Opłata pocztowa uiszczona ryczałtem.

Rok XV. Zeszyt 22

Przegląd Elektrotechniczny

organ Stowarzyszenia Elektryków Polskich

z dodatkiem Przeglądu Radjotechnicznego, ogłaszanego staraniem Sekcji Radjotechnicznej S. E. P.

Wychodzi 1 i 15 każdego miesiąca. Cena zeszytu 1.50 zł

PRZEDPŁATA:
kwartalnie . . . . zł. 9.—
rocznie . . . . . zł. 36.—
za zmianę adresu (znaczkami pocztowemi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 690-23.
Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13
Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.
Konto № 363 Pocztowej Kasy Oszczędności.

Ceny ogłoszeń podaje administracja na zapytanie.

Warszawa, (Czackiego 5) 15 Listopada 1933 r.

Era

POLSKIE ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE SP. AKC.

ZARZĄD i FABRYKA: WŁOCHY POD WARSZAWĄ

TELEFON: CENTRALA 548-88

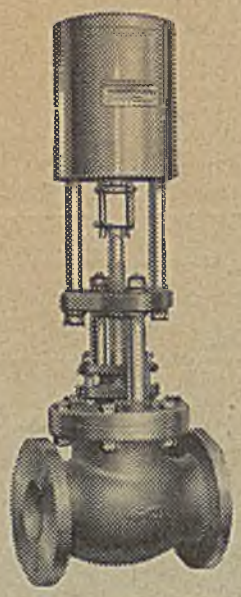
Zawiadamia niniejszem, że w związku z rozszerzeniem zakresu produkcji, otwarty został

ODDZIAŁ W WARSZAWIE

przy ul. Sienkiewicza Nr. 14. Telefon: 283-13

w połączeniu z wystawą wzorów i specjalnem studjo dla demonstracji odbiorników radjowych.

FR. SAUTER T. A. w Bazylei



buduje, oprócz powszechnie znanych **wyłączników czasowych** (automatów zegarowych), **zegarów kontaktowych i synchronicznych, automatów schodowych,** również:

NAPĘDY ZAWOROWE do istniejących zaworów
TERMOSTATY do wszelkich celów
ZAWORY sterujące z odległości: regulujące i dławikowe, z napędem motorkowym — dla płynów, pary i gazów
WYŁĄCZNIKI CIŚNIENIOWE dla gazów, powietrza i płynów
WYŁĄCZNIKI PŁYWAKOWE
WYŁĄCZNIKI MAGNETYCZNE - ODLEGŁOŚCIOWE dla wszelkich celów
APARATY ELEKTRYCZNE STEROWNICZE do ogrzewania olejowego

ŻĄDAJCIE NASZYCH KATALOGÓW

Wyłączne przedstawicielstwo:

Towarzystwo Techniczno - Handlowe „POLAM" Sp. z o. o.

Warszawa, Hoża 36. Tel. 9-27-64

TRÜB, TÄUBER & Co

ZÜRICH, SZWAJCARJA

ELEKTRYCZNE PRZYRZĄDY POMIAROWE WSZELKICH TYPÓW • URZĄDZENIA LABORATORYJNE • URZĄDZENIA DO POMIARU TEMPERATURY • PRZYRZĄDY POMIAROWE Z ZAKRESU TECHNIKI CIEPLNEJ • PRZYRZĄDY DO BADAŃ NAUKOWYCH

WYŁĄCZNE PRZEDSTAWICIELSTWO NA POLSKĘ
BIURO TECHNICZNE

CEGIELSKI i IWANICKI, INŻ.

Warszawa, Marszałkowska 35, tel. 9.06-41

Kraków: Inż. B. Grüner, Czysta 16
Poznań: Inż. W. Piekałkiewicz, Kochanowskiego 4

SILNIKI ELEKTRYCZNE

ZWARTE 3-fazowe do 0.75 KM i 1-fazowe do 0.5 KM

TRANSFORMATORY

do 25 kVA i 3000 V

NAPRAWA MASZYN ELEKTRYCZNYCH

ZAKŁAD ELEKTROMECHANICZNY

ELEKTROMOTOR

INŻ. A. POCZYMOK

WARSZAWA, LESZNO 61, TELEFON 11-21-33

Normalit

NOWY ELEKTROLIT DO AKUMULATORÓW OŁOWIANYCH

przedłuża trwałość płyt

powiększa wydajność i pojemność akumulatora

umożliwia ładowanie i wyładowanie prądem o większem natężeniu

WYTWÓRNIA ELEKTROLITU Normalit W POLSCE SP. Z OGR. ODP.

WILNO, UL. WILEŃSKA 31. TELEFON 13-83

WSZELKIE INFORMACJE NA ŻĄDANIE

Ukazał się zeszyt 10 (październikowy)

„WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNYCH"

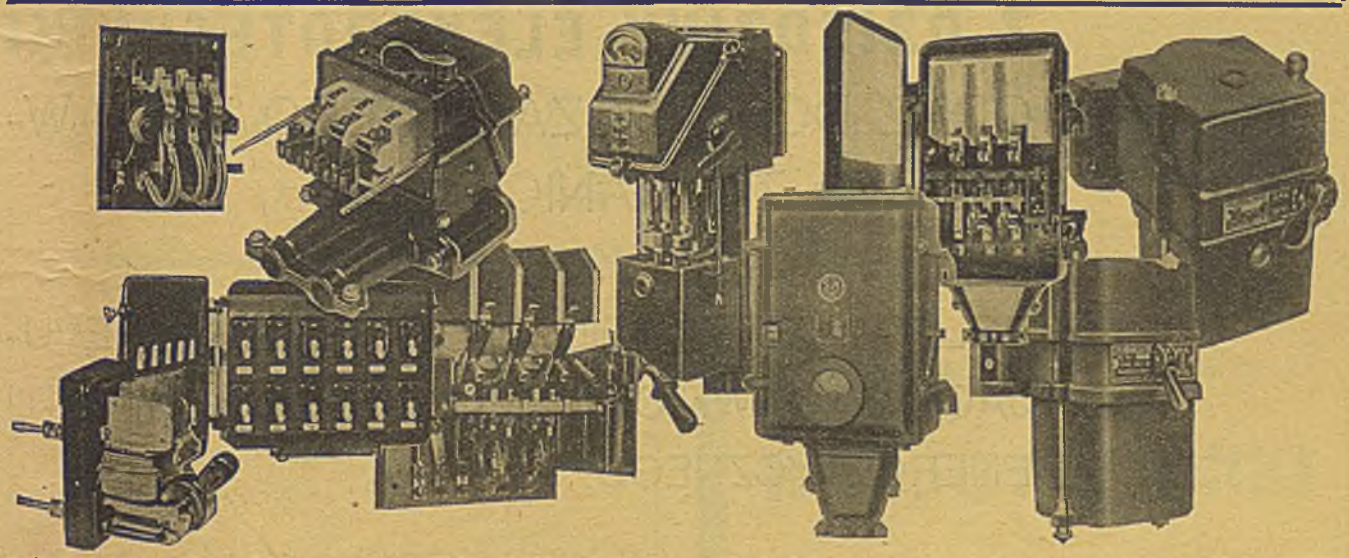
Na treść zeszytu składają się następujące artykuły:

1. Polski przemysł elektrotechniczny
2. Przepięcia atmosferyczne w napowietrznych linjach elektrycznych — *inż. M. Ferster.*
3. O czem myślą instalatorzy zagranicą.
4. Kilka uwag o wyborze silnika — *inż. Wł. Korelewski.*
5. Nowy typ kuchni elektrycznej.
6. Popularna elektrotechnika.
7. Nowiny elektrotechniczne.
8. Skrzynka pocztowa.

Redakcja i Administracja, Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23

Warunki prenumeraty: **kwartalnie 2 złote**

Bezpłatne egzemplarze okazowe wysyła się na każde żądanie



Jedynie najlepsze wyłączniki samoczynne z zabezpieczeniem podwójnem, termicznem i elektromagnetycznem, gwarantują istotną ochronę silników

Nasza specjalność:

WYŁĄCZNIKI I URZĄDZENIA SAMOCZYNNE

dla ochrony silników i urządzeń elektrycznych

PRZODUJEMY WYKONANIEM — KONKURUJEMY CENĄ

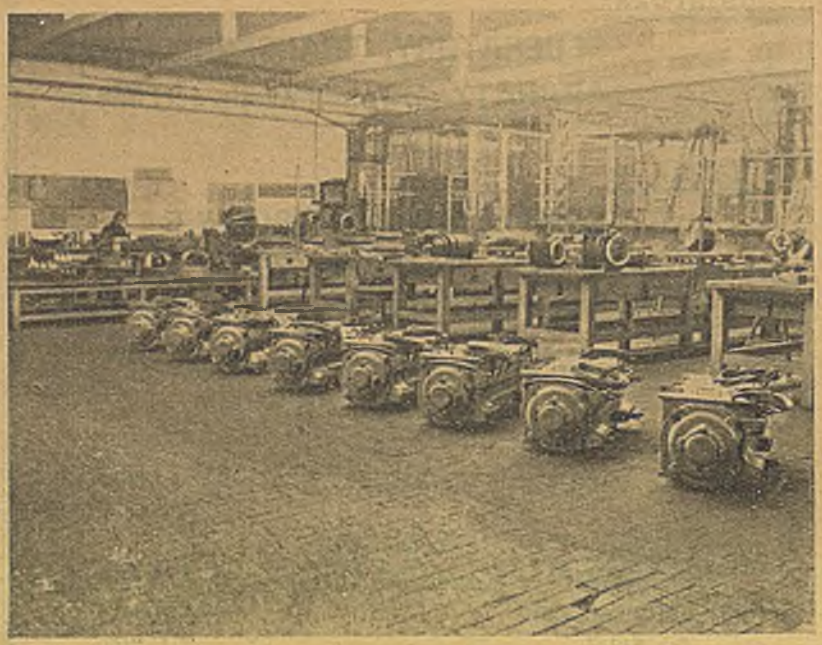
FABRYKA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

S. KLEIMAN i S-WIE

WARSZAWA, UL. OKOPOWA 19

SKODA

WARSZAWA
Królewska 23
telefony
2.60-05 610-44



Pierwsza partja silników tramwajowych o mocy godzinnej 42 KM, 660 obr/min, 550 Volt produkcji fabryki Warszawskiej — dla Dyrekcji Warszawskich Tramwajów

ODDZIAŁY
I PRZEDSTAWICIELSTWA

Król. Huta, Krzywa 7, tel. 785
Łódź, Kilińskiego 96, tel 205-84
Lwów, Kadecka 9, tel. 107-40
Bydgoszcz, Chodkiewicza 5/6, tel. 11-17
Wilno, Bosaczkowa 5, tel. 12-77
Poznań, Św. Marcin 57.

CENTRALNE BIURO
SPRZEDAŻY PRZEWODÓW

„CENTROPRZEWÓD"

SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ

WARSZAWA, ul. Marszałkowska Nr. 87
telefony: 9-42-85, 9-42-86, 9-42-87

Katowice, Młyńska Nr. 19
telefon 24-58

DOSTARCZA

IZOLOWANYCH PRZEWODÓW ELEKTRYCZNYCH

ZE WSZYSTKICH FABRYK KRAJOWYCH

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XV. 15 Listopada 1933 r. Zeszyt 22.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

PODSTAWOWE JEDNOSTKI ELEKTRYCZNE I ICH WZORCE [1]).

Dr. inż. W. Krukowski,
Profesor Politechniki Lwowskiej.

Praca niniejsza ma na celu wyświetlenie zagadnienia podstawowych jednostek elektrycznych i ich wzorców przedewszystkiem z punktu widzenia techniki pomiarowej [2]). Jako podstawowe jednostki są na tem miejscu uważane w pierwszym rzędzie jednostki oporu, natężenia prądu i siły elektromotorycznej względnie napięcia. Wzorce, któremi posługujemy się przy pomiarach, są niejako materjalnem odtworzeniem jednostek, czyli pojęć poniekąd oderwanych [3]). W ramach niniejszego artykułu nie jest oczywiście możliwe poruszenie szczegółów, mających znaczenie tylko dla tych, którzy specjalnie pracują w dziedzinie jednostek i wzorców. O ile pewne szczegóły będą poniżej wymienione, to są one potraktowane tylko jako przykłady, mające uwydatnić specjalny charakter prac nad jednostkami i wzorcami, i wykazać, na jakie trudności się przy tego rodzaju pracach napotyka.

Niniejsza praca składa się z następujących części: I. Podstawy układu metrycznego. II. Zarys historyczny rozwoju jednostek elektrycznych i ich wzorców. III. Obecny stan zagadnienia. IV. Przewidywane zmiany i konsekwencje, jakie te zmiany za sobą pociągną.

I. Podstawy układu metrycznego.

Zarówno obecnie miarodajne jednostki elektryczne, jak również — i to w większym stopniu — jednostki, których wprowadzenie jest przewidziane w przyszłości, są oparte na bezwzględnych jednostkach CGS. Z tego powodu pożytecznem jest zaznajomienie się z podstawami, na których opierają się jednostki metryczne. Ułatwi to również zrozumienie pewnych dalej omawianych zagadnień.

Podstawą metrycznego układu i tem samem bezwzględnego układu CGS jest metr jako jednostka długości, gram jako jednostka masy i sekunda jako jednostka czasu. Sekunda jest definjowana jako 1/86 400 część średniej doby słonecznej. Definicja ta nie wymaga na tem miejscu dokładniejszego omówienia. Jednostki metr i kilogram zostały w zasadzie ustalone we Francji za czasów wielkiej rewolucji.

Z inicjatywy kilku miast biskup Tayllerand-Périgord postawił na posiedzeniu Konstytuanty w roku 1790 wniosek o ustalenie i ujednostajnienie miar długości i masy. Wniosek ten został przez Konstytuantę przyjęty 8 maja 1790 r., przyczem zostało postanowione, że jednostka długości ma się opierać na miarze naturalnej, która się da każdej chwili odtworzyć. Początkowo taką miarą miała być długość sekundowego wahadła pod 45° szerokości geograficznej. Jednostka taka byłaby zależna od jednostki czasu. W celu uniknięcia tej zależności komisja, do której należeli Borda, Lagrange i Laplace, zaproponowała w dniu 19 marca 1791 r. jako naturalną miarę długości jedną dziesięciomiljonową część ćwierci południka, przechodzącego przez obserwatorjum astronomiczne w Paryżu. Oprócz tego dla dalszego ugruntowania nowej jednostki miała być również ustalona długość wahadła sekundowego.

Jako jednostka masy został zaproponowany kilogram, definjowany również jako jednostka naturalna, mianowicie masa jednego decymetra sześciennego wody przy temperaturze, odpowiadającej największej gęstości wody (+ 4° C).

Po przyjęciu przez Konstytuantę i króla wniosku komisji zostały w latach 1792 do 1798 wykonane pomiary geodezyjne, wynikiem których było, że nowa jednostka, nazwana zgodnie z propozycją Bordy „Mètre", równa się 36″ 11,296‴, użytej przy

mètre

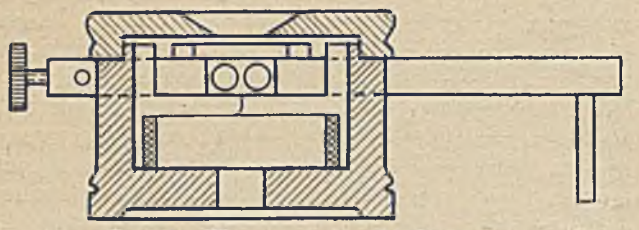
[1]) Część odczytu, wygłoszonego przez autora na posiedzeniu Oddziału Warszawskiego SEP w dn. 12 października 1933 r. Praca zawiera niektóre szczegóły, na odczycie z braku czasu pominięte, natomiast nie zawiera obszerniej omawianych na odczycie wspólnych prac Głównego Urzędu Miar i Laboratorjum Elektrotechnicznego Politechniki Lwowskiej, które będą oddzielnie opublikowane. Praca niniejsza miała się już ukazać jako jeden z referatów, na Walne Zgromadzenie SEP w czerwcu 1933 r.

Przyp. Red. W pracy niniejszej została zastosowana pisownia nazw jednostek nieco odmienna od tej, jaką stale stosuje Przegląd Elektrotechniczny.

[2]) Zagadnienie jednostek z punktu widzenia teoretycznego jest bardzo obszernie potraktowane w pracy: St. Fryze „Jednostki fizykalne i techniczne" Przegl. Elektrotechn. 15. (1933), str. 417, 603, 623, 643 i 663. (Oddzielna odbitka ukazała się już w czerwcu 1933 r.).

[3]) Z. Rauszer w pracy „Błędy i poprawki narzędzi mierniczych" Przegl. Techn. 72, (1933), str. 435 i 464 nazywa „wzorcem miary" ciało fizyczne, którego pewna własność pod względem wielkości przedstawia tę miarę z określoną dokładnością, i dodaje w odnośniku, że wyrazu „wzorzec" używa się w nauce także w znaczeniu inkorporacji miary, wykonanej z wysoką dokładnością i służącej wyłącznie do porównania z nią wzorców, używanych bezpośrednio do mierzenia. W niniejszej pracy będziemy rozumieli wzorzec przedewszystkiem w tym ostatnim sensie.

wyrabiane przez firmę Siemens & Halske jako cewki z drutu nikelinowego, znajdujące się w osłonie drewnianej i zaopatrzone w odpowiednie doprowadzenia. Na oporach tych była podawana temperatura (około 15°), przy której opór równał się dokładnie 1 SE. Jednostka Siemensa była dłuższy czas w użyciu w szeregu państw, przedewszy-



Rys. 2. Wzorzec jednostki Siemensa.

stkiem w Niemczech, Austrji i Rosji. Odgrywa ona pośrednio do dziś dnia rolę, gdyż właściwie na niej jest oparta definicja ohma międzynarodowego. Z przytoczonej oryginalnej pracy Siemensa wynika niedwuznaczenie, że uczony ten bynajmniej nie miał, jak się to czasami przypuszcza, zamiaru stworzenia jednostki, zbliżonej do ohma, lecz zaproponował jedynie ustalenie przekroju i długości słupa rtęci w okrągłych wartościach w jednostkach układu metrycznego.

Ustalenie jednostek zapomocą dowolnych niezmiennych wzorców lub wzorców, dających się reprodukować — o ile wogóle budowa wzorców danej jednostki jest wykonalna — nie jest jedyną możliwą drogą do osiągnięcia celu. Możliwem jest również ustalenie jednostek na podstawie różnych zjawisk fizykalnych w zależności od pewnej niewielkiej ilości jednostek podstawowych. Takie układy jednostek są zwane układami bezwzględnemi. Drogę tę wskazał wielki Gauss, który stworzył tego rodzaju układ dla jednostek magnetycznych [13]), przyjmując za jednostki podstawowe jednostki długości, masy i czasu. Należy jednak podkreślić, że wprowadzona przez Gaussa nazwa jednostek bezwzględnych nie ma bynajmniej jakiegoś głębszego znaczenia, które jej się częstokroć przypisuje. Gauss nazwał zaproponowane przez siebie jednostki „bezwzględnemi" w odróżnieniu od przedtem przy pomiarach magnetycznych używanych jednostek. Tak naprzykład za jednostkę natężenia poziomej składowej pola magnetycznego ziemi było przyjmowane natężenie tego pola w pewnem określonem miejscu w Anglji. Opierając się na pracach Gaussa, jego współpracownik Wilhelm Weber [14]) stworzył jednostki bezwzględne dla wielkości elektrycznych. Jako jednostki podstawowe Weber stosował milimetr, miligram i sekundę. Z tego wynika, że jednostka natężenia prądu równała się 0,1 (bezwzględnego) ampera. Jednostka ta była pod nazwą „Weber" stosowana przez fizyków niemieckich.

Mniejwięcej w tym samym czasie, kiedy w Niemczech powstała jednostka oporu Siemensa, zostały również i w Anglji podjęte prace nad ustaleniem jednostek elektrycznych i ich wzorców. W tym celu została przez Board of Trade utworzona specjalna komisja — British Association Committee on Practical Standards for Electrical Measurements (BA). Komitet ten postanowił przyjąć jednostki, oparte na jednostkach bezwzględnych, stworzonych przez Gaussa i Webera, które stosował również przy swoich pracach Wm. Thomson (Lord Kelvin). Zasady przyjęte przez BA zostały ogłoszone w roku 1863 [15]). Jednostki zostały oparte na jednostkach bezwzględnego układu elektromagnetycznego, przyczem za podstawowe jednostki zostały przyjęte centymetr, gram, sekunda, to znaczy przyjęto elektromagnetyczny układ CGS.

Ze względu na to, że te jednostki posiadają wielkości rzędu mało spotykanego w praktyce, zostały do praktycznego użytku ustalone „praktyczne jednostki", będące pewnemi wielokrotnemi wymienionych jednostek CGS. Jako praktyczna jednostka oporu została ustalona jednostka 10^9 jednostki CGS. Jako praktyczna jednostka natężenia prądu 10^{-1} jednostki CGS, jako jednostka napięcia, względnie siły elektromotorycznej, 10^8 jednostki CGS.

Jako właściwa praktyczna jednostka oporu miała jednak służyć nie definjowana w ten sposób jednostka, lecz jednostka, reprezentowana przez szereg wzorców metalowych, których opór miał być możliwie zbliżony do wynikającego z teoretycznej definicji. Te wzorce, reprezentujące „British Association Unit" (BAU), były różnie wykonane; jako materjał oporowy były zastosowane różne stopy, przedewszystkiem stop platyny ze srebrem.

Widzimy więc, że BA poszło podobną drogą, jaka została obrana dla metra, który miał być początkowo jednostką naturalną, obecnie jest jednak definjowany jako długość określonego wzorca.

Dla praktycznych jednostek elektrycznych zostały w Anglji również ustalone pewne nazwy, oparte na nazwiskach uczonych, szczególnie zasłużonych na polu elektryczności. Jednostka oporu BAU była nazwana Ohmad albo Ohm, jednostka napięcia Volt, jednostka natężenia prądu Weber.

Nadzieje, pokładane na wzorcach, reprezentujących BAU, nie ziściły się. Pomijając mniej ważny fakt, że dokładniejsze pomiary wykazały, że BAU dosyć znacznie odbiega od początkowej definicji (1 BAU ≈ 0,988 Ω), okazało się, że opory wzorców są w znacznym stopniu niestałe.

Stan, który się wytworzył przez stosowanie w różnych państwach różnego rodzaju jednostek, z których w dodatku nie wszystkie były dostatecznie dokładnie definjowane (BAU), był oczywiście bardzo szkodliwy. Niewygodnem było, że dwie używane jednostki oporu BAU i SE różniły się od siebie zaledwie o parę procent (mniejwięcej 5%). Jeszcze gorzej przedstawiała się sprawa jednostek natężenia prądu, gdyż dwie używane jednostki,

[13]) C. F. Gauss, Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Göttingen, 1832.

[14]) Gauss und Weber, Elektrodyn. Massbest. Leipzig, 1846.

[15]) British Association Reports on Electrical Measurements; A Record of the History of „Absolute Units" and of Lord Kelvin's work connection with these. Reprinted by the Association, 1912, Cambridge, University Press.

niemiecka i angielska, nosiły tę samą nazwę Weber, chociaż jednostka niemiecka była dziesięć razy mniejszą od jednostki angielskiej. Powodowało to różne nieporozumienia, naprzykład wtedy, jeżeli prace angielskie były cytowane albo tłumaczone w Niemczech i odwrotnie. Międzynarodowe uregulowanie kwestji jednostek elektrycznych było więc ważną i palącą sprawą.

Pierwsze oficjalne kroki w tym kierunku były poczynione na Międzynarodowym Kongresie Elektryków w roku 1881 w Paryżu. Rezultatem tych pertraktacyj było wytknięcie drogi, która dziś jeszcze jest miarodajną. Właściwem formalnem zakończeniem prac zapoczątkowanych w roku 1881 były postanowienia Międzynarodowej Konferencji Londyńskiej w roku 1908.

Uchwały Kongresu paryskiego brzmią w tłumaczeniu polskiem przy zachowaniu oryginalnej pisowni jednostek jak następuje [16]):

1. Jako podstawowe jednostki przy pomiarach elektrycznych należy przyjąć: centymetr, gram-masę, sekundę (CGS).

2. Praktyczne jednostki *Ohm* i *Volt* zachowują swe obecnie używane definicje: 10^9 dla Ohma i 10^8 dla Volta.

3. Jednostka oporu (*Ohm*) ma być reprezentowana przez słup rtęci o przekroju jednego milimetra kwadratowego, przy temperaturze zero stopni studzielnej skali.

4. Komisja międzynarodowa ma na podstawie nowych pomiarów ustalić dla celów praktycznych długość słupa rtęci o przekroju jednego milimetra kwadratowego, przy temperaturze zero stopni skali studzielnej, który ma reprezentować wartość Ohma.

5. Nazywa się *Ampère* prąd wywołany przez jeden Volt w jednym Ohmie.

6. Nazywa się *Coulomb* ilość elektryczności, która odpowiada definicji, że jeden Ampère daje jeden Coulomb na sekundę.

7. Nazywa się *Farad* pojemność odpowiadająca definicji, że jeden Coulomb daje w jednym Faradzie jeden Volt.

Przytoczona rezolucja Kongresu Paryskiego z roku 1881 była kompromisem między punktem widzenia angielskim i niemieckim. Utrwala ona w głównych zarysach stosowane już w Anglji jednostki, zachowując również dla praktycznych jednostek oporu i napięcia przyjęte w Anglji nazwy. Dla celów praktycznych postanowiono jednak definjować ohm jako opór wzorca rtęciowego, czyli jako pewną wielokrotną jednostki Siemensa. Wielokrotna ta, jak również sposób definicji jednostki natężenia prądu, zostają jeszcze otwarte. Powodem tego było, że w roku 1881 nie było jeszcze dostatecznie dokładnych wyników prac doświadczalnych, któreby pozwoliły na rozstrzygnięcie tych kwestyj. Dla praktycznej jednostki natężenia prądu została ustalona nazwa Ampère, a to z jednej strony w celu uniknięcia nieporozumień, które wynikały z powodu dawnej niejednolitej jednostki Weber, z drugiej strony, żeby jedna z najważniejszych jednostek była nazwana imieniem wielkiego fizyka francuskiego. Widzimy również, że zostały wprowadzone nowe nazwy Coulomb i Farad dla jednostek ilości elektryczności i pojemności.

W roku 1882 odbył się drugi Kongres elektryków w Paryżu, który do sprawy jednostek nie wniósł nic nowego. Większe znaczenie miały natomiast postanowienia kongresu, który się odbył w roku 1884 w Paryżu. Wtedy ustalono, by przyjąć prowizorycznie, że wymieniona wyżej długość słupa rtęci ,odpowiadająca jednemu ohmowi, równa się 1,06 m. Tak definjowana jednostka otrzymała w celu odróżnienia jej od dawniej stosowanego ohma, to znaczy BAU, nazwę legalny Ohm i była praktycznie używana około dziesięciu lat. Ważnem było również postanowienie, że dla celów praktycznych Ampere ma być definjowany jako pewna ilość srebra, strącana w jednostce czasu w woltametrze srebrowym.

W roku 1889 odbył się w Paryżu kongres, który nie miał charakteru oficjalnego. Na tym kongresie zostały ustalone jednostki Joule, Watt i Quadrant (obecnie Henry). Postanowiono również, że moc mechaniczna maszyn ma być wyrażana nie w koniach mechanicznych, lecz w kilowattach.

Około roku 1890 Board of Trade w Anglji i Physikalisch - Technische Reichsanstalt (PTR) w Niemczech pracowały nad przygotowaniem ustaw o jednostkach elektrycznych, które miały w tych krajach obowiązywać. Dla skoordynowania tych prac i przygotowania uchwał, które miały być przyjęte na przewidzianym na rok 1893 kongresie w Chicago, została odbyta konferencja w sierpniu 1892 r. w Edinburgu. W konferencji tej brali udział przedstawiciele Board of Trade, PTR, Stanów Zjednoczonych i BIPM. Na konferencji tej zostały przyjęte propozycje PTR, dotyczące ustalenia ilości srebra, strącanego przez jeden Ampere, i długości słupa rtęci, reprezentującego jeden Ohm. Ta ostatnia liczba została ustalona na podstawie znanej krytycznej pracy Dorna [17]).

Kongres, który się odbył w roku 1893 w Chicago, przyjął w zasadzie propozycje, opracowane na konferencji w Edinburgu, dotyczące praktycznej definicji ohma i ampera [18]). Definicje te są w zasadzie identyczne z definicjami, poniekąd tylko potwierdzonemi na konferencji w Londynie (patrz dalej). Odpowiadające nowej definicji jednostki zostały w Chicago nazwane jednostkami międzynarodowemi. Oprócz definicji międzynarodowego ampera (int. ampere), międzynarodowego ohma (int. ohm) i międzynarodowego volta (int. volt), wynikających z dwóch pierwszych definicyj, Kongres w Chicago ustalił jeszcze zgodnie z projektem angielskiej ustawy o jednostkach elektrycznych z roku 1891 drugą definicję volta, opartą na sile elektromotorycznej normalnego ogniwa Clarka. Przyjęto, że ta siła elektromotoryczna przy 15° równa się 1,434 int. V. Specjalna Komisja, w skład której weszli Helmholtz, Ayrton i Carhart, miała ustalić dokładne przepisy budowy ogniwa Clarka.

---

[16]) Congrès International des Electriciens, Paris 1881, Comptes Rendus des Travaux, Paris 1882, str. 249.

[17]) Dorn, E. Wiss. Abh. d. PTR tom 2 (1895), str. 257. Londyn. 1922, str. 242 i str. 949. ETZ. 30, (1909), str. 344.

[18]) Proceedings of the International Electrical Congress held in The City of Chicago, 1893. New York, 1894, str. 20.

Podwójna definicja międzynarodowego volta była, jak to zresztą prędko się okazało, krokiem bardzo niefortunnym. Wielkości volta, które wynikały z obu definicyj, różniły się mniejwięcej o 1/1 000. Różnica ta uwydatniała się nawet już przy pomiarach niebardzo precyzyjnych. Postanowienie Kongresu w Chicago, dotyczące definicji volta na podstawie siły elektromotorycznej ogniwa Clarka, zostało wprowadzone do ustaw o jednostkach elektrycznych w U.S.A., w Anglji i Francji. Natomiast Niemcy, Austrja i Belgja pominęły w swoich ustawach drugą, niefortunną definicję volta. W U.S.A. postanowienie, dotyczące siły elektromotorycznej ogniw Clarka, po dziś dzień jeszcze formalnie obowiązuje. Po Kongresie w Chicago jednostki legalne straciły znaczenie.

Trudności, które wynikły z zastosowania niefortunnych postanowień Kongresu w Chicago, były rozpatrywane na Kongresie Elektryków w St. Louis w roku 1904, gdzie zostało zalecone stworzenie stałej międzynarodowej komisji.

Ostatnim etapem ustalenia dziś miarodajnych jednostek międzynarodowych była konferencja w roku 1908 w Londynie. Konferencję tę poprzedziła konferencja wybitnych fachowców, która się odbyła w październiku 1905 roku w PTR w Charlottenburgu. Należy tu nadmienić, że na okres czasu między kongresem w Chicago i konferencją w Londynie przypadło szereg ważnych prac doświadczalnych, które znacznie posunęły naprzód zagadnienie jednostek i wzorców elektrycznych.

Konferencja w Londynie odbyła się w październiku 1908 r. Na niej było reprezentowanych przez 46 delegatów 26 państw. Prezesem Konferencji był Lord Rayleigh. Fachowe prace zostały wykonane przez Komitet techniczny, w skład którego weszło 22-ch członków konferencji, którzy byli wybitnymi fachowcami. Przewodniczącym tego Komitetu był Glazebrook. Rezolucje Konferencji Londyńskiej zostały zredagowane w trzech oficjalnych językach Konferencji: angielskim, francuskim i niemieckim.

Postanowienia Konferencji Londyńskiej, dotyczące jednostek elektrycznych, brzmią w możliwie dosłownem tłumaczeniu polskiem, jak następuje [10]):

I. Stosownie do dotychczas przyjętego ustala się, że podstawowe jednostki wielkości elektrycznych mają być definjowane na podstawie elektromagnetycznego układu jednostek, odniesionego do centymetra jako jednostki długości, grama jako jednostki masy i sekundy jako jednostki czasu.

Temi podstawowemi jednostkami są:

1) Ohm, jednostka oporu, która się równa 1 000 000 000 jednostek CGS.

2) Ampere, jednostka natężenia prądu, która się równa 1/10 jednostki CGS.

3) Volt, jednostka siły elektromotorycznej, która się równa 100 000 000 jednostek CGS.

4) Watt, jednostka mocy, która się równa 10 000 000 jednostek CGS.

II. Jako układ jednostek z dostatecznem przybliżeniem reprezentujący powyższe jednostki dla celów pomiarów elektrycznych oraz jako podstawę dla celów legalizacyjnych Konferencja zaleca przyjąć międzynarodowy Ohm, międzynarodowy Ampere i międzynarodowy Volt, które są określone na podstawie następującej definicji:

III. Ohm jest pierwszą podstawową jednostką.

IV. Międzynarodowy Ohm jest definjowany jako opór określonego słupa rtęci.

V. Międzynarodowy Ohm jest to opór, jaki posiada w stosunku do niezmiennego prądu elektrycznego słup rtęci o temperaturze topnienia lodu, o masie 14,4521 g o stałym przekroju i długości 106,300 cm.

Przy określeniu oporu słupa rtęci w międzynarodowych ohmach miarodajne są postanowienia załączonej specyfikacji I.

VI. Ampere jest drugą jednostką podstawową.

VII. Międzynarodowy ampere jest to natężenie takiego niezmiennego prądu, który, przepływając przez roztwór azotanu srebra w wodzie, w warunkach, ustalonych załączoną przy niniejszym specyfikacją II, strąca 0,001 118 00 gramów srebra na sekundę.

VIII. Międzynarodowy volt jest to napięcie elektryczne, które, będąc załączone na przewodnik o oporze 1 międzynarodowego ohma, powoduje prąd o natężeniu jednego międzynarodowego ampera.

IX. Międzynarodowy Watt jest to ilość energji, wytwarzana na sekundę przez niezmienny prąd elektryczny o natężeniu jednego międzynarodowego ampera przy napięciu jednego międzynarodowego volta.

Przytoczone postanowienia Konferencji Londyńskiej są w zasadzie identyczne z postanowieniami Kongresu w Chicago. Usuniętą została jednakowoż niefortunna podwójna definicja Volta.

Ze względów jednak na to, że ogniwo normalne jest nader ważnym wzorcem praktycznym, ważniejszym od woltametru srebrowego, Konferencja Londyńska zaleciła dodatkowo stosowanie ogniwa normalnego Westona z nasyconym roztworem siarczanu kadmu, ustalając skład tego ogniwa i prowizoryczną wartość 1,0184 int. V dla siły elektromotorycznej ogniwa przy 20°. Konferencja Londyńska przyjęła również jako miarodajny wzór, wyrażający zależność siły elekromotorycznej ogniwa Westona od temperatury, wzór opracowany w Bureau of Standards.

Pod względem organizacyjnym uchwalono w Londynie stworzenie Stałej Międzynarodowej Komisji dla spraw jednostek elektrycznych. Jako organ przejściowy Konferencja utworzyła Komitet Naukowy, tak zwany Komitet Rayleigh, pod przewodnictwem Warburga. Zadaniem tego Komitetu miało być zorganizowanie wymienionej komisji międzynarodowej, porównywanie jednostek różnych państw i t. p.

Dalszym ważnym krokiem było ustalenie dokładnej wartości siły elektromotorycznej ogniwa Westona w międzynarodowych voltach. Praca ta

---

[10]) International Conference on Electrical Units and Standards 1908 printed for his Majestys Stationary Office by Darling & Son, Londyn 1909.

Patrz np. Dictionary of Appleid Physics, tom 2.

została wykonana na wiosnę 1910 roku w Bureau of Standards w Washingtonie przez Międzynarodowy Komitet Techniczny w składzie Rosa i Wolff (BSt), Smith ((NPL), Laporte (LCE) i Jaeger (PTR). Komitet ten doszedł na podstawie wykonanych pomiarów do wniosku, że siła elektromotoryczna ogniwa Westona przy 20° wynosi 1,01830 int. V. Wartość ta została uznana przez Komitet Rayleigh jako miarodajna, poczynając od 1 stycznia 1911 r. Wojna przerwała dalsze prace Komitetu Rayleigh i Komitet ten przestał istnieć.

Należy jeszcze nadmienić, że podczas pomiarów w Washyngtonie została przyjęta jako wartość ohma międzynarodowego średnia wartość ohmów angielskiego i niemieckiego. Wartość ta jest znana pod nazwą jednostki Washyngtońskiej i była przez dłuższy czas uważana jako właściwa wartość ohma międzynarodowego.

III. Obecny stan zagadnienia jednostek i wzorców elektrycznych.

1. Instytucje, pracujące nad wzorcami elektrycznemi.

Przed omówieniem obecnego stanu na polu jednostek i wzorców elektrycznych warto przynajmniej krótko omówić, jakie instytucje przedewszystkiem pracują obecnie w tej dziedzinie.

Najstarszą i po dziś dzień jedną z najwięcej miarodajnych instytucyj jest Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) w Charlottenburgu. PTR zostało założone w roku 1887, pierwszym prezydentem był Helmholtz. Na polu jednostek i wzorców elektrycznych został w PTR wykonany szereg bardzo ważnych prac. Tak naprzykład zostały zbudowane pierwsze dokładne rtęciowe wzorce międzynarodowego ohma, została opracowana do dziś dnia wzorowa konstrukcja oporów normalnych i dokładnie zostało opracowane ogniwo normalne Westona. Oprócz tego została wykonana jedna z najdokładniejszych prac dla określenia wielkości bezwzględnego ohma.

Następną również bardzo poważną instytucją jest angielskie National Physical Laboratory (NPL) w Teddington pod Londynem, założone w roku 1902. Z prac NPL na polu jednostek elektrycznych zasługują przedewszystkiem na uwagę określenia bezwzględnego ohma i bezwzględnego ampera. NPL opracowało również miarodajne wzorce rtęciowe ohma.

Wielkie znaczenie ma również amerykańska instytucja Bureau of Standards (BSt.) w Washingtonie, założona w roku 1904. Z prac BSt. na polu jednostek elektrycznych zasługują na szczególną uwagę prace, dotyczące bezwzględnych jednostek, i prace, dotyczące udoskonalenia konstrukcji oporów normalnych.

Francuskie Laboratoire Central d'Electricité (LCE) w Paryżu nie odegrało dotychczas większej roli na polu jednostek i wzorców elektrycznych. Powodem tego było, zdaje się, to, że instytucja ta zajmuje się przedewszystkiem zadaniami o charakterze praktyczno - technicznym. W ostatnich czasach daje się jednak zauważyć we Francji tendencja do rozwinięcia prac nad jednostkami elektrycznemi. Dział, poświęcony tym pracom, został przed paroma miesiącami przeniesiony z LCE do laboratorjum Ecole Supérieure d'Electricité w Malakoff pod Paryżem. W tem laboratorjum są obecnie robione przygotowania do prac nad ogniwami normalnemi, do prac woltametrycznych i innych.

Dosyć poważnie pracują na polu jednostek i wzorców elektrycznych instytucje japońskie i rosyjskie.

Mniejwięcej przed rokiem prace nad wzorcami zostały podjęte również w Bureau International des Poids et Mesures. Instytucja ta pracowała dotychczas głównie na polu metrologji, to znaczy pomiarów długości i masy, jak również w dziedzinie termometrji; w przyszłości odegra jednak przypuszczalnie znaczniejszą rolę w dziedzinie wzorców elektrycznych, o czem będzie jeszcze mowa poniżej.

W Polsce do niedawna nie zajmowano się właściwie zupełnie wzorcami elektrycznemi. Były oczywiście czasami wykonywane porównania oporów i ogniw normalnych między sobą, ale tych pomiarów nie można zaliczyć do poważniejszych prac nad wzorcami. Zawsze kiedy chodziło o dokładniejsze ustalenie wartości wzorców, prace te były przekazywane do instytucyj zagranicznych, w większości przypadków do PTR. Dopiero mniejwięcej rok temu podjęło Laboratorjum Elektrotechniczne Politechniki Lwowskiej poważniejsze prace nad wzorcami elektrycznemi i to przedewszystkiem oporami i ogniwami normalnemi. Prace te są prowadzone wspólnie z Głównym Urzędem Miar i już dzisiaj posunęły się tak daleko, że nie zachodzi już potrzeba wysyłania oporów i ogniw normalnych dla sprawdzenia do instytucyj zagranicznych. Została również już podjęta współpraca w dziedzinie wzorców elektrycznych z miarodajnemi instytucjami zagranicznemi, BIPM, NPL, i PTR, a poczęści nawiązane stosunki z BSt. i LCE. [20]).

Oprócz wymienionych zajmują się sprawą wzorców i inne instytucje, które nie odgrywają jednak na polu międzynarodowem tak wielkiej roli, jak wymienione wyżej. Tak np. pracują nad wzorcami elektrycznemi Bundesamt für Eich-und Vermessungswesen w Wiedniu i Eidg. Amt für Mass und Gewicht w Bernie. Szereg miarodajnych prac został wykonany w laboratorjach wyższych uczelni.

Powyżej była mowa o instytucjach, pracujących nad sprawą jednostek i wzorców z punktu widzenia naukowego. Prace tego rodzaju częstokroć są podstawą do ustaw i t. p., wydanie których należy oczywiście do kompetencji czynników ustawodawczych danego państwa. Tak naprzykład przygotowany przez PTR projekt niemieckiej ustawy o jednostkach elektrycznych musiał swego czasu uzyskać aprobatę Reichstagu niemieckiego, wydanie ustaw angielskich należy oczywiście nie do kompetencji NPL, a Board of Trade, względnie Parlamentu angielskiego i t. p.

(C. d. n.).

[20]) Patrz również odnośnik 1).

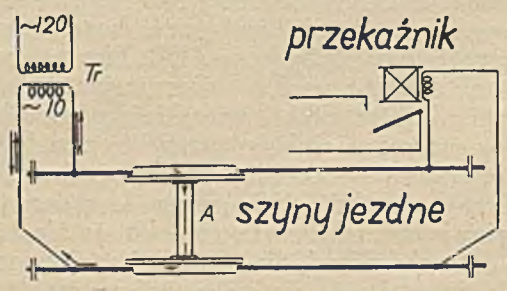
WPŁYW OPORNOŚCI ZESTAWÓW KOŁOWYCH NA PRACĘ PRZEKAŹNIKÓW TOROWYCH.

Inż. Józef Zieliński.

Stały wzrost tempa życia skłonił poszczególne koleje do powiększania szybkości przewozów. Równocześnie ze wzrostem szybkości większą uwagę musiano poświęcić i zabezpieczeniu ruchu pociągów, tak że obecnie elektrotechnika bez względu na rodzaj trakcji, parowej czy też elektrycznej, opanowała i tą dziedzinę.

Zasadniczym schematem elektrycznym są tu obwody prądu torowego. Obwody te są zamykane lub otwierane przez sam skład pociągu, zaś przewodami łączącemi poszczególne przyrządy są szyny jezdne. Obwody elektryczne, których przewodami łączącemi są szyny jezdne, nazywamy sekcjami izolowanemi. [1])

Pociąg, najeżdżający na sekcję izolowaną (torową (rys. 1), zamyka obwód elektryczny zestawami kołowemi, jak również i częściami żelaznemi podwozia i pudła wagonu.



Rys. 1.
Zasadniczy schemat sekcji izolowanej, zajętej przez pociąg.

Aczkolwiek na osi spoczywają łożyska, na nich zaś żelazna rama pudła wagonu, to jednak zestaw kołowy jest głównym łącznikiem elektrycznym, zamykającym obwód prądu torowego. Wynika to stąd, iż łożyska spoczywają na osi, zatem na jednolitej części zestawu o małej oporności; ponadto w czasie ruchu wagonu masa żelazna pudła wagonu jest odizolowana smarem, który tworzy cienką warstwę pomiędzy pudłem wagonu a zestawem kołowym. Drążki i ścięgna hamulcowe wraz z klockami mogą mieć wpływ na przewodzenie prądu, lecz tylko w wypadkach hamowania wagonu, gdy do obręczy kół zostaną dociśnięte klocki hamulcowe, łącząc elektrycznie obręcze kół tego samego zestawu.

Ponieważ we wszystkich wypadkach, gdzie stosuje się sekcje izolowane, chodzi o zabezpieczenie ruchu pociągów, przeto musimy się liczyć z warunkami, gdy wagony są w ruchu. Dlatego też dalej zajmiemy się jedynie samemi zestawami kołowemi.

Dla normalnych sekcyj torowych, sygnalizujących zajętość danego odcinka w ten sposób, że przekaźnik torowy jest unieruchomiony, ponieważ źródło prądu zamknięte jest na opór samego zestawu czy też w szereg z nim włączonego opornika, oporności zestawów kołowych muszą być jedynie dostatecznie małe, aby spadek napięcia na nich nie był wystarczający do uruchomienia przekaźnika torowego. Przy normalnej sygnalizacji, gdzie przez sekcję izolowaną przechodzi cały skład pociągu łącznie z lokomotywą, a więc conajmniej 8 — 9 osi, pozatem długość sekcji izolowanej jest taka, że mieści się na niej większa ilość zestawów kołowych, — wypadkowa oporność sumy oporności równolegle połączonych zestawów napewno będzie tak mała, że spełni żądany warunek. Jeżeli nawet w składzie pociągu będzie część zestawów o oporach bardzo dużych, to i wtedy trudno przypuścić, aby akurat wszystkie osie równocześnie znajdujące się na sekcji mogły mieć oporności zbyt duże. Widać stąd jasno, że wpływ większej oporności jednego czy też paru zestawów kołowych na sygnalizację linjową czy też stacyjną jest stosunkowo mały.

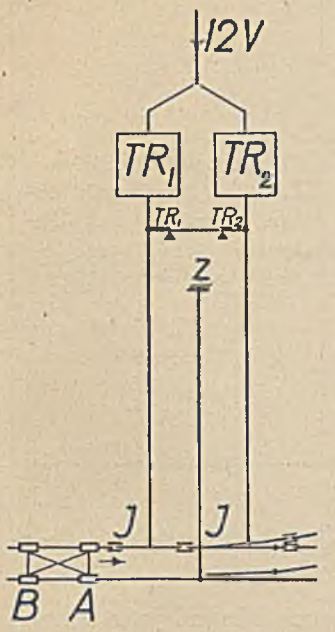
Zgoła inaczej przedstawia się sprawa dla sygnalizacji tego rodzaju, gdzie równocześnie na sekcji izolowanej może się znajdować tylko jedna oś lub conajmniej dwie. Wpływ oporności zestawu kołowego wzrasta w tym przypadku niepomiernie i prawidłowość funkcjonowania urządzeń sygnalizacyjnych jest uzależniona od danych elektrycznych poszczególnych zestawów kołowych. Ma to miejsce w automatycznych sortowniach wagonów towarowych. W tym wypadku wielkości prądu są odpowiednio dobrane, a większe odchylenia powodują niewłaściwe funkcjonowanie automatów i mogą się przyczynić do mylnego skierowania wagonu lub nawet wywołać wykolejenie wagonu czy też ich grupy, gdy automatyczny manewr zwrotnicą zostanie wykonany nie w porę.

Instalacje automatyczne mają na celu przestawienie zwrotnicy pomiędzy dwoma kolejno jadącemi wagonami, która kieruje wagony na różne tory wiązki sortowni, tak jednak, aby przestawienie nie było dokonane w czasie przechodzenia przez nią wagonu.

W tym celu każda zwrotnica jest zaopatrzona w dwie szyny izolowane I_1 i I_2 (rys. 2) z odpowiedniemi przekaźnikami TR_1 i TR_2. Zestaw kołowy, przechodząc przez szynę izolowaną, zamyka obwody dwóch przekaźników, uruchamiając je. Przekaźniki pozostają uruchomione dopóty, dopóki ostatnia oś wagonu czy też grupy wagonów nie opuści drugiej szyny izolowanej, i wówczas dopiero może nastąpić przestawienie zwrotnicy przez automat przetoków, dysponujący kierunkiem prądów w przekaźnikach pomocniczych. Automaty maszyn zwrotniczych zaopatruje się w dyspozycje przetoków przed rozpoczęciem sortowania wagonów.

[1]) Szczegóły, dotyczące sekcyj izolowanych dla zabezpieczenia ruchu pociągów, podałem w Przeglądzie Teletechnicznym Nr. Nr. 1, 2, 6, 7 r. b.

Rozpatrzymy poszczególne momenty pracy podanych powyżej na rys. 2 sekcyj izolowanych w czasie przebiegu przez nie jednego wagonu o oporności bliskiej zera i drugiego — o oporności około 30 omów.



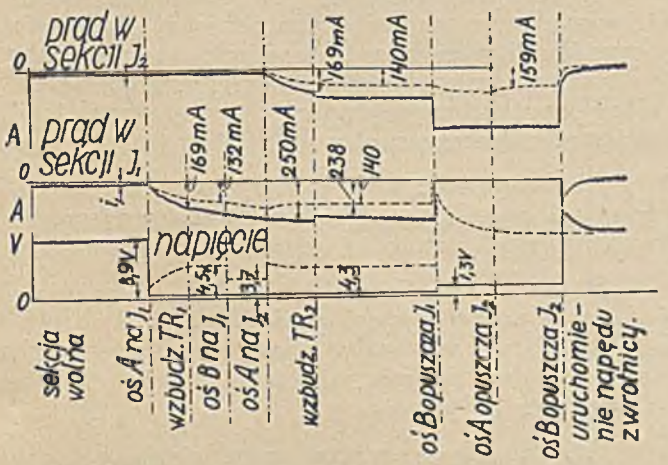
Rys. 2.
Schemat uproszczony sekcyj izolowanych l_1 i l_2 zwrotnicy automatycznej.

Wykres na rys. 3 przedstawia przebiegi prądów i napięć w sekcjach, otrzymane przy pomocy aparatów samopiszących w rzeczywistych warunkach pracy.

Krzywe, oznaczone linją ciągłą, odnoszą się do przebiegu wagonu o małej oporności, zaś linje przerywane do wagonu o zbyt dużej oporności.

Normalnie przy niezajętych sekcjach I_1 i I_2 płynie w nich pewien mały prąd i_1 i i_2 pod wpływem napięcia źródła 12 V, które jednak na sekcji wynosi 8 ÷ 9 wolta.

Z chwilą przekroczenia przez zestaw A izolacji i wejścia na sekcję I_1 napięcie torowe gwałtownie spada, prąd torowy i_1 wzrasta i uruchamia przekaźnik TR_1. Wejście zestawu B na I_1 powiększa trochę prąd i_1. Zejście zestawu A z sekcji i_1 i wejście na i_2 powoduje małe zmniejszenie prądu i_1, wzrost prądu i_2 i uruchomienie przekaźnika TR_2. Zejście zestawu B z sekcji I_1 sprowadza prąd i_1 do zera, zaś prąd i_2 powiększa się. Zejście zestawu A z sekcji I_2 nie wywiera prawie wpływu, dopiero zejście zestawu B z sekcji I_2 powoduje raptowne podniesienie się napięcia i spadek prądu i_2 do zera.



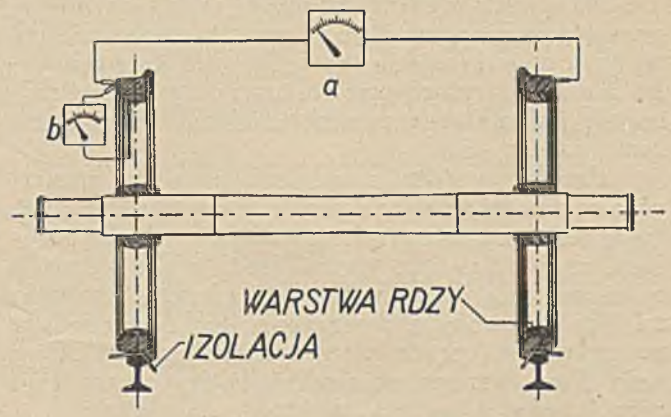
Rys. 3.
Wykresy przebiegu prądów w sekcjach torowych zwrotnicy automatycznej.

Jak widać z wykresu (linje przerywane), przy przechodzeniu wagonu o oporności większej, niż dopuszczalna, nie następuje uruchomienie przekaźników, przez co sekcje izolowane nie spełniają swego zadania.

Prawidłowe funcjonowanie urządzenia automatycznej sortowni będzie zapewnione tylko przy odpowiednich przewodnościach zestawów kołowych.

Oporności te nie są stałe, lecz zmieniają się z biegiem czasu pracy wagonu. Jest to spowodowane przesuwaniem się obręczy bandaża względem tarczy koła, rozwalcowywaniem się obręczy i powstawaniem na jej wewnętrznej powierzchni coraz grubszej warstwy tlenków żelaza.

Normalnie zatem świeżo nałożony bandaż, który początkowo odpowiada warunkom elekrycznym, w wyniku dłuższej pracy może zmienić swoje własności elektryczne i to na tyle, że spowoduje nieodpowiednie funkcjonowanie przekaźników. Wielkość oporności zestawu zmienia się pozatem zależnie od natężenia prądu, przechodzącego przezeń, jak również rezultaty pomiarów oporności zależą od tego, jaki rodzaj prądu (stały, zmienny) zastosujemy do pomiarów.



Rys. 4.
Schemat pomiaru oporności zestawu kołowego.

Oporność zmienia się również w zależności od czasu trwania pomiaru, a co za tem idzie od czasu przechodzenia prądu przez zestaw. Oporność zestawu, mierzona na szynach jezdnych, zależy ponadto od wagi wagonu, gdyż zmieniają się od tego opory przejścia pomiędzy szyną jezdną a obręczą koła.

Przytoczę niżej pomiary oporności zestawów, wykonanych mostkiem Westona i Thomsona; źródłem prądu była baterja akumulatorów (rys. 4). Badany zestaw był izolowany od szyn wastwą impregnowanego preszpanu, tak aby oporność pomiędzy ziemią a zestawem była wielkości kilku megomów. O ileby do badania był wzięty wagon, to poza ustawieniem go na warstwie izolacyjnej, klocki hamulcowe należy odizolować od bandaży kół. Dla zmniejszenia oporności przejścia w miejscach styków przewodów, łączących przyrządy pomiarowe z badanym zestawem, w miejscach tych wywiercono wgłębienia, a wpuszczone styki dokręcone zostały mocno imadełkiem ręcznem.

Przeprowadzone w warsztatach kolejowych pomiary oporności zestawów kołowych, przeznaczonych do wymiany z powodu zużycia obręczy, dały wyniki następujące:

L. p.	Typ zestawu	Rodzaj kół	Pomiar oporności wykonano pomiędzy punktami	Rezultat pomiaru omów	Uwagi
1	N.	szprychowe	koło z obręczami przyspawanemi na 4 nakładki		
	N.	„	pomiar *a* pomiędzy nakładkami	0,075	
	N.	„	„ *b* „ „	0,035	
2	P. A.	tarczowe	jak wyżej pomiar *a*	0,083	
3	P. A.	szprychowe	„ „ „ *a*	0,047	
	P. A.	„	„ „ na wprost nakładek	0,038	Oporności zestawów
4	7	tarczowe	bez spawań pomiar *a*	0,050	P. K. P. dały wyniki do-
5	N.	szprychowe	„ „ „ *a*	0,068	bre, jak widać, t. j. prak-
	N.	„	„ „ „ *b*	0,012	tycznie opór przejścia
6	P. A.	„	koło ze spawaniem pomiar *a*	0,0030	przez zestaw bliski 0 Ω
	P. A.	„	„ „ „ *b*	0,0014	
7	P. A.	tarczowe	„ „ „ *a*	0,030	
8	N.	szprychowe	koło z obręczami przyspawanemi na 2 nakładki		
	„		pomiar *a*	0,077	
	N.	„	„ *b*	0,035	

Na podstawie otrzymanych wyników można przyjąć, że na oporność zestawu kołowego nie ma wpływu opór przejścia pomiędzy osią a tarczą koła. Wobec powyższego w dalszym ciągu badań zajmę się jedynie oporem przejścia pomiędzy bandażem a tarczą koła.

Przyczyną dużej rozpiętości wyników pomiarów oporności przejścia prądu przez zestaw kołowy *) jest rozmaitej grubości warstwa tlenków żelaza, znajdująca się w miejscu styku bandaża z tarczą koła. Przy nakładaniu obręczy przyszłe miejsca styku nie są czyszczone, lecz bezpośrednio po nagrzaniu obręcz zostaje nasunięta na tarczę koła. Przy tym sposobie montażu pewna warstwa rdzy już tam pozostaje od samego początku.

Badając poszczególne etapy obróbki kół i obręczy na kółowkach, dochodzimy do przekonania, iż główną przyczyną powstania tej warstwy rdzy jest zbyt niedokładna obróbka.

Żłobki, pozostałe po obróbce, z czasem pokrywają się warstwą tlenków i stopniowo warstwa ta wzrasta, gdyż w wolne przestrzenie dostaje się powietrze i powoduje utlenianie się żelaza, następnie rdza rośnie wszerz i wgłąb.

Że pochodzenie rdzy jest takie, a nie inne, wykazuje zupełnie dostatecznie analiza chemiczna takiej warstwy rdzy, gdzie żadnych innych zanieczyszczeń, pochodzących np. z kitu i smarów, stwierdzić nie można.

Wpływ oporności zestawów kołowy na pracę przekaźników torowych sekcyj izolowanych jest widoczny z obserwacyj nad warunkami pracy przekaźników. Dobre funkcjonowanie przekaźników szyn i sekcyj torowych jest zapewnione wtedy, gdy oporność torowiska na części izolowanej szyny jest dostatecznie duża[2]) (ponad 50 omów), a oporność zestawów kołowych dostatecznie mała (poniżej 20 omów).

Należy pamiętać, że przy blokadzie z sekcjami izolowanemi nie można używać podkładów nasycanych solami, gdyż oporność torowiska będzie bardzo mała skutkiem własności elektrycznych takich podkładów, — szczególnie w czasie wilgotnej pogody.

Jeżeli oporność zestawów kołowych będzie większa, niż maksymalnie dozwolona, to przekaźnik wykona pracę przedwczesną, wprowadzając szereg nowych połączeń swemi stykami, powodując wydanie błędnego nakazu (może się stać, iż automat przestawi zwrotnicę pod wagonem, którego jedna oś czy też wózek przejechał zwrotnicę, a drugi nie, co powoduje wykolejenie wagonu).

W celu zabezpieczenia się przed tego rodzaju wypadkami na międzynarodowym kongresie komunikacji w r. b. w Kairze sprawa ta została podniesiona przez delegatów kolei szwajcarskich, którzy spotkali wiele trudności przy ekspolatacji sortowni automatycznej w Bazylei.

Aby zapewnić styk elektryczny, zaproponowano m. inn. wprowadzenie czterech przyspawanych nakładek pomiędzy bandażem a tarczą koła.

Badania, jakie przeprowadziłem z czterema i dwiema przyspojonemi nakładkami, różnic elektrycznych nie wykazały. Zastosowanie czterech nakładek daje jedynie większą trwałość mechaniczną tego połączenia.

Aczkolwiek powyższe zagadnienie dotyczy najprostszych części składowych taboru kolejowego, ma jednak ono zasadnicze znaczenie dla praktyki już przy dzisiejszym stanie techniki zabezpieczeń ruchu pociągów. Należy pamiętać o tej drobnostce, szczególnie dziś, gdy wysuwane są przez różne fabryki takie propozycje, jak obręcze gumowe (wagony motorowe Michelin, Austro-Daimler), czy też z wkładkami gumowemi, jak również obręcze z mas izolacyjnych.

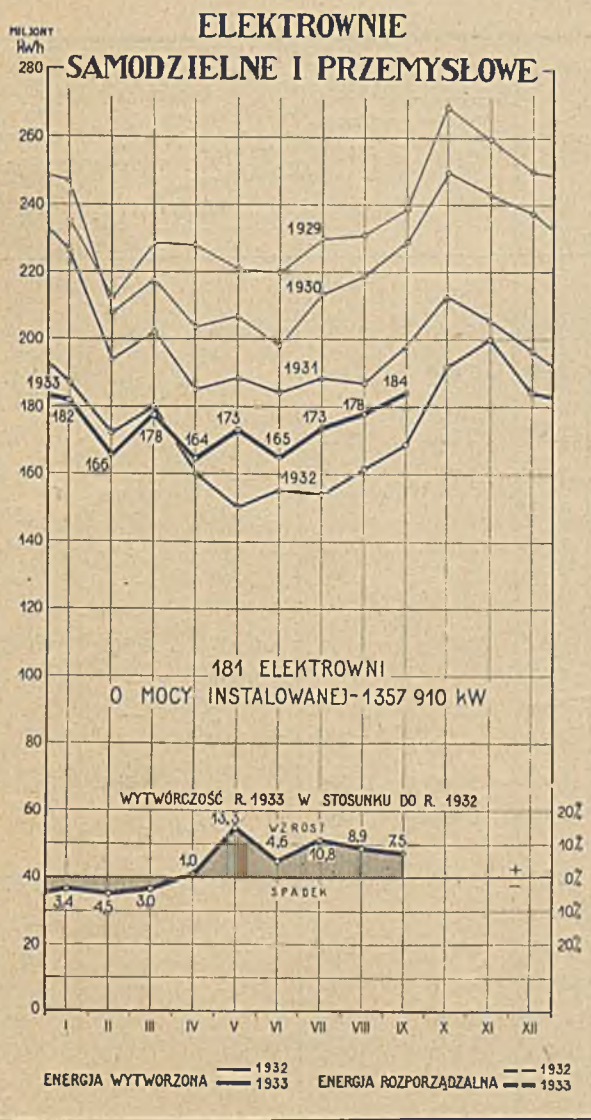
*) Szczegółowe badania przeprowadziły koleje szwajcarskie, podając rezultaty na zjeździe międzynarodowym w „Rapport des chemins de fer fédéraux suisses".

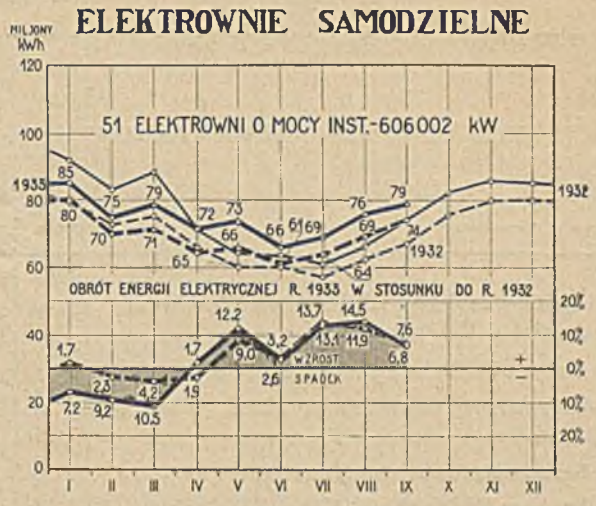
[2]) Wielkości elektryczne poszczególnych części składowych sekcyj (odcinków) izolowanych muszą być dla nich specjalnie obliczane w zależności od systemu sygnalizacji i warunków lokalnych.

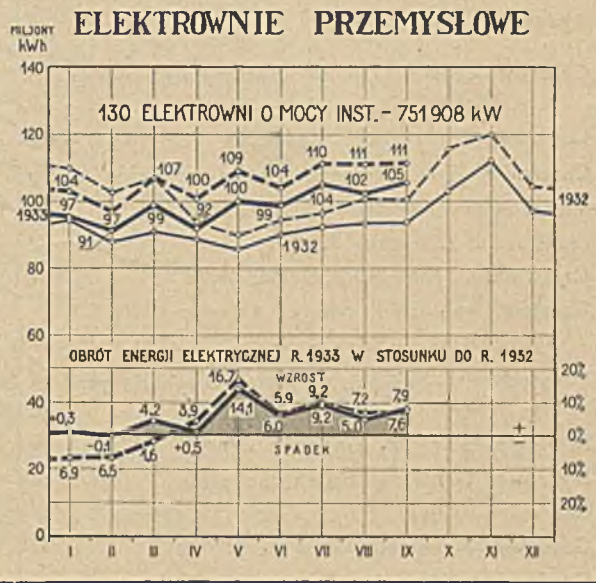
MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU
BIURO ELEKTRYFIKACJI
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ **Wrzesień 1933**

Elektrownie (181) o mocy instalowanej ponad 1 000 kW (ok. 95% wytwórczości)







ELEKTROWNIE		Moc instalowana kW	Własna wytwórczość	Wymiana energji z innemi elektrowniami otrzymano	oddano	Rozporządzalna energja ogółem rb. (3 + 4 — 5)
			1 000 kWh			
1		2	3	4	5	6
I + II		1 357 910	183 943	42 219	40 979	185 183
I Samodzielne		*606 002*	*78 546*	*15 823*	*20 688*	*73 681*
1) Okręgowe	O	350 594	46 334	12 266	19 071	39 529
2) Lokalne	L	241 828	29 966	2 745	1 617	31 094
3) Trakcyjne	T	13 580	2 246	812	—	3 058
II W zakładach przemysłowych		*751 908*	*105 397*	*26 396*	*20 291*	*111 502*
1) Kopalnie węgla	W	371 396	58 874	12 690	19 711	51 853
2) Huty	H	97 585	12 632	10 633	567	22 698
3) Fabryki włókiennicze	Wł	40 374	8 102	364	—	8 466
4) Fabryki chemiczne	Ch	110 038	10 823	2 564	—	13 387
5) Cukrownie	Ck	44 257	99	8	—	107
6) Papiernie	P	28 929	9 868	6	—	9 874
7) Cementownie	Cm	33 411	2 519	24	13	2 530
8) Pozostałe zakłady przemysłowe*)	R	25 918	2 480	107	—	2 587

*) Pozycja — „Fabryki metalowe", począwszy od lipca r.b., włączona została do pozycji — „Pozostałe zakłady przemysłowe" ze względu na to, że obejmowała zaledwie drobny ułamek reprezentowanej przez się gałęzi przemysłu.

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE O MOCY INSTALOWANEJ PONAD 5 000 kW

(Ok. 83% wytwórczości)

Wrzesień 1933

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU		Moc instalowana kVA	Moc instalowana kW	Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość 1 000 kWh	Wymiana energji z innemi elektrowniami: otrzymano 1 000 kWh	Wymiana energji z innemi elektrowniami: oddano 1 000 kWh	Rozporządzalna energja ogółem rb. (5+6—7) 1 000 kWh
1	2		3		4	5	6	7	8
1	**Będzin-Małobądz**—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem	O	31 800	23 500	5 600	2 194	508	1 000	1 702
2	**Białystok**—Elektrownia w Białymstoku	L	9 780	7 500	3 460	1 411	—	—	1 411
3	**Borysław** — Podkarpackie Tow. Elektryczne (dawniej „Premier")	O	14 000	11 200	(5 min.) 3 100	923	—	—	923
4	**Brzeszcze**—Kopalnia „Brzeszcze"	W	7 025	5 600	1 700	759	—	—	759
5	**Buchacz-Radzionków**—Kop. „Radzionków"	W	10 780	8 655	—	—	501	—	501
6	**Bydgoszcz**—Elektrownie I (nowa)	L	8 750	7 050	2 000	772	—	402	370
	II (stara)	L	2 230	1 910	—	—	402	—	402
7	**Chorzów**—Śląskie Zakłady Elektryczne (dawniej OKW)	O	94 000	76 000	21 000	6 754	10 007	6 307	10 454
8	**Chorzów**—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych	Ch	81 300	55 200	—	—	2 367	—	2 367
9	**Chrzanów**—Kop. błyszczu ołowiu „Matylda"	R	6 500	5 200	—	—	2	—	2
10	**Chwałowice**—Kopalnia „Donnersmarck"	W	12 800	10 760	7 400	2 505	—	2 018	487
11	**Czechowice-Żebracze**—Zakłady Górn. „Silesia"	O	27 847	17 900	5 400	2 048	—	864	1 184
12	**Czerwionka**—Kopalnia „Dębieńsko"	W	10 500	8 400	2 750	1 466	—	—	1 466
13	**Częstochowa** — Elektrownia Okręgu Częstochowskiego	O	16 735	10 700	3 300	1 484	—	6	1 478
14	**Częstochowa**—Fabryka Wyrob. Bawełnianych „La Czenstochovienne"	Wł	6 350	5 100	2 093	610	—	—	610
15	**Dąbrowa Górnicza**—Kopalnia „Paryż"	W	16 850	13 600	3 400	1 646	—	—	1 646
16	**Dąbrowa Górnicza**—Huta Bankowa	H	8 696	7 096	3 750	1 166	24	327	863
17	**Goleszów**—Golesz. Fabr. Portland-Cementu	Cm	7 580	6 056	3 000	295	24	13	306
18	**Grodziec**—Kopalnia „Grodziec II"	W	13 700	10 975	4 800	1 834	—	—	1 834
19	**Grudziądz** — Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi	O	8 380	6 800	2 300	876	105	128	853
20	**Janów**—Kop. „Giesche", szyb „Carmer"	W	34 780	27 100	15 000	9 523	—	6 888	2 635
21	**Jaworzno**—Kopalnia „Piłsudski"	W	23 925	19 120	9 400	3 934	—	2 033	1 901
22	**Jaworzno**—Fabryka elektrochem. „Azot"	Ch	12 500	6 250	—	—	197	—	197
23	**Jeziorna**—Mirkowska Fabryka Papieru	P	7 250	6 000	2 420	1 402	5	—	1 407
24	**Kalety**—Fabryka celulozy i papieru „Natronag"	P	6 695	5 075	1 364	982	—	—	982
25	**Kalisz**—Elektrownie I (nowa)	O	5 250	4 200	1 220	451	—	—	451
	II (stara)	O	1 520	1 274					
26	**Kamień**—Kopalnia „Andaluzja"	W	9 320	8 320	2 000	1 211	240	—	1 451
27	**Katowice-Bogucice**—Kop. „Ferdynand"	W	15 265	12 325	2 300	1 082	—	—	1 082

Energja rozporządzalna, w rozumieniu tej statystyki, jest to energja wytworzona brutto, łącznie z otrzymaną energją z innych elektrowni, po potrąceniu oddanej również elektrowniom. Innemi słowy, jest to energja, którą rozporządza elektrownia po dokonanej wymianie energji z innemi elektrowniami.

Górne krzywe na wykresach po stronie prawej wykazują porównawczo energję wytworzoną i rozporządzalną, natomiast dolne krzywe dają procentowe ujęcie stosunku obrotu 1933 r. do 1932 r.

Podane liczby mogą, w niektórych pozycjach, ulegać późniejszym nieznacznym zmianom.

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU		Moc instalowana kVA	Moc instalowana kW	Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innemi elektrowniami otrzymano	Wymiana energii z innemi elektrowniami oddano	Rozporządzalna energia ogółem rb. (5+6—7)
						1 000 kWh			
1	2		3		4	5	6	7	8
28	Katowice-Brynów—Kopalnia „Wujek" . . .	W	15 500	12 000	3 500	1 499	1	435	1 065
29	Katowice-Załęże—Kopalnia „Kleofas" . . .	W	10 815	8 940	1 650	687	5	—	692
30	Knurów—Kopalnia „Knurów"	W	9 375	7 500	—	—	2 252	—	2 252
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer"	W	9 043	7 243	—	—	1 513	—	1 513
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie	L	19 880	15 700	2 048	716	1 836	—	2 552
33	Królewska Huta—Huta Królewska	H	9 380	5 200	2 200	1 106	238	—	1 344
34	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina"	W	8 115	6 620	1 150	533	—	—	533
35	Lublin—Elektrownia w Lublinie	L	7 250	5 800	1 350	437	—	—	437
36	Lwów—Miejskie Zakłady Elektr. we Lwowie .	O	31 380	25 900	8 900	2 894	—	—	2 894
37	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro" *) . . .	O	110 125	87 100	38 800	19 661	—	9 715	9 946
38	Łaziska Średnie—Kopalnia „Szczęść Boże". .	W	6 625	5 300	—	—	606	—	606
39	Łódź—Elektrownia Łódzka	L	93 890	70 750	28 200	12 018	—	1 131	10 887
40	Łódź—Fabr. Wyrob. Baweln. „J. K. Poznański"	Wł	7 500	6 000	4 850	1 736	49	—	1 785
41	Łódź-Widzew—„Widzewska Manufaktura" . .	Wł	7 730	6 180	..	1 117	48	—	1 165
42	Mościce—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych	Ch	31 125	24 900	9 100	5 800	—	—	5 800
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice"	W	16 222	12 992	3 600	1 727	—	—	1 727
44	Myszków—Fabr. papieru „Steinhagen i Saenger"	P	11 190	8 950	6 000	3 701	—	—	3 701
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz"	W	11 875	9 500	4 650	2 064	—	—	2 064
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand" . . .	W	10 880	8 800	—	—	1 453	—	1 453
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój"	H	18 380	12 910	1 600	944	2 802	232	3 514
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie	H	7 590	5 070	3 000	537	—	—	537
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź" . . .	W	17 435	13 960	4 600	2 144	—	507	1 637
50	Poznań—Elektrownie I (nowa)	L	25 000	20 000	6 344	2 111	6	71	2 046
	Poznań—Elektrownie II (stara)	L	13 005	10 000	—	—	—	—	—
51	Pruszków—Elektrownia Okręgu Warszawskiego	O	43 450	31 500	7 650	2 545	—	32	2 513
52	Pszów—Kopalnia „Anna"	W	31 000	24 800	10 000	3 984	175	1 514	2 645
53	Radlin—Kopalnia „Emma"	W	17 880	14 300	4 500	859	1 482	46	2 295
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj"	W	21 000	16 800	10 500	4 782	—	2 455	2 327
55	Rydułtowy—Kop. „Charlotte", szyb „Leo" . .	W	14 200	11 360	6 400	2 739	32	1 972	799
56	Siemianowice—Kopalnia „Huta Laura" . . .	W	25 900	19 760	8 500	4 074	—	407	3 667
57	Siersza-Wodna—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskiem	O	32 140	22 500	5 850	2 522	—	2	2 520
58	Sosnowiec Sielce—Elektr. Gwar. „Hr. Renard"	W	11 000	9 200	3 000	715	327	24	1 018
59	Szczakowa—Fabr. Portland-Cem. „Szczakowa"	Cm	8 750	7 000	2 700	1 044	—	—	1 044
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy" . . .	W	10 445	8 750	5 300	2 121	8	508	1 621
61	Świętochłowice—Huta „Falwa"	H	64 660	51 000	15 000	7 366	1	8	7 359
62	Tomaszów-Wilanów—Tom. Fabr. Sztuczn. Jedw.	Ch	8 270	6 615	2 980	1 873	—	—	1 873
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska . . .	L	79 000	57 900	25 500	7 648	—	11	7 637
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich	T	12 900	12 900	5 880	2 246	11	—	2 257
65	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa	O	7 250	5 800	975	346	—	1	345
66	Wilno—Elektrownia w Wilnie	L	6 725	5 350	2 250	630	—	—	630
67	Wojkowice Komorne—Kop. „Jowisz" . . .	W	21 380	17 100	7 000	3 093	—	890	2 203
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka" .	Cm	9 800	7 840	2 900	1 075	—	—	1 075
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska	L	10 845	7 179	2 450	870	—	—	870
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . .	O	8 800	8 200	5 000	950	320	149	1 121

*) Moc Zakładów „Elektro" zmieniono w lipcu r. b. z 80 100 kW na 87 100 kW, na skutek przeliczenia przez Zakłady mocy (z 28 000 kW na 35 000 kW) jednego z zespołów zainstalowanych w 1929 r.

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

Komunikaty.

Odznaczenie. Inż. Tadeusz Czaplicki, b. prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich a obecnie I-szy Wiceprezes, został odznaczony kawalerskim Krzyżem Polonia Restituta.

Komisja Referatowa VI-ego Walnego Zgromadzenia S.E.P. podaje do wiadomości, że Sekretarjat Generalny S.E.P. będzie przyjmował do dnia 10 grudnia r. b. zgłoszenia tematów referatów, przeznaczonych na VI Walne Zgromadzenie, które odbędzie się w 1934 r. w Krakowie.

Polski Komitet Oświetleniowy. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych rozesłało do wszystkich województw okólnik, z zarządzeniem, aby wszelkie znaczniejsze instalacje oświetleniowe w budynkach nowych lub ewentualnie przerabiane w budynkach istniejących, były projektowane zgodnie z opracowanemi przez Polski Komitet Oświetleniowy normami jasności.

Kalendarzyk S.E.P. Sekretarz Generalny S.E.P. prosi uprzejmie wszystkich kolegów, którzy dotychczas nie zgłosili swych danych personalnych do Kalendarzyka na rok 1934, aby zechcieli to uczynić bez zwłoki. Każdy członek S.E.P. otrzyma bezpłatnie jeden egzemplarz Kalendarzyka w oprawie tekturowej, a za dopłatą 1 zł. w oprawie skórkowej. Dodatkowe egzemplarze można będzie nabywać w cenie po zł. 1.50 w oprawie zwykłej i zł. 2.50 w oprawie skórkowej.

ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Guc Aleksander, Łódź, ul. Rzgowska 69.

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Jakubowicz Natan, Katowice, ul. 3 Maja 9.

SPROSTOWANIE.

W sprawozdaniu z VII-ej sesji Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci Elektrycznych, odbytej w Paryżu w czasie od 16-go do 24-go czerwca r. b., pominięto w numerze 21 „Przeglądu Elektrotechnicznego" referat p. inż. W. Rozentala p. t.: „*Ogólne równania stanu przewodu naprężonego*", zgłoszony na powyższą sesję pod Nr. 61.

Referat ten wzbudził żywe zainteresowanie w pośród obecnych członków Konferencji.

PNE 33 — 1933

PROJEKT 1-szy *).

PRZEPISY OCENY I BADANIA TRANSFORMATORÓW **).

Uwaga: Przedruk niniejszego projektu dozwolony jedynie za pozwoleniem Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

SKOROWIDZ

I. Zakres ważności.

§ 1. Zastosowanie.
§ 2. Zakres stosowania.

II. Określenie pojęć.

§ 3. Rodzaje transformatorów.
§ 4. Napięcie.
§ 5. Prąd.
§ 6. Napięcie zwarcia.
§ 7. Prąd zwarcia.
§ 8. Moc.
§ 9. Spółczynnik mocy.
§ 10. Sprawność.
§ 11. Zmienność napięcia.
§ 12. Kształt fali.
§ 13. Symetrja układu wielofazowego.
§ 14. Znamiona transformatora.
§ 15. Wielkości znamionowe.

III. Uzwojenia i budowa transformatorów.

§ 16. Uzwojenia.
§ 17. Zaczepy.
§ 18. Stopnie.
§ 19. Grupy układów połączeń.
§ 20. Wybór układu połączeń.
§ 21. Znakowanie.

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać p. a. Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Czackiego 3 m. 3, do dnia 15 kwietnia 1934 roku.

**) Opracowane przez Podkomisję Transformatorów Komisji II-ej Maszyn Elektrycznych S.E.P. Skład Podkomisji: p.p. Z. Gogolewski, B. Hac, W. Jaroszyński (referent), W. Kopczyński, J. Roman (przewodniczący), J. Schmidt, B. Szapiro, J. Weinberg, K. Żórawski.

§ 22. Rozmieszczenie zacisków.
§ 23. Sposoby chłodzenia.

IV. Sprawy ogólne.

§ 24. Gwarancja.
§ 25. Ograniczenie co do miejsca ustawienia.
§ 26. Ogólne warunki próby.
§ 27. Uziemienie.
§ 28. Obowiązujący kształt fali.
§ 29. Układy wielofazowe.

V. Rodzaje pracy i odpowiednie znamiona transformatorów.

§ 30. Objaśnienie.
§ 31. Praca ciągła.
§ 32. „ dorywcza.
§ 33. „ przerywana.
§ 34. „ okresowo wzmożona.

VI. Grzanie się transformatorów.

§ 35. Próba nagrzewania.
§ 36. Sposoby pomiaru temperatur.
§ 37. Sposób termometrowy.
§ 38. „ oporowy.
§ 39. Uwagi dotyczące pomiaru temperatur.
§ 40. Pomiar temperatury czynnika chłodzącego.
§ 41. „ „ w końcu próby.
§ 42. Rodzaje materjałów izolacyjnych.
§ 43. Przyrost temperatury.
§ 44. Tablica dopuszczalnych przyrostów temperatury.
§ 45. Temperatury krańcowe.
§ 46. Temperatura czynnika chłodzącego.
§ 47. Przeciążenie.

VII. Wytrzymałość izolacji.

§ 48. Uwagi ogólne.
§ 49. Próba izolacji uzwojeń.
§ 50. Próba izolacji na fale uskokowe
§ 51. Próba izolacji zwojów.
§ 52. Próba izolatorów przepustowych.

VIII. Sprawność i straty.

§ 53. Sposoby wyznaczania sprawności.
§ 54. Sposób bezpośredni.
§ 55. Sposób strat ogólnych.
§ 56. Sposób strat poszczególnych.
§ 57. Straty przy pracy jałowej.
§ 58. Straty obciążeniowe.
§ 59. Sposoby obliczania sprawności.
§ 60. Straty w dławikach.
§ 61. Straty w urządzeniach pomocniczych.

IX. Wytrzymałość mechaniczna.

§ 62. Prąd udarowy zwarcia.
§ 63. Próby wytrzymałości na zwarcie.

X. Praca równoległa.

§ 64. Rodzaje pracy równoległej.
§ 65. Warunki pracy równoległej.

XI. Tabliczka firmowa i znamionowa.

§ 66. Tabliczka firmowa.
§ 67. Tabliczka znamionowa.
§ 68. Uwagi dotyczące danych tabliczki znamionowej.
§ 69. Znamionowanie wielorakie.
§ 70. Znamionowanie transformatorów przewijanych.
§ 71. Przewietrzanie sztuczne i chłodzenie wodne.

XII. Wielkości znormalizowane.

§ 72. Napięcia normalne.
§ 73. Moce normalne.
§ 74. Częstotliwość normalna.
§ 75. Stopnie normalne.
§ 76. Wielkości normalne dla dławików do ograniczania prądu zwarcia.

XIII. Tolerancje.

§ 77. Dopuszczalne odstępstwa.

I. ZAKRES WAŻNOŚCI.

§ 1. Zastosowanie. Przepisy niniejsze mają zastosowanie ogólne. Odstępstwa od nich winny być wyraźnie zaznaczone w odpowiedniej umowie. W każdym jednak razie przepisy, dotyczące tabliczek znamionowych, winny być zachowane (patrz §§ 66—71).

§ 2. Zakres stosowania. Przepisy niniejsze stosują się do następujących transformatorów i dławików, zarówno pojedyńczych, jak i w zespołach maszynowych:

1. Do transformatorów zwykłych,
2. „ „ jednouzwojeniowych (autotransformatorów),
3. „ „ dodawczych,

4. Do transformatorów prądowych (szeregowych),
5. „ „ z uzwojeniami pierwotnemi i wtórnemi, obracalnemi lub przesuwalnemi jedne względem drugich,
6. Do dławików.

Przepisy niniejsze nie stosują się:

1. Do transformatorów probierczych,
2. Do transformatorów miernikowych *): napięciowych i prądowych,
3. Do transformatorków dzwonkowych i t. p. transformatorków małych o mocy poniżej 500 VA,
4. Do transformatorów rozruchowych,
5. Do dławików stosowanych jako części składowe rozruszników, przyrządów pomiarowych i innych aparatów,
6. Do dławików ochronnych od przepięć.

II. OKREŚLENIE POJĘĆ.

§ 3. Rodzaje transformatorów. *Transformatorem* nazywa się przyrząd, służący do przetwarzania energji elektrycznej na zasadzie elektromagnetycznej bez udziału ruchu mechanicznego. Wszelkie transformatory, z wyjątkiem transformatorów prądowych (szeregowych), mają strumień magnetyczny o praktycznie stałej amplitudzie niezależnie od obciążenia. Natomiast amplituda strumienia magnetycznego w transformatorach prądowych ulega zmianom, zależnie od prądu uzwojenia pierwotnego i oporu pozornego obwodu wtórnego.

1. *Transformatory zwykłe*, posiadają nieruchome uzwojenia pierwotne i wtórne, elektrycznie od siebie oddzielone i przeznaczone do równoległego przyłączenia do sieci.

2. *Transformatory jednouzwojeniowe* (autotransformatory) posiadają dla każdej fazy nieruchome uzwojenie podzielone na części, z których jedna jest wspólna dla obwodu zasilającego i zasilanego. Służą one do podwyższania lub obniżania napięcia sieci w niedużych granicach.

3. *Transformatory dodawcze* posiadają nieruchome uzwojenia pierwotne i wtórne elektrycznie od siebie oddzielone i służą dla podwyższania lub ozniżania napięcia sieci.

4. *Transformatory prądowe* (szeregowe) posiadają nieruchome uzwojenia pierwotne i wtórne, elektrycznie od siebie oddzielone, przytem uzwojenia pierwotne są łączone szeregowo z siecią.

5. Transformatory z uzwojeniami pierwotnemi i wtórnemi przesuwalnemi lub obracalnemi jedne względem drugich, elektrycznie oddzielonemi lub też ze sobą połączonemi.

§ 4. Napięcie. W układach wielofazowych *napięciem* nazywa się wartość skuteczna skojarzonego napięcia międzyprzewodowego; w układach dwufazowych — wartość skuteczna napięcia fazowego.

§ 5. Prąd. W układach wielofazowych *prądem* nazywa się wartość skuteczna prądu przewodowego; w układach dwufazowych — wartość skuteczna prądu fazowego.

§ 6. Napięcie zwarcia. *Napięciem zwarcia* nazywa się napięcie, które przy zwartem uzwojeniu wtórnem należy przyłożyć do uzwojenia pierwotnego, aby otrzymać znamionowy prąd pierwotny. W transformatorach obrotowych — w położeniu wirnika, odpowiadającem największemu prądowi.

Uwaga: Zależnie od będących do dyspozycji przyrządów pomiarowych i wynikającej stąd dokładności, pomiary napięcia zwarcia mogą być wykonywane przy zwartem uzwojeniu niższego lub wyższego napięcia.

§ 7. Prąd zwarcia. *Prądem zwarcia* nazywa się prąd pierwotny, który ustali się przy zwartem uzwojeniu wtórnem, gdy do uzwojenia pierwotnego zostanie przyłożone znamionowe napięcie pierwotne. W transformatorach obrotowych — w tem samem położeniu wirnika, przy którem określa się napięcie zwarcia. Prąd zwarcia oblicza się ze wzoru:

$$\text{Prąd zwarcia} = \text{Prąd znamionowy} \times \frac{100}{\text{Znamionowe napięcie zwarcia } (\%)}$$

(patrz § 15, pp. 4 i 5).

§ 8. Moc. *Czynną mocą* oddaną lub pobraną przez transformator (w W lub kW) nazywa się iloczyn z napięcia, natężenia prądu, spółczynnika mocy (cos φ) i spółczynnika fazowego (np. $\sqrt{3}$).

Pozorną mocą oddaną lub pobraną przez transformator (w VA lub kVA) nazywa się iloczyn z napięcia, natężenia prądu i spółczynnika fazowego.

Dla transformatorów jednouzwojeniowych, obrotowych i dodawczych należy rozróżniać pojęcia „*mocy przechodniej*" i „*mocy własnej*" transformatorów.

Mocą przechodnią jest moc w sieci mierzona przed transformatorem. *Mocą własną* natomiast nazywa się ta część mocy przechodniej, która odpowiada różnicy napięć obwodu zasilającego

*) Część członków Komisji i Zarządu C.K.N.E. wypowiedziała się za stosowaniem nazwy „miernicze" zamiast „miernikowe", co odpowiada także słownictwu stosowanemu przez Gł. Urząd Miar.

i zasilanego. (Przy transformatorach obrotowych odpowiada ona połowie największej różnicy napięć).

Naprzykład: Transformator jednouzwojeniowy (autotransformator) o przekładni 10000/9000 V i mocy przechodniej 2000 kVA posiada w istocie przekładnię 1000/9000 V i moc własną 200 kVA.

Pojęcie „*moc transformatora*", użyte bez bliższego określenia, oznacza dla transformatorów wogóle pozorną pobraną moc przechodnią, a dla transformatorów w układzie dodawczym i obrotowych — moc pozorną własną.

§ 9. Spółczynnikiem mocy cos φ) jest stosunek mocy rzeczywistej (w kW) do mocy pozornej (w kVA).

§ 10. Sprawność. *Sprawnością* jest stosunek wydatku mocy do poboru mocy.

§ 11. Zmienność napięcia. *Zmiennością napięcia* w transformatorze, przy określonym spółczynniku mocy, nazywa się spadek napięcia wtórnego przy przejściu od pracy jałowej do pracy znamionowej, przy niezmienionem napięciu pierwotnem i częstotliwości.

Spadek napięcia podaje się w % znamionowego napięcia wtórnego.

Spadek napięcia przy określonym spółczynniku mocy oblicza się z procentowego napięcia zwarcia i procentowego czynnego spadku napięcia (patrz § 26c i § 58), który odpowiada procentowym stratom w uzwojeniach, z następującego wzoru:

$$\Delta u = \Delta u_r \cos\varphi + \Delta u_s \sin\varphi + 0{,}005\,(\Delta u_r \sin\varphi - \Delta u_s \cos\varphi)^2$$

w którym:

Δu oznacza spadek napięcia w %
Δu_r „ czynny spadek napięcia w %
Δu_s „ indukcyjny „ „ „ „

przyczem

$$\Delta u_{zw} = \sqrt{\Delta u_r^2 + \Delta u_s^2}.$$

Dla transformatorów obrotowych, które są połączone jako transformatory dodawcze, używa się następującego wzoru przybliżonego:

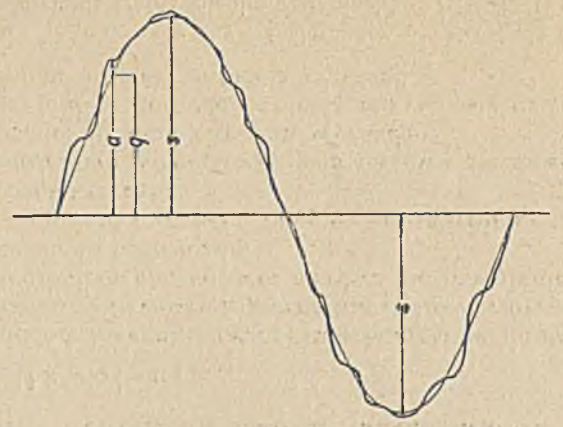
$$\Delta u = \frac{\Delta u_r \cos\varphi + \Delta u_s \sin\varphi}{a} + 0{,}005\,\frac{(\Delta u_r \sin\varphi - \Delta u_s \cos\varphi)^2}{a^2}$$

przyczem

$$a = \frac{1}{\text{przekładnia}} \pm 1.$$

Znak (plus) + należy brać, gdy wirnik zajmuje położenie odpowiadające największemu napięciu, znak (minus) — najmniejszemu napięciu.

§ 12. Kształt fali. *Fala napięcia* nazywa się praktycznie sinusoidalną, gdy jakiekolwiek wartości chwilowe *a* (rys. 1) różnią się od odpowiednich wartości chwilowych w fali głównej *g* (pierwsza harmoniczna), co najwyżej o 5% amplitudy fali głównej *S*.



Rys. 1.

Uwaga: Do wyznaczenia fali głównej należy użyć co najmniej 12 punktów kresy napięcia. Gdy fala jest symetryczna we wszystkich ćwiartkach, wówczas można zastosować przybliżony wzór:

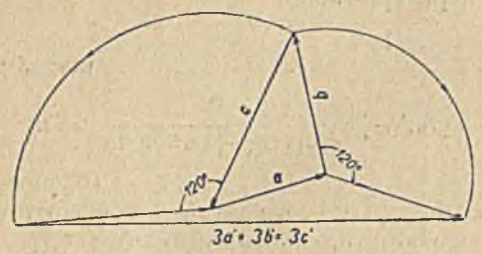
$$S = \frac{a_0 + \sqrt{3}\,.\,a_1 + a_2}{3}$$

w którym oznacza a_0 — największą rzędną kresy,
a_1 i a_2 — sąsiednie rzędne, oddalone od największej o 1/12 i 2/12 okresu.

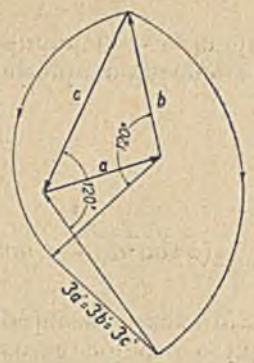
§ 13. Symetrja układu wielofazowego. Układ wielofazowy prądu lub napięcia uważany jest za symetryczny wówczas, gdy wielkość w układzie odwrotnym wynosi co najwyżej 5% wielkości w układzie właściwym.

Uwaga: Każdy układ niesymetryczny prądu trójfazowego *a*, *b*, *c*, można rozłożyć na dwa układy symetryczne: właściwy i odwrotny. W tym celu odchyla się dwa boki trójkąta o 120° nazewnątrz (rys. 2) i łączy się końce linją prostą; długość tej linji wyraża potrojone napięcie właściwego układu symetrycznego.

Gdy zostaną odchylone te same boki o 120° do wewnątrz (rys. 3), to linja, łącząca końce boków odchylonych, wyrażać będzie potrojone napięcie układu symetrycznego odwrotnego.



Rys. 2.



Rys. 3.

§ 14. Znamiona transformatora. Przez pojęcie *„znamiona transformatora"* należy rozumieć wyznaczony przepisowo przez wytwórcę i umieszczony na tabliczce znamionowej zespół wielkości i warunków pracy transformatora, jako to: moc, napięcie, prąd, częstotliwość i t. p.

§ 15. Wielkości znamionowe.

1. *Pierwotnem napięciem znamionowem*, dla uzwojenia posiadającego zaczepy, nazywa się napięcie, odpowiadające stopniowi znamionowemu.

2. *Wtórnem napięciem znamionowem* nazywa się napięcie obliczone z pierwotnego napięcia znamionowego i przekładni; dla uzwojenia, posiadającego zaczepy, przekładnia ta odpowiada stopniowi znamionowemu. W transformatorach obrotowych napięciem wtórnem jest największe w ten sposób obliczone napięcie.

Uwaga: Wtórne napięcie znamionowe występuje w transformatorze przy pracy jałowej. Dla transformatora obciążonego napięcie wtórne różni się od wtórnego napięcia znamionowego o spadek napięcia, określony wzorami w § 11.

3. *Przekładnią* nazywa się stosunek liczby zwojów uzwojenia górnego napięcia do liczby zwojów uzwojenia dolnego napięcia, przy uwzględnieniu odpowiedniego układu połączeń, a w transformatorach obrotowych — również odpowiednich spółczynników uzwojenia.

Uwaga: Przekładnią nazywa się również stosunek napięcia górnego do dolnego przy pracy jałowej. Stosunek napięć równa się stosunkowi liczby zwojów z tem zastrzeżeniem, że rozproszenie i spadek napięcia, spowodowany prądem jałowym, są znikomo małe i mogą być pominięte. Praktycznie biorąc, we wszystkich transformatorach, z wyjątkiem transformatorów obrotowych, oba te stosunki mogą być uważane za identyczne.

W transformatorach obrotowych rozproszenie i prądy pracy jałowej są znacznie większe niż w innych transformatorach; wskutek tego stosunek napięć już przy pracy jałowej różni się od stosunku liczby zwojów nawet przy uwzględnieniu różnych spółczynników uzwojeń.

4. *Prądem znamionowym* nazywa się prąd obliczony z wielkości mocy znamionowej i napięcia znamionowego.

5. *Znamionowem napięciem zwarcia* nazywa się zmierzone napięcie zwarcia w stanie nagrzanym transformatora (patrz § 26c), podane na tabliczce znamionowej w % napięcia znamionowego i odpowiadające stopniowi znamionowemu uzwojenia.

6. *Częstotliwością znamionową* nazywa się liczba okresów na sekundę, podana na tabliczce znamionowej.

7. *Mocą znamionową* nazywa się moc pozorna (w VA lub kVA), podana na tabliczce znamionowej. W transformatorach obrotowych — moc własna.

Uwaga: Moc pozorna, oddana przez transformator, różni się od jego mocy znamionowej wskutek wewnętrznego spadku napięcia, który jest zależny od rodzaju obciążenia i określony wzorami w § 11.

8. *Pracą znamionową* nazywa się praca zgodna ze znamionami transformatora.

III. Uzwojenia i budowa transformatorów.

§ 16. Uzwojenia.

Zależnie od kierunku przepływu energji w danym okresie czasu rozróżniamy uzwojenia *pierwotne i wtórne*, przyczem:

1. *uzwojeniem pierwotnem* nazywa się uzwojenie, pobierające moc elektryczną,
2. *uzwojeniem wtórnem* nazywa się uzwojenie, oddające moc elektryczną,
3. *uzwojeniem górnego* napięcia nazywa się uzwojenie dołączone do sieci napięcia wyższego,
4. *uzwojeniem dolnego* napięcia nazywa się uzwojenie dołączone do sieci napięcia niższego.

Uwaga. W przypadku gdy transformator ma więcej niż dwa uzwojenia, np. transformator trójuzwojeniowy o przekładni 30 000 (6 000) 400 V, to każde zuzwojeń nazywa się według odpowiedniego napięcia uzwojeniem na 30 000 V, uzwojeniem na 6 000 V i t. d.

Przykłady:

a) Transformator o przekładni 6 000/30 000 V jest użyty do podniesienia napięcia, celem przesyłania energji elektrycznej. W tym przypadku

uzwojenie na 6 000 V nazywa się uzwojeniem pierwotnem i uzwojeniem dolnego napięcia, a uzwojenie na 30 000 V — uzwojeniem wtórnem i uzwojeniem górnego napięcia;

b) Transformator dodawczy o przekładni 6 000/1 000 V jest dołączony do sieci 6 000 V i użyty do podniesienia napięcia innej sieci, np. z 20 000 V na 21 000 V. W tym przypadku uzwojenie na 6 000 V nazywa się uzwojeniem pierwotnem i uzwojeniem dolnego napięcia, a uzwojenie na 1 000 V — uzwojeniem wtórnem i jako dołączone do sieci o 20 000 V — uzwojeniem górnego napięcia.

§ 17. Zaczepy.

Zaczepami nazywają się przyłącza do uzwojeń, które dają możność korzystania zarówno z pewnej części uzwojenia, jak i z jego całości.

§ 18. Stopnie.

Zależnie od tego, które zaczepy transformatora są przyłączone, otrzymuje się różne stopnie przekładni. Połączenie, dające możność korzystania z całego uzwojenia, nazywa się *stopniem I*, następne połączenie, odpowiadające mniejszej liczbie zwojów czynnych — *stopniem II* i t. d.

Stopniem znamionowym nazywa się połączenie uzwojenia, odpowiadające znamionowemu napięciu.

O ile napięcie znamionowe nie jest wyraźnie zaznaczone, a liczba stopni jest trzy, przytem całkowita liczba odłączalnych zwojów nie przekracza 10%, stopniem znamionowym nazywa się stopień II, gdy liczba stopni jest dwa lub większa od trzech, względnie całkowita liczba odłączalnych zwojów przekracza 10%, wybór stopnia znamionowego odbywa się za zgodą obu stron.

Jeżeli liczba odłączalnych zwojów podana jest w %, to oblicza się je zawsze od liczby zwojów, odpowiadających stopniowi znamionowemu.

Przykłady:

a) Przy podanej przekładni transformatora: 6 000 ± 5%/30 000 V, stopniem znamionowym jest stopień II i odpowiada napięciu 6 000 V, stopień I — 6 300 V i stopień III — 5 700 V.

b) Przy podanej przekładni transformatora: 6 600 — 6 300 — 6 000/30 000 V, stopniem znamionowym jest stopień II i odpowiada napięciu — 6 300 V, stopień I — 6 600 V i stopień III — 6 000 V.

c) Przy podanej przekładni transformatora: 6 600 minus 5 i minus 10%/30 000 V, stopniem znamionowym jest stopień I i odpowiada napięciu 6 600 V, stopień II — 6 270 V i stopień III — 5 940 V;

d) Przy podanej przekładni transformatora: 6 100 plus 5 i plus 10%/30 000 V, stopniem znamionowym jest stopień III i odpowiada napięciu 6 100 V, stopień II — 6 405 V i stopień I — 6 710 V.

PRZEMYSŁ I HANDEL.

Produkcja i zbyt niektórych artykułów elektrotechnicznych w czerwcu 1933 r.

W czerwcu b. r. produkcja 25 artykułów elektrotechnicznych, wymienionych w poniższem zestawieniu, wyniosła sumę zł. 3178 tys., t. z. 79% produkcji majowej i 75% przeciętnej produkcji miesięcznej 1932 r. W przytoczonem zestawieniu pierwsza rubryka oznacza wartość produkcji odnośnych artykułów w czerwcu b. r. w tysiącach złotych, druga — wartość wytwórczości czerwcowej w stosunku procentowym do wytwórczości majowej 33 r., a trzecia — te same wartości w odniesieniu procentowem do przeciętnej produkcji miesięcznej roku 1932.

Z powyższego wynika, że maj był lepszym od czerwca o 21% pod względem wartości wytworzonych artykułów. Z pośród pozycji ważniejszych cofnęła się w czerwcu produkcja rur izolacyjnych, bardzo znacznie — aparatów telefonicznych i centralek, żarówek i kabli elektr. Wobec silnych wahań produkcji, zależnych w pierwszej linji od otrzymywanych i wykonywanych zamówień, przedwczesnem byłoby wyprowadzanie wniosków porównawczych z rokiem ubiegłym. Można to będzie zrobić dopiero na całorocznym odcinku wytwórczości.

Zbyt, podobnie jak i w poprzednim miesiącu, pozostał w tyle poza produkcją i wynosił tylko 87% wytworzonych artykułów.

Nazwa towaru	1000 zł	%	%
Maszyny elektryczne	152	84	85
Przetwornice	15	45.5	94
Transformatory	84	200	133
Akumulatory i ich części	349	100	96
Ogniwa i części	123	105	74
Urządzenia rozdzielcze	26	136	90
Skrzynki przyłączowe	26	144	81
Wyłączniki olejowe	48	125	117
Bezpieczn., drobna armatura rozdziel. i instalacyjna	160	120	80
Liczniki energji elektrycznej	80	107	72
Rury izolacyjne i części	132	72	114
Świeczniki, żyrandole i t. p.	66	89	60,5
Urządz. i przyrządy domow. użytku	48	123	107
Przyrządy elektromedyczne	24	—	266
Aparaty telefonicz. i centralki	320	33	95
Sprzęt pomocn. i części zapasowe	78	54	460
Żarówki elektryczne	470	68.5	59
Przewodniki gołe	125	130	102
Przewodniki izolow. nieobołowione	353	140	69
„ obołowione	318	87	50,5
Porcelana elektrotechniczna	57	100	62
Radjosprzęt:			
Aparaty detektorowe	46	500	270
„ lampowe	30	34	20
Kondensatory	23	120	64
Transformatorki	15	68	53,5
Razem	3178		

Przywóz do Polski artykułów elektrotechnicznych w sierpniu 1933 r.

W sierpniu przywieziono ogółem 197,6 t wyrobów elektrotechnicznych, na sumę 1434 tys. zł., a więc 105% co do wagi, a 74% co do wartości przywozu lipcowego.

Poszczególne pozycje przywozu przedstawiały się jak następuje (liczby w trzeciej rubryce oznaczają procentowy wzrost wzgl. spadek przywozu sierpniowego w stosunku do lipca roku bież.):

Nazwa towaru	q	1000 zł.	%
Prądnice i silniki o wadze do 500 kg	71	75	150
Prądnice i silniki o wadze powyżej 500 kg	51	24	37
Inne maszyny elektryczne i ich części	76	108	96
Akumulatory i płyty	17	8	114
Transformatory i przetwornice	80	40	250
Oporniki, rozruszniki, regulatory i kontrolery	9	12	60
Wyłączniki, kondens., piorunochr., odgromn., przyrządy i tablice rozdzielcze, bezpieczniki	23	34	71
Wskaźniki prądu i mierniki, prócz liczników	16	77	104
Liczniki energji elektrycznej	19	44	122
Przyrządy elektromedyczne	6	34	97
Lampy łukowe i prożektory	2	3	100
Żarówki	16	98	222
Lampy katodowe	7	90	225
Materjały instalac. do sieci elektr.	19	32	106
Przewodniki izolow. bez oprzędu, nieołowione	20	9	50
Przewodniki w oprzędzie	19	7	117
Sznur podwójny i wielożyłowy	12	12	150
Drut i sznur dzwonkowy	—	—	—
Kable elektryczne	496	93	405
Ogniwa i baterje	0,4	0,1	—
Aparaty teletechniczne i centralki	61	340	34
„ sygnalizacyjne i zegary	8	49	158
„ telegraficzne i ich części	0,2	3	—
Radjoaparaty	10	55	157
Dzwonki i transformatory do nich	5	6	100
Przyrządy el. do gotowania, prasow. i ogrzewania	8	19	119
Przyrządy oddzielnie niewymienione	39	70	60
Wyroby z porcelany elektrotechn.	43	13	108
„ z węgla	843	79	82
	1976	1434	

Przywóz sierpniowy charakteryzuje się w dalszym ciągu spadkiem wartości sprowadzonych artykułów w stosunku do ich wagi, co wskazuje na zniżanie cen na towary zagraniczne. Wskutek tego przeciętna cena 1 t towarów, która wynosiła w maju b. r. zł. 1015, w czerwcu zł. 930, w lipcu zł. 1003, spadła w sierpniu do zł. 725. Najwięcej wzrósł przywóz kabli elektr., transformatorów i przetwornic, żarówek i lamp katodowych, prądnic i silników do 500 kg, aparatów sygnalizacyjnych i zegarów, radjoaparatów i sznura podwójnego i wielożyłowego.

Sprawy celne.

Artykuł 7[1] Rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z d. 9.X. 33 r. w przedmiocie uregulowania stosunków celnych, zawierający ustęp: „Rada Ministrów może, jeżeli tego wymaga położenie gospodarcze kraju, wprowadzić w drodze rozporządzeń ograniczenia przywozu, wywozu i przewozu towarów", został zastosowany w Rozporządzeniu Rady Ministrów z d. 11.X. 33 r. w sprawie zakazu przywozu niektórych towarów.

Zarządzenia tego rodzaju, mające charakter środków doraźnych, zmierzających do regulowania stosunków celnych, stosowane były wielokrotnie przez Państwo Polskie, mając przeważnie znaczenie przejściowe, zależne od konjunktury gospodarczej w danym okresie czasu, stosunków politycznych oraz potrzeb rozwojowych przemysłu rodzimego.

Ostatnie rozporządzenie rozróżnia trzy kategorje towarów, obrót któremi podlega ograniczeniom nie w jednakowym stopniu, a mianowicie:

Pierwszy spis zawiera artykuły, zabronione do przywozu bez ograniczenia terminu, w drugim zamieszczone są towary, których wwóz jest zabroniony do 30 kwietnia 1934 r. a trzeci stosuje się wyłącznie do towarów pochodzenia niemieckiego również bez określenia terminu.

Nie podlegają natomiast zakazowi pewne kategorje towarów, jak: objęte konwencją niemiecko-polską, dotyczącą Górnego Śląska, objęte umowami o małym ruchu granicznym, zwolnione od cła lub korzystające z ulg celnych na mocy specjalnych rozporządzeń, nakoniec stanowiące przedmiot obrotu uszlachetniającego lub reparacyjnego.

Pomiędzy wyrobami, obchodzącemi bezpośrednio przemysł i handel elektrotechniczny, znajdujemy następujące:

W załączniku 1:

Wyroby z bakelitu i celuloidu oraz niektóre związki chemiczne.

W załączniku 2:

Balony do fabrykacji żarówek, miedź, aluminjum, nikiel, drut i pręty ttrolejowe, drut z metali i stopów (p. 984), lampy i latarnie do oświetlenia elektrycznego, elektryczne lampki górnicze, wentylatory, prądnice, silniki, elektropompy, transformatory, elektromagnesy, maszyny do spawania prądem elektrycznym, akumulatory, baterje i ogniwa, aparaty i przyrządy elektryczne (cała poz. 1107), kondensatory, liczniki, żarówki, aparaty i przyrządy telefoniczne i radjowe, izolatory, szczotki węglowe, rurki izolacyjne, przewodniki i kable (cała poz. 1121), wyłączniki pokrętne i gniazda wtyczkowe (cała poz. 1131).

W załączniku 3:

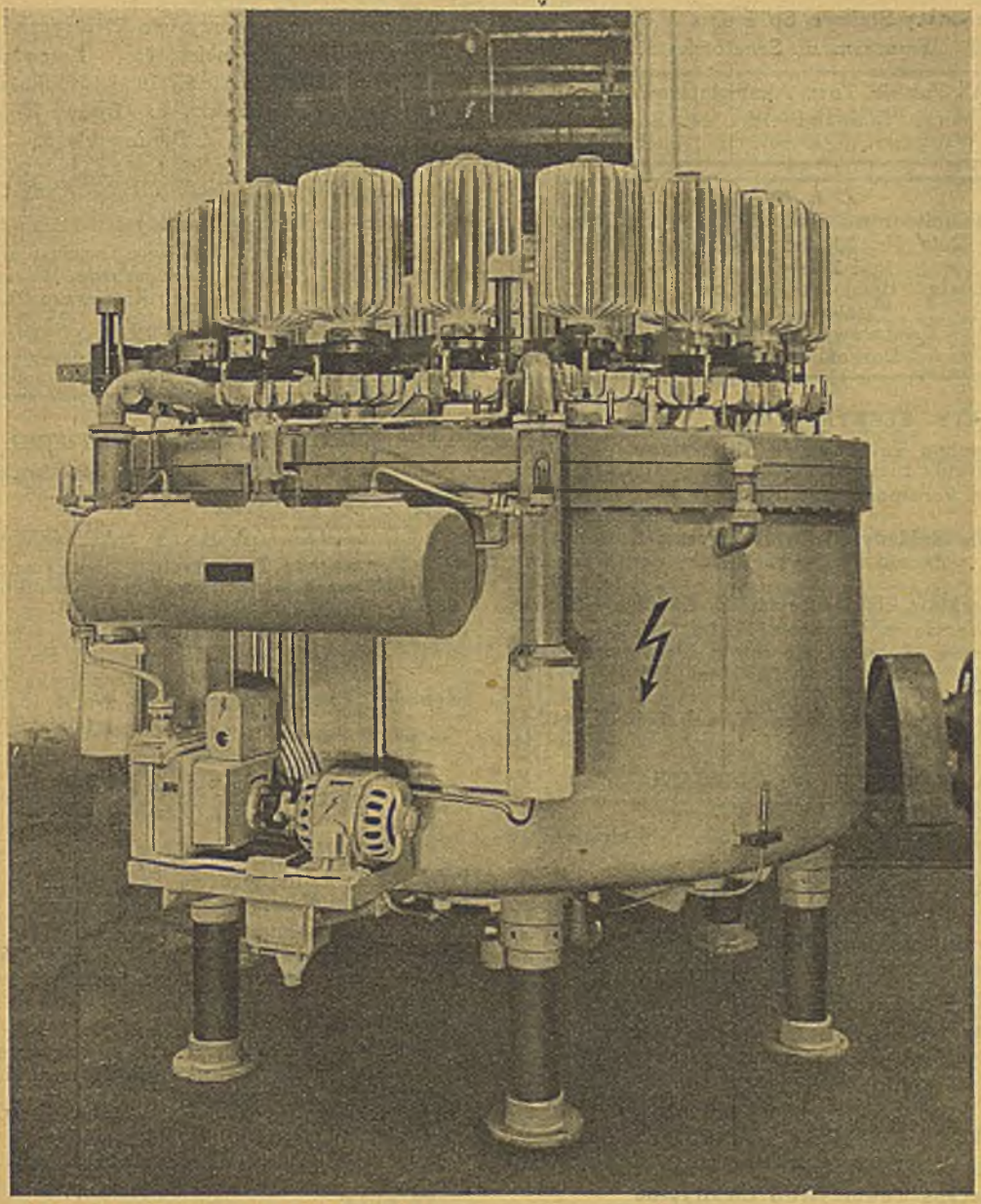
Lampy i latarnie do oświetlenia elektrycznego, wyroby ceramiczne do celów elektrotechnicznych, wyroby z celuloidu i bakelitu, taśma izolacyjna, kotły parowe, części kotłowe, pędnie.

Rozporządzenie powyższe wywrze niewątpliwie swój wpływ na ukształtowanie się przemysłu i handlu polskiego między innemi również w gałęzi elektrotechnicznej zależnie od czasu swego trwania. Może ono pobudzić do życia nowe przedsiębiorstwa lub ugruntować sytuację już istniejących, jak również skierować w pewnym stopniu stosunki handlowe w inne łożysko i zmienić tem samem dotychczasową charakterystykę obrotu handlowego z zagranicą.

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny", spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska", Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98.

ASEA



Prostownik rtęciowy 2000 kW, 250—270 V, 8000 A, 18 anod.

Dostarczamy

PROSTOWNIKI RTĘCIOWE

Z NACZYNIAMI SZKLANEMI JAK I ŻELAZNEMI KAŻDEJ WIELKOŚCI

Oferty i kosztorysy na żądanie

POLSKIE TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE ASEA

Sp. Akc.

WARSZAWA
Mazowiecka 1

KATOWICE
Marjacka 11

Wykaz źródeł zakupu

Akumulatory.

„Nife" Akumulatory Stalowe, Sp. z o. o.
Warszawa, ul. Senatorska 38, tel. 211-80.

„PETEA" Polskie Tow. Akumulatorowe S. A.
Fabryka i biura: Biała k/Bielska, tel. Bielsko 20-43
Zarząd: Warszawa, ul. Kopernika 13, tel. 539-09.

Z. A. T.
Zakłady akumulatorowe syst. „TUDOR", Sp. Akc.
Warszawa, Złota Nr. 35, tel. 584-94, 617-45, 529-46 i 221-74.
Oddziały: Bydgoszcz, ul. Śląska 13, tel. 13-77.
Katowice, Ś-go Pawła 6, tel. 26-50.
Lwów, Nabielaka 21, tel. 52-35.
Poznań, ul. Mostowa 4 tel. 11-67.

Aparaty elektryczne.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjacka 23
Warszawa — Mazowiecka 7.
„Era", Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą, tel. 548-88.
Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 234-26 i 683-77.
Inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych
Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.
Polskie Zakłady SKODY, S. A.
Warszawa, ul. Królewska 23, tel. 2-60-05, 610-44
Fabryka — Okęcie.

Aparaty elektr. do odbijania kamienia kotłowego.

„Devoorde" Inż. Józef Feiner, Kraków, Zyblikiewicza 19

Aparaty dla prądów silnych wysokiego i niskiego napięcia.

„Elektroautomat" Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Sienkiewicza 2, tel. 5.13-52, 11.94-77 i 11.94-88.
Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 234-26 i 683-77.
K. Szpotański i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek)
ul. Kałuszyńska 2-a—4—6 (gmach własny)
telefony 10-02-43, 10-00-43, 10-02-41.

Armatury kablowe (końcówki, złącza i masa kablowa).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjacka 23
Warszawa — Mazowiecka 7.
Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 234-26 i 683-77.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków—Płaszów, tel. 15-270.

Automaty rozruchowe.

K. i W. Pustoła, Warszawa, Mazowiecka 11, tel. 5.03-30.

Biura i zakłady elektrotechniczne

Inż. J. BOYE i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne, Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.

Budowa elektrowni.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Warszawa, Mazowiecka 7; Katowice, Marjacka 23; Kraków, Basztowa 10; Łódź, Piotrkowska 165; Sosnowiec, Warszawska 6; Lwów, Kopernika 9/11; Gdynia, Ś-to Jańska r. Derdowskiego.

Chłodnie kominowe i tężniowe.

Balcke i S-ka, Budowa Kondensacji i Chłodnic Kominowych, Sp. z ogr. por, Katowice, 3-go maja 25, tel. 8-64.
Adam Słucki i Synowie, Inżynierowie, Warszawa, ul. Królewska 27, tel. 2.42-38.

Drut miedziany i krzemo-bronzowy.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków—Płaszów, tel. 15-270.

Elektrowiertarki i szlifierki.

„DEA" Antoni Dąbrowski (wytwórnia krajowa).
Warszawa, ul. Tamka 45-a, tel. 585-21.

Grzejniki (aparaty nagrzewalne).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjacka 23
Warszawa — Mazowiecka 7.
Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.
„Kontakt" Tow. Elektryczne. Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów telef. 580, 4213, 8021.

Hydrofory.

„Sirius" Najstarsza w Polsce Fabryka Pomp,
Warszawa, Zamojskiego 51, tel. 10-18-25.

Impregnacja drzewa.

Polska Kobra, Impregnacja Drzewa, Sp. z o. o.
Warszawa, Marszałkowska 94, tel. 9-94-94.
Polskie Zakłady Impregnacyjne, S. A.
Warszawa, ul. Wiejska 16, tel. 9.36-11 i 9.69-78.
Nasycalnie: Dziedzice, Zadwórze i Mołodeczno.

Izolatory.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjacka 23
Warszawa — Mazowiecka 7.
„Norden" Polsko-Duńskie Towarzystwo Izolatorów
Warszawa, Okopowa 19, tel. 234-26 i 683-77.

Kable.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków—Płaszów, tel. 15-270.

Kablowe końcówki, złącza i masa kablowa

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

Fabryka Kabli, S. A. Kraków, skrytka 273, tel. 15-270.

Kondensatory stałe.

Inż. A. Horkiewicz, Warszawa, ul. Kawęczyńska 9, tel. 10-22-42.

Do zalewania muf kablowych stosujcie tylko masę Fabryki Aparatów Elektrycznych

KWAS SIARKOWY DO AKUMULATORÓW.

„PETEA" Polskie Tow. Akumulatorowe S. A.
Fabryka i biura: Biała k/Bielska, tel. Bielsko 20-43
Zarząd: Warszawa, ul. Kopernika 13, tel. 539-09.

Z. A. T.
Zakłady akumulatorowe syst. „TUDOR", Sp. Akc.
Warszawa, Złota Nr. 35, tel. 584-94, 617-45, 529-46 i 221-74.
Oddziały: Bydgoszcz, ul. Śląska 13, tel. 13-77.
Katowice, Ś-go Pawła 6, tel. 26-50.
Lwów, Nabielaka 21, tel. 52-35.
Poznań, ul. Mostowa 4, tel. 11-67.

LAMPY.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.) Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79
A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa.
Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02.
Wzorownia, ul. Złota 49, tel. 260-76.

LATARKI.

„Nile" Akumulatory Stalowe, Sp. z o. o.
Warszawa, ul. Senatorska 38, tel. 211-80.

LICZNIKI ENERGJI ELEKTRYCZNEJ.

„Kontakt" Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów telef. 580, 4213, 8021.

Fabrykaty firmy **LANDIS & GYR, S.A.** Zoug, Szwajcarja Cegielski i Iwanicki, Warszawa, Marszałkowska 35 — tel. 9.06-41. Inż. W. Piekałkiewicz, Poznań, Kochanowskiego 4. Inż. B. Grüner, Kraków, Czysta 16.

K. Szpotański i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek) ul. Kałuszyńska 2-a—4—6 (gmach własny) telefony 10-02-43, 10-00-43, 10-02-41.

MASY IZOLACYJNE.

A. Willenz i S-ka, Spółka z ogr. odp. Fabryka Chemiczna, Dziedzice, Śląsk.

MASY IZOLACYJNE DO WYLEWANIA ARMATUR KABLOWYCH, OGNIW AKUMULATOROWYCH, BATERYJ i t. p.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków—Płaszów, tel. 15-270.

MASZYNY ELEKTRYCZNE (SILNIKI, PRĄDNICE, PRZETWORNICE).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjacka 23
Warszawa — Mazowiecka 7.
Elektrobudowa, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych S. A.
Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.
„Elektromotor", Warszawa, Leszno 61, tel. 11-21-33.
„Elin" Sp. Akc. dla Przem. Elektr., Kraków, Kopernika 6
Warszawa, Czerniakowska 204, Lwów, Kościuszki 22.
„Era", Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą, tel. 548-88.
K. i W. Pustoła, Warszawa, Mazowiecka 11, tel. 5.03-30.
Georg Schwabe. Najstarsza w Kraju Fabryka Silników.
Bielsko-Śląsk, telef. Bielsko 2828.
Polskie Zakłady SKODY, S. A.
Warszawa, ul. Królewska 23, tel. 2-60-05, 610-44
Fabryka — Okęcie.

MASZYNY DO SPAWANIA ELEKTR.

„Elin" Sp. Akc. dla Przem. Elektr., Kraków, Kopernika 6
Warszawa, Czerniakowska 204, Lwów, Kościuszki 22.

MATERJAŁY INSTALACYJNE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr., Sp. Akc. (fabr.), Warszawa, Jerozolimska 6, telef. 642-79.
Inż. St. Ciszewski i S-ka, Sp, z o. o.
Fabr. Art. Elektr., Bydgoszcz, Sobieskiego 1.
Oddział: Warszawa, Wierzbowa 6, tel. 234-09.
„Kontakt" Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów, telef. 580, 4213, 8021.

MATERJAŁY PRASOWANE DLA CELÓW ELEKTRO- I RADJOTECHNICZNYCH.

„Elektroautomat", Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Sienkiewicza 2, tel. 5.13-52, 11.94-77 i 11.94-88.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków—Płaszów, tel. 15-270.

„Kontakt" Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów telef. 580, 4213, 8021.

Makowski i Zauder, Sp. z ogr. odp.
Fabryka, Łódź, ul. Karola 5, tel. 182-94.

MIEDZ ELEKTROLITYCZNA.

„Woltar" Sp. Akc. — Warszawa, Graniczna 8, tel. 277-89.

NAPRAWA I PRZEWIJANIE MASZYN ELEKTRYCZNYCH.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjacka 23
Warszawa — Mazowiecka 7.
Inż. J. BOYE i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne,
Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.
„Wysokoprąd" Sp. z ogr. odp.
Hajduki Wielkie, ul. Francuska.

NASTAWNIKI, ELEKTROMAGNESY I T. P.

K. i W. Pustoła, Warszawa, Mazowiecka 11, tel. 5.03-30.

OGRANICZNIKI PRĄDU.

Inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych
Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.
Makowski i Zauder, Sp. z ogr. odp.
Fabryka, Łódź, ul. Karola 5, tel. 182-94.

OGRZEWACZE ELEKTRYCZNE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.) Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.

OLEJE TURBINOWE, TRANSFORMATOROWE I WYŁĄCZNIKOWE.

„KARPATY"
Spzedaż Produktów Naftowych
Sp. z ogr. por.
Centrala Lwów, ul. Batorego 26.

OPORNIKI.

Fabryka Elektrowentylatorów i Aparatów Elektr.
„ELEKTROPOL",
Warszawa, Leszno 71, tel. 12-06-19.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 234-26 i 683-77.

izolacyjną MK dla napięcia do 80.000 woltów
S. KLEIMAN i S-wie.

OPORNIKI PRECYZYJNE.

J. Zubko, inż. Brwinów.

OPORNIKI SUWAKOWE

Inż. Edmund Romer, Zakład Pomocy Naukowych, Lwów 14, tel. 78-37.

OPORY STAŁE.

Inż. A. Horkiewicz, Warszawa, ul. Kawęczyńska 9, tel. 10-22-42.

PATENTY.

Czempiński i Skrzypkowski, inżynierowie
Warszawa, Krucza 43, tel. 8-25-70.
Adres telegr.: „Warszawa — Prawo".

PIECE ELEKTRYCZNE DLA PRZEMYSŁU METALOWEGO.

„Bracia Lange" Fabryka Maszyn i Odlewnia Żelaza, Sp. Akc. w Łodzi, ul. Andrzeja 21, tel. 120-38 i 160-38.
J. Zubko, inż. Brwinów.

PIECE OPOROWE I INDUKCYJNE.

J. Zubko, inż. Brwinów.

PIROMETRY.

J. Zubko, inż. Brwinów.

POMPY ODŚRODKOWE.

Polskie Tow. Budowy Pomp, Kraków.
„Sirius" Najstarsza w Polsce Fabryka Pomp, Warszawa, Zamojskiego 51, tel. 10-18-25.
Inż. Stefan Twardowski, Zakłady Mechaniczne, Warszawa, Grochowska 37, tel. 10-18-86.

POMPY PODWODNE (głębinowe).

Polskie Tow. Budowy Pomp, Kraków.
„Sirius" Najstarsza w Polsce Fabryka Pomp, Warszawa, Zamojskiego 51, tel. 10-18-25.

PRZEWODNIKI.

„CENTROPRZEWÓD"
Warszawa, Marszałkowska 87. Tel. 9-42-87, 9-42-85.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków—Płaszów, tel. 15-270.

PRZYRZĄDY POMIAROWE ELEKTROTECHNICZNE.

„Bemar", Wytwórnia Przyrządów Elektrycznych Grodzisk Maz., ul. Szkolna 6.
„Era", Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A. Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą, tel. 548-88
„Elektroprodukt"—Warszawa, Nowy Świat 5, tel. 9-68-86.

„POLAM" — Warszawa Hoża 36, tel. 9-27-64.

Fabrykaty firmy Trüb, Täuber & Co, Zürich, Szwajcarja Cegielski i Iwanicki, Warszawa, Marszałkowska 35 — tel. 9.06-41. Inż. W. Piekałkiewicz, Poznań, Kochanowskiego 4. Inż. B. Grüner, Kraków, Czysta 16.

RADJOAPARATY I CZĘŚCI SKŁADOWE.

„Kontakt" Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów telef. 580, 4213, 8021.

REKLAMY NEONOWE.

K. i W. Dworakowscy, Warszawa, Hoża 35, tel. 9.74-06.

RURY STALOWO-PANCERNE I SYST. PESCHLA:

Górnośląska Fabryka Kabli i Rur Izolacyjnych, Katowice 2, ul. Krakowska 4, tel. 21-95.

SILNIKI ELEKTRYCZNE.

(patrz dział „Maszyny elektr.").

SPRĘŻYSTE PRZEWODY PAROWE.

Fabryka Przewodów Rurowych
„Compensator" W. Maciejewski i S-ka
Warszawa—Wola, ul. Św. Stanisława Nr. 1/3.
Telefony: W. Handl. 618-72, W. Techn. 5.34-65.

TRANSFORMATORY.

Elektrobudowa, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych S. A. Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.
K. i W. Pustoła, Warszawa, Mazowiecka 11, tel. 5.03-30.
Polskie Zakłady SKODY, S. A. Warszawa, ul. Królewska 23, tel. 2-60-05, 610-44 Fabryka — Okęcie.
„Wysokoprąd" Sp. z ogr. odp. Hajduki Wielkie, ul. Francuska.

TRANSFORMATORY MIERNICZE.

K. Szpotański i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek) ul. Kałuszyńska 2-a—4—6 (gmach własny) telefony 10-02-43, 10-00-43, 10-02-41.

TRANSFORMATORY BEZPIECZEŃSTWA i NEONOWE.

„Elektroautomat" Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Sienkiewicza 2, tel. 5.13-52, 11.94-77 i 11.94-88.

URZĄDZENIA DO OCZYSZCZANIA WODY, ZASILAJĄCEJ KOTŁY.

Balcke i S-ka, Budowa Kondensacji i Chłodnic Kominowych, Sp. z ogr. por. Katowice, 3-go maja 25, tel. 8-64.
Zakłady „Ekonomja", Bielsko. Skrytka poczt. 110, tel. 1160.

WENTYLATORY.

Fabryka Elektrowentylatorów i Aparatów Elektr.
„ELEKTROPOL",
Warszawa, Leszno 71, tel. 12-06-19.

„Era", Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A. Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą, tel. 548-88.

FEILCHENFELD ADAM, inż.
Warszawa, Zielna 11, tel. 5.27-01.

Ercole Marelli et Co, S. A., Milano
Jeneralne zastępstwo na Polskę:
„Woltar" Sp. Akc. — Warszawa, Graniczna 8, tel. 277-89.

ŻYRANDOLE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.) Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.
A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Wzorownia, ul. Złota 49, tel. 260-76.

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XI. 15 Listopada 1933 r. Zeszyt 21—22

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI. Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 8-40-45.

STANY USTALONE DLA PRZEBIEGÓW ELEKTRYCZNYCH OKRESOWO ZMIENNYCH NIECIĄGŁYCH.

Etats stationnaires des phénomènes électriques périodiquement variables intermittents.

Inż. Bolesław Starnecki.

SOMMAIRE.

Description de la méthode, permettante de déterminer les équations exprimant immédiatement l'état stationnaire des phénomènes électriques intermittents pour des intervals particuliers de continuité.

Exemple: calcul des équations de tension et de l'intensité de courant dans un circuit R, C dans le cas des impulsions à forme réctangulaire.

1. Wstęp.

W elektrotechnice, szczególnie w radjo- i teletechnice mamy bardzo często do czynienia z przebiegami elektrycznemi okresowo powtarzalnemi, przy których występują nieciągłości. Nieciągłości te być mogą dwojakiego rodzaju: a) nieciągłości działającej na obwód siły elektromotorycznej, b) nieciągłości w zmianach stałych (R, L lub C) obwodu, jeśli takie zmiany zachodzą.

Jako przykłady przebiegów dla wypadku a) podać możemy wszelkiego rodzaju impulsy, np. impulsy przy nadawaniu sygnałów telegraficznych, impulsy sygnałów czasu, impulsy w nadajnikach telewizyjnych i telefotograficznych (przejście od pola białego do czarnego) i t. p. Jako przykład nieciągłości dla wypadku b) służyć mogą wszelkiego rodzaju przebiegi w prostownikach kenotronowych, gdzie opór kenotronu zmienia się od wartości skończonej do nieskończenie wielkiej w zależności od tego, czy potencjał anody jest dodatni czy ujemny w stosunku do potencjału katody — podobnie przebiegi w obwodach detektorów i t. p.

Dotychczas przy rozwiązywaniu przebiegów z nieciągłościami typu a) posługiwano się naogół rozkładem nieciągłej siły elektromotorycznej na szereg Fourrier'a; można w ten sposób otrzymać rozwiązanie również w postaci szeregu Fourrier. Metoda ta jest jednakże w większości wypadków bardzo uciążliwa, ponadto rozwiązanie otrzymuje się często w postaci szeregu trudnozbieżnego, co niezmiernie utrudnia zanalizowanie uzyskanego wyniku.

Przebiegi z nieciągłościami typu b) rozwiązywano dotąd przeważnie metodami wykreślnemi lub też analitycznie, ale jedynie w sposób przybliżony, nie dający dokładnego obrazu szukanych prądów wzgl. napięć.

W artykule niniejszym podaję ogólną metodę analitycznego rozwiązywania przebiegów okresowo zmiennych z nieciągłościami typu a) lub b), przyczem rozwiązanie ma postać szeregu równań, obowiązujących dla poszczególnych zakresów nieciągłości w *stanie ustalonym*.

2. Opis metody.

Rozważmy jakikolwiek układ elektryczny z dowolnie skombinowanemi stałemi R, L i C, w którym działają siły elektromotoryczne, zmienne w czasie według określonych, danych funkcyj.

Niezależnie od tego, czy wielkości R, L i C są stałe czy zmienne, oraz niezależnie od przebiegu zmienności działających S. E. M.-cznych, możemy dla poszczególnych obwodów układu ułożyć szereg równań na podstawie uogólnionego prawa Ohma. Niewiadomemi w tych równaniach będą prądy wzgl. napięcia (oraz ich pochodne względem czasu) w poszczególnych gałęziach układu.

Rozwiązując te równania względem siebie, otrzymamy ostatecznie równanie z jedną niewiadomą y oraz jej pochodnemi $\frac{dy}{dt}$ i $\frac{d^2y}{dt^2}$, kształtu:

$$ky + k'\frac{dy}{dt} + k''\frac{d^2y}{dt^2} = f(t) \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

gdzie y oznacza napięcie lub prąd w jednej z gałęzi obwodu, zaś $f(t)$ jest określoną funkcją czasu dzięki określoności działających S.E.M.-cznych. Współczynniki k, k' i k'' stanowią również określone funkcje stałych R, L i C.

Zbadamy równanie powyższe w przypadku nas interesującym, to jest gdy spełnione są następujące założenia:

1) Funkcja $f(t)$ jest funkcją czasu okresowo zmienną;

2) Funkcja $f(t)$ posiada w ciągu jednego okresu swej zmienności zakresy ciągłości w czasach:

$$0 - t_1,\ t_1 - t_2,\ t_2 - t_3 \ldots\ t_{q-1} - t_q,\ t_q \quad T$$

(T — okres), przyczem czas liczony jest od początku okresu.

3) Spółczynniki k, k' i k'' (naogół *stałe*) mogą posiadać również zakresy ciągłości w ciągu jednego okresu, w czasach $0 - \Theta_1$, $\Theta_1 - \Theta_2 \ldots \Theta_p - T$.

Ostatecznie zatem możemy cały okres T rozbić na szereg n przedziałów:

$$0 - \tau_1,\ \tau_1 - \tau_2 \ldots\ \tau_{n-1} - T,$$

w których spółczynniki k, k' i k'' są *stałe*, a równocześnie funkcja $f(t)$ zmienia się w sposób *ciągły*. Robimy teraz jeszcze dodatkowe założenie:

4) W wymienionych przedziałach ciągłości równanie (1) daje się rozwiązać analitycznie.

W normalnym wypadku, gdy rozwiązuje się równanie kształtu równania (1), ale pozbawione nieciągłości, rachubę czasu liczy się od „początku", to jest od chwili, w której na obwód *zaczęły* działać siły elektromotoryczne, wchodzące w skład funkcji $f(t)$. Dla tej chwili $t = 0$ dane są zazwyczaj t. zw. warunki początkowe (np. napięcie na jednym z kondensatorów, prąd w cewce i t. p.) służące do wyznaczania stałych całkowania.

Te warunki początkowe oraz przyłożone S.E.M.-ne najzupełniej określają dalszy przebieg funkcji y, niezależnie od tego, co w rozważanym układzie działo się przed momentem, przyjętym za początkowy.

Możemy wobec tego przyjąć za moment początkowy — *początek dowolnego* m-tego okresu zmienności funkcji $f(t)$.

Zamiast równania (1) napiszemy szereg równań, z których każde obowiązuje w odpowiednim przedziale ciągłości rozważanego m-tego okresu:

W przedziale

$$\left.\begin{array}{ll} 0 - \tau_1: & k_1 y_1 + k_1' \dfrac{dy_1}{dt} + k_1'' \dfrac{d^2 y_1}{dt^2} = f_1(t) \\ \tau_1 - \tau_2: & k_2 y_2 + k_2' \dfrac{dy_2}{dt} + k_2'' \dfrac{d^2 y_2}{dt^2} = f_2(t) \\ \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots \\ \tau_{n-1} - T: & k_n y_n + k_n' \dfrac{dy_n}{dt} + k_n'' \dfrac{d^2 y_n}{dt^2} = f_n(t) \end{array}\right\} \quad . \quad (2)$$

Rozwiązujemy pierwsze z tych równań. Dla wyznaczenia stałych całkowania potrzebne są warunki początkowe, których oczywiście narazie określić nie możemy. Przyjmiemy wobec tego ogólnie, że dla czasu $t = 0$ (początek m-tego okresu) warunki początkowe dane są w postaci pewnych niewiadomych, np. że $y_{1,0} = Y_m$ oraz $\left(\dfrac{dy_1}{dt}\right) = Z_m$ lub t. p., zależnie od tego, jaką wielkość przedstawia funkcja y (napięcie na kondensatorze, prąd w cewce lub t. p.).

W rezultacie otrzymamy rozwiązanie na y w pierwszym przedziale ciągłości w postaci:

$$y_1 = \varphi_1 (t, Y_m, Z_m)$$

oraz podobnie równanie drugiej funkcji, określającej warunki początkowe, np.

$$\frac{dy_1}{dt} = \Psi_1 (t, Y_m, Z_m).$$

Możemy stąd wyznaczyć wartość tej funkcji dla *końca przedziału*, to jest dla $t = \tau_1$:

$$y_{1,\tau_1} = \varphi_1 (\tau_1, Y_m, Z_m)$$

oraz podobnie

$$\left(\frac{dy_1}{dt}\right)_{\tau_1} = \Psi_1 (\tau_1, Y_m, Z_m)$$

Oczywiście te wartości końcowe pierwszego przedziału ciągłości wyznaczają najzupełniej stan obwodu w początku drugiego przedziału ciągłości, czyli wyznaczają warunki początkowe drugiego przedziału.

Mamy zatem bądź poprostu:

$$y_{2,\tau_1} = y_{1,\tau_1}$$

oraz np.

$$\left(\frac{dy_2}{dt}\right)_{\tau_1} = \left(\frac{dy_1}{dt}\right)_{\tau_1}$$

lub też jakieś inne, ale w każdym razie określone i zwykle łatwe do wyznaczenia, związki między temi wielkościami, zależne od rodzaju nieciągłości.

(Jeśli np. funkcja y przedstawia ładunek na kondensatorze, a nieciągłość w chwili τ_1 polega na *zmianie pojemności* kondensatora od wartości C_1 do wartości C_2, wówczas $y_{2,\tau_1} = y_{1,\tau_1} \cdot \dfrac{C_2}{C_1}$).

Skoro wyznaczone są warunki początkowe drugiego przedziału ciągłości, możemy rozwiązać drugie z kolei z równań (2). Otrzymamy rozwiązanie kształtu:

$$y_2 = \varphi_2 (t, Y_m, Z_m)$$

oraz np.

$$\frac{dy_2}{dt} = \Psi_2 (t, Y_m, Z_m)$$

Stąd wyznaczymy wartości dla końca tego przedziału, to jest dla $t = \tau_2$, stanowiące ze swej strony warunki początkowe 3-go przedziału ciągłości, i t. d.

Postępując w ten sposób kolejno ze wszystkiemi równaniami (2), dojdziemy wreszcie do ostatniego przedziału ciągłości $\tau_{n-1} - T$. I tutaj otrzymamy równania kształtu:

$$y_n = \varphi_n (t, Y_m, Z_m)$$

(oraz np.)

$$\frac{dy_n}{dt} = \Psi_n (t, Y_m, Z_m)$$

z których wyznaczymy wartość szukanej funkcji y oraz drugiej funkcji, służącej do wyznaczania warunków początkowych $\left(\text{np. } \dfrac{dy}{dt}\right)$ *dla końca rozważanego okresu m-tego*, to jest dla czasu $t = T$:

$$\left.\begin{array}{l} y_{n,T} = \varphi_n (T, Y_m, Z_m) \\ \text{oraz np.} \\ \left(\dfrac{dy_n}{dt}\right)_T = \Psi_n (T, Y_m, Z_m) \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Jasną jest rzeczą, że nie możemy zgóry nic powiedzieć o tem, jakie będą te wartości w końcu okresu w porównaniu z wartościami na początku, to jest z Y_m i Z_m: stan elektryczny obwodu w końcu okresu może stanowić jaknajbardziej uwikłaną funkcję stanu na początku okresu, stany te dla dowolnego m-tego okresu mogą być oczywiście zupełnie różne.

Tu jednak przychodzi nam w pomoc założenie (1), że funkcja $f(t)$ jest funkcją czasu *okresowo zmienną*. Oznacza to, że *przyczyny, wywołujące przebiegi elektryczne w naszych obwodach są okresowo powtarzalne.*

W związku z tem możemy przypuszczać (chociaż nie twierdzić z całą stanowczością), że *również i te przebiegi, jako skutki powtarzalnych przyczyn, będą dążyć do osiągnięcia stanu powtarzalności, to jest t. zw. stanu ustalonego.*

Idealnym stanem ustalonym będzie taki stan, w którym przebiegi badane (np. funkcja y) będą powtarzać się co okres *w sposób identyczny.*

Zachodzi pytanie, kiedy taki stan ustalony nastąpi — jeśli nastąpi wogóle?

Otóż jasnem jest, że równania (2), rozwiązane dla dwu z kolei okresów zmienności funkcji $f(t)$ — m-tego i $(m+1)$-go, dadzą wyniki identyczne jedynie w tym wypadku, gdy *warunki początkowe tych obu okresów będą jednakowe.* Ale oczywiście warunki początkowe okresu $(m+1)$-go określone są przez stan końcowy okresu m-tego! Skoro jednak przebiegi osiągnęły już stan ustalony, więc warunki początkowe okresu $(m+1)$-go są takież, jak warunki początkowe okresu m-tego; możemy wobec tego stwierdzić ostatecznie co następuje:

przebiegi w obwodach elektrycznych osiągają stan ustalony w takim — i tylko w takim — m-tym z kolei okresie zmienności funkcji f(t), w którym stan końcowy, (dla czasu t = T) jest taki sam, jak stan początkowy (dla t = 0).

Matematycznie wyrazi się to równaniami:

$$y_{n,T} = Y_m$$

oraz np.

$$\left(\frac{dy_n}{dt}\right)_T = Z_m,$$

czyli w związku z równaniami (3):

$$\left.\begin{aligned}\varphi_n(T, Y_m, Z_m) &= Y_m\\ \Psi_n(T, Y_m, Z_m) &= Z_m\end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (4)$$

Są to dwa równania z dwiema tylko niewiadomemi, Y_m i Z_m, które możemy tedy obecnie wyznaczyć. Podstawiając obliczone stąd wartości do uzyskanych poprzednio rozwiązań równań (2), *otrzymamy ostatecznie interesujące nas równania rozważanych przebiegów dla poszczególnych przedziałów ciągłości w jednym okresie zmienności funkcji f(t) i w stanie ustalonym.* Oczywiście w wielu wypadkach (gdy spółczynniki k'' w równaniach (2) są równe zeru) zamiast dwu równań (4) z dwiema niewiadomemi mamy tylko jedno równanie z jedną niewiadomą, ponieważ wówczas występuje tylko jedna stała całkowania w rozwiązaniu równań (2).

Charakterystyczne jest, że opisana metoda pozwala określić analitycznie przebieg szukanej funkcji *y odrazu w stanie ustalonym*, nie daje natomiast bezpośrednich wyników, jeśli chodzi o określenie samego przebiegu ustalania się, to jest stanu nieustalonego. Pragnąc stwierdzić, jaki jest charakter tych przebiegów nieustalonych, najwygodniej obliczyć wartości Y_m i Z_m w funkcji liczby porządkowej okresu, m. Bliższe szczegóły dotyczące metody tego obliczenia najlepiej widoczne są z podanego niżej przykładu.

3. Przykład: obwód z R, C.

Razwożmy obwód przedstawiony na rys. 1, na który działa siła elektromotoryczna nieciągła, w postaci impulsów prostokątnych, o przebiegu podanym na rys. 2.

Mamy tu dwa przedziały ciągłości:

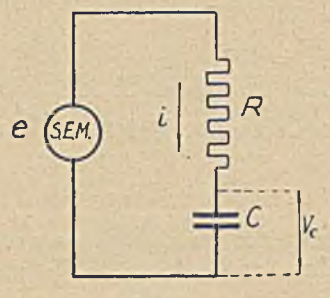
1) W czasie $t = 0$ do $t = \tau$ (początek rachuby czasu zaczynamy od m-tego okresu!) S.E.M.-czna działająca $e = E = \text{const.}$

2) w czasie $t = \tau$ do $t = T$ (okres) S.E.M.-na $e = 0$.

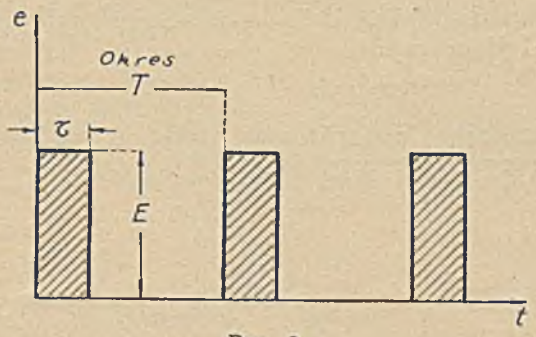
Ogólne równanie dla rozważanego obwodu ma postać:

$$Ri + v_c = e \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

gdzie i — prąd, v_c — napięcie na kondensatorze.



Rys. 1.



Rys. 2.

Ponieważ początkowe warunki pracy określi nam w tym wypadku najwygodniej napięcie na kondensatorze, postawimy zamiast i wielkość

$$i = C\frac{dv_c}{dt} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

otrzymamy wówczas równanie:

$$RC\frac{dv_c}{dt} + v_c = e \, . \quad . \; . \; . \; . \quad (7)$$

Równanie to dla dwu przedziałów ciągłości przedstawi się w postaci dwu równań następujących:

$$RC\frac{dv_{c1}}{dt} + v_{c1} = E \quad . \; . \; . \; . \quad (8)$$

$$RC\frac{dv_{c2}}{dt} + v_{c2} = 0 \quad . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Przedział ciągłości 0 — τ. Rozwiązując równanie (8), mamy:

$$v_{c1} = A_1' e^{b_1 t} + B_1 \quad . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Podstawiając do równania (8), otrzymamy przez porównanie współczynników:

$$B_1 = E$$

$$b_1 = -\frac{1}{RC}$$

czyli

$$v_{c1} = A_1 e^{-\frac{t}{RC}} + E$$

Stałą całkowania A_1 wyznaczymy, zakładając, że w początku rozważanego okresu, to jest dla $t = 0$:

$$v_{c1,0} = V_m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Otrzymamy stąd:

$$A_1 = V_m - E,$$

i ostatecznie *równanie krzywej napięcia w pierwszym przedziale ciągłości:*

$$\boxed{v_{c1} = (V_m - E)\, e^{-\frac{t}{RC}} + E} \quad . \quad . \quad (12)$$

Dla końca przedziału, to jest $t = \tau$, mamy:

$$v_{c1,\tau} = (V_m - E)\, e^{-\frac{\tau}{RC}} + E \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Jest to równocześnie początkowy warunek dla wyznaczenia stałej całkowania w 2-gim przedziale ciągłości:

$$v_{c2,\tau} = v_{c1,\tau} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Przedział ciągłości τ — T. Rozwiązując równanie (9), mamy:

$$v_{c2} = A_2 e^{b_2 t} + B_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

podstawiając do równania (9) i porównując współczynniki, otrzymujemy:

$$B_2 = 0$$

$$b_2 = -\frac{1}{RC}$$

czyli

$$v_{c2} = A_2 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Stałą całkowania A_2 wyznaczamy z warunków (13) i (14); mamy tutaj:

$$A_2 e^{-\frac{\tau}{RC}} = (V_m - E)\, e^{-\frac{\tau}{RC}} + E,$$

czyli

$$A_2 = (V_m - E) + E\, e^{-\frac{\tau}{RC}}$$

Ostatecznie zatem *równanie krzywej napięcia w drugim przedziale ciągłości:*

$$\boxed{v_{c2} = \left(V_m - E + E e^{\frac{\tau}{RC}}\right) e^{-\frac{t}{RC}}} \quad . \quad (16)$$

W końcu okresu, dla $t = T$:

$$v_{c2,T} = \left(V_m - E + E\, e^{\frac{\tau}{RC}}\right) e^{-\frac{T}{RC}}$$

Stan ustalony nastąpi wówczas, gdy:

$$v_{c2,T} = v_{c1,0} = V_m = V_{ust}$$

otrzymujemy więc równanie:

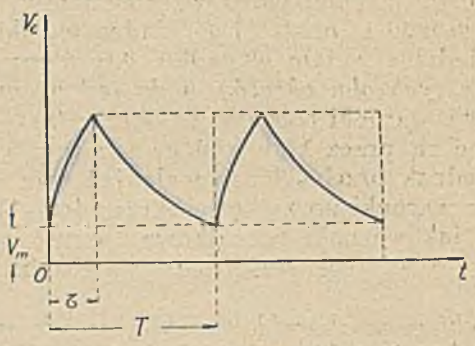
$$\left(V_{ust} - E + E\, e^{\frac{\tau}{RC}}\right) e^{-\frac{T}{RC}} = V_{ust} \quad . \quad . \quad (17)$$

(odpowiadające równaniom (4) paragrafu poprzedniego). Stąd wyznaczamy $V_m = V_{ust}$ *dla stanu ustalonego:*

$$\boxed{V_{ust} = E\, \frac{1 - e^{\frac{\tau}{RC}}}{1 - e^{\frac{T}{RC}}}} \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

Równania (12), (16) i (18) wyznaczają w zupełności *przebieg napięcia na kondensatorze w stanie ustalonym.*

Kształt ogólny krzywych, odpowiadających tym równaniom, pokazany jest na rys. 3.



Rys. 3. napięcie

Zobaczymy jeszcze teraz, jak za pomocą równań (12) i (16) można zorjentować się *w przebiegu ustalania się wartości* V_m.

Dla 1-go okresu ($m = 0$), to jest tego, w którym impulsy e zaczęły działać na obwód elektrycznie obojętny, mamy:

$$V_0 = 0.$$

W końcu tego okresu (z równania (16)), czyli na początku okresu drugiego:

$$V_1 = \left(V_0 - E + E e^{\frac{\tau}{RC}}\right) e^{-\frac{T}{RC}} =$$

$$= E\left(e^{\frac{\tau}{RC}} - 1\right) e^{-\frac{T}{RC}} = \sigma e^{-\frac{T}{RC}}$$

$\left[\text{oznaczając } E\left(e^{\frac{\tau}{RC}} - 1\right) = \sigma\right]$.

W końcu 2-go okresu:

$$V_2 = \left(V_1 - E + E e^{\frac{\tau}{RC}}\right) e^{-\frac{T}{RC}} =$$

$$= \left(\sigma e^{-\frac{T}{RC}} + \sigma\right) e^{-\frac{T}{RC}} = \sigma\left(e^{-2\frac{T}{RC}} + e^{-\frac{T}{RC}}\right).$$

I ostatecznie ogólnie:

$$V_m = \sigma\left[e^{-m\frac{T}{RC}} + e^{-(m-1)\frac{T}{RC}} + \ldots + e^{-\frac{T}{RC}}\right]$$

Oznaczamy $e^{-\frac{T}{RC}} = \alpha$, wtedy otrzymujemy szereg skończony kształtu:

$$V_m = \sigma(\alpha^m + \alpha^{m-1} + \alpha^{m-2} + \ldots + \alpha).$$

Suma tego szeregu wyrazi się wzorem:

$$V_m = \sigma\, \frac{\alpha(\alpha^m - 1)}{\alpha - 1}.$$

Ostatecznie podstawiając wartości na σ i α otrzymujemy:

$$\boxed{V_m = E\, \frac{e^{-m\frac{T}{RC}} - 1}{1 - e^{\frac{T}{RC}}}\left(e^{\frac{\tau}{RC}} - 1\right)} \quad . \quad (19)$$

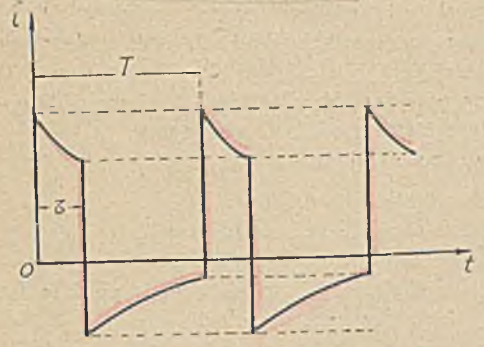
Mamy tu wspomnianą wyżej zależność V_m od liczby porządkowej okresu.

Widać odrazu, że dla $m \to \infty$:

$$\lim_{m \to \infty} V_m = E \frac{1 - e^{\frac{\tau}{RC}}}{1 - e^{\frac{T}{RC}}} = V_{ust}$$

(porównaj wzór 18)

czyli stan ustalony w rzeczywistości nastąpi dopiero po czasie nieskończenie długim.



Rys. 4. prad

Ze wzoru (6) oraz wzorów (12) i (16) obliczymy jeszcze prąd i dla obu przedziałów ciągłości:

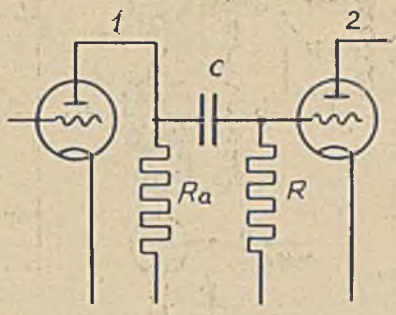
$$i_1 = -\frac{1}{R}(V_m - E)e^{-\frac{t}{RC}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

$$i_2 = -\frac{1}{R}\left(V_m - E + Ee^{\frac{\tau}{RC}}\right)e^{-\frac{t}{RC}} \quad . \quad (21)$$

przyczem na V_m dla stanu ustalonego należy podstawić wartość ze wzoru (18), zaś dla dowolnego m-tego okresu w stanie nieustalonym — wartość ze wzoru (19).

Kształt krzywej prądu dla stanu ustalonego pokazany jest na rys. 4.

Warto zauważyć, że obwód rozpatrzony z R i C można z pewnem przybliżeniem uważać za obwód zastępczy wzmacniacza lampowego ze sprzężeniem oporowem (rys. 5). Istotnie, jeśli $R \gg R_a$,



Rys. 5.

oraz pojemność wejściowa siatki lampy 2 jest bardzo mała (co zazwyczaj ma miejsce), można opór R_a uważać za źródło S.E.M.-nej, działającej na połączone szeregowo C i R. Wyżej wyprowadzone wzory dają w tym wypadku przebieg napięć, działających na siatkę lampy 2 (iloczyn Ri), jeśli impulsy prostokątne przyłożone są na siatkę lampy 1.

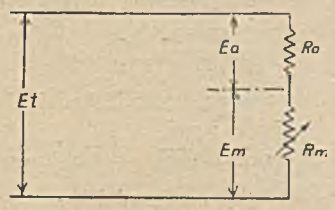
WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Modulacja szeregowa.

(Marconi Review N41 — Series modulation. W. T. Ditcham).

T-wo Marconi w ostatnich czasach przeszło całkowicie na stosowanie tak zwanej modulacji szeregowej.

System modulacji szeregowej może być przedstawionym schematycznie według rys. 1, gdzie mamy źródło napięcia E_t i załączone szeregowo dwa opory R_a i R_m. Opór R_a posiada stałą wartość i odpowiada wzmacniaczowi modulowanemu. Opór R_m posiada wartość zmienną i odpowiada modulatorowi.



Rys. 1.

W ten sposób, jak widzimy, zasada działania jest nadzwyczajnie prosta.

Jeżeli przyjmiemy, że obydwa opory R_a i R_m są równe (stan niemodulowany), natenczas całkowite napięcie E_t będzie się równo dzielić między obydwoma oporami i na każdym z nich będziemy mieli połowę napięcia. Jeżeli teraz opór zmienny R_m (modulator) będziemy zmieniać od zera do nieskończoności, wówczas napięcie na stałym oporze (na wzmacniaczu modulowanym), będzie się zmieniać od wartości równej połowie napięcia E_t (wysyłanie fali nośnej niemodulowanej) do podwójnej ten wartości, czyli do pełnego napięcia E_t i do zera. Inaczej mówiąc wzmacniacz ten będzie całkowicie modulowanym.

Rzecz jasna w układzie praktycznym z lampami katodowemi nie jest możliwe sprowadzenie oporności modulatora do zera ani też doprowadzenie tej oporności do nieskończoności. Jeżeli jednak dobierzemy właściwy modulator (lampę lub lampy) i właściwe ujemne napięcia siatkowe, t. j. takie, żeby bez modulacji napięcie na modulatorze było cokolwiek większe od napięcia na wzmacniaczu, natenczas łatwo będziemy mogli osiągnąć pełną modulację wzmacniacza, t. j. przy obciążeniach szczytowych otrzymamy dwukrotne napięcia na wzmacniaczu i z drugiej strony w następnem stadjum otrzymamy spadek napięcia na tym wzmacniaczu równy zeru.

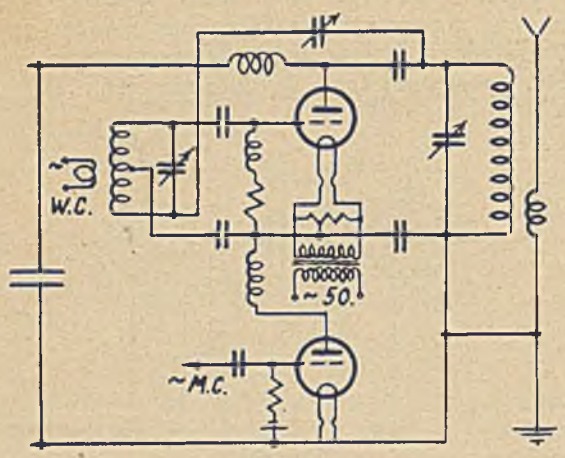
Na rys. 2 widzimy typowy schemat modulacji szeregowej. przyczem modulator jest połączony od strony ziemi, zaś katoda wzmacniacza modulowanego posiada potencjał dodatni w stosunku do ziemi.

Przy zmianie tych pozycyj natrafiamy na trudności w doprowadzaniu potencjałów wejściowych do siatki modulatora, a także w stosowaniu ujemnego potencjału na siatkę modulatora.

Stosując kondensatory blokowe między anodą oraz katodą wzmacniacza lampowego i obwodem strojonym wyj-

ściowym (sprzężonym dalej z anteną) możemy ten obwód uziemić w znany sposób.

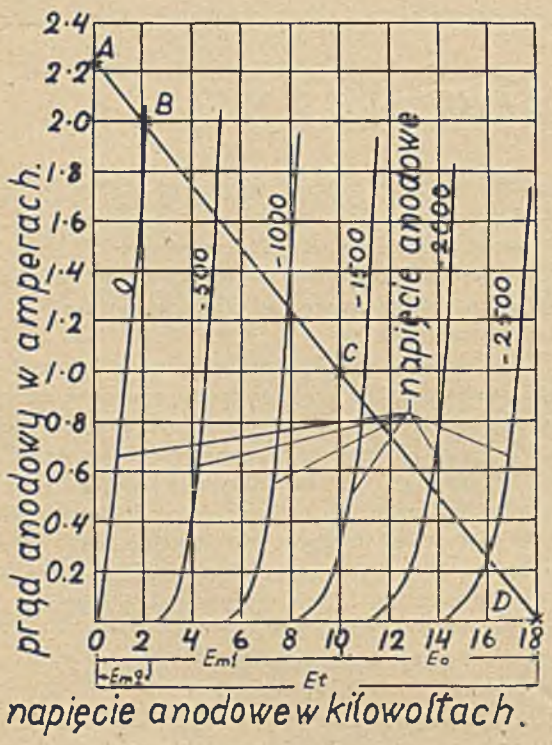
Ważną rzeczą jest jednak przy tej okazji pamiętać, żeby te kondensatory były nie za duże, w przeciwnym razie w modulacji będą ucięte większe częstotliwości. To samo oczywiście należy mieć na uwadze, przy systemie żarzenia katody wzmacniacza modulowanego. Jeżeli używamy trans-



Rys. 2.

formator jak to pokazano na rys. 2, to transformator ten winien mieć małą pojemność między pierwotnym i wtórnym uzwojeniem.

Użycie transformatora na żarzenie, zasilanego prądem 50-okresowym, jak się okazało, nie daje w transmisji fonicznej zniekształceń na skutek tętnienia 500 okresowego, jednakże można również z dobrym skutkiem użyć maszynę prą-



Rys. 3.

du stałego dostatecznie izolowaną, ale w tym przypadku również należy pamiętać o tem, żeby maszyna ta miała małą pojemność względem ziemi.

Na rys. 3 widzimy charakterystykę lampy z chłodzoną anodą, stosowaną dla modulacji szeregowej jako modulator.

Oznaczmy na tej krzywej punkt C, w którym lampa pobiera 1 Amper przy 10 000 woltach, t. j. 10 KW.

Jeżeli E_t oznacza napięcie całkowite (na lampie modulacyjnej szeregowo z lampą wzmacniającą), natenczas E_{m1} będzie napięciem na modulatorze, zaś napięcie na wzmacniaczu będzie oczywiście równem $E_t - E_{m1} = E_a$.

Prąd anodowy musi być oczywiście tym samym w modulatorze, co i we wzmacniaczu. Opór wzmacniacza będzie równym $E_a : I_a$, t. j. według rysunku 3—8000 omów (8 000 V i 1 Amp.).

Przez punkt C wykreślamy prostą nachyloną w ten sposób, żeby to nachylenie odpowiadało oporowi 8000 omów, przyczem B jest punktem napięcia zerowego siatki (który nie chcemy przekraczać). Punkt D jest punktem przecięcia wspomnianej prostej z osią woltów. W ten sposób $OD = E_t$.

Przy powyższych założeniach możemy obliczyć zachowanie się systemu modulacji szeregowej.

Załóżmy dalej, że

E_t = całkowite napięcie,
E_a = napięcie na wzmacniaczu,
E_{m1} = napięcie na modulatorze,
E_{m2} = napięcie na modulatorze w punkcie B,
M = spółczynnik modulacji.

Natenczas obliczyć możemy, że spółczynnik modulacji równa się

$$M = \frac{E_t - E_{m2}}{E - E_{m1}} - 1.$$

Moc pobierana przez wzmacniacz modulowany równa się $E_a\ I_a$ i jak wiadomo w energję wielkiej częstotliwości ulega transformacji 66% tej mocy (przy wzmacniaczu klasy B t. j. przy wzmacniaczu pracującym na dolnym zagięciu charakterystyki).

W ten sposób wydajność całego urządzenia modulacyjnego (wzmacniacz plus modulator) będzie

$$\eta = \frac{66 \cdot E_a}{E_t}\ \%.$$

Ponieważ na charakterystykach z rys. 3 wskazane są rzeczywiste wartości, przeto możemy obliczyć faktyczne dane przy zastosowaniu lampy o takich właśnie charakterystykach.

Całkowite napięcie wynosi 18 000 woltów, przyczem moc admisyjna modulatora wynosi 10 KW.

Napięcie na modulatorze wynosi 10 000 woltów przy jednym amperze, t. j. ujemne napięcie na siatce modulatora winno wynosić — 1350 woltów.

Napięcie na wzmacniaczu wynosi 8000 woltów przy 1 amperze, t. j. wzmacniacz ten pobiera 8 KW.

Przy sprawności 66% otrzymamy wtedy w obwodzie wyjściowym falę nośną o mocy 5,3 KW.

Wydajność całego urządzenia będzie wtedy

$$\frac{66 \cdot 8000}{18\,000} = 29{,}3\%.$$

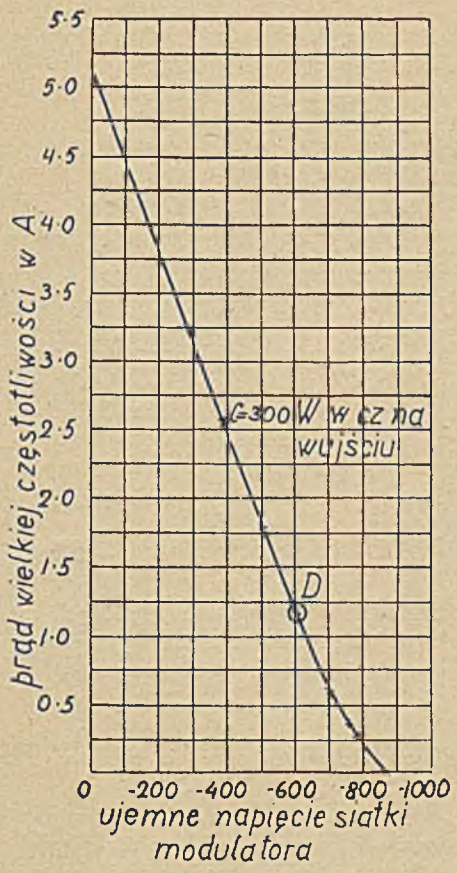
Największa modulacja wynosić będzie

$$\frac{18\,000 - 2\,200}{18\,000 - 10\,000} - 1 = 97{,}5\%$$

Oczywiście tak głęboko modulować nie należy, gdyż wtedy powstają zniekształcenia naskutek zakrzywienia charakterystyki u dołu tej krzywej, jednakże 80% modulacja jest całkowicie dopuszczalna przy minimalnych zniekształceniach.

Na rys. 4 widzimy krzywą zależności prądu wielkiej częstotliwości w amperach w funkcji napięcia siatki modulatora. Zależność ta jest prostolinijną do mniej więcej punktu D, co odpowiada 80% modulacji fali nośnej oznaczonej punktem C.

Przy wykreśleniu krzywej z rys. 4 jako wzmacniacz modulowany była użyta lampa DET3 i jako modulator lampa MT9L. Całkowite napięcie wynosiło 6000 woltów, rozdzielone w ten sposób, że 3 600 woltów było na modulatorze, zaś 2400 woltów na wzmacniaczu; moc fali nośnej wynosiła wtedy 300 watów.



Rys. 4.

Na rys. 5 mamy zależność spółczynnika zniekształcenia w zależności od głębokości modulacji (w procentach). Krzywa ta była zdjęta przy częstotliwości modulującej 1000 okresów przy zastosowaniu we wzmacniaczu dwóch lamp CAT6, modulowanych za pomocą dwuch lamp CAM3 przy 18 000 woltach. Moc fali nośnej wynosiła 100 kilowatów.

Z powyższego wynika, że można zwiększyć sprawność całkowitą układu, jeżeli zmniejszymy napięcie na modulatorze i zwiększymy napięcie na wzmacniaczu; w tym wypadku jednak zmniejszamy głębokość modulacji. W praktyce okazało się najlepiej tak wyregulować całe urządzenie, żeby przy zerowym potencjale siatki modulatora napięcie na wzmacniaczu zwiększało się dwukrotnie w stosunku do napięcia na tym wzmacniaczu przy fali nośnej niemodulowanej.

Przy takich warunkach okazało się w praktyce niemożliwem przemodulować falę nośną. Warunek ten można osiągnąć, włączając opór szeregowy z siatką modulatora; w tym wypadku nawet jeżeli siatka modulatora zostanie przemodulowaną w stronę plusa, to prąd wielkiej częstotliwości nie zmieni się wiele ponad wartość posiadaną przy zerowym potencjale siatki modulatora.

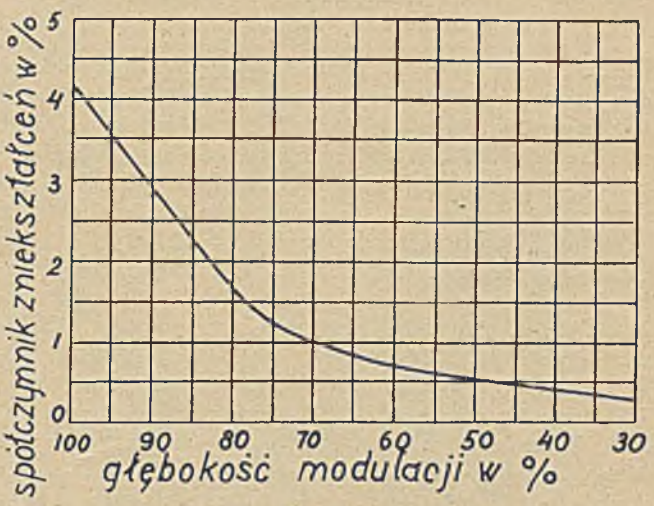
Oprócz tego, jasnem jest, że przy modulacji szeregowej anoda wzmacniacza nie może mieć nigdy ujemnego napięcia w stosunku do katody, co bardzo często się zdarza przy modulacji dławikowej.

Podkreślić należy, że łączenie lamp szeregowo, według opisywanych zasad, zmniejsza tendencję lamp do wewnętrznych wyładowań (t. zw. „rocky points"), które, jak wiadomo, w praktyce bywają bardzo nieprzyjemne. To zmniejszenie tendencji do wewnętrznych wyładowań jest tem więcej ciekawe, że lampy w układzie modulacji szeregowej pracują przy szczytowych napięciach daleko większych niż normalnie.

T-wo Marconi'ego wypracowało system modulacji szeregowej przy mocach do 30 KW. Moc ta wystarcza do wzbudzania ostatniego stopnia przy mocy fali nośnej 300 KW. Moc tego rodzaju przypuszczam wystarczy na dłuższy okres czasu w praktyce radjofonicznej.

Rezultaty praktyczne otrzymane z modulacją szeregową w przedostatnim stopniu wraz z następnym wzmacniaczem końcowym okazały się bardzo dobre. Przy modulacji do 90% spółczynnik zniekształceń nie przekraczał 4%.

Oprócz tego podkreślić należy, że system tej modulacji można zastosować do szerokiej wstęgi częstotliwości. Pomiary wykazały, że w granicach 50 do 10 000 okresów powstające różnice nie przekraczają 0,5 db.



Rys. 5.

System modulacji szeregowej nadaje się z powyższych powodów dla radjofonji i telewizji lepiej, niż wszelkie inne systemy.

Zreferował inż. J. Plebański.

Reprodukcja wysokich i niskich tonów w oporowych wzmacniaczach małej częstotliwości.

(Philips Monatsheft für Apparate-Fabrikanten. Dezember 1932 — Januar 1933).

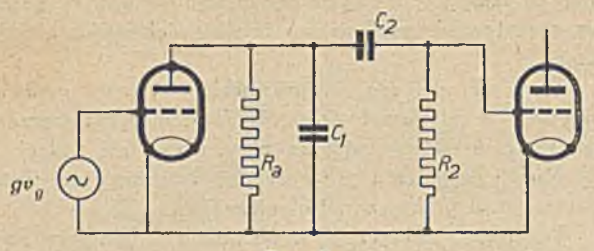
W oporowych wzmacniaczach małej częstotliwości jakość reprodukcji zależy w znacznej mierze od wartości zastosowanych oporów i kondensatorów. Przedmiotem artykułu jest analiza wpływu, jaki wspomniane wartości wywierają na odtwarzanie wysokich i niskich tonów. Niech R_i oznacza opór wewnętrzny lampy, R_a — opór sprzęgający (w obwodzie anodowym lampy), R_2 — opór upływowy siatki lampy następnej, C_1 — pojemność bocznikującą R_a i C_2 — kondensator sprzęgający. (Rys. 1).

Wysokie tony.

W danym przypadku oporność pozorna kondensatora C_2 jest mała w porównaniu z oporem R_2, skutkiem czego można uważać, że opory R_i, R_a i R_2 są połączone równolegle i są równoważne oporowi wypadkowemu R_1

$$\left(\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_2}\right).$$

Wpływ pojemności C_1 na odtwarzanie częstotliwości, leżących w dolnej części zakresu wysokich tonów, jest bardzo mały; dla wyższych jednak częstotliwości oporność pozorna C_1 maleje, tak że częstoliwości te są słabiej wzmacniane.



Rys. 1.

Jak wynika z podanego wzoru, o jakości reprodukcji decyduje następujący czynnik:

$$\frac{1}{\sqrt{1+\omega^2 R_1^2 C_1^2}}.$$

Dla małych częstotliwości wyrażenie to jest bliskie jedności, *dla bardzo wysokich częstotliwości natomiast wzmocnienie jest odwrotnie proporcjonalne do częstotliwości.*

Na tej podstawie stwierdzamy, że dla reprodukcji wysokich tonów miarodajny jest iloczyn R_1C_1. Jeśli R_1 wyrazimy w MΩ, a C w μμF, to wzmocnienie dla 5.000 okresów na sekundę będzie wynosiło dla $R_1C_1 = 10$, ok. 95% i dla $R_1C_1 = 20$ ok. 80% wzmocnienia przy niskich częstoliwościach.

Tytułem przykładu przeprowadźmy poniższe obliczenie: Niech $R_a = 0{,}32$ MΩ, $R_2 = 1$ MΩ i $R_i = 0{,}12$ MΩ; jaką wartość kondensatora C_1 należy zastosować, aby przy 5.000 okresów otrzymać ok. 85% maksymalnego wzmocnienia? W rozważanym przypadku $R_1 = 0{,}08$ MΩ. Jak już wiemy, żądane wzmocnienie uzyskuje się, gdy $R_1C_1 = 20$, skąd:

$$C_1 = \frac{20}{0{,}08} = 250 \ \mu\mu F.$$

Niskie tony.

Pojemność C_1 w większości wypadków praktycznie nie wywiera wpływu na wzmocnienie niskich tonów, niepodobna natomiast pominąć rolę pojemności C_2; im mniejsza jest częstotliwość, tem więcej wzrasta oporność pozorna kondensatora C_2, podczas gdy opór R_2 zachowuje stałą wartość; wskutek tego częstotliwości, dla których oporność pozorna kondensatora C_2 nie jest mała w porównaiu z R_2, ulegają osłabieniu. Z wyprowadzonych wzorów wynika, że w zakresie niskich tonów o reprodukcji poszczególnych częstotliwości decyduje następujący czynnik:

$$\sqrt{1+\frac{1}{\omega^2 (R'_1+R_2)^2 C_2^2}}, \text{ gdzie } \frac{1}{R'_1} = \frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_a}.$$

Dla wyższych częstotliwości rozważanego zakresu wartość podanego wyrażenia jest bliska jedności; dla bardzo niskich częstotliwości ułamek pod pierwiastkiem jest znacznie większy od jedności, a zatem wzmocnienie staje się *proporcjonalne do częstotliwości.*

Reprodukcję niskich tonów charakteryzuje więc iloczyn $(R'_1+R_2)C_2$. Jeśli iloczyn ten równa się 10 000 (R w MΩ i C w μμF), wzmocnienie dla częstotliwości 50 okresów wynosi jeszcze 95% wzmocnienia przy wyższych częstotliwościach.

Na odtwarzanie niskich częstotliwości wpływa również opór (R) połączony z katodą i dający automatyczne ujemne napięcie na siatkę lampy wzmacniającej. Przypuśćmy, że opór ten nie jest zablokowany kondensatorem. Obecność oporu sprawia, że nachylenie dynamiczne S_d ulega zmniejszeniu $\frac{1}{1+RS_d}$ razy. Ponieważ we wzorze tym częstotliwość nie figuruje, więc wzmocnienie jest w jednakowej mierze zredukowane dla wielkich częstotliwości. Celem uniknięcia tej straty na wzmocnieniu, bocznikuje się opór R kondensatorem C.

Dla wielkich częstotliwości oporność pozorna kondensatora C jest naogół mała; napięcie oddziaływające zwrotnie na siatkę jest również małe, a zatem dla wysokich tonów uzyskuje się pełne wzmocnienie.

Przy bardzo małych częstotliwościach wpływ kondensotora C może być praktycznie pominięty, skutkiem czego w danym przypadku wzmocnienie jest $\frac{1}{1+RS_d}$ razy mniejsze od wzmocnienia maksymalnego.

Można dowieść, że reprodukcję różnych częstotliwości (w zakresie niskich tonów) określa wyrażenie

$$\sqrt{\frac{1+\omega^2 R^2 C^2}{(1+RS_d)^2+\omega^2 R^2 C^2}}$$

Jakość odtwarzania zależy więc nie tylko od iloczynu RC, lecz również od iloczynu RS_d. Szereg wykresów ilustruje podane w artykule wzory, pozwalając zorjentować się, jakie wartości oporów i kondensatorów należy w praktyce stosować w oporowych wzmacniaczach małej częstotliwości.

A. L.

KOMUNIKAT SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ S. E. P.

Dnia 22 listopada r. b. o godz. 20-ej odbędzie się w lokalu S.E.P. zebranie odczytowe, na którem odbędą się następujące odczytyy: 1. Inż. St. Dierewianko (Państwowy Instytut Tele-Komunikacyjny) wygłosi komunikat p. t. *„Wzmacniacz słabych impulsów"* (Rejestracja cząstek), oraz 2: Inż. St. Wolski (Państwowy Instytut Tele-Komunikacyjny) wygłosi komunikat p. t. *„Stosowanie tabel zamiast krzywej wzorcowania"*. Po odczytach nastąpi dyskusja.

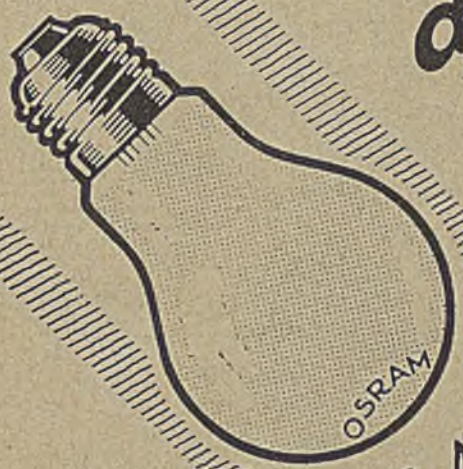
SPROSTOWANIE.

W artykule inż. Launberga p. t. *Kilka uwag o lampach „Catkin"*, ogłoszonym w Przegl. Radjotechnicznym XI, z. 19—20, na str. 111 szpalta pierwsza, wiersz 6-ty od dołu, zamiast 0,25 mA powinno być 0,52 mA.

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny", spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska", Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98.

Gatunek drutu świetlnego decyduje o gatunku żarówki



OSRAMÓWKI

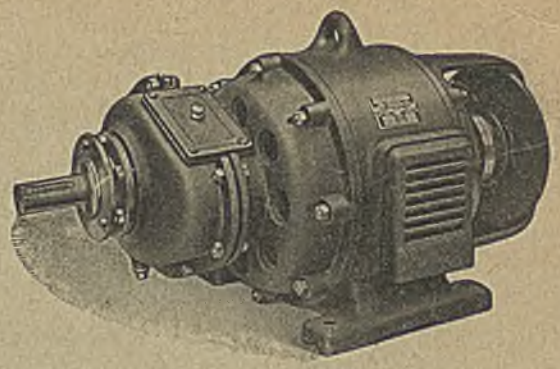
mają palnik z krystalicznej spiralki pomieszczonej w atmosferze gazu szlachetnego, wskutek czego zapewniają wielką sprawność.-

OSRAMÓWKI są wyrobem polskim.

SP. AKC.

J. JOHN

W ŁODZI



Motoreduktor wbudowany w płaszcz silnika

wykonywa:

PRZEKŁADNIE ZĘBATE W SKRZYNIACH OLIWNYCH

MOTOREDUKTORY DO WBUDOWANIA W PŁASZCZ SILNIKA Z WBUDOWANYM W NIE SILNIKIEM

PĘDNIE • SPRZĘGŁA SPRĘŻYSTE • NAPRĘŻACZE

TOKARKI i WIERTARKI

Biura własne: Warszawa, Kraków, Poznań, Katowice, Lwów, Gdańsk.

RURY STALOWO PANCERNE

WYM. № 11 13,5 16 21 29 36 mm.

oraz

SYSTEMU PESCHLA

WYM. № 14 18 26 mm.

W/G PRZEPISÓW PNE

DOSTARCZA

DODATKI

GÓRNOŚLĄSKA FABRYKA KABLI I RUR IZOLACYJNYCH S. A.

KATOWICE 2, Krakowska 4

Wyłączniki samoczynne

Aparaty rozdzielcze okapturzone

Skrzynki przyłączeniowe

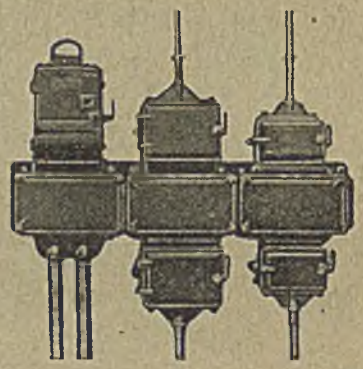
Skrzynki szynowe

Przełączniki gwiazda trójkąt

Rozdzielnie dla światła

Elektryczne urządzenia do wind

Transformatorki bezpieczeństwa „Minivolt".



ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE SP. Z OGR. ODP. WARSZAWA. ZARZĄD UL. SIENKIEWICZA 2 TELEF. 513-52.

„ELEKTROAUTOMAT"