

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XI.

15 Sierpnia 1929 r.

Zeszyt 16.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 90-23.

WYKREŚLNA METODA OBLICZANIA CZASU JAZDY POCIĄGÓW ELEKTRYCZNYCH

Inż. Z. Grabiński

Przy projektowaniu kolei elektrycznych, gdy mamy już obraną lokomotywę z odpowiednimi silnikami, regulatorem i opornikami rozruchowymi oraz składy pociągów, musimy obliczyć następujące wielkości:

1. Czas przejazdu między poszczególnymi stacjami danego profilu. Mając ten czas, możemy przystąpić do ułożenia rozkładu jazdy pociągów oraz do określenia ilości potrzebnego taboru kolejowego.

2. Zużycie przez pociąg energii elektrycznej między poszczególnymi stacjami. Po obliczeniu tej wielkości możemy zdać sobie sprawę z ilości energii elektrycznej, zużywanej dziennie czy rocznie przez projektowaną kolej, oraz obliczyć elektrycznie sieć roboczą zasilającą i powrotną.

3. T. zw. „prąd zastępczy” silnika. Jest to prąd umyślony, który, przechodząc bezustannie przez silnik lokomotywy, wydzieliłby taką samą ilość ciepła, jaka została wydzielona w rzeczywistości przez silnik podczas jazdy pociągu elektrycznego w danym profilu projektowanej linii. Wielkość tego prądu w porównaniu z prądem mocy trwałej obranego silnika wskazywać nam będzie, czy silnik poprzednio obrany jest dla danej linii odpowiedni.

W celu określenia tych trzech wyżej wymienionych wielkości należy przedewszystkiem przejechać teoretycznie dany profil danym składem pociągu tam i z powrotem, czyli określić prędkość, jaką posiadać będzie pociąg w każdym miejscu profilu.

Poniżej podaję metodę wykreślną takiej teoretycznej „jazdy” pociągu elektrycznego, która stanowi pewne uproszczenie normalne bardzo długiego i żmudnego rachunku.

Metoda ta powstała z wykreślnej interpretacji analitycznej metody jazdy. W metodzie analitycznej rozpatrujemy pewien dostatecznie mały odcinek drogi o wzniesieniu i ‰, na którym prędkość niewiele się zmienia (np. o 0,5 m/sek). Niech prędkość ta na początku danego odcinka wynosi v_1 m/sek, zaś na końcu danego odcinka v_2 m/sek. Zakładamy następnie, że siła pociągowa lokomotywy (nazwijmy ją f_1) jest przez cały czas przejazdu tego małego odcinka stała i że odpowia-

da ona średniej prędkości pociągu $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$.

Siłę pociągową możemy łatwo określić dla każdej prędkości z charakterystyki silnika lokomotywy. Podobnie zakładamy, że siła oporu traktacji pociągu na poziomie f_2 jest także na naszym odcinku stała. Siłę tę znajdujemy według któregoś ze wzorów na opór traktacji w zależności od średniej prędkości v .

Jeżeli ciężar pociągu wynosi W tonn, zaś wzniesienie, na którym pociąg znajduje się jest i ‰, wtedy ta część siły oporu traktacji, która zależy tylko od wzniesienia, będzie:

$$f_3 = i \cdot W \text{ kilogramów}$$

siła przyspieszająca pociąg będzie przy takich założeniach też wielkością stałą i obliczymy ją według wzoru

$$f = f_1 - f_2 - f_3$$

Mając siłę przyspieszającą, możemy obliczyć czas, po którym prędkość wzrośnie od wielkości v_1 do wielkości v_2 , czyli czas przejazdu danego odcinka profilu.

$$t = \frac{W^1}{g} \cdot \frac{v_2 - v_1}{f},$$

gdzie g jest przyspieszeniem ziemskim, zaś W^1 masą, na którą działała siła przyspieszająca f . Masa W^1 będzie się nieco różniła od ciężaru pociągu W ze względu na bezwładność mas obracających się; obliczamy ją z ciężaru pociągu zapomocą współczynników empirycznych.

Mając czas, możemy znaleźć drogę, którą pociąg przejdzie przez czas t

$$s = t \cdot v$$

Następnie z charakterystyki silników określamy według średniej prędkości v prąd i , pobierany przez silnik lokomotywy, i obliczamy $e \cdot i \cdot t$ — zużycie energii na danym odcinku drogi.

W końcu obliczamy wielkość $i^2 t$, zapomocą której określamy prąd zastępczy silnika.

Po ukończeniu tego obliczenia zakładamy sobie nowy przyrost prędkości (np. od prędkości v_2 do v_3); w analogiczny sposób obliczamy wszystkie te wielkości dla nowego odcinka drogi i postępujemy tak w dalszym ciągu wzdłuż danego profilu linii.

W pewnym momencie, dla uniknięcia nadmiernego wzrostu prędkości lub dojeżdżając do stacji, wyłączamy prąd. Wtedy pociąg zamiast siły przyspieszającej będzie posiadał siłę opóźniającą, zakładać więc będziemy na małym odcinku profilu nie przyrost prędkości, lecz jej ubytek od prędkości v_1 do v_2 , a czas jazdy dla tego odcinka obliczać będziemy ze wzoru

$$t = \frac{W^1}{g} \cdot \frac{v_1 - v_2}{f_2 + f_3}$$

W pewnym momencie zaczniemy hamować pociąg z pewnem zgóry określonym opóźnieniem hamowania w ten sposób, aby pociąg zatrzymał się na stacji.

Metoda analityczna posiada tę niedogodność, że należy zgóry wziąć pewien przyrost prędkości od v_1 do v_2 , a następnie dopiero, po wykonaniu szeregu obliczeń, dowiadujemy się, na jakiej długości drogi ten przyrost prędkości miał miejsce. Ponieważ na całym odcinku między prędkością v_1 i v_2 musi panować to samo wzniesienie, więc przy każdej jego zmianie należy drogą prób założyć taki przyrost prędkości, aby skończył się on w miejscu, gdzie jedno wzniesienie przechodzi w inne. Poza tem drugą niedogodnością metody analitycznej jest to, że niewiadomo, gdzie najdogodniej jest wyłączyć prąd przed stacją i zacząć bieg z rozpędu. Dla każdego pociągu istnieje pewne najdogodniejsze opóźnienie hamowania oraz najdogodniejsza prędkość, od której należy to hamowanie rozpocząć. Należy zatem znowu drogą prób określić, w którym miejscu trzeba prąd włączyć, ażeby rozpoczynając hamowanie od danej prędkości i hamując z danym opóźnieniem zatrzymać się na stacji.

Przystępuję obecnie do opisu metody wykreślnej.

Jeżeli założymy, że siły f_1 oraz f_2 na wyżej rozpatrywanym odcinku drogi posiadają wartość stałą, wtedy przyspieszenie, wywołane siłą f , ma także wartość stałą i równa się:

$$a = \frac{g}{W^1} \cdot f = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

Obierzmy układ współrzędnych, który za oś odciętych ma czas, zaś za oś rzędnych — prędkość. Gdybyśmy w tym układzie współrzędnych chcieli przedstawić przebieg prędkości na naszym odcinku, to otrzymalibyśmy linię prostą, której tangens kąta nachylenia względem osi czasu dawałby w odpowiedniej skali przyspieszenie pociągu a .

Siłę $f = f_1 - f_2 - f_3$ możemy podzielić na dwie części: jedna będzie siłą przyspieszającą pociąg na poziomie i nie będzie zależała od wzniesienia, na jakim pociąg znajduje się; będzie to

$$f_1 - f_2$$

oraz druga, która zależy jedynie od wzniesienia, na którym się pociąg znajduje; będzie to siła f_3 .

Podobnie i przyspieszenie a możemy podzielić na dwie części. Jedna a_1 nie będzie zależała od profilu

$$a_1 = \frac{g}{W^1} \cdot (f_1 - f_2),$$

druga zaś a_3 — będzie zależała tylko od tego profilu.

$$a_3 = \frac{g}{W^1} \cdot f_3 = \frac{g}{W^1} \cdot w \cdot i$$

Całkowite zaś przyspieszenie a będzie:

$$a = a_1 - a_3$$

Ponieważ siła pociągowa na poziomie f_1 oraz opór trakcji na poziomie f_2 zależą tylko od prędkości pociągu v , więc i przyspieszenie a_1 będzie zależało tylko od prędkości v .

Opierając się na powyższem, można opracować wykreślną metodę jazdy w układzie współrzędnych czas-prędkość.

Wygodniej jest jednak z różnych względów przeprowadzać jazdę teoretyczną pociągu metodą wykreślną nie w układzie czas-prędkość, lecz w układzie droga-prędkość i dlatego niżej podana metoda opracowana jest w tym ostatnim układzie współrzędnych.

Wprowadźmy pewną nową wielkość b , która jest z przyspieszeniem a związana zależnością

$$b = \frac{a}{v}.$$

Jeżeli przyspieszenie a wskazuje nam, jak przyrosła prędkość pociągu w ciągu jednostki czasu, to wielkość b wskazuje, o ile ta prędkość wzrosła, gdy pociąg przebiegł jednostkę drogi.

Wielkość b dzielimy tak, jak przyspieszenie, a na dwie części

$$b = b_1 - b_3 \text{ przytem}$$

$$b_1 = \frac{g}{W^1} \cdot \frac{f_1 - f_2}{v}, \text{ zaś}$$

$$b_3 = \frac{g}{W^1} \cdot \frac{f_3}{v} = \frac{g}{W^1} \cdot W \cdot \frac{i}{v}.$$

Ponieważ wielkość f_1 i f_2 zależą tylko od prędkości pociągu, więc wielkość b_1 będzie też tylko od tej prędkości, a nie zależy wcale od wzniesienia, na którym pociąg znajduje się. Wielkość b_3 jest zależna zarówno od wzniesienia profilu jak i od chwilowej prędkości pociągu.

Rozpatrzmy znowu mały odcinek drogi, na którym prędkość zmieniała się niewiele i wzrosła od v_1 do v_2 . Jeżeli przy obliczaniu wielkości b , b_1 i b_3 zamiast v przyjmujemy średnią prędkość po-

ciągu $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$ wtedy b , b_1 i b_3 wewnątrz tego

odcinka będą posiadać wartość stałą, gdyż, jak widzieliśmy poprzednio, f_1 , f_2 i f_3 pozostały stałymi.

Jak wiemy, przyspieszenie jest stosunkiem przyrostu prędkości do przyrostu czasu

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

a zatem $b = \frac{\Delta v}{\Delta t \cdot v}$ zaś

$$\Delta t \cdot v = \Delta s \quad (\text{przyrost drogi})$$

czyli $b = \frac{\Delta v}{\Delta s}.$

Jeżeli więc przedstawimy sobie przebieg jazdy za pomocą jakiejś linii w układzie współrzędnych droga-prędkość, to wielkość b będzie tangensem kąta nachylenia linii tej względem osi drogi.

Narysujmy w układzie droga-prędkość (rys. 1) prostą 3—4, której tangens kąta nachylenia względem osi drogi będzie równy wielkości b_1 i prostą 1—2, której tangens jest równy b_3 . Niech wielkość 1—3 będzie w odpowiedniej skali prędkością pociągu v_1 na początku rozpatrywanego zawsze małego odcinka drogi oraz niech wielkość 2—4 będzie w takiej samej skali prędkością pociągu v_2 na końcu odcinka.

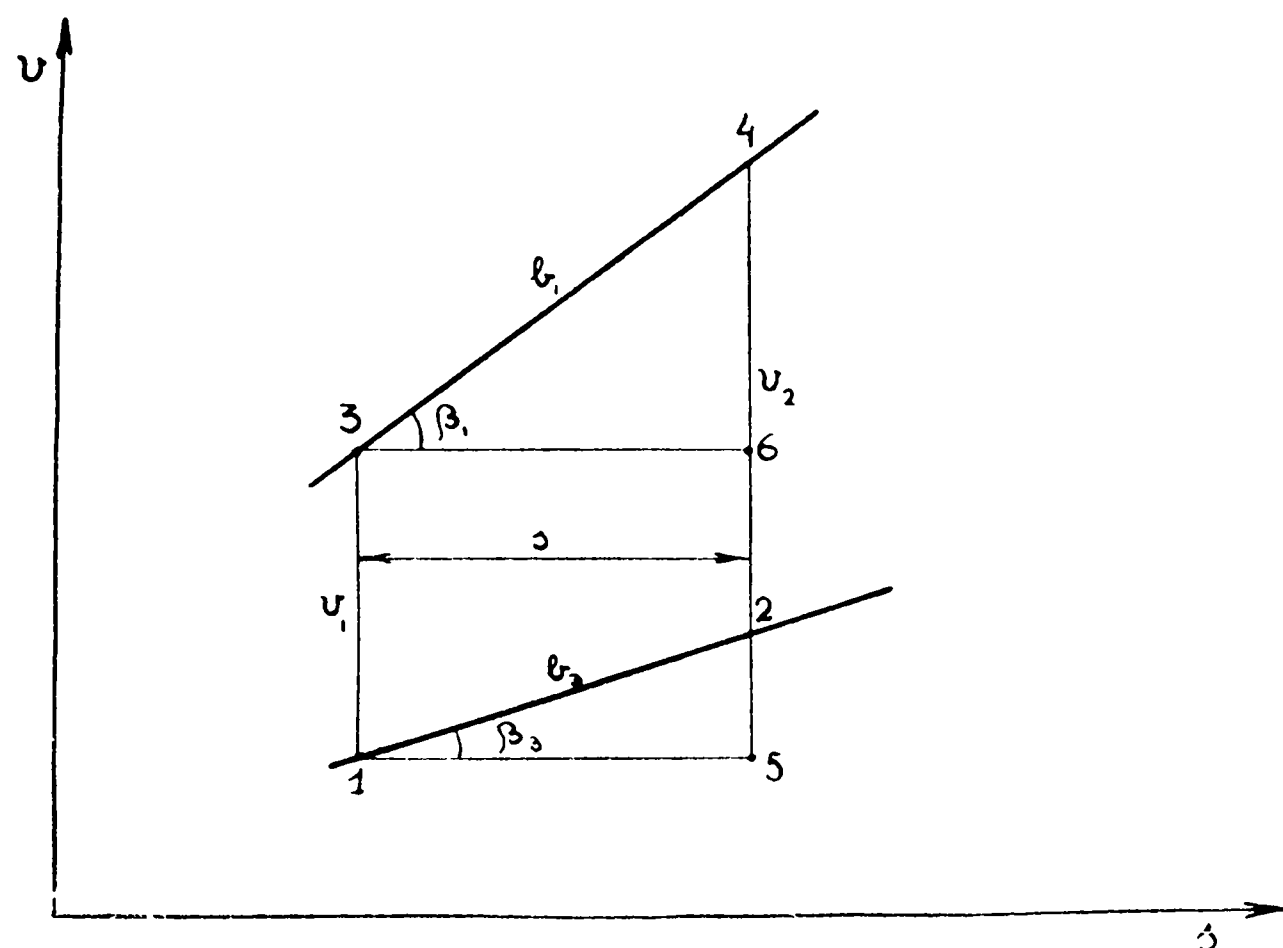
Możemy napisać

$$b_1 = tg \beta_1 = \frac{46}{36} = \frac{42}{36} + \frac{25}{36} = \frac{56}{36}$$

$$b_3 = \operatorname{tg} \beta_3 = \frac{25}{15} = \frac{25}{36}, \text{ a z a t e m}$$

$$b = b_1 - b_3 = \frac{42 - 56}{36} = \frac{v_2 - v_1}{36},$$

Stąd widać, że odcinek 36, mierzony w odpowiedniej skali, jest drogą s , przejechaną przez pociąg w czasie, gdy prędkość pociągu wzrośnie od v_1 do v_2 .



Rys. 1.

Jeżeli zatem narysujemy proste b_1 i b_3 oraz znajdziemy dwie takie rzędne 1—2 i 2—4, które w skali prędko ci będą odpowiednio wielkościami v_1 i v_2 , wtedy różnica odciętych punktów 2 i 1 będzie w skali drogi drogą s naszego odcinka.

Przystępując do jazdy metodą wykreślną, musimy obrać przede wszystkim skalę prędkości (najlepiej $1\text{ cm} = 1\text{ m/sek.}$) oraz skalę drogi, którą przyjąć należy w zależności od przyśpieszenia, które pociąg nasz będzie posiadał (np. $1\text{ cm} = 40$ metrów drogi). Następnie należy, najlepiej na papierze milimetrowym, zaznaczyć profil linii, którą przejechać zamierzamy, oznaczając według przyjętej skali drogi miejsca, gdzie się zaczynają wzniesienia czy łuki profilu i pisząc liczbami wielkości wzniesienia lub wzniesienia, zastępujące dany łuk. Najlepiej jest podawać wzniesienia w następujący sposób: jeżeli mamy na danym odcinku wzniesienie $+10\%$ i jednocześnie łuk, którego za-

stępcze wzniesienie wynosi $2,5^0_{00}$, wtedy piszemy $2,5 \pm 10$ i wtedy znak górny odnosi się do jazdy w jedną, znak dolny zaś w drugą stronę. Zaznaczamy także stacje i wszelkie możliwe ograniczenia prędkości, spowodowane spadkami, łukami, miejscami zamieszkałymi i t. p.

Następnie tak jak przy metodzie analitycznej obliczamy t. zw. zastępczą siłę przyśpieszającą dla rozruchu na poziomie na kontaktach szeregowych. Obliczamy w tym celu analitycznie czas trwania rozruchu na kontaktach szeregowych na poziomie, biorąc tak małe przyrosty prędkości, aby obliczenie było wystarczająco dokładne. Potem, mając całkowity czas rozruchu oraz całkowity przyrost prędkości na kontaktach szeregowych, obliczamy siłę przyśpieszającą taką, która, działając z wielkością stałą na nasz pociąg, w takim samym czasie wywoła taki sam przyrost prędkości, jaki miał miejsce w rzeczywistości. Oczywiście

$$F_{\text{zast.}} = \frac{W^1}{g} \cdot \frac{\sum \Delta v}{\sum \Delta t}, \text{ gdzie}$$

$\Sigma \Delta v$ jest całkowitym przyrostem prędkości zaś $\Sigma \Delta t$ całkowitym czasem jazdy na kontaktach szeregowych na poziomie. Dobrze jest jednocześnie obliczyć średni prąd rozruchu na kontaktach szeregowych według wzoru

$$I_{\text{sr.}} = \frac{\sum (I \cdot \Delta t)}{\sum \Delta t},$$

który będzie potrzebny do późniejszego obliczania zużycia energii, oraz prąd zastępczy rozruchu. W podobny sposób obliczamy zastępczą siłę przyspieszającą, prąd średni i zastępczy dla kontaktów równoległych.

Ażeby podczas „jazdy” wygodniej było rysować linie pod nachyleniami, odpowiadającymi wielkościom b_1 i b_3 , rysujemy pomocnicze wykresy tych wielkości.

Sporządzenie odpowiednich wykresów i samą jazdę najłatwiej będzie poznać na następującym przykładzie.

Mamy pociąg osobowy, którego masa rozruchowa, przypadająca na jeden silnik wagonu motorowego wynosi $W^1 = 18\,600\text{ kg}$, zaś waga pociągu na jeden silnik $W = 16,6\text{ tonny}$, rozruch następuje na kontaktach szeregowych od 0 do $3,75\text{ m/sek.}$ ze średnią siłą przyspieszającą $f^1 - f_2 = 905\text{ kg}$, a na równoległych od $3,75$ do $8,40\text{ m/sek.}$ ze średnią siłą przyspieszającą $= 888\text{ kg}$. Obliczamy dla pewnego przyrostu prędkości, czyli od $v = 0$ do $v_2 = 3,75$ wartość b_1 . Ponieważ poprzednio znaleziona zastępcza siła przyspieszająca na poziomie wynosi dla rozruchu szeregowego

$$f_1 - f_2 = 905 \text{ kg,}$$

zaś średnia prędkość

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} = 1,875 \text{ m/sek.}$$

więc
$$b_1 = \frac{g}{W^1} \cdot \frac{t_1 - t_2}{\nu} = 0,254 \text{ m/sek/m.}$$

To znaczy, że przy rozruchu szeregowym będziemy mieć na każdy metr drogi 0,254 m/sek. przyrostu prędkości.

Na kawałku kartonu, najlepiej z milimetrową podziałką (rys. 2) oznaczamy przyjętą skalę prędkości i przez punkt zerowy tej skali rysujemy pro-

stą, która w obranych skalach prędkości i drogi będzie posiadała nachylenie 0,254 m/sek.

Następnie dla przyrostu prędkości od 3,75 m/sek. do 8,40 m/sek. czyli dla średniej prędkości 6,075 m/sek. obliczamy tak samo

$$b_1 = \frac{9,81}{18600} \cdot \frac{888}{6,075} = 0,0772 \text{ m' sek' m.}$$

Przez punkt na skali, odpowiadający 3,75 m/sek., kreślimy prostą, która posiada nachylenie 0,0772 m/sek/m.

Potem jazda odbywać się będzie po krzywej równoległego połączenia silników i dlatego będziemy dla odstępów prędkości 8,4 — 9,0 m/sek. znajdowali z charakterystyk elektrowozu siłę przyspieszającą f_1 oraz opór trakcji na poziomie f_2 dla średniej prędkości 8,7 m/sek. i prostą odpowiedniej wartości b_1 odkładać będziemy od punktu 8,4 m/sek.

W ten sposób postępując dalej, otrzymamy całą wykreślną skalę linii b_1 , aż do maksymalnej określonej dla danego pociągu prędkości. Należy zwrócić uwagę, że powyżej ustalonej na poziomie prędkości otrzymamy nachylenia linii w przeciwną stronę, co we wzorze odpowiadać będzie ujemnej wartości b_1 .

Jeżeli przewidujemy, że jazda na projektowanym odcinku drogi może następować także przy szeregowym połączeniu silników, należy narysować drugą skalę wielkości b_1 , biorąc po rozruchu szeregowym wartości siły f_1 z szeregowej charakterystyki silników. To samo tyczy się ewentualnej jazdy na boczniakach.

Wartość b_3 zależy zarówno od wzniesienia, jak i od prędkości. Na wyciętym kawałku kartonu (rys. 3) znaczymy, poczynawszy od punktu zerowego, zupełnie dowolną skalę wzniesień (np. 1 cm. = 5‰) do góry, a w dół od dolnego punktu zerowego taką samą skalę spadków.

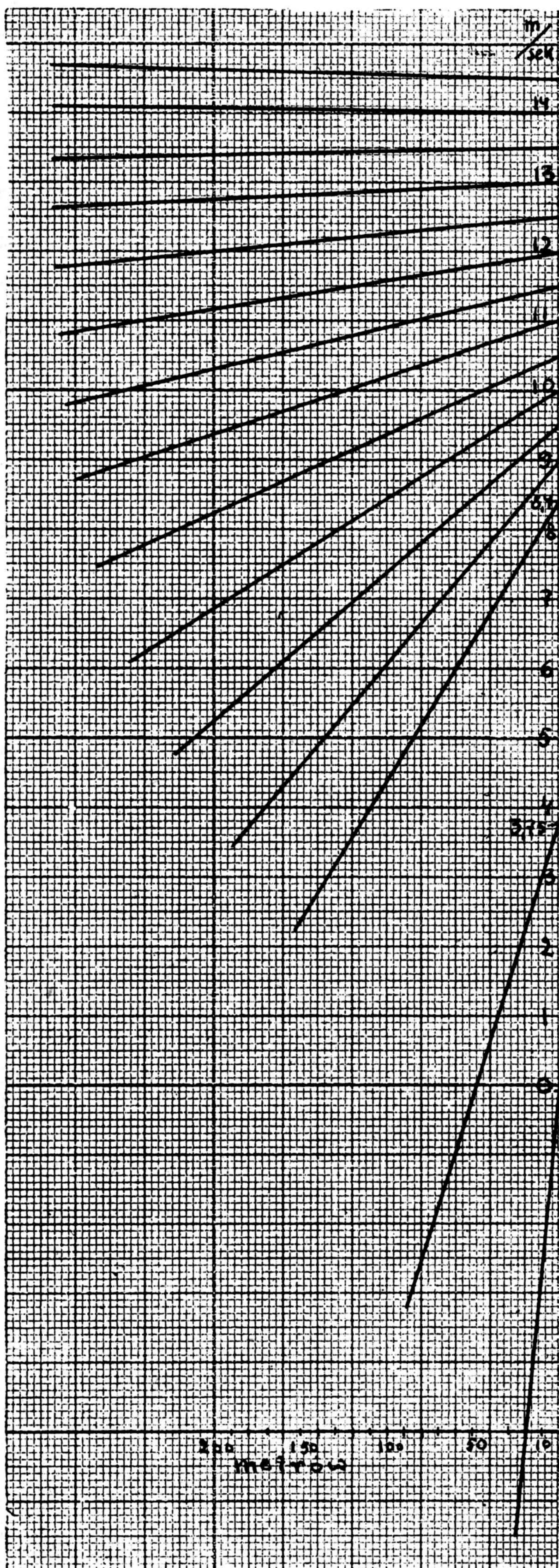
Dla pierwszego przyrostu prędkości od 0 do 3,75 m/sek oraz wzniesienia 10‰ otrzymamy

$$b_3 = \frac{g}{W'(kg)} \cdot W(ton) \cdot \frac{i \text{ ‰}}{v} = \frac{9,81}{18600} \cdot 16,6 \cdot \frac{10}{1,875} = 0,0468 \text{ m/sek/m.}$$

Przez punkt na skali wzniesień, oznaczający 10‰, prowadzimy prostą, której nachylenie odpowiada w odpowiednich skalach prędkości i drogi powyżej otrzymanej wartości b_3 . Przecięcie tej prostej z poziomą osią prędkości oznaczmy przez 0. Łatwo zauważyć, że przy jednostajnej skali wzniesień, chcąc otrzymać prostą o nachyleniu b_3 dla przyrostu prędkości od 0 do 3,75 m/sek i dla dowolnego wzniesienia i , należy połączyć punkt oznaczony przez 0 na skali prędkości z odpowiednio oznaczonym punktem na skali wzniesienia.

Następnie zupełnie analogicznie znajdujemy dla przyrostu prędkości od 3,75 m/sek. do 8,4 m/sek. i wzniesienia 10‰ wartości b_3

$$b_3 = \frac{18600}{9,81} \cdot 16,6 \cdot \frac{6,075}{10} = 0,0144 \text{ m/sek/m.}$$



Rys. 2. Wykreślna skala jazdy pod prądem.

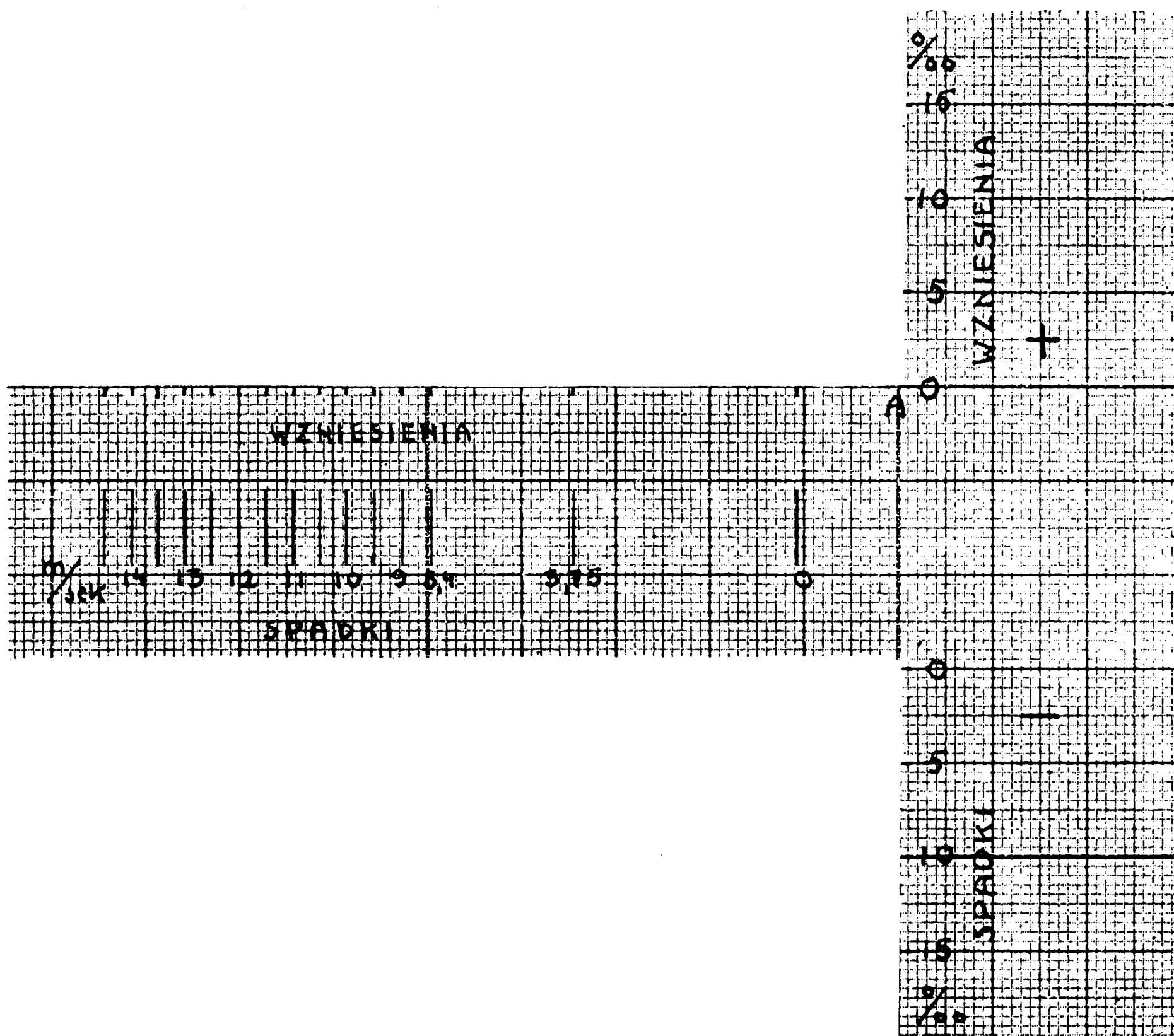
i odpowiednio do tej wartości b_3 określamy na skali prędkości punkt, który nazywamy 3,75 m/sec. Postępujemy podobnie dalej, znajdując punkty na skali prędkości dla przyrostów 8,4—9,0; 9,0—9,5; 9,5—10 i t. d. aż do najwyższej dozwolonej prędkości dla danej linii. Ażeby teraz narysować prostą, odpowiadającą wartości b_3 np. przy wzroście prędkości pociągu od 9,0 do 9,5 i wzniesieniu 6‰, należy przeprowadzić prostą pomiędzy punktem, oznaczonym przez 9 na skali prędkości i przez 6 na skali wzniesień. Jeżeli zamiast wzniesienia mamy spadek,

niego rachunku dla przyrostu prędkości od v_1 do v_2 , czyli dla średniej prędkości v m/sec. otrzymamy odległość odpowiedniego punktu na skali poziomej (rys. 3) od początku układu w centymetrach $k \cdot v$ (m/sec) gdzie

$$k = \frac{V}{S \cdot I} \cdot \frac{W^1 \text{ (kg)}}{g \text{ (m/sec}^2\text{)} W \text{ (tonn.)}}$$

Otrzymany punkt na skali poziomej zawsze oznaczamy prędkością v_1 .

Dla naszego przykładu, gdy jako skalę wznie-



Rys. 3. Wykreślna skala wzniesień i spadków.

wtedy korzystamy ze skal prędkości i spadków, narysowanych na dole tablicy. Należy zwrócić uwagę, że wartość b_3 jest odwrotnie proporcjonalna do średniej prędkości pociągu v na danym odcinku, stąd wypływa, że odległość punktu przecięcia odpowiedniej prostej b_3 z osią prędkości od początku układu współrzędnych jest do tej wielkości v wprost proporcjonalna. Czyli, że odległość punktu, oznaczonego na skali np. 9,5 a odpowiadającego przyrostowi od 9,5 do 10 m/sec, od początku układu, czyli od punktu A (rys. 3) jest proporcjonalna do 9,75 zaś odległość punktu 10,5 jest proporcjonalna do 10,75.

Dlatego możemy obliczyć pewien współczynnik k , przez który przy przyjętych skalach wzniesień (na rys. 3), prędkości i drogi, należy pomnożyć średnią prędkość v danego przyrostu prędkości, aby otrzymać odpowiedni temu przyrostowi punkt na poziomej linii wykresu.

Jeżeli skala prędkości została obrana 1 cm = V m/sec., skala wzniesień 1 cm. = I ‰ zaś skala drogi 1 cm = S m, wtedy po wykonaniu odpowied-

nień weźmiemy 1 cm = 5‰, skalę prędkości 1 cm = 1 m/sec i skalę drogi 1 cm = 40, m otrzymamy:

$$k = \frac{1}{40 \cdot 5} \cdot \frac{18600}{9,81 \cdot 16,6} = 0,572.$$

A zatem punkt, oznaczony przez 0, odpowiadający przyrostowi prędkości od 0 do 3,75 m/sec, będzie odległy od punktu A o

$$0,572 \cdot 1,875 = 1,07 \text{ centymetrów.}$$

Przy pomocy współczynnika k łatwo jest wyznaczyć skalę wykreślną, zapomocą której będziemy rysować proste b_3 .

Do wykonywania wykresu jazdy potrzebna jest jeszcze jedna skala, a mianowicie skala jazdy na

poziomie bez prądu. Wartość $b_2 = \frac{g}{W^1} \cdot \frac{f_2}{v}$

będzie przedstawiać nam w układzie współrzędnych prędkość — droga opóźnienie jazdy bez prądu, podobnie jak wartość b_1 przedstawiała nam przyspieszenie jazdy pod prądem. Wartość b_2 za-

leży jedynie od prędkości chwilowej pociągu v , gdyż f_2 — opór trakcji na poziomie zależy tylko od tej prędkości pociągu.

Przed przystąpieniem do obliczania wartości b_2 musimy zdać sobie sprawę, od jakiej prędkości będziemy normalnie hamowali pociąg przed stacją. Niech będzie to prędkość v_h . Jeżeli maksymalną prędkość pociągu oznaczmy przez v_M , wtedy możemy stwierdzić, że normalnie jazda bez prądu odbywać się będzie pomiędzy prędkościami v_h i v_M . Wartość f_2 w granicach między temi prędkościami normalnie niewiele się zmienia, możemy zatem przyjąć, (co znacznie uprości późniejsze obliczenie), że b_2 jest wielkością stałą, biorąc ją jako wartość średnio-arytmetyczną z obliczonych dla różnych prędkości w granicach od v_h do v_M .

Zatem jako skalę wykreślną wartości b_2 otrzymamy jedną tylko linię (rys. 4).

Obecnie przystępujemy do wykreślenia samej jazdy. W tym celu na uprzednio narysowanym profilu linii (rys. 5) w dowolnym punkcie a rzędnej, na której znajduje się stacja A , przykładamy skalę b_1 punktem O do punktu a i osią prędkości dokładnie prostopadłe do wzdłużnego kierunku profilu i rysujemy linię ab jako przedłużenie linii, przechodzącej na skali b_1 przez punkt O . Następnie do tego samego punktu a przykładamy skalę b_3 punktem O skali prędkości i osią wzniesień prostopadłe do kierunku profilu i kreślimy linię ac pomiędzy punktem O na skali prędkości i punktem $1^0/_{00}$ na skali wzniesień. Potem przesuwamy równolegle skalę b_1 punktem O po prostej ac dotąd, aż prosta ab przetnie następną prostą na skali b_1 , czyli aż pociąg osiągnie 3,75 m/sec. Wtedy rysujemy prostą $b-d$ jako przedłużenie prostej, przechodzącej na skali b_1 przez punkt 3,75, zaś na linii dolnej w punkcie c piszemy 3,75, aby odnotować prędkość, jaką posiada pociąg w tem miejscu profilu. Przykładamy teraz skalę b_3 punktem 3,75 m/sec. do punktu c i kreślimy prostą $c-e$, przechodzącą przez punkt $1^0/_{00}$ na skali wzniesień. W analogiczny sposób znajdujemy, że w punkcie e profilu pociąg osiągnie prędkość 8,4 m/sec., w punkcie f — 9,0

h i narysować prostą $h-k$ przez punkt, odpowiadający spadkowi — $2^0/_{00}$. Górna prosta $l-m$ wskutek zmiany profilu nie ulegnie żadnej zmianie, tylko skalę b_1 będziemy przesuwając punktem zerowym do punktu h wzdłuż prostej $g-h$, zaś za punktem h wzdłuż $h-k$. Znajdziemy, że w punkcie k pociąg osiągnie prędkość 11 m/sec.

Gdy dojdziemy do prędkości, przy której można spodziewać się wyłączenia prądu, przerywamy wykres i zaczynamy go od strony stacji B . Ustalamy, że hamowanie odbywać się będzie z opóźnieniem $a = 0,5$ m/sec. oraz rozpocznie się przy prędkości pociągu $v = 9,5$ m/sec. A zatem droga ha-

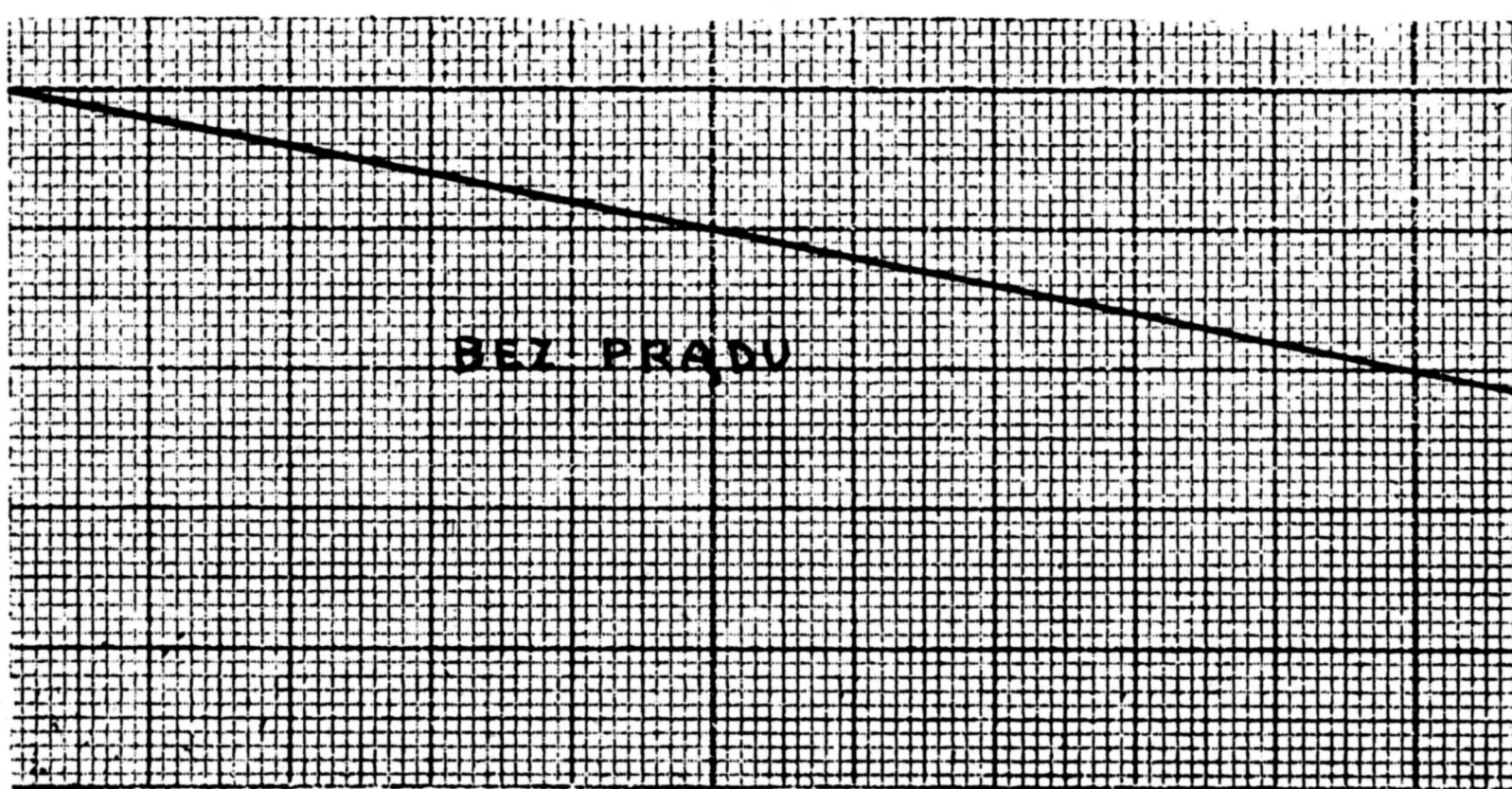
$$\text{mowania wyniesie } \frac{v^2}{2a} = \frac{9,5^2}{2 \cdot 0,5} \approx 90 \text{ m}$$

Na dowolnej linii poziomej od stacji B odmierzymy w skali drogi odcinek $n-o$, równy 90 metrom. Przy punkcie o piszemy 9,5 m/sec. i odmierzymy $p-o$ w skali prędkości, równy 9,5 m/sec. Następnie przez punkt p prowadzimy prostą $p-s$ według wielkości b_2 jazdy bez prądu. Potem do punktu o przykładamy skalę b_3 tak, aby skala wzniesień była prostopadła do kierunku osi drogi i punkt o stykał się ze wzniesieniem $2^0/_{00}$ na skali wzniesień oraz kreślimy prostą $o-r$ przez punkt $2^0/_{00}$ i 9,5 m/sec. Następnie znajdujemy, że w punkcie r rzędna pomiędzy górną i dolną linią będzie wynosić w odpowiedniej skali 10 m/sec; piszemy więc 10 m/sec przy punkcie r oraz prowadzimy na lewo od punktu r według skali b_3 prostą, odpowiadającą $2^0/_{00}$ oraz 10 m/sec. W analogiczny sposób prowadzimy wykres, posuwając się z prawej strony do lewej, aż znajdziemy się w punkcie v na takim samym wzniesieniu, na jakim znajduje się punkt k wykresu jazdy pod prądem oraz aż prędkość w punkcie v będzie mało różniła się od prędkości w punkcie k wykresu. Prowadzimy prostą $v-u$, odpowiadającą spadkom — $2^0/_{00}$ oraz pośredniej prędkości między prędkościami pociągu w punktach v i k wykresu.

Teraz obniżamy górną linię wykresu jazdy pod prądem o odcinek $z-y$, równy odcinkowi $w-u$, posuwając zerowy punkt skali b_1 po linii $u-t-v$ prowadzimy przerywany wykres jazdy pod prądem dotąd, aż górna jego linia przetnie w punkcie s linię jazdy bez prądu. Wtedy wiemy, że wyłączenie prądu musi nastąpić w punkcie i profilu, odpowiadającym punktowi s przy prędkości $i_s = 11,9$ m/sec.

Takie obniżenie obu linii $z-y$ górnej i $w-u$ dolnej wykresu ma na celu połączenie zaczętych z dwóch końców wykresów i nie zmienia oczywiście wcale otrzymanych wyników. Stosujemy go czasem także, gdy wykres z powodu zbyt dużych wzniesień czy spadków wychodzi za ramy naszego papieru milimetrowego.

Może się zdarzyć, że na odcinku między stacjami zajdzie potrzeba kilkakrotnego wyłączenia prądu, czy też przejścia na połączenia szeregowo,

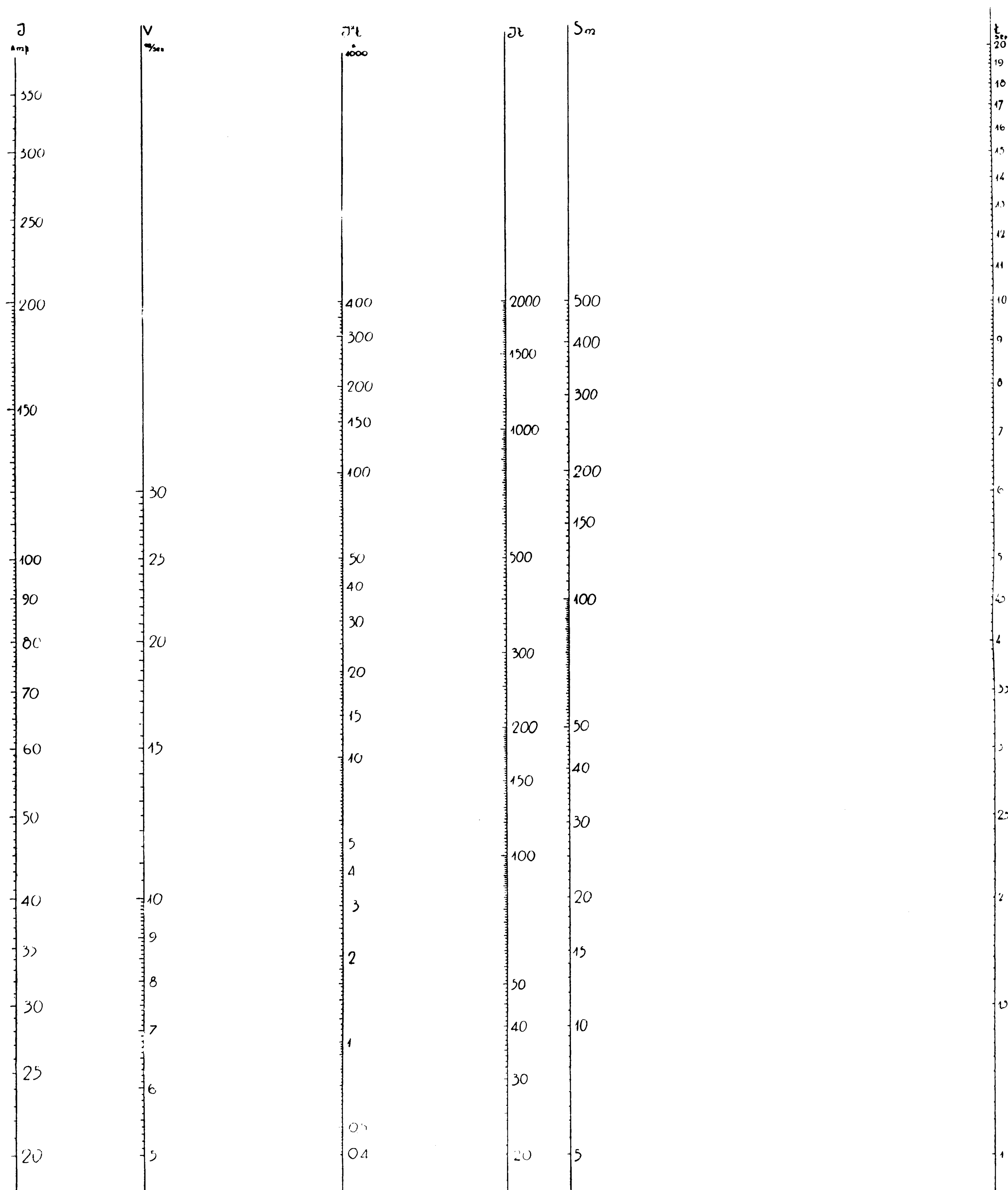


Rys. 4.

m/sec. i t. d. Linia $g-h$, narysowana za pomocą skali b_3 przez punkt 10,5 m/sec. oraz $+1^0/_{00}$, trafia w punkcie h na załamanie profilu linii, który tu przechodzi z $+1^0/_{00}$ na $-2^0/_{00}$; należy więc obecnie przyłożyć skalę b_3 punktem 10,5 m/sec. do punktu

bie wykres, kreśląc najpierw dolną linię dla jakiejś prędkości średniej między v_1 i v_2 , a potem narysować odpowiednio linię górną wykresu.

prędkości przez pociąg możemy przerwać wykres prowadzony przy pomocy skali b_1 i b_3 i do końca wzniesienia zanotować, że pociąg posiada tę prędkość.



Rys. 6. Nomogram logarytmiczny do obliczania czasu jazdy, zużycia energii i prądu zastępczego.

Jeżeli profil linii składa się z długich odcinków o jednakowym wzniesieniu, na którym pociąg może osiągnąć prędkość ustaloną i jechać z tą jednostajną prędkością, wtedy znajdujemy z charakterystyki silników tę prędkość ustaloną, odpowiadającą danemu wzniesieniu. Po osiągnięciu tej

kość ustaloną, rysując jako górną i dolną linię wykresu — dwie proste równoległe, odległe od siebie w kierunku pionowym o odcinek, równy prędkości ustalonej.

Po narysowaniu w wyżej podany sposób wykresu jazdy dla całego profilu przy przejeździe

tam i z powrotem, musimy obliczyć wszystkie wielkości, które nas interesują, a więc: czas przejazdu, zużycie energii elektrycznej oraz prąd zastępczy.

W tym celu zestawiamy otrzymane wyniki jazdy w tabelę następującą:

1	2	3	4	5	6	7
Połączenie silników	Prędkość od do	Droga s	Czas t	Prąd średni i	$\frac{e i t}{V}$	$i^2 t$
	m/sek	m	sek.	amp.	amp sek.	amp. ² sek.
szereg równol	0, — 3,75	16	8 55	119	508	121 000
	3,75 — 8,4	60	9,90	120	1 190	143 000
	8,4 — 9	16	1,84	95	175	16 600
	9 — 9,5	18	1,95	83	162	13 500

Z wykresu jazdy według liczb i uwag, umieszczonych przy dolnej linii wykresu, wpisujemy do rubryk 1 i 2 połączenia silników i prędkości pociągu. Z tegoż wykresu, odmierzając kolejno w skali drogi odległości w kierunku poziomym między punktami a i c; c i e; e i f (rys. 5), wypełniamy rubrykę 3.

Czas t (rubryka 4) obliczamy z prędkości średniej v na danym odcinku oraz drogi s , według wzoru

$$t = \frac{S}{v}.$$

W rubryce 5 wypisujemy dla danej średniej prędkości v odpowiedni prąd (na 1 silnik). W rubryce

6 obliczamy $\frac{e i t}{V}$ gdzie e jest napięcie, panujące

w danej chwili na silniku, zaś V — napięcie silnika przy połączeniu równoległym. Przy połączeniu zaś równoległym silników w rubryce tej wypisywać będziemy poprostu iloczyn $i \cdot t$.

Jeżeli będziemy chcieli znaleźć zużycie energii przez jeden silnik w watsekundach, wtedy odpowiednie liczby, wzięte z rubryki 6, mnożymy przez napięcie V — połączenia równoległego silników.

W rubryce 7 obliczamy wielkość $i^2 t$, potrzebną do wyznaczenia prądu zastępczego silnika.

Przy obliczaniu czasu t należy zwrócić uwagę na to, że dla przejazdów pomiędzy rozmaitymi stacjami w rubryce 2 powtarzać się będą jedne i te same wielkości, można więc, nastawiając suwak logarytmiczny na wspólną dla kilku przebiegów międzystacyjnych średnią prędkość i prowadząc obliczenie jednocześnie dla tych kilku przebiegów, osiągnąć pewne uproszczenie. Podobne uproszcze-

nie można wprowadzić przy obliczaniu rubryk 6 i 7, gdyż w rubryce 5 wielkości prądu i będą tak samo powtarzały się dla rozmaitych przebiegów.

Poza tem pewne uproszczenie obliczenia rubryk 6 i 7 można otrzymać, posługując się suwa-

kiem logarytmicznym z górną skalą ruchomą, stanowiącą kwadraty skali dolnej. Wtedy, nastawiając suwak skalą dolną na prąd i (z rubr. 5), możemy bez posunięcia go otrzymać na skali dolnej iloczyn $i t$ zaś na skali górnej iloczyn $i^2 t$.

Jeżeli nie zależy nam specjalnie na dokładności obliczeń, to dużą usługę przy obliczaniu poszczególnych rubryk zestawienia może dać nomogram (rys. 7), którym posługiwać się należy w sposób następujący:

Przez punkt na skali prędkości, znaleziony według średniej prędkości v , otrzymanej z rubryki 2 (rys. 6), oraz przez punkt na skali drogi według rubryki 3 prowadzimy prostą, która na skali czasu da nam wynik, który wpisujemy do rubryki 4.

Jeżeli przez ten sam punkt na skali czasu oraz obrany na skali prądów (według rubryki 5) przeprowadzimy prostą, wtedy otrzymamy na odpowiednich skalach wartości $i t$ oraz $i^2 t$, które wpisujemy do rubryk zestawienia.

Metoda powyżej opisana, jest na pierwszy rzut oka skomplikowana i wymaga dość dużej ilości czynności pomocniczych, w rezultacie jednak potrzebuje mniej czasu na przeprowadzenie obliczeń, niż metoda analityczna, szczególnie wtedy, gdy profil projektowanej kolei posiada na niewielkich odcinkach dużo najrozmaitszych wzniesień i łuków. Nadaje się więc ona przede wszystkim do projektowania kolei dojazdowych lecz i przy projektach kolei głównych może oddać pewne usługi.

Po za tem wprowadza ona duże ułatwienie wtedy, gdy mamy profil dany przejechać tą samą lokomotywą w dwóch warjantach, zatrzymując się i nie zatrzymując się na stacjach, gdyż wtedy całe przebiegi między stacjami możemy dla obu warjantów pozostawić bez zmiany, rysując tylko w dwóch alternatywach przejazdu w pobliżu stacyj.

PRACOWNIA ODDZIAŁU POMIARÓW ELEKTROTECHNICZNYCH GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR.

Inż. J. Rzaśnicki, Członek Głównego Urzędu Miar.

(Dokończenie).

URZĄDZENIE DO DŁUGOTRWAŁYCH BADAŃ LICZNIKÓW PRĄDU ZMIENNEGO.

Urządzenie składa się z drewnianej ramy, przymocowanej do ściany. Na ramie są umieszczone szyny mosiężne z zawieszonymi dla 32 sztuk liczników. Urządzenie zasilane prądem zmiennym przez żelazne oporniki, połączone równolegle.

URZĄDZENIE DO BADANIA IZOLACJI LICZNIKÓW.

Urządzenie mieści się obok tablicy do długotrwałych badań liczników prądu zmiennego i składa się z jednofazowego transformatora o przekładni 120 2000V, zasilanego z sieci miejskiej. Opornik do regulacji napięcia jest włączony do pierwotnego obwodu transformatora, również jak i woltomierz, który wskazuje napięcie wtórne. Zwojnica przekaznika jest włączona do obwodu wtórnego transformatora w szereg z elektrodami. Przy zwarciu elektrod wyłącza przekaznik obwód pierwotny i tem zabezpiecza transformator.

URZĄDZENIE KOMPENSACYJNE PRĄDU STAŁEGO.

Urządzenie kompensacyjne służy do dokładnych pomiarów natężenia prądu, napięcia, oporności oraz wzorcowania przyrządów mierniczych, amperomierzy, woltomierzy, watomierzy i t. p. i skutecznie się zapomocą znanej metody porównania sił elektromotorycznych.

Ogólny widok urządzenia pokazuje rys. 14.

Urządzenie składa się z następujących przyrządów:

1. Uniwersalnego kompensacyjnego przyrządu o łącznej oporności 20 000 Ω , z dwoma pojedynczymi wyłącznikami korbowymi i z trzema podwójnymi, pozwalającymi utrzymywać natężenie prądu w przyrządzie kompensacyjnym niezmiennym, równym 0,0001 A. Obszar mierniczy napięcia wynosi 1,9 V. Normalne ogniwo kompensuje się na części oporności głównego obwodu wynoszącej od 10 180 do 10 190 Ω , nastawianej zapomocą oddzielnego wyłącznika korbowego. W przyrząd są wbudowane boczny i wyłącznik do galwanometru zwierciadełkowego oraz przełącznik na ogniwo normalne i na mierzone napięcie.

2. Ogniwa normalnego Weston—Standard, którego siła elektromotoryczna jest niezależna od temperatury, dołączonego bezpośrednio do zacisków przyrządu kompensacyjnego i włączanego zapomocą przełącznika w chwili wyrównania natężenia prądu w przyrządzie na 0,0001 A.

3. Opornika dodatkowego o łącznej oporności 1111,1 Ω do dokładnego nastawiania natężenia prądu w przyrządzie kompensacyjnym.

4. Dzielnika napięcia o łącznej oporności 100 000 Ω , o przekładni 1, 10, 100 i 1 000, pozwalającego mierzyć napięcie do 1 500 V.

5. Galwanometru zwierciadełkowego o czułości 45,10⁻¹⁰ A/mm przy 1 m odległości skali wraz z pionowym urządzeniem odczytowym.

6. Źródła prądu — baterji akumulatorów A i D, doprowadzonych do tablicy rozdzielczej, umieszczonej obok stołu przyrządu kompensacyjnego. Na tablicy są umieszczone wyłączniki, przełączniki oraz oporniki połączone szeregowo i równolegle do nastawiania napięcia i natężenia prądu.

Nad tablicą są ustawione dwie waniówki z oliwą do umieszczenia w nich normalnych oporników. Chłodzenie oliwy skutecznie się zapomocą wody bieżącej oraz mieszadełek, poruszanych silnikiem asynchronicznym. Prąd do normalnych oporników doprowadza się przez kontakty rtęciowe.

7. Pomocniczego przyrządu kompensacyjnego na 150 V z przynależnymi do niego normalnym ogniwem Weston - Standard, galwanometrem zwierciadełkowym i t. p., stosowanego przy sprawdzaniu watomierzy do utrzymywania niezmiennego napięcia na zwojnicy napięciowej watomierza.

8. Stołu z płytą marmurową, ustawioną na trzech śrubach mikrometrycznych, w celu utrzymania poziomu do ustawiania badanych przyrządów mierniczych.

URZĄDZENIE DO POMIARÓW OPORNOŚCI ŚREDNIEJ WIELKOŚCI. MOSTEK WHEATSTONE'A.

Mostek Wheatstone'a służy do pomiarów oporności powyżej 1 Ω

Rysunek 15, pokazuje widok mostku Wheatstone'a i Thomson'a, ustawionych na wspólnym stole. Na prawej połowie stołu jest umieszczony mostek Wheatstone'a.

Urządzenie składa się z następujących części:

1. Opornika skrzynkowego, zawierającego:

- a. 6-korbowy opornik porównawczy na $9 \times 10\,000/9 \times 1\,000/9 \times 100/9 \times 10/9 \times 1/10 \times 0,1 \Omega$ o łącznej oporności 100 000 Ω ;

- b. cztery pary oporników stosunkowych na 10, 100, 1 000, 10 000 Ω z dwiema wtyczkami.

Na oporniku skrzynkowym są umocowane zaciski do galwanometru i baterji akumulatorów, dwa zaciski w specjalnym wykonaniu do przyłączenia badanej oporności oraz 2 wyłączniki do galwanometru i baterji.

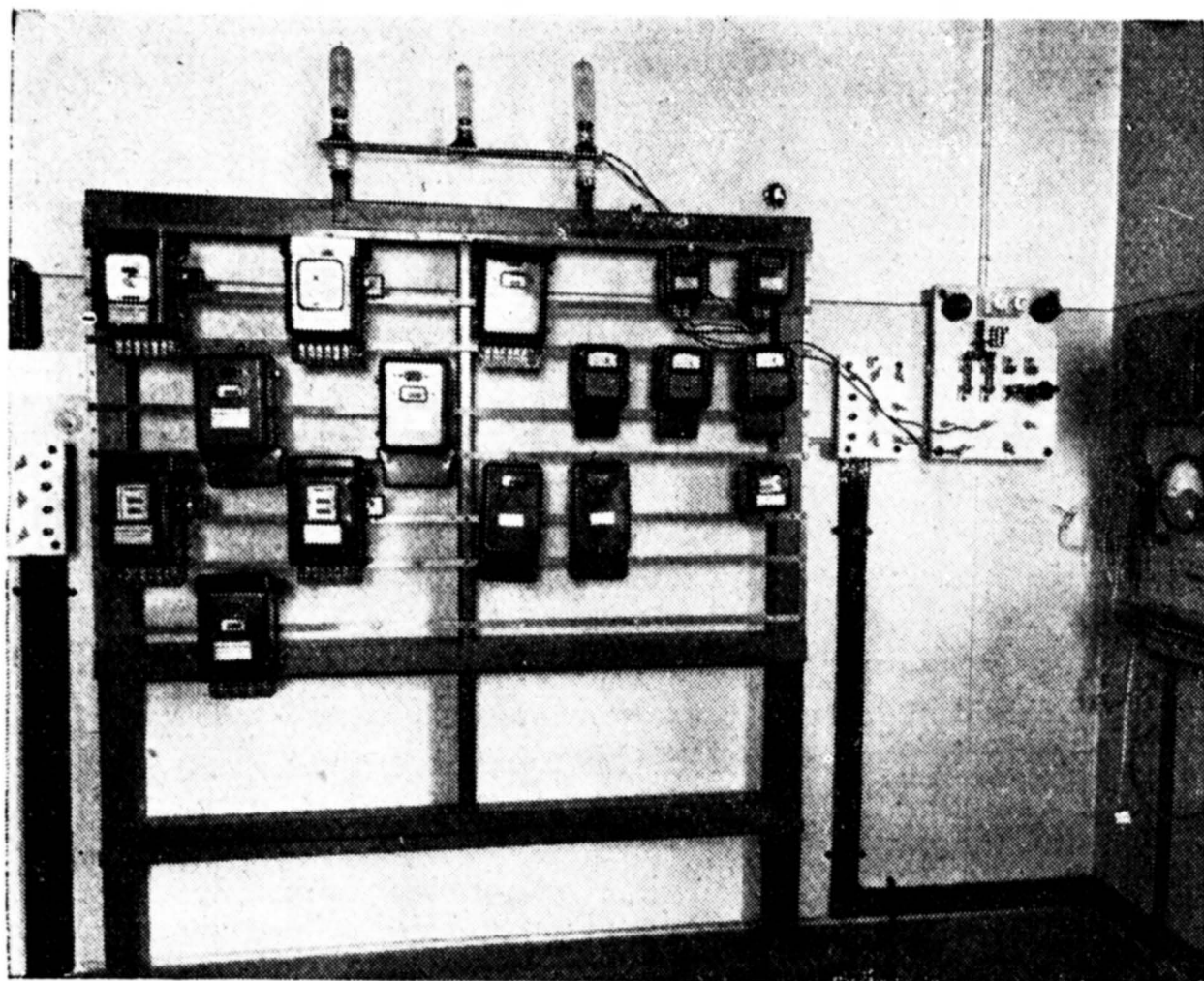
2. Galwanometru zwierciadełkowego o czułości 45,10⁻¹⁰ A/mm przy 1 m odległości skali wraz z pionowym urządzeniem odczytowym.

3. Wtyczkowego bocznika do galwanometru dla zmiany czułości w granicach od 0,0001 do 1.

4. Ebonitowej tabliczki, na której są zmontowane przełączniki do zmiany kierunku prądu oraz przełącznik do włączania baterji na różne napięcia.

5. Baterji akumulatorów, składającej się z 3 ogniw, z 4 zaciskami dla możliwości włączania mostku na 2, 4 i 6 V.

Wszystkie przyrządy są umocowane na izolatorach porcelanowych w celu otrzymania dokładnej izolacji.



Rys. 13. Urządzenie do długotrwałych badań liczników prądu zmiennego.

URZĄDZENIE DO POMIARÓW OPORNOŚCI MAŁYCH. MOSTEK THOMSON'A.

Urządzenie służy do pomiarów oporności poniżej 10Ω za pomocą normalnych oporników o małej oporności.

Rys. 15 pokazuje widok mostku, umieszczonego na lewej połowie stołu.

Urządzenie składa się z następujących części:

1. Opornika skrzynkowego, zawierającego dwa oporniki wtyczkowe na 10, 100, 1 000 Ω każdy, oraz 4-korbowy opornik na $9 \times 100/9 \times 10/9 \times 1/9 \times 0,1 \Omega$, o łącznej oporności 999,9 Ω , z podwójnymi przełącznikami korbowymi, pozwalającymi wprowadzać do dwóch gałęzi tę samą wartość oporności. Na skrzynce są umocowane zaciski do galwanometru, do normalnych oporników i do badanego obiektu.

2. Drewnianej skrzynki, w której są umieszczone trzy normalne oporniki o oporności 1/0,01/0,0001 Ω , chłodzone powietrzem. Na skrzynce jest umocowana ebonitowa płyta z przełącznikiem korbowym na 3×4 kontakty, do którego są doprowadzone przewody od oporników normalnych, źródła prądu i mostku.

3. Galwanometru zwierciadełkowego o czułości $45,10^{-10}$ A/mm przy 1 m odległości skali wraz z pionowym urządzeniem odczytowym.

4. Bocznika do galwanometru z przełącznikiem do zmiany czułości w granicach od 0,0001 do 1.

5. Tablicy rozdzielczej, na której są umocowane: amperomierz z bocznikami do 0,1/1/10/100 A, wyłącznik doprowadzający prąd, przełącznik do zmiany kierunku prądu i przełącznik do włączania źródeł prądu. Na stole obok tablicy są umieszczone oporniki połączone równolegle do regulacji natężenia prądu.

6. Źródła prądu, składającego się z baterji akumulatorów o dwóch ogniwach z trzema zaciskami do włączania na 2 i 4 V oraz baterji D.

7. Urządzenia do umocowania drutów o długości 60 cm i o średnicy do 10 mm, ze specjalnymi zaciskami do doprowadzenia prądu i do mostku.

URZĄDZENIE DO POMIARÓW OPORNOŚCI IZOLACJI.

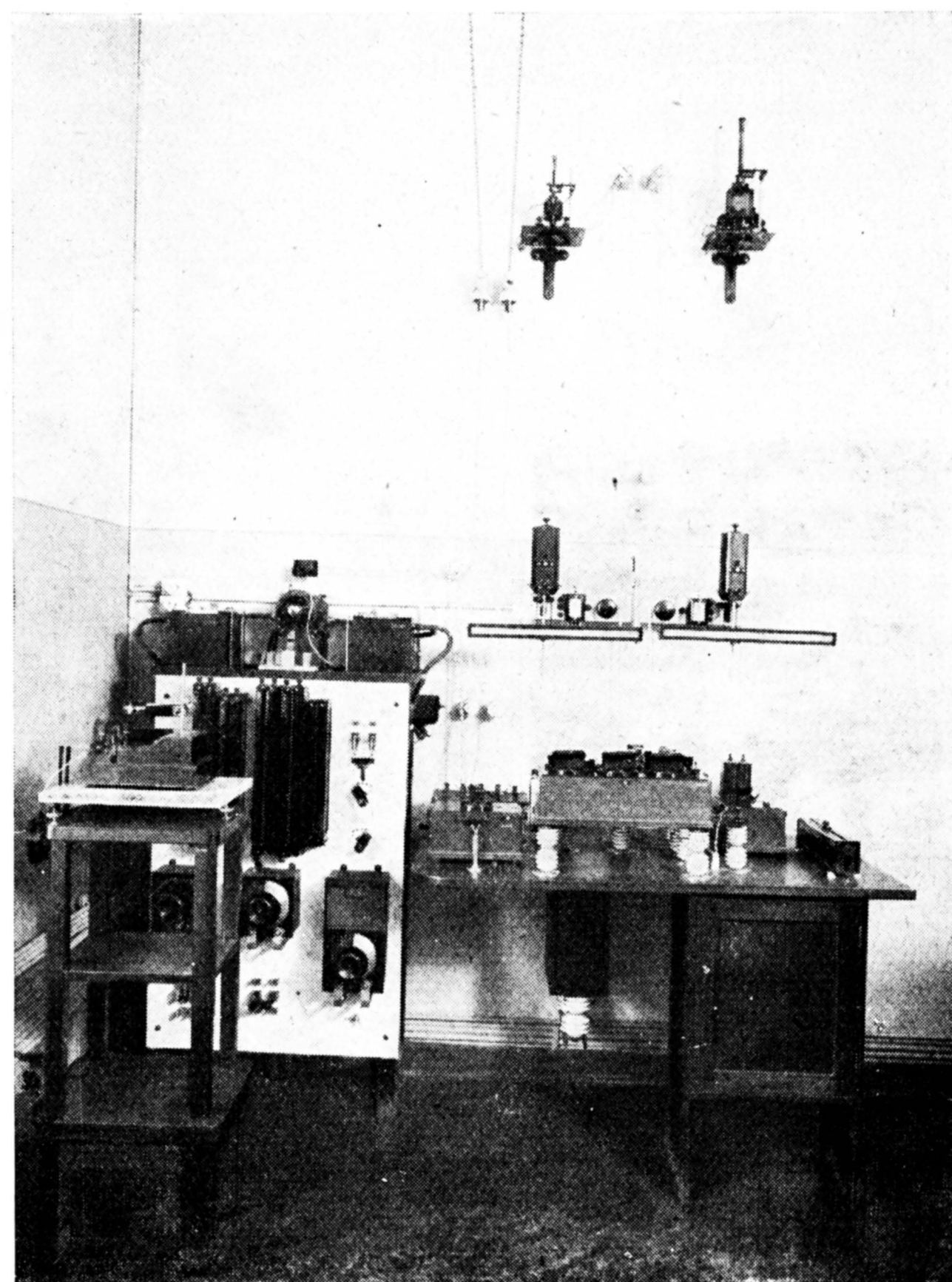
Urządzenie do pomiaru oporności izolacji jest ustawione na wspólnym stole z urządzeniem do pomiarów balistycznych i posiada wspólne urządzenie odczytowe, w postaci lunety ze skalą, zawieszoną nad stołem. Luneta jest tak umocowana, że przez obrót może być skierowana na galwanometr, należący do urządzenia do pomiaru oporności izolacji, lub na galwanometr, należący do urządzenia do pomiarów balistycznych, przyczem w obu położeniach lunety włoszek okulara przypada w pobliżu środka skali.

Urządzenie do pomiaru oporności izolacji metodą porównawczą składa się z następujących części:

1. Galwanometru zwierciadełkowego o czułości $8,10^{-11}$ A/mm przy 1 m odległości skali.

2. Bocznika do galwanometru na zmianę czułości od 0,0001 do 1.

3. Precyzyjnego miliamperomierza z dodatkowym opornikiem dla napięć do 150/300/750/1 500 V.



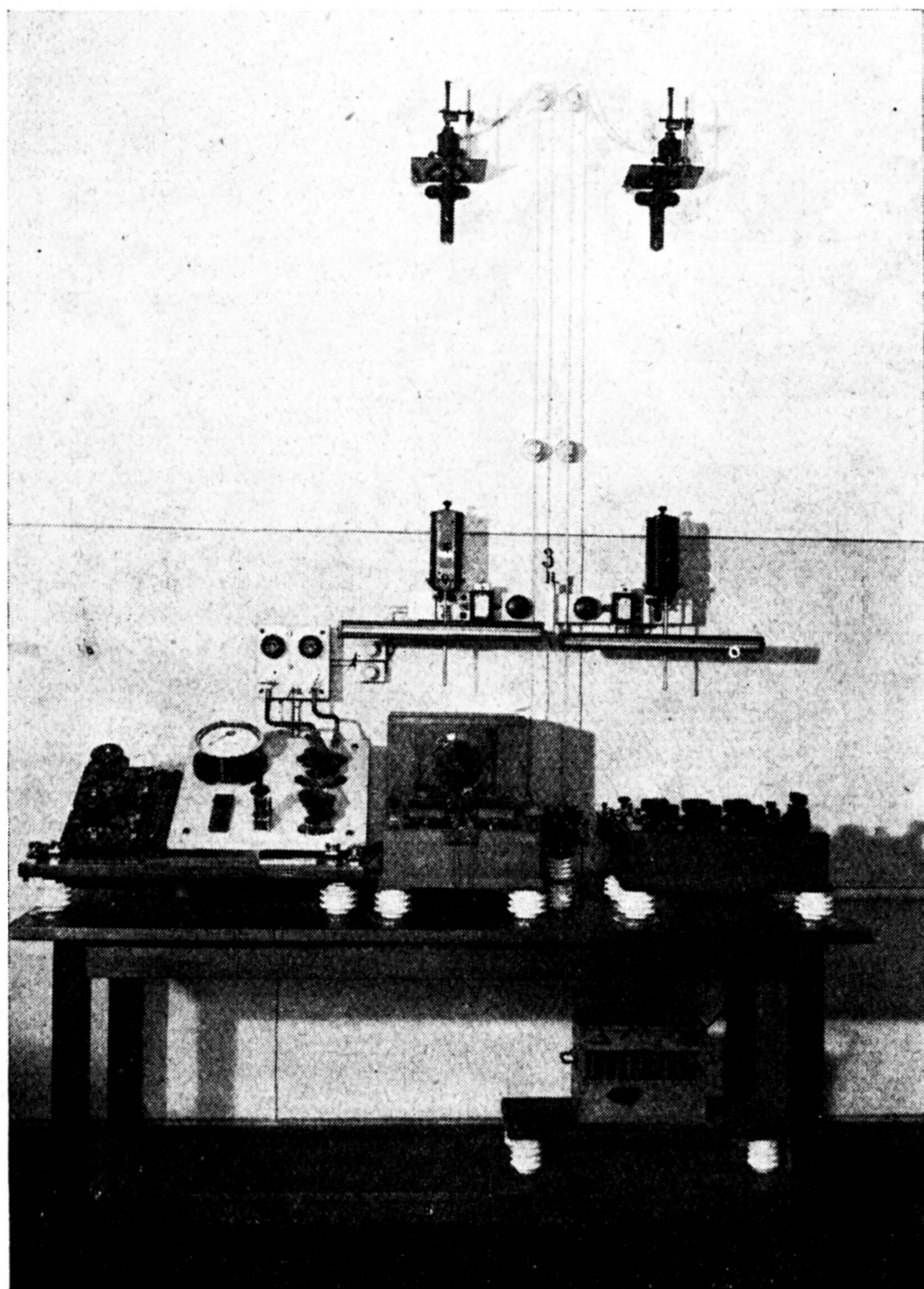
Rys. 14. Urządzenie kompensacyjne prądu stałego.

4. Skrzynki precyzyjnych oporów porównawczych na $10 \times 100\,000 \Omega$, o łącznej oporności 1 M Ω ,

5. Źródła prądu — baterji akumulatorów A i B, doprowadzanego do zacisków ebonitowej tabliczki.

6. Jednobiegunowego przełącznika drążkowego w specjalnym wykonaniu, przełączającego galwanometr z obiektu badanego na opornik porównawczy.

7. Dwubiegunowego przełącznika pokrętnego z 2×3 kontaktami do włączania źródła prądu. Okrągła korba tego przełącznika jest odizolowana płytą ochronną od przełącznika.



Rys. 15. Mostek Wheatstone'a i mostek Thomson'a.

8. Dwubiegunowego przełącznika pokrętnego z 2×3 kontaktami do galwanometru.

Wszystkie przyrządy urządzenia są umocowane na podwójnych izolatorach do mosiężnej ramy, która opiera się na izolatorach, przymocowanych do stołu.

URZĄDZENIE DO POMIARÓW BALISTYCZNYCH.

Urządzenie to jest ustawione na wspólnym stole wraz z urządzeniem do pomiarów oporności izolacji i posiada wspólne urządzenie odczytowe, podane w opisie urządzenia do pomiarów oporności izolacji.

Urządzenie do pomiarów balistycznych składa się z następujących części:

1. Galwanometru balistycznego o czułości $8,10^{-11}$ A/mm przy 1 m odległości skali z magnetycznym bocznikiem regulacyjnym.

2. Bocznika do galwanometru na zmianę czułości od 0,0001 do 1.

3. Dwóch precyzyjnych miliwoltomierzy z bocznikami na 0,015/0,03/0,075/0,15/0,3/0,75/1,5/3/7,5 A.

4. Wzorców indukcyjności.

5. Precyzyjnego opornika wtyczkowego od 1 do 1 000 Ω , o łącznej oporności 2 000 Ω .

6. Pięciu korbowych przełączników drążkowych, zmontowanych na płytkach ebonitowych.

7. Dwóch kompletów oporników regulacyjnych, połączonych równolegle, zmontowanych pod stołem.

8. Jarzma magnetycznego.

9. Zacisków łączeniowych do przyłączenia przyrządów i źródła prądu, zmontowanych na płycie marmurowej, przymocowanej do stołu.

10. Źródła prądu, baterji akumulatorów A i B, doprowadzonego do marmurowej tablicy, przymocowanej do stołu.

Wszystkie przyrządy za wyjątkiem dwóch kompletów oporników regulacyjnych są umocowane na izolatorach do ramy mosiężnej, która również opiera się na izolatorach, przymocowanych do stołu.

URZĄDZENIE DO BADANIA PRĄDOWYCH I NAPIĘCIOWYCH TRANSFORMATORÓW MIERNICZYCH.

Do badania prądowych i napięciowych transformatorów mierniczych zastosowane są urządzenia kompensacyjne w/g Schering'a, które pozwalają określać z dużą dokładnością zarówno uchybienia prądowe wzgl. napięciowe, jak i uchybienia kątowe.

Według tej metody do badania napięciowych transformatorów mierniczych są zastosowane napięciowe transformatory normalne, zamiast zwykle stosowanych dzielników na wysokie napięcie, które nie zawsze są pewne, jak to wykazała praktyka.

Do badania prądowych transformatorów mierniczych prócz normalnych oporników w obwodzie pierwotnym na wyższe natężenie prądu jest zastosowany dwustopniowy transformator w/g Brooks'a.

A. URZĄDZENIE DO BADANIA PRĄDOWYCH TRANSFORMATORÓW MIERNICZYCH.

Urządzenie składa się z następujących części:

1. Źródło prądu.

W pokoju Nr. 48 jest umocowana marmurowa tablica, do której są doprowadzone:

a. Duży trójzespół do sprawdzania: $E_{\lambda} = 220$ V, V; $J_{\max} = 21$ A, $P = 8$ kVA.

b. Jedna faza prądu trójfazowego z sieci elektrowni warszawskiej do zasilania jednofazowego transformatora na $E = 120/220$ V, $f = 50$ okr/sek, z regulacją napięcia w granicach od 0 do 220 V i natężenia prądu do 50 A.

2. Tablicy rozdzielczej prądowych i napięciowych transformatorów, podzielonej na dwie części: prawą — napięciową, oraz lewą — prądową, na której są zmontowane:

a. Bezpieczniki źródeł prądu i bezpieczniki zabezpieczające transformatory zasilające.

b. Zarówka sygnalizacyjna.

c. Główny wyłącznik drążkowy, doprowadzający prąd do transformatorów zasilających.

d. Przełącznik z 2×4 kontaktami transformatorów zasilających.

- e. Przełącznik z 2×4 kontaktami do włączania transformatorów amperomierzowych.
- f. Korbowy przełącznik jednobiegunowy z 1×10 kontaktami do nastawiania obszaru mierniczego transformatorów amperomierzowych od 0,5 do 200 A.
- g. Korbowy przełącznik jednobiegunowy z 1×5 kontaktami do włączania normalnych oporników, chłodzonych powietrzem.
- h. Trzy precyzyjne wyłączniki drążkowe do włączania normalnych oporników, chłodzonych wodą.
- i. Normalne oporniki prądu zmiennego.
- j. Normalny transformator mierniczy w/g Brooks'a z przełączaniem obwodu pierwotnego na 1 000/1 500/3 000 A wraz z podwójnym opornikiem normalnym na $2 \times 0,4 \Omega$.
- k. Urządzenie, doprowadzające wodę do chłodzenia normalnych oporników na duże natężenie prądu.
- l. Dwa zaciski napięciowe, odprowadzające spadek napięcia na opornikach normalnych do stołu mierniczego.
3. Transformatorów zasilających:
 - a. Z T I, $f = 50$ okr/sek
 $E = 220/80$ V, 10 A, 0,8 kVA
 $220/100$ „ 5 „ 0,5 „
 $220/300$ „ 1 „ 0,3 „
 - b. Z T II, $f = 50$ okr/sek
 $E = 220/30$ V, 50 A, 1,5 kVA, wtórne — równoległe
 $220/60$ „ 25 „ 1,5 „ „ — szeregowo
 - c. Z T III, $f = 50$ okr/sek
 $E = 220/12$ V, 300 A, 3,6 kVA wtórne — równoległe
 $220/24$ „ 150 „ 3,6 „ „ — szeregowo
 - d. Z T IV, $f = 50$ okr/sek
 $E = 220/3$ V, 2000 A, 6 kVA wtórne — równoległe
 $220/6$ „ 1000 „ 6 „ „ — szeregowo.
4. Prądowych transformatorów do amperomierzy:
 - a. T A I pierwotne na: 0,5/1/2/5 A
wtórne na: 5 A
 - b. T A II pierwotne na: 10/20/50/100/200 A
wtórne na: 5 A
 - c. T A III pierwotne na: 500/1000/2000 A
wtórne na: 5 A
5. Normalnych oporników bezindukcyjnych w obwodzie pierwotnym:

na natężenie prądu I_1 : 1; 3; 10; 30; 100; 300; 1000 A

o oporności R_1 : 2,0202; 0,602; 0,2002; 0,60002; 0,02000; 0,00600; 0,00200 Ω

Oporniki na 1/3/10/30 A są chłodzone powietrzem.

Oporniki 100/300/1 000 A są chłodzone wodą.

- 6. Normalnych oporników w obwodzie wtórnym z 4-ma wtyczkami do przełączania, umieszczonych w skrzynce drewnianej:

na natężenie prądu I_2 : 1, 5 A

o oporności R_2 : 0,5025, 0,1001 Ω .

7. Oporników względnie dławików z 2-ma wtyczkami do obciążenia obwodu wtórnego badanych transformatorów przy

$$\cos \Psi = 1 \text{ i } \cos \Psi = 0,5 \text{ na *)}:$$

$$3/5/7,5/10/15/30/60 \text{ VA,}$$

umieszczonych w skrzynce drewnianej.

8. Pokrętnego transformatora jednofazowego do odmağnesowania badanych transformatorów prądowych, zbudowanego w ten sposób, że rdzeń, na którym jest umocowane uzwojenie wtórne, może być obracany o kąt prosty względem dwu rdzeni z uzwojeniem pierwotnym, wywołując w ten sposób zmianę strumienia magnetycznego. Zasilanie transformatora pokrętnego odbywa się z tablicy marmurowej, posiadającej doprowadzenie prądu zmiennego przez opornik żelazny na 2 A i 45 — 135 V, umocowanych do ściany obok stołu, na którym są ustawione: transformator pokrętny, normalny opornik i opornik obciążenia obwodu wtórnego badanych transformatorów.

9. Urządzenia mierniczego, ustawionego na specjalnym stole z tablicą. Na prawej połowie stołu są ustawione na izolatorach, przymocowanych do stołu, następujące przyrządy, niezbędne do wykonania badania prądowych transformatorów mierniczych (na lewej — przyrządy do badania napięciowych transformatorów mierniczych):

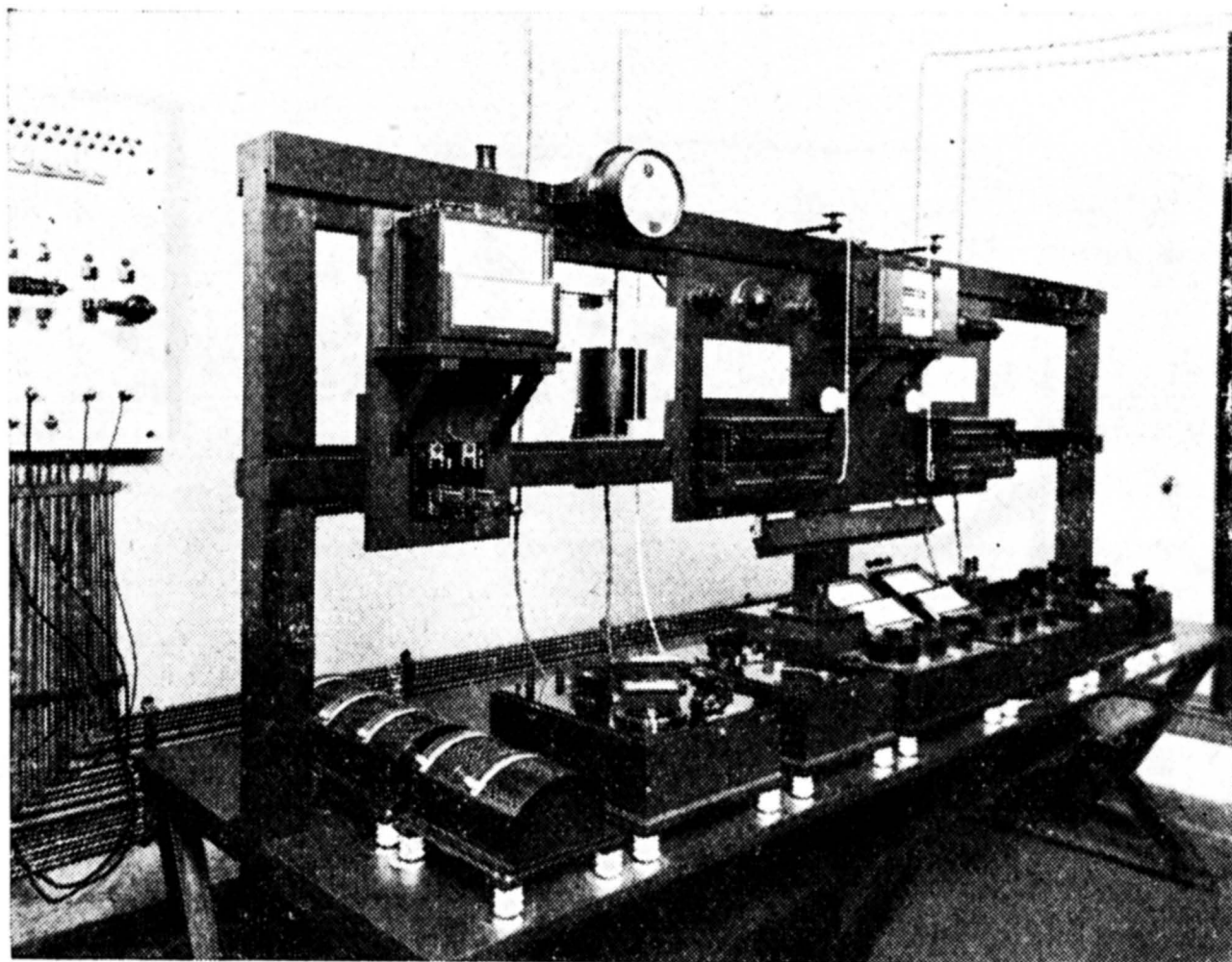
- a. Precyzyjny amperomierz elektrodynamiczny na 5 A do nastawiania prądu w obwodzie pierwotnym transformatorów.
- b. Kondensator papierowy na 1; 2; 2; 2 μ F, łączony za pomocą wtyczek, o łącznej pojemności 7 μ F, i pokrętny trójkorbwy kondensator precyzyjny na $9 \times 0,1/9 \times 0,01/9 \times 0,001$ μ F, o łącznej pojemności 0,999 μ F;
- c. Przyrząd kompensacyjny, na którym, po doprowadzeniu wychylenia galwanometru wiibracyjnego do minimum, można odczytać uchybienie prądowe z dokładnością kilku setnych procentu, a uchybienie kątowe, przez odczyt na kondensatorze μ F i zastosowanie mnożnej, w minutach z dokładnością do kilku dziesiątych minuty.
- d. Dzielnik napięcia, za pomocą którego doprowadza się napięcie obwodu wtórnego do przyrządu kompensacyjnego.
- e. Częstościomierz, wspólny do obydwóch urządzeń, z zakresem mierniczym od 10 do 80 okr/sek, urządzenie do oświetlania przyrządów mierniczych, oporniki regulacyjne wzbudzenia galwanometru wiibracyjnego, oporniki regulacyjne obrotów i wzbudzenia trójjespołu do sprawdzania są umocowane na tablicy.
- f. Galwanometr wiibracyjny iglicowy z dużym tłumieniem, przykryty specjalnym pancierzem, jest umocowany do ściany za stołem.

Do urządzenia mierniczego są doprowadzone przewody obwodu pierwotnego i wtórnego transformatorów badanych.

*) Ψ oznacza kąt przesunięcia fazy pomiędzy natężeniem prądu i jego napięciem w obwodzie wtórnym transformatora.

Rys. 17 pokazuje widok urządzenia kompensacyjnego transformatorów mierniczych.

Rys. 18 pokazuje widok tablicy rozdzielczej prądowych i napięciowych transformatorów mierniczych.



Rys. 17. Urządzenie kompensacyjne transformatorów mierniczych.

Rys. 19 pokazuje transformatory zasilające i amperomierzowe oraz pokrętny transformator, normalny opornik i opornik obciążenia obwodu wtórnego transformatorów badanych.

B. URZĄDZENIE DO BADANIA NAPIĘCIOWYCH TRANSFORMATORÓW MIERNICZYCH.

Urządzenie składa się z następujących części:

1. Źródła prądu — duży trójzespół do sprawdzania i jednofazowy transformator — jak dla urządzenia do badania prądowych transformatorów mierniczych.

2. Tablicy rozdzielczej prądowych i napięciowych transformatorów mierniczych, podzielonej na dwie części.

Część napięciowa zajmuje prawą stronę tablicy, na której są zmontowane:

- Bezpieczniki źródeł prądu.
- Główny wyłącznik, doprowadzający prąd do zasilających transformatorów.
- Przełącznik z 2×3 kontaktami do włączania transformatorów zasilających.
- Wyłączniki nadmiarowe — opadowe na doprowadzeniu do transformatorów zasilających, przerywające prąd w razie przekroczenia dozwolonej granicy.
- Przełącznik woltomierzowy obwodu pierwotnego.
- Przełącznik napięciowych transformatorów normalnych.

3. Transformatorów zasilających:

- Z T I; $f = 50$ okr/sek
220/1 000 V 3,5 kVA wtórne — szeregowo, pierwotne — równoległe.
220/6 000 V 5 kVA wtórne — szeregowo, pierwotne — równoległe.

200/3 000 V 5 kVA wtórne — równoległe, pierwotne — szeregowo.

- Z T II; $f = 50$ okr/sek
220/1 500 V 2,5 kVA wtórne — równoległe, pierwotne — równoległe.
220/60 000 V 5 kVA wtórne — szeregowo, pierwotne — równoległe.
220/30 000 V 5 kVA wtórne — równoległe, pierwotne — szeregowo.
- Z T III; $f = 50$ okr/sek
220/60 000 V 5 kVA wtórne — szeregowo, pierwotne — równoległe.
220/30 000 V 5 kVA wtórne — równoległe, pierwotne — równoległe.
220/15 000 V 2,5 kVA wtórne — równoległe, pierwotne — szeregowo.

4. Normalnych transformatorów napięciowych:

- T N I 500/50/25 V przeciążalny do 0,6 kV.
- N T II 2500/50/25 V przeciążalny do 3 kV.
- N T III 12 500/62,5/25 V przeciążalny do 15 kV.

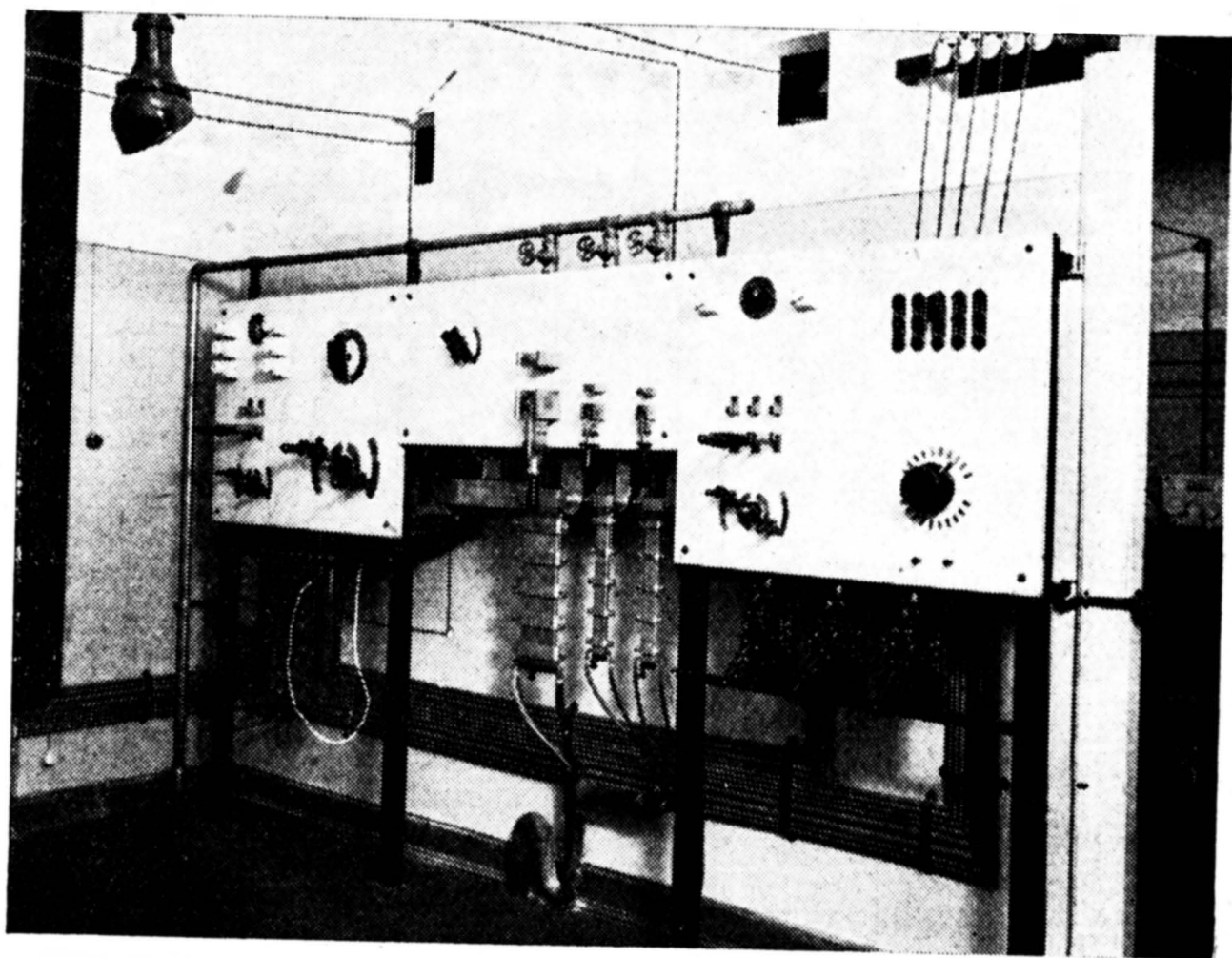
d. N T IV 50 000/50/25 V przeciążalny do 60 kV.

5. Transformatorów woltomierzowych:

- T W I 2000/100 V przeciążalny do 3 kV.
- T W II 10 000/100 V przeciążalny do 15 kV.
- T W III 50 000/100 V przeciążalny do 60 kV.

6. Tablicy marmurowej z 2 bezpiecznikami w obwodzie wtórnym badanych transformatorów, wraz z dołączonymi do nich cieplikowym amperomierzem i opornikiem obciążenia oraz zacisku do uziemienia obwodu pierwotnego i dwóch zacisków do przyłączania obwodu wtórnego transformatorów badanych.

7. Szyny zbiorczej wysokiego napięcia, umocowanej na czterech dużych izolatorach, przymocowanych do ściany wraz z uziemieniem.

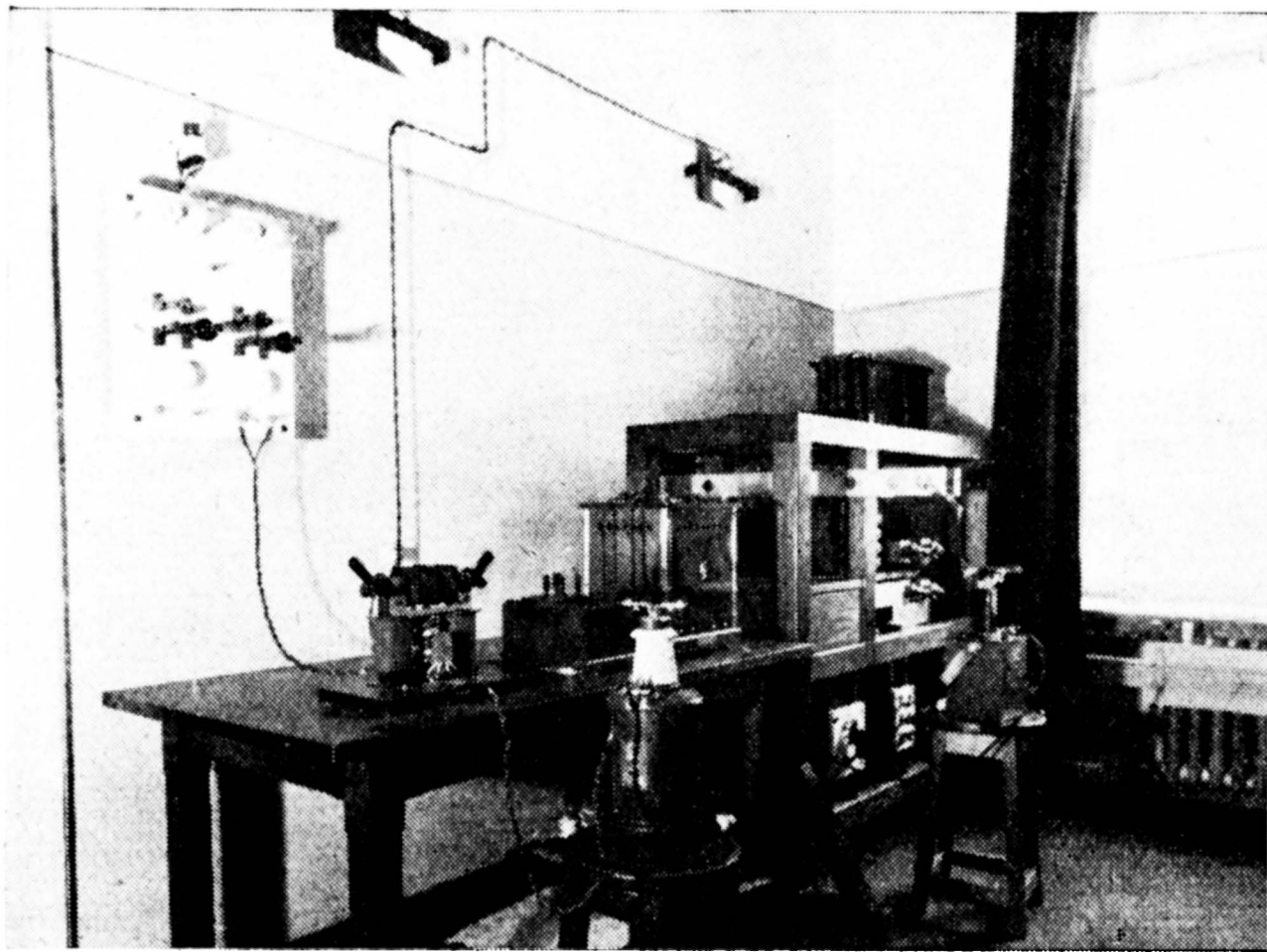


Rys. 18. Tablica rozdzielcza transformatorów mierniczych.

8. Urządzenia mierniczego, zmontowanego na lewej połowie stołu z tablicą (na prawej połowie — urządzenie miernicze transformatorów prądowych), zawierającego następujące, ustawione na izolatorach, przymocowanych do stołu, przyrządy, niezbędne do wykonania badań napięciowych transformatorów mierniczych.

- Precyzyjny woltomierz elektrodynamiczny na 75 i 150 V z dodatkowym opornikiem

skrzynkowym na obszary miernicze 300 i 600V do nastawiania napięcia w obwodzie pierwotnym transformatorów.



Rys. 19. Transformatory zasilające i amperomierzowe, pokrętny transformator, opornik normalny i opornik obciążenia obwodu wtórnego transformatorów badanych.

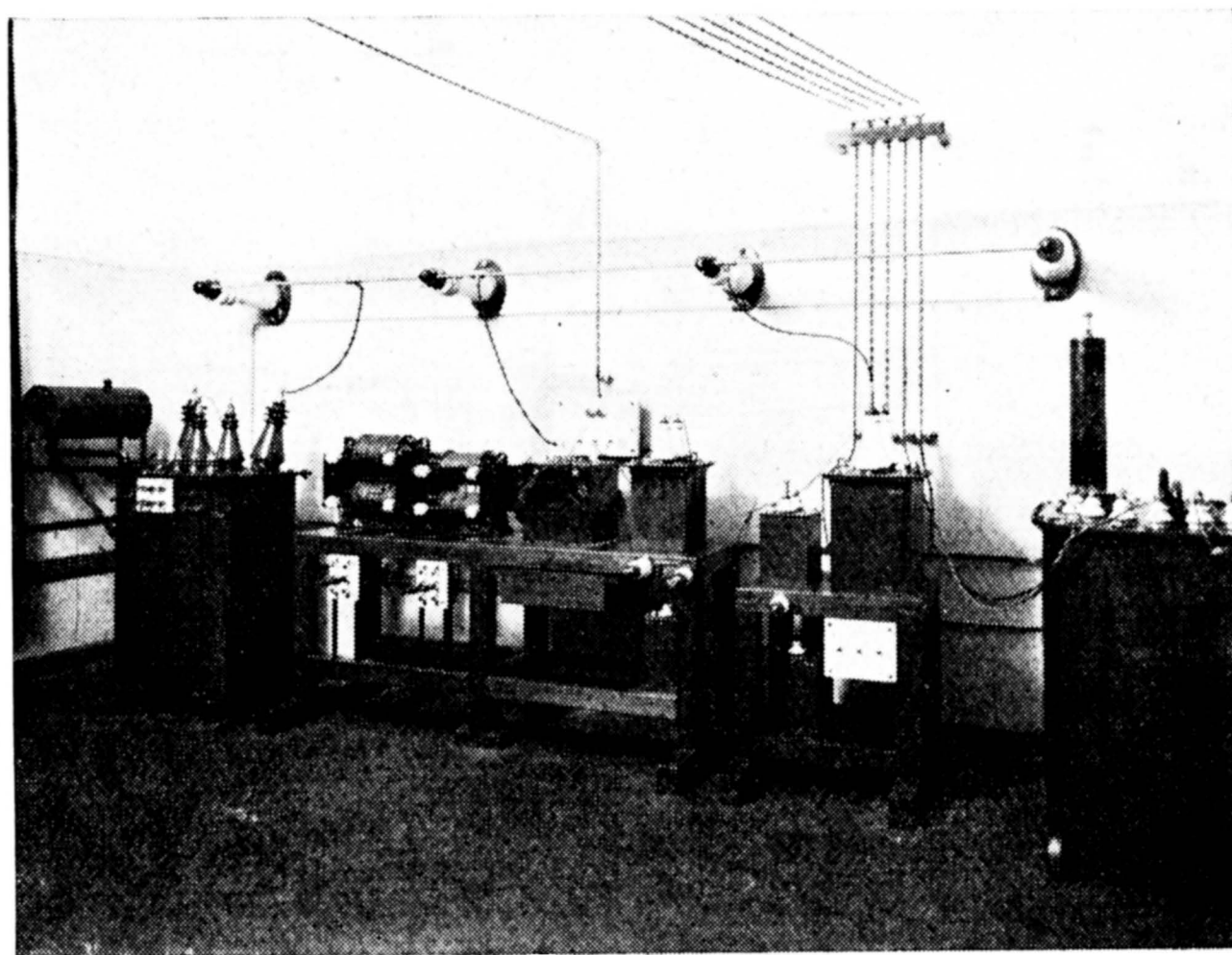
- b. Kondensator papierowy na 1, 2, 2 i 2 μ F, łączony zapomocą wtyczek, o łącznej pojemności 7 μ F, i pokrętny trójkorbowy kondensator precyzyjny na $9 \times 0,1/9 \times 0,01/9 \times 0,001 \mu$ F, o łącznej pojemności 0,999 μ F
- c. Przyrząd kompensacyjny, na którym, podoprowadzeniu wychylenia galwanometru wibracyjnego do minimum, można odczytać uchybienie napięciowe z dokładnością kilku setnych procentu, a uchybienie kątowe, przez odczyt na kondensatorze μ F i zastosowaniu mnożnej, w minutach z dokładnością do kilku dziesiątych minuty.
- e. Amperomierz ciepłikowy z trzema obszarami mierniczymi, włączony wraz z opornikiem obciążenia do obwodu wtórnego transformatorów badanych.

f. Urządzenie do oświetlania przyrządów mierniczych, oporniki regulacyjne do wzbudzenia galwanometru wibracyjnego, oporniki regulacyjne obrotów i wzbudzenia trójzespołu do sprawdzania są umocowane na tablicy.

g) Galwanometr iglicowy, przykryty specjalnym pancerzem, umocowany do ściany za stołem.

Wszystkie przewody urządzenia są doskonale izolowane.

Rys. 20 pokazuje ogólny widok transformatorów na wysokie napięcie.



Rys. 20. Transformatory zasilające, woltomierzowe, normalne i transformator badany.

Pokój Nr. 48, zawierający urządzenie miernicze i tablicę rozdzielczą, jest oddzielony w czasie badania od pokoju Nr. 46 z wysokim napięciem, specjalnym urządzeniem, zabezpieczającym pracującego od możliwości zbliżenia się do wysokiego napięcia.

XXXIV ZJAZD ZWIĄZKU ELEKTROTECHNIKÓW NIEMIECKICH W AKWIZGRANIE.

I Zebranie plenarne (poniedziałek dn. 8 lipca).

34-ty doroczny Zjazd Związku Elektrotechników Niemieckich, który tym razem odbył się w Akwizgranie, był szczególnie liczny, gdyż ze zjazdem o zwykłym udziale członków połączono na większą skalę zorganizowane „obradę na odległość” (Ferntagung), które zjednoczyły na wspólnym posiedzeniu, po przez granice państw, związki elektrotechniczne czterech krajów środkowo-europejskich: Niemiec, Holandji, Austrii i Węgier.

Przebieg obrad na odległość był wielkim sukcesem tej na szeroką skalę zakrojonej inowacji technicznej. Przemówienia ze wszystkich czterech krajów były w miejscach posiedzeń t. j. Akwizgranie, Haadze, Wiedniu i Budapeszcie doskonale słyszane i rozumiane, tak że cel, do którego dą-

żyli organizatorowie, został całkowicie osiągnięty: związki elektrotechniczne czterech krajów mogły odbyć wspólne posiedzenie, pomimo że dzieliło je wiele setek kilometrów.

Specjalnie interesujące było przemówienie przewodniczącego, dyrektora generalnego dr. inż. M. K r o n e z Dortmundu. Mówca, po przywitaniu gości i związków zaprzyjanych, biorących udział w obradach z miejsc swoich odległych siedzib, dał przegląd postępów elektrotechniki w minionym roku. Przedewszystkiem — poruszył bogate w wyniki prace fizyczne nad badaniem zjawisk elektronowych, które miały doniosłe również znaczenie w zastosowaniu technicznym. W dalszym ciągu wskazał on na wielkie postępy, jakie poczyniła technika dzięki odkryciom w dziedzinie fal krótkich, i liczne zastosowania praktyczne tych odkryć.

Z temi odkryciami wiążą się zagadnienia przesyłania obrazów, telefonji krótkofalowej i telewizji, które również poczyniły znaczne postępy. Ubiegły więc rok dla całej teletechniki upłynął pod znakiem wielkiego rozwoju.

Wiele owocnej pracy włożono w dziedzinę zaopatrywania w energję elektryczną. Postępy uczyniła tu nietylko sama gospodarka cieplna i elektryczna, ale zastosowano również metody tej gospodarki do zaopatrywania w gaz na dalsze odległości — przytem z dobrym wynikiem. Głównie jednak pracowano nad zagadnieniem gospodarki ruchu, a więc przejściem na wielkie jednostki kotłowe, badaniem metod spalania, pracy palenisk na pył węglowy i nowych typów rusztów.

Dążność do podniesienia gospodarki znalazła swój wybitny wyraz w bardzo częstem w ostatnim roku stosowaniu urządzeń akumulujących parę systemu Ruths'a.

Dziedziną intensywniejszej pracy i postępów była również budowa turbin.

Wskutek coraz bardziej zacieśniającej się wzajemnej współpracy wielkich elektrowni (w związku z tem powstało niedawno w Berlinie towarzystwo pod nazwą „Aktien-gesellschaft für Deutsche Elektrizitätswirtschaft“) coraz bardziej realną staje się budowa ogólnoniemieckiej sieci przesyłowej o napięciu 110 i 220 kV. Należy tu zaznaczyć, że w ubiegłym roku sprawozdawczym zostały uruchomione koło Norymbergi pierwsze kable, wypełnione olejem, przeznaczone do napięcia roboczego 100 kV; w ten sposób sieć linji na najwyższe napięcia została poważnie zwiększona.

Jednocześnie z rozbudową sieci okręgowych wzrastał zakres zastosowania i rosło zużycie energii elektrycznej we wszelkiego rodzaju przemysłach i rolnictwie, tak że w tej dziedzinie są do odnotowania stałe postępy.

Nie tak korzystnie przedstawiało się, niestety, położenie gospodarcze przemysłu elektrotechnicznego. Ogólne konjunktury pogorszyły się już od początku roku 1928 i w wyniku oddziaływały hamująco na cały przemysł elektrotechniczny. Można było wprowadzić mówić od czasu do czasu o zadawalniającem zatrudnieniu tej czy innej gałęzi przemysłu elektrotechnicznego, wiele jednak dziedzin jest mocno objętych kryzysem. Jako przyczynę przytoczył mówca brak kapitału i zbyt duże obciążenie świadczeniami społecznymi. W dodatku zagranica coraz bardziej dąży do samowystarczalności, a po za tem stale wzrasta konkurencja krajów, bogatych w kapitały. Mówca zaznacza, że zagraniczne grupy finansowe coraz bardziej współpracują z przemysłem zagranicznym i wskutek tego konkurencja staje się coraz ostrzejsza; zjawisko to zresztą można było zauważyć i w innych gałęziach przemysłu niemieckiego. Nie są również, zdaniem mówcy, korzystne niemieckie cła przywozowe, — zbyt niskie mianowicie, na co wskazuje fakt, że w ostatnich dwóch latach przywóz wyrobów elektrotechnicznych do Niemiec wzrósł więcej, niż dwukrotnie.

Niema wprawdzie jeszcze powodów do niepokoju, zdaniem dr. M. K r o n e, przyszłość jednak niemieckiego przemysłu elektrotechnicznego stoi w ścisłym związku z losem ekonomicznym Niemiec.

Po tem przemówieniu dyrektor ministerjalny dr. inż. P. C r a e m e r wygłosił obszerny referat generalny „O światowej komunikacji telefonicznej, jej rozwoju i znaczeniu dla gospodarki i kultury“.

Mówca podkreślił przedewszystkiem fakt, że udało się po przez wiele setek kilometrów połączyć z sobą cztery kraje Europy środkowej, tak że wielkie nawet zebrania w tych krajach razem mogą odbywać wspólne narady. Jest to dowodem postępu, jaki teletechnika osiągnęła od czasów

wielkiej wojny, która właśnie wywarła na rozwój tej gałęzi wiedzy wielki wpływ.

Przedewszystkiem w zupełnie nieoczekiwany sposób rozwinęła się telegrafia iskrowa. Już w czasie wojny możliwość przesyłania depesz bezpośrednio przez ocean przyniosła Niemcom znacznie większe korzyści, niż posiadane połączenia kablowe. Postępy, jakie od tego czasu zdołano osiągnąć, dają możliwości wprost nieograniczone.

Widzenie na dległość nie osiągnęło jeszcze potrzebnej doskonałości, początki są jednak wiele obiecujące i prawdopodobnie w najbliższych już latach telewizja i przesyłanie obrazów doczeka się takiego rozwoju, jakim dziś cieszy się radjokomunikacja.

Referent wskazał tu między innemi, na wielkie możliwości, jakie dla ruchu pocztowego może mieć stosowanie rakiet. Rakieta jest bowiem w stanie w bardzo krótkim czasie przenieść do miejsca przeznaczenia większą ilość listów pośpiesznych. Mówca wyraża przypuszczenie, że szybka komunikacja pocztowa wkrótce już nie będzie związana z przesyłaniem elektrycznym.

W dalszym ciągu referent przeszedł do rozwoju dalekosiężnej komunikacji telefonicznej, zmierzającej do powiązania ze sobą wszystkich punktów ziemi. Jeżeli przed 50 laty trudno było znaleźć w Berlinie osoby, które korzystałyby z telefonicznego ruchu dalekosiężnego, to obecnie na całej kuli ziemskiej mamy około 30 milionów punktów do rozmów na dalekie odległości. Ten rozwój stał się możliwy jedynie dzięki odkryciu i udoskonaleniu wzmacniaczy lampowych.

Z wielkimi trudnościami osiągnięta została umowa międzynarodowa w sprawie ruchu telefonicznego, i ustalenie jednakowych dla sieci europejskich przepisów budowy i obsługi, które z postępującym rozwojem będą mogły być korygowane. Europejska sieć telefonji dalekosiężnej rozpościera się dziś od Nordkap'u do brzegów Afryki i od Irlandji do Bałkanów. W najbliższych zaś latach da się niewątpliwie do tej sieci wciągnąć Rosję Sowiecką, tak, że można będzie rozmawiać na przestrzeni całej Europy i Azji, aż do brzegów Oceanu Spokojnego. Ujęcie całego świata w sieć komunikacji telefonicznej będzie jedynie kwestją czasu.

Już obecnie zostało osiągnięte dobre połączenie telefoniczne na odległość powyżej 25 000 km. Liczba ta stanowi połowę obwodu kuli ziemskiej i wskazuje na możliwość rozmowy telefonicznej pomiędzy dowolnymi punktami naszego globu. Fakt ten będzie niewątpliwie kamieniem granicznym w rozwoju historycznym ludzkości.

Rozbudowa światowej sieci telefonicznej będzie znacznie posunięta naprzód przez projektowaną obecnie budowę transatlantyckiego kabla telefonicznego. Przygotowania do wykonania tego projektu są już poczynione. Niemcy ostatnio nawiązały komunikację radjotelefoniczną z Południową Ameryką, Australją, jak również południową Afryką i Japonją. Wszystkie kwestje techniczne zostały już rozwiązane, pozostają tylko do załatwienia sprawy taryfowe między krajami, biorącymi udział w tem poczynaniu.

Po odczycie dyr. min. C r a e m e r a przemawiał z Hagi (Holandji) dyrektor B e e k m a n z Wydziału Elektrotechnicznego Królewskiego Holenderskiego Instytutu, pozdrawiając uczestników zjazdu i wyrażając podziw dla niemieckiej nauki i techniki.

Po nim przemawiał z Wiednia w imieniu Związku Elektrotechnicznego w Wiedniu radca prof. dr. R e i t h o f f e r, który zwrócił uwagę na historyczne znaczenie tych obrad i w imieniu przyjaciół austriackich złożył życzenia dalszego rozwoju elektrotechnice niemieckiej.

Ostatni tego dnia przemawiał z Budapesztu przewodni-

czący Węgierskiego Związku Elektrotechnicznego radca prof. Karol Zipernowsky. Mówca wyraził zdanie, że nie można niedoceniać nowych możliwości pokojowej współpracy narodów, jaka powstaje przez tego rodzaju obrady na odległości i wyraził nadzieję na dalszy bogaty w wyniki rozwój elektrotechniki.

Na wszystkich zebranych ten udział w obradach uczestników z odległych krajów zrobił niezwykle wrażenie, czemu dał wyraz przewodniczący dr. inż. M. Krone w swoim przemówieniu końcowym.

II Zebranie plenarne (wtorek, dn. 9 lipca).

W drugim dniu obrad pierwszy referat wygłosił dyr. gen. dr. inż. Frank na temat „Łączenie wielkich sieci w świetle gospodarki elektrycznej”.

Na wstępie referent dał obraz rozwoju zaopatrywania w energię elektryczną w ciągu ostatnich lat 20. O ile na początku pierwszego dziesiętka lat tego okresu zaledwie 9 przedsiębiorstw pracowało z napięciem 25 do 50 kV, to już w r. 1920 istniała poważna cyfra kilometrów linii wysokiego napięcia, niekiedy nawet 60 i 100 kV. W ostatnim dziesiętku lat budowa sieci elektrycznych rozwinęła się bardzo silnie, tak że obecnie prawie całe Niemcy pokryte są siecią przewodów wysokiego napięcia. Najwyższe w tej chwili napięcie robocze w Niemczech wynosi 220 kV. Jest to linia, zbudowana przez Elektrownię Reńsko - Westfalską (RWE) i doprowadzona aż do granicy szwajcarskiej.

Jednocześnie z rozwojem sieci ustalały się metody ich współpracy; w tej dziedzinie przeprowadzono szereg doniosłych badań na obszarze RWE.

Praca równoległa daje, jak wiadomo, szereg korzyści, jak: lepsze wyzyskanie całego urządzenia, specjalnie zaś zwiększenie czasu użytkowania, oszczędności na rezerwach dzięki możliwości wzajemnego dosyłania sobie energii, celowe wyrównanie obciążenia i t. p.

Przy sieciach, znajdujących się w luźnym związku, współpraca, która zapewnia te wszystkie korzyści, naogół nie jest trudna, lecz mimo to jest pożądane pogłębienie wzajemnego stosunku.

Praca natomiast sieci, ściśle ze sobą sprzężonych, stanowi zagadnienie daleko więcej złożone, które wymaga specjalnych studjów i odrębnego traktowania, a praktycznie — bezwarunkowo podporządkowania ich wspólnemu kierownictwu; do celów współpracy poszczególne sieci należałoby łączyć w grupy, te zaś z biegiem czasu dałyby jedną wspólną sieć, obejmującą całe Niemcy.

Warunkiem skutecznej współpracy sieci, znajdujących się pod różnym kierownictwem, byłaby przede wszystkim racjonalna umowa o wymianie prądu i ustalenie takich przepisów co do wzajemnych zobowiązań pokrywania obciążeń, aby we wszystkich okolicznościach, jakie może nasunąć praktyka, pozostawała jeszcze pewna swoboda, konieczna z punktu widzenia odrębności i warunków miejscowych poszczególnych sieci.

Potem zabrał głos prof. dr. inż. Rüdberg z Berlina i wygłosił referat na temat: „Warunki ruchu elektrowni i sieci elektrycznych przy pracy równoległej”.

Referent omówił najpierw sprawę prądów watowych i bezwatowych w przewodach, a potem przeszedł do zagadnienia równowagi i warunków pracy ustalonej maszyn i elektrowni, przesyłania energii za pomocą linii dalekonośnych, kompensacji mocy urojonej w liniach wysokiego napięcia, regulacji napięcia i zakłóceń przy przesyłaniu energii na dalsze odległości. Na zakończenie referent dał przegląd istniejących środków zapobiegawczych przeciwko zaburzeniom

w liniach dalekonośnych. Najpewniejszym środkiem do uniknięcia zjawisk o charakterze nieustalonym i wynikających stąd przerw w ruchu byłoby całkowite usunięcie zwarć z ziemią, zwarć w sieci i temu podobnych zaburzeń. Ponieważ zaś zjawiska te pochodzą w większości wypadków od zaburzeń atmosferycznych, zjawia się więc konieczność wyjaśnienia zjawiska przepięć, jako zagadnienia, którego rozwiązanie będzie najbardziej skuteczne przy pracy równoległej elektrowni i sieci elektrycznych.

Wpływ zwarć z ziemią na równowagę pracy da się całkowicie usunąć przez zastosowanie specjalnych gaśników. Jeżeli jednak tego rodzaju środków przeciwko zwarciu sieci w dostatecznej mierze nie mamy, to gwoździ spokojnej i pewnej pracy urządzeń należy zapewnić łagodne zanikanie wpływu zakłóceń.

Przy przesyłaniu energii na wiele setek kilometrów mogą powstać w linii znaczne przesunięcia fazowe, do skompensowania których należy w pewnych odstępach wzdłuż całej linii co 100 — 200 km porozmieszczać maszyny do prądu bezwatowego lub odpowiedniej mocy specjalne przyrządy. Moc tych maszyn lub przyrządów musi być regulowana automatycznie z wielką czułością i tak szybko, żeby działanie ich mogło nadążyć za każdorazową zmianą obciążenia sieci. Obniżenie napięcia w celu gaszenia zwarć z ziemią może wytrącić elektrownie z biegu synchronicznego, tak że jest rzeczą bardzo wskazaną po każdorazowym tego rodzaju zaburzeniu wyregulować wzbudzenie maszyn w celu osiągnięcia dostatecznie ścisłego sprzężenia. Stosowanie maszyn asynchronicznych daje wiele korzyści, gdyż maszyny te każdorazowo ustawiają się na określony stan i nie przekraczają go pod wpływem kołysania.

Czas wyłączania dzisiejszych przełączników zwłaszcza dla dużych wyłączników olejowych leży właśnie w granicach, które są najmniej korzystne, bo wynosi ok. 0,5 sek. Jeżeli uda się skrócić ten czas do ok. 1/10 sek., to tem samem w znacznym stopniu zostanie rozwiązane zagadnienie pożądanej stateczności pracy, gdyż zaburzenia na linii nie będą mogły w tak silnym stopniu wpływać na maszyny, których okres kołysania wynosi właśnie ok. 0,5 sek.

Trzeci z kolei referat wygłosił nadinżynier dr. inż. Piloty z Berlina o „Oddziaływaniu sprzężenia wielkich sieci na ich pracę”.

Referent przytoczył podstawowe rozważania, dotyczące rozdziału mocy i wzbudzeń na poszczególne elektrownie i ich maszyny przy wspólnej pracy na jedną sieć. Następnie poddał rozważaniom organizację ruchu i sprawę automatyzacji rozdziału mocy na poszczególne elektrownie przy pracy normalnej i przy zaburzeniach. Wreszcie — omówił sprawę regulacji napięcia i rozdziału mocy bezwatowej.

Dalsza część referatu poświęcona była zagadnieniu rozrachunków, przytem specjalnie zwrócona została uwaga na rozrachunki za obciążenie i pracę elektrowni samorządowych i t. p.

Po za tem referent dał przegląd środków pomocniczych, potrzebnych dla wspólnej pracy elektrowni, przyczem podkreślił, że rozchodzi się tu głównie o środki komunikacji telefonicznej, telegraficznej oraz t. zw. urządzenia centralnego kierownictwa. Zatrzymał się nad urządzeniami sygnalizacyjnymi, wskazującymi stan wyłączników, odłączników i t. p. wskaźnikami, działającymi na odległość.

W związku z urządzeniami regulacyjnymi prelegent zaznaczył, że obok zwykłego regulatora obrotów powinno się używać dodatkowo jeszcze innych urządzeń regulacyjnych. W Ameryce w celu podniesienia stateczności używa się specjalnych wzbudzaczy udarowych; w Niemczech,

gdzie przeciwko jednofazowym zwarcim z ziemią stosuje się tylko cewki dławikowe, sprawom tym nie poświęca się tak wiele uwagi. Stacje automatyczne muszą być tak zabezpieczone, ażeby po wszelkich możliwych wypadkach zaburzeń pozostawały one jako takie nadal zdolne do pracy i tak, aby ich ruch mógł być ustalony z zupełną pewnością przez główne kierownictwo z rozdzielni obciążeń. Znaczenie ochrony selektywnej, odłączającej w czasie możliwie krótkim część sieci, objętą przez zaburzenie przy sieciach, połączonych dla wspólnej pracy, wzrosło — zaznaczył referent — ogromnie.

Na zakończenie prelegent stwierdził, że pomiędzy zagadnieniami gospodarczymi, organizacyjnymi i technicznymi wspólnej pracy sieci elektrycznych istnieje ścisła współzależność, która musi być uwzględniona w praktyce; technika ma to na względzie i wiele tych spraw pomyślnie zdołała już rozwiązać.

Po południu odbywały się w Wyższej Szkole Technicznej w Akwizgranie obrady grup, obejmujących: elektrownie, przesyłanie energii elektrycznej, maszyny i transformatory i teletechnikę.

KONDENSATORY HYDRA DO POLEPSZANIA SPÓŁCZYNNIKA MOCY

1. Uwagi ogólne.

Sprawa przesunięcia faz w sieciach prądu zmiennego w miarę centralizacji źródeł energii elektrycznej nabiera coraz większego znaczenia zarówno pod względem gospodarczym, jak technicznym. Wskutek przyłączania silników, transformatorów i innych odbiorników indukcyjnych, pobierających prąd bezmocny, wytworzyły się w wielu instalacjach warunki pracy, które należy uznać za niezdrowe ze względu na stosunek mocy bezwzględnej do użytkowej.

Znany jest szkodliwy wpływ niekorzystnego współczynnika mocy: sprawność instalacji wytwórczych oraz sieci rozdzielczej spada, wzrastają straty w przewodach, wskutek czego regulacja napięcia zostaje utrudniona. Jeśli elektrownia, dostarczająca prąd, ma prowadzić właściwą kalkulację, musi ona pobierać za prąd wyższą cenę od odbiorcy, którego instalacja pracuje z niskim współczynnikiem mocy.

Niezależnie od kwestji czysto taryfowej w bezpośrednim interesie odbiorcy leży niedopuszczanie do obniżenia się współczynnika mocy poniżej pewnej określonej wartości, ponieważ można pobierać z istniejącej instalacji więcej energii, wzgl. przy projektowaniu nowej instalacji zastosować mniejsze jej wymiary, niżby to miało miejsce przy niskim współczynnika mocy. Z tego wynika, że ekonomiczne wyzyskanie kapitałów, inwestowanych w przedsiębiorstwach elektrycznych, zależy w dużym stopniu od wartości współczynnika mocy danej instalacji.

2. Kompensacja

przy pomocy kondensatorów.

Zmniejszenie przesunięcia fazy prądu względem napięcia, czyli polepszenie współczynnika mocy, daje się osiągnąć, jak wiadomo, w ten sposób, że bezwzględne opóźnienie, pobierane przez urządzenia indukcyjne dla podtrzymania pola magnetycznego, kompensuje się przez prądy bezwzględnie wyprzedzające, lub — co w praktyce wychodzi na jedno — zapotrzebowanie prądu bezmocnego opóźnionego pokrywa się na miejscu, przez co osiągamy odciążenie przewodów (a więc i licznika mocy bezwzględnej) od tego prądu.

Kondensator jest właśnie przyrządem, który wypełnia to zadanie przy zwykłym przyłączeniu go równolegle do

odbiornika prądu, ponieważ kondensator pobiera wyprzedzający (pojemnościowy) prąd bezmocny, oddaje zaś opóźniony (indukcyjny) prąd bezmocny, a więc prąd, potrzebny np. do silnika.

Oscylogram rys. 1 podaje przebieg prądu i napięcia w urządzeniu indukcyjnym przed i po kompensacji przy pomocy kondensatora. Prąd, pozostały po kompensacji, jest to już czysty prąd mocny, czyli użytkowy i oczywiście działanie kompensacyjne kondensatora nie wywiera nań wpływu.

Odbiorca prądu nie jest już wtedy zmuszony do zamiany dotychczasowego silnika, całkowicie mu wystarczającego dla celów użytkowych, na inny, np. o kompensacji komutatorowej; ustawić on odpowiedni kondensator, z którego pomocą może uzyskać każdy żądany stopień kompensacji, jaki się daje osiągnąć przy pomocy innych sposobów, służących do poprawienia $\cos \varphi$.

Jeśli będziemy rozpatrywali zalety systemu kompensacji za pomocą kondensatorów w porównaniu z innymi metodami, to należy zwrócić uwagę na:

1. możliwość ustawienia kondensatora w istniejącej już instalacji,
2. możliwość zachowania prostej i pewnej w działaniu konstrukcji zwykłych silników asynchronicznych, która stanowi ich główną zaletę w porównaniu z silnikami o kompensacji komutatorowej,
3. możliwość kompensacji obciążenia bezmocnego opóźnionego bezpośrednio w miejscu powstawania, ponieważ kondensatory kompensacyjne wytwarzane bywają również w wymiarach odpowiadających małym jednostkom mocy, co ułatwia ściśle przystosowanie ich do odbiornika, podlegającego kompensacji,
4. b. małe straty w kondensatorze, co posiada znaczenie zwłaszcza przy długotrwałym działaniu instalacji,
5. podzielność oraz możliwość późniejszego uzupełniania baterji kondensatorowej,
6. nie jest wymagany żaden nadzór oraz niema części, podlegających zużyciu,
7. specjalne fundamenty są zbędne, wskutek czego instalacja nie pociąga za sobą żadnych dodatkowych kosztów budowlanych, względnie są one minimalne.

3. Wymiary kondensatorów.

W sprawie wymiarów kondensatorów należy zauważyć, że nie można tu podać reguły, któraby miała zastosowanie we wszystkich wypadkach; nie jest to możliwe ze względu na różnorodność obowiązujących taryf prądu bezmocnego oraz lokalnych warunków pracy instalacji.

Przy kompensacji poszczególnych silników można zalecić wybór takiej mocy kondensatorowej, aby współczynnik mocy wynosił przy pełnym obciążeniu 90 — 95%, wówczas bowiem i przy obciążeniu niepełnym można liczyć na dogodną wartość tego współczynnika. Kompensacja powyżej 95% nie jest potrzebna, w wielu wypadkach nawet niepożądana.

Tablica rys. 2-go daje pojęcie o bezwzględnej mocy kondensatorowej, potrzebnej do kompensacji; konieczna jest do tego znajomość współczynnika mocy przed kompensacją, współczynnika żadanego oraz rzeczywistej mocy pobieranej (po uwzględnieniu sprawności instalacji).

Cyfry na osi rzędnych (a) odpowiadają współczynnikowi mocy, istniejącemu przed kompensacją, zaś na osi odciętych (b) — wartościom potrzebnej bezwzględnej mocy kondensatorowej, w odsetkach mocy pobieranej, w kW.

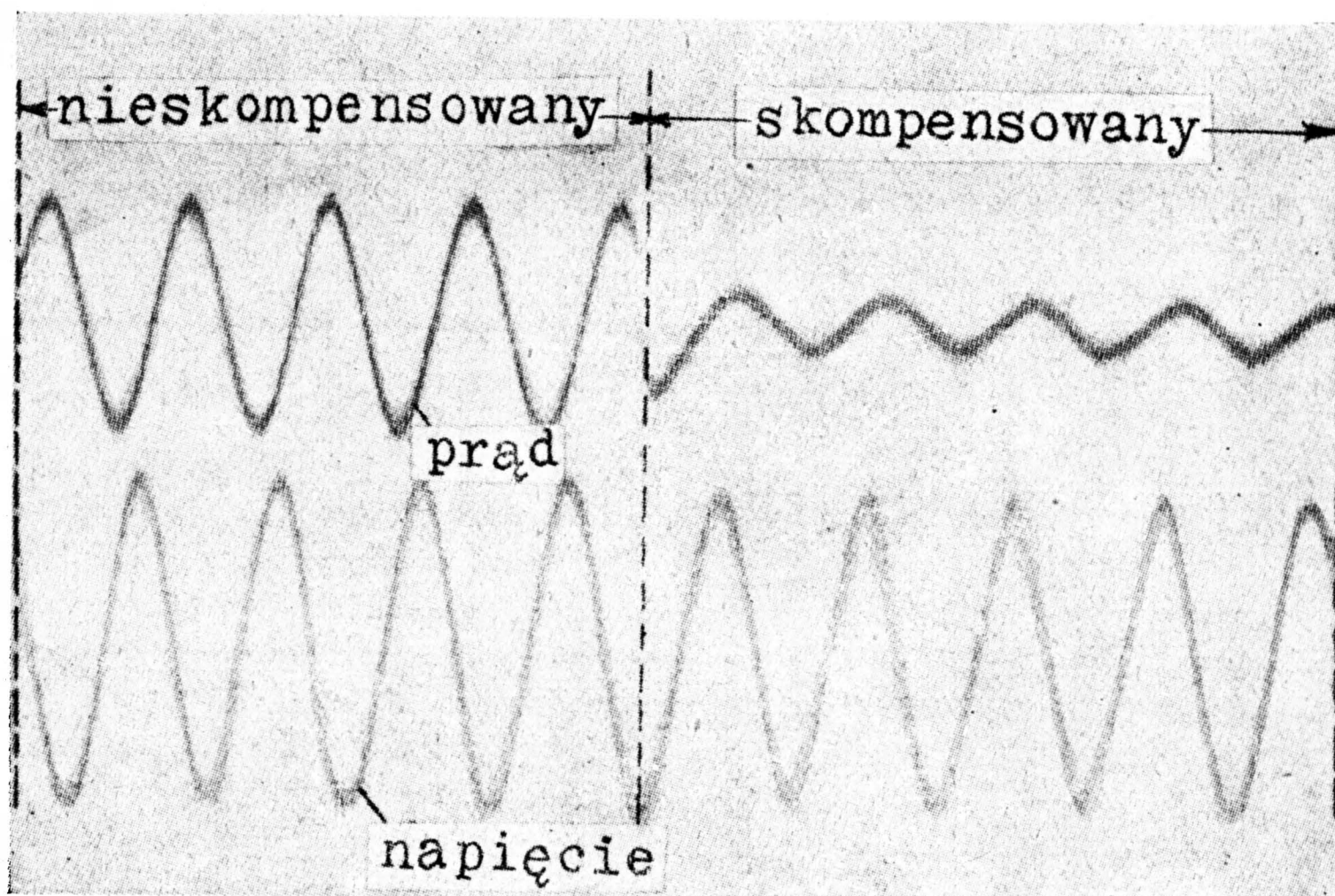
Same krzywe odpowiadają współczynnikom mocy, jakie pragniemy otrzymać po kompensacji.

Dla określenia potrzebnej mocy kondensatorowej prowadzimy od cyfry, odpowiadającej wartości dotychczasowego współczynnika (a) linię poziomą do przecięcia z krzywą (c), odpowiadającą żadanej wartości tego współczynnika. Rzut punktu przecięcia na oś odciętych daje nam wartość potrzebną do kompensacji bezwzględnej mocy kondensatorowej w %% mocy pobieranej, w kW.

Rzut punktu przecięcia poziomej „0,80” (kreskowana) z krzywą „0,95” (przerywana) — na oś odciętych — daje bezwzględną moc kondensatorową około 42% mocy pobieranej, t. j.

$$17,0 \times 0,42 = 7,15 \text{ kW.}$$

Ten prosty przykład nie wyklucza innych więcej skom-

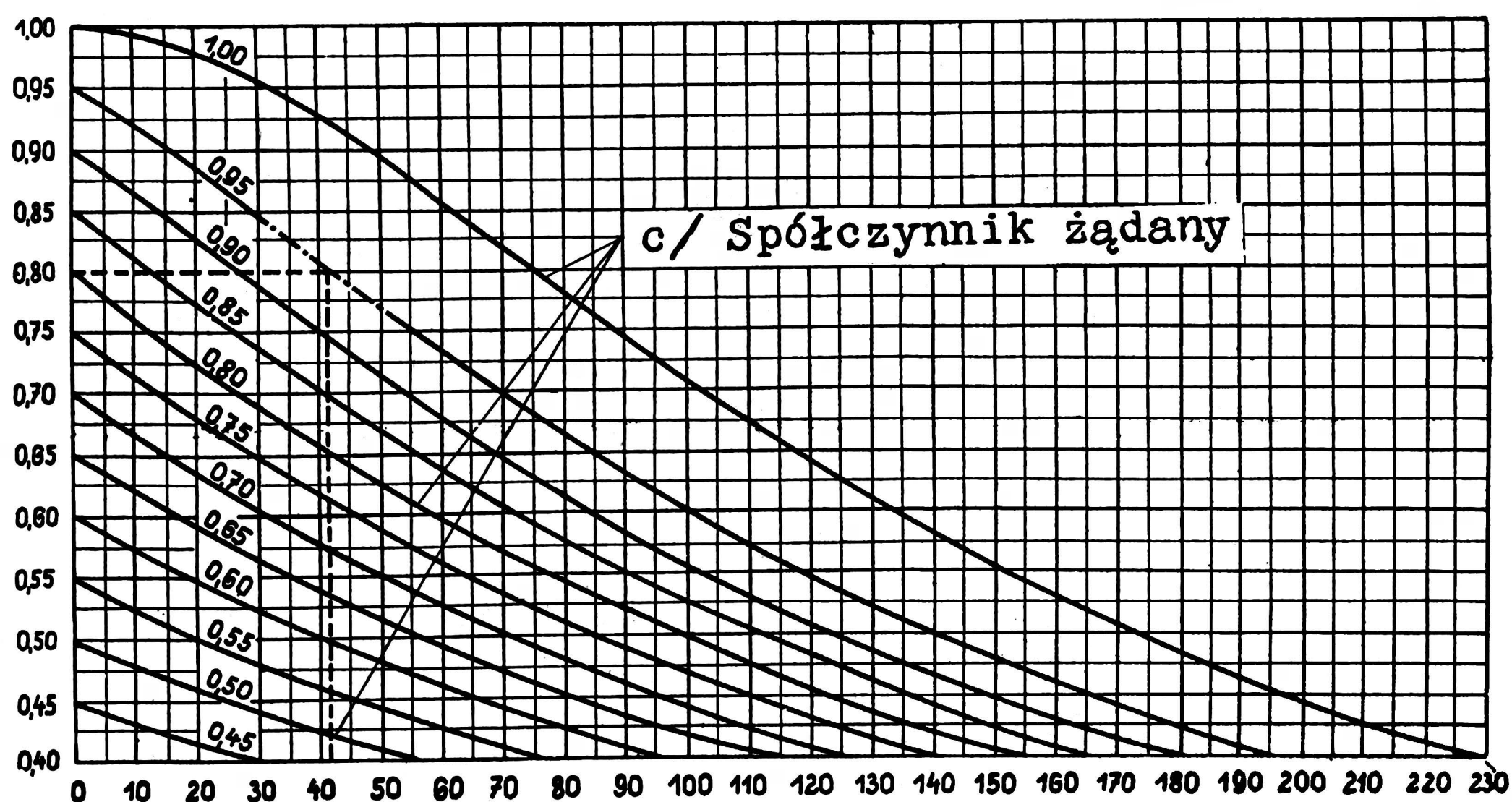


Rys. 1.

plikowanych przypadków, które wymagać mogą specjalnych rozważań.

IV. Kondensatory Hydra do polepszenia $\cos \varphi$.

Kondensatory trójfazowe składają się z trzech grup kondensatorowych, połączonych w trójkąt; każda z tych grup utworzona jest z wielu kondensatorów, połączonych równo-



Rys. 2.

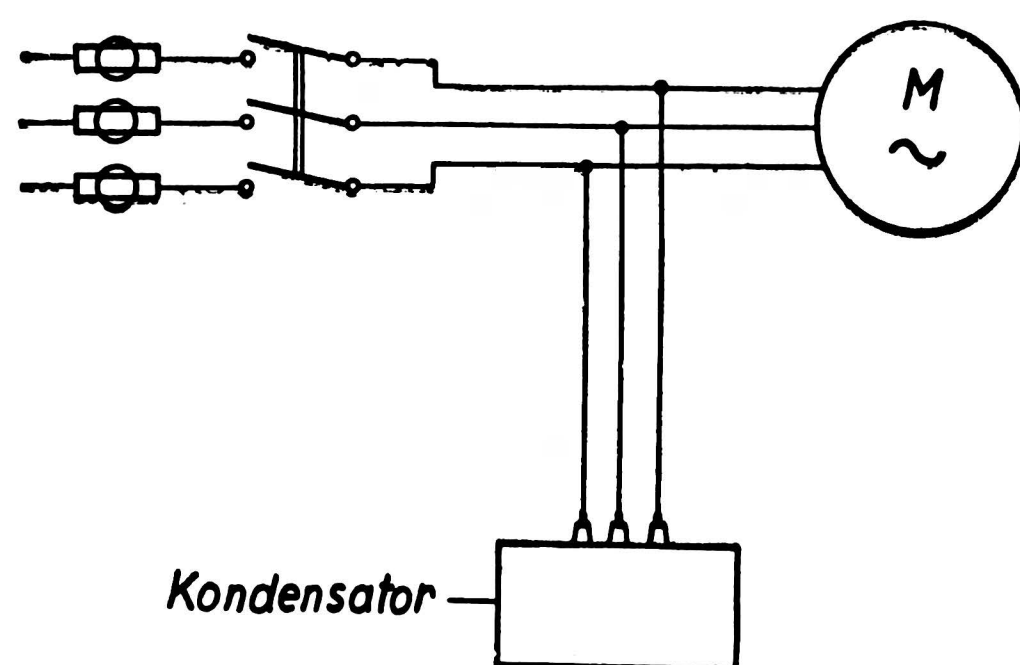
Przykład: 15-kilowatowy silnik prądu zmiennego na 380 V napięcia roboczego posiada przy pełnym obciążeniu sprawność 0,88, czyli moc pobierana $\frac{15}{0,88} = 17,0 \text{ kW}$. Obecny współczynnik $\cos \varphi = 0,8$ ma być polepszony do 0,95.

legle. W razie potrzeby kondensatory trójfazowe mogą być przez wewnętrzną zmianę połączeń przystosowane do użycia na prąd jednofazowy.

Poszczególne kondensatory składowe utworzone są z warstw specjalnego papieru izolacyjnego na zmianę z cien-

kiemi płytami metalowymi; dielektryk jest nasycony specjalną masą izolacyjną.

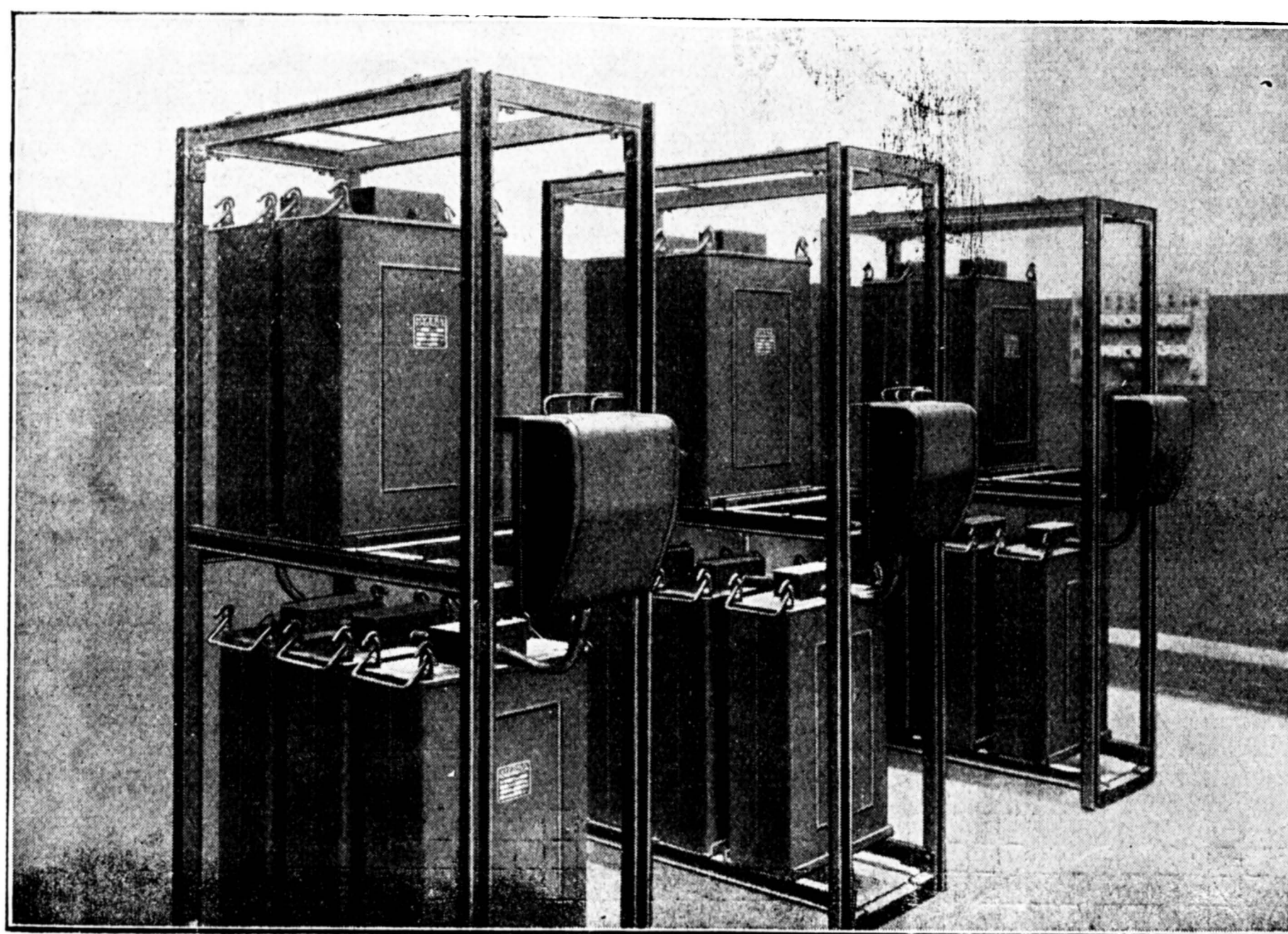
Wyrób kondensatorów, odpowiadających potrzebom



Rys. 3.

techniki prądów silnych, wymaga dokładnej kontroli surowców, jak również dokonywania ścisłych pomiarów i prób zarówno w czasie fabrykacji jak i po jej ukończeniu; tym więc warunkom winny poświęcić wiele uwagi zakłady, wyrabiające kondensatory; na sprawę tę winien również zwracać uwagę i nabywca.

Zewnętrzny wygląd kondensatorów Hydra do poprawy cos φ ma postać skrzynki metalowej, zaopatrzonej w 3 za-



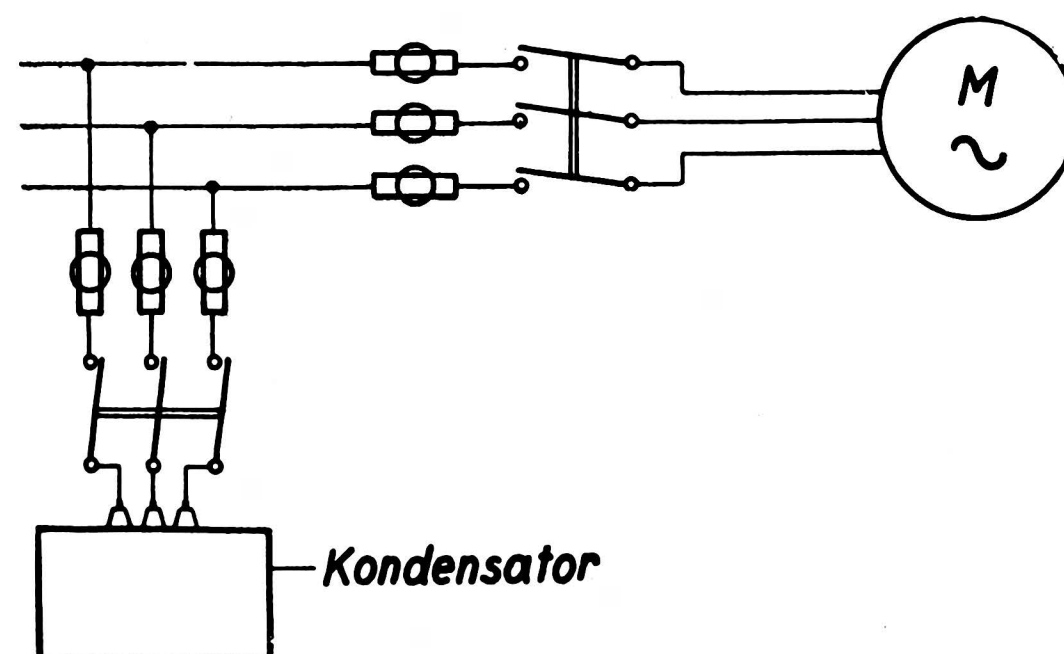
Rys. 5.

ciski do prądu (u, v, w) i zacisk uziemienia (E). Poszczególne fazy u, v i w zwarte są przez opory wysokomowe, powodujące w przeciągu 2—3 minut samoczynne wyrównanie ładunków statycznych, powstających po wyłączeniu kondensatora.

Aby zabezpieczyć elektrownie, dostarczające prąd, przed samowolnym odłączaniem kondensatorów przez odbiorcę (w razie np. zniżek taryfowych), przewidziana jest

pokrywa, zamykająca zaciski i umożliwiająca zaplombowanie całego urządzenia. Jeżeli w instalacji, podlegającej skompensowaniu, znajduje się licznik prądu bezmocnego, wówczas ostrożność ta staje się zbyt dużą, albowiem w tym przypadku w interesie odbiorcy leży prawidłowe działanie kondensatora.

Połączenie kondensatorów może być uskutecznione



Rys. 4.

- 1) bezpośrednio z zaciskami wzgl. przewodami od aparatu, podlegającego kompensacji (rys. 3). W tym razie silnik i kondensator stanowią jedną całość,

dlatego też zwykłe urządzenia ochronne wystarczają tu w zupełności;

- 2) przy pomocy oddzielnych urządzeń wyłączających i zabezpieczających (rys. 4).

Jeśli stosujemy bezpieczniki topikowe, to należy baczyć, aby stopki przystosowane były conajmniej do prądu 2,5 razy silniejszego, niż normalny prąd kondensatora wzgl. baterji kondensatorowej, a to ze względu na prąd, powstający przy zamykaniu obwodu. Jeżeli załączenie kondensatora uskutecznione zostało podług sposobu (1), to nie są konieczne żadne specjalne opory upływowe, ponieważ w tym wypadku zachodzi samoczynne rozładowanie kondensatora przez równoległe włączone uzwojenie aparatury; jednakże w innych wypadkach muszą być przewidziane specjalne opory upływowe dla prądu wyładowania.

Zwłaszcza przy włączaniu w sieć o dużej mocy bezwatowej wielkie zalety techniczno-instalacyjne posiada stosowanie wyłączników bezpiecznikowych. Działanie takich wyłączników, oparte na zasadzie cieplnej, wywołuje opóźnienie wyładowania, rozkładając je na dłuższy okres czasu, przez co maksymalny prąd wyładowania może być sprowadzony do wartości, przekraczającej zaledwie o 20% normalny prąd baterji.

H. I.

SPÓŁCZESNE BADANIA W DZIEDZINIE LINJI
PRZESYŁOWYCH,

W pracy pod tym tytułem p. J. G. Hemstreet zdaje sprawę i komentuje wyniki poszukiwań, podjętych w celu zaznajomienia się ze zjawiskiem tworzenia się przeskoków pomiędzy przewodami sieci trójfazowej o połączeniu trójkątowym faz i napięciu 140 000 V, należącej do Consumers Power Company w stanie Michigan. (Stany Zjednoczone A. P.). Przewody, leżące w zachodniej części stanu, pracują przy częstotliwości 60 okr./sek., długość ich zaś wynosi 690 km. W części zachodniej częstotliwość wynosi 30 okr./sek. a długość przewodów — 200 km. Przewody pierwsze są wszystkie ze sobą związane za pośrednictwem szyn zbiorczych za wyjątkiem odcinka od Jackson do Battle Creek, odizolowanego od pozostałej sieci za pośrednictwem transformatorów, zainstalowanych na tej ostatniej stacji. Przewody, prowadzące prąd o częstotliwości 30 okr./sek., są również pomiędzy sobą wszystkie powiązane, wreszcie obie sieci są ze sobą połączone za pomocą przetwornicy częstotliwości o mocy 15 000 kVA, pracującej w Battle Creek.

Moc tej części sieci, która pracuje przy częstotliwości 60 okr./sek. wynosi 225 000 kVA; odpowiednia moc rozprzeczalnia odcinków, prowadzących prąd o 30 okr./sek., wynosi 100 000 kVA.

W okresie, gdy prowadzono doświadczenia, przewodu

ziemnego nie było, i na słupach był zawieszony tylko jeden obwód prądu na izolatorach typu Ohio Brass Nr. 25622. Początkowo linie nie były zaopatrzone w żadne urządzenia zabezpieczające przeciwko łukom elektrycznym; w roku 1920 odcinek od Battle - Creek do Jackson oraz od Battle-Creek do Argenta otrzymały rozki w długości 40 cm, podczas gdy na odcinkach od Saginaw do Endeville i od Saginaw do Flint spróbowano zastosować urządzenia do regulowania strumienia, którym przypisywana jest podwójna własność: podwyższania napięcia, przy którym następuje wyładowanie, okalające izolator, — z jednej strony, i ochrona przewodu za pomocą rogów, wchodzących w skład ich konstrukcji, — z drugiej.

Wszystkie te urządzenia zabezpieczające są zmontowane na dolnym końcu łańcucha izolatorów. W celu poznania zjawisk przechodnich przy ustalaniu się trybu pracy na linii zostały zainstalowane na przewodach klidonografy.

I. Wyniki i ich rozważanie. — Doświadczenia zostały podjęte ku końcowi roku 1925-go, przyczem autor zaznacza, iż wyczekano przejścia burzliwego okresu dla rozpoczęcia robót inspekcyjnych, obejmujących różne odcinki, rozsiane na całym obszarze stanu o długości ogólnej 490 km. Główniejsze dane zestawione są w tablicy poniższej:

ODCINEK LINJI	Junction Grand Rapides	Edenville Saginow	Saginow Flint	Avgenta Battle- Creek	Battle Creek- Jackson	Mio-Lond	Lond- Emery Junction							
Częstotliwość okr/sek	30	60	60	30	60	60	60							
Długość linji km	160	64	70	40	68	50	30							
Rozstawienie słupów m.	159	198	198	159	159	159	159							
Wysokość przeciętna dolnego przewodu m . .	9,3	10,2	10,2	9,6	9,6	8,4	8,4							
Rodzaj zabezpieczenia od przepieć	brak	regulator strum.	regulator strum.	rożki 40 cm	rożki 40 cm	brak	brak							
Ilość łańcuchów izolatorów } do zawieszenia .	1 811	1 020	1 047	843	1 345	738	509							
} odciągowych . .	744	98	210	132	175	330	110							
Ilość przebiegów powstałych na } do zawieszenia	486	%	34	%	56	%	73	%	75	%	43	%	27	%
łańcuchach izolatorów } odciągowych . .	39	5,2	3	3,1	5	2,4	1	0,8	11	0,8	18	5,5	2	1,8
Ilość przebiegów powstałych na } górnego	217	41	31	84	39	64	40	54	45	54	35	57	16	55
izolatorach przewodów } średniego	161	31	5	13	13	21	20	27	25	29	11	18	6	21
} dolnego	147	28	1	3	9	15	14	19	16	20	15	25	7	24
Ilość wypadków uszkodzenia przewodów . . .	345	66	2	5,3	7	11,5	2	3	4	5	23	38	7	24
Ilość przebiegów powstałych na kilometr linji na rok	0 420		0,283		0,435		0,361		0,252		0,120		0,107	
Zatrzymania ruchu, spowodowane przepaleniem przewodów lub haków	3		brak		brak		brak		brak		1		brak	

Okres pracy różnych odcinków waha się pomiędzy 2 a 10 laty; okolica, po której rozciąga się sieć, jest zupełnie płaska, tak iż różnice poziomów nie przekraczają 60 metrów, wobec czego można powiedzieć, iż przewód dokładnie idzie za układem powierzchni.

Wyniki otrzymane znacznie zmieniają się z przejściem od jednego odcinka do innego. Tak więc, biorąc odcinki od Junction do Grand Rapides, od Mio Lond i od Lond do Emery, które są mniej więcej budowy identycznej i żaden z nich nie jest zaopatrzony w urządzenia przeciwprzepięciowe, można stwierdzić, iż ilość przepięć powstałych, obliczona na kilometr w stosunku rocznym, zmieniała się od 0,107 do 0,420 w zależności od ilości lat pracy, wynoszących odpowiednio 8, 10 oraz 9 lat. Według ogólnej opinii anomalja ta pochodzi stąd, iż w jednym okręgu burze są częstsze

i ostrzejsze, niż w drugim; istnieją jednakże pozatem i inne przyczyny, jak to — wysokość efektywna przewodu ponad ziemią (przyczem pod wysokością efektywną należy rozumieć odległość przewodników od poziomu wód gruntowych) rodzaj gruntu, obecność lub brak przewodu uziemniającego i t. d.

Autor przypomina tu niektóre z zasad, ustalonych przez M. Peek'a, a które zostały potwierdzone jego własnymi doświadczeniami: 1) gradient potencjału w warstwie powietrza, zawartej pomiędzy chmurą burzową a powierzchnią ziemi, wynosi około 300 kV na metr w najgorszych warunkach; 2) napięcie, indukowane w przewodzie przesyłowym, zmienia się w zależności od wysokości przewodu ponad ziemią; może ono osiągnąć wartości od 90 do 150 kV w zależności od bliskości burzy; wobec tego,

o ile przewody są rozmieszczone w jednej płaszczyźnie pionowej, najniższe napięcie jest indukowane w przewodzie dolnym, gdy natomiast w innych ono wzrasta w miarę zwiększenia się ich wysokości; 3) przewód uziemiony, umieszczony ponad przewodami roboczymi, obniża ilość zaburzeń o pochodzeniu burzowym o 30 do 50%.

Zwracając się do tablicy, można stwierdzić, iż ilość przebiegów, powstałych odpowiednio na przewodach górnych, średnich i dolnych, oraz odpowiednie odsetki potwierdzają w zupełności dwa pierwsze z tych praw, pomimo pewnych drobnych wyjątków, jakie można zauważyć na przewodach z Mio do Lond i z Lond do Emery Junction. Można również stwierdzić, iż na odcinkach z Edenville do Saginaw i z Saginaw do Flint, gdzie łańcuchy izolatorów są zaopatrzone w regulatory strumienia, stosunkowa ilość przebiegów, powstałych na przewodach średnich i dolnych jest niższa, aniżeli na wszystkich innych odcinkach. To mogłoby być uważane za wskazówkę, iż wpływ regulatora strumienia pewnej określonej wysokości nie jest jednak w stanie całkowicie uwolnić dolnego przewodnika od niebezpieczeństwa powstawania łuku; o ile chodzi o przewód z Edenville do Saginaw, to działanie to rozciąga się na okres dwuletni. Zjawisko wyładowań przez róg rurkowy regulatora strumienia, jak się zdaje, wywiera również pewien wpływ, który łączy się z wpływem ekranowym izolatora regulatora.

Z rozpatrzenia szeregów liczb tablicy, dotyczących odcinków z Edenville do Saginaw i z Junction do Grand Rapides, widzimy, iż pierwszy odznacza się niższym odsetkiem przebiegów, powstałych na przewodzie górnym a drugi — wyższym, lecz z drugiej strony właśnie dwie inne fazy z Edenville do Saginaw odznaczają się stosunkowo minimalnym odsetkiem powstałych łuków pomimo ich większej wysokości nominalnej w porównaniu z odpowiedniemi dwoma fazami drugiego odcinka. Autor znalazł wytłumaczenie tych sprzeczności, badając własności gruntów, ponad którymi przebiegają oba przewody. Wzdłuż odcinka z Jackson do Grand Rapids teren jest bardzo suchy, piaszczysty i miejscami pozbawiony wszelkiej roślinności; maksymalny zmierzony opór dochodził do 1200 omów, według zasad Peek'a jego wysokość efektywna przekracza więc odpowiednią wysokość przewodu z Edenville do Saginaw, słupy którego stoją na terenie równym, błotnistym i o dużej zawartości gliny; poza to woda na całym obszarze tego odcinka zawiera takie ilości soli, iż wiele fabryk chemicznych używa jej do otrzymania potrzebnych im produktów. Opór nigdy tu nie przekraczał 4 omów. Od Bottle-Creek do Jackson opór gruntu zmienia się od 10 do 1 000 omów, i tu znów można stwierdzić, iż odsetek łuków, powstałych na przewodzie górnym, jest najniższy z pomiędzy wszystkich za wyjątkiem odsetka dla odcinka przewodu od Junction do Grand Rapides.

Z tych wszystkich faktów można wyciągnąć wniosek, iż odsetek powstałych przebiegów zmienia się bez wątpienia proporcjonalnie do oporności gruntu. Przewód z Mio do Loud, który biegnie równolegle do rzeki, winien jest, prawdopodobnie, wilgotności gruntu nieskończoną ilość przebiegów na nim powstających. Wszystkie te okoliczności prowadzą do tego praktycznego wniosku, iż wszystkie trzy przewody linii winny być zbliżone do siebie, jak tylko można, czy też — być zawieszane w jednej płaszczyźnie poziomej. Jeśliby układ tego ostatniego rodzaju był przyjęty dla przewodu z Elenville do Sayinard, zostałby on prawie zupełnie zabezpieczony od zaburzeń, spowodowanych przez uderzenia piorunu, i to nawet bez zaopatrzenia w przewód ziemny. Z drugiej strony, bez zmian jakichkolwiek w je-

go stanie obecnym odcinek z Junction do Grand Rapids dałby takie same pomyślne wyniki, jeśliby był zaopatrzony w jeden lub kilka przewodów ziemnych i gdyby starano się zapewnić połączenia tych ostatnich z należytem uziemieniem.

II. Zabezpieczenia od powstawania przebiegów i ich skuteczność. — Celowość stosowania środków zabezpieczających wynika z następującej statystyki: ilość uszkodzeń przewodów rozpatrywanej sieci Consumers Power Company z 66%, 34% i 24% dla przewodów, nie zaopatrzonych w urządzenia zabezpieczające, spadła do 3%, 5% i 5% — dla przewodów, zaopatrzonych w odgromniki różkowe i do 5%, 3% i 11,5% — dla linii, wyposażonych w regulatory strumienia, z czego wynika do pewnego stopnia mniejsza wartość tych ostatnich w porównaniu z odgromnikami różkowymi: na przewodach, zaopatrzonych w urządzenia zabezpieczające, nie było przepalonych przewodów, czy też uszkodzonych części żelaznych izolatorów. Na 345 wypadków uszkodzeń drutów na przewodzie z Junction do Grand Rapids tylko 3 doprowadziły do konieczności przerwy w pracy dla ich naprawy, pozostałe zaburzenia w pracy, mniej ważne, stanowią pomimo to niebezpieczeństwo na przyszłość, prowadząc do tworzenia się na przewodzie punktów słabych, gdzie przewodniki ustępują łatwiej pod działaniem przeciążenia, czy szronu. Dla pozostałych części urządzenia przebiegów są w każdym razie mniej groźne. Zachodzą niekiedy wypadki przebiegów górnych czy dolnych ogni łańcucha izolatorów. Uznano jednak za zbyt kosztowne umieszczanie urządzeń zabezpieczających na wierzchołku łańcucha, ponieważ wypadki tego rodzaju są dość rzadkie. Zależy to bez wątpienia od tego, iż natężenie prądu w łuku przy sieci, izolowanej od ziemi, jest znacznie mniejsze, aniżeli w sieciach, których punkt zerowy jest uziemiony.

Przebiegi rozchodzą się na ogromne odległości wzdłuż powierzchni, które im służą za punkt oparcia. W myśl opinii niektórych osób łuk przy każdej zmianie kierunku prądu daje niezależne opalenie, a wygląd śladów, jak się zdaje, potwierdza to zdanie. Małe okrągłe ślady wypaleń okazują się groźniejszymi na sieci, pracującej przy 30 okr./sek., aniżeli przy częstotliwości 60 okr./sek.; prawdopodobnie zależy to od dłuższego stosunkowo trwania oddziaływania zjawiska, umiejscowionego w wypadku sieci pracującej przy niższej częstotliwości. Z ilości plam można ustalić czas trwania przebiegów, przyczem znaleziono, że większość ich nie utrzymuje się nawet w przeciągu całej sekundy, inne zaś czas nieco dłuższy, i im to właśnie należy przypisywać najpoważniejsze uszkodzenia. Wiele przebiegów tworzy się pomiędzy słupami a naciągami łańcuchami izolatorów, czy też raczej umocowaniami zabezpieczającymi, które należałoby wobec tego dawać w możliwie znacznej odległości od wsporników. Autor zakończył ten rozdział, przytaczając odsetek ogni izolatorowych, narażonych na przebiegię według kolejności położenia, zajmowanego przez nie w łańcuchu.

III. Pomiar przebiegów. — Klidonografy zarejestrowały w przeciągu 8 miesięcy 1925 roku 567 przebiegów, w granicach od 1,5 do 10-krotnego napięcia normalnego w stosunku do ziemi. Same tylko przebiegi pochodzenia burzowego przekraczają więcej, aniżeli 5-krotnie napięcie normalne, im to należy też przypisać powstawanie łuków, obejmujących izolatory. Wobec rozmieszczenia klidonografów na znacznej przestrzeni można sobie stworzyć tylko bardzo niekompletne pojęcie o ilości i sile przebiegów, powstających w następstwie uderzenia piorunu, a odznaczających się spadzistością czoła fali

oraz wysoką częstotliwością drgań. Pewnego razu przyrząd, zainstalowany w Grand Rapids, zarejestrował na jednej fazie przepięcie, równe 10-krotnemu napięciu normalnemu, na drugiej zaś — 9-krotnemu; na podstacji w Cooke podczas burzy o wyjątkowej gwałtowności stwierdzono przepięcia, przekraczające 15-krotnie napięcie normalne. Łańcuchy izolatorów same stanowią najlepsze wskazówki wielkości przepięć. F. W. Peck (młodszy) dowiódł, iż napięcie dla łańcucha izolatorów tego rodzaju, jak używane na tej sieci, zawiera się w granicach od 1 200 000 do 1 400 000 V. Z drugiej strony liczby, przytoczone powyżej, dowodzą, iż napięcia o wielkości podobnej lub nawet jeszcze większe są z pewnością możliwe i na przewodach przesyłowych i usprawiedliwiają stosowanie do obliczeń napięć, indukowanych w przewodach przesyłowych, położonych w obrębie okręgów, nawiedzanych przez burze, gradientów potencjału w wysokości 90 do 150 kV/m.

Przepięcia, wywoływane przez połączenia na sieci oraz przez łuki ziemne, są mniej niebezpieczne, aniżeli poprzednie, i na izolatory nie działają. Ich zarejestrowane obrazy bliżej odpowiadają ich rzeczywistej wielkości, aniżeli wówczas, gdy chodzi o przepięcia pochodzenia burzowego, wobec znacznie dłuższego przebiegu pierwszych wzdłuż przewodów, aniżeli ostatnich.

IV. Środki zapobiegawcze. — Wszelkie nowe przewody sieci są zaopatrywane w przewody ziemne; pewna część dawnych odcinków również została zaopatrzona w urządzenia zabezpieczające, które, zresztą, mają być też szerzej stosowane. Przewód ziemny linii z Saginaw

dc Flint powinien być być zainstalowany ku końcowi roku 1927; autor spodziewa się, iż uda się zebrać dostateczne dane, aby zdać sobie sprawę ze znaczenia przewodu ziemnego z punktu widzenia obniżenia ilości tworzących się przepięć. Równolegle do tego przewodu biegnie inna linia bez przewodu ziemnego. Przy wyjściu obu przewodów z Flint odstęp ich wynosi 5 km, dosięgając 12 km przy dojściu do Saginaw. Projektowane jest zainstalowanie na tych przewodach większej ilości klidonografów, których zapisy pozwolą porównać linię z przewodem ziemnym z linią bez takiego przewodu.

Od roku 1925 wykonano wielką ilość pomiarów oporności gruntu; starano się również ustalić położenie efektywnego poziomu ziemi, aby zdać sobie sprawę z wartości urządzeń zabezpieczających. Wszystkie przewody, niezależnie od tego, czy są zaopatrzone w przewód ziemny, czy też nie, otrzymują urządzenia zabezpieczające przeciwko tworzeniu się przepięć. Dla niektórych miejscowości zaleca się stosowanie słupów w postaci litery H, gdyż powodują one zwiększenie izolacji linii i umożliwiają umieszczanie przewodów w jednej płaszczyźnie poziomej, możliwie najwięcej zbliżonej do powierzchni ziemi. Na wszystkich nowych przewodach przesyłowych linki zostały podniesione wyżej i rozstawione dalej; wszystkie łańcuchy izolatorów są wykonane w taki sposób, aby było możliwe dołączenie do nich dodatkowych ogniów, o ileby zostało stwierdzone, że wpływ przewodu ziemnego jest niewystarczający.

(J. A. I. E. E., t. XLVI, str. 1221).

W I A D O M O Ś C I T E C H N I C Z N E.

Podstacje automatyczne tramwajów miejskich w Brnie. Przedsiębiorstwa europejskie zaczynają coraz częściej stosować wzorem Ameryki, podstacje automatyczne dla instalacji trakcyjnych. Ostatnio tramwaje w Brnie (Czechosłowacja) zastosowały parę podstacji prostowników rtęciowych tego typu.

Każda podstacja składa się z dwóch zespołów prostowniczych o mocy 600 kW każdy, zasilanych prądem zmiennym o napięciu 6000 V. Rozmiary budynków sprowadzone zostały do minimum, gdyż podstacja, złożona z trzech pomieszczeń, zajmuje 121 m² powierzchni.

Jedno z pomieszczeń przeznaczone jest na urządzenia wysokiego napięcia, drugie — na transformatory główne, wreszcie trzecie — na prostowniki, urządzenia pomocnicze i aparaturę prądu stałego.

Podstacja jest całkowicie automatyczna, a jej warunki pracy następujące:

1. Włączanie zespołu przez przekaźnik godzinowy.
2. Możliwość włączania i wyłączania podstacji na odległość z elektrowni tramwajowej.
3. Włączanie zespołu zapasowego przez przekaźnik cieplny, włączony w obwód przewodu zasilającego.
4. Włączanie zespołu zapasowego w razie uszkodzenia zespołu pracującego.

Podstacja zabezpieczona jest od możliwych zaburzeń, uszkodzeń i wypadków na linii w sposób następujący:

- a) Od fałszywego włączenia biegunowości — wypadek przy prostownikach niemożliwy.
- b) Od prądu powrotnego — w normalnych warunkach pracy prąd taki przez prostownik płynąć nie może. W razie jednak zaburzeń w działaniu zaworów prostownika powstać może łuk powrotny po-

między poszczególnymi anodami. Od wypadku tego zabezpieczone są prostowniki przez odpowiedni przekaźnik, wyłączający natychmiast zespół. Ponieważ jednocześnie z wyłączeniem zespołu gaśnie łuk, a więc znika samo zwarcie, prostownik włączony być może natychmiast ponownie na sieć.

- c) Od zwarcia na sieci prądu stałego chronią prostowniki momentalne wyłączniki nadmiarowe, umieszczone wprost na przewodach zasilających. W razie kilkakrotnego wyłączenia, odpowiedni przewód zostaje na stałe odłączony, a równocześnie zaalarmowana zostaje stacja centralna.
- d) Od nadmiernego nagrzania prostownika — kontakt termometru powoduje wyłączenie zespołu pracującego oraz jednocześnie włączenie zespołu zapasowego. W tej samej chwili działać zaczyna sygnał alarmowy.
- e) Od braku wody w obwodzie chłodzenia. — W tym wypadku działa tylko sygnał alarmowy, prostownik jednak pracuje w dalszym ciągu, do chwili gdy temperatura jego przekroczy granice dopuszczalne (patrz punkt d).
- f) Zanik napięcia pierwotnego — nie powoduje wyłączenia podstacji, która działać zaczyna równocześnie z włączeniem prądu na sieci pierwotnej.
- g) Od przeciążenia prostownika — przez wyłącznik nadmiarowy, wyłączający zespół w razie kilkakrotnego przeciążenia. Przekaźnik cieplny powoduje jednocześnie włączenie zespołu zapasowego.
- h) Od przegrzania transformatora, które pochodzi może jedynie od przeciążenia lub zwarcia pomiędzy uzwojeniami, chroni zespół w pierwszym wy-

padku przekaźnik cieplny, powodujący włączenie zespołu zapasowego, w drugim wyłącznik nadmiarowy. Innych zabezpieczeń nie przewidziano.

- i) W razie zwarcia na podstacji — następuje natychmiastowe wyłączenie prostownika przez główny wyłącznik nadmiarowy.

Średnia dzienna sprawność podstacji wynosi 92,3%. Ponieważ średnia sprawność podstacji przetwornicowej tej samej wielkości wynosiła 87,6%, więc oszczędność na zużyciu energii wynosi 4,7%, co stanowi około 690 kWh dziennie, dając roczną oszczędność około 12 500 fr. szwajcarskich. Uwzględniając zmniejszoną do minimum obsługę, oraz oszczędności na utrzymaniu podstacji, otrzymuje się roczną oszczędność, wynoszącą dla każdej podstacji około 29 000 fr. szwajc.

(Revue BBC Nr. 2/1929 r.).

Związek elektrotechniczny kobiet w Anglii.

Związek taki istnieje od czterech lat i w ciągu tego czasu dużo zdziałał w sprawie zastosowania elektryczności w gospodarstwie domowym.

Zebrania walne odbywają co roku w czasie wystawy przemysłowej w Newcastle-on-Tyne w środku lipca i mają znaczenie międzynarodowe. Udział w zebraniu biorą również referentki z kontynentu i z za oceanu.

E. T. Z. 1928 rok, str. 945.

Nowe sposoby otrzymywania prądu wysokiego napięcia. Prąd o wysokim napięciu może być otrzymany przez stopniowe przyspieszanie biegu elektronów i jonów elektrycznych.

Takie przyspieszanie odbywać się może w dwojaki sposób: w polu elektrycznym lub w zmiennym polu magnetycznym. Pole elektryczne w tym celu dzieli się na cząstki, które elektron przebiega kolejno, otrzymując stopniowo coraz większą szybkość. Cząstki pola mogą być wzbudzone napięciem niezbyt wielkim równolegle, jon zaś przebiega przez nie kolejno w „szereg” i otrzymuje szybkość, odpowiadającą napięciu wielokrotnemu.

Zmienne pole magnetyczne indukuje prądy w rurce kołowej z rozrzedzonym gazem. Zmienność i układ pola dobiera się w ten sposób, aby za każdym obiegiem, jony otrzymywały nowy impuls w tym samym kierunku. W ten sposób można wywołać prądy takie, jakie daje napięcie obwodowe 10 milionów woltów.

(R. Wideröc Arch. El. Bd. 21, str. 387).

Kolej elektryczna Spoleto — Norcia. W końcu 1926 r. oddana była do użytku publicznego zelektryfikowana kolej dojazdowa Spoleto - Norcia (Włochy środkowe). Kolej jest typu górskiego, o prześwicie 0,95 m, wzniesieniach, dochodzących do 45‰ i łukach do 85 m. Całkowita długość linii wynosi 56 km, z czego 9 km stanowią tunele i wiadukty. Ruch na kolei ma charakter turystyczny, istnieje jednak również ruch miejscowy tak osobowy, jak i towarowy.

Linia zasilana jest z jednej podstacji silnikowo-prądnicowej prądem stałym o napięciu roboczym 2400 V. Ener-

gia do podstacji doprowadzana jest pod postacią prądu trójfazowego 28 000 V.

Tabor stanowi pięć wagonów motorowych, 8 doczepnych, oraz 35 towarowych. Tak pociągi osobowe, jak i towarowe obsługiwane są przez wagony motorowe, gdyż lokomotyw wcale nie przewidziano. Charakterystyki wagonów są następujące: waga wagonu pustego 29 tonn, miejsc siedzących 55, stojących 10. Moc godzinna — 400 KM, wytworzona przez cztery silniki, zawieszone „za nos”, połączone zawsze po dwa w szereg. Przewidziane zostało hamowanie na opory, które stosowane jest jednak tylko jako pomocnicze. Wagon motorowy jest w stanie rozwinać z pociągiem o wadze 80 tonn prędkość 23 km/godz. na wzniesieniu 45‰ i 40,5 km/godz. na poziomie. Mimo trudnego profilu prędkość handlowa wynosi dla całej linii średnio 22 km/godz.

Ruch na kolei jest naogół dość słaby: kursuje średnio 5 par pociągów na dobę. Na specjalne podkreślenie zasługuje fakt, iż personel kolejowy składa się ogółem tylko z 65 pracowników.

(Revue BBC. Nr. 8/1928).

Ogrzewanie pociągów elektrycznych na stacjach krańcowych. Wagony kolei szwajcarskich ogrzewane są, jak wiadomo elektrycznie, posiadają jednak również urządzenia do ogrzewania parowego. Przed odjazdem ze stacji krańcowych pociągi osobowe w okresie zimowym muszą być uprzednio podegrzane, co wymaga zwykle około 30 minut czasu. Ponieważ na zelektryfikowanych stacjach, uruchomienie na ten okres ogrzewania parowego nie opłacało się, zwykle przyczepiana bywa do stojącego pociągu lokomotywa elektryczna, której jedynym zadaniem było dostarczanie prądu do obwodu ogrzewania. System ten zwiększał znacznie czas bezużytecznych postojów lokomotyw, wpływając tem samem ujemnie na ich wyzyskanie.

Tytułem próby zastosowane zostało w roku ubiegłym na stacji w Zürichu urządzenie do elektrycznego ogrzewania zestawionych pociągów, przyczem prąd dostarczany do nieruchomych zacisków, rozmieszczonych wzdłuż torów stacyjnych i zestawczych a stamtąd do wagonów.

Urządzenie składa się z pary transformatorów o mocy 600 kVA każdy, umieszczonych na wózku i zasilanych bezpośrednio z sieci roboczej prądem jednofazowym 15 000 V. Transformatory przetwarzają prąd na napięcie 1 000 V, które rozprowadzone zostaje do szeregu zacisków, w danym wypadku 11-tu. Na wózku znajdują się również w specjalnej kabinie wszystkie urządzenia pomocnicze: olejowy wyłącznik samoczynny, przyrządy i przekaźniki, te ostatnie kierowane prądem 125 V. Tory stacyjne obsługiwane są przez oddzielny transformator pojedynczy, takiej samej, jak opisanej konstrukcji.

Elektryczne urządzenie ogrzewania pociągów na stacjach okazało się daleko dogodniejszym od parowego; prócz znacznych oszczędności na paliwie, gdyż pobierana jest z nich tylko potrzebna w danym momencie ilość energii, unika się przykrego syku oraz kłębow buchającej pary, nie miłych dla podróżnych i utrudniających manewry.

Podobne do poprzednio opisanego urządzenia zainstalowane zostały również na niektórych stacjach kolei Retyjskich.

(Revue BBC. Nr. 9/1928).