednakowy stan izolacji, czyli, że opo-



r y s. 19



r y s. 20

ry izolacji obu przewodów względem ziemi będą jednakowe $R_1 = R_2 = R$. Jeżeli oznaczymy różnicę potencjałów między przewodami przez V , to otrzymamy stosunek straty na upływ przez izolację linii dwuprzewodowej uziemionej do nieziemionej w przybliżeniu, jak 2 do 1. (Rys. 17 i 18).

Właściwie należałoby w wypadku pierwszym doliczyć straty na uziemionym przewodzie.

Oprócz strat przez izolację, które są zwykle niezbyt duże, mamy straty wskutek prądów w ziemi.

Prądy elektryczne, indukowane w gruncie przez pole magnetyczne linii dwuprzewodowej nieziemionej lub uziemionej tylko w jednym miejscu, nie ulegną, sądzę, znacznej zmianie.

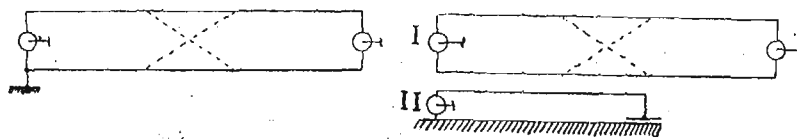
Zupełnie inaczej rzecz się ma z prądami w ziemi, wywołanymi napięciem linii, czyli jej polem elektrycznym.

Linia dwuprzewodowa nieziemiona tworzy trzy kondensatory: jeden, którego okładkami są same przewody, i dwa—, w których jedną okładką jest ziemia, a drugą— pierwsza lub druga linia. (Rys. 19).

Ostatnie dwa kondensatory są połączone w szereg, czyli wypadkowa ich pojemność jest mniej więcej połową pojedynczej.

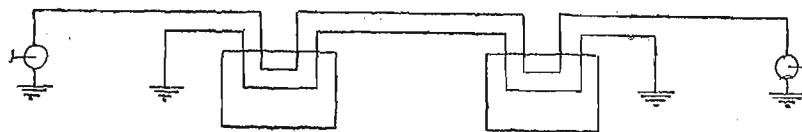
Przy linii dwuprzewodowej, której jeden biegun jest gdzieś uziemiony, mamy nie trzy, lecz dwa kondensatory, a mianowicie: jeden tak, jak poprzednio, między przewodami, drugi—między linią nieziemioną, a ziemią. (Rys. 20).

Przy jednakowej w obu wypadkach różnicy potencjałów linii ładunek elektryczny, indukowany w ziemi, będzie różny, a mianowicie: w pierwszym wypadku wskutek połączenia szeregowego dwa razy mniejszy.



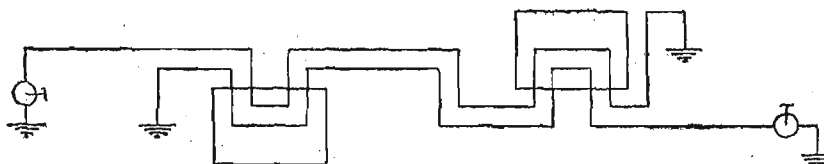
r y s. 21

Bieguny są połączone prawidłowo.



r y s. 22

Połączenie nieprawidłowe, aparaty mówią do ziemi.



r y s. 23

Te ładunki przy zmiennem napięciu na linii będą wprowadzone w ruch i w pierwszym wypadku będą miały krótsze drogi w ziemi dla zubożenia się. Wogóle straty, wywołane temi prądami w ziemi, będą znacznie większe na linii dwuprzewodowej uziemionej, niż na linii nieziemionej. Z tego wynika, że długa linia dwuprzewodowa, o ile zostanie uziemiona chociażby w jednym miejscu, traci znacznie na sprawności, czyli przy potrzebie przejścia z linii dwuprzewodowej na jedнопrzewodową jest korzystniej wprowadzić straty przez włączenie przekaźnika i zmniejszyć znacznie ogólne straty na długiej linii.

Oczywiście na krótkich liniach włączenie przekaźnika może nawet pogorszyć wydajność, ale tam energia otrzymana jest tak znaczną, że ujemny wpływ jego nie daje się spostrzec.

Wprowadzenie przekątnika usuwa nam jeszcze jedną niedogodność, a mianowicie, możemy rozpatrywać działanie indukcyjne na sąsiednie przewody linii dwuprzewodowej uziemionej w pewnym miejscu, jako skutek działania dwóch układów. Jeden układ przedstawia nam linię dwuprzewodową nieziemioną, której działanie przez odpowiednie prowadzenie linii (skręcanie lub krzyżowanie przewodów) może być dowolnie zmniejszane. Drugi układ jest linią jedнопrzewodową, w której jedno uziemienie jest zwykłym stykiem przewodu z gruntem, a drugie—uformowane przez pojemność linii względem gruntu. (Rys. 21). Działanie indukcyjne tego ostatniego układu nie może być usunięte.

Na zakończenie pozwolę sobie zaznaczyć, że i na krótkich (wojskowych) liniach zastosowanie przekątnika może polepszyć wydajność linii.

Gdy linia jedнопrzewodowa pracuje przez dwie centrale, połączone dwuprzewodowo między sobą z linią jedнопrzewodową, bez użycia przekątników, to może się zdarzyć, że te linie nie będą miały połączenia między sobą, lecz tylko będą wzajemnie oddziaływać polem magnetycznym. (Rys. 22 i 23).

Oczywiście sprawność takich nawet krótkich linii przy błędnym połączeniu będzie niedostateczna.

Zastosowanie przekątników wyłącza możliwość podobnych błędnych połączeń.

Zakończenie.

Wojna obecna przybiera coraz więcej postać walki wszystkich obywateli narodów, które walczą wszelkimi sposobami.

Strony walczące starają się wzajemnie przeszkadzać w porozumiewaniu się, niszcząc połączenia i usiłują poznać myśli i zamiary przeciwnika, aby mieć czas i możliwość odpowiedniego przeciwdziałania.

Wobec tego strony walczące z jednej strony usiłują wynajdywać środki łączności bez drutu: radjotelegraf i telefon, telegraf przez ziemię, telegraf bezindukcyjny i t. d.; z drugiej strony starają się przejąć, niewidocznie dla nieprzyjaciela, jego korespondencję drutową i bez drutu i jednocześnie uniemożliwić nieprzyjacielowi przejmowanie własnej korespondencji.

W miarę możliwości postaram się w następnym artykule wyświetlić rolę ziemi, a właściwie powierzchni ziemi w tych zjawiskach.

Targi Wschodnie we Lwowie.

W atmosferze apatji i zniechęcenia, jaka cechuje chwilę obecną, na urządzenie wielkiej wystawy „Targów Wschodnich“ mogło się zdobyć miasto, zaprawione do czynu, w którym frazeologia nie zabagnia myśli twórczej, — miasto bohaterskie, jakim niewątpliwie jest Lwów. Grupa ludzi z p. dyrektorem Marjanem Tur-

skim na czele, stworzyła przy niewielkiem poparciu rządu—bo za ledwie ośmiomiljonowem subsydjum—placówkę, mającą doniosłe pod względem gospodarczym znaczenie.

Wiadomo, że Polska dla osiągnięcia równowagi budżetowej musi się opierać na eksporcie — każde więc utworzenie drogi dla naszej ekspansji na rynki wschodnie i południowo-wschodnie winno być ważkim postulatem polskiej polityki handlowej. Targi, urządzone na rubieżach Rzeczypospolitej, nie mogą być obliczane na zyski doraźne, lecz winny mieć charakter stały i reprezentować muszą twórczość przemysłową i handlową.

Nie należy jednak zapominać, że Polska nawet w czasach normalnych odczuwać będzie brak surowców, głównie zaś wełny i bawełny, które będzie zmuszona importować, pokrycie zaś kosztów importu muszą dać nasze artykuły wywozowe.

Wszystkie państwa zachodnie poczyniły już daleko idące kroki, mające na celu opanowanie rynków wschodnich, chwila więc wejścia naszego wschodniego sąsiada do konstelacji gospodarczej świata — musi zastać i nas w pogotowiu. Możemy stanąć do współzawodnictwa z tego powodu, że mamy najkorzystniejsze położenie geograficzne, że rynki te są nam znane, że Rosja była zawsze konsumentem gotowych towarów naszego masowego przemysłu fabrycznego i że możemy wytwarzać taniej od innych.

Targi urządzone zostały na terenie Parku Kilińskiego na przestrzeni 25.000 m². Założony w r. 1877, jest to jeden z najpiękniejszych parków Europy. Zgłosiło swój akces 2000 wystawców, a ekspozycje rozmieszczono w 20 pawilonach i 20 hangarach. Pod względem architektonicznym wystawa sprawia nadzwyczaj dodatnie wrażenie estetyczne. Stylowość pawilonów (pałac Sztuki, Pacyków, Oikos i t. d.), celowe rozplanowanie dróg, piękna dekoracja roślinna wprawiały w zachwyt zwiedzających. Targi otwarto dn. 25 Września r. b. i miały trwać one do 5 Października r. b. Z okazji Targów odbyło się kilka zjazdów ogólnokrajowych, jak Zjazd Kupców Polskich, ogólne zebranie Przemysłowców Rzeczypospolitej, Zjazd Elektryków Polskich, Zjazd Dziennikarzy wszystkich dzielnic Polski etc. Bardzo sprawnie funkcjonowało biuro mieszkaniowe, które miało do dyspozycji 7000 pokoi. Taksa mieszkaniowa wynosiła 600 mk. za dobę. Na wystawie czynna była nawet radiostacja dla użytku publicznego.

Największą powagą odznaczały się pawilony, poświęcone najgłówniejszym artykułom naszego wywozu, t. j. nacie i drzewu. W r. 1920 wywieziono produktów naftowych 53.081.835 kg za 9.129.639 fr. szwajc., drzewa zaś i przetworów drzewnych — 39.576.509 kg za 6.289.552 fr. szwajc. Temi ekspozycjami interesować się będzie zachód i dlatego liczne tablice, opisy i wzory odpowiadają w zupełności swojemu celowi.

Cały przemysł łódzki wystąpił w pięknym pałacu sztuki, gmachu stałym powystawowym z r. 1894. Tam

również był zaprezentowany przemysł włókienniczy innych dzielnic Polski.

Banki, jak Polski Bank Handlowy w Poznaniu, Polski Bank Przemysłowy we Lwowie, Bank Rolniczy we Lwowie wystawiły własne pawilony, w których rozmieszczono ekspozycje fabryk i przedsiębiorstw, przez te banki finansowanych. Ujemną stroną tego systemu jest ześrodkowanie w jednym gmachu, często obok siebie, różnorodnych gałęzi wytwórczości, co utrudnia orientację zwiedzającemu. Zasadą wystaw, a szczególnie targów, winno być właśnie skoncentrowanie w jednym ośrodku artykułów pewnej gałęzi, by zwiedzający, głównie kupcy, nie tracili dużo czasu i mogli szybko zawierać transakcje.

Ekspozycje elektrotechniczne nie zostały zaszczycone zbyt efektywnym miejscem, bo rozlokowano je w hangarze, ale na pocieszenie niech posłuży ta okoliczność, że wielki przemysł garbarski również otrzymał locum w hangarze. Wystawców było trzydziestu kilku i jak w innych branżach, należy podzielić ich na wytwórców i handlujących. Do pierwszych należy po raz pierwszy występująca na arenę publiczną:

1) Fabryka motorów elektrycznych „Zem“ w Cieszynie, która eksploatuje na obszarze Rzeczypospolitej licencję firmy L. Becquart w Paryżu, i wystawiła szereg motorów o małej mocy do 5 PS, własnego wyrobu. Firma „Zem“ założona została w r. 1920, jako spółka z ogr. odpow., kierownictwo spoczywa w rękach p. inż. Rusza, długoletniego pracownika fabryki Becquart, który ko rzysta również z personelu pomocniczego francuskiego. Fabryka buduje prądnice i silniki prądu stałego, generatory i silniki prądu trójfazowego, transformatory, rozruszniki oraz pompy odśrodkowe. Fabryka ma własną odlewnię o wydajności narazie 1500 kg dziennie. Wszystkie rysunki techniczne fabryka otrzymuje z Francji.

2) Fabryka aparatów elektrycznych Szpotański, Ciszewski i Ska w Warszawie, która wystawiła własnego wyrobu wyłączniki nożowe od 50—700 amp. w wykonaniu z miedzi; żelazka elektryczne trzech wymiarów, mosiężne; sworznie bezpiecznikowe; aparaty wysokiego napięcia: odłączniki, cewki dławikowe, rozki odgromnikowe; sofita teatralne, wykonywane dla Teatru Wielkiego, Marywili i na Karowej; oraz końcówki kablowe dla 4—150 amp.

Fabryka mieści się obecnie we własnym gmachu na Kamionku, pow. pracy wynosi 1500 m². Napęd elektryczny indywidualny, ok. 25 małych silników. Fabryka dąży do masowej produkcji wg. własnych modeli. Zatrudnia obecnie 80 pracowników i ma przejść niebawem na towarzystwo akcyjne.

3) Biuro Budowy Telefonów w Warszawie, które reprezentuje Tow. Akc. L. M. Ericsson w Sztokholmie. Towarzystwo posiada własne fabryki w Anglii, Francji, Austrii, Węgrzech, Stanach Zjednoczonych i Meksyku. Biuro Budowy Telefonów ma być również wytwórnią aparatów Ericssona na Rzeczpospolitą. Narazie czy-

nione są prace przygotowawcze i wyrabiano są drobne aparaty. Na Targach bardzo okazale, z dużym nakładem pracy, wystawiono aparaty, będące przez cały czas wystawy w ruchu, a mianowicie: automatyczne aparaty telefoniczne; stacje telefoniczne dla fabryk, domów bankowych etc.; lokalne stacje dla małych miasteczek, stacje i aparaty telegraficzne; stacje sygnalizacyjne kolejowe; kable i przewodniki dla powyższych celów.

Ze względów walutowych aparaty są obecnie sprowadzane z austriackiej filii, a nie z centrali w Sztokholmie. „Biuro Budowy Telefonów“ łączy również pewną wzajemność interesów ze szwedzkiem towarzystwem „Cedergren“.

4) Zakłady elektrotechniczne „Jucjan Lukrec“ w Warszawie wystawiły te same ekspozycje, co na jarmarku w Poznaniu. W przyszłym lokalu Towarzystwa „Kabel“ przy ul. Kaczej 11 zajmuje się firma przeciąganiem i skręcaniem linek miedzianych, również fabrykacją sznurów w gumowej izolacji. Fabrykacja przewodników ma się rozpocząć po nadejściu maszyn z zagranicy.

5) Bracia Borkowscy w Warszawie do tej pory znani, jako składowcy, zaprezentowali własnej fabrykacji żelazka niklowane, rondelki mosiężne, armatury hermetyczne, bloczki porcelanowe, żyrandole, lampy stojące, rozetki rozgałęzieniowe, rozetki sufitowe. Wykonanie tych przedmiotów nie pozostawia nic do życzenia i całkowicie dorównywa pokojowym fabrykatom niemieckim.

6) Jabłoński i Ska w Warszawie — wystawili lampy i armatury elektryczne wytwórni swojej p. f. „Elektra“, oraz cały szereg materiałów elektrotechnicznych, odpowiadających wymaganiom przepisowym, w bardzo starannym wykonaniu.

7) Fabryka rurek izolacyjnych „Stanrey“ wystawiła tablicę z wzorami rurek i akcesorji, którą oglądaliśmy na poprzednich wystawach.

Oprócz powyższych wystawili swoje ekspozycje liczni wytwórcy ogniw galwanicznych, jak: Bronisław Rejchman, „Suchy Element Elektryczny“ w Zawierciu, Energos, Falk i Hinterhof, którzy połączyli się z firmą „Warwień“ w Warszawie. Również widzieliśmy dzwonki i numeratory, wyrabiane przez firmę N. Rosengarten w Warszawie; grzejniki różnych typów, wytworu Komorowskiego w Warszawie; żyrandole i armatury elektryczne wyrobu Marciniaka w Warszawie etc.

Z firm zagranicznych zwracała powszechną uwagę firma wiedeńska „Dreiringwerke“, która wystawiła agregat o mocy 1,2 PS — motor benzynowy z prądnicą prądu stałego, 24 voltową, zasilającą szereg żarówek. Fabryka buduje również i większe zespoły na normalne napięcie 110—2204 V, o mocy 4 i 8 PS. Dla celów informacyjnych podane zostały następujące ceny: zespół o mocy 1,2 PS — ok. 92.000 koron austr.; 4 PS — 150.000 kor. austr., 8 PS — 262.000 kor. austr. loco Wiedeń.

Również na uwagę zasługują ekspozycje firmy Křížik w Pradze Czeskiej; firma ta ostatnio połączyła się z austriacką ekspozyturą fabryki Bergmanna.

Fabryki żarówek „Philipps“ i „Westinghouse“ reprezentowane były przez swych warszawskich przedstawicieli.

Składnicy ze wszystkich dzielnic Polski, głównie jednak z Kongresówki, wystawili zagraniczne — przeważnie niemieckie — materiały instalacyjne. Ożywienia w tych działach nie można było zauważyć. Tłomaczono to ciągłymi wahaniem walutowymi i obawą przyjmowania większych zobowiązań na dalszą metę.

Przy zawieraniu transakcji wystawcy zachowywali wszelką rezerwę; cena obowiązywała strony taka, jaka będzie w chwili wysyłki towaru; terminy podawano bez zobowiązania. Dotyczyło to artykułów, nie znajdujących się na składzie. W przemyśle naprz. włókienniczym towary u składników były o ok. 30% tańsze, niż nowo wytworzone w fabryce. Z tego powodu układy cechowała pewna powściągliwość.

J. Kr.

Kronika handlowa.

Anormalna wyższość cen towarów i surowców spowodowała trudności finansowe w sferach handlowych i przemysłowych. Nawet małe przedsiębiorstwa muszą obecnie operować milionowymi sumami, aby sprostać zadaniu. Pomimo nadmiernej inflacji banknotów — brak płynnej gotówki daje się silnie we znaki, z czego korzystają banki i oprocentowanie kapitału łącznie z prowizjami bankowymi dochodzi do kilkudziesięciu procentów w stosunku rocznym. Instytucje kredytowe nie są zresztą w stanie zaspokoić żądań klientów, czego dowodem, że np. wielkie banki poznańskie musiały wyjednać w Ministerstwie Skarbu 600 milionów marek kredytu, aby sprostać żądaniom przemysłowców (patrz „Przeгляд Gospodarczy“ z 15. IX. 21).

Rynek elektrotechniczny nie stanowi wyjątku i został w pewnej mierze wciągnięty do tej orbity ogólnej drożyzny. Firmy powstrzymują się od robienia większych transakcji, ze względu na trudności skompletowania składów. Ceny wahają się z dnia na dzień i podawane są zazwyczaj bez zobowiązania. Przyczynia się do tego również niesłychany wzrost walut zagranicznych, uniemożliwiający przeprowadzenie kalkulacji. Według ostatnich wiadomości zagraniczne fabryki przewodników i kabli zajęte są na dłuższy okres czasu zamówieniami i z trudnością przyjmują nowe zlecenia od dawnych odbiorców.

Ostatnio (w dniu 20 września r. b.) ustanowione przez Związek Firm Elektrotechnicznych w Warszawie ceny są następujące:

1. Lampki żarowe 110 i 120 w. do 50 świec, gruszki jasne jednowat. po Mk. 400.—
2. Lampki żarowe 220 V w. do 50 świec, gruszki jasne jednowat. po Mk. 500.—
3. Półwatówki 110, 120 i 220 V 25 watowe jasne po Mk. 650.—

4. Półwatówki 110, 120 i 220 V 40 watowe jasne po Mk. 780.—
5. Półwatówki 110, 120 i 220 V 60 watowe jasne po Mk. 975.—
6. Półwatówki 110, 120 i 220 V 75 watowe jasne po Mk. 1170.—
7. Półwatówki 110, 120 i 220 V 100 watowe jasne po Mk. 1560.—
8. Półwatówki 110, 120 i 220 V 150 watowe jasne po Mk. 2340.—
9. Półwatówki 110, 120 i 220 V 200 watowe jasne po Mk. 3250.—
10. Półwatówki 110, 120 i 220 V 300 watowe jasne po Mk. 4550.—
11. Półwatówki 110, 120 i 220 V 500 watowe jasne po Mk. 6000.—
12. Rolki Peszla po Mk. 12.—
13. Dyble ze śrubkami po Mk. 12.—
14. Sznur miedziany $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ w ceratce metr po Mk. 125.—
15. Sznur miedziany $2 \times 0,75 \text{ mm}$ kw. w gumie 150.—
16. „ „ pendlowy w ceratce po Mk. 125.—
17. „ „ „ w gumie po Mk. 150.—
18. „ „ płaski do lamp stojących w ceratce po Mk. 125.—
19. Sznur miedziany płaski do lamp stojących w gumie po Mk. 150.—
20. Bezpieczniki 2-biegun. ze śrubkami kontakt., normalne po Mk. 1000.—
21. Bezpieczniki 2-biegun. ze śrubkami kontakt., Mignon po Mk. 450.—
22. Korki bezpiecznikowe do 10 amp., normalne po Mk. 120.—
23. Korki bezpiecznikowe do 10 amp., Mignon po Mk. 75.—
24. Rozetki rozgałęźne z 8 zaciskami po Mk. 200.—
25. Kontakty z zabezpieczeniem po Mk. . . . 300.—
26. Zatycki lżejsze z masy po Mk. 60.—
27. „ cięższe po Mk. 150.—
28. Wyłączniki 2 amp. po Mk. 200.—
29. „ 4 amp. po Mk. 250.—
30. Oprawki bez kluczyka po Mk. 90.—
31. „ z kluczykiem po Mk. 250.—
32. Niple do przeróbki lamp naftowych po Mk. 75.—
33. „ różnych typów $1/8''$ po Mk. 50.—
34. Szpony azurowe 60 mm po Mk. 60.—
35. Tulipany szklane matowe po Mk. 240.—
36. Reflektory szklane mleczne po Mk. . . . 600.—
37. „ metalowe malowane po Mk. 250.—
38. „ „ emaljowane po Mk. 500.—
39. Daszki do lamp stojących 23 cm po Mk. . . 720.—
40. „ „ „ „ 26 „ po Mk. 900.—

Ceny powyższe dotyczą artykułów w wykonaniu wojennem.

J. Kr.

Przegląd czasopism.

Mechanik. — Specjalny zeszyt ciepły. Warszawa. Październik.

Na treść tego wyjątkowo uposażonego numeru składają się artykuły: M. H-n. Źródła i formy energii materialnej.—B. Rzeszotarski, Bilans produkcji i konsumpcji węgla w 1920 r. — J. Harabaszwski, O paliwie. K. Nowicki, O wyborze kotła parowego i o kotłowni przemysłowej.—Opalanie pyłem węglowym.—R. Biedrzycki, O wyzyskaniu ciepła w silnikach parowych.—O korzyści stosowania pary przegrzanej w maszynach parowych.—B. Rzeszotarski, O wskaźcu (indykatorze).—Prof. S. Biedrzycki, O lokomobilach rolniczych.—I. Kunstetter, O silnikach spalinowych.—R. Biedrzycki i Cybulski, O wyzyskaniu ciepła w instalacjach ciepłych.—Prof. K. Smoleński, O gospodarce cieplnej cukrowni.

Liczne wykresy i ryciny uzupełniają obfitą treść tego zeszytu, który stanowi owoc zbiorowej pracy pierwszorzędných specjalistów i jako taki stanowi trwałą dorobek na polu popularyzacji tej gałęzi wiedzy technicznej, jakiej jest poświęcony.

Pneumatyczne transportowanie popiołu w kotłowniach opisuje F. Ohlmüller № 33 Elektr. i Maschien. 1921 r.

Rozwój i postępy w budowie dużych stacji radiotelegraficznych podał Dr. L. Hügelsberger. Elektrot. u. Maschien. № 34, 1921 r.

Ministère du Commerce.

„Rapport général sur l'industrie française, sa situation, son avenir“.

Premier partie vol I.

Energie mécanique. Industries métallurgiques. Constructions mécaniques et métallurgiques. Textiles. Bois et papier.

„Étude de la situation des principales industries avant la guerre“.

Vol. II. „Industries chimiques; du bâtiment; industries diverses. Conclusions générales.“

Stowarzyszenia i Organizacje.

Dn. 18.X w lokalu Stow. Elektrot. (sala Herbowa) o godz. 8 ej wieczorem odbędzie się odczyt inż. R. Trechcińskiego: „Telefonowanie po przewodach żelaznych na długich linjach łącznie z opisem instalacji Mohylów—Carskie Sioło—Petersburg“.

Z posiedzenia Warszawskiego Koła Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich w dniu 4 października 1921 roku.

Obecnych 28 członków, przewodniczy inż. R. Podowski.

Po odczytaniu protokołu Ogólnego nadzwyczajnego zebrania kolega przewodniczący z komunikatów Zarządu podał do wiadomości o mianowaniu z ramienia Koła do Komisji, opracowującej przepisy Ustawy Elektrycznej, kol. F. Karśnickiego i J. Kraushara, następnie udzielił głosu kol. St. Wilczyńskiemu, który wygłosił referat, p. t. „Prądy błędzące“. Referat wydrukowany zostanie w Przeglądzie Elektrotechnicznym.

W dyskusji która wywiązała się po referacie, kol. R. Podoski podkreślił, że gęstość prądu 0,75 mA/cm²

przyjęta w normach niemieckich, służyć może jedynie wskaźnikiem w wypadku ustalenia, kto odpowiedzialny jest za zniszczenie. Pomiar prądów błędzących przedstawia duże trudności i jeden ze sposobów polega na tem, że mierzymy prąd płynący w szynie i wyliczamy wartość prądu, jaka powinna przepływać przez szynę; pomiary wykonywamy przy sztucznej obciążeniu sieci. Prądy błędzące przebiegają czasami drogi zupełnie nieprzewidziane; jako przykład przytoczyć można prądy płynące w kierunku przeciwnym od kabli odsyłowych, co miało miejsce w Warszawie. Zgodnie z warunkiem, aby wszystkie punkty odsyłowe miały jednakowy potencjał, przepisy niemieckie wymagają włączenia do kabli odsyłowych oporów regulacyjnych. W Warszawie różnice potencjałów pomiędzy punktami odsyłowymi była mała i nie przekraczała 0,3 volta. Mała różnica potencjałów nie oznacza jeszcze dobrego stanu sieci, gdyż w całości może mieć ona duże prądy błędzące i czasami różnica potencjałów jest właśnie dlatego mała, że prądy błędzące są duże.

I w danym wypadku o natężeniu tych prądów decydują jedynie pomiary i wyliczenia, przytoczone wyżej. Pomiary prądu wykonujemy w ten sposób, że mając zmierzony opór jednego metra szyny, ze spadku napięcia pomiędzy dwoma punktami na szynie obliczamy natężenie prądu. Pomiar ten jest jednak nie bardzo ścisły, gdyż może być pewna różnica oporów pomiędzy mierzonymi w laboratorium, a oporem szyny. Prądy błędzące dochodziły w Warszawie do 30%, co spowodowane było oporem przejściowym, przeszło w 350 punktach.

Kolega prof. St. Wysocki wyjaśniał, że obliczenie sieci Warszawskich było fałszywe z założenia, gdyż każdy kabel odsyłowy, rozpatrywano, jako niezależną całość, zamiast tego, aby przy wyliczeniach ująć całą sieć. Chcąc też otrzymać wszystkie punkty odsyłowe o jednakowym potencjale, wypadało użyć kabli krótkich o przekroju dużym i odwrotnie; w wyniku zastosowane były maszyny elektryczne ssące, co było również błędne. Wyliczenie sieci jest sprawą natury gospodarczej, gdyż mając cenę kabli, oraz cenę prądu, elektrownia może obliczyć, jaki dopuszczalny spadek napięcia zostanie stracony. Zakładając spadek napięcia zaduży, kapitał wkładamy w miedz; jeżeli zrobimy odwrotnie, zadużo stracimy energii elektrycznej; należy wybrać wartości pośrednie, uwzględniając przy tem całą gospodarkę. Na tem dyskusja się wyczerpała i posiedzenie zamknięto o godzinie 10 wieczorem.

Z posiedzenia Nadzwyczajnego Warszawskiego Koła Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich w dniu 3.X.

W uzupełnieniu sprawozdania z Nadzwyczajnego waln. zgromadzenia członków Koła Stow. Elektr. Polskich podaje się do wiadomości lista osób, które automatycznie, na zasadzie par. 13 regulaminu, utraciły prawa członków Koła:

Jaworski Leon, Kasperowicz Konrad, Kolbiński Stefan, Kutrzner Adolf, Nagiel Otto, Pawlikowski Józef, Petsch Bronisław, Petsch Waław, Piekalkiewicz Włodzimierz, Rau Zygmunt, Siwecki Władysław, Szczygliński Waław, Tymowski Jan, Wojniwicz Jan.

Jednocześnie zwraca się uwagę członków Koła, że w powyższem sprawozdaniu wkradła się omyłka, a mianowicie: składka kwartalna w drugim półroczu wynosi 450 mk., nie zaś 400, jak mylnie wydrukowano.