

Opłata pocztowa uiszczona ryczałtem.

R o k VII.

Zeszyt 13.

# Przegląd Elektrotechniczny

organ Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich

z dodatkiem **Przeglądu Radjotechnicznego**, organu Stowarzyszenia Radjotechników Polskich.  
Wychodzi 1 i 15 każdego miesiąca.

Cena zeszytu 1 zł.

Warszawa, (Czackiego 5) 1 lipca 1925 r.

Najekonomiczniejszymi urządzeniami telefonicznymi są łącznice i aparaty telefoniczne L. M. ERICSSON.

Projekty i kosztorysy bezpłatnie



## „ERICSSON“

Polska Akcyjna

Spółka Elektryczna

Al. Ujazdowska № 47,

filja w Łodzi, ul. Piotrkowska № 79.

# Polskie Zakłady Elektryczne BROWN BOVERI

SP. AKC.

Dyrekcja Naczelna w Warszawie, Ul. Bielańska Nr. 6 (dom własny) Składy: Ul. Smocza Nr. 7.

Telefony: Dyrekcja 208-01 i 136-63, Wydział techniczny 220-96, Wydział Fabryczny 22-06, Wydział Buchalterji 220-54

Maszyny wyciągowe do kopalń. Trakcja  
elektryczna. Urządzenia elektrowni.

**Turbiny parowe, prądnice prądu stałego i zmiennego, kompresory  
turbinowe, tablice rozdzielcze, silniki, prostowniki, urządzenia do  
spawania, parowozy akumulatorowe, oświetlenie wagonów, ma-  
terjały instalacyjne.**

**WŁASNA FABRYKA ELEKTRYCZNA W ŻYCHLINIE** (Województwo Warszawskie  
st. kolejowa ŻYCHLIN).

Przyjmuje zamówienia na: 1. Dostawę silników trójfazowych do 200 KM, 2. Dostawę tablic roz-  
dzielczych, 3. Reparacja silników wszelkich typów tak na prąd stały, jak i zmienny.

**Cenniki, prospekty i oferty na żądanie.**

**Własne Oddziały:** w Warszawie Bielańska Nr. 6, w Krakowie Dominikańska Nr. 9.  
w Łwowie Plac Trybunalski 1, w Poznaniu Słowackiego Nr. 8, w Sosnowcu Nizka Nr. 3,

## „POWSZECHNE TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE A. E. G.”

Sp. z ogr. odp.

WARSZAWA, Krak. - Przedmieście 16 | 18.

KRAKÓW

ul. Dunajewskiego 3.

ŁÓDŹ

ul. Piotrkowska 65.



POZNAŃ

ul. Św. Marcina 41.

SOSNOWIEC

ul. Warszawska 6

Wszelkie instalacje elektryczne.

Wielkie składy materiałów

elektrycznych.



POLSKIE ZAKŁADY  
**SIEMENS**

SPÓŁKA AKCYJNA

DYREKCJA: WARSZAWA, Foksal № 18.

Oddział Warszawski: Prądy Silne: Nowy Świat Nr. 30.

„ „ Prądy Słabe: — Krucza № 31.

INNE ODDZIAŁY: Łódź, Sosnowiec, Kraków, Lwów, Lublin.

Własna fabryka w Rudzie Pabjanickiej.

---

Specjalne Siemensowskie  
**oprawy do lamp**

napowietrzne i wewnętrzne

Z REGULOWANYM SNOPEM ŚWIATŁA:

ROZWARTYM.

STROMYM,

SKOŚNYM

i PŁASKIM.

ZALETY: Żarówki przesuwane zzewnątrz w kierunku pionowym.

zabezpieczenie od deszczu,  
dobre przewietrzanie,  
dogodność w przyłączaniu i obsłudze.



Nowe  
nierazące  
światło

Opalowe



OSRAM  
NITRA

POLSKA  
ŻARÓWKA

OSRAM

SPÓŁKA  
AKCYJNA

WARSZAWA

UL. KRÓLEWSKA 11.



# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

PRZEDPŁATA:  
kwartalnie . . . . . zł. 6.—

Cena zeszytu 1 zł.

Biurow Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m 24, I piętro  
(Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 90-23.

Administracja otwarta codziennie od g. 12 do g. 4 po poł.

- Redaktor przyjmuje we wtorki od godziny 7-ej do 8-ej wieczorem. -

Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.

### CENNIK OGŁOSZEŃ:

Ogłoszenia jednoraz. na 1/1 str. zł. 120  
" " na 1/2 " " 75  
" " na 1/4 " " 40  
" " na 1/8 " " 20  
Strona tytułowa (I) 50 proc. drożej,  
" okładki zewn. (II) 20%  
" wewn. (II) i (III) 20% droż.  
Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane  
są tylko całostronicowe.  
Podwyżka cennika ogłoszeń obowiązuje  
wszystkie już złożone ogłoszenia od dnia  
zmiany cen bez uprzedniego zawiadom.

Rok VII.

Warszawa, 1 lipca 1925 r.

Zeszyt 13.

## Błędne połączenia liczników trójfazowych na wysokie napięcie.

Inż.-elektr. L. Faterson. †

(Dokończenie).

W celu określenia strat w tych wszystkich przypadkach, dla których współczynnik  $\mu$  jest różny od zera, dostawca prądu, po wykryciu błędnego połączenia licznika, powinien natychmiast odtworzyć układ połączeń i określić ten zespół przełączeń, jakiemu odpowiada układ wykryty w porównaniu

nych warunkach, nawet przy dużych wahanich obciążenia pozostaje on bez zmiany, jak to ma miejsce w urządzeniach elektrycznych wysokiego napięcia. W urządzeniach takich, zwykle bardzo dużych, moc silników elektrycznych, zasilanych prądem o wysokim napięciu, jest w ten sposób wybrana, aby każdy z nich o ile możliwości był normalnie obciążony<sup>1)</sup> lub wogóle, aby obciążenie jego mało różniło się od normalnego i dlatego można przyjąć, że  $\cos \varphi$  takich silników waha się w granicach od 0,84 do 0,91 w zależności od mocy silników. Jeżeli urządzenie elektryczne składa się z jednego dużego silnika, obciążonego prawie całkowicie lub też z gru-

|                          |                   |                             |                             |                           |                                    |                                    |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                          |                   |                             |                             |                           |                                    |                                    |
| $\sqrt{3} \cos \varphi$  | 0                 | 0                           | 0                           | 0                         | $+\sqrt{3} \sin(\varphi-30^\circ)$ | $-\sqrt{3} \sin(\varphi+30^\circ)$ |
| $-\sin \varphi$          | $-2 \sin \varphi$ | $-2 \cos(\varphi+30^\circ)$ | $+2 \cos(\varphi-30^\circ)$ | $+\cos(\varphi-30^\circ)$ | $-\cos(\varphi+30^\circ)$          |                                    |
| $+\sin \varphi$          | $+2 \sin \varphi$ | $+2 \cos(\varphi+30^\circ)$ | $-2 \cos(\varphi-30^\circ)$ | $-\cos(\varphi-30^\circ)$ | $+\cos(\varphi+30^\circ)$          |                                    |
| $-\sqrt{3} \cos \varphi$ | 0                 | 0                           | 0                           | 0                         | $-\sqrt{3} \sin(\varphi-30^\circ)$ | $+\sqrt{3} \sin(\varphi+30^\circ)$ |

Rys. 22.

z połączeniem normalnem. Jeżeli błędne połączenia licznika są i w obwodzie niskiego napięcia transformatorów, należy je doprowadzić do odpowiednich połączeń w obwodzie napięcia wysokiego. Po ustaleniu układu na zasadzie tabelki można wyznaczyć współczynnik  $\mu$ , po uprzednim ustaleniu współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ), przy którym urządzenie pracuje.

Zasadniczo współczynnik mocy ( $\cos \varphi$ ) jest wielkością zmienną, zależną od obciążenia, jednak w pew-

nych warunkach, nawet przy dużych wahanich obciążenia pozostaje on bez zmiany, jak to ma miejsce w urządzeniach elektrycznych wysokiego napięcia. W urządzeniach takich, zwykle bardzo dużych, moc silników elektrycznych, zasilanych prądem o wysokim napięciu, jest w ten sposób wybrana, aby każdy z nich o ile możliwości był normalnie obciążony<sup>1)</sup> lub wogóle, aby obciążenie jego mało różniło się od normalnego i dlatego można przyjąć, że  $\cos \varphi$  takich silników waha się w granicach od 0,84 do 0,91 w zależności od mocy silników. Jeżeli urządzenie elektryczne składa się z jednego dużego silnika, obciążonego prawie całkowicie lub też z gru-

<sup>1)</sup> Niestety, nie zawsze tak dokładnie silniki są wybierane (B. J.).



Jeżeli oznaczymy przez  $A$  wskazania za pewien okres czasu błędnie połączonego licznika, a wartość współczynnika  $\mu$  przez  $f(\varphi)$  to zużycie rzeczywiste energii elektrycznej  $X$  za ten okres czasu obliczyć możemy za pomocą wzoru  $X = A \frac{\sqrt{3} \cos \varphi}{f(\varphi)}$ , o ile w

tem urządzeniu elektrycznym są wyłącznie silniki wysokiego napięcia. Obliczenie rzeczywistego zużycia jest trudniejsze dla przypadku, gdy mamy licznik wysokiego napięcia w obwodzie jednego lub kilku transformatorów po stronie wysokiego napięcia, sieć zaś całego urządzenia jest niskiego napięcia, — tu licznik mierzy bez przerwy straty w żelazie transformatorów nawet przy wyłączonym obwodzie niskiego napięcia;  $\cos \varphi$  różni się znacznie od średniego współczynnika mocy odpowiadającego normalnej pracy urządzenia.

W jaki sposób przeprowadzić rachunek w takich przypadkach, wskaże przykład. Urządzenie elektryczne jest zasilane transformatorem o mocy 80 kVA, którego straty w żelazie wynoszą 700 watów, co odpowiada  $\cos \varphi = 0,4$  i kątowni przesunięcia faz  $\varphi = 66^\circ 25'$ . Po 300 dniach pracy urządzenia wykryto błędne połączenie licznika, dla którego współczynnik  $\mu = f(\varphi) = \cos(\varphi - 30^\circ)$ . Urządzenie było w ruchu 10 godzin dziennie przez 240 dni i współczynnik mocy  $\cos \varphi$  wahał się w granicach od 0,87 do 0,83, co odpowiada kątowni przesunięcia fazy od  $29^\circ 30'$  do  $33^\circ 50'$ . Według wskazań licznika błędnie połączonego zużycie energii elektrycznej wyniosło 89240 kilowatogodzin; należy określić straty dostawy prądu.

Straty energii elektrycznej na bieg jałowy transformatora trwały podczas  $24 \times 300 - 10 \times 240 = 4800$  godzin, moc prądu elektrycznego, mierzona przez licznik, wyniosła nie 700 watów, lecz

$$700 \cdot \frac{\cos(66^\circ 25' - 30^\circ)}{\sqrt{3} \cos 66^\circ 25'} = \frac{700 \cos 36^\circ 25'}{\sqrt{3} \cos 66^\circ 25'} =$$

$$= \frac{700 \cdot 0,804}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 814 \text{ watów co czyni } 0,814 \times 4800 =$$

$$= 3900 \text{ kilowatogodzin}^2). \text{ Pozostałe } 89240 - 3900 =$$

$$= 85340 \text{ kilowatogodzin, wskazane przez licznik, są energią elektryczną, zużytą w urządzeniu elektrycznym podczas pracy. Przyjmując jako średni } \cos \varphi = \frac{1}{2}(0,87 + 0,83) = 0,85, \text{ odpowiadający kątowi } \varphi = 31^\circ 50', \text{ otrzymamy, rzeczywiste zużycie energii elektrycznej pod czas pracy urządzenia:}$$

$$85340 \frac{\sqrt{3} \cos 31^\circ 50'}{\cos(31^\circ 50' - 30^\circ)} = \frac{85340 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85}{0,9997} = 125800$$

kilowatogodzin.

Zużycie energii elektrycznej, odpowiadające jałowemu biegowi transformatora równać się będzie  $0,7 \times 4800 = 3360$  kWh, więc licznik prawidłowo połączony powinien wskazać  $125800 + 3360 = 129160$  kilowatogodzin a straty z powodu błędnego połączenia wynoszą  $129160 - 89240 = 40040$  kWh.

<sup>2)</sup> O ile przyjmujemy, że błąd wskazań licznika poniżej 1% obciążenia jest równy zeru. (B. J.)

## Strzałki kierunkowe w obwodach elektrycznych.

Dr. inż. Stanisław Fryze, Lwów.

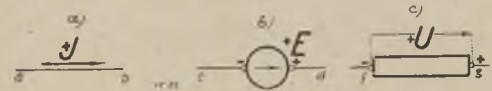
(Ciąg dalszy).

Pozostają do załatwienia jeszcze dwie sprawy:

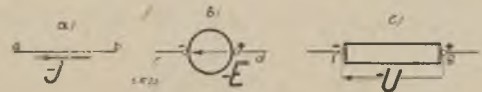
a) Jak nazwać strzałki w obwodach prądów zmiennych?

b) Jak należy niemi operować?

Ze względu na ułarte znaczenie strzałek w obwodach prądów stałych, musimy te dwa rodzaje oznaczeń rozróżnić. Proponuję oznaczenia odnoszące się do wielkości stałych, nazwać „strzałkami kierunkowymi” a oznaczenia, odnoszące się do wielkości zmiennych, — „strzałkami kierunkowości”.



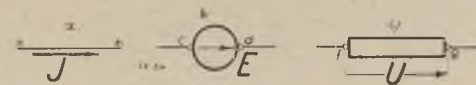
Rys. 22.



Rys. 23.

Strzałki kierunkowe wskazują kierunki działania  $W$  dla dodatnich lub ujemnych wartości stałych  $W$ . Uzupełniamy je symbolem  $W$  ze znakiem „+” lub „-” rys. 22. a, b, c i 23. a, b, c.

Strzałki kierunkowości wskazują ten z dwu diametralnie przeciwnych kierunków działania  $W$ , do którego odnosimy wszystkie dodatnie wartości chwilowe funkcji  $W = f(t)$ . Oznaczać je będziemy symbolem  $W$  bez znaków (+), rys. 24 a, b, c.



Rys. 24.

Gdy podamy (rys. 22a), że np.  $J = +10$  A znaczy to, że w kierunku ab odbywa się ruch (hipotetyczny) elektryczności dodatniej (10 kulombów na sekundę). Oznaczenie 23a i wartość np.  $J = -10$  A

objaśniają, że w kierunku ba odbywa się ruch elektryczności ujemnej (10 kulombów na sekundę). Gdy podamy odnośnie do 24a, że np.  $J = J_m \sin(\omega t + \alpha)$ , znaczy to, że w każdej chwili (t), dla której wypadła wartość chwilowa (i) dodatnia, w kierunku ab odbywa się ruch elektryczności dodatniej, zaś w każdej chwili, dla której wartość chwilowa (i) wypadnie ujemna, odbywa się w tym samym kierunku ab ruch elektryczności ujemnej.

Strzałki kierunkowe musimy odwracać, ilekroć kierunek działania  $W$  uległ zmianie.

Strzałki kierunkowości raz wyznaczone w układzie połączeń pozostają bez zmiany dla wszystkich wartości zmiennej  $W$  i dla wszystkich stanów



obwodów (stany jałowe, zwarcia, stany obciążenia i t. p.).

Ze względu na poprawne operowanie wielkościami  $W$  jest jednak nieodzownie potrzebne, aby różne funkcje  $W_1, W_2, \dots, W_n$ , należące do tego samego obwodu, miały identyczny sposób bliczenia czasu i ten sam moment początkowy ( $t=0$ ).

Warunek ten może być spełniony:

a) jeżeli chodzi o doświadczalne badanie, przez równoczesne włączenie identycznie funkcjonujących oscylografów,

b) jeżeli chodzi o analizę teoretyczną, przez odniesienie wszystkich przebiegów ( $W$ ) do wspólnej osi czasu i wspólnego początku spórzędnych.

Rozważania za pomocą strzałek kierunkowości wykonujemy na symbolach  $E, J, U$  tak samo, jak za pomocą strzałek kierunkowych na wielkościach stałych  $E, J, U$ !

Jeżeli bowiem zgodnie z rys. 21 napiszemy:

$$U_R = JR,$$

to wzór ten możemy zastosować zarówno do dodatniej jak i ujemnej wartości  $J$  i  $R$ , zatem także i do funkcji

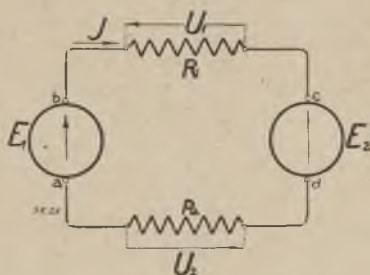
$$U_R = f_i(t) \cdot R$$

Przykład 4. W obwodzie podanym na rys. 25 działają dwie SEM-czne

$$E_1 = E_{m1} \sin(\omega t + \alpha_1),$$

$$E_2 = E_{m2} \sin(\omega t + \alpha_2).$$

Dla dodatnich wartości chwilowych  $E_1$  ma kierunek  $\overrightarrow{ab}$ , zaś  $E_2$  kierunek  $\overrightarrow{dc}$ . Znaleźć przebieg prądu  $J$ , gdy obwód zawiera tylko opory omowe  $R_1$  i  $R_2$  stałe, a indukcyjność pętlicy i opór połączeń pomijamy.



Rys. 25.

Rozwiązanie: Stosownie do danych, oznaczamy strzałki kierunkowości  $E_1$  i  $E_2$ , następnie wybieramy dowolnie strzałkę prądu  $J$  (np.  $\overrightarrow{bc}$ ). Orientujemy strzałki  $U_1$  i  $U_2$  przeciw strzałce prądu  $J$  i mamy jak dla prądu stałego:

$$E_1 - U_1 - E_2 - U_2 = 0,$$

$$E_1 - JR_1 - E_2 - JR_2 = 0,$$

$$J = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2}$$

$$J = \frac{1}{R_1 + R_2} [E_{m1} \sin(\omega t + \alpha_1) - E_{m2} \sin(\omega t + \alpha_2)]$$

Oznaczona w układzie połączeń strzałka  $J$  wskazuje względem tej (znajdzonej) funkcji  $J$  kierunek ruchu elektryczności dodatniej dla wszystkich chwilowych wartości dodatnich, względnie kierunek ruchu elektryczności ujemnej dla wszystkich wartości ujemnych  $J$ .

Załóżmy  $R_1 = 3\Omega, R_2 = 7\Omega, E_{m1} = 100V, E_{m2} = 60V, \omega = 2\pi f = 0.4, \alpha_1 = \alpha_1^0 \cdot 0.0174 = \pi/2, \alpha_2 = \alpha_2^0 \cdot 0.0174 = \pi$ , i obliczmy wartość chwilową ( $i$ ) dla  $t = 1$ .

$$\begin{aligned} i_{(t=1)} &= \frac{1}{3+7} [100 \sin(0.4 + 3.14/2) - 60 \sin(0.4 + \\ &\quad + 3.14)] = \\ &= \frac{1}{10} [100 \sin(1.97) - 60 \sin(3.54)] = \\ &= \frac{1}{10} [100 \cdot 0.9205 - 60(-0.39073)] = \\ &= \frac{1}{10} [92.05 + 23.44] = +115.49 A. \end{aligned}$$

Dodatni znak  $i_{(t=1)}$  wskazuje, że w chwili  $t=1$  w kierunku strzałki  $J$  odbywa się ruch elektryczności dodatniej (chwilowe natężenie prądu wynosi 115.49 A). Prostota rozważania i jasność interpretacji nie pozostawiają chybanic do życzenia.

5. Zasady jednolitego postępowania przy rozważaniu różnych obwodów elektrycznych.

Równania w postaci

$$\cong J = 0, \cong U = 0 \dots (5)$$

stosują się do obwodów prądu stałego (o jednolitych strugach prądu). Dla obwodu prądu zmiennego zastępując, że oporności ( $R$ ), indukcyjności ( $L$ ) i pojemności ( $C$ ) są skupione i niezależne od prądu  $i=f(t)$ , dalej częstość zmian w granicach pozwalających na pominięcie skończonej prędkości rozchodzenia się zaburzeń elektromagnetycznych (więc ciągłość strug prądu, czyli jednakowe natężenie prądu na całej długości nierozgałęzionego przewodnika w tej samej chwili czasu), zakładając dalej, że prądy płyną jedynie w przewodnikach (doskonała izolacja względem otoczenia), możemy z pominięciem indukcyjności pętlic obwodu napisać

$$\cong J(t) = 0, \cong U(t) = 0 \dots (6)$$

gdzie symbole  $J(t)$  i  $U(t)$  oznaczają funkcje czasu.

Dla przebiegów sinusoidalnych z uwzględnieniem powyższych z strzeżeń będzie więc (przy zastosowaniu metody symbolicznej)

$$\cong J = 0, \cong U = 0 \dots (7)$$

W trzech powyższych wzorach symbole  $J$  i  $U$  oznaczają wartości stałe,  $J(t) = f_i(t)$ ,  $U(t) = f_u(t)$  (funkcje czasu, a  $J = J_m e^{j(\omega t + \alpha)}$ ,  $U = U_m e^{j(\omega t + \beta)}$  odpowiadają promieniom wirującym ze stałą prędkością kątową  $\omega = 2\pi f$ .

We wszystkich powyższych wzorach sumowanie uskuteczniamy na tych samych zasadach, według strzałek kierunkowości. Przy sposobności należy zaznaczyć, że nie tylko dla



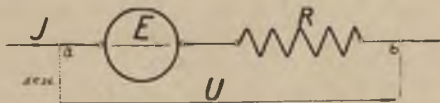
$W_t = f(t)$  i dla  $W = W_{me}^{j(\omega t + \alpha)}$  stosujemy strzałki kierunkowości. I dla stałych wielkości  $W$  strzałki kierunkowości, a nie kierunkowe mogą mieć zastosowanie. Bliższe rozpatrzenie sprawy wskazuje, że strzałek kierunkowości używamy w elektrotechnice już od czasów Kirchhoffa, lubo nieświadomie! Tak na przykład, przystępując do obliczenia rozplywu prądu w obwodzie dowolnie złożonym, obieramy przecież dowolnie strzałki wszystkich prądów. Co te strzałki mają oznaczać? Czy kierunki tych prądów? Nie, bo tych nie znamy!

Przyjęte w obwodzie prądu stałego strzałki oznaczają właśnie kierunkowości, t. j. kierunki, które dla dodatnich wartości  $J$  wskazywać mają (hipotetyczny) ruch elektryczności dodatniej, a dla ujemnych wartości  $J$  (hipotetyczny) ruch elektryczności ujemnej. Operowaliśmy więc strzałkami kierunkowości, nie zdając sobie z tego zupełnie sprawy! I jeżeli rozejrzemy się w zadaniach, jakie następują obwody prądów stałych, to skonstatujemy, że zakres zastosowania jedynie strzałek kierunkowych (dla ściśle określonych kierunków działania  $E$ ,  $J$ ,  $U$ ) jest nader szczupły.

Strzałka każdej wielkości  $W$ , którą oznaczamy przed obliczeniem  $W$ , jest strzałką kierunkowości a nie kierunku. Tak np. według rys. 26 stosownie do oznaczonych tam strzałek:

$$U = E - J R.$$

W ten sposób ustalamy wzór na  $U$  dla wskazanych temi strzałkami kierunkowości  $E$ ,  $J$ ,  $U$ . Wszak za  $E$ ,  $J$ ,  $R$  możemy wstawić w tym wzorze dowolne wartości dodatnie lub ujemne, stałe albo i nawet funkcje czasu, a wynik określony podaną zależnością dla wskazanych na rys. 26 strzałek, będzie zadowalniający.



Rys. 26.

Przykład 5.  $E = +100$  V,  $J = +10$  A,  $R = +2$   $\Omega$ , to  $U = (+100) - (+10)(+2) = +80$  V, (końcówka „b” ma wyższy potencjał od „a” o 80 woltów), a gdy  $E = -100$  V,  $J = +30$  A,  $R = +6$   $\Omega$ , to  $U = (-100) - (+30)(+6) = -280$  V, (końcówka „b” ma niższy potencjał od „a” o 280 woltów). Dla  $E$  i  $J$  możemy założyć dowolne funkcje czasu np.:  $E = 30t - 6t^2$ ,  $J = +5t + 4t^3$ ,  $R = +2$   $\Omega$ ,

$$\begin{aligned} \text{wtedy: } U &= (30t - 6t^2) - (5t + 4t^3)(+2) = \\ &= 30t - 6t^2 - 10t - 8t^3 = \\ &= +20t - 6t^2 - 8t^3. \end{aligned}$$

Dla  $t = 1$  będzie

$$U_{(t=1)} = +20 - 6 - 8 = +6$$
 V

(W chwili  $t = 1$  końcówka „b” ma wyższy potencjał od „a” o 6 woltów).

Dla  $t = 2$  będzie

$$U_{(t=2)} = +40 - 24 - 64 = -48$$
 V

(W chwili  $t = 2$  końcówka „b” ma niższy potencjał od „a” o 48 woltów) i t. d.

Jak widać, operujemy tym samym wzorem zarówno dla stałych wartości  $E$ ,  $J$ ,  $R$  (dodatnich i ujemnych), jak i dla funkcji czasu  $E(t)$ ,  $J(t)$ .

Przechodząc z obwodu prądu stałego na obwód prądu zmiennego, nie zmieniamy zupełnie sposobu postępowania. Zamiast wielkości stałych wchodzą w skład tego samego wzoru funkcje czasu — oto wszystko! Korzyści stosowania strzałek kierunkowości są chyba aż nadto widoczne!

Oznaczając strzałkami nie kierunki, lecz kierunkowości  $E$ ,  $J$ ,  $U$ , sprowadzamy rozważania dla wszystkich obwodów, dla których ważne są oba prawa Kirchhoffa, do postaci:

$$\sum J = 0, \sum U = 0,$$

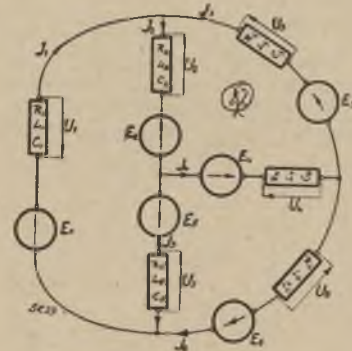
osiągamy więc najzupełniejszą jednolitość, oczywiście z uwzględnieniem praw elektromagnetyzmu.

Przykład 6. Napisz sześć równań, koniecznych do obliczenia prądów  $J_1, J_2, \dots, J_6$  dla obwodu przedstawionego na rys. 27, gdy dane są SEM-owe  $E_1, E_2, \dots, E_6$  (wartości i strzałki kierunkowości) oraz stałe elementów obwodu  $R_1, R_2, \dots, R_6, L_1, L_2, \dots, L_6, C_1, C_2, \dots, C_6$ ,

a) dla prądu stałego ( $L_1, L_2, \dots, L_6, C_1, C_2, \dots, C_6$  równe zero),

b) dla prądu zmiennego (przebiegi dowolne, lecz zmiany niezbyt szybkie),

c) dla prądu zmiennego (przebiegi sinusoidalne, częstotliwość wszystkich  $E$  identyczna i niezbyt wielka). (Indukcyjność pętlic i opory połączeń pomijamy).



Rys. 27.

Rozwiązanie:

Przypuśćmy, że strzałki kierunkowości SEM-owych obrano dla wszystkich rodzajów prądów jednakowe. Strzałki kierunkowości prądów obieramy również dla wszystkich obwodów jednakowe (dowolnie). Zorientujmy strzałki napięć na poszczególnych elementach o stałych  $R, L, C$  przeciw kierunkom odpowiednich strzałek prądów, wtedy możemy napisać:

$$\begin{aligned} 1. \quad & J_1 - J_2 - J_3 = 0 \\ 2. \quad & J_2 - J_4 - J_5 = 0 \\ 3. \quad & J_5 + J_6 - J_1 = 0 \\ 4. \quad & E_1 - U_1 - U_2 - E_2 + E_5 - U_5 = 0 \quad \dots (8) \\ 5. \quad & E_2 + U_2 - U_3 - E_3 + U_4 - E_4 = 0 \\ 6. \quad & E_4 - U_4 - U_6 + E_6 + U_5 - E_5 = 0 \end{aligned}$$

Jeżeli teraz w podanym zespole równań (8) podstawimy za symbole  $E_1, E_2, \dots, E_6$  wartości stałe (dodatnie lub ujemne), a za  $U$  wartości

$$U_1 = J_1 R_1, U_2 = J_2 R_2, U_3 = J_3 R_3, U_6 = J_6 R_6 \quad \dots (9)$$



to przy założeniu, że  $R = \text{const}$ , otrzymamy sześć równań, umożliwiających obliczenie stałych wartości prądów  $J_1, J_2, \dots, J_6$  dla podanych w układzie połączeń strzałek kierunkowości  $J$ .

Przy obliczaniu  $J$  możemy wstawić nie tylko do latnie lecz i ujemne wartości (stałe) za poszczególne  $R$ . Oznaczone w układzie strzałki prądów będą zawsze wskazywały dla dodatnich wartości  $J$  kierunek ruchu elektryczności dodatniej, dla ujemnych wartości  $J$  kierunek ruchu elektryczności ujemnej.

Wprowadzając w podanym zespole równań (8) funkcje czasu

$$E_1 = f_1(t), E_2 = f_2(t) \dots E_6 = f_6(t)$$

wyrażone w ten sposób, aby dla dodatnich wartości chwilowych  $E$  oznaczone w układzie strzałki SEM-cznych wskazywały działanie (parcie) wywierane na elektryczność dodatnią i zakładając:

$$\begin{aligned} U_1 &= J_1 R_1 + L_1 \frac{dJ_1}{dt} + \frac{1}{C_1} \int J_1 dt \\ U_2 &= J_2 R_2 + L_2 \frac{dJ_2}{dt} + \frac{1}{C_2} \int J_2 dt \\ &\dots \dots \dots (10) \\ U_6 &= J_6 R_6 + L_6 \frac{dJ_6}{dt} + \frac{1}{C_6} \int J_6 dt \end{aligned}$$

otrzymamy sześć równań różniczkowych, z których możemy obliczyć funkcje

$$J_1 = \varphi_1(t), J_2 = \varphi_2(t) \dots J_6 = \varphi_6(t).$$

Oznaczone w układzie połączeń strzałki  $J$  wskazują dla tych funkcji kierunki, w których dla dodatnich wartości chwilowych  $J$  odbywa się ruch elektryczności dodatniej, a dla ujemnych wartości chwilowych  $J$  ruch elektryczności ujemnej.

W wyniku obliczeń otrzymamy funkcje czasu na  $J$  nie tylko dla przypadku gdy SEM-czne będą takimi funkcjami, lecz także i w tym razie, gdy przy stałych wartościach i kierunkach działania  $E$ , skalary  $R, L, C$  będą ulegały zmianom w czasie. W tym przypadku pojmowanie wyników względem  $J$  będzie takie samo, jak poprzednio podano. (Oczywiście dla tego przypadku trzeba napięcia  $U$  wyrazić inaczej, niż podano poprzednio i należy określić także  $R, L$  i  $C$  odpowiednimi funkcjami).

Zakładając wreszcie, że zmiany SEM-cznych odbywają się według sinusoid o jednakowej częstotliwości ( $f$ ), wstawimy w równania (8)

$$\begin{aligned} E_1 &= E_{m_1} e^{j(\omega t + \alpha_1)}, E_2 = E_{m_2} e^{j(\omega t + \alpha_2)} \dots \\ E_6 &= E_{m_6} e^{j(\omega t + \alpha_6)} \end{aligned}$$

a za  $U$  podstawimy:

$$U_1 = J_1 Z_1, U_2 = J_2 Z_2 \dots U_6 = J_6 Z_6 \dots (11)$$

tu:

$$Z = R + j(L\omega - 1/C\omega).$$

Obliczenie da sześć funkcji w postaci

$$\begin{aligned} J_1 &= J_{m_1} e^{j(\omega t + \beta_1)}, J_2 = J_{m_2} e^{j(\omega t + \beta_2)} \dots \\ J_6 &= J_{m_6} e^{j(\omega t + \beta_6)}. \end{aligned}$$

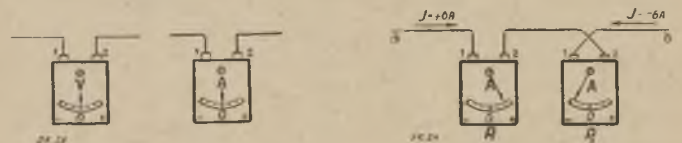
Oznaczone w układzie połączeń strzałki prądów wskazują dla tych funkcji znowu kierunek ruchu elektryczności dodatniej dla wszystkich położeniach chwilowych promieni  $J$  nad osią rzeczywistą ( $x$ -ów), a kierunek ruchu elektryczności ujemnej dla wszystkich położeniach tych promieni pod osią rzeczywistą. I tu więc znaczenie wyników jest zupełnie jasne, a obliczenia dokonaliśmy bez wykresów, bez wyznaczania kątów fazowych i t. p. środków pomocniczych.

Porównywując trzy powyższe rozważania, uskutecznione dla tego samego obwodu i trzech różnych rodzajów prądów, widzimy najzupełniejszą jednolitość postępowania i jednakowe znaczenie wyników!

Każdy elektryk przyznać musi, że daje to nader cenne ułatwienie.

## II. Podstawy fizyczne ogólnego systemu strzałkowania.

1. Doświadczalny sposób wyznaczania strzałek kierunkowości w obwodach prądów stałych. Wyobraźmy sobie, że nie mamy żadnej innej możliwości doświadczalnego oznaczania kierunków  $E, J, U$ , jak tylko zapomocą dwukierunkowych woltomierzy i amperomierzy (rys. 28). Przyrządy te (z zerem w środku) przygotujemy tak, aby przy przepływie prądu w kierunku od końcówki, oznaczonej cechą „1” ku końcówce oznaczonej cechą „2”, dawały wychylenie w prawo. Wychylenie w tym kierunku będziemy uważać za dodatnie, wychylenie w lewo za ujemne (por. znaki „+” i „-” na przyrządach).



Rys. 28.

Rys. 29.

Włączamy tak cechowane amperomierze w sposób dowolny w obwód prądu stałego (połączenie „proste” lub „skrzyżowane” — rys. 29). Jeżeli przyrząd  $P_1$  da wychylenie w prawo, to przyrząd  $P_2$  musi dać wychylenie w lewo (n. p. 6 A).

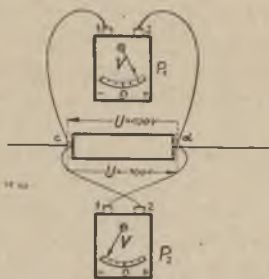
Prąd  $J$ , płynący przez przewód  $ab$ , możemy więc oznaczyć albo strzałką  $\overrightarrow{ab}$  i wartością  $J = +6 \text{ A}$ , lub strzałką  $\overrightarrow{ba}$  i wartością  $J = -6 \text{ A}$  (por. rys. 29). Oba oznaczenia są równoznaczne, bo pierwsze wskazuje, że w kierunku  $ab$  odbywa się ruch elektryczności dodatniej (6 kulombów na sek.), drugie zaś poucza, że w kierunku  $ba$  odbywa się ruch elektryczności ujemnej (6 kulombów na sek.), co na jedno wychodzi.

Jak widać, strzałka  $J$  jest skierowana w obu przypadkach ku końcówce „1” przyrządów  $P_1$  i  $P_2$ .

Analogiczny wynik otrzymamy, łącząc na końcówki cząstki obwodu  $cd$  (rys. 30) o napięciu  $U$  dwa jednakowe (w podany powyżej sposób cechowane) woltomierze  $P_1$  i  $P_2$  (połączenie „proste” i „skrzyżowane”). I tu przyrządy dadzą równe, lecz przeciwnie skierowane wychylenia. Przyrząd  $P_1$  daje wychylenie w prawo, należy więc strzałkę wskazanego napięcia n. p.  $U = +100 \text{ V}$  zorjentować ku końcówce „c” („c” końcówka o wyższym potencjale).



Strzałkę dla  $U = -100\text{ V}$  dla drugiego sposobu załączenia (przyrząd  $P_2$ ) musimy zatem zorjentować przeciwnie, grotem ku końcówce „d” („d” końcówka o niższym potencjale).



Rys. 30.

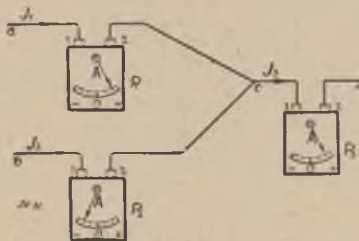
Widzimy, że i tu strzałka  $U$  skierowana jest zawsze ku końcówce „1” przyrządu.

Z powyższych rozważań wynikają następujące zasady:

1. Strzałki kierunkowości  $J$  i  $U$  orjentować należy zawsze ku końcówce „1” dwukierunkowego przyrządu. Znak mierzonej wielkości wskazuje wychylenie wskazówki przyrządu (w prawo znak  $+$ , w lewo znak  $-$ ). Będzie to doświadczalny sposób wyznaczania strzałek dla obwodów prądu stałego.

2. Celem doświadczalnego sprawdzenia wielkości, obliczonych dla pewnych strzałek kierunkowości, należy przyrządy dwukierunkowe włączyć tak, aby oznaczone w układzie połączeń strzałki wskazywały grotami końcówki „1” przyrządów.

3. Każdą wielkość kierunkową można jednoznacznie określić w dwojaki sposób, stosownie do dwu diametralnie przeciwnych kierunków strzałek, wskazujących bądź to kierunek działania  $W$ , bądź też kierunkowość tej wielkości. Które z tych oznaczeń wybierzemy jest obojętne. Na przykładach praktycznych okazemy, że posilkowanie się jednym lub drugim oznaczeniem prowadzi do tych samych wyników.



Rys. 31.

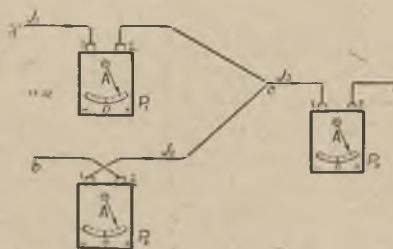
Przykład 7. W obwód rozgałęziony (rys. 31) włączamy trzy dwukierunkowe amperomierze  $P_1, P_2, P_3$  i stosownie do sposobu włączenia tychże, orjentujemy strzałkę  $J_1$  w kierunku  $ac$ , strzałkę  $J_2$  w kierunku  $bc$ , strzałkę  $J_3$  w kierunku  $cd$ .

W myśl prawa Kirchhoffa mamy:

$$J_1 + J_2 - J_3 = 0,$$

Zatem:

$$J_3 = J_1 + J_2.$$



Rys. 32.

Przypuśćmy, że  $P_1$  daje wychylenie w prawo ( $I_1 = +20\text{ A}$ ), a  $P_2$  wychylenie—w lewo ( $J_2 = -6\text{ A}$ ), to  $J_3 = (+20) + (-6) = +14\text{ A}$ .

Przyrząd  $P_3$  musi dać wychylenie w prawo ( $I_3 = +14\text{ A}$ ).

Przypuśćmy, że w tym samym rozgałęzionym obwodzie włączyliśmy przyrządy w sposób podany na rys. 32. Włączeniu takiemu odpowiadają strzałki wskazane na rysunku. Odpowiednio do kierunku tych strzałek napiszemy teraz

$$J_1 - J_2 - J_3 = 0$$

$$J_3 = J_1 - J_2$$

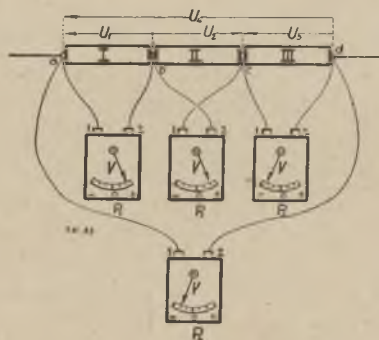
Przyrząd  $P_1$  daje wychylenie w prawo ( $J_1 = +20\text{ A}$ ), przyrząd  $P_2$  dać tu musi także wychylenie w prawo (por. rys. 31), ( $J_2 = +6\text{ A}$ ). Zatem:

$$J_3 = (+20) - (+6) = +14\text{ A}.$$

Przyrząd  $P_3$  dać musi wychylenie w prawo ( $J_3 = +14\text{ A}$ ). Wyniki mamy te same jak poprzednio.

Podobne wyniki otrzymamy przy doświadczalnym badaniu napięć.

Przykład 8. Na elementy obwodu I, II, III włączamy w sposób dowolny trzy woltomierze dwukierunkowe  $P_1, P_2, P_3$ , oznaczając odpowiednio do sposobu załączenia strzałki  $U_1, U_2, U_3$  (zawsze tak, aby skierowane były ku końcówkom połączonym z zaciskiem „1” przyrządów). (Rys. 33). Szukamy napięcia  $U_4$ .



Rys. 33.

Oznaczmy dowolnie strzałkę  $U_4$  i odpowiednio do jej kierunku włączmy przyrząd  $P_4$ . W myśl prawa o kole napięć, napiszemy:

$$U_4 - U_1 + U_2 - U_3 = 0$$

$$U_4 = U_1 - U_2 + U_3.$$

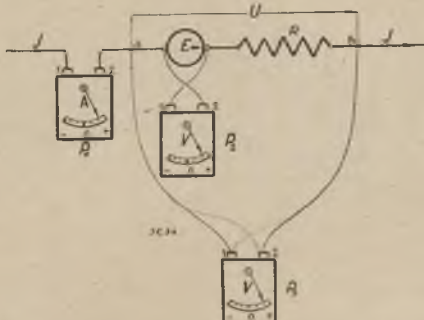


Przypuśćmy, że przyrządy  $P_1$  i  $P_2$  dają wychylenia w prawo ( $U_1 = +100$  V,  $U_2 = +60$  V), a przyrząd  $P_3$  daje wychylenie w lewo ( $U_3 = -70$  V). Wstawiając te wartości, otrzymamy

$$U_z = (+100) - (+60) + (-70) = -30$$

Przyrząd  $P_4$  musi dać wychylenie w lewo (30 woltów).

Przykład 9. W cząstkę obwodu przedstawionego na rys. 34 włączamy przyrządy  $P_1$ ,  $P_2$  i  $P_3$ .  $P_1$  daje wychylenie w prawo ( $J = +20$  A),  $P_2$  daje wychylenie w prawo ( $E = +100$  V). Oznaczając odpowiednio do sposobu włączenia przyrządów strzałki  $J$ ,  $E$ ,  $U$  napiszemy:  $U = E - JR$ .



Rys. 34.

Gdy  $R = -6\Omega$ , wstawiając wartości otrzymamy:

$$U = (+100) - (+20)(-6) = +220$$

Woltomierz  $P_3$  musi dać wychylenie w prawo (220 V).

Wykonywanie opisanych pomiarów w obwodach prądów stałych nie jest konieczne. Znamy cały szereg innych prostych sposobów na oznaczenie kierunków wielkości  $E$ ,  $J$ ,  $U$ . Niemniej jednak rozważania powyższe pouczają, że strzałki kierunkowości mają znaczenie fizyczne, a nie są litylko strzałkami liczenia. Strzałka wskazuje sposób włączenia przyrządu, a sposób włączenia przyrządu określa kierunek strzałki. Przytem wszystkie strzałki orientują dla dodatnich wskazań przyrządów o kierunku ruchu elektryczności dodatniej, a dla ujemnych wskazań o kierunku ruchu elektryczności ujemnej.

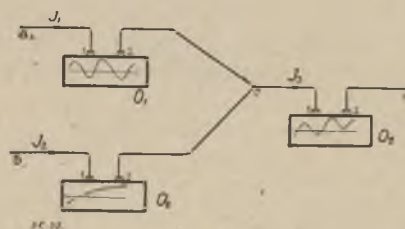
Wartościami dodatnimi i ujemnymi ( $E$ ,  $J$ ,  $U$ ) możemy nietylko liczyć ale możemy je także eksperymentalnie mierzyć<sup>1)</sup>.

Dokładne rozważenie opisanych tu zasad pomiaru ułatwi w znacznym stopniu zrozumienie analogicznych pomiarów, przeprowadzonych na obwodach prądów zmiennych. Zobaczymy, że w sposobie stosowania przyrządów nic się nie zmieni. Woltomierze i amperomierze dwukierunkowe będą zastąpione oscylogramami względnie fazomierzami o tak samo cechowanych końcówkach, jak to miały przyrządy dwukierunkowe prądu stałego—oto wszystko!

2. Doświadczalny sposób oznaczania

strzałek kierunkowości w obwodach prądów zmiennych. Szybkość zmian w obwodach prądów zmiennych wyklucza użycie dwukierunkowych amperomierzy i woltomierzy. Zastępujemy je więc oscylogramami (prądu i napięcia) z cechowanymi końcówkami („1“, „2“), tak że przy przepływie prądu przez przyrządy w kierunku 1—2 one dają wychylenia nad osią czasu a więc (przy przeciwnym kierunku prądu 2—1 dać muszą wychylenia pod osią czasu).

Przyrządy takie (o synchronicznym biegu) włączamy równocześnie w rozgałęzienie obwodu przedstawionego na rys. 35. Strzałki prądów  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$  orientujemy tak, jak poprzednio ku końcówkom „1“ przyrządów.



Rys. 35.

Zgodnie z kierunkiem strzałek napiszemy:

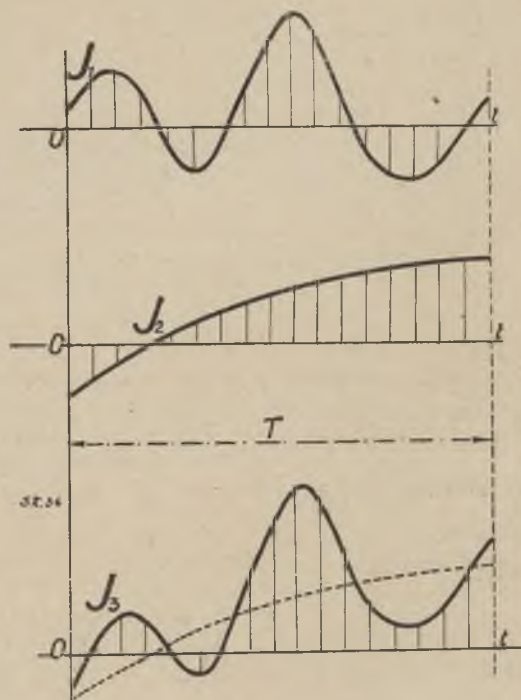
$$J_1 + J_2 - J_3 = 0$$

$$J_3 = J_1 + J_2 = f_1(t) + f_2(t)$$

Jeżeli oscylograf  $O_1$  daje w okresie  $T$  krzywą  $J_1 = f_1(t)$ , a oscylograf  $O_2$  krzywą  $J_2 = f_2(t)$ , to w tym samym okresie czasu ( $T$ ) oscylograf  $O_3$  musi dać krzywą

$$f_3(t) = f_1(t) + f_2(t)$$

Dodając rzędne oscylogramu  $O_1$  do rzędnych oscylogramu  $O_2$  (rys. 36), otrzymamy oscylogram  $O_3$  („ $T$ “ oznacza czas włączenia przyrządów).



Rys. 36.

<sup>1)</sup> Pomiar  $E$  pomyślany jest oczywiście (tu i poprzednio) na idealnym (bezpoporowym źródle) prądu. W podobny sposób będziemy traktowali źródła prądu także w dalszym ciągu (w prądach zmiennych  $R$ ,  $L$ ,  $C$  źródła są równe zeru).



W obwodach prądów zmiennych mają więc strzałki kierunkowości również znaczenie fizyczne, takie samo zresztą jak w obwodach prądów stałych (o rozszerzonym systemie strzałkowania).

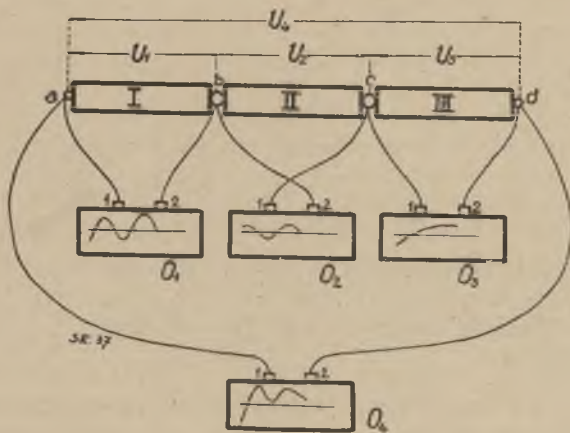
Oznaczone w układzie połączeń (rys. 35) strzałki wskazują dla wszystkich oscylogramów dla rzędnych dodatnich kierunek ruchu elektryczności dodatniej, dla rzędnych ujemnych kierunek ruchu elektryczności ujemnej.

W podobny sposób operować będziemy także oscylogramami napięcia.

Przykład 10. Analogicznie do przykładu podanego poprzednio, włączamy r ó w n o c z e ś n i e cztery oscylografy  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  i  $O_4$  w sposób podany na rys. 37. Mamy więc:

$$U_4 = U_1 - U_2 + U_3 = f_1(t) - f_2(t) + f_3(t),$$

oscylogram  $U_4 = f_4(t)$  otrzymamy, dodając rzędne oscylogramów  $O_1$  i  $O_3$  i odejmując od nich rzędne oscylogramu  $O_2$ .



Rys. 37.

Oscylograf  $O_4$  musi dać krzywą

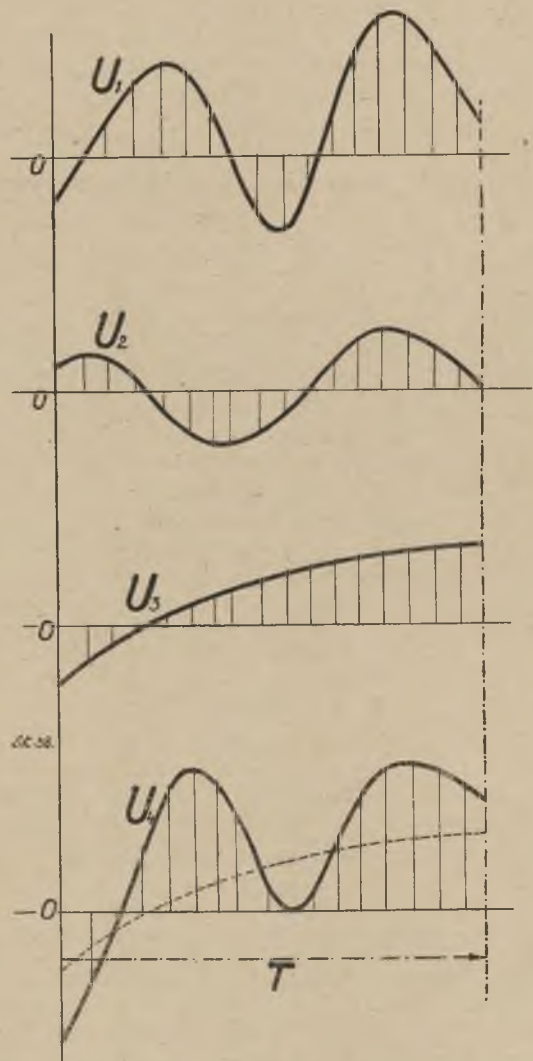
$$f_4(t) = f_1(t) - f_2(t) + f_3(t)$$

(rys. 38).

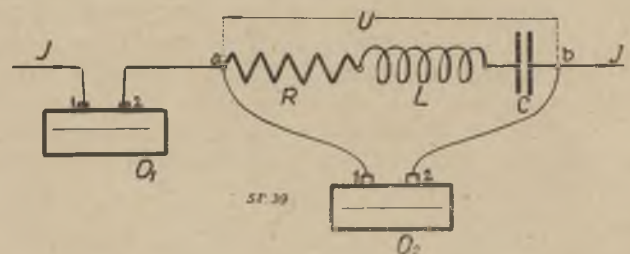
Oto jasne i proste znaczenie strzałek kierunkowości w obwodach prądów zmiennych! Widzimy, że nie różni się ono niczem od znaczenia strzałek kierunkowości w obwodach prądów stałych! (wszak i w obwodach prądów stałych można operować oscylogramami). Posiłkując się przy rozważaniach doświadczeniem, chociażby uskutecznionem w myśli lub na papierze, ożywiamy treść różnych związków (między wielkościami występującymi w obwodach prądów zmiennych), które przywykliśmy stosować przeważnie tylko formalnie. Tak n. p. napięcie na elemencie obwodu o stałych charakterystycznych  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , określamy związkiem

$$U = JR + L \frac{dJ}{dt} + \frac{1}{C} \int J dt.$$

Równanie to możemy skojarzyć w myśli z rys. 39. Gdy oscylograf  $O_1$  daje krzywą  $J = f_1(t)$ , to oscylograf  $O_2$  dać musi krzywą  $U = f_u(t) = JR + L \frac{dJ}{dt} +$



Rys. 38.



Rys. 39.

$+\frac{1}{C} \int J dt$ . Spóśób włączenia przyrządów podaje rys. 39, z którego widać że strzałki kierunkowości  $J$  i  $U$  są zwrócone przeciw sobie (jak strzałki  $J$  i  $U_R = JR$  w obwodach prądów stałych).

Rzędne dodatnie  $J$  (nad osią) odpowiadają chwilom, w których odbywa się ruch elektryczności dodatniej w kierunku strzałki  $J$ . Rzędne dodatnie  $U$  odpowiadają chwilom, w których końcówka „a” ma wyższy potencjał od „b”.

Strzałki kierunkowe ułatwiają nietylko rozważanie i pojmovanie, lecz wskazują jeszcze, jak należałoby wykonać pomiar za pomocą oscylografów, mają więc i tu znaczenie fizyczne. Podobnie jak



przy prądzie stałym, można każdą wielkość  $W$  określić jednoznacznie w dwojaki sposób stosownie do dwu diametralnie przeciwnych kierunków strzałek, wskazujących kierunkowość, którą możemy obrać. I tu jednak wybór jednej z tych dwu możliwości jest dla wyniku obojętny.

3. Prądy sinusoidalne. Wszystko co powiedzieliśmy o prądach zmiennych w ogólności, można zastosować także i do prądów sinusoidalnych. Sinusoidy można zastąpić promieniami wirującymi ze stałą prędkością kątową  $\omega = 2\pi f$ .

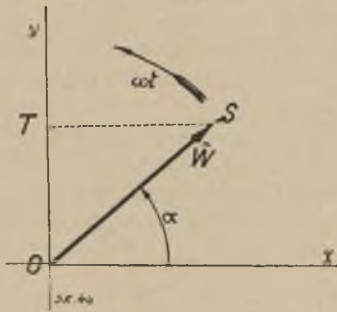
Zamiast sinusoid

$$W = W_m \sin(\omega t + \alpha) \dots (12)$$

możemy do obliczeń wprowadzić funkcje

$$W = W_m e^{j(\omega t + \alpha)} \dots (13)$$

określające położenie promienia  $W$  względem dodatniego kierunku osi  $x$ -ów (oś rzeczywista) dla dowolnego momentu czasu ( $t$ ).



Rys. 40.

Między funkcjami (12) i (13) mamy związek, że dla każdego momentu czasu  $t$ , rzut promienia  $W$  na oś  $y$ -ów odpowiadać musi (co do wartości i znaku) wartości chwilowej  $W$ , obliczonej z (12) (rys. 40).

$$\overline{OT} = \overline{OS} \sin(\omega t + \alpha) \dots (14)$$

$$\overline{OS} \sin(\omega t + \alpha) = W_m \sin(\omega t + \alpha) \dots (14a)$$

Z uwagi na powyższy związek, znaczenie strzałek w układach sinusoidalnych możemy określić w sposób następujący:

1. Strzałka SEM wskazuje dla wszystkich położzeń promienia  $\vec{E}_{\text{pod}}^{\text{nad}}$  ośią rzeczywistą ( $x$ -ów) kierunek działania (parcia) wywieranego na dodatnią/ujemną elektryczność.

2. Strzałka prądu wskazuje dla wszystkich położzeń promienia  $\vec{J}_{\text{pod}}^{\text{nad}}$  ośią rzeczywistą ( $x$ -ów) kierunek ruchu dodatniej/ujemnej elektryczności.

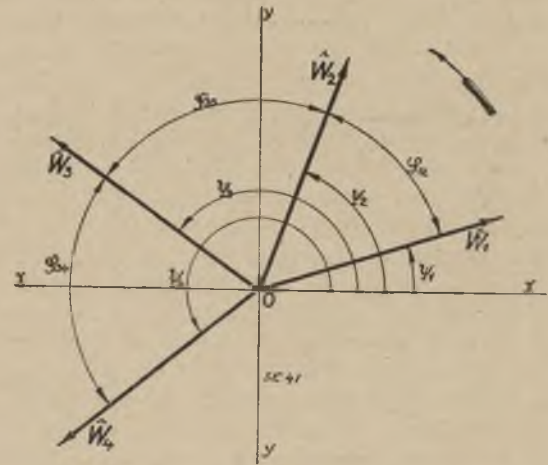
3. Strzałka napięcia wskazuje dla wszystkich położzeń promienia  $\vec{U}_{\text{pod}}^{\text{nad}}$  ośią rzeczywistą ( $x$ -ów) punkt (końcówkę) o wyższym/nizszym potencjale.

Obliczenie rozplywu prądów i rozkładu napięć zapomocą funkcji:

$$W = W_m e^{j(\omega t + \alpha)}$$

proceedzi do funkcji (prądów i napięć) takiego samego rodzaju.

Wszystkie wielkości kierunkowe (więc  $E, J, U, \Phi$  i t. p.) ogólnie  $W_1, W_2, \dots, W_n$  tego samego obwodu, tworzą pęk promieni wirujący z stałą prędkością kątową  $\omega$ , a nie zmieniający swej konfiguracji. (rys. 41).



Rys. 41.

Kąty  $\Psi$  określone ogólnie wzorem:

$$\Psi = \omega t + \alpha \dots (15)$$

nazywać będziemy kątami położenia.

Zależą one jak widać z (15) od czasu ( $t$ ). Kąty zawarte między poszczególnymi promieniami określone ogólnie związkiem

$$\varphi_{rs} = \Psi_r - \Psi_s$$

$$\varphi_{rs} = (\omega t + \alpha_r) - (\omega t + \alpha_s) = \alpha_r - \alpha_s \dots (16)$$

stałe dla wszystkich chwil czasu ( $t$ ) nazywamy kątami fazowymi.

Przy badaniu obwodów sinusoidalnych obchodzi nas jedynie konfiguracja promieni (ich wzajemne położenie) i wielkość tych promieni (amplitudy sinusoid zastąpionych promieniami). Ten stan rzeczy uprawnia do uproszczeń.

Zamiast liczyć funkcjami

$$W = W_m e^{j(\omega t + \alpha)}$$

możemy liczyć symbolami

$$W = W_m e^{j\Psi} \dots (17)$$

które określają położenie promienia  $W$  dla jakiejś jednej, dowolnie obranej chwili czasu (najdogodniej  $t=0$ ). Symbol  $W$  możemy w takim przypadku wyrazić wzorem:

$$W = W_m e^{j\Psi} = W_m (\cos \Psi + j \sin \Psi) = a + jb \quad (18)$$

czyli ogólnie liczbą zespoloną, która na płaszczyźnie rysunku, uważanej za płaszczyznę liczbową Gaussa, wyznacza jednoznacznie położenie końca promienia  $w$  dla obranego momentu (n. p.  $t=0$ ). Ponieważ symbol  $W = a + jb$  powstał z funkcji  $W = W_m e^{j(\omega t + \alpha)}$  a ta stosuje się do ustalonego ściśle kierunku strzałki w układzie połączeń, przeto



symbolami  $W$  należy operować w łączności ze strzałkami kierunkowości w układzie połączeń.

Ten prosty i oczywisty wniosek został zapoznany przez ogół elektrotechników <sup>1)</sup>.

Zasugerowani stałością kątów fazowych  $\varphi$  (wzór 16), skierowali elektrycy swe usiłowania ku poszukiwaniom łatwych metod wyznaczania tych kątów fazowych, a z nimi i amplitud sinusoid (wartości maksymalnych, względnie skutecznych) poszczególnych wielkości kierunkowych ( $W$ ) i t. d.

Z obwodami prostymi o jednym źródle prądu sprawa poszła pozornie gładko. Strzałki kierunkowości zastąpiono tu kątami fazowymi i rozważania przeprowadza się z pomocą tychże, pozornie bez zarzutu. (Mówię „pozornie“, bo dalsze rozważania ujawnią, że taki sposób postępowania nie jest bez zarzutu). Nazwano nawet promienie  $W$  wektorami (!) i zastosowano do obliczeń analizę wektorjalną. (Niepotrzebne utrudnienie!). W miarę jednakże rozszerzania zastosowania takiego sposobu operowania (wektorami bez strzałek) na coraz bardziej skomplikowane obwody, poczęły się ujawniać coraz większe trudności. Okazało się to, co się okazać musiało, że na obwodach elektrycznych skomplikowanych nie można operować bez strzałek!

Zamiast jednak zastanowić się nad przyczyną trudności, co umożliwiłoby rozpoznanie, że obrana droga nie jest właściwą, starano się pokonać je z pomocą różnych uzupełnień (podwójne diagramy Blocha, metoda topograficzna Steinmetza i Görgesa, strzałki liczenia i t. p.). Niektóre propozycje—jak n. p. Kafki <sup>2)</sup>, który radzi ten sam prąd oznaczać dwiema przeciw sobie skierowanymi strzałkami (!), godzą wprost w poczucie elektrotechniczne!

Nie dziwnego, że praktyczni elektrycy zniechęcili się gruntownie nie tylko do różnych „systemów“, ale i do znakomitej metody symbolicznej w szczególności. Każdy w fantazję wyposażony elektryk uważał bowiem za obowiązek, obdarzyć ogół swą własną metodą liczenia lub oznaczenia. Każde nowe zagadnienie, wyłaniając nowe trudności, zniewalało do nowych uzupełnień ogólnie uznanych lub narzuconych sposobów oznaczania wielkości kierunkowych. Powstał nieunikniony chaos, znajdujący doskonałą ilustrację w artykule Scheringa „Definition der Wirk-Blind-u. Scheinleistung” <sup>3)</sup>.

Czas zawrócić z drogi, która z żelazną konsekwencją prowadzić musi do niesłychanych wprost utrudnień! Nim kto opowie się bezwzględnie za metodą operowania zapomocą kątów fazowych, raczy przestudjować dzieło Waltza p. t. „Wechselstromarbeitsdiagramme” <sup>4)</sup>. Istny potop oznaczeń, zalew symboli, diagramy transformatora o kilkudziesięciu punktach (!!),—oto owoc konsekwentnie zastosowanej metody operowania kątami fazowymi!

Waltz okazał (mimowoli) swą pracą, że operowanie ogólnie uznaną metodą, polegającą na ustalaniu kątów fazowych między poszczególnymi wielkościami kierunkowymi, jest przedsięwzięciem (jeśli

chodzi o konsekwentne przeprowadzenie tegoż), najzupełniej chybionem!

Układy połączeń obwodów sinusoidalnych należy uzupełnić strzałkami kierunkowości i operować na tych obwodach według tych samych zasad, które obowiązują dla obwodów prądu stałego!

Mniemanie, że strzałkom w obwodach sinusoidalnych nie można przepisać żadnego znaczenia fizycznego, jest najzupełniej mylne. Oto zapomocą fazomierza będziemy mogli ustalić kąty fazowe tak samo, jak poprzednio przebiegi zapomocą oscylografów. Przytem okaże się, że wyznaczenie kątów fazowych bez pomocy strzałek jest znowu operacją czysto formalną. Pod przesunięciem fazowym rozumiemy ogólnie kolejność następstwa w czasie dodatnich maximów sinusoid, dla których to przesunięcie obowiązuje. Poprzednio wykazaliśmy, że każdą wielkość kierunkową ( $W$ ) sinusoidalnie zmienną, można jednoznacznie określić sinusoidą i strzałką w dwójaki sposób, odpowiednio do dwu diametralnie przeciwnych kierunków działania  $W$  (linjowa zmienność kierunku). Nawet umowa, że przesunięcie fazowe wyznaczać będziemy (jak to się ogólnie praktykuje) dla najbliższych dodatnich maximów  $W_1$  i  $W_2$ , nie wystarcza do jednoznacznego określenia  $\varphi(W_1, W_2)$ ! Wszak zarówno  $W_1$  jak i  $W_2$  może w wykresie promieni lub w analizie wystąpić albo jako promień  $W$  lub  $j^2W$ , zależnie od oznaczonej w układzie połączeń strzałki  $W$ ! Uwzględniając to, otrzymamy aż trzy wartości dla  $\varphi$ :

1.  $\varphi(W_1, W_2)$ , 2.  $\varphi[(j^2W_1) W_2]$ , 3.  $\varphi[W_1 (j^2W_2)]$

Którą z nich należy wybrać? Albo o której myślimy, mówiąc o przesunięciu fazowym?

Sprawą kątów fazowych zajmiemy się jeszcze w dalszym ciągu; tu wystarczy zaznaczyć, że zapomocą strzałek pozbywamy się niejasności. Strzałki kierunkowości wskazują, że chodzi o czasowe następstwo maximów dodatnich sinusoid (zdjętych doświadczalnie lub znalezionych z obliczenia) dla których strzałkami oznaczono dodatnie kierunki działania  $W_1$  i  $W_2$ .

(D. c. n.).

## Watomierz dla prądu zmiennego o małym współczynniku mocy

Przełożył i uzupełnił inż. W. Żochowski.

Główną przyczyną, który spowodował budowę specjalnego watomierza, umożliwiającego z dużą dokładnością pomiar mocy jednofazowego prądu zmiennego o małym współczynniku mocy, był pomiar strat w żelazie przyrządem Epstein-Armagnat'a. Tego rodzaju watomierze są obecnie konstruowane przez firmę La Société des Ateliers I. Carpentier.

Rys. 1 podaje układ połączeń, stosowany przy określaniu strat w żelazie przyrządem Epstein-Armagnat'a. Na rysunku oznaczają:

E — przyrząd Epstein-Armagnat'a wraz z uzwojeniami: pierwotnem P i wtórnem S;

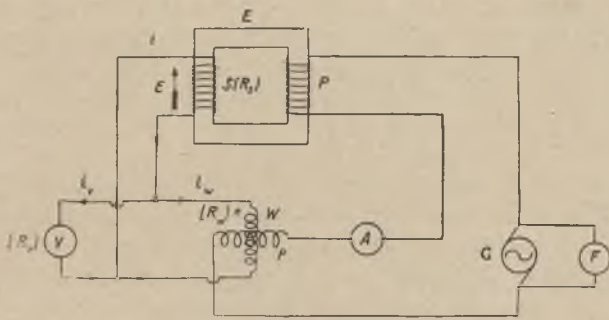
<sup>1)</sup> Redakcja jest zdania, że przez ogół nie był zapoznany. (Przyp. Red.).

<sup>2)</sup> Cytowane we wstępie rozprawa EuM.

<sup>3)</sup> ETZ zeszyt 27, 1924 Str. 710.

<sup>4)</sup> Berlin, wyd. 1912 H. Meusser'a.





Rys 1.

- W — watomierz z cewkami: prądową p i napięciową n;
- V — woltomierz, mierzący napięcie na cewce napięciowej watomierza;
- A — amperomierz, mierzący prąd w cewce prądowej watomierza;
- G — generator prądu zmiennego;
- F — częstotściomierz.

Jeżeli oporność  $R_s$  uzwojenia wtórnego S przyrządu Epstein'a jest bardzo mała, wówczas można przyjąć, że woltomierz V wskazuje siłę elektromotoryczną E, indukowaną w tem uzwojeniu, watomierz zaś W — straty w żelazie wraz ze stratami cieplnymi w woltomierzu i cewce napięciowej watomierza. Jeżeli oporności  $R_s$  pominąć nie można, należy uwzględnić dodatkowo straty cieplne w uzwojeniu S w następujący sposób:

Z rysunku 1 widać, że:

$$i = V \frac{R_v + R_w}{R_v R_w} \quad 1)$$

gdzie  $R_v$  i  $R_w$  są opornościami woltomierza i cewki napięciowej watomierza.

Prąd, płynący przez woltomierz:

$$i_v = \frac{V}{R_v} \quad 2)$$

Prąd, płynący przez cewkę napięciową watomierza:

$$i_w = \frac{V}{R_w} \quad 3)$$

Jeżeli W oznacza całkowitą moc, wskazywaną przez watomierz, zaś P — straty w żelazie, wówczas mamy:

$$P = W - V^2 \left[ \left( \frac{R_v + R_w}{R_v R_w} \right)^2 R_s + \frac{R_v + R_w}{R_v R_w} \right] = W - C \quad 4)$$

Błąd względny, jaki popełniamy przy pomiarze, wyrazi się zatem w sposób następujący:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta W}{W - C} = \frac{\Delta W}{W} \frac{W}{W - C} \quad 5)$$

Błąd ten wyraża się iloczynem własnego błędu  $\frac{\Delta W}{W}$

watomierza i czynnika  $\frac{W}{W - C}$ , większego od jedności.

Z wzoru 5) wynika, że minimum błędu  $\frac{\Delta P}{P}$  będzie miało miejsce wówczas, kiedy zużycie własne C przyrzą-

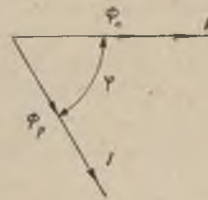
dów oraz błąd własny watomierza  $\frac{\Delta W}{W}$  będą możliwie jak-najmniejsze.

Błąd  $\frac{\Delta W}{W}$  składa się z dwóch części, a mianowicie:

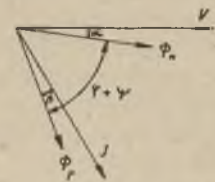
błędu wzorcowania i błędu, powstałego wskutek samoindukcyjności cewki napięciowej watomierza oraz prądów wirowych.

Przy wartościach współczynnika mocy, większych od 0,5, błąd spowodowany prądami wirowymi jest znikomo mały, natomiast przy współczynniku mocy mniejszym od 0,1 błąd ten osiąga bardzo dużą wartość. Przy tym samym współczynniku mocy tenże błąd jest tem większy, im krzywa prądu jest bardziej zniekształcona oraz im mocniejsze są harmoniczne rzędu trzeciego i piątego.

Rys. 2 uwidacznia wykresy wektorowe watomierza, w których:



Rys. 2.



Rys. 2-a.

- V — napięcie na cewce napięciowej;
- I — prąd w cewce prądowej;
- $\Phi_n$  — strumień napięciowy;
- $\Phi_p$  — strumień prądowy;
- $\varphi$  — przesunięcie fazy.

Z wykresu 2, który jest wykresem teoretycznym, wynika, że moment kręcący, działający na ruchomą cewkę, jest proporcjonalny do iloczynu  $\Phi_n \Phi_p \cos \varphi$  lub do  $E I \cos \varphi$ .

Jednakże z wykresu rzeczywistego 2a widać, że strumień napięciowy  $\Phi_n$  spóźnia się o pewien kąt  $\alpha$  względem napięcia V. Spóźnienie to jest spowodowane samoindukcyjnością cewki napięciowej.

Strumień prądowy  $\Phi_p$  również spóźnia się o pewien kąt  $\beta$  względem prądu I. Spóźnianie to jest spowodowane prądami wirowymi, indukowanymi w częściach metalowych.

Z wykresu 2a wynika zatem, że w rzeczywistości moment kręcący jest proporcjonalny do iloczynu  $\Phi_n \Phi_p \cos (\varphi + \Psi)$ , gdzie  $\Psi = \beta - \alpha$ . A więc ta część własnego błędu względnego watomierza, która jest spowodowana samoindukcyjnością cewki napięciowej i prądami wirowymi, wyrazi się w następujący sposób:

$$\frac{\cos \varphi - \cos (\varphi + \Psi)}{\cos \varphi} = \frac{\cos \varphi - \cos \varphi \cos \Psi + \sin \varphi \sin \Psi}{\cos \varphi} = \text{tg } \varphi \sin \Psi + 1 - \cos \Psi.$$

W przypadku dużego przesunięcia fazy ( $\varphi$  bliskie do  $90^\circ$ ) t. j. małego współczynnika mocy, można przyjąć błąd ten równy  $\text{tg } \varphi \cdot \sin \Psi$ .

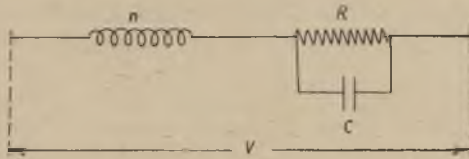
Kiedy  $\Psi = 0$ , t. j.  $\beta = \alpha$ , wspomniany błąd równa się zeru. Przesunięcie  $\alpha$  jest zależne tylko od częstotliwości, przesunięcie zaś  $\beta$  jest zależne od częstotliwości, natężenia prądu I oraz od kształtu krzywej prądu.

Stąd wynika, że przesunięcia  $\alpha$  i  $\beta$  muszą być kompensowane każde oddzielnie.

W celu skompensowania przesunięcia  $\alpha$  należy starać



się, aby indukcyjność cewki napięciowej była możliwie mała i równała się np. 0,005 henra. Indukcyjność tę skompensowano całkowicie przy pomocy kondensatora C, przyłączonego równolegle do stałego oporu R, jak to uwidacznia rys. 3.



Rys. 3.

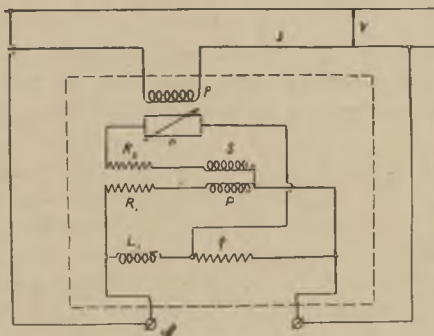
W celu skompensowania prądów wirowych zmniejszono możliwie strumień prądowy  $\Phi_p$  i usunięto części metalowe.

Ponadto cewkę prądową utworzono z kilku cienkich drutów, połączonych równolegle.

Watomierz, zbudowany w sposób wskazany, umożliwia mierzenie mocy z dokładnością 1% przy współczynniku mocy rzędu 0,05. Tego rodzaju watomierz znajduje również zastosowanie przy pomiarze strat w dielektryku oraz przy pomiarze mocy bezwzględnej  $E I \sin \varphi$ , przy czym układ połączeń w tym ostatnim przypadku uwidacznia rys. 4.

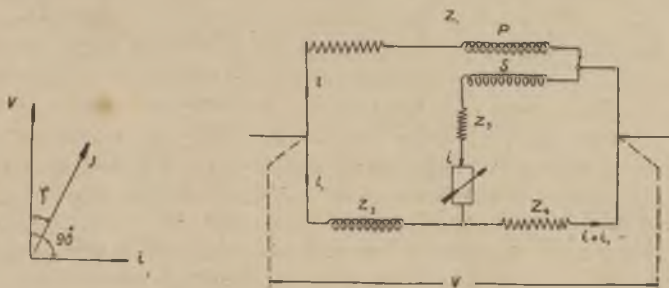
Na rys. 4:

- n — oznacza cewkę napięciową watomierza;
- p — cewkę prądową watomierza;
- P i S — uzwojenia transformatora;
- $R_1, R_2$  i S — oporności;
- $L_1$  — cewkę indukcyjną.



Rys. 4.

Aby wskazania watomierza były proporcjonalne do mocy bezwzględnej, potrzeba, żeby prąd  $i$  w cewce napięciowej był przesunięty w fazie o kąt  $90^\circ$  względem napięcia  $V$  sieci (rys. 5).



Rys. 5.

Rys. 6.

Rys. 6 przedstawia obwód napięciowy watomierza, przedstawionego na rys. 4, w którym  $Z_1, Z_2, Z_3$  oznaczają oporności pozorne poszczególnych gałęzi. Przyjmując roz-

pływ prądu taki, jak wskazano na rys. 6 i stosując metodę symboliczną, można utworzyć następujące równania:

$$\begin{aligned} i(Z_1 + Z_3) &= i_1 Z_2 \\ i_1 Z_2 + (i + i_1) Z_4 &= V \end{aligned}$$

Z tych równań można wyznaczyć prąd  $i$ , płynący przez cewkę watomierza, a mianowicie:

$$i = \frac{V Z_2}{Z_2 Z_4 + (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_4)} \quad (6)$$

Na podstawie rys. 4 mamy:

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_1 + j\omega(L_p - M) \\ Z_2 &= j\omega L_1 \\ Z_3 &= R_2 + R_w + j\omega(L_s - M) \\ Z_4 &= \rho \end{aligned}$$

gdzie  $L_p$  i  $L_s$  są współczynnikami indukcyjności uzwojeń transformatora, zaś  $M$  jest współczynnikiem ich indukcyjności wzajemnej.  $R_w$  oznacza oporność omową cewki napięciowej watomierza, pozbawionej indukcyjności.

Po podstawieniu wartości oporności pozornych w równaniu 6 otrzymamy:

$$\frac{i}{V} = \frac{-\omega L_1 (A + jB)}{A^2 + B^2} \quad (7)$$

gdzie:

$$A = \omega [\rho(L_1 + L_p L_s - 2M) + L_1(R_1 + R_2 + R_w)] \quad (8)$$

$$B = \rho(R_1 + R_2 + R_w) - \omega^2 L_1(L_p + L_s - 2M) \quad (9)$$

Aby prąd  $i$  w cewce napięciowej był przesunięty w fazie o kąt  $90^\circ$  względem napięcia, należy spełnić warunek:

$$\frac{B}{A} = \infty$$

lub:

$$A = 0$$

Uwzględniając zaś równanie 8), otrzymujemy:

$$M = \frac{\rho(L_1 + L_p + L_s) + L_1(R_1 + R_2 + R_w)}{2\rho} \quad (10)$$

A zatem, jeżeli pomiędzy opornościami i indukcyjnościami, znajdującymi się w obwodzie napięciowym watomierza, zachodzi związek, wyrażony równaniem 10, to wskazania takiego watomierza są proporcjonalne do mocy bezwzględnej  $E I \sin \varphi$ .

(J. Soldadié „Revue Générale de l'Electricité“ № 24, 1924).

## Wiadomości techniczne.

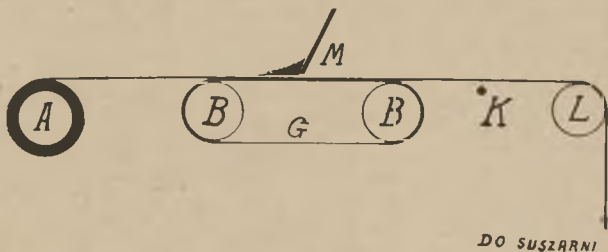
**Elektryczność „statyczna“ jako przyczyna wybuchu i pożaru** W marcu r. b. pojawiła się w dziennikach warszawskich wiadomość o wybuchu i pożarze w fabryce ceraty na Woli w Warszawie, — które jakoby spowodowane zostały przez tarcie ceraty o walec stalowy i przez powstałe wskutek tarcia iskry elektryczne.

Mając nieraz do czynienia z fabrykami, w których



są pomieszczenia z gazami wybuchowemi, i będąc w kilka tygodni po wypadku w Warszawie, postarałem się rzecz zbadać na miejscu. Dzięki uprzejmości kierownictwa technicznego fabryki otrzymałem wszystkie potrzebne wyjaśnienia i zdołałem wszystko dokładnie obejrzeć. Wobec ważności sprawy chcę się podzielić z czytelnikami Przeglądu poczynionemi spostrzeżeniami.

Już w oddziale kalandrów przy przechodzeniu ceraty przez walce materiał zostaje silnie naelektryzowany: słychać trzask iskier, widać liczne mniejsze albo większe iskry fioletowe, w powietrzu czuć silny zapach ozonu. Przy zbliżeniu ręki do ceraty można otrzymać długie iskry. Jeżeli zbliżyć sznurek konopny, zajmuje on w polu elektrycznym położenie równoległe do płaszczyzny ceraty. Zjawiska te powstają jednak dopiero po nasyceniu tkaniny mieszaniną kaolinu i pokostu i po otrzymaniu przez tkaninę gładkiej błyszczącej powierzchni. Przy surowej nienasyconej tkaninie iskier niema. — Jak twierdzą ludzie miejscowi — opisane zjawisko występuje o wiele silniej przy chłodnej pogodzie, niż przy ciepłem i suchem powietrzu. W oddziale kalandrów niema żadnych materiałów wybuchowych, powstanie więc iskier jest nieszkodliwe. Wybuch nastąpił przy maszynach do gruntowania ceraty na pierwszym piętrze. Na rysunku podajemy schematycznie przebieg pracy w maszynach do gruntowania, w których tkaninę nasycy się masą ceratową. Na walcu A nawinięta jest tkanina. Stamtąd przesuwana jest ona nad taśmą G z czerwonej gumy, poruszana przez walce B. Nad ceratą znajduje się tak zwany nóż M, który można opuszczać i podnosić celem regulowania grubości. Na tkaninie przed nożem kładzie się masę ceratową T, rozpuszczoną w lekkiej benzynie. Nasycona tkanina posuwa się dalej ponad walec L nadół, do suszarni. Iskry elektryczne, które przeskakują z ceraty



Rys 1.

na nóż, spowodowały właśnie wybuch rozpuszczonej w benzynie masy, a płomień przeniósł się wraz ze spadającą tkaniną do silnie ogrzanej suszarni. Robotnicy ratowali się ucieczką.

Jak silnie naelektryzowana jest spadająca do suszarni cerata, widać z następującego przez ludzi miejscowych zauważonego zjawiska. W suszarni cerata wisí pod sufitem na okrągłych drewnianych drążkach, które na końcach przymocowane są do szyn żelaznych. Chociaż cerata nie dotyka szyn, szyny — prawdopodobnie wskutek indukcji (indukcji) elektrycznej — zostają tak silnie naładowane, że robotnicy, którzy rano następnego dnia wchodzą do komory celem zdjęcia ceraty, otrzymują silne uderzenia przy dotykaniu szyn.

Kalandry i maszyny do gruntowania były przed wybuchem wszystkie uziemione. Po wypadku uziemienie zostało ulepszone, przy maszynach zaś do gruntowania dodano uziemiony pręt miedziany K w odległości kilku milimetrów od ceraty. Podobno skutkiem tych zarządzeń iskry zostały zmniejszone. My ze swej strony nie sądzimy,

aby w danym wypadku uziemienie mogło zapobiedz powstaniu się wybuchów. Gdyby komukolwiek z czytelników Przeglądu znane były z doświadczenia podobne zjawiska i próby zapobiegania im, możeby zechciał podzielić się swemi wiadomościami z czytelnikami.

Powszechnie znane jest zjawisko powstawania iskier przy napędach pasowych wskutek tarcia pasów skórzanych o koła pasowe. W niektórych wypadkach można otrzymywać od pasów iskry długości pół metra i więcej. Chociaż zjawiska te zachodzą przy napędach pasowych również i tam, gdzie maszyny elektrycznych niema, wydaje nam się jednak, że pole elektryczne prądnic i silników sprzyja wytworzeniu się elektryczności statycznej. W każdym razie iskry, powstające przy napędach pasowych, uważane są powszechnie za nieszkodliwe, gdyż pomimo wielkich potencjałów zawierają minimalną ilość energii. Spotykamy też napędy pasowe w oddziałach fabrycznych z gazami i materiałami wybuchowemi. Opisany wypadek w fabryce ceraty każe jednak zachować w podobnych pomieszczeniach ostrożność. Spotykają się ogłoszenia reklamowe o smarach, które jakoby mają zapobiegać tworzeniu się iskier przy pasach. Nie wiemy, ile w tem prawdy.

Podane powyżej spostrzeżenie, podług którego przy tkaninie nienasyconej iskry nie powstają, nasuwa przypuszczenie, że przy materiałach wybuchowych należałoby może zamiast pasów skórzanych stosować pasy parciane nienasycone

B. Szapiro.

**Żarówki elektryczne w samochodach i motocyklach.** Wzmagający się ruch samochodowy zwłaszcza przy dużej szybkości jazdy wymaga bardzo dobrego i niezawodzącego oświetlenia. Od światła zależy bezpieczeństwo tak jadących samochodem osób, jako też i samego wozu. Światło więc samochodu winno być bezwzględnie pewne, łatwo i szybko dostępne, a przede wszystkim musi być intensywne i sięgać daleko.

Wobec tak znacznych, lecz zarazem koniecznych wymagań oświetlenie acetylenowe we wszelkiego rodzaju wozach stało się niedostateczne i dziś już spotykamy ten rodzaj oświetlenia tylko w starych pojazdach ciężarowych, natomiast oświetlenie elektryczne stało się dominującym z racji wygody, niezawodności oraz intensywności.

Osiągnięcie takiego wyniku prób zastosowania oświetlenia samochodów elektrycznością stało się możliwem dopiero z chwilą, kiedy do prożektorów użyto żarówki elektrycznej, napełnionej gazem, powszechnie zwanej półwatówką. Przy znikomym małym zużyciu prądu żarówka taka daje bardzo silne światło koloru białego. Z powodu małego napięcia prądu, stosowanego w urządzeniu oświetlenia wozu (4 do 16, nawet najczęściej 12 woltów) drut świetlny żarówki jest krótki, specjalnie skonstruowany i umocowany, wskutek czego posiada bardzo znaczną odporność na zerwanie się z powodu wstrząśnień, co gwarantuje wielką pewność działania nawet podczas najszybszej jazdy.

Z drugiej strony światło żarówki jest bardzo skoncentrowane, wskutek czego powszechnie używane w samochodach prożektory paraboliczne działają lepiej, bo źródło światła żarówki jest stale jednakowe i najbardziej zbliżone do punktu. Promienie żarówki, odbite przez odpowiedni prożektor, tworzą snop światła, dochodzący do 170 m długości przyczem jasność nawet na tej odległości wynosi od 0,5 do 0,6 luksów, co jest zupełnie wystarczające do rozróżnienia znajdujących się na drodze przedmiotów.

Ponieważ do zahamowania samochodu, jadącego z szybkością 60—70 km na godzinę, potrzeba około 50—60 m,



oświetlenie więc elektryczne jest w zupełności wystarczające i daje całkowite bezpieczeństwo.

Zamiast dawniej używanych latarni bocznych używa się obecnie małych ręcznych reflektorów, t. zw. „Szukaczy drogowskazów” (Sucher) do odczytywania tablic kamieni szosowych, napisów ulicznych etc. Do reflektorów tych używa się również żarówek gazowych. Do oświetlenia wnętrza wozów stosują się żarówki próżniowe w kształcie grzybków lub rurek, takiego też rodzaju żarówki są umieszczone w latarce tylnej do oświetlenia numeru wozu lub do oświetlenia przyrządów, umieszczonych przy siedzeniu szofera. Żarówki próżniowe są budowane w g specjalnych obliczeń, t. j. uodpornione na wszelkiego rodzaju wstrząśnienia jakoteż na wabania napięcia prądu, wytwarzanego przez prądnicę samochodową.

Do motocykli używa się obecnie również oświetlenia elektrycznego i to zasilanego prądem nie z baterji galwanicznych, a małej prądnicy. Ponieważ prądnice te, jak zaznaczono, są małej mocy, należy przeto używać żarówek nie tylko odpornych na wstrząśnienia, ale i zużywających mało prądu. Większość fabryk motocykli wyznacza zużycie prądu na żarówkę 0,25—0,27—0,3 i 0,35 A, a więc różnice w wielkościach zużycia prądu są w setnych częściach ampera. Oprócz więc wytrzymałości mecha-

nicznej żarówka winna zużywać jak najmniej prądu i nigdy więcej, niż prąd wytwarzany przez prądnicę, aby jej nie przeciążać, a dawać jednocześnie pewne maximum światła.

Ponieważ na rynku polskim znajdują się żarówki dla celów samochodowych najróżnorodniejszych fabryk, należy przy zakupach zwracać przedewszystkiem uwagę na markę fabryczną żarówki i żądać towaru znanego, mającego ustaloną opinię. Dobra żarówka, to dobre światło i od tej na pozór drobności uzależnia się nieraz życie człowieka, jadącego samochodem lub motocyklem.

Myliłby się ten elektrotechnik, któryby myślał, że w szkole posiada całą pełnię wiedzy zawodowej i że mu niczego więcej nie potrzeba ponad to, co wyniósł ze szkoły. Nauka elektrotechniczna rozwija się tak szybko, że kto nie posuwa się ustawicznie za jej postępem, ten wnet się zacofa i przestanie być pożytecznym pracownikiem na polu elektrotechniki. **Stowarzyszenie Elektrotechników Polskich** ma za cel zaznajamianie swych członków z ostatnimi zdobyczami wiedzy elektrotechnicznej. Nie powinno być w Polsce elektrotechnika, któryby do tego Stowarzyszenia nie należał.

## Gospodarka elektryczna.

Porównawcze dane statystyczne za m. kwiecień 1924 i 1925 roku.

|   | Tramwaje miejskie w Warszawie |                  | Kolej Elektryczna Łódzka |           | Miejska Kolej Elektryczna we Lwowie |      | Tramwaje w Toruniu |         |
|---|-------------------------------|------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------------|------|--------------------|---------|
|   | 1925                          | 1924             | 1925                     | 1924      | 1925                                | 1924 | 1925               | 1924    |
| Przewieziono pasażerów                              | 18 220 100                    | 12 605 557       | 3 716 364                | 2 550 276 | —                                   | —    | 223 587            | 164 066 |
| Przewieziono pasażerów na 1 wozokilometr            | 9,40                          | 8,22             | 6,9                      | 5,7       | —                                   | —    | 5,11               | 4,6     |
| Przejechano wozokilom.                              | 1 939 021                     | 1 533 085        | 538 528                  | 446 869   | —                                   | —    | 63 723             | 55 818  |
| Dzienna ilość wozów silnikowych w ruchu             | 221 <sup>2</sup>              | 208 <sup>2</sup> | 85                       | 76        | —                                   | —    | —                  | —       |
| Dtto przyczepnych                                   | 162 <sup>2</sup>              | 117 <sup>2</sup> | 47                       | 40        | —                                   | —    | —                  | —       |
| Średni dzienny przebieg wozu . . . . . km           | 170,33                        | 161,58           | 141                      | 133       | —                                   | —    | —                  | —       |
| Zużyto prądu na linię kWh                           | 1 279 918                     | 1 173 219        | 254 811                  | 237 078   | —                                   | —    | 27 757             | 29 762  |
| Ilość prądu na 1 wozokilometr . . . kWh             | 0,660                         | 0,765            | 0,54                     | 0,60      | —                                   | —    | 0,74               | 0,82    |
| Zużyto węgla dla wyproduk. 1 kWh kg                 | 1,07                          | 1,17             | 1,83                     | 2,00      | —                                   | —    | —                  | —       |
| Długość toru eksploatacyjnego . . . . . m           | 132 623                       | 118 244          | 27 992                   | 23,160    | —                                   | —    | 9 850              | 9,850   |
| Dochody . . . . . zł.                               | 2732135,30                    | 1798373,78       | —                        | —         | —                                   | —    | 41 413,50          | —       |
| Rozchody eksploatacyjne <sup>1)</sup> . . . . . zł. | 1781057,53                    | 1265566,88       | —                        | —         | —                                   | —    | —                  | —       |

<sup>1)</sup> Rozchody nie obejmują: spłaty procentów od kapitału, odliczenia na fundusz renowacyjny i odliczeń na rezerwy.

<sup>2)</sup> Największa.

Wszystkie tramwaje pracują w dalszym ciągu przeciążone, przyczem napełnienie w tramwajach Toruńskich zbliża się do normalnego. Aczkolwiek frekwencja w porównaniu z poprzednim miesiącem nie uległa większym wahanom. Warszawskie Tramwaje jednak osiągnęły imponującą cyfrę ponad 600 000 pasażerów dziennie. Wobec uruchomienia kilku nowych wozów napełnienie w tramwajach Warszawskich cokolwiek się obniżyło. Dzięki przedłużeniu godzin ruchu w Warszawie przebieg dzienny przekroczył 170 km. Zużycie prądu na 1 wozokilometr w Warszawie wydatnie się obniżyło (0,660 kWh), jednakże w dalszym ciągu najmniejsze zużycie wykazują Tramwaje Łódzkie (0,54 kWh). M. K.



## Stowarzyszenia i organizacje.

**Wybory w Związku Elektrowni Polskich.** Na prezesa Związku Elektrowni Polskich został powołany dyrektor elektrowni krakowskiej, inż. Stanisław Bieliński.

Pan prezes Bieliński pochodzi z Poznania, studja politechniczne ukończył w Karlsruhe w Badeniu w roku 1898. Przez szereg lat pracował w wielkich firmach elektrotechnicznych w Niemczech, głównie przy projektowaniu i budowie elektrowni. W roku 1908 objął posadę inżyniera ruchu w elektrowni miejskiej w Krakowie, gdzie przeprowadzał rozbudowę elektrowni. W roku 1912 został mianowany dyrektorem elektrowni krakowskiej; stanowisko to zajmuje do dziś dnia.

Na wiceprezesów na rok związkowy 1925 zostali wybrani pp. inżynier Alfons Hoffmann z Torunia, dyrektor elektrowni okręgowej w Gródku, inż. Franciszek Kobyliński z Warszawy (ponownie), dyr. elektrowni warszawskiej i inż. Kazimierz Riegert z Białegostoku, dyrektor elektrowni białostockiej.

Członkami Rady Związku poza członkami Prezydium są pp. dyrektorzy: M. Dziewoński ze Lwowa, K. Gayczak z Warszawy, L. Golc z Łodzi, J. Koźniewski z Poznania, K. Straszewski i T. Sulowski z Warszawy.

**Stan zadłużenia Kół w Kasie Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich za I półrocze 1925 r.** Wszystkie swoje zaległości uregulowały Koła:

- 1) Warszawskie,
- 2) Lwowskie,
- 3) Łódzkie,
- 4) Toruńskie.
- 5) Koło Krakowskie winno:
 

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| zaległość z 1923 roku . . . . . | zł. 46        |
| " za II kw. 1925 r. . . . .     | " 217         |
|                                 | razem zł. 263 |
- 6) Koło Poznańskie winno resztę za II kw. 1925 r. . . . . zł. 110
- 7) Koło Sosnowieckie winno resztę za II kw. 1925 r. . . . . zł. 282
- 8) Koło Radomskie winno resztę za II kw. 1925 r. . . . . zł. 77

Podjęmy do wiadomości skarbników Kół, że na wniosek Komisji Rewizyjnej Rada Delegatów Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich na zjeździe w dn. 7 czerwca 1925 roku poleciła poszczególnym Kółom wpłacać składki do Stowarzyszenia podług obowiązujących list w pierwszym miesiącu każdego kwartału z góry.

## Uprawnienia i wiadomości rządowe.

### Z Ministerjum Robót Publicznych.

Ministerjum Robót Publicznych ogłasza, że w dniu 27 stycznia 1925 r. wpłynęło podanie od f. „Verdatok” Spółki Naftowo-Przemysłowej z ogr. odp. w Krośnie o udzielenie uprawnienia rządowego w myśl art. 1 Ustawy Elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r. na zakład elektryczny w Męcince.

Powyższy zakład elektryczny ma służyć do wytwarzania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu loco elektrownia. Napęd ma być cieplny, prąd trójfazowy.

Czas trwania uprawnienia miałby wynosić 50 lat.

W dniu 27 stycznia 1925 r. wpłynęło podanie od firmy „Verdatok” Spółki Naftowo-Przemysłowej z ogr. odp. w Krośnie o udzielenie uprawnienia rządowego w myśl art. 1 Ustawy Elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r. na zakład elektryczny.

Powyższy zakład elektryczny ma służyć do przetwarzania i przesyłania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu na obszarze powiatów Gorlickiego i Jasielskiego, województwa Krakowskiego, oraz powiatu Krośnieńskiego gmin: Haczów, Trześniów, Buków, Malinówka, Zmienica, Jasionów, Wzdów, Tuszepole i Brzozów powiatu Brzozowskiego i gmin Wróblak Szlachecki, Bzianka, Ładzin, Rymanów I, Rymanów II, Besko, Zarszyn i przedmieście, Klimówka, Wulka, Siemienna, Głębokie, Dessno i Orzechowa powiatu Sanockiego woj. Lwowskiego.

Prąd ma być trójfazowy, sieć napowietrzna, względnie podziemna.

Czas trwania uprawnienia miałby wynosić 50 lat. (Monitor Polski Nr. 134 z dnia 12 czerwca).

W dniu 6 maja 1925 r. wpłynęło podanie od założycieli Spółki „Elektrownia Miejska w Kamionce Strumiłowej” o udzielenie uprawnienia rządowego w myśl art. 1 Ustawy Elektrycznej z dn. 21 marca 1922 r. na zakład elektryczny.

Powyższy zakład elektryczny ma służyć do wytwarzania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu na obszarze gminy Kamionka Strumiłowa woj. Tarnopolskiego. Napęd ma być cieplny, prąd trójfazowy, sieć napowietrzna.

Czas trwania uprawnienia miałby wynosić 25 lat.

W dniu 16 maja 1925 r. wpłynęło podanie od Magistratu miasta Stawiszyna o udzielenie uprawnienia rządowego w myśl art. 1 Ustawy Elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r. na zakład elektryczny.

Powyższy zakład elektryczny ma służyć do wytwarzania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu na obszarze miasta Stawiszyna pow. Kaliskiego, woj. Łódzkiego. Napęd ma być cieplny, prąd stały, sieć napowietrzna.

Czas trwania uprawnienia miałby wynosić 50 lat.

W dniu 22 maja 1925 r. wpłynęło podanie od Magistratu miasta Drohobycz o udzielenie uprawnienia rządowego w myśl art. 1 Ustawy Elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r. na zakład elektryczny.

Powyższy zakład ma służyć do wytwarzania, przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu na obszarze gminy Drohobycz woj. Lwowskiego. Napęd ma być cieplny, prąd trójfazowy, sieć podziemna i napowietrzna.

Czas trwania miałby wynosić 40 lat.

(Monitor Polski z dn. 2 czerwca 1925 r. Nr. 126).

### Z urzędu patentowego\*).

151. Armin Korn (Niemcy). Przyrząd elektryczny do ogrzewania wzgl. gotowania 16.XII.19.

402. Carl Patrz (Austria). Wyłącznik elektryczny z dźwignią kolankową 2.III.20.

401. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H (Niemcy). Urządzenie do mierzenia napięcia w sieciach o wysokim napięciu 1.III.20.

405. Auerlicht G. m. b. H. Komanditges (Niemcy). Przyrząd do elektrycznego gotowania, przy którym ciało grzejne jest przyciskane za pośrednictwem płyty przyciskowej 17.III.20.

\*) Patrz zesz. 12 str. 198.



403. Braun Brüning & Co (*Szwajcaria*). Maszyna elektryczna do spawania szwów 5.III.20.

404. Braun Brüning & Co (*Szwajcaria*). Elektryczna maszyna do spawania szwów 5.III.20.

407. C. Lorenz. A. G. (*Niemcy*). Sposób i układ połączeń do ucworokrotniania częstotliwości zasadniczej za pomocą transformatorów statycznych 18.III.20.

416. Ges. für Drahtlose Telegraphie m. b. H. (*Niemcy*). Układ nadawczy o wielkiej częstotliwości do telefonji i telegrafji bez drutu 21.VI.20.

415. Ges. für Drahtlose Telegraphie m. b. H. Urządzenie do prostowania i wzmocnienia drgań na stacji odbiorczej telegrafu bez drutu 21.VI.20.

412. Fritz Brüggemann (*Niemcy*). Sposób wyrobienia z oleju albo pokostu środka do nasycania izolacji włóknistej przewodów elektrycznych 27.IV.20.

448. Electro-Agricultur-Aktiebolaget (*Szwecja*). Budowa kabli do zasilania maszyn elektrycznych 22.V.20.

## Przemysł i handel.

**Polskie Towarzystwo Elektryczne Sp. Akc.** I Zwyczajne Walne Zgromadzenie akcjonariuszów „Podkarpackiego Towarzystwa Elektrycznego S. A.” we Lwowie odbyło się 27 czerwca 1925 r. o godzinie 11-ej w sali konferencyjnej firmy „Premier” we Lwowie, ul. Batorego 26.

Ważniejsze punkty porządku dziennego:

1) Sprawozdanie Rady Zawiadowczej i Komisji Rewizyjnej,

2) Powzięcie uchwały, co do rozdziału czystego zysku za rok 1924,

3) Wniosek o zmianę statutu i podwyższenie kapitału.

**Elin Sp. Akc.** Walne Zgromadzenie akcjonariuszów Spółki Akcyjnej dla przemysłu elektrycznego „Elin” odbyło się w Krakowie w lokalu Spółki, ul. Św. Anny 1, dnia 26 czerwca r. b. o godzinie 12-ej.

Ważniejsze punkty porządku dziennego:

1) Rozpatrzenie bilansu oraz rachunku strat i zysków za rok 1924,

2) Uchwalenie wniosków w sprawie podziału zysków,

3) Rozpatrzenie i zatwierdzenie bilansu otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1925 r., oraz ustalenie wysokości kapitału akcyjnego i określenie ilości i nominalnej wartości akcji w złotych.

**Polskie Zakłady Siemens. S. A.** Zwyczajne Walne Zgromadzenie akcjonariuszów Spółki Akcyjnej „Polskie Zakłady Siemens S. A.” odbędzie się w Warszawie dnia 9 lipca r. b. przy ul. Foksal 18.

Ważniejsze punkty porządku dziennego:

1) Zatwierdzenie bilansu otwarcia w złotych na dzień 1 kwietnia 1925 r. podział kapitałów własnych, ustalenie ilości i nominalnej wartości akcji w złotych.

2) Sprawozdanie Rady Zarządzającej i Komisji Rewizyjnej z trzeciego roku operacyjnego.

3) Zatwierdzenie bilansu oraz rachunku strat i zysków za rok 1924.

4) Upoważnienie Rady Zarządzającej do korzystania z kredytu z ewentualnem zabezpieczeniem tegoż na hipotekach należących do Spółki nieruchomości.

Akcje należy składać Radzie przynajmniej na 7 dni przed datą Walnego Zgromadzenia.

**Łódzkie Koleje Elektryczne.** Doroczne Walne Zgromadzenie Akcjonariuszów Towarzystwa Akcyjnego „Łódzkie Elektryczne Koleje Dojazdowe” odbędzie się 7 lipca r. b. o godzinie 5 po południu w lokalu biura Zarządu ul. Piotrkowska Nr 96 w Łodzi.

Ważniejsze punkty porządku dziennego:

1) Zatwierdzenie bilansu i rachunku strat i zysków za rok 1924.

2) Określenie wynagrodzenia dla członków Zarządu i Komisji Rewizyjnej.

3) Zatwierdzenie aktów nabycia nieruchomości i udzielenie Zarządowi upoważnienia do sprzedaży tychże nieruchomości.

4) Upoważnienie Zarządu do wystąpienia o zmiany warunków koncesji.

5) W związku ze zmianą warunków koncesji wprowadzenie zmian do statutu i ogólne przerebadowanie statutu.

Akcje winny być składane do Zarządu nie później, niż na 14 dni przed Walnem Zgromadzeniem.

**Sieci Elektr. Sp. Akc.** Zwyczajne Walne Zgromadzenie Akcjonariuszów Spółki Akcyjnej „Sieci Elektryczne” odbędzie się w Warszawie dnia 9 lipca w lokalu Sp. Akc. „Siła i Światło” przy ul. Marszałkowskiej № 94.

Ważniejsze punkty porządku dziennego:

1) Zmiany uchwały Walnego Zgromadzenia z dnia 22 maja 1923 r., dotyczące II emisji akcji.

2) Sprawozdanie Rady Zarządzającej i Komisji Rewizyjnej za rok operacyjny 1924 oraz zatwierdzenie bilansu i rachunku strat i zysków.

3) Rozpatrzenie i zatwierdzenie bilansu otwarcia w złotych na dzień 1 stycznia 1925 r., podział kapitału własnego i ustalenie ilości i nominalnej wartości akcji w złotych.

4) Upoważnienie Rady do wydatków na prowadzenie i powiększenie przedsiębiorstwa.

Prawo głosu mają ci akcjonariusze, którzy złożą swe akcje Radzie Zarządzającej w biurze (Marszałkowska 94), lub w biurze Zarządu Sp. Akc. „Siła i Światło” — Marszałkowska 94 najpóźniej do dnia 2 lipca r. b.

**TREŚĆ:** Błędne połączenia liczników trójfazowych na wysokie napięcie, inż.-elektr. L. Faterson †. — Strzałki kierunkowe w obwodach elektrycznych, Dr. inż. Stanisław Fryze. — Watomierz dla prądu zmiennego o małym współczynniku mocy, przełożył i uzupełnił inż. W. Żochowski. — Wiadomości techniczne. — Z gospodarki elektrycznej. — Stowarzyszenia i Organizacje. — Uprawnienia i wiadomości rządowe. — Przemysł i handel.

Przeгляд Radjotechniczny: Poszukiwanie łodzi podwodnych i sondowanie morza, Lorfèvre. — Uwagi o oporze promieniowania anten złożonych, Mjr. inż. Kazimierz Krulisz. — Nadajnik na fale krótkie w Sainte-Assise, Mjr. inż. Kazimierz Krulisz. — Wiadomości techniczne. — Stowarzyszenia i organizacje. — Przeгляд Czasopism.



# Wykaz źródeł zakupu.

## Akumulatory.

**Akumulator—Tudor**, Warszawa, Wspólna 63, m. 3, tel. 93-92.  
**„Ericsson”**—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
**K. Gaertig i S-ka**, Poznań, Pocztowa 26.

**POLSKIE TOWARZYSTWO AKUMULATOROWE S. A**  
**Fabryka i biura główne: Biała—skrzynka pocztowa 24**  
 (Małopolska).

**Zakłady akumulatorowe syst. „Tudor”, inż. Fr. Müller—**  
 Warszawa, Al. Jerozolimskie 45, tel. 77-45.  
 Bydgoszcz, ul. Błonia 7, tel. 13-77.  
 Oddziały: Poznań, ul. Mostowa 4a, tel. 11-67.

## Armatury kablowe. (Mufy i złącza).

**Kleiman S.** — Warszawa, Leszno 37, tel. 134-26 i 83-77.

## Analizatory spalin.

**Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych**  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

## Automatyczne telefony.

**„Ericsson”,**—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
**Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych.**  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

## Biura doradcze.

**Budziński W. inż.** — Warszawa, Smolna 25, tel. 39-32.

## Biura elektrotechniczne

**„Technorient” Sp. z ogr. odp.**—Warszawa, Al. Jerozolim-  
 ska 17, tel. 15-16.

**„Elektroprodukt”**—Warszawa, Nowy Świat 5, tel. 68-86.

**Bajkowski Maxymilian**—Warszawa, Chmielna 43, tel. 247-70

**„Ericsson”,** Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102-115.

**Błądowski, Białowiejski i S-ka** — Warszawa, Żórawia 27,

tel. 280-30.

**Borkowscy B-cia** — Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 84-66.

**Brygiewicz, Zucker i S-ka** — Warszawa, Marszałk. 119,

tel. 37-40.

**„Ericsson”**—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.

**A. Fiszer i S-ka**—Warszawa, Marszałkowska 81a tel. 240-67.

i 294-39.

**Kühn E. i S-ka** — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

**Sawicki K. i Goslewski J.**—Warszawa, Zgoda 1, tel. 262-75.

**Szenwic i Piatek** — Warszawa, Zielna 3, tel. 185-77.

**Trójcki J.** — Warszawa, Zielna 27, tel. 35-89.

## Budowa elektrowni.

**„Brown Boveri” Polskie Zakłady Elektryczne**—Warszawa,  
 Bielańska 6, tel. 220-96.

**Brygiewicz, Zucker i S-ka** — Warszawa, Marszałk. 119,  
 tel. 37-40.

**Gaertig K. i Sp.** — Poznań, Pocztowa 26.

**Kühn E. i S-ka** — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

**Polskie Towarzystwo Elektryczne** — Warszawa, Jerozo-  
 limska 71, tel. 91-58.

**Sawicki K. i Goslewski J. inż.** — Warszawa, Zgoda 1,  
 tel. 262-75.

## Drut miedziany.

**Borkowscy B-cia**—Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46.

**Borsukiewicz W.**—Warszawa, Krucza 2, tel. 205-62.

**„Ericsson”**—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.

**Hirszowski J. inż.**—Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83-65.

**„Kabej”**—Warszawa, Królewska 41, tel. 64-35.

**Kühn E. i S-ka.**—Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

## Grzejniki (aparaty nagrzewalne).

**Borkowscy B-cia (fabr.)** — Warszawa, Jerozolimska 6,  
 tel. 42-46.

**Nirnstein S. (Wytwórnia)**—Warszawa, N. Świat 61, tel. 147-80

**Kühn E. i S-ka**—Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

## F i b r a .

**„Fibra”, dom handlowo-agentur.**—Warszawa, Hipoteczna 5,  
 tel. 179-73.

## Izolatory.

**Bajkowski Maxymilian**—Warszawa, Chmielna 43, tel. 247-70

**Borkowscy B-cia** — Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46

**Hirszowski J. inż.** — Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83-65

**Kühn E. i S-ka** — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52

## Kable.

**„Technorient” Sp. z ogr. odp.**—Warszawa, Al. Jerozolim-  
 ska 17, tel. 15-16.

**Borkowscy B-cia** — Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46.

**„Ericsson”**—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.

**Hirszowski J. inż.** — Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83-65.

**„Kabej”** — Warszawa, Królewska 41, tel. 64-35.

**„Kabej Polski”** Bydgoszcz, Gdańska 153, tel. 1007.

**Kühn E. i S-ka** — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

**Polskie Tow. Elektryczne** — Warszawa, Jerozolimska 71,  
 tel. 91-58.

## Kablowe mufy i złącza.

**Kleiman S.** — Warszawa, Leszno 37, tel. 134-26 i 83-77.

## Koleje elektryczne i tramwaje.

**„Brown Boveri” Polskie Zakłady Elektryczne**—Warszawa,  
 Bielańska 6, tel. 220-96.

## Kompresory.

**„Brown Boveri” Polskie Zakłady Elektryczne** — Warszawa,  
 Bielańska 6, tel. 220-96.

## Kontrola robotników i stróżów nocnych.

**„Ericsson”,** Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115

**Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych**

Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35

## Kwas siarczany do akumulatorów.

**Akumulator—Tudor**, Warszawa, Wspólna 63 m. 3, tel. 93-92

**Zakłady akumulatorowe syst. „Tudor”, inż. Fr. Müller—**  
 Warszawa, Al. Jerozolimskie 45, tel. 77-45.

Bydgoszcz, ul. Błonia 7, tel. 13-77.

Oddziały: Poznań, ul. Mostowa 4a, tel. 11-66.

**K. Gaertig i S-ka**, Poznań, Pocztowa 26.

## Lampy.

**Borkowscy B-cia (fabr.)** — Warszawa, Jerozolimska 6,  
 tel. 42-46.

**Kühn E. i S-ka** — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

**Lerman D. (fabr.)**—Warszawa, Pańska 47, m. 19.

**Marciniak A. i S-ka (fabr.)**—Warszawa, Złota 49, tel. 260-76.

**Nowik i Serejski, (fabr.)** — Warszawa, Elektoralna 20,  
 tel. 70-89.

**Jan Serkowski, Sp. Akc.**—Warszawa, Nowolipie 76/8 tel. 6-12

## Materiały instalacyjne.

**„Technorient” Sp. z ogr. odp.**—Warszawa, Al. Jerozolim-  
 ska 17, tel. 15-16.

**Bajkowski Maxymilian**—Warszawa, Chmielna 43, tel. 247-70

**Baruch Mieczysław** — Warszawa, Jasna 16, tel. 162-24.

**Błądowski, Białowiejski i S-ka** — Warszawa, Żórawia 27,  
 tel. 280-30.

**Borkowscy B-cia (fabr.)** — Warszawa, Jerozolimska 6, tel.  
 42-46.

**Brygiewicz, Zucker i S-ka**—Warszawa, Marszałkowska 119,  
 tel. 37-40.

**„Ericsson”**—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.

**Goldberg J.** — Warszawa, Nalewki 34, tel. 292-33.

**Hirszowski J. inż.** — Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83-65.

**Jabłoński i S-ka**—Warszawa, Królewska 16, tel. 118-14.

**Kühn E. i S-ka** — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

**„Stanrej” Ska. Akc.** — Warszawa, Mokotów, ul. Rejtana 17,  
 tel. 48-04.

**Szereszewski, Baumberg i S-ka inż.** — Warszawa, Elektro-  
 ralna 5, tel. 140-80.

## Ozonizatory.

**Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych,**  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.



**Ogniwa galwaniczne.**

„Tytan“ (fabr.)—Warszawa, Tamka 14, tel. 10-64.  
 EFKA — Warszawa, Dobra 27, tel. 161-13.  
 „Ericsson“—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115,  
 Falk A. — Warszawa, Marszałkowska 104, tel. 112-49.  
 Hencil“ Wytwórnia—Warszawa, Żelazna 67, tel. 189-14.

**Oporniki.**

Eiektropol — Warszawa, Karmelicka 25, tel. 294-19.  
 A. Fiszer I S-ka—Warszawa, Marszałkowska 81a tel. 240-87 i 294-39.  
 Pierwsza Krajowa Wytwórnia Oporników Elektrycznych  
 S. Kielman. — Warszawa, Leszno 37, tel. 134-26 i 83-77.  
 Nirnstein S. (Wytwórnia)—Warszawa N. Świat 61, tel. 147-08.

**Przewodniki.**

„Technorient“ Sp. z ogr. odp.—Warszawa, Al. Jerozolim-  
 ska 17, tel. 15-16.  
 Bajkowski Maxymiljan—Warszawa, Chmielna 43, tel. 247-70.  
 Borkowscy B-cia — Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46.  
 „Ericsson“—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
 Goldberg J. — Warszawa, Nalewki 34, tel. 292-33.  
 Goldberg A — Warszawa, Graniczna 4, tel. 74-36.  
 Hirszowski J. Inż. — Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83-65.  
 Kühn E. i S-ka — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52,  
 Sawicki K., Goslewski J. Inż. — Warszawa, Zgoda 1,  
 tel. 262-75.

**Przyrządy pomiarowe elektrotechniczne.**

Ericsson—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
 Kühn E. i S-ka—Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52,  
 „Landis & Gyr“ Wettler, Makarczyk—Warszawa, Hoża 48,  
 tel. 233-33.  
 Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Przyrządy pomiarowe dla gospodarki ciepłej.**  
 Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych.  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Pyrometry.**

Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Radioaparaty i części składowe.**

„Tytan“ (fabr.)—Warszawa, Tamka 14, tel. 10-64.  
 „Ericsson“—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
 INTER-RADIO, Sp. z o. o.—Warszawa, Królewska 29a m. 4,  
 tel. 118-03.  
 „Natawls“—Warszawa, Marszałkowska 137, tel. 38-20.  
 Mallecki S. i Kawiński W.—Warszawa, Chmielna 9, tel. 96-02.  
 Polska Fabryka Telefonów, Sp. Akc. — Warszawa, Sien-  
 kiewicza 3, tel. 58-67.

Spółka Akcyjna „Philips“  
 Warszawa, Karolkowa 36, tel. 211-45.

P. T. R. POLSKIE T-WO RADJOTECHNICZNE  
 Warszawa, Wilcza 22, telef. 38-80 i 38-83.

Polskie Zakłady Radjotechniczne K. Plotowski I S-ka—  
 Warszawa, Chmielna 70, tel. 140-13.  
 Zygadło S. I Legotke W., Inż. — Warszawa, Marszałkow-  
 ska 72, tel. 76-73.

**Silniki elektryczne.**

„Technorient“ Sp. z ogr. odp.—Warszawa, Al. Jerozolim-  
 ska 17, tel. 15-16.  
 Błędowski Białowiejski I S-ka — Warszawa, Żórawia 27,  
 tel. 280-30.  
 Borkowscy B-cia — Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46.  
 „Brown, Boveri“ Polskie Zakłady Elektryczne—Warszawa,  
 Bielańska 6, tel. 220-96.  
 Bryglewicz, Zucker I S-ka—Warszawa, Marszałkowska 119,  
 tel. 37-40.  
 A. Fiszer I S-ka — Warszawa, Marszałkowska 81a tel. 240-87,  
 i 294-39.  
 Hirszowski J. Inż. — Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83 65.  
 Korewa L. I S-ka (fabr.) — Warszawa, Wola Syreny 7,  
 tel. 31-75.  
 Kühn E. I S-ka — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.  
 Moszkowski A. I S-ka Inż.—Warszawa, Sienna 23, tel. 89-65.  
 Polskie Tow. Elektryczne — Warszawa, Jerozolimska 71,  
 tel. 91-58.

**Sygnalizacja elektryczna.**

„Ericsson“ — Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.

„Hencil“ Wytwórnia—Warszawa, Żelazna 67, tel. 189-14.  
 Kühn E. I S-ka — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.  
**Sygnalizacja pożarowa ręczna i automatyczna.**  
 Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych,  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Tablice rozdzielcze.**

„Brown Boveri“ Polskie Zakłady Elektryczne—Warszawa,  
 Bielańska 6, tel. 220-96.  
 Elektropol — Warszawa, Karmelicka 25, tel. 294-19.  
 A. Fiszer I S-ka—Warszawa, Marszałkowska 81a tel. 240-87  
 i 294-39.  
 Sawicki K., Goslewski J., Inż. — Warszawa, Zgoda 1, tel.  
 262-75.

**Telefony.**

„Ericsson“—Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
 Polska Fabryka Telefonów Sp. Akc.—Warszawa, Sienkiewi-  
 cza 3, tel. 58-67 i 88-00.  
 Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych,  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Transformatory.**

„Brown Boveri“ Polskie Zakłady Elektryczne—Warszawa  
 Bielańska 6, tel. 220-96.  
 Bryglewicz, Zucker I S-ka—Warszawa, Marszałkowska 119,  
 tel. 37-40.  
 A. Fiszer I S-ka.—Warszawa Marszałkowska 81a tel. 240-87  
 i 294-39.

**Wytwórnia Transformatorów Dzwonkowych**  
 „J. T. HYPERION“ I i 2 Amper.  
 J. THISCH, Warszawa, ul. 11 listopada 4.

**Turbiny parowe.**

„Brown Boveri“ Polskie Zakłady Elektryczne—Warszawa,  
 Bielańska 6, tel. 220-96.

**Wentylatory.**

Inż. Adam Felichenfeld.  
 Warszawa, Zielna 11, tel. 127-01.

**Zakłady elektrotechniczne.**

Boye J. Inż. — Warszawa, Chłodna 19, tel. 36-89.  
 Bryglewicz, Zucker I S-ka — Warszawa, Mazowiecka 11,  
 tel. 37-40.  
 Gaertig I S-ka — Poznań, Pocztowa 26.  
 Korewa L. I S-ka (fabr.) — Warszawa, Wola Syreny 7,  
 tel. 31-75.

**Zabezpieczenie skarbów.**

„Ericsson“, Warszawa, Al. Ujazdowskie 47 tel. 102 i 115  
 Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Zakłady Instalacyjne.**

Zakłady Elektryczne. „Inż. Antoni Skudro” — Warszawa  
 Strzelecka 29. tel. 59-86.

**Zegary elektryczne i stemple zegarowe.**

„Ericsson“, Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 102 i 115.  
 Polskie Zakłady Siemens S. A. Oddział prądów słabych  
 Warszawa, Krucza 31, tel. 30-35.

**Żarówki.**

„Technorient“ Sp. z ogr. odp.—Warszawa, Al. Jerozolim-  
 ska 17, tel. 15-16.  
 Bajkowski Maxymiljan—Warszawa, Chmielna 43, tel. 247-70.  
 Borkowscy B-cia — Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46.  
 Goldberg A. — Warszawa, Graniczna 4, tel. 74-36  
 Goldberg J. — Warszawa, Nalewki 34, tel. 292-33.  
 Hirszowski J. Inż. — Warszawa, Kredytowa 2/4, tel. 83-55.  
 Kühn E. I S-ka—Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.

Spółka Akcyjna „Philips“  
 Warszawa, Karolkowa 36, tel. 211-45.

Szereszewski Baumberg I S-ka Inż. — Warszawa, Elektro-  
 ralna 5, tel. 140-80.

**Żyrandole.**

Borkowscy B-cia (fabr.)—Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 42-46  
 Jabłoński I S-ka — Warszawa, Królewska 16, tel. 118-14.  
 Kühn E. I S-ka — Warszawa, Marszałkowska 71, tel. 67-52.  
 Lerman D. (fabr.) — Warszawa, Pańska 47, m. 19.  
 Marcinlak A. I S-ka (fabr.)—Warszawa, Złota 49, tel. 260-79.  
 Nowik I Serejski (fabr.)—Warszawa, Elektoralna 20, tel. 70-86.  
 Jan Serkowski, Sp. Akc.—Warszawa, Nowolipie 76/8 tel. 6-12



**ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE**

**Wacław Brygiewicz, Michał Zucker i S<sup>KA</sup>**

**„Bezet”** Spółka Akcyjna w Warszawie

**Zarząd, Biuro Instalacyjne i Handlowe:**

Marszałkowska 119, telefon 37-40 i 274-84

**Fabryka Aparatów i Maszyn Elektrycznych**

Skierniewicka 7 (dom własny) telefon 274-49

**Skład Artykułów i Maszyn Elektrycznych**

Mazowiecka 11, telefon 9-98

Adres telegraficzny „BEZET-WARSZAWA”.



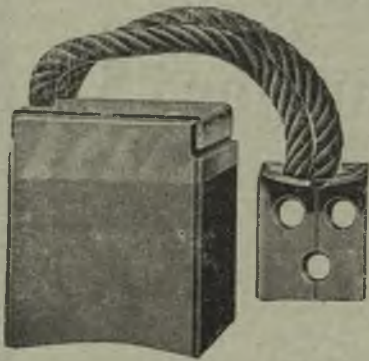
**Wciągi osobowe i towarowe  
elektr i mech  
Zórawie-Dźwigi-  
Lewary**

**ZJEDNOCZONE PRZEDSIĘBIORSTWA ELEKTRYCZNE**  
INŻYNIER K. GAERTIG i S<sup>KA</sup> T.Z.O.P. TEL. 3584  
POZNAŃ, ul. Pocztowa 26.

Generalni Przedstawiciele  
**Fabryki dźwigów J.SHAMMEL**  
w Wrocławiu.



## Szczotki węglowe Ringsdorffa Trzymadła do szczotek Ringsdorffa



idealnie skonstruowane dla maszyn elektrotechnicznych.  
GENERALNA REPREZENTACJA I SKŁAD

Biurowe Techniczne i skład maszyn

**B-cia Goldlust**

ŁÓDŹ

WARSZAWA

Al. Kościuszki 32

ul. Sienna 1

Tel. 994

Tel. 186-37

REPREZENTACJA I SKŁAD  
DLA WIELKOPOLSKI I POMORZA

**„STRZAŁA”**

ZAKŁADY PRZEMYSŁOWE

Inż. E. Namysł

POZNAŃ

Al. Marcinkowskiego 20, Tel. 5065.

**Biuro Techniczne**

# Inż. E. Błędowski i S. Białowiejski

Żórawia 27. Telefon 280-30.

Wszelkie urządzenia elektryczne.

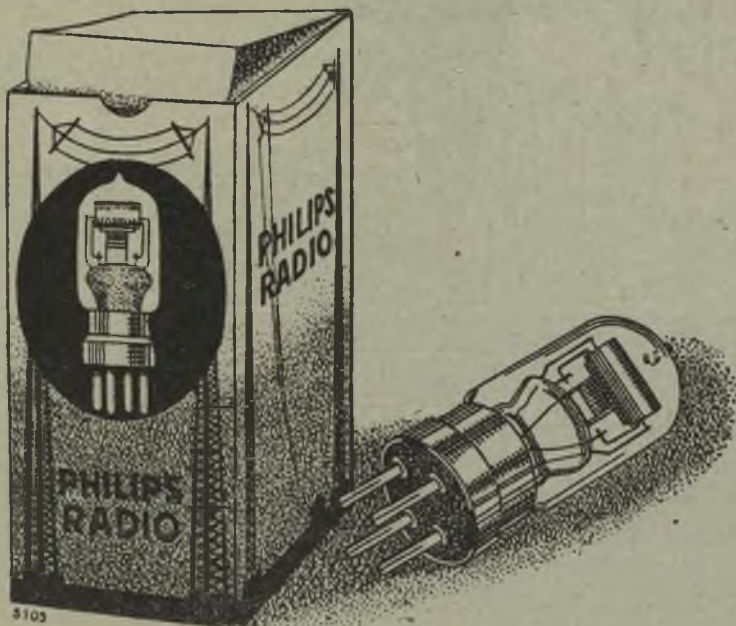
Budowa kompletnych stacji elektrycznych.

Sprzedaż maszyn i artykułów elektrotechnicznych.

Kosztorysy na żądanie.

# Radjo lampy Philips'a

zapewniają  
najlepszy odbiór



34 letnie

doświadczenie w dziedzinie fabrykacji lamp elektrycznych jest najlepszą rękojmią znakomitych właściwości

RADJO LAMP

## Philips'a.

Ładujcie akumulatory za pomocą prostowników

## Philips'a.