

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom XII.

Warszawa, dnia 17 grudnia 1903 r.

№ 50.

Od Redakcyi.

W d. 1, 2 i 3 października r. b., jak to już donosiliśmy¹⁾, odbyło się w Warszawie Zebranie Ogólne Delegacji Elektrotechnicznej, na którym wygłosili odczyty pp. prof. Kowalski, prof. Pożaryski, Hertz, Gnoiński, Trylski, Klamborowski, Brzeski, Ruśkiewicz i in. Numer niniejszy Przeglądu Technicznego poświęcamy upamiętnieniu tego Zebrania Ogólnego, które stanowi chlubny dowód użytecznej i poważnej działalności Delegacji Elektrotechnicznej. Pomieszczamy przeto w numerze niniejszym wyłącznie odczyty, wygłoszone na rzeszonem Zebraniu Ogólnem oraz prace z Zebraniem tem w związku pozostające.

Zwracamy przytem uwagę na zamieszczoną na końcu numeru niniejszego zapowiedź nowego działu w piśmie naszym, poświęconego wyłącznie elektrotechnice.

¹⁾ Por. Przegl. Techn. № 40 z r. b., str. 581.

Sprawozdanie z dotychczasowej działalności Delegacji Elektrotechnicznej

przy Oddziale Warszawskim Tow. pop. przemysłu i handlu.

W miarę stałych postępów, jakie z roku na rok czyniła w kraju naszym elektryczność w swych zastosowaniach do celów przemysłowych, poczęły wylaniać się sprawy, które wymagały od członków Sekcyi Technicznej Oddziału Warszawskiego Tow. pop. przem. i handlu specjalnej wiedzy i kompetencji. Sprawy takie, ze względu na charakter ogólnotechniczny Sekcyi, nie zawsze mogły być należycie w łonie samej Sekcyi rozważane. Jedną z tego rodzaju spraw np. była kwestya oświetlenia elektrycznością m. Warszawy, co do której Sekcyja Techniczna wystąpiła z odpowiednim memoriałem, przedstawionym władzy krajowej, a ułożonym przy współudziale specjalistów elektrotechników, członków Sekcyi Technicznej, podówczas jeszcze nie zorganizowanych w oddzielną delegację. Z chwilą jednak, gdy napływ do Sekcyi Technicznej członków z wykształceniem specjalnie elektrotechnicznym wzmógł się dostatecznie, postanowiono utworzyć oddzielną Delegację Elektrotechniczną. W d. 27 marca 1899 r. odbyło się pierwsze posiedzenie organizacyjne przy współudziale 14 elektrotechników, członków Sekcyi, które to zebranie orzekło ukonstytuowanie się Delegacji Elektrotechnicznej i określiło jako zasadniczy kierunek pracy, oprócz odczytów i pogadanek natury specjalnej — ujednostajnienie słownictwa elektrotechnicznego oraz zajęcie się wydawnictwami prac samodzielnych i przekładów z dziedziny elektrotechniki.

Zadaniu temu Delegacja odpowiedziała należycie. Bardzo ważna sprawa słownictwa elektrotechnicznego znalazła swój wyraz w pracach specjalnie do tego powołanej komisji.

Z inicjatywy Delegacji powstał projekt urządzenia szeregu odczytów z dziedziny elektryczności stosowanej w celu zapoznania szerszego ogółu techników z ogólnymi zasadami elektrotechniki, co było bardzo na czasie wobec zwiększenia się u nas urzędów elektrycznych do celów oświetlenia i motorycznych. Projekt ten został wprowadzony w życie w r. 1900. Członkowie Delegacji pp. Jasiński, Kipmann, Lutosławski, Ruśkiewicz, Szapiro i Wiesiołowski wygłosili szereg prelekcji, stanowiących rodzaj całkowitego kursu elektrotechniki. Wykłady te zapoznały słuchaczy zarówno z ogólnymi zasadami teoretycznymi elektrotechniki, jako też z zastosowaniami elektryczności do oświetlenia, przenoszenia siły na odległość, trakcyi, telegrafów i telefonów. Niektóre z tych odczytów ukazały się następnie w druku, z bogactwem tem samem ubogie dotąd piśmiennictwo nasze zawodowe. Tym sposobem powstały dzieła: B. Szapiro „Oświetlenie elektryczne“, M. Lutosławskiego „Prąd elektryczny“, T. Ruśkiewicza „Tramwaje i koleje elektryczne“. Również z inicjatywy Delegacji zostały wydane przez pp. K. Gnoińskiego i W. Hertzę w polskiem opracowaniu „Przepisy bezpieczeństwa“ przy instalacjach o prądzie silnym.

Po ukończeniu wyżej przytoczonych wykładów, Dele-

gacja postanowiła wprowadzić w czyn szereg odczytów dla elektrotechników-praktyków, którzy poczęli zapisywać się na członków Delegacji, w celu zapoznania ich z teoretycznymi zasadami elektrotechniki w sposób przystępny, odpowiadający poziomowi wykształcenia przeciętnego monterów elektrycznych. Od maja 1901 r. do czerwca 1903 r. działalność Delegacji ześrodkowana była niemal wyłącznie w tym kierunku.

Wygłoszono ogółem 45 odczytów, zawierających podobnie jak poprzednie całkowity kurs elektrotechniki. Odczyty te wygłosili:

M. POŻARYSKI: O motorach prądu stałego; O łuku Voltę; O prądach zmiennych i motorach trójfazowych; O motorach gazowych i naftowych.

W. HERTZ: Akumulatory elektryczne; Montaż sieci.

B. SZAPIRO: Co to jest elektryczność, jak się wytwarza; Lampy żarowe.

K. GNOIŃSKI: Prądy trójfazowe i maszyny prądu zmiennego; Typy motorów trójfazowych i ich ustawianie.

T. SUŁOWSKI: Ustawianie i regulacja lamp łukowych; Przyrządy miernicze i tablice rozdzielowe.

Z. BERSON: Rewizya sieci i pomiary izolacji.

T. RUŚKIEWICZ: Koleje elektryczne.

K. WOYZBUN: Motory trójfazowe.

STRASBURGER: Ogniwa elektryczne; Telegrafy i linie telegraficzne.

NIEMIROWSKI: Telefony i stacje telefoniczne.

STRASZEWICZ: Wstęp do nauki o motorach.

LUTOSŁAWSKI: O motorach DIESEL'A.

KNAUFF: Maszyny parowe.

W ostatnich dniach działalność Delegacji zaznaczyła się najwyraźniej przez zwołanie Zebrania Ogólnego członków z udziałem zaproszonych gości. Na posiedzeniach odczytano kilka bardzo ciekawych referatów, które poniżej numer dzisiejszy zawiera i uchwalono szereg rezolucji, z których jedna dotyczy bezpośrednio Przeglądu Technicznego. Ogólne Zebranie wypowiedziało się mianowicie za wprowadzeniem w Przeglądzie Technicznym osobnego Działu Elektrotechnicznego, a obowiązek zajęcia się tą sprawą włożyło na Zarząd Delegacji w osobach pp. K. Gnoińskiego, T. Ruśkiewicza i M. Pożaryskiego.

Nie ulega wątpliwości, że obecnie, kiedy już i u nas elektryczność wywalczyła sobie takie znaczenie we wszystkich niemal gałęziach techniki, stworzenie specjalnego działu elektrotechnicznego w piśmie naszym ma rację bytu. Od poparcia więc tylko ogółu elektrotechników naszych zależeć będzie, by dział ten rozwinął się należycie.

Tomasz Ruśkiewicz.

Wyładowanie następowaloby w łuku v w chwili, gdy napięcie osiągnęłoby wartość dostateczną do przebicia tej drogi powietrznej.

Siła prądu byłaby zupełnie określona przez pojemność kondensatora.

W naszym zaś wypadku, przy kilku kondensatorach i zezwojach równoległych, zjawisko staje się bardziej złożone: kondensatory oddziałują wzajemnie na siebie, a wyładowania oscylacyjne mogłyby oddziaływać na główny transformator. Ażeby temu zapobiedz, używamy odpowiednio ku temu obliczonych owych zezwojów a .

Wziąwszy odpowiednią wielkość samoindukcji zezwojów i pojemności kondensatorów, jesteśmy zawsze w możności uregulować i zmienność prądów oscylacyjnych i ich siłę.

System cały wytwarza przesunięcie fazy naprzód; ażeby

je skompensować, używamy odpowiednio urządzonego zezwoju $U D$.

Zapomocą tego urządzenia udało się nam wykonać, wraz z p. Mościkiem, któremu zawdzięcza się opracowanie wszystkich szczegółów technicznych, szereg doświadczeń na większą skalę, zapomocą transformatora o napięciu 50 000 volt. i o sprawności 25 kw. Doświadczenia te przekonały nas, że produkcja kwasu saletrzanego na wielką skalę jest możliwa zapomocą tych metod, ponieważ obliczenia wykazały, że koszt produkcji czystego kwasu saletrzanego w warunkach sprzedażnych energii elektrycznych w Szwajcaryi (0,7 cent. za kw-godzinę) nie przenosiłoby 18 cent. za kg .

Wobec tego, że dzisiejsza cena wynosi 45—50 cent. za kg , widzimy, że pod względem technicznym można temu wynalazkowi rokować pewne nadzieje.

Prof. Józef Kowalski.

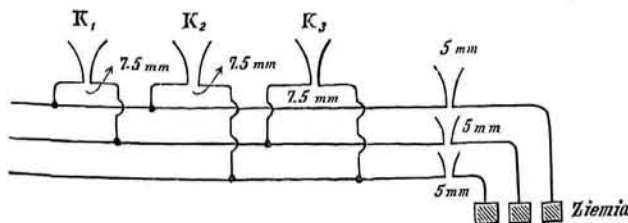
O kilku zjawiskach rezonancyi elektrycznej.

W niniejszym referacie pragnę mówić o kilku zjawiskach momentalnych pod wyższych napięć wskutek oddźwięków (rezonancyi) elektrycznych. Zaszły one w sieci przewodników pewnej stacji elektrycznej, położonej w Norwegii i pracującej o prądzie trójfazowym, o napięciu 7000 v. Zjawiska, które poniżej rozpatrywać będę, zasługują o tyle na uwagę ogólną, iż zdarzają się one dość często w stacjach elektrycznych t. zw. „Ueberland-Centralen“ i pracujących o wysokim napięciu.

Jednocześnie pragnę dać objaśnienie, jakie warunki wywołują owe zjawiska i podać środki, za których pomocą można uniknąć tych dla prawidłowego ruchu stacji nader nieprzyjemnych zjawisk, względnie stłumić je w sposób nieszkodliwy dla samej stacji.

Dla łatwiejszego zorientowania się w rzeczonych zjawiskach, podaję najpierw chociażby w krótkości główne dane, dotyczące urządzenia stacji, na której spostrzeżenie było uczynione.

Stacja ta, wyzyskująca siłę wodospadu, znajduje się w odległości 7 km od miasta. Na stacji pracują 3 turbo-generatory, o mocy po 850 kilowatów (= 1200 k. p.). Ze stacji prąd, o napięciu 7000 v, jest przeprowadzony zapomocą dwóch równoległych włączonych grup przewodników napowietrznych aż do granicy miasta, skąd zapomocą kabli podziemnych, również o temże wysokim napięciu, rozprządza się po mieście. Ogólna długość kabli wysokiego napięcia wynosi 15 km. Przejście z przewodników napowietrznych do kabli ułożonych pod ziemią znajduje się w osobno na ten cel zbudowanym domku, położonym na granicy miasta. W budynku tym znajdują się również bezpieczniki, wyłączniki i piorunochrony. Każdy z przewodników linii napowietrznej jest zabezpieczony przez piorunochrony w kształcie rogów ustawionych na odległość 7,5 mm, względnie 5 mm (rys. 1). W sieci



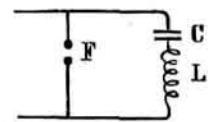
Rys. 1.

kablowej włączono około 20 transformatorów różnej wielkości (do 100 kw), z których wszystkie, za wyjątkiem kilku, pracują na zamkniętą w sobie sieć niskiego napięcia (również kable) o 150 v. W samem mieście ustawiono oprócz tego dwie grupy maszyn do przetwarzania prądu trójfazowego na stały, dla zasilania sieci tramwajowej. Każda z tych grup, o mocy 150 koni, składa się z asynchronicznego motoru na 7000 v i dynamomaszyny o prądzie stałym na 600 v napięcia.

Tyle w krótkości co do samego urządzenia stacji. Teraz przystąpię do właściwego tematu niniejszego referatu. W kilka tygodni po puszczeniu w ruch stacji zaszły stosun-

kowo w krótkim czasie jedno po drugim zjawiska, które tylko przez powstanie nadzwyczaj wysokich chociaż i momentalnych podwyższych napięć objaśnić można było. Na zapytanie, czy w czasie danym nie zauważono jakichkolwiek zmian w stanie elektrycznym atmosfery, dało miejscowe obserwatorium astronomiczne odpowiedź przeczącą. Przyczyny więc każdego z zauważonych zjawisk należało szukać gdzieindziej.

Po bliższym rozpatrzeniu poszczególnych zjawisk i uwzględnieniu drobiazgowo prowadzonej statystyki, dotyczącej ruchu stacji, okazało się, że zjawiska te powstawały w chwilach, kiedy w sieci wysokiego napięcia powstawały prądy ładujące. Prądy te miały przebieg przez skok iskry F (rys. 2) albo do jednego przewodnika lub też ku ziemi, przechodząc przytem w szeregu elektropojemność C i samonidukcję L przyrządów elektrycznych. Oczywiście były więc to prądy o wysokiej ilości okresów, t. zw.

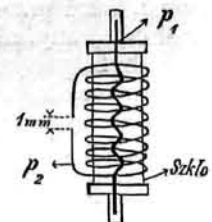


Rys. 2.

„prądy TESLA“ i prądy te wywoływały momentalne podwyższenia napięcia.

Badania wykazały następnie, iż większość tych zjawisk powstała w chwili włączania wyżej wspomnianych asynchronicznych motorów. Podczas jednej z takich manipulacji został uszkodzony również i jeden z tych motorów, przyczem iskra elektryczna przebiła warstwę około 80 mm powietrza między dwiema szpulkami uzwojenia motoru.

Powstawanie prądów „TESLA“ w chwilach włączania silnika było dowiedzione w następujący sposób: W miejsce jednego z trzech bezpieczników w kablu, doprowadzającym prąd o wysokim napięciu do motoru, umieszczono tak zwany transformator „TESLA“. Transformator ten składał się z około 5 zwojów grubego drutu miedzianego jako uzwojenie pierwotne p_1 (rys. 3) i około 65 zwojów cienkiego drutu jako uzwojenie wtórne p_2 .



Rys. 3.

Przy włączaniu danego silnika widocznym było działanie transformatora „TESLA“ przez powstawanie iskier silnie skrzeczących, które przeskakiwały pomiędzy na 1 mm odległości ustawionymi końcami uzwojenia wtórnego p_2 . Doświadczenia były robione z każdą fazą oddzielnie, ale zjawiska te nie były obserwowane w każdym z trzech przewodników i nadto nie z jednakową siłą przy każdym doświadczeniu, lecz tylko wtedy dość widocznie, gdy wyłączniki względnie wolniej zamykano.

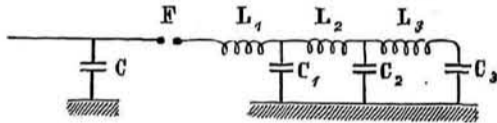
Ścisłe oględziny wyłączników, w kształcie rogów, wykazały rzeczywiście, iż kontakty ich nie dość ściśle ustawionymi były, t. j. w chwili gdy jeden z kontaktów wyłącznika dla prądu trójfazowego był już zamknięty, w dwu innych pozostawały jeszcze odległości około 10 mm do zamknięcia. Skoro tylko kontakty wyłączników zostały ściśle na jednakowe odległości nastawione, tak aby przy działaniu wyłącznika wszystkie trzy fazy były włączone względnie wyłączone, jednocze-

śnie „TESL'A” transformator więcej działania żadnego nawet w kompletnej ciemności nie wykazywał.

Powstawanie fal rezonancyjnych (oddźwiękowych) względnie prądów „TESL'A” o wysokiej ilości okresów, w chwili zamykania niewłaściwie nastawionego wyłącznika, można w danym wypadku objaśnić w sposób następujący:

Skoro tylko jeden z ruchomych (trzech) noży wyłącznika zbliży się do swego kontaktu na odległość odpowiadającą długości skoku iskry, powstaje wtedy i trwa aż do chwili bezpośredniego zamknięcia rząd iskier, w których postaci prąd ładujący przechodzi do przyłączonego do sieci przewodnika.

Prąd ładujący z sieci wysokiego napięcia przechodzi więc przez skok iskry F (rys. 4) w uzwojenie silnika $L_1, L_2,$

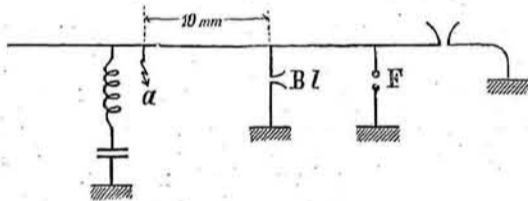


Rys. 4.

$L_3 \dots$, a następnie w dielektryku $C_1, C_2, C_3 \dots$, t. j. izolację uzwojenia silnika, dalej przechodzi na połączoną z ziemią postawę silnika i przez ziemię powraca do sieci, przechodząc przytem elektropojemność (C) kabla. Prąd o wysokiej ilości okresów, wywołanych przez skok iskry, przechodzi więc przez samoindukcję (uzwojenie silnika) i elektropojemność (izolacja zwojów silnika, względnie pojemność kabli) w połączeniu w szereg.

Należy też zwrócić uwagę na to, że uzwojenie silnika i izolacja tegoż przedstawiają równomiernie rozmieszczoną samoindukcję i pojemność, co bardziej jeszcze potęguje podwyższenie napięcia.

Inny niezmiernie też ciekawy i tego samego rodzaju wypadek zdarzył się przy zerwaniu jednego z przewodników linii napowietrznej. Zerwanie nastąpiło przy nadzwyczaj silnej zawiei śnieżnej przy -20°C . Zerwany przewodnik upadł na połączoną z ziemią konstrukcję żelazną linii napowietrznej, nie mógł jednakże dotknąć bezpośrednio żelaza, gdyż było ono pokryte warstwą lodu i śniegu. Warstwa ta pomiędzy przewodnikiem, znajdującym się pod napięciem i żelazem, tworzyła taki opór F (rys. 5), jaki tylko iskra prze-



Rys. 5.

zwyciężyć mogła. Następstwa tego wypadku okazały się jednocześnie w kilku miejscach. Po 1-sze w domku, o którym już mówiłem i w którym linia powietrzna przechodzi w podziemną, iskra przeskoczyła od szyny zbierającej a przez izolator żłobkowy, nie uszkadzając go, na konstrukcję żelazną, która była połączona z ziemią. Odległość przebyta przez iskry wynosiła w tym wypadku około 100 mm. Po 2-gie w najbliższym kiosku transformatorowym została przebita również ku ziemi izolacja przewodnika i po 3-cie uzwojenie transformatora zostało krótko w sobie zamknięte. To ostatnie jest wielce charakterystycznym i powtarzającym się często w zjawiskach „TESL'A”. Te trzy zjawiska zaszły w jednej i tej samej fazie; czy jednak powstały one jednocześnie, czy też jedno po drugim w krótkich odstępach czasu, orzec trudno. Ze względu na pewien przeciąg czasu, zanim po zauważeniu nieporządku w sieci przez personel stacyjny maszyny mogły być zatrzymane, jest możebnym, iż przeskok iskry parokrotnie zachodził wskutek podskoków zerwanego przewodnika na żelazie, wywołanych przez silny wiatr huraganu.

Godną przytem uwagi jest ta okoliczność, że w danym przewodniku na odległości 10 m (rys. 5) od przebicia szyny a ku ziemi, znajdował się na 5 mm odległości nastawiony piorunochron Bl , którego te zjawiska do działania doprowadzić nie były w stanie. To dowodzi, że piorunochron Bl znajdował się w bliskości a może i w jednym z węzłów fal „TESL'A”.

Inne zdarzenie zaszło wskutek nieprawidłowego wykonania pewnej czynności przez personel stacyjny. Cała sieć przewodników wysokiego napięcia była pewnego razu ze stacyi wyłączona przez nagłe otworzenie wyłączników przy pełnym napięciu 7000 v. To zaszło o północy, a więc w czasie, kiedy pożyteczne obciążenie stacyi składało się tylko z prądu ładującego sieć przewodników i namagnetyzującego transformatory. Przy otworzeniu wyłączników w takich warunkach przeskakuje również iskra pomiędzy kontaktami wyłącznika. Prąd o wielkiej ilości okresów przeszedł przez skok iskry, przez samoindukcję przewodników napowietrznych i elektropojemność kabli, wszystko to połączone w szereg, co wywołało momentalne podwyższenie napięcia. To podwyższenie napięć pociągnęło za sobą nadzwyczaj silne działanie przyrządów K_1, K_2, K_3 (rys. 1), służących do krótkiego zamknięcia prądu w razie nienormalnego podwyższenia napięcia. Zamknięcie prądu było tak silne, że płomień, jak ślady wykazały, doszedł do 3 m wysokości. Prąd ten, powstały przez krótkie napięcie, był w następnej chwili momentalnie przerwany przez dalsze otwieranie wyłącznika; to spowodowało ponowne momentalne podwyższenie napięcia¹⁾, którego rezultatem było silne przebicie kabla.

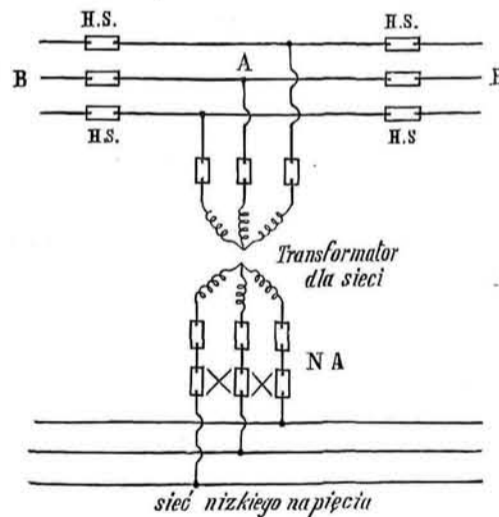
Muszę tu zauważyć, iż w wypadkach, gdy prądy ładujące przez skok iskry spływały ku ziemi, przyrządy K_1, K_2 i K_3 , służące do krótkiego zamknięcia, albo wcale nie działały, albo zupełnie słabo i nieregularnie.

W referacie niniejszym opisane zdarzenia pozwalają przypuszczać, iż i w innych stacjach o wysokim napięciu powstałe i w większości niedostatecznie wyjaśnione wypadki przebicia izolacji lub krótkie w sobie zamknięcia uzwojeń dynamomaszyn, motorów lub transformatorów powstawały również w warunkach, kiedy w sieci wywołane bywały przez skok iskry prądy ładujące o wielkiej ilości okresów.

Zjawiska te mogą powstać w sieci wysokiego napięcia również i przy włączaniu lub wyłączaniu pojedynczych grup przewodników, posiadających elektropojemność i samoindukcję, jak np. kabel podziemny z przyłączonym na końcu motorem lub transformatorem, przez wstawianie lub wyjmowanie bezpieczników pod wysokim napięciem.

Aby zapobiedz podobnym wypadkom, personelowi stacyi dana była następująca instrukcja:

a) Przyłączenie nowej linii A podziemnej (kabli) do sieci wysokiego napięcia B podczas ruchu stacyi powinno być w ten sposób dokonywane, że najpierw zamyka się wyłącznik niskiego napięcia NA (rys. 6) i dopiero wtedy można przez



Rys. 6.

wstawienie przynależnych bezpieczników HS wysokiego napięcia nową linię wprowadzić w bezpośrednie połączenie z siecią B , będącą pod napięciem, unikając skoku iskry i prądów ładujących.

¹⁾ Przyjawszy pod uwagę, iż dynamosazyna (850 kw) daje około 250 amp. przy krótkim zamknięciu i że każdy amper przerywanego prądu powoduje, jak obliczenia wykazują, podwyższenie napięcia o mniej więcej 200 v, możemy sobie łatwo przedstawić, do jakiej wysokości doszło napięcie w tym wypadku.

b) Wyłączenie części przewodników podziemnych z sieci wysokiego napięcia podczas ruchu stacyi należy wykonywać w sposób odwrotny, t. j. najpierw przez wyjęcie bezpieczników wysokiego napięcia *H S*, a dopiero potem przez otwarczenie wyłącznika niskiego napięcia *N A*.

Tyle o samych zjawiskach, a teraz dodam kilka słów o urządzeniu, zapobiegającym podobnym zjawiskom. Tam, gdzie w zwykłych warunkach powstawania prądów „TESLA” uniknąć trudno, lub zupełnie niepodobna, można uczynić je nieszkodliwymi przez postawienie odpowiednio czułych, t. j. na małą odległość nastawionych bezpieczników napięciowych w kształcie znanych piorunochronów SIEMENS'A. Aby jednakże podczas działania podobnych przyrządów uniknąć zbyt silnego prądu, powstałego wskutek krótkiego zamknięcia, należy włączyć w te przyrządy opór omiczny, najdogodniej w płynnej postaci, który, odpowiednio obliczony, nie dopuszcza przekraczania prądu ponad z góry określoną, przez wzgląd

na dynamomaszynę, maksymalną granicę. Opór omiczny działa jednocześnie tłumiąco na fale prądów o wielkiej ilości okresów.

Tego rodzaju urządzenie ochronne jest kombinacją z piorunochronów, dławników (n. Drosselspulen) i oporu omicznego. Przyrządy te należy obliczyć, zależnie od miejscowych warunków, elektro pojemności i samoindukcyi danej sieci, oraz od oczekiwanego podwyższenia napięcia.

Urządzenia takie zostały już ustawione w kilku większych stacyach centralnych, pracujących o wysokiem napięciu, w których przedtem, wskutek powyżej opisanych przyczyn, dość często poważne przerwy w ruchu stacyi zachodziły.

Przyrządy te przeszło rok już są w działaniu i w zupełności odpowiadają swojemu przeznaczeniu.

J. Lenartowicz.

O transformatorach trójfazowych.

W niniejszej notatce naszkicuję w kilku słowach, jak należy obliczać transformator, wymienię warunki, jakim dobry transformator winien odpowiadać i nareszcie wskażę, jak transformator już zbudowany należy badać.

Chcąc obliczyć transformator, należy przedewszystkiem dokładnie zbadać magnetyczne własności żelaza. Krzywa zależności indukcyi od siły magnetyzującej nie ma wielkiego znaczenia. Niezbędna zaś jest zależność strat przez hysterezę i prądy wirowe od indukcyi i ilości okresów.

Dla znalezienia tej zależności ustanowiono wiele metod, polegających na nadaniu blachom odpowiedniego, mniej lub więcej pomysłowego kształtu. Najprostszy i zupełnie wystarczający polega na tem, że z blachy, pochodzącej z danego transportu, buduje się małe transformatoriki, który ubraja się w jedno tylko uzwojenie. Przy budowie mierzymy dokładnie przekrój, szerokość i ciężar blach, skąd wiemy przekrój żelaza *Q* transformatorika, a także notujemy ilość zwojów. Do końcówek transformatorika doprowadzamy zmienne napięcie *P* i mierzymy zapomocą watomierza dla różnych ilości okresów (które można sprawdzić zapomocą licznika na generatorze) zużycie energii transformatorika. Podzieliwszy otrzymaną wielkość przez ilość *cm³*, otrzymamy krzywą zależność straty *W₁* od napięcia. Znając opór uzwojenia transformatorika, możemy, jeżeli chodzi o wielką dokładność, obliczyć stratę przez opór omiczny i odjąć ją od *W₁*. Otrzymamy wówczas drugą krzywą, zależności straty w żelazie od napięcia. To ostatnie jest zresztą zbyteczne i w praktyce nigdy się nie robi, gdyż opór uzwojenia bywa niezmiernie mały.

Prawo indukcyi według FARADAY'A brzmi: siła elektromotoryczna $EMS = \frac{dN}{dt} \cdot Z$, gdzie

N = zmienny według sinusa magnetyzm,

Z = ilość zwojów w szeregu,

$N = Na \cdot \sin 2\pi \omega t$, gdzie

Na = amplituda,

ω = ilość okresów,

t = czas. — Podstawivszy, otrzymamy

$$EMS = Na \cdot 2\pi \omega \cdot Z \cdot \cos 2\pi \omega t.$$

$Na \cdot 2\pi \omega \cdot Z$ = amplitudzie siły elektromotorycznej.

$$\text{Wartość efektywna} = \frac{Na \cdot 2\pi \omega \cdot Z}{\sqrt{2}} = P,$$

skąd

$$Na = \frac{P \sqrt{2} \cdot 10^8}{2\pi \omega \cdot Z} \text{ w jednostkach absolutnych}$$

$$Na = B \cdot Q,$$

gdzie *B* = indukcyja, *Q* = przekrój żelaza,

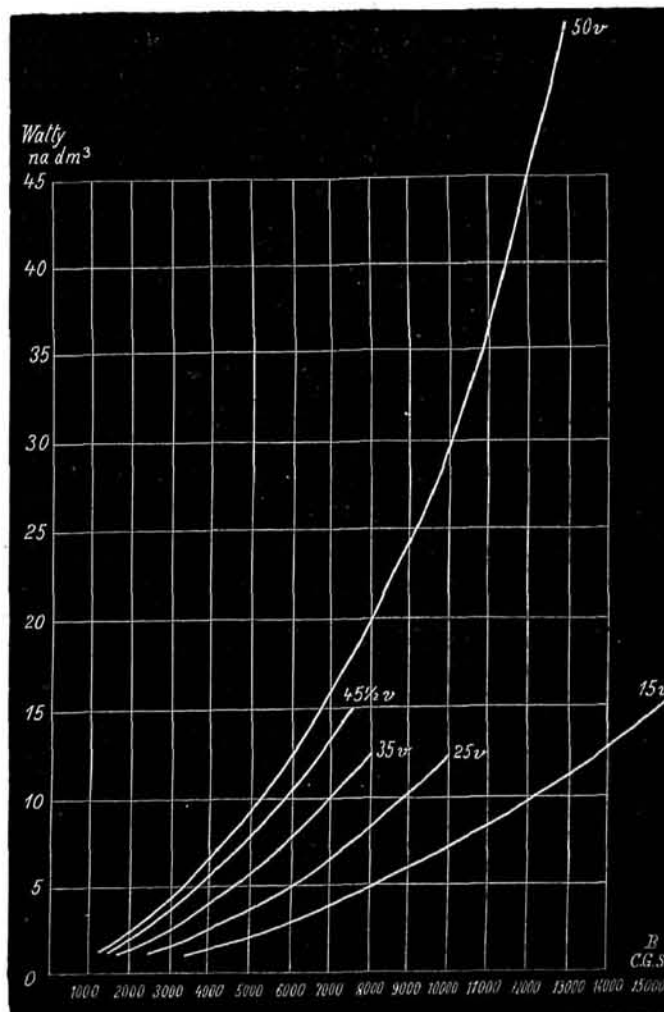
$$B = \frac{P \cdot \sqrt{2} \cdot 10^8}{2\pi \omega \cdot Q \cdot Z}.$$

Z pomocą tego wzoru można z napięcia *P* v. doprowadzonego do końcówek transformatorika, obliczyć każdoraz-

ową indukcyę. W ten sposób otrzymałem krzywe, przedstawione na rys. 1 dla żelaza, pochodzącego z jednej z niemieckich hut.

Znając zależność straty na *cm³* od indukcyi, możemy obliczyć korpus żelazny transformatora.

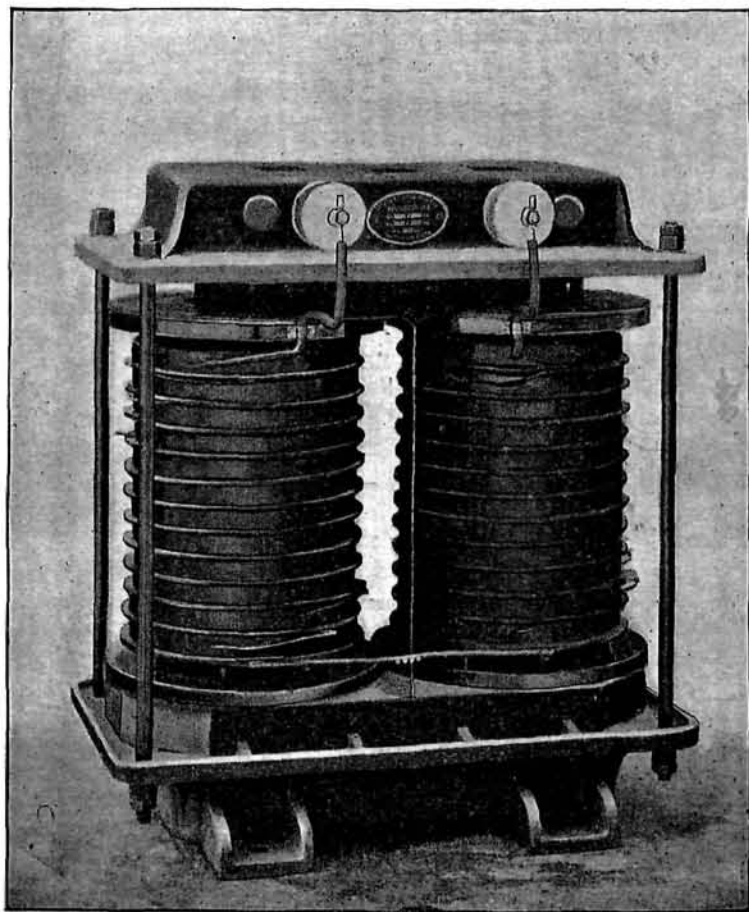
Strata energii w watach wskutek hysterezy i prądów wirowych.



Rys 1.

Wiadomo, że przy dobrym transformatorze straty w miedzi powinny być w przybliżeniu równe stratom w żelazie. Ponieważ wiadomo, że przy średnich typach ogólna dopuszczalna strata wynosi 4% sprawności, przy małych do 7%, przy największych do 2%, możemy obliczyć dopuszczalną stratę w żelazie danego typu = 3,5 – 2 – 1% sprawności. Zważywszy, że w transformatorze trójfazowym w pniach poprzecz-

zamiast jednego stosuje się kilka przewodników równoległych o mniejszym przekroju, a to dla ułatwienia nawijania.



Rys. 6.

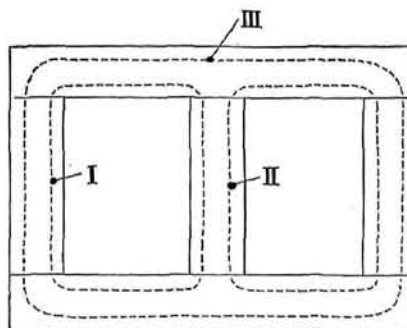
Pomiędzy dwa zwoje wkłada się izolacja w postaci np. kawałków prostokątnych presspanu. Zależnie od warunków konstrukcyjnych, umieszcza się uzwojenie o wysokim napięciu pod uzwojeniem dla niskiego napięcia, lubnao dwrót. Gdy chodzi o transformator z nieznacznym spadkiem napięcia przy silnie indukcyjnym obciążeniu, wtedy jedno z uzwojeń (ze względów konstrukcyjnych zwykle uzwojenie dla wysokiego napięcia) dzieli się na dwie warstwy, pomiędzy którymi umieszcza się uzwojenie dla niskiego napięcia. Końcówki dla wysokiego i niskiego napięcia prawie zawsze umieszczane bywają na odwrotnych stronach transformatora, dla wysokiego napięcia na izolatorach porcelanowych, dla niskiego izolowane presspanem lub kauczukiem.

Rys. 6 i 7 przedstawiają transformator jednofazowy dla 30 000/125 v. (rys. 6), i dla 75 000/120 v. (rys. 7), zbudowany do celów doświadczalnych. Na rys. 8 przedstawiony jest transformator trójfazowy 16 000/5000 v. i 200 kw sprawności.

Kształty korpusu transformatorów przedstawiają bardzo mało różnic. O ile mi wiadomo, jedyna tylko firma SIEMENS i HALSKE, budowała do ostatnich czasów trzy pnie pionowe, umieszczone symetrycznie według trójkąta o równych bokach. Zresztą bez wyjątku stosowano trzy pnie pionowe w jednej płaszczyźnie. Forma ta jest bezwarunkowo konstrukcyjnie lepsza. Właściwością jej jest fakt, że przy pracy bez obciążenia zużycie watów w środkowym i jednym z zewnętrznych pni jest prawie równe. W drugim zaś zewnętrznym pniu zużywa się prawie podwójna ilość watów. Przyczyną tego na razie zdumiewającego zjawiska jest to, że obwody magnetyczne 2-ch pni są równe, trzeciego zaś obwód jest znacznie większy (rys. 9). Od ogólnego układu prądów i napięć zależy, w którym (prawym czy lewym) pniu zjawisko się okaże. Rzecz ta została anali-

tycznie zupełnie wyjaśniona¹⁾. Różnica ta znika przy małym nawet obciążeniu i wobec tego zupełnie nie ma znaczenia.

We wrześniu r. b. p. ZIEHL ogłosił²⁾ obmyślony przez siebie bardzo dowcipny kształt transformatora, umożliwiający prócz znacznego uproszczenia fabrykacji, znaczne ulepszenie izolacji i zmniejszenie ilości potrzebnego żelaza.



Rys. 9.

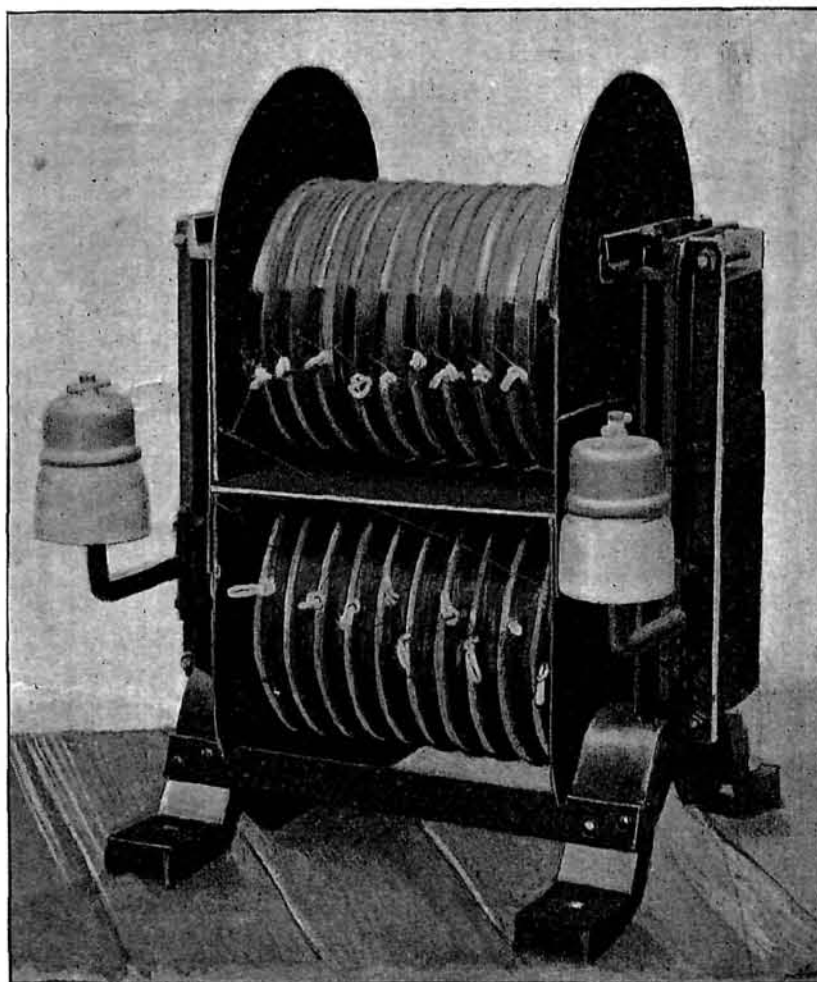
Dobry transformator powinien odpowiadać całemu szeregowi warunków, a mianowicie:

1) Wydajność przy najmniejszych sprawnościach nie powinna być niższa od 92%. Przy dużych dochodzi się do 97%, a nawet 98%.

2) Spadek napięcia powinien być nieznaczny, a w tym celu ilość amperozwojów na każdym pniu możliwie mała, suma linii siły magnetycznej możliwie duża, odległość pomiędzy uzwojeniem dla wysokiego i niskiego napięcia możliwie mała, jak również grubość tych uzwojeń; wysokość uzwojeń powinna być znaczna, a obwód jak najmniejszy. Wreszcie opór uzwojeń powinien być mały.

¹⁾ R. Goldschmidt E. T. Z. 1900 № 48.

²⁾ E. T. Z. 10 IX 1903.



Rys. 7.

3) Nagrzewanie nie powinno przekraczać około 75° C., to jest około 60° C. ponad temperaturę powietrza. Duże transformatory pomieszczone bywają w zbiornikach z olejem, dla lepszego ochładzania. Granica sprawności transformatora dana jest prócz spadku napięcia, tylko przez nagrzewanie, które nie powinno szkodzić izolacji. Dopóki to nie zachodzi, sprawność może być zwiększana.

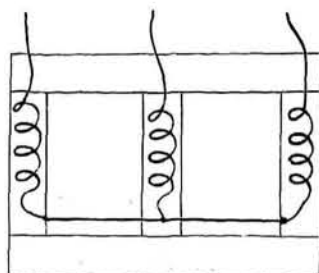
4) Izolacja powinna wytrzymać bez szkody podwyższenie napięcia przynajmniej o 50%, przyczem nie powinno zajść nie tylko przebicie izolacji, ale także i silne rozgrzanie. Zwykle napięcie bywa podnoszone o 100%.

4) Zużycie energii przy pracy bez obciążenia powinno być możliwie najmniejsze, ze względu na to, że transformator dołączony jest do sieci ciągle i znaczne zużycie przy pracy bez obciążenia równa się znacznej bezużytecznej stracie.

6) Ciężar transformatora, i co za tem idzie, koszt, powinien być możliwie najmniejszy.

Wymienione warunki przeczą sobie wzajemnie. Pogodzenie ich dla otrzymania najlepszego rezultatu, to trudność, którą pokonywa pewna praktyka w obrachowywaniu transformatorów.

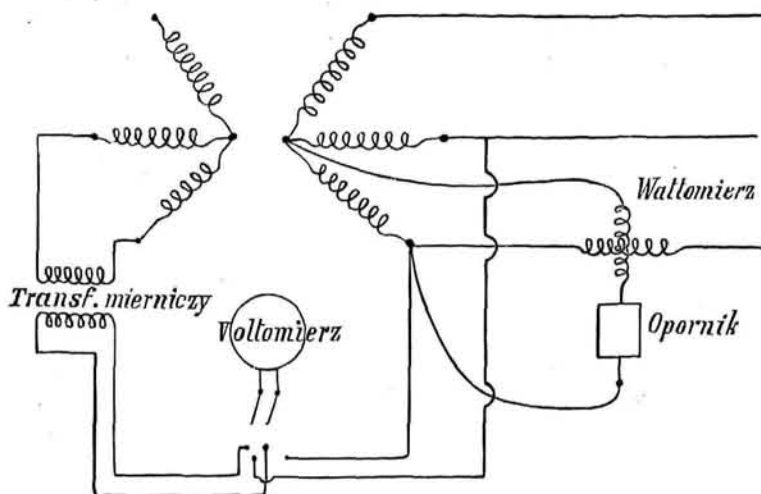
Połączenie uzwojeń 3-ch pni bywa wykonywane, o ile mi wiadomo, wszędzie według systemu „w gwiazdę”. Jak wykazuje praktyka, połączenie „w gwiazdę” daje specjalnie przy transformatorach szereg zalet konstrukcyjnych, mianowicie, ilość zwojów na każdym z pni wypada mniejsza a przekrój drutów większy i punkt neutralny konstrukcyjnie łatwy jest do wykonania.



Rys. 10.

Na zakończenie podam sposób, w jaki należy próbować transformator, o którego wartości chcemy się przekonać, przyczem przypomnę, że w technice zadawaliśmy się dokładnością 1%:

1) Przedewszystkiem mierzymy transformator przy pracy bez obciążenia.



Rys. 11.

Prąd doprowadzamy ze strony pierwotnej lub wtórnej, zależnie od warunków. Sprawdziwszy ilość okresów prądu, o ile to możliwe, regulujemy napięcie wtórne (lub pierwotne) do odpowiedniej wysokości i odczytujemy po kilka razy możliwie jednocześnie

- a) volty pierwotne i wtórne,
- b) watty, we wszystkich 3-ch fazach. Suma watów =

średniej, pomnożonej przez 3 przy narysowanem połączeniu wattomierza.

Z dokonanego w ten sposób pomiaru wyprowadzamy następujące wnioski:

A) Suma watów daje sumę strat w żelazie, spowodowaną przez hysterezę i prądy wirowe.

B) Stosunek volt. daje nam przekładnię transformatora, przyczem volty wtórne są zwykle o kilka % wyższe niż być powinny, a to dla kompensaty spadku napięcia przy obciążeniu.

2) Zamykamy transformator krótko przez amperomierz (umieszczony zwykle tylko w jednej fazie) ze strony wtórnej (lub pierwotnej) i podnosimy napięcie pierwotne (lub wtórne) tak długo, aż prąd przechodzący przez amperomierz osiągnie normalną wartość. Wówczas odczytujemy:

- c) ampery pierwotne i wtórne,
- d) volty pierwotne (lub wtórne),
- e) watty.

Z wykonanego pomiaru wyprowadzamy następujące wnioski:

C) Suma watów daje straty w miedzi przy pełnem obciążeniu transformatora, gdyż straty w żelazie, przy krótkim zamknięciu, są prawie równe zeru.

D) Zaobserwowane napięcie pierwotne, przy wtórnie krótko zamkniętym transformatorze, daje wielkość $e_1 + e_2$ (w przypuszczeniu przekładni 1:1). Obliczywszy opór uzwojeń ze strat w miedzi, możemy wykonać konstrukcję KAPP'A, poprzednio opisaną i określić zachowanie się transformatora przy dowolnem obciążeniu.

E) Wydajność η otrzymamy:

$$\eta = \frac{\text{sprawność}}{\text{sprawność} + \text{straty w żelazie} + \text{straty w miedzi}}$$

Przy obliczaniu strat w miedzi należy do wskazania wattomierza doliczyć 15%, a to ze względu na powiększenie oporu przez rozgrzanie.

3) Próba izolacji robi się, podnosząc napięcie o 50%, a nawet o 100%, na przeciąg kilkudziesięciu minut.

4) Dla skontrolowania nagrzewania się transformatora nie pozostaje nic innego, jak obciążyć go na przeciąg 24 godzin lub mniej przy małych sprawnościach.

Przykład: 1) Transformator 3-fazowy 33 kw $\frac{3000}{125}$ v., napięcie pierwotne 3000 v., napięcie wtórne 127 v., straty w żelazie $\Sigma = 660$ (średnia z pomiaru 9 egzemplarzy).

2) Krótkie zamknięcie: pierwotne napięcie 163 v., suma watów średnio = 550.

Spadek napięcia przy $\cos \varphi = 1 = 1,5\%$

" " " " $\cos \varphi = 0,85 = 4\%$

Wydajność przy pełnem obciążeniu = 96,5%

" " " " $\frac{1}{2}$ " = 95,4%.

Brzęczenie, nieodłączne od funkcjonowania transformatora, ma trzy przyczyny:

1) Wiadomo, że żelazo, wskutek magnetyzowania, wydłuża się w kierunku magnetyzacji, o ile siła magnetyczna nie przekroczy pewnego maximum. Na każdy okres przypadają przeto dwa drgania masy żelaznej. Stąd wiadomy odgłos.

2) O ile płaszczyzny stykania się poszczególnych części składowych transformatora nie są zupełnie dokładnie obrobione, to powstające w szczelinie przyciąganie powoduje zbliżenie się i oddalenie 2 razy co okres. Aby temu zapobiedz, należy płaszczyzny poprawić lub transformator odpowiednio obciążyć; to ostatnie jednak nie zawsze daje dobre rezultaty.

3) Wiadomo, że dwa równoległe prądy przyciągają się. Zwoje cewek transformatora mają więc zawsze tendencję zbliżenia się wzajemnego 2 razy co okres. Wynikający stąd brzęk będzie mniejszy lub większy, zależnie od siły, z jaką cewka została obciążona taśmą bawełnianą. Im obwinienie silniej cewkę ściska, tem brzęk będzie mniejszy.

Dr. Ludwik Trylski, inż.-elektr.

O trakcyi tangencyjalnej elektrycznej, systemu inżynierów Zelenay¹⁾ i Rosenfelda.

(Referat wygłoszony przez inż. Jana Hertza).

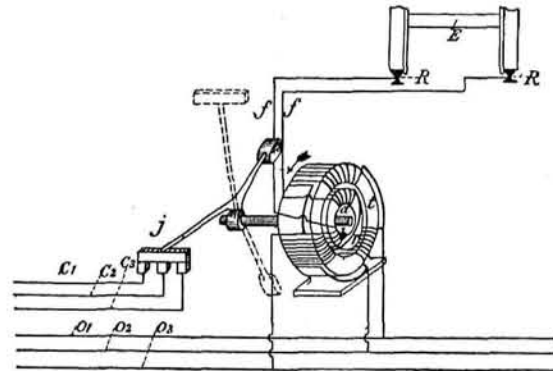
Pomysł trakcyi tangencyjalnej oparty jest na zastosowaniu prądów zmiennych wielofazowych. Charakterystycznym punktem tego systemu jest zupełny brak części rotacyjnej w wagonie oraz wszelkich kontaktów pomiędzy wagonem i siecią wewnętrzną. Ruch wagonu otrzymuje się pod wpływem pola magnetycznego, posuwającego się lub podróżującego, którego działanie objaśnia się w następujący sposób. Jeżeli część stałą motoru (elektromagnesy—stator) zasiliły prądem trójfazowym, to powstaje pole magnetyczne obrotowe. To ostatnie, dzięki przeciwdziałaniom, które powstają w tworniku, porusza go i nadaje mu ruch obrotowy. Jeżeli rozwiniemy elektromagnesy i zawiesimy nad nimi również rozwinięty twornik, to wtedy ruch obrotowy twornika zamieni się na ruch prostokreślny. Jeżeli przedstawimy sobie wagon znajdujący się na dwóch szynach, pomiędzy którymi umieścimy rozwinięte elektromagnesy (stator) i zawiesimy pod wagonem, ponad elektromagnesami, rozwinięty twornik „pro-



Rys. 1.

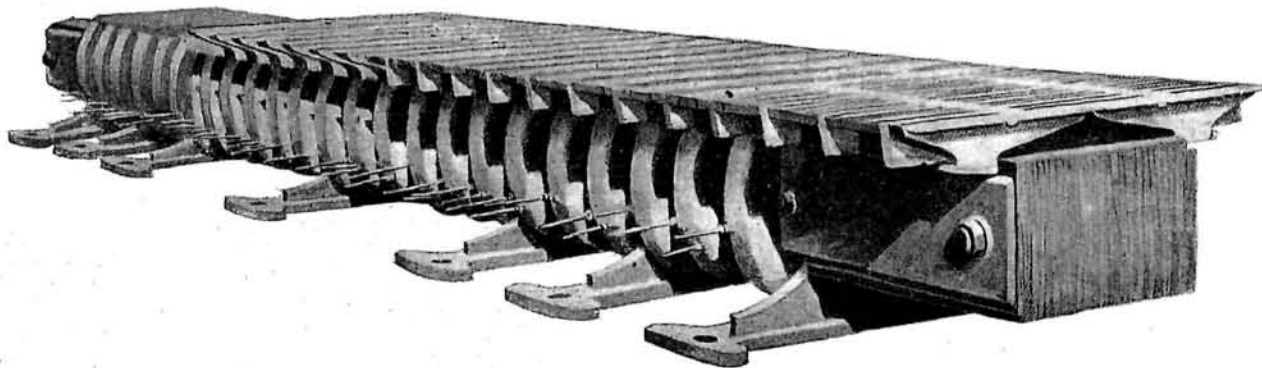
pulseur“ (posuwacz), wtedy pod wpływem pola magnetycznego wagon zacznie się posuwać. Dlatego też pole magnetyczne nie jest tu jak w zwykłych motorach obrotowym, lecz posuwaniem, podróżującym. Ta zasada, tak prosta pozornie, chcąc znaleźć zastosowanie w praktyce, wpłynęła na zmianę w budowie elektromotorów dla prądu trójfazowego. Dla otrzymania znacznej wydajności tych motorów, koniecznym było zredukować do minimum szczelinę powietrzną pomiędzy twornikiem a podstawą. Niekiedy ta szczelina równa się ułamko-

W zasadzie powyższego systemu tkwiło to przypuszczenie, że stator (elektromagnesy) jest umocowany wzdłuż całej linii pomiędzy szynami i prąd trójfazowy zasila go na całej swojej rozciągłości. O ileby linia kolejowa była dość długą i pociągi kursowały w znacznych odległościach jeden od drugiego, to praktyczne i ekonomiczne urzeczywistnienie podobnej dyspozycji byłoby niemożliwe. Dlatego też obliczenia wykazały, że elektromagnesy można umieszczać w pewnych odległościach od siebie, zależnych w każdym wypadku od długości twornika i od siły niezbędnej do posunięcia jego. Ażeby działalność elektromagnesów na twornik odbywała się bez



Rys. 2.

przerwy, pomimo odstępów, wystarcza, ażeby długość twornika równała się odległości od osi do osi dwóch po sobie następujących elektromagnesów. To rozstawienie elektromagnesów rozwiązuje zadanie z punktu widzenia pierwszych kosztów instalacyjnych. Drugim słabym punktem byłoby ciągłe, jednoczesne zasilanie elektromagnesów prądem — i wskutek tego znaczne straty energii elektrycznej i magnetycznej. Dla zredukowania tych strat obmyślono specjalny przerywacz, poruszany przez silnik trójfazowy. Cała długość trakcyi podzie-



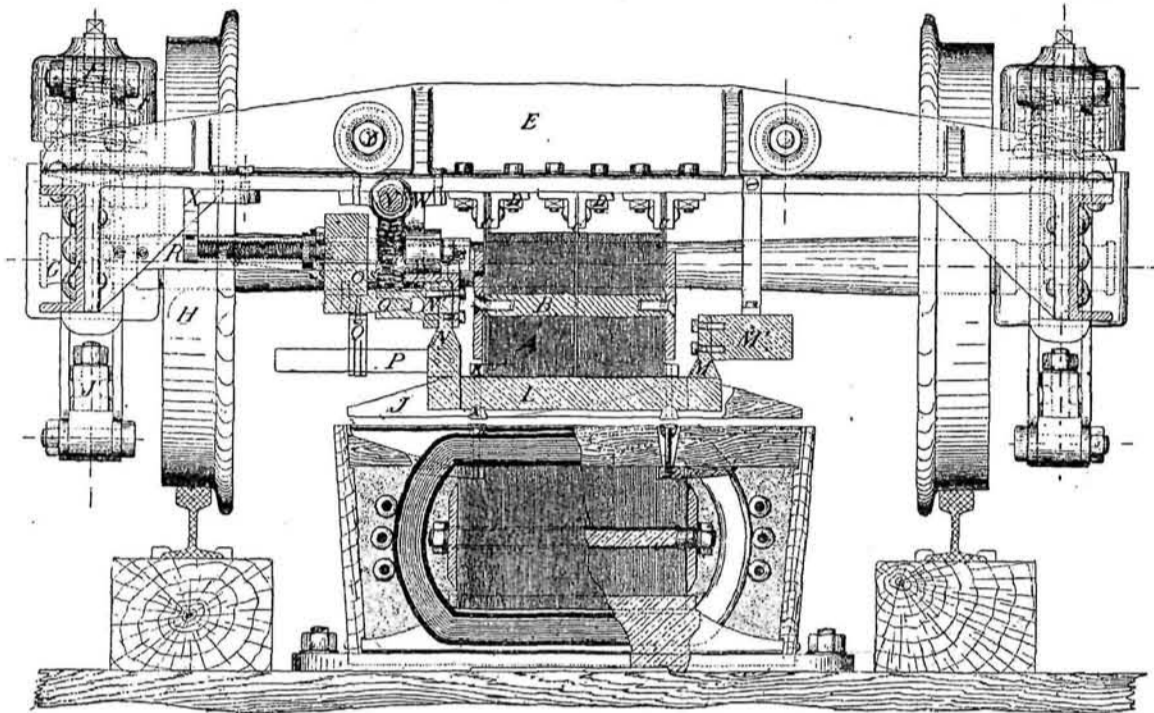
Rys. 3.

wi milimetra, co w praktyce, przy zastosowaniu trakcyi tangencyjalnej, byłoby niewykonalnym. Dla powiększenia tej szczeliny wynalazcy zmuszeni byli zmienić budowę elektromagnesów: zamiast rozszerzać rdzeń dla zwiększenia jego powierzchni, zaopatrzone go we wkładki z blachy, odpowiednio ułożone w stosunku do jądra. Wskutek czego uzwojenie około rdzenia zachowuje swoją pierwotną długość i powierzchnia szczeliny powietrznej może dowolnie być zwiększana.

¹⁾ Inż. p. Konstanty Zelenay jest Polakiem, warszawianinem. Po ukończeniu Instytutu Montefiore w Leodyum (Liège) zajął się wspólnie ze swoim kolegą inż. p. Rosenfeldem opracowaniem nowego systemu trakcyi. Inż. p. Zelenay miał przyjechać do Warszawy i wygłosić referat podczas obrad Zebrania Ogólnego Delegacji Elektrotechnicznej; że jednak nie mógł przybyć, przeto zastąpił go częściowo autor niniejszego artykułu.

lona jest na oddzielne bloki elektromagnesów. Wszystkie elektromagnesy jednej sekcji, jednego bloku połączone są ze sobą w szereg i trzy uzwojenia pierwszego elektromagnesu każdej sekcji połączone są z siecią wiodącą do elektrowni; trzy zaś końcówki ostatniego elektromagnesu kończą się na przerywaczu J (rys. 1). Gdy przerywacz jest zamknięty, prąd trójfazowy przechodzi przez elektromagnesy S (rys. 1), jeśli zaś przerywacz jest otwarty (punkt neutralny uzwojenia trójfazowego jest zniesiony) to i prąd nie przechodzi. Ażeby zaś prąd przechodził wtedy tylko gdy wagon znajduje się nad odpowiednim blokiem elektromagnesów, wyłącznik powinien działać automatycznie. Działalność tego wyłącznika otrzymujemy w następujący sposób (rys. 2). Widelki j przerywacza przy-
mocowane są do osi twornika motoru trójfazowego, zasilanego ze specjalnej sieci o_1, o_2, o_3 , lub też z głównej sieci c_1, c_2, c_3 ;

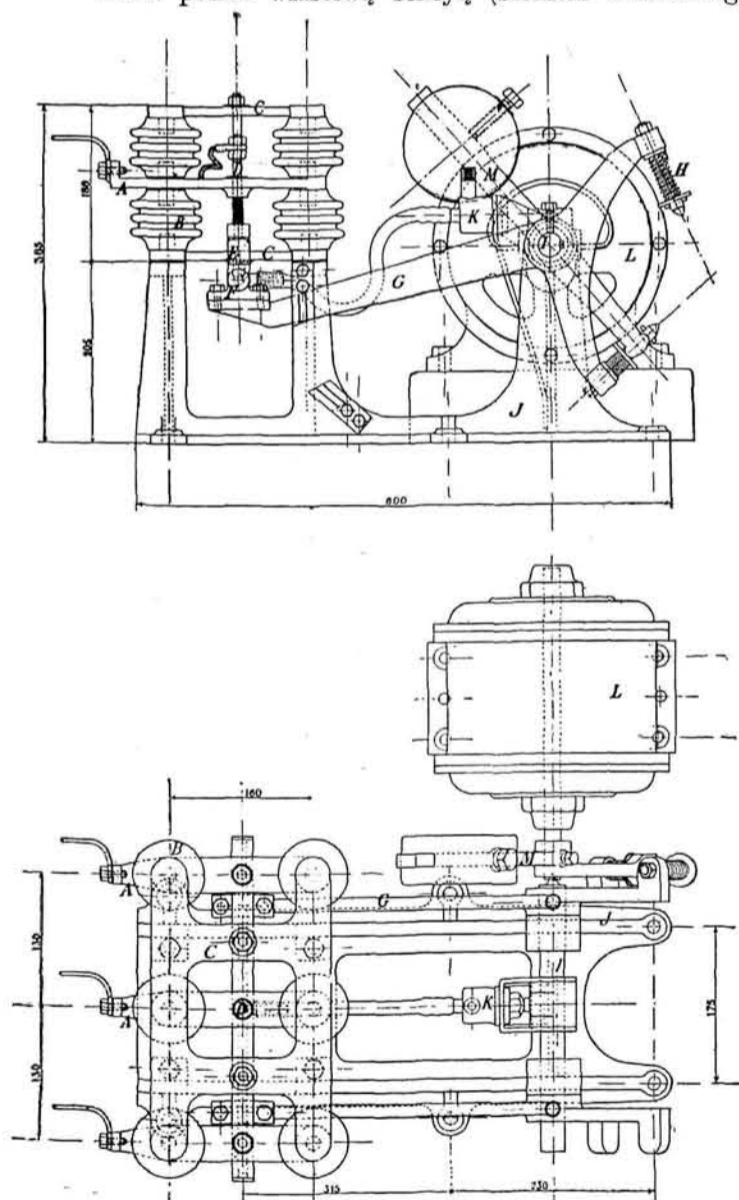
w tym ostatnim wypadku statory (elektromagnesy) motorów | uzwojenie f twornika małego elektromotoru pozostaje otwarte
 łączone są z sobą w szereg. Twornik małego motoru posia- | i wyłącznik, dzięki przeciwwadze, z drugiej strony widełek nie



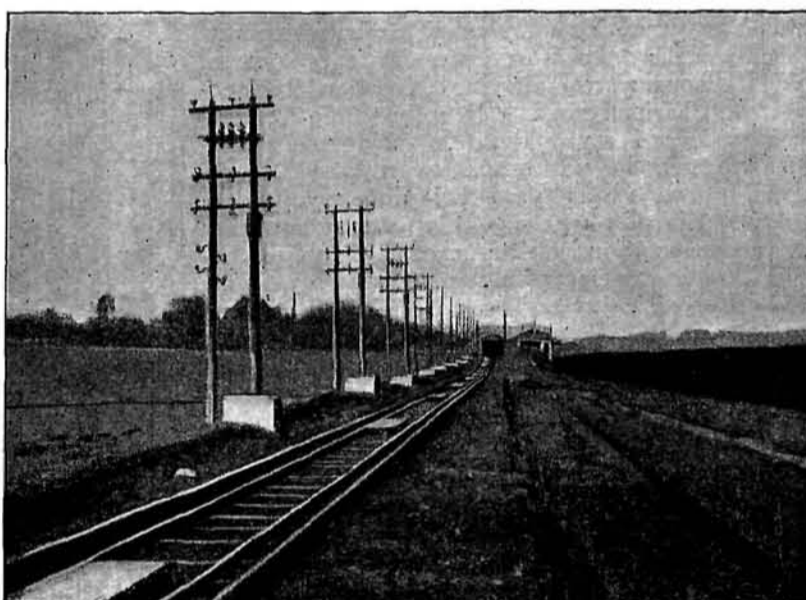
Rys. 4.

da uzwojenie o obwodzie otwartym; o ile więc wagon nie prze-
 szedł ponad właściwą sekcją (blokiem elektromagnesów),

zamyka głównej linii c_1, c_2, c_3 . Lecz skoro tylko pociąg przejdzie
 nad sekcją, twornik małego motoru, będąc zamkniętym
 krótko przez koła wagonu lub przez korpus wagonu, zaczy-
 na się obracać i zamyka wyłącznik, podnosząc przeciwwagę.
 Gdy zaś wagon schodzi z sekcji, zezwojenie; twornika jest
 znowu otwarte, motor się zatrzymuje i przeciwwaga wyłącza
 przerywacz. To urządzenie wykazuje, że elektromagnesy za-
 silane są prądem tylko podczas przejścia wagonów nad odpo-
 wiednimi blokami.



Rys. 5.



Rys. 6.

Opis przedmiotów, zastosowanych podczas dokonanych prób.

Elektromagnesy (stator) (rys. 3) są długości 2,77 m; szerokość nasad biegunowych 0,5 m; przekrój rdzenia 0,25 . 0,16 m; liczba cewek 24 po 8 cewek na jedną fazę; napięcie 1500 — 2000 v.; elektromagnesy umocowane są na betonowych fundamentach.

Twornik (Propulseur) (rys. 4) długości 10 m; odległość między osiami 2-ch elektromagnesów 18 m, dlatego twornik przykrywa sobą 1 kompletny elektromagnes i połowę następnego. Długość 19 m odpowiada długości wagonu. Twornik skła-

więc uwzględnić przede wszystkim potrzeby pracujących obowiązkowo specjalistów elektrotechników i możliwość uzupełniania ustnego wykładu pokazami z najważniejszych dziedzin techniki elektromagnetycznej.

Co do przygodnych, samodzielnych wynalazców i poszukiwaczy w dziedzinie elektrotechniki, to należało wprawdzie przewidzieć ich potrzeby w urządzeniu ogólnym, przy zaopatrywaniu się jednak w przyrządy wypadało mieć na względzie przede wszystkim zabezpieczenie prawidłowej pracy uczących się.

Opierając się na wyżej postawionych zasadach, urzędowo pracownię elektrotechniczną, której krótki opis w dalszym ciągu podaję.

Pracownia elektrotechniczna łącznie z salą wykładową, biblioteką i małym warsztatem reparacyjnym, zajmuje połowę gmachu fizyki i elektrotechniki. (Por. Przegl. Tech. 1901 r., tabl. VIII, IX i X). Na parterze w podwórzu przykrytem dachem szklanym (rys. 1) mieści się: 1—pracownia maszynowa, 2 i 3—składy, 4—warsztat reparacyjny, w którym jest tokarnia, wiertarnia, szlifierka, nożyce i kilka imadeł na stołach ślusarskich; 7—pokój akumulatorowy; w pokoju 12-y mieści się motor gazowy *M*, z dynamomaszyną *D* i tablicą rozdzielową *T*; 5, 6, 8, 9, 10, 11—pokoje przeznaczone do wzorcowań przyrządów mierniczych i pomiarów z izolacją i pojemnością kabli (jeszcze nie urządzone). Na pierwszym piętrze (rys. 2): 13—palarnia, 14—biblioteka, 15, 16, 17—pokoje do prac samodzielnych, 18—sala wykładowa, 19—pokój do przygotowywania pokazów, 20—skład przyrządów i 21—gabinet profesora. Na drugim piętrze (rys. 3): 22—pokój fotometryczny, 23—gabinet asystenta, 24—pokój chemiczny, 25—pracownia prądu zmiennego i 26, 27—pracownia prądu stałego.

Źródła prądu. Cała energia elektryczna, jaką rozporządza laboratorium, otrzymuje się ze stacji centralnej Politechniki w postaci prądu stałego, o napięciu 2.110 v. W normalnych warunkach laboratorium z tego źródła bezpośrednio nie korzysta, głównie ze względu na niestalość napięcia.

O ile w pracowniach potrzebny jest prąd o niskim napięciu nie przewyższającym kilku volt., to posługujemy się, stosownie do okoliczności, suchymi ogniwami REICHMANN'A, lub też przenośnymi akumulatorami systemu POLLAKA, o pojemności 33 amp.-godzin, z których przy szybkim wyładowywaniu można brać do 25 amp., albo akumulatorami tegoż systemu o pojemności 51 amp.-godzin, przy prądzie 37 amp. dla jednogodzinnego wyładowania.

Źródłami prądu stałego o napięciu 220, 110 i 55 v. są dwie stałe baterie akumulatorów: jedna systemu POLLAKA o pojemności 396 amp.-godzin przy prądzie wyładowującym 132 amp. i druga systemu TUDOR'A o pojemności 150 amp.-godzin, przy prądzie wyładowującym 50 amp. Każda z baterii składa się z 60-ciu ogniw połączonych w szereg i jest zaopatrzona w ładownicę z dwiema rączkami. Baterie można łączyć w szereg lub równolegle; poza tem od środka dużej baterii odgałęziony jest przewodnik, umożliwiający otrzymanie napięcia wynoszącego 55 v.

Ładują się akumulatory prądem ze stacji: przenośne przez opornik lampkowy, stałe — zapomocą przetwornicy firmy „VOLTA“ w Rewlu. Przetwornica ta składa się z motoru: 20-konnego 220 v. 1200 obr. na minutę i dynamomaszyny 13 kw. $\frac{110}{170}$ v. $\frac{118}{76,5}$ amp. 1200 obrotów na minutę; obie

maszyny mają wspólny wał. Na planie parteru (rys. 1) powyższa przetwornica oznaczona jest literą *P*₁, na rysunku zaś 4-tym widoczna jest wprost. Doładowywanie części dużej baterii może się odbywać zapomocą małej dynamo, poruszanej jednokonnym motorem gazowym.

Źródłami prądu zmiennego są dwie przetwornice: jedna duża *P*₂ (rys. 1) (widoczna z boku na rys. 4), która się znajduje w pracowni maszynowej i druga mała w pracowni prądu zmiennego na drugim piętrze, oznaczona na rysunku 3 literą *p* i widoczna na rys. 5 razem z tablicą. Duża przetwornica firmy „VOLTA“ w Rewlu składa się z motoru 26-konnego 220 v. 1000 obr. na min. i dynamo trzyfazowej 17 kw. 120 v. (napięcie fazowe) 82 amp. 1000 obr. na minutę 50 peryodów; obie maszyny mają wał wspólny, wzbudzanie niezależne, twornik dynamo nieruchomy z 6-ciu końcówkami, tak, że uzwojenia można łączyć dowolnie w gwiazdę, lub w trójkąt z przewodnikiem zerowym.

Przetwornica mała firmy „SIEMENS i HALSKE“ w Berlinie, składa się z motoru 2-konnego, 220 v. 1500 obr. na min., dynamo jednofazowej z czterema uzwojeniami twornika, które można łączyć w rozmaity sposób i otrzymywać następujące napięcia i prądy: 100, 50, 25 v; 10—20—40 amp. i dynamo trójfazowej, z twornikiem o 12-tu uzwojeniach; łącząc te uzwojenia w rozmaity sposób, można otrzymywać napięcia między trzema przewodnikami odprowadzającymi prąd: 170—100—85—50 v. i normalną siłę prądu 6—10—12—20 amp.

Wały motoru i dwóch dynamo są ustawione w jednej prostej linii i połączone łącznikami sprężystymi.

Przełączanie uzwojeń dynamomaszyn odbywa się zapomocą przełączników umieszczonych na tablicy. Podwójne regulatory do motoru i do prądu wzbudzającego dynamo dają możliwość zmieniać w znacznym stopniu szybkość motoru i napięcie dynamomaszyn.

Poza omówionymi źródłami prądu, w przyszłości ma być czynnych 5 ogniw akumulatorowych połączonych w szereg, z których można będzie brać prąd silny około 300 amp., głównie do wzorcowania amperometrów, wattmetrów i mierników.

Ładowanie tej baterii ma się odbywać zapomocą małej dynamo, poruszanej jednokonnym motorem gazowym.

Rozprowadzenie prądu. Prąd stacyjny doprowadza się zapomocą kabli, odgałęzionych od sieci oświetlenia do tablicy *A* w korytarzu parterowym (rys. 1). Od tej tablicy przez dwubiegunowe przerywacze, odprowadza się prąd do warsztatów, do przetwornicy stałego prądu i do dużej przetwornicy zmiennego prądu, przez trzybiegunowy przerywacz do rozdzielowej tablicy stałego prądu *C* w podwórzu (widoczna na rys. 6). Przewodniki pionowe, odgałęzione od sieci oświetlenia i doprowadzające prąd do tablicy *A*, idą wyżej na drugie piętro, gdzie bezpośrednio przez bezpieczniki odgałęzia się prąd do małej przetwornicy prądu zmiennego.

Od stałych baterii akumulatorów POLLAKA i TUDOR'A prąd przechodzi przez ładownice, bezpieczniki, amperometry i wyłączniki na tablicy *B* (rys. 1), na której są umieszczone także miernicze i regulacyjne przyrządy ładującej przetwornicy *P*₁. Od tablicy *B* prąd idzie do tablicy rozdzielowej stałego prądu *C*, od której rozprowadza się przez przełącznik i bezpieczniki po piętrach zapomocą trzech przewodników pionowych, oznaczonych na wszystkich planach literą *a* (rys. 1, 2 i 3). Dla pracowni maszynowej odgałęzia się prąd od tej tablicy przez bezpieczniki i przełączniki do czterech kabli w ołowiu, które leżą w kanałach przykrytych blachą żelazną.

Zapomocą przełączników i wyłączników tablicy rozdzielowej stałego prądu, można zasilać całą sieć od stacji, lub też od akumulatorów laboratoryjnych. Można jeszcze pracownię maszynową zasilać od stacji, a inne laboratoria z akumulatorów.

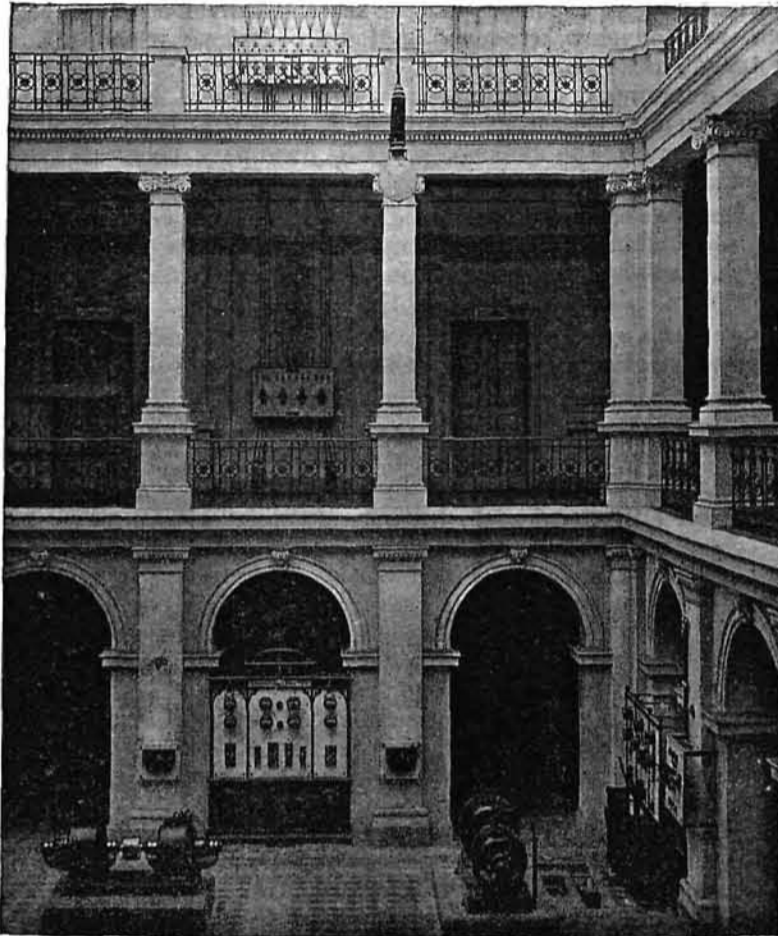
Trzy przewodniki *a*, rozprowadzające prąd po piętrach, mogą otrzymać prąd dowolnie o napięciu: 2.110 v., lub też 2.55 v.

Kable w pracowni maszynowej mogą otrzymać: albo obie pary prąd o napięciu 110 v., albo jedna para 220 v., druga zaś 110 v.

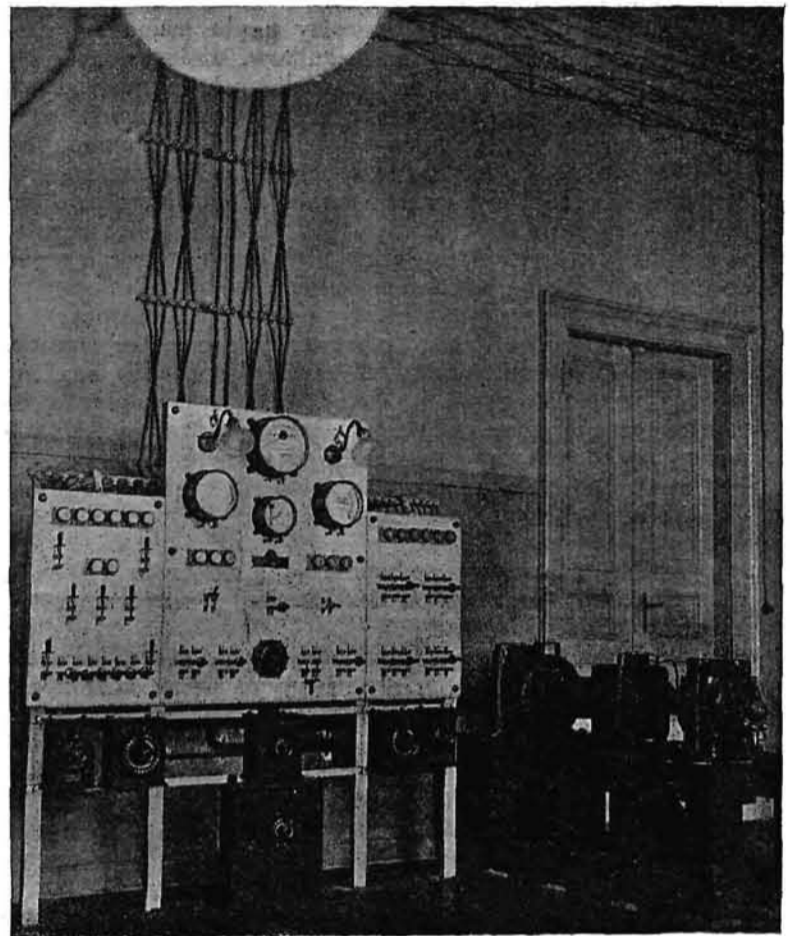
Prąd zmienny od przetwornicy trzyfazowej dużej doprowadza się przez tablicę *D* do tablicy rozdzielowej *E* prądu zmiennego, od której przez odpowiedni przełącznik i bezpieczniki prąd skierowuje się do trzech odrębnych przewodników *b*, rozprowadzających prąd po piętrach, lub do trzech kabli w kanałach pracowni maszynowej. Przewodnik zerowy dynamo trójfazowej łączy się bezpośrednio z kablem w kanale.

Dla umożliwienia łatwego i bezpiecznego doprowadzenia prądu do maszyn w podwórzu, znajduje się szereg (obecnie 8) szafek *k*, *k*, *k*... (rys. 1) z bezpiecznikami i zaciskami śrubowymi na tabliczkach marmurowych (rys. 6). Szafki mają po dwie tabliczki marmurowe, każda z czterema zaciskami. Do tych zacisków przez bezpieczniki doprowadzone są odgałęzienia od kabli; do jednej tabliczki od czterech kabli prądu stałego, do drugiej od tyluż kabli prądu zmiennego. Bezpieczniki są schowane wewnątrz szafki, zaopatrzonych w oszklone drzwiczki, zamykane na klucz. Rozdział prądu na piętrach odbywa się przez tablice *T*_p, *T*_I, *T*_{II} (rys. 1, 2 i 3), z bezpiecznikami i przełącznikami trzybiegunowymi, które umożliwiają każde z odgałęzień trzyprzewodnikowych połączyć z głównymi przewodnikami prądu stałego lub też prądu zmiennego. Każda

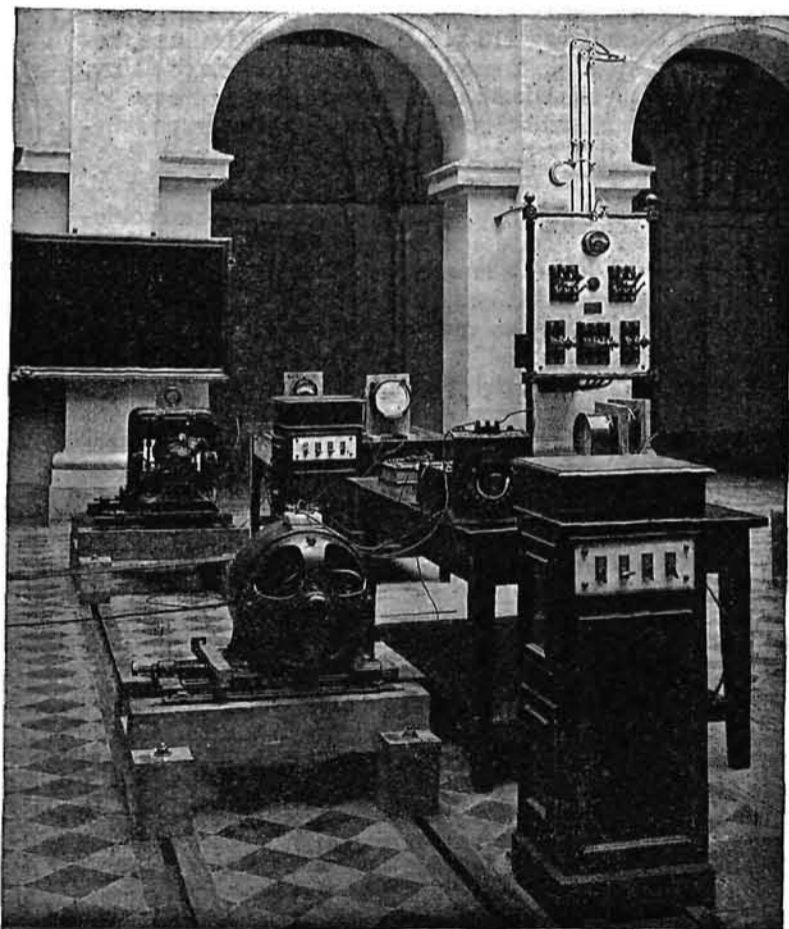
Laboratorium elektrotechniczne Politechniki Warszawskiej.



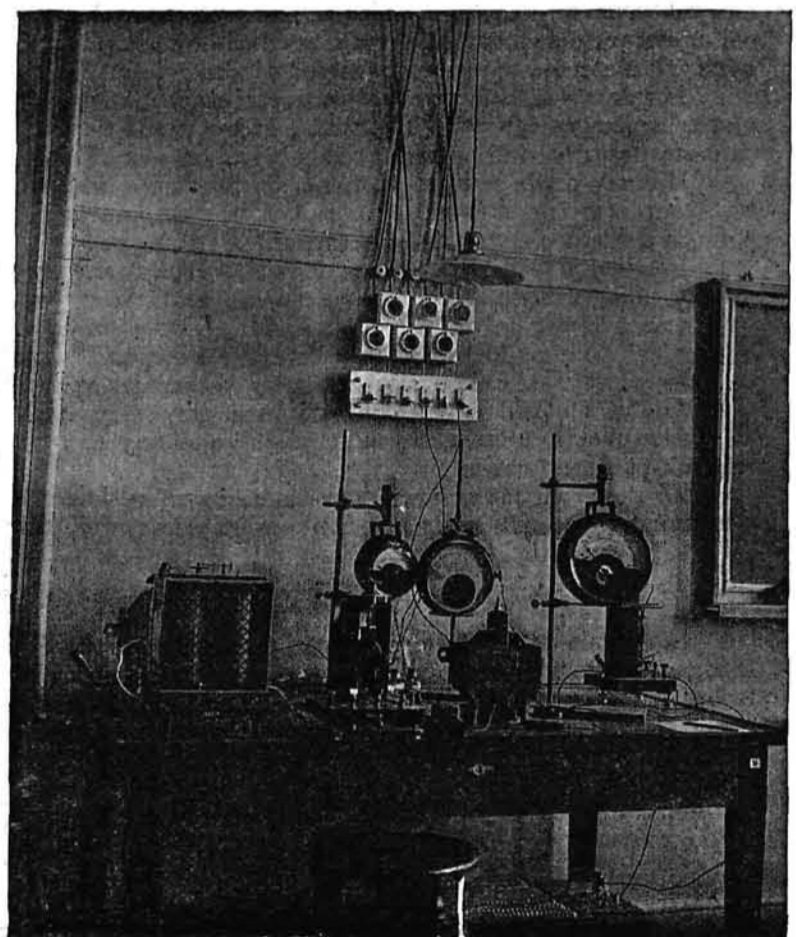
Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

z linii odgałęzionych doprowadza prąd przez bezpieczniki do zacisków śrubowych na tabliczce marmurowej, umieszczonej na ścianie (rys. 7). Rozkład tych przewodników widać na planach pięter (rys. 1, 2 i 3).

Pozatem od małej przetwornicy prądu zmiennego rozdziela się prąd zapomocą przełączników, umieszczonych na tablicy *t* (rys. 3) i linii trzyprzewodowych, prowadzących do odpowiednich zacisków na tabliczkach marmurowych.

Silny prąd słabego napięcia od wyżej wspomnianych 5-ciu akumulatorów 300 amp. ma niezależną sieć rozdzielczą. Przez bezpieczniki, wyłącznik i amperomierz skierowuje się prąd ten do przewodników *L* (parter), z których jedno odgałęzienie zostaje na parterze, drugie idzie przez piętro pierwsze na drugie, mając na pierwszym piętrze odgałęzienia do audytorium, pokoju przygotowawczego i gabinetu profesora.

Prąd od małej dynamo, poruszanej przez motor gazowy, będzie miał możność wchodzić do sieci słabego napięcia, a także do głównej sieci prądu stałego. Połączenia pomiędzy tablicami parteru i główne połączenia między maszynami i tablicami są wykonane zapomocą kabli w ołowiu, o przekroju 120 mm². Baterie akumulatorów łączą się z tablicą zapomocą kabli w ołowiu o przekroju 35 mm²—bateria TUDOR'A i 95 mm²—bateria POLLAKA.

Kable w kanałach podwórza są o przekroju 120 mm², za wyjątkiem zerowego od trójfazowej przetwornicy, ten kabel ma przekrój 35 mm².

Przewodniki główne, prowadzące prąd stały, jako też przewodniki, prowadzące prąd zmienny na piętra, są izolowane gumą bez szwu, ułożone na rolkach porcelanowych i mają przekrój 120 mm².

Przewodniki odgałęzień parteru i pierwszego piętra mają przekrój 35 mm², drugiego piętra 16 mm², wszystkie są z izolacją gumową bez szwu i prowadzone są na rolkach porcelanowych. Sieć słabego napięcia składa się z głównych przewodników o przekroju 120 mm² i odgałęzień 95 mm². Prawie wszystkie przewodniki wewnątrz pracowni i w części na korytarzach, są krzyżowane, dla osłabienia pola magnetycznego, które mogłoby oddziaływać na galwanometry z magnesami ruchomymi.

Zajęcia słuchaczy w laboratorium polegają na wykonywaniu pomiarów oporu przewodników i izolacji rozmaitymi praktycznymi sposobami, mierzeniu siły elektromotorycznej ogniwi metodą kompensacyjną, na badaniu magnetycznych własności żelaza zapomocą metody indukcyjnej.

Pozatem słuchacze wzorcują voltmetr i amperometr techniczny zapomocą voltmetru WESTON'A, który przedtem wzorcuje się ogniwiem normalnym z dokładnymi oporami.

Miernik prądu stałego wzorcuje się zapomocą voltmetru i amperometru WESTON'A; miernik prądu zmiennego zapomocą dokładnego wattmetru HARTMANN'A i BRAUN'A.

Pomiary pojemności i samoindukcji są wykonywane przy prądzie przerywanym i przy prądzie zmiennym. Oprócz tego, słuchacze badają akumulatory, ogniwa galwaniczne, przyrząd ogrzewający, lampy łukowe i dławnik (n. Drosselspüle).

Przyrządy miernicze wskazówkowe ustawiane są bezpośrednio na stołach, galwanometry i inne przyrządy czułe na wstrząśnienia, ustawia się na płytach kamiennych, tworzących parapety okien.

W pracowni maszynowej przeprowadzane są badania dynamomaszyn prądu stałego bocznikowej i szeregowej, dy-

namo trójfazowej, motorów stałego i zmiennego prądu i jednofazowego transformatora.

Dynamo ustawione są na podkładach drewnianych, które umocowują się zapomocą śrub do belek żelaznych dwuteowych, założonych w betonowej podłodze podwórza; w podobny sposób ustawiane są i motory elektryczne, które zapomocą pasa gumowego, obracają odpowiednie dynamo. Na planie parteru (rys. 1) oznaczone są przez *S*₁ dwie pary belek, na których ustawione są dynamo, przez *S*₂ dwie pary belek dla motorów.

Motory i transformatory, podlegające próbom, ustawiają się na fundamentach, utworzonych z trzech słupów betonowych, na których są umocowane belki żelazne dwuteowe, oznaczone na planie parteru (rys. 1) literami *F*₁ i *F*₂.

Przyrządy laboratoryjne są w dobrym gatunku, aby pracujący mogli otrzymywać możliwie dokładne wyniki.

Elektrometry i galwanometry balistyczne i zwykłe z ruchomymi szpulkami i stałymi magnesami, pochodzą od EDELMANN'A z Monachium. Opornice skrzynkowe przeważnie od OTTO WOLF'A z Berlina, po części od EDELMANN'A.

Przyrządy miernicze do badania akumulatorów, ogniwi i w części mierzenia oporów, są wskazówkowe, z ruchomą szpulką, od WESTON'A z Berlina; aby mogły służyć jako voltmetry i amperometry, mają boczniki i opory dodatkowe.

Do kontroli przyrządów stałego prądu służy normalny milivoltmetr WESTON'A z podwójną skalą, odpowiednimi oporami i bocznikami. Oprócz tego, kilka normalnych ogniwi CLARK'A, normalne opory i kompensacyjny przyrząd FEUSSNER'A od OTTO WOLF'A. Do prądu zmiennego są elektrodynamometry i wattmetry zakręcane (à torsion) SIEMENS'A i HALSKE'GO i voltmetry cieplne HARTMANN'A i BRAUN'A.

Przy badaniach maszyn i lamp łukowych, posługujemy się voltmetrami, amperometrami i wattmetrami wskazówkowymi rozmaitych firm: SIEMENS'A i HALSKE'GO, SCHUCKERT'A, HARTMANN'A i BRAUN'A i Société Gramme.

W pracowni maszynowej mamy następujące maszyny: dynamo SIEMENS'A i HALSKE'GO bocznikową 220 v. 3,5 kw., firmy „VOLTA“ bocznikową 120 v. 2,6 kw., firmy „Union“ szeregową 120 v. 2,4 kw., firmy SCHUCKERT bocznikową 220 v. 4 kw., dynamo trójfazową firmy „OERLIKON“ 200 v. 6,5 kw. Motory: firmy BROWN BOVERI szeregowy 110 v. 2,5 k. p., firmy „VOLTA“ bocznikowy 110 v. 2 k. p., Société Gramme szeregowy 110 v. 1/4 k. p., 2 trójfazowe firmy „VOLTA“ 115 v. 3 k. p., jeden z pierścieniami, drugi bez pierścieni, Motor jednofazowy firmy Société Gramme 110 v. 1/2 k. p., trzy transformatory jednofazowe firmy BROWN BOVERI 2,5 kw. $\frac{110}{400}$ v.

Przyrządy dodatkowe przy próbach z maszynami robione są częściowo w warsztacie pracowni, albo też dostarczone przez firmy razem z maszynami. Do obciążania dynamo używamy oporników z lampek żarowych.

Obecnie laboratorium nie tylko zupełnie wystarcza co do miejsca i ilości przyrządów na tę liczbę słuchaczy, jaka w niem pracuje, ale mogłoby pomieścić kilka razy więcej. Wobec tego, przyszły rozwój urządzeń będzie dążył do uzupełnienia składu przyrządów tych badań, gdzie się okaże jeszcze jakiś brak, a pozatem można będzie uwzględnić potrzeby samodzielnych badań, o których dotychczas myśleć było trudno.

M. Pożaryski.

Dział Elektrotechniczny.

Stosownie do uchwały, powziętej przez Delegację Elektrotechniczną i na zasadzie porozumienia się Prezydium tejże Delegacji z Redaktorem pisma naszego, od r. 1904 będzie utworzony w Przeglądzie Technicznym nowy dział p. n. „Elektrotechnika“, który mieć będzie na celu: 1) Zjednoczenie rozproszonych prac oryginalnych elektrotechników polskich. 2) Dawanie sprawozdań ze stanu przemysłu elektrotechnicznego i zastosowań urządzeń elektrotechnicznych. 3) Danie możności szerszemu ogółowi elektrotechników zapoznania się z nowymi odkryciami, pomysłami lub teoretycznymi pracami wszechświatowej doniosłości, czyli wogóle z postępem elektrotechniki praktycznej i teoretycznej. 4) Popularyzowanie wiedzy elektrotechnicznej wśród szerokiego ogółu techników. 5) Zbieranie i ocenianie dotyczącego się elektrotechniki materiału bibliograficznego, swojskiego w całości, obcego z wyboru.

Do osiągnięcia tych celów niezbędne jest współpracownictwo jaknajszerszego koła elektrotechników. Rękopisy prosimy przysyłać do Redakcji pisma naszego (Krak.-Przedmieście 66).

Nowy ten dział pisma naszego pozostawać będzie pod kierunkiem p. B. SZAPIRO, przy współdziałaniu specjalnej komisji redakcyjnej, złożonej z pp. Z. BERSONA, M. MAJEWSKIEGO, W. NIEMROWSKIEGO, prof. M. POŻARYSKIEGO i Z. STRASZEWICZA.