

CHCIAŁBYŚ PRZELICZYĆ TĘ ILOŚĆ ZUŻYTYCH  
KORKÓW, KTÓRE ZASTĄPI JEDEN US?

# US



**S. KLEIMAN**  
**i S-owie**

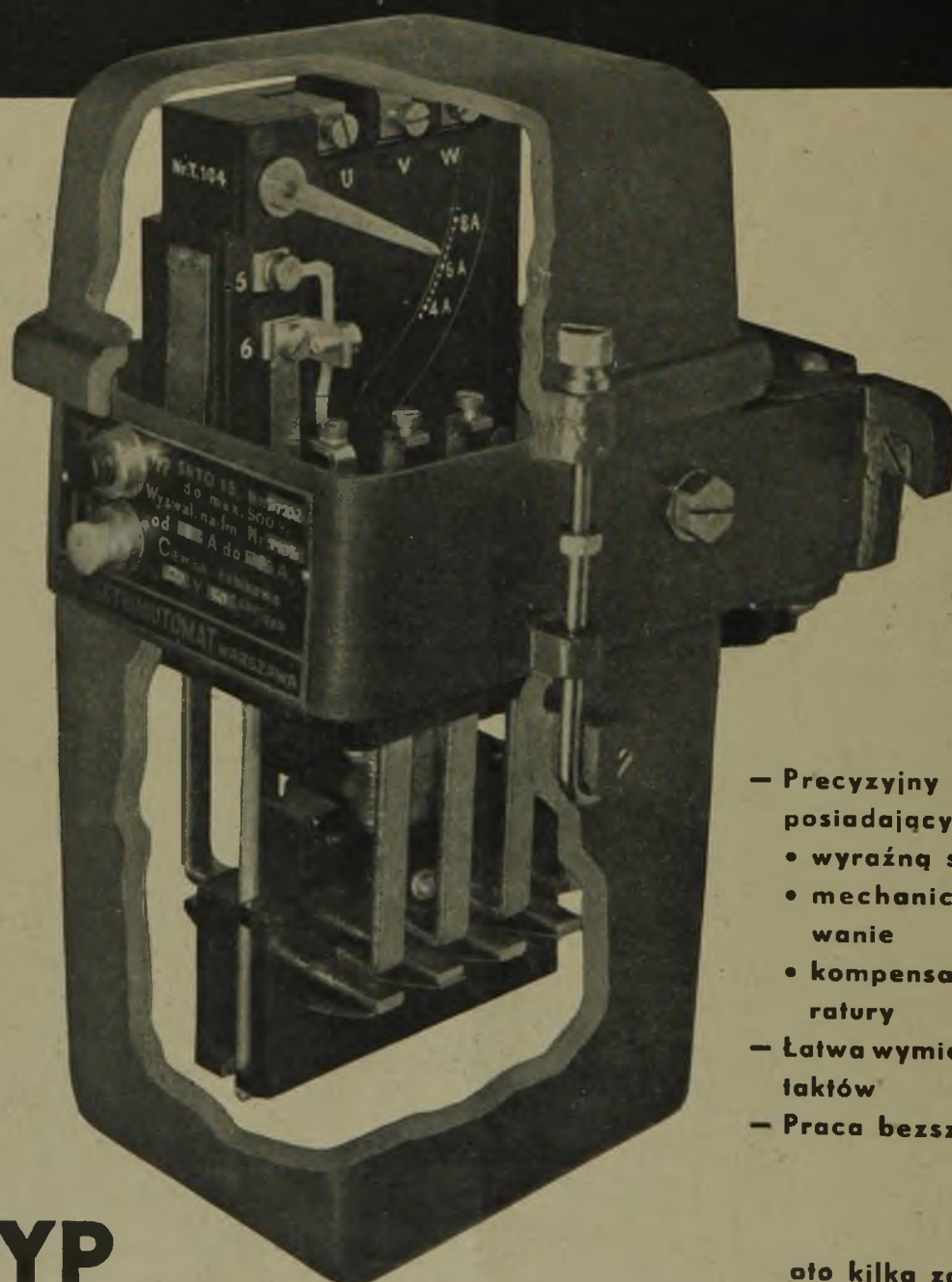
WARSZAWA OKOPOWA 19



# ELEKTROAUTOMAT

WARSZAWA, DZIELNA 72

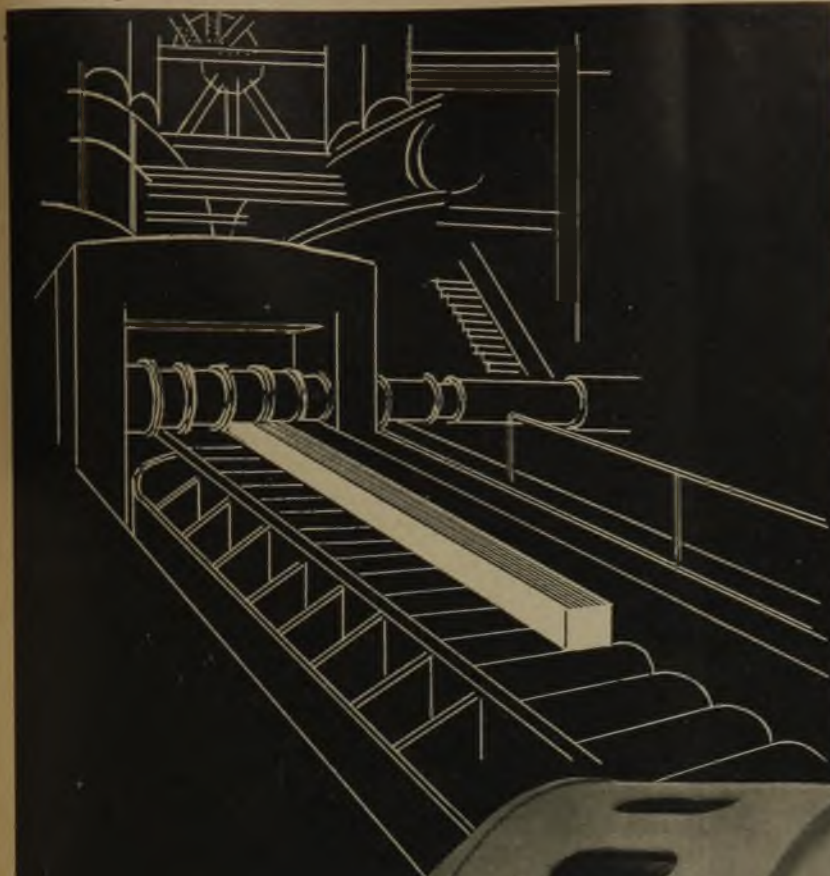
TEL. 11.94-77, 11.94-88



- Precyzyjny wyzwalacz, posiadający
  - wyraźną skalę
  - mechaniczne rygłowanie
  - kompensację temperatury
- Łatwa wymiennność kontaktów
- Praca bezszmerowa

## TYP SNTO 15

oto kilka zalet nowego wyłącznika nadmiarowo-zanikowego sterowanego z odległości

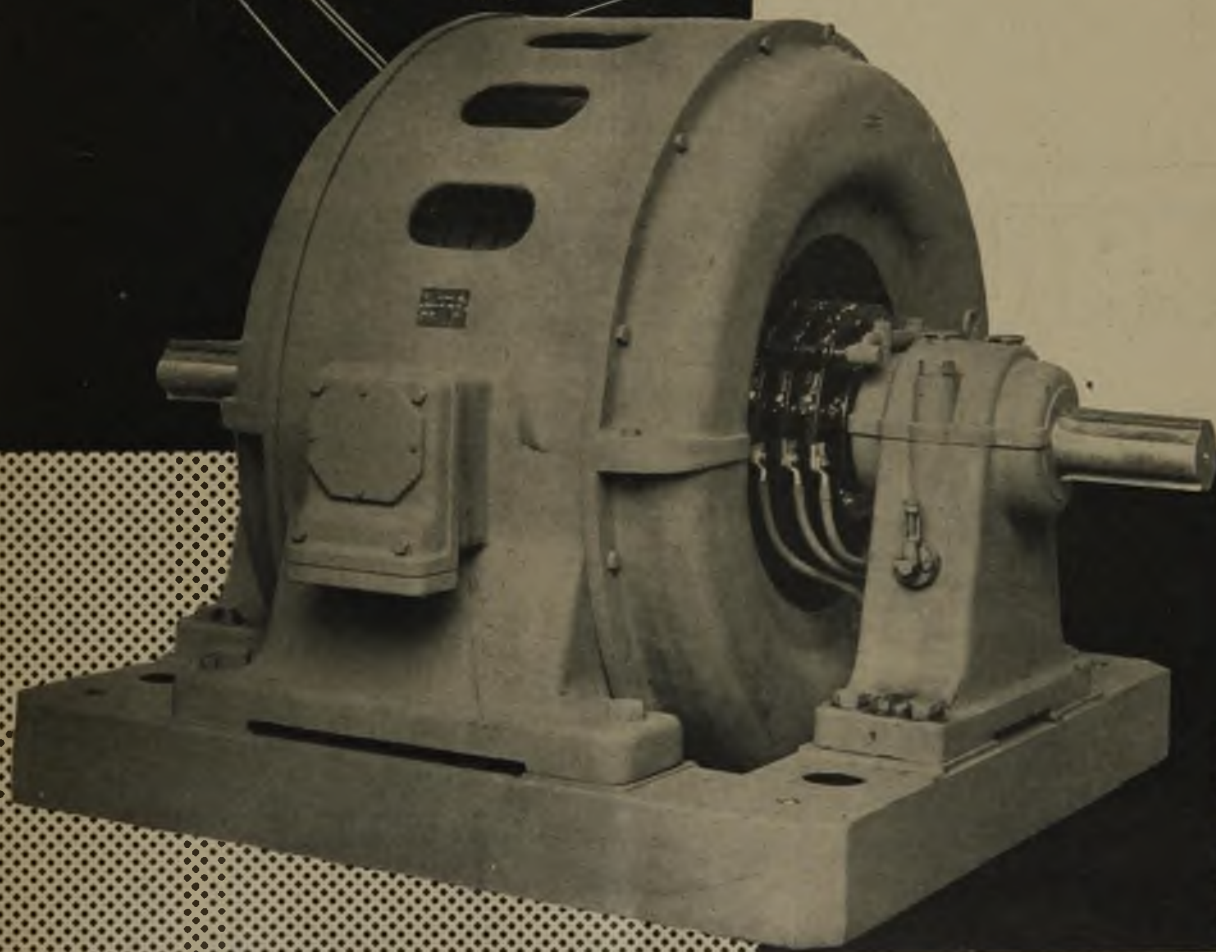


## ELEKTRYCZNE NAPĘDY DLA WALCOWNI i HUT

Silniki asynchroniczne  
we wszelkich wykonaniach  
o mocy do **3000 KM**

Silniki prądu stałego  
o mocy do **1000 KM**

Zespoły przetwornicowe  
Napędy pomocnicze



# ROHN-ZIELIŃSKI

B R O W N B O V E R I



# J. JOHN

S.P. A.K.C.  
W ŁODZI

BIURA

WŁASNE:

WARSZAWA

KRAKÓW

POZNAŃ

KATOWICE

LWÓW

GDAŃSK



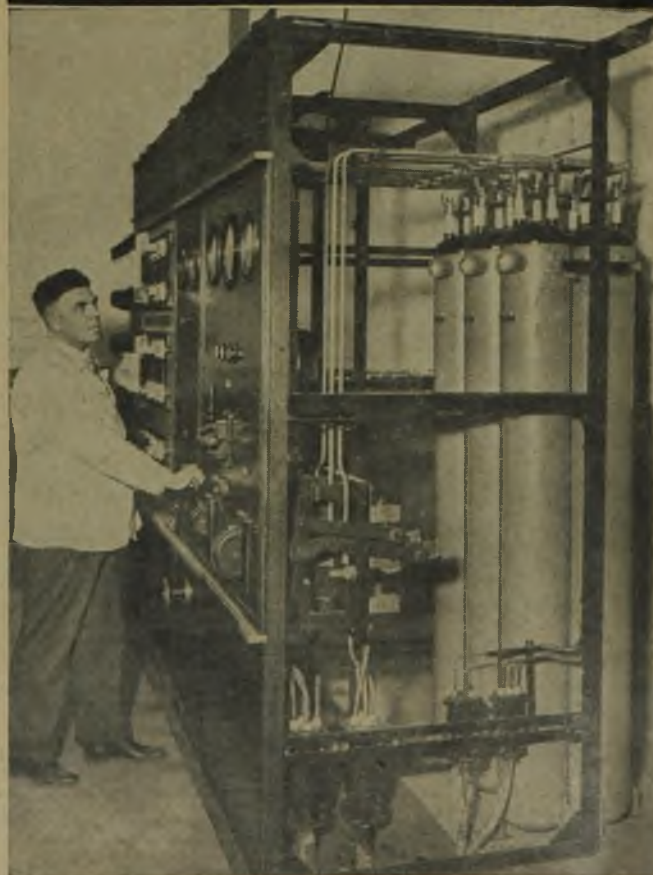
Motoreduktor wbudowany w płaszcz silnika

WYKONYWA:  
PRZEKŁADNIE ZĘ-  
BATE W SKRZY-  
NIACH OLIWNYCH

MOTOREDUKTORY  
DO WBUDOWANIA  
W PŁASZCZ SILNIKA  
Z WBUDOWANYM  
W NIE SILNIKIEM

PĘDNIĘ. SPRZĘ-  
GŁA SPRĘŻYSTE.  
NAPRĘŻACZE. TO-  
KARKI I WIERTARKI

## PHILIPSA *KONDENSATORY CIŚNIENIOWE*



do poprawienia  
współczynnika mocy  
 **$\cos \varphi$**  na różne  
napięcia sieci  
od 380 do 17000 V

Szczegółowe oferty i kosztorysy  
wysyłają:

POLSKIE ZAKŁADY **PHILIPSA** S. A.  
WYDZIAŁ PRZEMYSŁOWY  
warszawa karolkowa 36-44



300 amperowy przewoźny zespół

# Polski Przemysł Elektryczny „ELIN”

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

**WARSZAWA**

Jaworzyńska 8

Tel. 81213

**KRAKÓW**

Kopernika 6/II p.

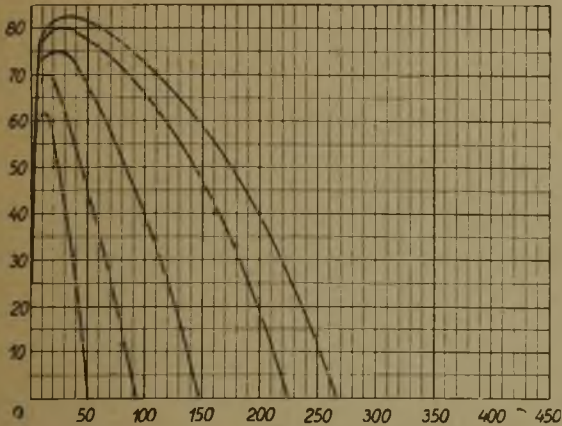
Tel. 11137

**LWÓW**

Zimorowicza 15

Tel. 27100

## PATENTOWANE ZESPOŁY DLA SPAWANIA ELEKTRYCZNEGO systemu D-ra ROSENBERGA



**Zalety:**

**Spawanie prądem stałym**

**Zupełnie ciągła regulacja prądu bez dodatkowych aparatów i bez strat**

**Samoczynna regulacja napięcia**

**Wysoka sprawność i wydajność**

Jak wynika z umieszczonego obok zdjęcia charakterystyki statycznej maszyny, jej szczególną właściwością jest wyjątkowo niskie napięcie biegu luzem (ok. 40 – 50 V.), zapewniające całkowite bezpieczeństwo obsłudze także w najniekorzystniejszych warunkach pracy a równocześnie obniżające odpowiednio zużycie energii.

CENTRALNE BIURO SPRZEDAŻY PRZEWODÓW

# „CENTROPRZEWÓD”

Spółka z ogr. odp.

WARSAWA, KRÓLEWSKA 23. Tel. 340-31, 340-32, 340-33 i 340-34

## PRZEWODY IZOLOWANE

Z FABRYK KRAJOWYCH W WYKONANIU PRZEPISOWYM, OZNACZONE ŻÓŁTĄ NITKĄ S. E. P.

Tablice licznikowe



Wylłączniki drążkowe



Bezpieczniki domowe



Lampy ręczne



Wtyczki



Inż. Wł. Piata i Paweł Zauder

Fabryka Elektrotechniczna  
Łódź, ul. Sienkiewicza 163





Aparaty elektryczne dla statków morskich

## Maszyny i Aparaty Elektryczne do statków morskich

Maszyny, transformatory i dławiki dla radiostacji nadawczych.

Przetwornice rodzaju prądu, napięcia i okresów.

Prądnicze trójfazowe i jednofazowe.

Aparaty elektryczne do suwnic i żorawi.

Regulatory obrotów i rozruszniki samoczynne do silników większych mocy.

Maszyny i aparaty elektryczne do specjalnych celów.

WYRABIA

WYTWÓRNIA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH

**K. i W. PUSTOŁA**

SPÓŁKA KOMANDYTOWA

Warszawa 4, ul. Jagiellońska 4/6. Telefon 10.33-26



## kto chce dobrze izolować

kupuje dobrą taśmę izolacyjną. Przy najbliższej sposobności radzimy wypróbować nasz wyrób. Taśmy czarna i biała dostarczamy opakowane w stanioli w krążkach 50, 100 i 150 gr.

ZAKŁADY KAUCZUKOWE  
**PIASTÓW, SP. AKC.**

WARSZAWA, ŻŁOTA 35, TEL. 5.33-49 i  
5.62-60

## Inż. EDMUND ROMER

LWÓW, UL. OBMIŃSKIEGO Nr. 16  
TEL 278-37

Nowe cenniki nadsyłamy na żądanie.

poleca:

### ELEKTRYCZNE PRZYRZĄDY POMIAROWE

amperomierze, woltomierze, przyrządy wielokresowe, ohmomierze, oporniki precyzyjne

### OPORNIKI SUWAKOWE

wszelkich typów i wielkości

## DROBNE OGŁOSZENIA

### 4 silniki na prąd stały do sprzedania:

- 1) **Bergmann** 440 V; 71 A; 28 kW; 38 KM z regulacją obrotów w zakresie 530—1250 obr/min ze sterowaniem automatycznym.
- 2) **Vereinigte Elektromotor-Werke** 220 V; 32 A; 5,9 kW; 8 KM 950 obr/min z rozrusznikiem.
- 3) **A. E. G.** 220 V; 12,2 A; 2,2 kW; 3 KM z regul. obr. w zakresie 990—1580 obr. min, ze sterowaniem automatyczn..
- 4) **Glaser & Baum** 220 V, 12,7 A; 3 KM z regulacją obrotów w zakresie 1280—1920 obr/min ze sterowaniem automatycznym, loco Poznań.

Silniki te znajdują się w najlepszym stanie używalności. Zapytania kierować do Biura Ogłoszeń „PAR”, Poznań, Al. Marcinkowskiego pod Nr. „2.133”.

### SILNIKI ELEKTRYCZNE

na prąd stały 110, 220 i 440 V  
sprzedaje ze składu

**Zakład Elektromiern.**

**JULIAN SZWEDE**

Warszawa, ul. Kopernika 14.

**Agregat Dieslowski** z generatorem trójfazowym 6300 V, ok. 240 kVA, w dobrym stanie,

poszukiwany do kupna

Zarząd Miejski, Nowy Targ.

Poszukuję używany, lecz w dobrym stanie jednofazowy normalny, bezpośredni **watomierz laboratoryjny** na 300 V i 5 A. St. Czyzewski, Baranowicze, Mała 6.

Silniki elektryczne pr. zmiennego 3000 V, od 20 do 250 KM stale na składzie. Biuro Techniczne Inż. S. Lehenhaft Łódź, ul. Wólczańska 35, telefon 205-59.

**Wytwórnia sztydżików** mosiężnych trawionych czarno-oksydowanych i innych  
**Z. JAWORSKI**  
Łódź, Narutowicza 87

**Technika-Elektryka**  
z kilkuletnią praktyką w dużej elektrowni parowej

poszukuje

Przedsiębiorstwo górniczo-przemysłowe. Oferty z odpisami świadectw prosimy kierować do Adm. „W. E.” Warszawa 1, Królewska 15 pod „Elektryk”.

### SPRZEDAMY

używane silniki na prąd stały:

Fabryki A. E. G.

440 V, 20	KM, 950	obr min
440 V, 10	KM, 950	„
440 V, 8	KM, 1260	„
440 V, 8	KM, 1310	„

Fabryki B. E. C.

110 V, 3,5	KM, 1000	„
110 V, 3,5	KM, 1000	„

Zapytania prosimy kierować pod adresem:

### CUKROWNIA ŚWIECIE

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością w Świeciu n Wiśłą.

Najmniejsze ogłoszenie w układzie 4-szpaltowym na wysokość 15 mm kosztuje 2 zł.

Każdy następny wiersz milimetrowy 15 groszy.

Oferty i luźno dołączony znaczek za 25 groszy na dalszą wysyłkę winny być nadsyłane w osobnej kopercie z zaznaczeniem godła.

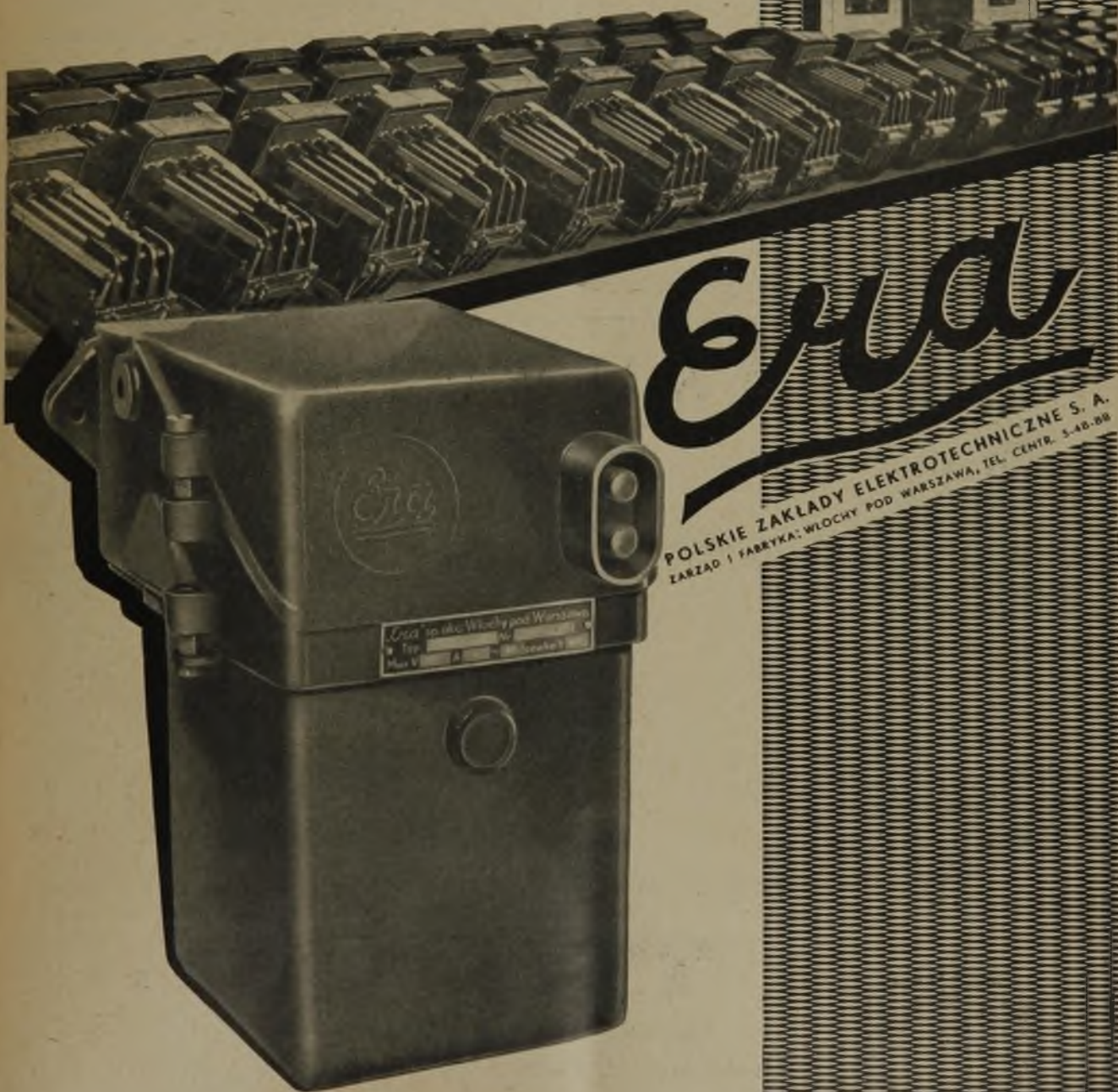


# SAMOCZYNNY WYŁĄCZNIKI OLEJOWE

**naszego systemu**

są niezawodne w działaniu i wyróżniają się tak solidną budową jak i dokładnością wykonania wszystkich części składowych.

Dzięki tym zaletom najpoważniejsze Zakłady w Polsce stosują nasze wyłączniki we wszystkich wypadkach, gdzie zachodzi potrzeba absolutnego zabezpieczenia różnych urządzeń elektrycznych.



# EWA

POLSKIE ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE S. A.  
ZARZĄD I FABRYKA: WŁOCZY POD WARSZAWĄ, TEL. CENTR. 5-46-88



Dobre filtry  
powietrzne  
przedłużają  
życie maszyn!



Filtry

**DELBAG  
VISCIN**

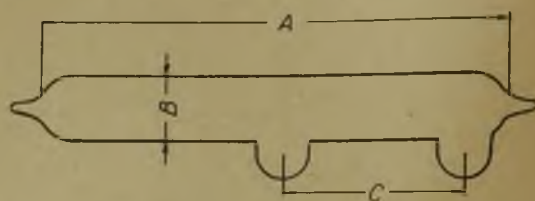
nie  
zawodzą!

Chronie przed szkodliwym działaniem kurzu  
generatory, kompresory, silniki i t. p.

Wyłączny  
wytwórca

**B. FILIPSKI**

ŻORY, GÓRNY ŚLĄSK UL. NOWA 6, TEL. 30



Wyłącznik ręciovononowy

**niezawodne  
w działaniu**

WYŁĄCZNIKI, PRZEŁĄCZNIKI,  
PRZEKAŹNIKI, TERMOMETRY  
KONTAKTOWE STAŁE I ZMIENNE,  
BEZPIECZNIKI CIEPLNE  
R T Ę C I O W E

Wyrobu f. A. Zuckscherdt,  
Glasinstrumenten-Fabrik

Przedstawicielstwo:

**„DACHO”**

Inż. A. CHOMICZ  
Warszawa, ul. Ś. to Krzyska 28  
telefon 6-16-15



**AKUMULATORY**

O Ł O W I A N E

i Ż E L - N I K L O W E

WSZELKICH POJEMNOŚCI I WE WSZYSTKICH MOŻLIWYCH WYKONANIACH

- S T A C Y J N E
- S T A R T E R O W E
- R A D I O W E
- D O W Ó Z K Ó W
- D O W O Z Ó W M O T O R O W Y C H
- D O S Y G N A L I Z A C J I

LATARKI ELEKTRYCZNE • N I K A •

ZAKŁADY AKUMULATOROWE SYST.

**TUDOR** S. A.

CENTRALA: WARSZAWA, UL. ŻŁOTA 35. TEL. 562-60

ODDZIAŁY: POZNAŃ - LWÓW - BYDGOSZCZ - KATOWICE





# W I A D O M O Ś C I E L E K T R O T E C H N I C Z N E

C Z A S O P I S M O D L A E L E K T R Y K Ó W - P R A K T Y K Ó W

Redaktor: inż. el. Włodzimierz Kotelewski • Warszawa, ul. Królewska 15. Tel. 522-54

R O K V I • L U T Y 1 9 3 8 R. • Z E S Z Y T 2

Treść zeszytu 2-go: 1. ELEKTRYCZNE SPAWANIE ŁUKOWE inż.-el. T. Żarnecki. 2. OBSŁUGA STACYJNYCH AKUMULATORÓW KWASOWYCH inż.-el. T. Monkiewicz. 3. O ZASTOSOWANIU FOTOOGNIWA DO POMIARÓW FOTOMETRYCZNYCH inż. St. Kędzierski. 4. LAMPY SODOWE I RTĘCIOWE inż. M. Wodnicki. 5. DZIAŁ BEZPIECZEŃSTWA PRACY: „ZAPORA ŚWIETLNA” PRZY MASZYNACH. 6. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE. 7. SKRZYŃKA TECHNICZNA. 8. NOWOŚĆ W DZIEDZINIE MOSTKÓW POMIAROWYCH.

## Elektryczne spawanie łukowe.

Inż.-el. T. ŻARNECKI.

(Ciąg dalszy).

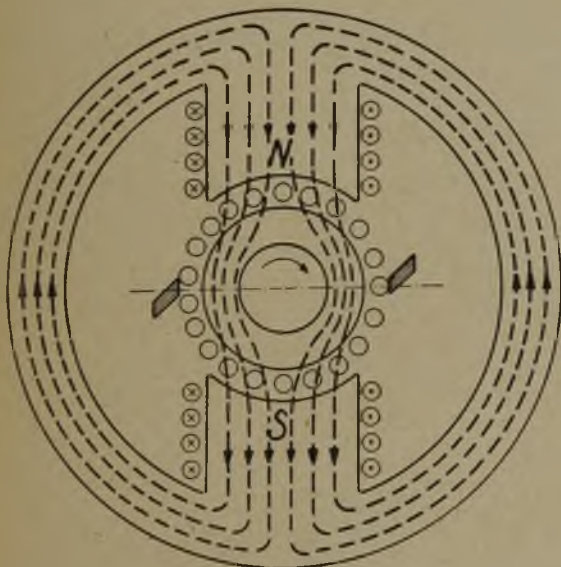
### Maszyny spawalnicze prądu stałego.

Prądnicą o polu poprzecznym (syst. D-ra Rosenberga).

W omawianych dotychczas\*) prądnicach do spawania — zarówno o własnym, jak i obcym wzbudzeniu, — napięcie na zaciskach wywołane było przez pole magnetyczne wzbudzone w biegunach zaopatrzonych w uzwojenia magnesujące.

Oprócz tego — **głównego** (zasadniczego) — pola magnetycznego, którego linie sił przechodzą przez bieguny, szczelinę powietrzną, twornik oraz jarzmo maszyny

sunięcia szczotek na komutatorze z położenia na rys. 20 w położenie pokazane na rys. 22\*).

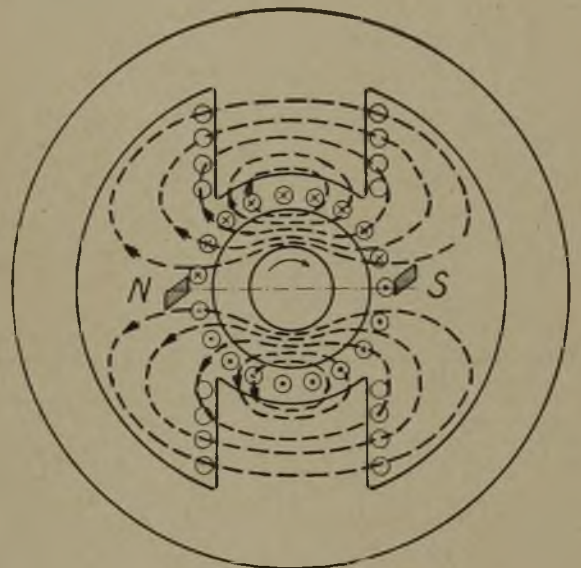


Rys. 20.

Pole główne dwubiegunowej prądnicy prądu stałego.

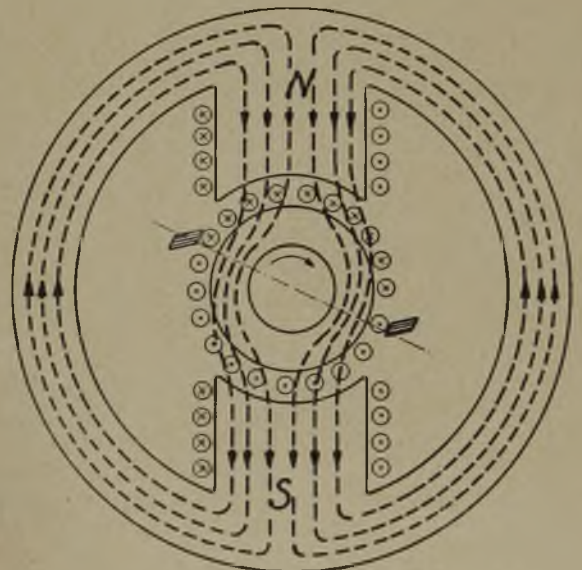
(rys. 20), powstaje **przy obciążeniu** prądnicy dodatkowe pole magnetyczne, które zostaje wzbudzone w tworniku przez prąd, przepływający w jego uzwojeniu; pole to posiada kierunek prostopadły do kierunku pola głównego i stąd nosi nazwę **pola poprzecznego** (rys. 21).

W normalnych prądnicach prądu stałego (używanych np. do oświetlenia) pole poprzeczne jest słabsze od pola głównego; wywołuje ono zniekształcenie pola magnetycznego prądnicy (rys. 22), zmuszając nas do prze-



Rys. 21.

Poprzeczne pole twornikowe.



Rys. 22.

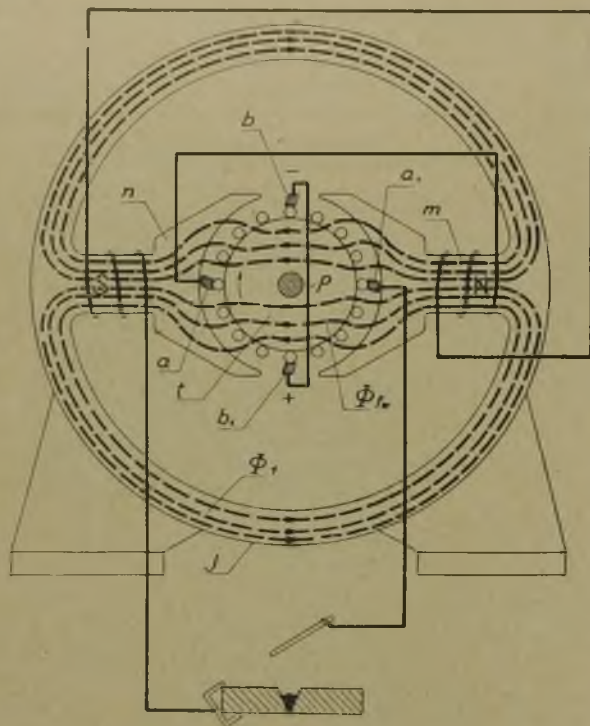
Wypadkowe pole prądnicy prądu stałego (przy obciążeniu).

\*) por. zeszyt XII/1937 r. „W. E.” str. 337.

\*) Dokładnie omówione zostało pole poprzeczne w zeszycie 7/1936 r. „W. E.” str. 183 — 184.



Istnienie pola poprzecznego zostało wykorzystane — w celu osiągnięcia dogodnej dla spawania charakterystyki statycznej — w prądnicach syst. D-ra Rosenberga. Początkowo omówimy jedynie zasadę działania tej prądnicy, bez uwzględnienia jej osobliwości konstruk-



Rys. 23.

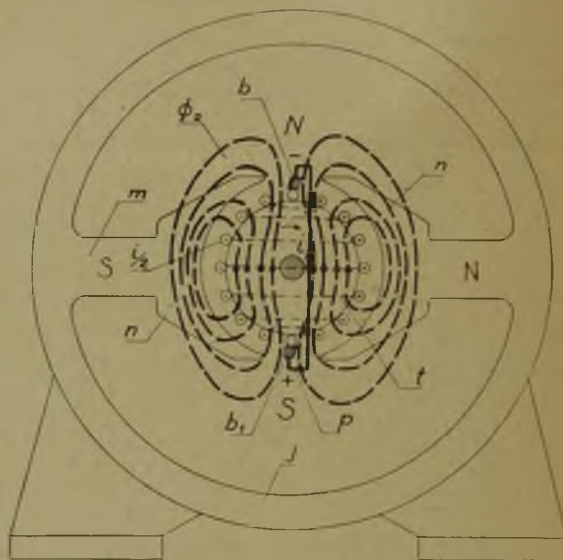
Stan magnetyczny prądnicy spawalniczej o polu poprzecznym przy biegu jałowym.

cyjnych. Schematycznie prądnica ta pokazana jest na rys. 23. Główne pole magnetyczne  $\Phi_1$  (rys. 23) wzbudzone w czasie pracy prądnicy przez uzwojenie szeregowo umieszczone na biegunach prądnicy, wytwarzane jest w stanie jałowym prądnicy (t. j. wtedy, gdy jest ona nieobciążona) przez magnetyzm szczątkowy. Linie sił pola  $\Phi_1$  biegną przez magnesy  $m$ , twornik  $t$  oraz jarzmo  $j$  prądnicy. Twornik prądnicy posiada dwubiegunowe uzwojenie wykonane z prętów; na schemacie — dla uproszczenia — pręty te pokazane są, jako rozmieszczone na obwodzie twornika. Na komutatorze, który dla prostoty został na schemacie pominięty, ustawione są dwie pary szczotek, a mianowicie: szczotki robocze  $a - a_1$ , pod biegunami, oraz pomocnicze szczotki  $b - b_1$  w strefie obojętnej, t. j. tam, gdzie umieszcza się zwykle szczotki przy normalnej prądnicach\*); szczotki  $b - b_1$  są zwarte przewodem  $p$  o znikomej oporności.

Gdy pręty wirującego twornika przecinają pole  $\Phi_1$ , wznieca się w nich siła elektromotoryczna, powodująca przepływ prądu  $i$  przez uzwojenie twornika, pomocnicze szczotki  $b - b_1$  i łączący je przewód  $p$ . Na rys. 24 pokazany jest rozptył prądu  $i$  w prętach twornika. Jak widzimy, wirujące pręty twornika z przepływającym przez nie prądem  $i$  działają, jak nieruchoma w przestrzeni zwojnica; dookoła tej zwojnicy tworzy się t. zw. poprzecz-

ne pole magnetyczne  $\Phi_2$ , prostopadłe do pola  $\Phi_1$ ; powstaniu pola poprzecznego  $\Phi_2$  sprzyja kształt masywnych nabiegunków  $n$ , przez które pole to częściowo przebiega.

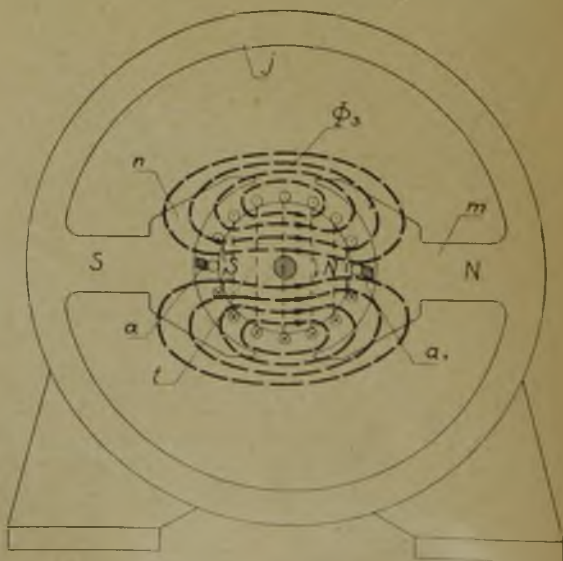
Podobnie, jak powstał prąd  $i$ , gdy pręty twornika przecinały pole  $\Phi_1$ , tak i przy przecinaniu pola poprzecz-



Rys. 24.

Poprzeczne pole twornikowe w prądnicach spawalniczych syst. D-ra Rosenberga. (inne, istniejące jednocześnie, pola magnetyczne — dla przejrzystości — pominięto).

nego  $\Phi_2$  powstaje w wirujących prętach twornika  $n$  o w siła elektromotoryczna i na szczotkach  $a - a_1$  pojawia się napięcie. Gdy obwód wewnętrzny prądnicy jest otwarty i prąd w tym obwodzie nie płynie, — wówczas napięcie na szczotkach  $a - a_1$  nie przekracza naogół 40 V; jest to napięcie biegu jałowego prądnicy. Zamknijmy teraz obwód zewnętrzny prądnicy przez duży opór, tak aby popłynął niewielki prąd  $I$  (o natężeniu kilku amperów) przez uzwojenie twornika, przez szczotki  $a - a_1$ , uzwojenie szeregowo umieszczone na biegunach prądnicy oraz przez obwód zewnętrzny. Prąd  $I$ , płynący przez uzwojenie



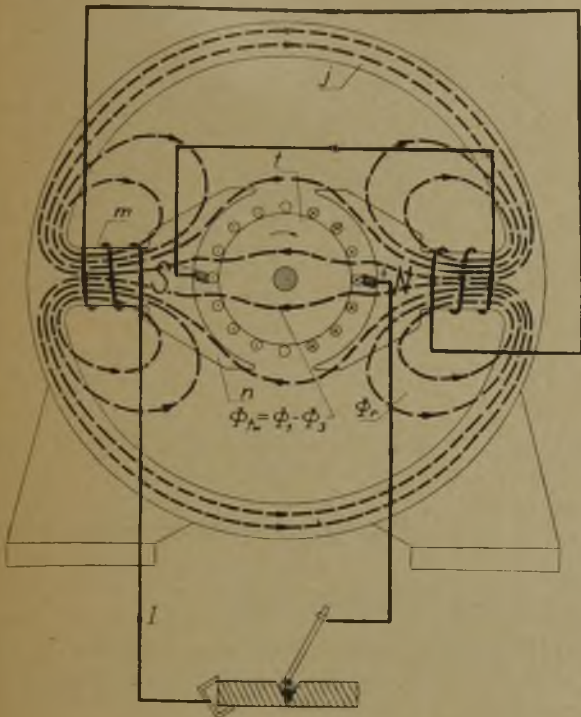
Rys. 25.

Przebieg pola magnetycznego  $\Phi_3$ .

\*) Ustawienie szczotek na schemacie rys. 23 odpowiada t. zw. uzwojeniu pierścieniowemu (Gramme'a); przy uzwojeniu bębnowym — na skutek odpowiedniego wygięcia połączeń czołowych cewek — ustawienie szczotek w stosunku do biegunów prądnicy będzie cokolwiek inne.



magnesów, wzmocni pole  $\Phi_1$  wywołane w stanie jałowym prądnicą przez magnetyzm szczątkowy. Wzrost pola  $\Phi_1$  powoduje z kolei wzrost prądu i oraz wzmocnienie pola poprzecznego  $\Phi_2$ . Ponieważ napięcie na szczotkach  $a - a_1$  przy stałej liczbie obrotów twornika prądnicą, rośnie proporcjonalnie do pola  $\Phi_2$ , — powstaniu prądu  $I$  w obwo-



Rys. 26.

Przebieg linii sił w prądnicie o polu poprzecznym przy obciążeniu — w czasie spawania. (W jarmie jest tu w rzeczywistości więcej linii sił, niż na rys. 23).

dzie zewnętrznym towarzyszy wzrost napięcia na zaciskach prądnic.

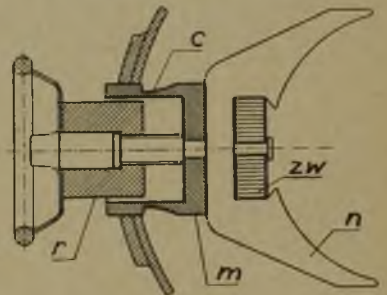
Przy dalszym wzroście prądu  $I$  zjawisko komplikuje się. Prąd  $I$  przepływający przez pręty twornika wzbudza nowe pole magnetyczne  $\Phi_3$ , prostopadłe do pola  $\Phi_2$  i skierowane przeciwnie do pola  $\Phi_1$  (rys. 25). Linie pola  $\Phi_3$  biegają przez twornik  $t$ , nabiegunki  $n$  oraz przez powietrze między obydwoma nabiegunkami. Pole  $\Phi_3$  rośnie wraz ze wzrostem prądu  $I$  i stara się wypchnąć z twornika na zewnątrz linii sił głównego pola  $\Phi_1$ . W tworniku pozostaje w ten sposób pole  $\Phi_{tw} = \Phi_1 - \Phi_3$  (rys. 26). Wzrost prądu  $I$  powoduje, jak wiemy, wzrost pola  $\Phi_1$ ; ten ostatni nie trwa jednakże długo: cienkie jarzmo prądnicę nasyca się szybko i zamiast pola  $\Phi_1$  wzrasta pole rozproszone  $\Phi_r$  (rys. 26). Tak więc przy powiększającym się obciążeniu prądnicą (przy wzroście prądu spawania  $I$ ) wzrasta początkowo pole  $\Phi_1$ , wzrost ten zostaje jednakże szybko zahamowany przez rozproszenie oraz nasycenie magnetyczne. Pole  $\Phi_1$  rośnie prawie proporcjonalnie do prądu  $I$ . Przy wzroście natężenia prądu  $I$  pole  $\Phi_{tw} = \Phi_1 - \Phi_3$  początkowo rośnie, później zaś szybko maleje, by wreszcie przy pewnym natężeniu prądu  $I$  osiągnąć wartość zero (stan zwarcia).

Wraz ze zmianą wielkości wypadkowego pola  $\Phi_{tw}$  zmienia się natężenie prądu  $i$ , a więc i pole  $\Phi_2$ , przez prąd ten wzbudzone. A ponieważ wiemy, że od pola  $\Phi_2$  zależy napięcie na zaciskach prądnic, możemy więc zrozumieć

obecnie przebieg charakterystyki statycznej prądnic D-ra Rosenberga (rys. 28): przy wzroście prądu  $I$  napięcie prądnicę początkowo rośnie, potem opada dosyć stromo do zera. Niskie napięcie biegu jałowego oraz stromość charakterystyki sprawiają m. in., że prądnicą Rosenberga nadaje się do zasilania łuku spawalniczego.

W poprzednio opisanych prądnicach stan z warcia był związany z zanikiem pola magnetycznego w biegunach prądnic. Po ustaniu zwarcia powrót napięcia następował dopiero po powrotnym namagnesowaniu biegunów. W omawianej prądnicie o polu poprzecznym podczas stanu zwarcia w biegunach i jarmie istnieje pole magnetyczne  $\Phi_1$  i jedynie z twornika pole to zostaje wypchnięte na zewnątrz przez pole  $\Phi_3$ . To też, gdy stan zwarcia minie, powrót napięcia następuje szybko, gdyż wystarczy do tego celu jedynie nieznaczne zmniejszenie prądu  $I$ , a wraz z nim i pola  $\Phi_1$ . Omawiana prądnicę posiada więc stosunkowo małą bezwładność, co stanowi również o jej przydatności do celów spawalniczych.

Nastawienie wielkości prądu w łuku (w zależności od grubości spawanego przedmiotu) oraz prądu zwarcia w prądnicie o polu poprzecznym odbywa się przez regulację oporności magnetycznej dla linii sił pola  $\Phi_1$ . Im większa będzie ta oporność magnetyczna, tym przy mniejszym prądzie  $I$  nastąpi równość przeciwdziałających sobie pól  $\Phi_1$  i  $\Phi_3$ , a więc tym prędzej zarówno pole  $\Phi_2$  jak i napięcie na szczotkach  $s - s_1$  spadnie do zera. W prądnicach syst. D-ra Rosenberga opatentowanych przez firmę „Elin“ zmiana oporności magnetycznej dla strumienia  $\Phi_1$  odbywa się przez zanurzenie w wydrążonym biegunie  $m$  masywnego rdzenia ruchomego  $r$  (rys. 27).

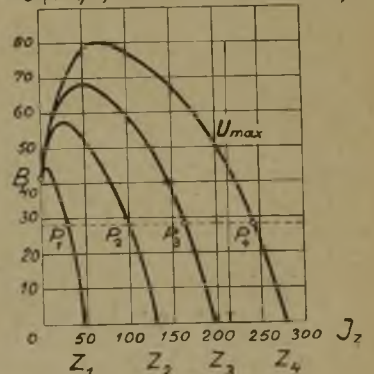


Rys. 27.

Przekrój bieguna prądnicę spawalniczej syst. D-ra Rosenberga.

Na rysunku tym pokazany jest przekrój bieguna w stanie odpowiadającym najmniejszemu prądom spawania  $I$ . Cały strumień magnetyczny  $\Phi_1$  musi przejść przez cienką ściankę  $c$  bieguna, która stanowi dla tego strumienia olbrzymią oporność magnetyczną; wskutek tego rośnie silnie rozproszenie magnetyczne strumienia  $\Phi_1$ , jak to pokazane było właśnie na rys. 26. Pokręcając kółkiem  $k$ , wsuwamy rdzeń  $r$  w wydrążenie bieguna  $m$ , powiększając w ten sposób przekrój czynnego żelaza, a tym samym powiększając strumień  $\Phi_1$  w tworniku i osiągając coraz to większe prądy zwarcia  $I$ . Na rys. 27 widoczny jest ponadto biegun zwrotny (czyli komutacyjny)  $zw$  umieszczony wewnątrz masywnego nabiegunka  $n$ . Biegun zwrotny służy do polepszenia komutacji i zmniejszenia iskrzenia na szczotkach przy obciążeniu prądnic.

$U$  (napięcie na szczotkach  $a - a_1$ )



Rys. 28.

Charakterystyki statyczne prądnic D-ra Rosenberga przy różnych położeniach ruchomych rdzeni biegunów.



Na rys. 28 pokazany jest szereg charakterystyk statycznych dla prądnicy o polu poprzecznym syst. D-ra Rosenberga otrzymanych przy różnych położeniach ruchomych rdzeni  $r$  biegunów. Krzywe, dające mniejszy prąd zwarcia  $J_z$  w obwodzie łuku, odpowiadają większemu wysunięciu ruchomych rdzeni  $r$  z biegunów, i odwrotnie. Największy prąd zwarcia (na rys. 28 ok. 275 A) uzyskano przy całkowicie wsuniętych rdzeniach  $r$  biegunów. Jak widać z przebiegu tych charakterystyk, wszystkie one posiadają wspólny punkt biegu jałowego  $B$ . Zasluguje na uwagę to, że większym prądom zwarcia  $J_z$  odpowiadają wyższe napięcia maksymalne  $U_m$ . Tłómaczy się to tym, że mamy wówczas głębiej wsunięte rdzenie  $r$ , wobec czego początkowo strumień  $\Phi_1$  rośnie dość znacznie, powodując wzrost wypadkowego strumienia  $\Phi_{tw}$ , a tym samym prądu  $i$  oraz strumienia poprzecznego  $\Phi_2$ , a więc i napięcia  $U$  na szczotkach  $a - a_1$ . Dzięki temu nachylenie charakterystyk w sąsiedztwie punktów pracy  $P$  jest prawie wszędzie jednakowe.



Rys. 29.

Prądnica spawalnicza o polu poprzecznym syst. D-ra Rosenberga.

Na rys. 29 widoczna jest prądnica spawalnicza syst. D-ra Rosenberga, przystosowana do ustawiania na stałe w warsztacie — do napędu pasem z transmisji; widoczne jest tu także kółko  $k$  do regulowania położenia ruchomego rdzenia. Rys. 30 przedstawia prądnicę spawalniczą



Rys. 30.

Widok prądnicy spawalniczej do nadlewania szyn.

o polu poprzecznym używaną w tramwajach elektrycznych do nadlewania szyn, do reparacji rozjazdów i t. p.; jest ona napędzana silnikiem prądu stałego  $M$  z własnym rozrusznikiem  $R$ . Widoczny jest ponadto napędzany przez ten sam silnik wał giętki z tarczą szlifierską, która służy do wyrównywania nadlanych powierzchni, oraz kółko  $k$  do regulacji położenia ruchomego rdzenia.

Zespół przewoźny składający się z osadzonych na wspólnym wale prądnicy spawalniczej o polu poprzecznym oraz silnika trójfazowego — pokazany jest w czasie



Rys. 31.

Widok przewoźnego zespołu spawalniczego w czasie pracy.

pracy na rys. 31; widok ten daje nam jednocześnie pewne wyobrażenie o warunkach pracy spawacza.

(C. d. n.).

## Obsługa stacyjnych akumulatorów kwasowych.

Inż. elektr. T. MONKIEWICZ

(Dokończenie).

### Uszkodzenia akumulatorów kwasowych.

#### Zwarcie płyt akumulatora.

Drugą przyczyną, powodującą uszkodzenie baterii, są z w a r c i a wewnątrz akumulatorów. Zwarcia te mogą być spowodowane bądź przez czynniki natury przypadkowej, jak np. dostanie się kawałka metalu do naczynia, albo na skutek uszkodzenia płyt — wypaczenia lub wykrzywienia, bądź też wreszcie przez takie naturalne zjawisko, jak gromadzenie się osadu na dnie naczynia. Przyczyny wypaczenia płyt omówione już zostały poprzednio\*). Co się zaś tyczy trzeciej z pośród przyczyn zwarcia, to wiemy, że płyty akumulatorowe z biegiem czasu zużywają się; przy każdym bowiem ładowaniu baterii część masy czynnej wykrusza się i opada na dno naczynia w postaci większych lub mniejszych cząsteczek, tworząc osad. Z biegiem czasu osadu tego gromadzi się tak znaczna ilość, że zaczyna on **dotykać** dolnych krawędzi płyt, **zwierając** je stopniowo.

Przy zwarceniu płyt akumulatora — niezależnie od przyczyny zwarcia — wewnątrz akumulatora popłynie prąd wyrównawczy, stopniowo rozładowujący akumulator. Im mniejsza jest oporność w miejscu zwarcia oraz im dłuższy jest okres trwania zwarcia, tym większe jest obniżenie napięcia akumulatora oraz gęstości elektrolitu. Długotrwałe zwarcie staje się jednocześnie przyczyną powstawania dużych kryształów siarczanu ołowiu (sulfatu —  $Pb_2O_4$ ) — na skutek lokalnego wzrostu temperatury, wywołując tym samym znane nam już zjawisko **zasiarczenia** (sulfatacji) płyt akumulatora. Zasiarczenie potęguje się wraz z czasem trwania zwarcia między

\*) por. zeszyt 1/1938 r. „W. E.”, str. 16.

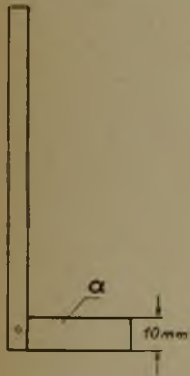


plytami. Oczywiście jest, że przy t. zw. całkowitym zwarciu akumulatorowi zagraża b. poważne uszkodzenie.

Przy zwarciach częściowych w akumulatorze występuje w nim opóźnienie zjawiska gazowania; z tego właśnie powodu stwierdzenie jednoczesnego i równomiernego gazowania (czyli t. zw. „gotowania się”) wszystkich akumulatorów baterii jest b. ważne — o ile chodzi o kontrolę stanu baterii. Łatwo stwierdzić, że w opóźniającym się (pod względem „gotowania”) ogniwie napięcia oraz gęstość elektrolitu są znacznie mniejsze, niż w pozostałych ogniwach. Dla uważnego obserwatora, sprawującego nadzór nad baterią, opóźnianie się gazowania ogniwa da się zawsze zauważyć. Winien on usunąć przyczynę zwarcia, a następnie „podładować” akumulator. Owo „podładowywanie” należy dokonywać ostrożnie, ażeby ogniwo nie „przeładować”, co wpłynęłoby ujemnie na stan płyt. Jeżeli po upływie kilku dni okaże się, że „podładowywanie” akumulatora nie dało żadnych wyników, i że akumulator — mimo wszystko — w dalszym ciągu opóźnia się z „gotowaniem” — należy zastosować inny sposób, o którym mowa będzie niżej.

Zastanawiając się nad podanymi wyżej przyczynami zwarć wewnątrz akumulatora, łatwo stwierdzimy, że zwarciom tym można zapobiec na drodze systematycznego doglądania i sprawdzania stanu akumulatorów.

Pomijając omówienie powstawania oraz usuwania zwarć spowodowanych przyczynami o charakterze przypadkowym, zastanowimy się nad sposobami usuwania zwarć pochodzących wskutek powstawania osadu. Jeżeli naczynia akumulatorów są szklane, ustalenie wysokości osadu, jak również odstępów między płytami, nie następuje trudności; wystarczy prześwietlić akumulator np. za pomocą lampy przenośnej. Sprawa komplikuje się, o ile naczynia akumulatorów są drewniane. Aby zbadać

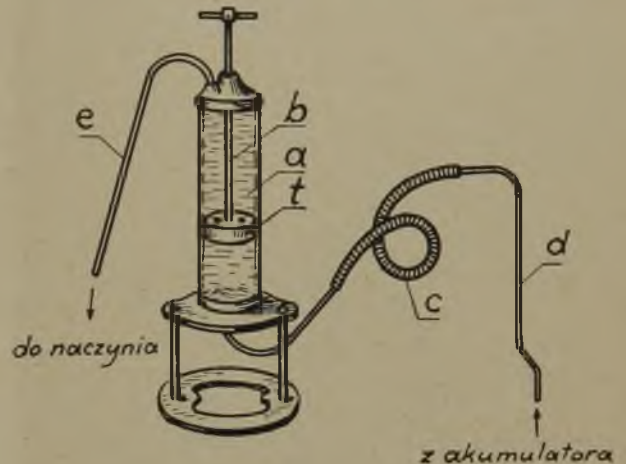


Rys. 4.  
Widok kątownika do sprawdzania wysokości osadu w akumulatorze.

wówczas wysokość osadu w akumulatorze, posługujemy się kątownikiem, pokazanym na rys. 4. Kątownik ten zaopatrzony jest w deseczkę *a* o długości 10 — 15 cm i wysokości 10 mm; wysokość kątownika przekracza wysokość płyt akumulatora o 30 ÷ 35 cm. Chcąc określić wysokość osadu w akumulatorze, zanurzamy kątownik do naczynia akumulatorowego, dotykając deseczką *a* do powierzchni osadu i mierząc długość wolnego końca kątownika przypośmy — od poziomu cieczy; następnie — po obróceniu kątownika o 90° — podnosimy go, dotykając górną krawędź deseczki *a* dolnej krawędzi płyt, poczem mierzymy ponownie długość wolnego, wystającego końca kątownika. Różnica otrzymanych długości tego końca plus wysokość deseczki *a* (10 mm) da nam odstęp powierzchni osadu od dolnej krawędzi płyt. Jeżeli kątownik nie da się obrócić, oznacza to, że odstęp ten jest mniejszy od 10 mm, lub też, że osad dotyka już płyt. Chcąc stwierdzić, czy osad dotyka płyt akumulatora, mierzymy kolejno napięcia między blachą ołowianą, którą wyłożone jest naczynie drewniane akumulatora, a każdą z jego elektrod. Jeżeli okaże się, że mierzone w ten sposób napięcie równe jest zeru lub też bliskie zera, — znaczy to, że osad dotyka już płyt. Jeżeli natomiast na miliwoltomierzu odczytamy przy tych pomiarach np. 1,35 V (między blachą ołowianą a elektrodą dodatnią) lub też 0,73 V (między blachą ołowia-

ną a elektrodą ujemną), — to żadnego kontaktu między płytą dodatnią a naczyniem, wzgl. pomiędzy płytą ujemną a naczyniem, — nie ma. Najczęściej osad na dnie naczynia dotyka płyt dodatnich, które z biegiem czasu powiększają swe wymiary.

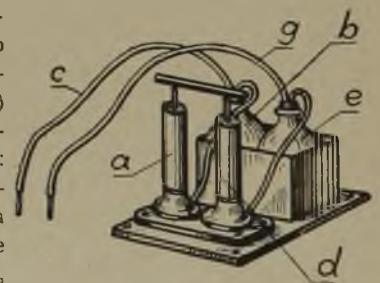
Po stwierdzeniu nadmiernej ilości osadu na dnie naczynia należy go usunąć za pomocą specjalnych pomp akumulatorowych. Podajemy krótki opis dwóch częściściej stosowanych pomp oraz ich działanie. Jedną z tych pomp — zaworowa — oparta na zasadzie zwykłych konstrukcyj ssących pokazana jest na rys. 5. Pompa ta składa się ze



Rys. 5.  
Zaworowa pompa akumulatorowa.

szklanego walca *a*, gumowego tłoka *t*, osadzonego na sworzniu ebonitowym *b*; przymocowany do pompki wąż gumowy *c* posiada na końcu szklaną rurkę *d*. Przystępując do usuwania osadu z naczynia, mieszamy przede wszystkim ostrożnie sam osad, a następnie zanurzamy rurkę *d* do naczynia i rozpoczynamy pompowanie mieszanki elektrolitu z osadem. W ten sposób przez gumowy wąż *c* elektrolit z osadem zostaje wypompowany poprzez rurkę *e* do osobnego szklanego naczynia, w którym po upływie pewnego czasu osad osiądzie na dnie, wobec czego elektrolit można zlać i ponownie wykorzystać. Należy zaznaczyć, że po odpompowaniu połowy elektrolitu z naczynia akumulatora należy dolać do tego naczynia świeżego elektrolitu, aby nie narazić огоłoconych płyt przez czas dłuższy na szkodliwe działanie powietrza.

Usuwanie osadu przy pomocy opisanej wyżej pompki wymaga dość długiego czasu. To też o ile osad należy usunąć z naczynia w krótkim czasie, posługujemy się pompką o podwójnym działaniu. Pompka ta (rys. 6) składa się w rzeczywistości z dwóch pompek: pompki *a*, wytwarzającej próżnię (pompka próżniowa), w szczelnie zamkniętym naczyniu *b*, oraz pompki, tłoczącej powietrze do naczynia *e*, w którym znajduje się świeży kwas. Koniec węży *c* i *g* zanurzamy do naczynia akumulatora, z którego zamierzamy wypompować elektrolit wraz z osadem. Pod wpływem działania pompki *a* elektrolit — przedostaje się przez rurkę gumową *c* — wraz z osadem — do

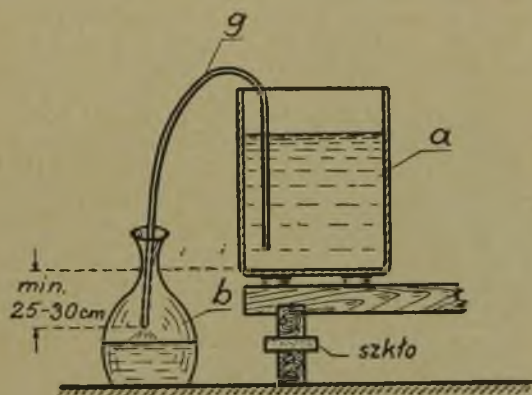


Rys. 6.  
Pompa akumulatorowa o podwójnym działaniu.



naczynia b. Jednocześnie pompka d, tłocząc powietrze do naczynia e, zasysa również i osad, znajdujący się na dnie naczynia akumulatora. Wypełniający naczynie e świeży kwas siarkowy — pod ciśnieniem powietrza, które tłoczono jest przez pompkę d, — przedostaje się przez rurkę g do naczynia akumulatora, z którego usuwamy osad. Zawdzięczając podwójnemu działaniu pompki, poziom cieczy w naczyniu akumulatorowym nie obniża się; płyty ciągle zanurzone są w elektrolicie, akumulator zaś może normalnie pracować w czasie usuwania osadu za pomocą pompki.

Jeżeli chodzi o szybkie usunięcie osadu przy pomocy pompki zaworowej (rys. 5), to pracę jej można przyspieszyć, posługując się t. zw. syfonem. W tym celu bierzemy grubą (o średnicy ok. 18 — 20 mm) rurę gumową g (rys. 7), której jeden koniec zanurzamy do



Rys. 7.

Przelewanie elektrolitu z naczynia akumulatora do butli.

naczynia akumulatora a, drugi zaś — do próżnej butli b. Znajdujący się w naczyniu a koniec rurki musi być zanurzony prawie do samego osadu, drugi zaś jej koniec winien znajdować się przynajmniej o 25 — 30 cm poniżej dna naczynia akumulatora a. Po napełnieniu rurki g wodą destylowaną zaciskamy palcami obydwa jej konce, zanurzając jeden koniec do naczynia a akumulatora, drugi zaś — do butli b; po odjęciu palców elektrolit zacznie samorzutnie przelewać się z naczynia do butli. Mieszając ostrożnie elektrolit w naczyniu a pałeczką szklaną, usuwamy część osadu wraz z przelewającym się do butli elektrolitem, resztę zaś wypompowujemy przy pomocy pompki zaworowej. Gdy pozostały w naczyniu a elektrolit staje się gęstą masą, dolewamy do niej wody destylowanej, poczem wypompowujemy resztki osadu. Wobec tego, że usunięcie osadu wymaga pewnej wprawy, wskazane jest dla początkującego dokonanie próby, polegającej na wypompowaniu osadu z naczynia akumulatora nieprzyłączanego do baterii.

Zwarcia spowodowane wypaczeniem płyt lub nagrodzeniem się osadu przy normalnych warunkach eksploatacji baterii nie powinny mieć miejsca, gdyż procesy, powodujące wypaczenie płyt oraz wydzielanie się osadu, odbywają się naogół tak wolno, że przy uważnym obsłudze baterii można uniknąć tych zwarć bez większego trudu. Wypaczenie płyt wywołane zostaje, jak wiemy, w większości przypadków przez nadmierne zaszarczenie. Gdy płyta zaczyna się wyginać, należy ją wyprostować. W tym celu wyciągamy z naczynia akumulatorowego szklaną rurkę (o ile izolacja płyt wykonana jest za pomocą rurek szklanych) znajdującą się od wypukłej strony płyty i wsuwamy na jej miejsce drewnianą listewkę, a następnie lekkim naciskiem na listewkę staramy

się wyprostować płytę. Zabieg ten, oczywiście, należy uważać za tymczasowy; ostatecznego wyprostowania płyty dokonywany podczas gruntownego remontu akumulatora, — w stanie rozebranym.

### Nadmierne samowyladowanie akumulatorów.

Zdarza się niekiedy, że napięcie i pojemność zupełnie nowego akumulatora (wzgl. baterii) obniżają się w sposób widoczny, w ciągu kilku np. godzin. O ile zewnętrzne oględziny akumulatora nie wykażą wewnętrznego zwarcia lub upływu prądu wskutek złej izolacji, wówczas spadek pojemności ogniwa spowodowany jest nadmiernym samowyladowaniem. Owo nadmierne samowyladowanie następuje na skutek wzmoczonych **lokalnych reakcji chemicznych**, zachodzących w ogniwie. Nieomylną oznaką tych reakcji jest intensywne gazowanie ogniwa w okresie wyladowania lub też w nieczynnym stanie baterii.

Należy zaznaczyć, że samowyladowanie akumulatorów jest naogół zjawiskiem nieuniknionym. Z powodu szeregu przyczyn (jak np. zawilgocenie izolatorów lub ich zanieczyszczenie, pokrywanie się wilgocią naczyń zewnątrz itp.) bateria, nie dając prądu nazewnątrz, **rozładowuje się** w mniejszym lub większym stopniu. Przy normalnym stanie baterii oraz dostatecznym jej odizolowaniu spadek pojemności baterii w ciągu doby winien wynosić ok. 1% całkowitej pojemności baterii. Zdarzają się jednak wypadki, że spadek pojemności w ciągu doby dochodzi do 40 ÷ 50%.

Główną przyczyną wywołującą nadmierne samowyladowanie baterii jest **zanieczyszczenie elektrolitu**, zwłaszcza przez sole niektórych metali. Podczas ładowania metal, wydzielający się na ujemnych płytach akumulatora, tworzy szereg pewnego rodzaju zwartych małych ogniw lokalnych (ołów — kwas siarkowy — metal). Gdy bateria nie pracuje, lokalne te ogniwa wyladowują płyty ujemne, przemieniając ołów na dwutlenek ołowiu z wydzielaniem wodoru. Szkodliwe są domieszki chloru, kwasu solnego i octowego oraz amoniaku. Najbardziej jednak pospolitą, a przytem wysoce szkodliwą, jest domieszka żelaza, które zawsze znajduje się w elektrolicie. Wdg. projektu polskich przepisów na akumulatory domieszka żelaza w elektrolicie nie powinna przekraczać 0,005% \*). Żelazo rozpuszcza się w kwasie siarkowym, tworząc sól, która pochłania tlen od dwutlenku ołowiu. Podczas ładowania cząsteczki żelaza skierowują się do ujemnej elektrody i oddają jej swój tlen, rozkładując w ten sposób elektrodę. W czasie wyladowania akumulatora cząsteczki te wracają z powrotem do płyty dodatniej. Następnie — w czasie ładowania — proces rozpoczyna się na nowo, powodując rozładowywanie elektrody; płyta dodatnia czerwienieje przytem i twardnieje.

Z pośród innych metali najbardziej szkodliwymi są platyna i mangan; platyna jednak spotyka się w kwasie siarkowym rzadko; co zaś do manganu, to łatwo go możemy rozpoznać, gdyż nadaje on elektrolitowi czerwone zabarwienie.

Nie będziemy omawiali szkodliwego działania szeregu innych domieszek, jak chlorków, kwasów — solnego, azotowego i octowego, arsenu itd.; podkreślamy jedynie, że większość szkodliwych tych domieszek trafia do elektrolitu wraz z wodą, wobec czego należy zwracać baczną uwagę na skład chemiczny wody, używanej dla

\*) Projekt ten ogłoszony został w „Przeglądzie Elektrotechnicznym“, w zeszytach 15 i 16 — 1937 r



przygotowania elektrolitu (nie zaszkodzi przeprowadzenie dokładnej analizy chemicznej wody). To też większe elektrownie posiadają zazwyczaj przyrządy do destylowania wody; przyrządy te winny dawać czysty destylat. Należy w nich używać czystej wody — deszczowej, rzecznej lub wodociągowej, pozbawionej olejów organicznych, tłuszczów oraz kwasów, parujących przy temperaturze parowania wody. Destylat nie powinien dotykać miedzianych części aparatu, wobec czego należy uważać, aby warstwa cyny zawsze pokrywała jego wnętrze. Użycie kondensatu do przygotowania elektrolitu — bez uprzedniej jego analizy — jest niedopuszczalne, gdyż kondensat może zawierać chlor, żelazo lub też pierwiastki pochodzenia organicznego.

Usunięcie z elektrolitu większości wspomnianych domieszek jest wysoce uciążliwe, niektórych zaś domieszek, jak np. żelaza, manganu lub kwasu octowego, — wręcz niemożliwe. Celem usunięcia domieszek stosowane bywają dwa sposoby. Pierwszy sposób polega na tym, że akumulatory przeladowujemy w znacznym stopniu, poczem zamieniamy wszystkie płyty ujemne na nowe. O ileby ta zamiana nie była wskazana (np. ze względu na wysoki jej koszt) — można skorzystać z drugiego sposobu. Polega on na następujących czynnościach: akumulatory ładujemy w odwrotnym kierunku tak długo, aż płyty ujemne nie nabiorą koloru jasnobrązowego; następnie wylewamy elektrolit, przepłukujemy naczynie wodą destylowaną, poczem napełniamy je świeżym elektrolitem.

#### Upływ prądu.

Stopień odizolowania baterii akumulatorów od podłogi wpływa — w pewnym stopniu — na sprawne jej działanie. Zazwyczaj po ukończeniu montażu i pierwszym naładowaniu baterii stopień jej odizolowania jest dostateczny i sprawność baterii odpowiada udzielonej przez dostawcę gwarancji. Jednakże z biegiem czasu — wobec wpływu wilgoci oraz osiadania kurzu na izolatorach i rusztowaniach — stopień odizolowania baterii, jak już zaznaczyliśmy, maleje. Utrzymanie należytego odizolowania baterii na odpowiednim poziomie nie sprawia na ogół żadnych trudności; należy jedynie **oczyszczać starannie z kurzu** co pewien czas naczynia, rusztowania oraz przewody i smarować metalowe części baterii (przewody) wazeliną. Spotykane są jednakże wypadki, kiedy pomimo starannego obsługiwania baterii w tym kierunku — obserwujemy upływ prądu. Tak np. na jednej z większych elektrowni zaobserwowano znaczny upływ prądu z baterii, pomimo że obsługa jej stała całkowicie na wysokości zadania. Zewnętrzne oględziny baterii nie wykazały żadnych oznak zwarcia lub niedostatecznego odizolowania.

Przeprowadzony jednakże następnie pomiar oporności izolacji baterii względem podłogi wykazał za ledwie... 300 omów. Dalsze dociekania wykazały, że przyczyną nieodpowiedniego stanu odizolowania baterii od podłogi było wadliwe funkcjonowanie urządzenia wentylacyjnego; stwierdzono mianowicie, że wentylator podczas ładowania baterii dawał wszystkiego jednokrotną wymianę powietrza — zamiast pięciokrotnej. Powstająca pod koniec ładowania wielka ilość pary kwasów, nie mając ujścia nazewnątrz, osiadała na naczyniach, rusztowaniach i przewodach, powodując znaczny upływ prądu. Oprócz tego pokryte wilgocią ściany i podłoga akumulatorni wytwarzały większą ilość połączeń baterii z ziemią, stwarzając w ten sposób dogodną drogę dla upływu prądu.

Narazie brak jeszcze ściśle określonych norm, dotyczących wymaganego stopnia odizolowania baterii stacyjnych od podłogi. Praktyka eksploatacyjna instalacji akumulatorowych w dużych elektrowniach wykazała jednakże, że przy napięciu roboczym 110 V oporność izolacji pomiędzy pojedynczym naczyniem akumulatora a podłogą winna wynosić ok. 100 000 omów, przy 220 V — ok. 200 000 omów.

#### Zmiana biegunowości płyt akumulatora.

Zjawisko to zachodzi niekiedy przy włączeniu do jednego obwodu akumulatorów o różnej pojemności. Podczas wyładowania zestawionej w ten sposób baterii akumulatory o pojemności mniejszej wyładowują się wcześniej, niż akumulatory o pojemności większej, przyczem te ostatnie dają w dalszym ciągu prąd do sieci; prąd ten przepływa, oczywiście, przez wyczerpane akumulatory od ujemnych płyt — do dodatnich, czyli w kierunku przeciwnym, niż ma to miejsce przy normalnym ładowaniu ogniwa. Oczywiście jest, że mamy w tym przypadku ładowanie wyładowanych akumulatorów w kierunku odwrotnym. Akumulator taki obniża napięcie baterii o parę woltów. Jeżeli w baterii okaże się, kilka akumulatorów o zmienionej biegunowości, — napięcie baterii może znacznie się obniżyć.

Akumulatory o zmienionej biegunowości należy wyłączać przy wyładowaniu i włączać przy ładowaniu. Wskazane jest także dokonanie szeregu normalnych ładowań i wyładowań tych ogniw — oddzielnie od baterii.

Na zakończenie chcielibyśmy zaznaczyć, że oprócz podanych w niniejszym artykule nieprawidłowości w działaniu akumulatorów spotykane są w praktyce eksploatacyjnej również przerwy w działaniu baterii akumulatorów. spowodowane uszkodzeniem innych części akumulatora, jak np. naczyń, separatorów itd. Omówienie jednakże przyczyn, skutków oraz sposobów usunięcia tych niedomagań wymagałoby odrębnego artykułu.

GWARANTOWANA JAKOŚĆ



JAN MAKOWSKI

FABRYKA MATERIAŁÓW  
PRASOWANYCH  
I ELEKTROTECHNICZNYCH  
ŁÓDŹ, SIENKIEWICZA 78

TEL. 182-94





# W Y K A Z   Ż R Ó D E Ł   Z A K U P U

## Akumulatory.

„PETEA” Polskie Tow. Akumulatorowe

S. A. Fabryka i biura: Biąta k/Bielska — poczta Bielsko sk. p. 262, telefon: Bielsko, 20-43. Zarząd: Warszawa, ul. Kopernika 13, tel. 539-09.

S. F. A. Sanocka Fabryka Akumulatorów S. A. w Sanoku, tel. 112 i 113.

Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc. Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: Bydgoszcz, ul. Gdańska 51, tel. 13-77. Katowice, Moniuszki 6, tel. 326-50. Lwów, Potockiego 4, tel. 252-35. Poznań, ul. Działyńskich 3, tel. 11-67. Fabryka akumulatorów ołowianych i żelazo-niklowych w Piastowie st. kol. Pruszków.

## Aparaty dla prądów silnych wysokiego i niskiego napięcia.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

Inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-wie, Warszawa, Okopowa 19, (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

K. Szpotański i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek), ul. Kałuszyńska 2-a/4/6 (gmach własny), telefon: centrala 566-40.

## Aparaty elektr. do odbijania kamienia kołowego.

„Devoorde” Inż. Józef Felner, Kraków, Zyblikiewicza 19.

## Armatury porcelanowe, wodoszczelne.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87

## Armatury i przybory do oświetlenia elektrycznego.

Braća Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79

A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bręcka 4, tel. 960-55.

Polskie Zakłady „Schaco”, Kraków, Zamienhofa 1, Skrytka poczt. 407, tel. 160-24.

## Automaty rozruchowe.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

K. I. W. Pustoła, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Automaty schodowe.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107 87.

## Bakelit.

M. Penczek, Biuro Techn.-Handl. Warszawa, Nowy Świat 42, tel. 508-36.

## Bezpieczniki napowietrzne.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87.

## Biura i zakłady elektr.

Michał Zucker, Jan Straszewicz, Biuro Elektrotechniczne, Warszawa, Marszałkowska 119, tel. 274-84 i 609-98.

## Chromonikielina, nikielina, konstantan.

Stanisław Cohn, Warszawa, Senatorska 36, tel. 641-61 i 641-62.

## Druty oporowe marki „Cekas”.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87. Wyłączne przedstawicielstwo na Polskę f-my Huber & Drott, Wiedeń.

## Dźwigi elektryczne.

Roman Gronlowski, Spółka Akcyjna, Fabryka Dźwigów, Warszawa, Emilii Plater 10, tel. 918-20, 918-22, 955-17.

„Moc” Fabryka Maszyn, Sp. Akc., Warszawa, Wolska 121, tel. 217-30 i 248-30.

## Elektrolit do akumulatorów żelazo-niklowych.

Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc. Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5 62-60. Oddziały: (patrz rubryka Akumulatory).

## Elektropompy, dmuchawki.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80

## Elektrowiertarki i szlifiarki.

Inż. Józef Felner, Kraków, Zyblikiewicza 19, tel. 118-33.

## Elementy grzejne i kształtki izolacyjne

Geo. Bray & Co., Leeds, marka Chromalox, Reprezentacja: „Industria”, Lwów, 3-go Maja 5, tel. 228-78.

## Emaljowane przewodniki miedziane.

Stanisław Cohn, Warszawa, Senatorska 36, tel. 641-61 i 641-62.

## Formy do prasowania mieszanek fenolowo-formalinowych.

Ugnoza, Spółka Akcyjna, Katowice, Dworcowa 13, tel. 339-81.

## Galwanotechnika.

Stanisław Cohn, Warszawa, Senatorska 36. Jeneralne Przedstawicielstwo i Oddział Fabryczny Zakładów Langbein - Pfanhauser S. A.

## Grzejniki elektryczne.

Braća Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.) Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

## Grzejniki elektryczne dla przemysłu.

Braća Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.) Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

„Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.

Warszawska Wytwórnia Maszyn i Spawarek Elektrycznych, Warszawa, Żytnia 20, tel. 621-81.

## Izolacyjne materiały.

A. Hoerschelmann i S-ka, Sp. z o. o. Warszawa, Wspólna 44, tel. 958-85

M. Penczek, Biuro Techn.-Handl. Warszawa, Nowy Świat 42, tel. 508-36.



## Kablowe końcówki, złącza i masa kablowa.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-wnie, Warszawa, Okopowa 19, (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Kondensatory.

„Hydra”, Berlin. Gen. Reprezentant: Biuro Techn.-Handl. M. Godlewski, Warszawa, ul. Krucza 3, tel. 860-44.

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp. z o. o., Warszawa 1, ul. Piusa XI Nr 43, tel. 722-25.

## Kuchenki elektryczne.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.) Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

## Kwas siarkowy do akumulatorów.

Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „TUDOR” Sp. Akc. Warszawa, Złota 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: (patrz rubryka Akumulatory).

## Lampy.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79

A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bracka 4, tel. 960-55.

Nowik i Serejski, Fabryka Lamp, Warszawa, Elektoralna 20, tel. 670-89.

## Liczniki energii elektrycznej.

K. Szpotański i S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek), ul. Kałuszyńska 2-a/4/6 (gmach własny), telefon: centrala 566-40.

## Maszyny elektryczne (silniki, prądnice, przetwornice).

„Elektrobudowa”, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych, S. A., Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.

„Elektromotor”, Warszawa, Leszno 61, tel. 11.21-33.

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Wilcza 50, Lwów, Zimorowicza 15.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

Fabryka Motorów Elektr. L. Korewa, Warszawa, Syreny 7, tel. 500-95.

K. i W. Pustola, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

Georg Schwabe. Najstarsza w Kraju Fabryka Silników, Bielsko — Śląsk, tel. Bielsko 2828.

## Maszyny do spawania elektrycznego.

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Wilcza 50, Lwów, Zimorowicza 15.

Warszawska Wytwórnia Maszyn i Spawarek Elektrycznych, Warszawa, Żytnia 20, tel. 621-81.

## Materiały instalacyjne.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79

Centrala Żarówek K. Donat, Poznań, Ratajczaka 36, tel. 15-86.

Spółka Akcyjna Przemysłu Elektrycznego „Czechowice” w Czechowicach, Śląsk Cieszyński

Inż. Wł. Piata i Paweł Zauder (fabryka), Łódź, ul. Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

## Materiały izolacyjne, statywowe i porcelanowe.

„Artepor”, Kraków, ul. Jagiellońska 9, telefon Nr. 107-87.

## Materiały prasowane dla celów elektro- i radio-technicznych.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

Jan Makowski, Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektrotechnicznych, Łódź, Sienkiewicza 78, tel. 182-94.

Inż. Wł. Piata i Paweł Zauder (fabryka), Łódź, ul. Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

## Mieszanki fenolowo-formalinowe dla celów elektrotechnicznych, galanteryjnych i inn.

Lignoza, Spółka Akcyjna, Katowice, Dworcowa 13, tel. 339-81.

## Naprawa i przewijanie maszyn elektrycznych.

„Elektro-Pretsch”, Poznań, Stroma 23. Fabryka Motorów Elektr. L. Korewa, Warszawa, Syreny 7, tel. 500-95.

## Naprawa przyrządów pomiarowych.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, Ś-to Krzyska 28, tel. 616-15.

„Era” Polskie Zakłady Elektrotechniczne S. A. Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawą, tel. 548-88.

## Nastawniki, elektromagnesy i t. p.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11.94-77, 11.94-78 i 11.94-88.

## Neony.

K. i W. Dworakowscy, Warszawa, ul. Wspólna 46, tel. 974-06.

## Odbiorniki.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, Ś-to Krzyska 28, tel. 616-15.

## Ograniczniki prądu.

Inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.

Jan Makowski, Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektrotechnicznych, Łódź, Sienkiewicza 78, tel. 182-94.

## Oporniki dokładne.

„Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.

Inż. J. Zubko, Brwinów.

## Oporniki suwakowe.

„Elektrotermia”, Warszawa, Nowy Świat 61, tel. 527-08.

## Opory.

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp. z o. o., Warszawa 1, ul. Piusa XI Nr 43, tel. 722-25.

## Piece elektryczne.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

Inż. J. Zubko, Brwinów.

## Piece elektryczne dla przemysłu metalowego.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.) Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.



## Pirometry.

Inż. J. Zubko, Brwinów.

## Podkładki pod wyłączniki

„Teksa” Fabryka Wyrobów Tekturowych,  
Lwów, Mickiewicza 26.

## Prostowniki

„Elin”, Polski Przemysł Elektr., Sp. z o. o., Kraków, Kopernika 6, Warszawa, Wilcza 50, Lwów, Zimorowicza 15.

## Przelączniki z gwiazdy w trójkąt.

Inż. J. Relcher I S-ka, Łódź, ul. Południowa 28.

## Przewody.

„Centroprzewód”, Warszawa, Królewska 23, tel. 340-31, 340-32, 340-33, 340-34.

## Przyrządy pomiarowe elektryczne.

„Bemar” — Wytwórnia Przyrządów Elektrycznych, Grodzisk Maz., ul. Królewska 3. Tel. Podmiejska II — Milanówek 41.

Chauvin Arnoux, Fabryka Aparatów Pomiarowych Elektrycznych w Polsce, Warszawa, ul. Czerska 12, tel. 9-72-65 i 9-71-29.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, S-to Krzyska 28, tel. 616-15.

„Era” Polskie Zakłady Elektrotechniczne S. A. Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawą, tel. 548-88.

Hartmann & Braun, Przedstawicielstwo: Biuro Elektrotechniczne Michał Zucker, Jan Straszewicz, Warszawa, Marszałkowska 119, telef. 274-84 i 609-98.

„Polam” — W-wa, Wilcza 47 m. 3, tel. 927-64.

## Reflektory (daszki) emalowane.

Leon Bytner, Emaljerna i Wytłaczalnia „Tytan”, Poznań 10, ul. Wrzesińska 2.

## Silniki elektryczne.

(patrz dział „Maszyny elektryczne”).

## Syreny elektryczne alarmowe.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

K. i W. Pustola, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26

## Szczotki węglowe.

„Elektro-Pretsch”, Poznań, Stroma 23  
A. Hoerschelmann I S-ka, Sp. z o. o.  
Warszawa, Wspólna 44, tel. 958-85

## Szkló do oświetlenia i potrzeb technicznych.

Huta i Rafineria Szklá „Targówek”  
Kazimierz Klimczak I Synowie, Warszawa, ul. Orła 7, tel. 251-62.

## Termostaty

Rheostatic & Co., Slough, Anglia. Reprezentacja: „Industria”, Lwów, 3-go Maja 5, tel. 228-78.

## Transformatory.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

„Elektrobudowa”, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych, S. A., Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.

Fabryka Maszyn i Aparatów Elektrycznych, A. Grzywacz, Warszawa, ul. Złota 24, tel. 584-80.

K. i W. Pustola, Warszawa 4, Jagiellońska 4—6 tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Transformatory miernicze.

K. Szpołański I S-ka, S. A. Fabryka Aparatów Elektrycznych, Warszawa (Kamionek), ul. Kałuszyńska 2-a/4/6 (gmach własny), telefon: centrala 566-40.

## Urządzenia do oczyszczania wody zasilającej kotły.

Zakłady „Ekonomja” w Bielsku, skrytka pocztowa 110, tel. 1160

## Wentylatory.

Felchenfeld Adam, inż. Warszawa, Zielna 11, tel. 527-01.

## Wyłączniki automatyczne.

„Elektroautomat”, Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kielman I S-wle, Warszawa, Okopowa 19, (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31

## Żarówki.

Centrala Żarówek K. Donat, Poznań, Ratajczaka 36, tel. 15-86.

„Tungsram”, Zjednoczona Fabryka Żarówek S. A., Warszawa, ul. 6-go Sierpnia 13, telefony: Dyrekcja 860-81, gab. Prokurenta 878-83, za-

mówienia 891-07, ogólny 856-50, propaganda 878-56. Przedstawicielstwa: Bydgoszcz, St. Ustynowicz, ul. Gamma 2; Gdańsk, Edward Schimmel, ul. Dominikswall 8; Gdynia, Włodzimierz Morozewicz, ul. Świętojańska 37 m. 1, skrz. pocz. 175; Katowice: E. M. Busbach, ul. Reymonta 6; Kraków: Biuro Sprzedaży, ul. Szewska 17; Lwów, Wilhelm Bojko, ul. Gródecka 18; Łódź: D. H. Wł. Kirszbraun, ul. Piramowicza 2; Łuck, A. Szejner, ul. Kordeckiego 2; Poznań: inż. Henryk Segal, Pl. Działowy 6; Wilno: S. Esterowicz, ul. Zawalna 16.

## Żyrandole.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektrotechn. S. A. (fabr.), Warszawa, Al. Jerozolimska 6, tel. 642-79.

A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 595-72 i 592-02. Sklep, ul. Bracka 4, tel. 960-55.

Nowik i Serejski, Fabryka Lamp, Warszawa, Elektoralna 20, tel. 670-89

## RADJOTECHNIKA

### Lampy radiowe.

„Tungsram”, Zjednoczona Fabryka Żarówek S. A., Warszawa, ul. 6-go Sierpnia 13, tel. 878-56. Przedstawicielstwa: Bydgoszcz: St. Ustynowicz, ul. Gamma 2; Gdańsk: Edward Schimmel, ul. Dominikswall 8; Gdynia: Włodzimierz Morozewicz, ul. Świętojańska 37 m. 1, skrz. pocz. 175; Katowice: E. M. Busbach, ul. Reymonta 6; Kraków: Biuro Sprzedaży, ul. Szewska 17; Lwów, Wilhelm Bojko, ul. Gródecka 18; Łódź: D. H. Wł. Kirszbraun, ul. Piramowicza 2; Łuck, A. Szejner, ul. Kordeckiego 2; Poznań: inż. Henryk Segal, Pl. Działowy 6; Wilno: S. Esterowicz, ul. Zawalna 16.

### Radjofoniczny sprzęt przeciwzakłócenia.

„Megacykl — W. A. Trembiński” Sp. z o. o., Warszawa 1, ul. Plusa XI Nr 43, tel. 722-25.

Zjednoczeni Inżynierowie Elektrycy, Sp. z o. o., Warszawa, Polna 38, tel. 7-29-55.

### Wzmocniacze wielkiej mocy.

„Dacho” inż. A. Chomicz, Warszawa, S-to Krzyska 28, tel. 616-15.



## O zastosowaniu fotoogniwa do pomiarów fotometrycznych.

Inż. St. KĘDZIERSKI

Nim przystąpimy bliżej do właściwego tematu, poświęćmy parę słów komórkom fotoelektrycznym, które ostatnio znajdują w technice coraz szersze zastosowanie. Spotykamy je dziś w filmach dźwiękowych, w telewizji, przy samoczynnym liczeniu przesuujących się osób, przedmiotów lub sygnałów świetlnych, w urządzeniach do automatycznego zapalania lamp ulicznych (zależnie od pory i jasności dnia), do klasyfikowania przedmiotów, według ich wymiarów lub barwy i wreszcie do wielu różnego rodzaju urządzeń sygnalizacyjnych i zabezpieczających.

Komórki fotoelektryczne — zależnie od tego, jaki rodzaj zjawisk fotoelektrycznych jest w nich wyzyskany, mogą być wykonane rozmaicie. I tak np. spotykamy komórki oparte na t. zw. zewnętrznym, czyli **powierzchniowym zjawisku fotoelektrycznym**. Komórka fotoelektryczna tego typu wykonana jest w ten sposób, że wewnątrz bańki szklanej umieszczona jest wykonana z siatki anoda, oraz — na ścianie — katoda, — w postaci warstwy światłoczułej. Jeżeli pomiędzy anodę a katodę załączymy odpowiednie źródło prądu, łącząc ujemny jego biegun z warstwą światłoczułą, to pod wpływem różnicy potencjałów źródła prądu — z chwilą, gdy na warstwę światłoczułą skierujemy promienie światła, — popłynie od katody do anody t. zw. prąd fotoelektryczny.

Opisana wyżej komórka fotoelektryczna stanowi fotokomórkę z **obcym źródłem prądu**. Jako warstwy światłoczułe stosowane są tu potas i cez.

Spotykane są pozatem komórki fotoelektryczne wytwarzające własną siłę elektromotoryczną, bez obcego źródła prądu; są to t. zw. **fotoogniwa** (ogniwa fotoelektryczne). W praktyce używane są ogniwa fotoelektryczne oparte na dwóch odmiennych zasadach, które omówimy po kolei.

Istnieją więc ogniwa fotoelektryczne wytwarzające prąd elektryczny na zasadzie t. zw. **zjawiska fotoelektrycznego Becquerela**. Zjawisko to przejawia się w ten sposób, że pogrążone w elektrolicie dwie jednakowe elektrody przybierają różne potencjały elektryczne z chwilą, gdy jedna z nich zostaje naświetlona. O ile w charakterze elektrod użyjemy metali utlenionych lub też pokrytych specjalnymi związkami siarki, bromu itp., — napięcie tego rodzaju „ogniwa” fotoelektrycznego będzie większe niż to, jakie występuje przy użyciu metali czystych.

Może być także wykorzystane do wytwarzania prądu elektrycznego t. zw. **zjawisko fotoelektryczne warstw przegradzających**. Polega ono na tym, że w miejscu zetknięcia warstwy półprzewodnika (np. tlenku pewnego metalu) z przewodnikiem (czystym metalem) powstaje t. zw. warstwa przegradzająca, która hamuje swobodny przepływ ładunków elektrycznych od półprzewodnika do przewodnika. Pod wpływem światła pewna ilość tych ładunków przedostaje się jednak przez warstwę przegradzającą, dzięki czemu pomiędzy stykającymi się ze sobą półprzewodnikiem a przewodnikiem powstaje różnica potencjałów (napięcie). W ten sposób utworzyć można ogniwo fotoelektryczne (fotoogniwo), w którym półprzewodnik jest biegunem dodatnim, przewodnik zaś — biegunem ujemnym.

Tego typu fotoogniwem, które pod działaniem promieni świetlnych przetwarza energię świetlną na energię elektryczną, jest wypuszczona niedawno na rynek „miedziana” komórka fotoelektryczna, składająca się z pół-

przewodnika — tlenku miedziawego oraz przewodnika — miedzi. Światłoczuła ta komórka (rys. 1) posiada kilka ciekawych i cennych właściwości, a mianowicie:

1. wielkość prądu otrzymanego z komórki, przy małym oporze obwodu zewnętrznego, jest proporcjonalna do natężenia światła. Przy równomiernym naświetleniu całej powierzchni komórki światłem o natężeniu 1 luksa otrzymany w obwodzie prąd o natężeniu ok. 120 mikroamperów ( $120 \mu A$ ) czyli ok. 0,000120 amperów.



Rys. 1.  
Komórka światłoczuła (widok zewnętrzny).

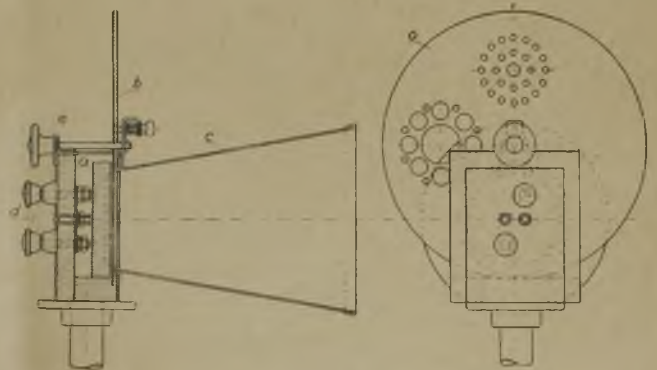
2. wszystkie dotychczasowe badania nie wykazały, aby przy przemianach energii świetlnej w energię elektryczną zachodziły w komórce jakiegokolwiek zmiany fizyczne, czy też chemiczne, czas więc trwania komórki można narazie przyjąć za nieograniczony.

3. długotrwałe korzystanie z komórki nie pociąga za sobą objawów jej wyczerpania się.

4. komórka nie zawiera ani płynów, ani gazów — jest więc przyrządem wygodnym w użyciu, a przytem trwałym.

Po tych wstępnych wyjaśnieniach, zajrniemy się bliżej zastosowaniem komórki fotoelektrycznej w fotometrii.

Przy użyciu znanych dotychczas fotometrów dokładność wyników zależy w wysokim stopniu od wprawy odczytującego, — sam zaś pomiar wymaga pewnego czasu i przy większej ilości odczytów staje się nawet męczący. Zastosowanie komórki światłoczułej usuwa te braki, gdyż w jej obecności pomiar sprowadza się do odczytywania wychyleń wskazówki przyrządu pomiarowego (galwanometru), co nie jest już tak męczące i przy odpowiednio dobranym przyrządzie pomiarowym daje bardzo dużą dokładność. Fotometr tego rodzaju (rys. 2) składa się z komórki światłoczułej **a** oraz przesłony **b** posiadającej kilka przelotów dla strumienia światła; osłona **c** wykonana w kształcie lejka, zabezpiecza fotometr od wnikanania do wnętrza promieni szkodliwych. Zaciski **d** służą



Rys. 2.  
Fotometr zawierający komórkę światłoczułą (opis w tekście).



do przyłączenia komórki a do galwanometru wskazowego.

Zastosowanie przesłony b, zaopatrzonej w otwory o różnej wielkości (całkowity przelot, 1/10 i 1/100) pozwala jednym ruchem ręki — przez pokręcenie gałki e — dostosować fotometr do wielkości badanego źródła światła, co pozwala na użycie przy pomiarach krótkiej ławy fotometrycznej.

Jak uczy doświadczenie, komórka fotometryczna z łatwością może być zastosowana zarówno do lumenometru (kuli Ulbrychta \*) jak i do luksmetru przenośnego,



Rys. 3.

Fotometr do zdejmowania wykresów światłoczułości w płaszczyznach pionowej i poziomej.

Na rys. 4 widzimy powyższy fotometr w przystosowaniu do lumenometru. Ponieważ wpływ światła na komórkę światłoczułą jest bardzo zbliżony do oddziaływania światła na oko ludzkie — otrzymane wyniki są zgodne — w granicach technicznych — z rezultatami otrzymanymi przy użyciu innych fotometrów.

Widzimy więc, że zastosowanie komórki światłoczułej do fotometru daje w praktyce przyrząd bardzo prosty i wygodny w użyciu, a przytem pozbawiony ścisłej zależności — co do otrzymanych wyników — od osoby odczytującej.

Należy zaznaczyć, że przy normalnej temperaturze pokojowej, kiedy jej wahania wynoszą kilka stopni, wpływ temperatury na zmienność prądu komórki nie przekracza 1%.

Komórkę należy chronić przed działaniem promieni podczerwonych, które mogą ją nagrzać powyżej 50° C, co jest już dla komórki szkodliwe.

Chcąc ocenić wyniki wykresu, otrzymane z pomiarów fotometru zaopatrzonego w komórkę światłoczułą — w porównaniu do wyników, uzyskanych przy pomocy zwykłego fotometru optycznego, przyjrzyjmy się wykresom na rys. 5 i 6.

Wykres na rys. 5 przedstawia rozsył światła pewnej oprawy, wykonany fotometrem optycznym i lustra-

oraz do fotometru kołowego, zastępując złożony i ciężki system ruchomych lusterek układu Brodhun—Lumera.

Na rys. 3 pokazany jest fotometr do zdejmowania wykresów światłości żarówek w płaszczyźnie pionowej i poziomej, zainstalowany w pracowni elektrotechnicznej Państwowej Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Warszawie, wykonany we własnym warsztacie elektrotechnicznym; — na zdjęciu widoczny jest fotometr F (u dołu z prawej strony), oraz galwanometr G.

mi ruchomymi. Natomiast wykres na rys. 6 daje nam obraz rozsyłu światła tejże oprawy, otrzymany przy pomocy fotometru z komórką światłoczułą. Porównując oba te wykresy ze sobą, widzimy, że zgodność ich jest naogół duża. Znaczniejsze różnice, zachodzące w części wykresu zawartej między 30° a 70°, są zrozumiałe, gdyż w rzeczywistości różnice, zachodzące w natężeniu światła w tym zakresie są małe i oko ludzkie może tu popełniać większe błędy. Wykres na rys. 6 jest pod tym względem subtelniejszy i dokładniejszy.

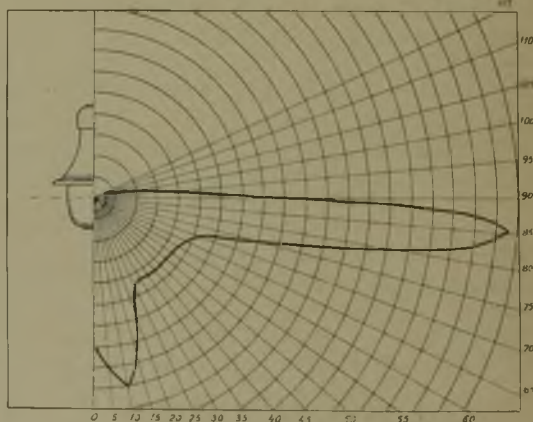
Na wykresach rozsyłu światła pokazanych na rys. 5 i 6 mamy podaną zależność natężenia światła od miejsca, w którym badamy owo natężenie. Chcąc z tego rodzaju wykresu oznaczyć wielkość natężenia światła jakie mamy w danym miejscu (w świecach lub w luksach), — trzeba posiadać skalę wartości dla wychyleń galwanometru. Do wyznaczenia tej skali wystarczy wykonać jeden pomiar, zamieniając badaną oprawę na żarówkę, której natężenie światła w określonym kierunku jest nam znane.

Dla wyjaśnienia tej sprawy rozpatrzmy konkretny przykład. Niech np. żarówka wzorcowa daje nam w pewnym określonym kierunku w odległości 1 metra natężenie światła wynoszące 45 świec. Ustawiamy komórkę fotometru wprost oznaczonego miejsca na żarówce, przyczem ramię fotometru, czyli odległość komórki od za-



Rys. 4.

Fotometr do zdejmowania wykresów światłości w przystosowaniu do lumenometru.



Rys. 5.

Wykres rozsyłu światła otrzymany za pomocą zwykłego fotometru optycznego.

rówki, niech wynosi 1,5 m. Przypuśćmy dalej, że na galwanometrze odczytaliśmy wychylenie wynoszące 20 działek. Obliczmy, jakie natężenie światła mamy w miejscu, w którym znajduje się komórka.

\*) por. „Wiadomości Elektrotechniczne” zeszyt 8/1934 r. str. 128, artykuł „Kilka słów o fotometrii”.



Według podstawowego prawa fotometrii natężenie światła w danym punkcie jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości tego punktu od źródła światła; znaczy to, że gdy odległość danego punktu od źródła światła zwiększy się np. dwukrotnie, — to natężenie światła zmniejszy się czterokrotnie, lub, gdy odległość zmniejszy trzykrotnie — natężenie światła w danym punkcie zwiększy się dziewięciokrotnie.

W naszym przykładzie natężenie światła w miejscu ustawienia komórki wynosi:

$$45 \text{ świec: } 1,5^2 = 45 : 2,25 = 20 \text{ świec.}$$

Jeżeli np. galwanometr wychylił się przytem o 20 podziałek, możemy powiedzieć, że wychyleniu galwanometru o jedną podziałkę odpowiada w danym wypadku natężenie światła równe 1 świecy.

wne naturalne granice ich rozwoju, nie znamy bowiem ciała, które miałyby znacznie wyższy punkt topliwości od wolframu, dawno stosowanego w przemyśle żarówkowym, a przecież wysokość punktu topliwości żarzącego się drucika odgrywa w tym wypadku zasadniczą



Rys. 1.  
Lampa sodowa. K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub> — elektrody; L — rura świecąca.

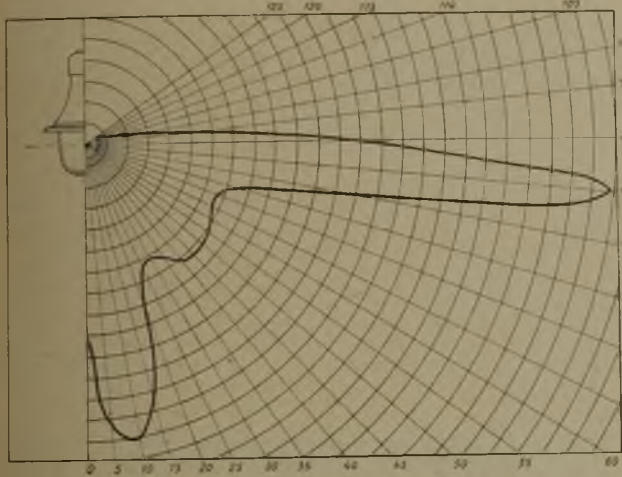
rolę. Teoretycznie biorąc, największą wydajność świetlną posiadać może ciało niezmiernie silnie rozżarzone, mające temperaturę wynoszącą ok. 6000° C (temperatura słońca). Lecz i tego rodzaju ciało świecące zamienia większą część doprowadzanej doń energii na niewidzialne promienie ciepłne i ultrafioletowe, dzięki czemu posiada ono zaledwie 14%-ową wydajność świetlną. Nowoczesne zaś żarówki z rozżarzonego drucikiem posiadają, jak wiemy, znikomą po prostu wydajność gdyż na wytwarzanie przez nie światła idzie zaledwie od 4 do 5% energii doprowadzonej.

Tymczasem najnowsze badania laboratoryjne nad lampami sodowymi na niskie napięcie wykazały, że ok. 90% doprowadzonej energii zamienia się w nich na światło o charakterystycznym zabarwieniu żółtozłocistym.

Poprzednikami lamp sodowych i rtęciowych są t. zw. żarówki tłące oraz rury świetlące na wysokie napięcie, czyli rury neonowe — od szeregu lat stosowane w reklamie. Rury neonowe są, jak wiadomo, napełnione gazami szlachetnymi, jak neon, argon lub hel, względnie parą rtęci. Ich elektrody wykonane są z blachy żelaznej i podczas pracy pozostają w stanie zimnym. Elektrody rur świetlących wysokiego napięcia wywołują jednakże b. duży spadek napięcia, wynoszący przeciętnie kilkaset woltów, wobec czego załączenie tego rodzaju rury świetlającej do źródła prądu niskiego napięcia (110 lub 220 woltów) byłoby bezcelowe.



Rys. 2.  
Lampa rtęciowa, 75-watowa; 3000 lumenów.



Rys. 6.

Wykres rozsyłu światła tejsze oprawy, co i na rys. 5, — otrzymany przy pomocy fotometru z komórką światłoczułą.

Na zakończenie dodajemy, że komórka światłoczuła i przyrząd pomiarowy (galwanometr) mogą być umieszczone w jednej skrzynce; wtedy skala aparatu może być od razu wyrażona w świecach lub luksach \*).

## Technika oświetleniowa.

### Lampy sodowe i rtęciowe.

Inż. M. WODNICKI.

#### Wiadomości wstępne.

#### Uwagi historyczne.

Przed kilku laty ukazały się na rynkach zagranicznych, a od niespełna dwóch lat i na rynku krajowym nowe źródła światła elektrycznego — lampy sodowe oraz lampy rtęciowe na niskie napięcie (rys. 1 i 2). Przykłady zastosowania tych lamp omawialiśmy już niedługo na łamach naszego czasopisma.

Nowe te lampy posiadają b. cenną zaletę, a mianowicie wytwarzają światło w sposób **wyjątkowo ekonomiczny**. Należy bowiem pamiętać, że dalszemu ekonomicznemu rozwojowi żarówek stoją na przeszkodzie pe-

\*) P.p. Czytelnikom, interesującym się bliżej komórką fotoelektryczną, radzimy zapoznanie się z artykułem p. t.: „Komórka fotoelektryczna” ppor. Kiesewettera, zamieszczonym w „Przeglądzie Wojskowo - Technicznym”, r. 1935, styczeń, zeszyt I, tom XVIII.



**AMPEROMIERZE  
WOLTOMIERZE  
GALWANOMETRY  
INDUKTORY**

i wszelkie precyzyjne przyrządy pomiarowe naprawiają i wzorczą pod gwarancją.

Koncesjonowane przez Główny Urząd Miar

**ZAKŁADY ELEKTRYCZNE**  
**DACHO** Inż. A. CHOMICZ

Warszawa 1, ul. Ś-to Krzyska 28, telefon 6.16-15

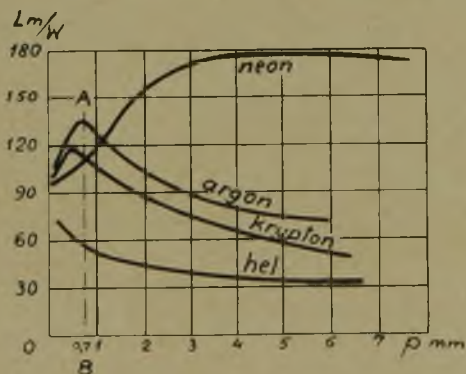


Dopiero wynalezienie przez Wehnelta w r. 1904 t. zw. elektrod oksydowanych\*) (utlenionych) umożliwiło znaczne zmniejszenie spadku napięcia na elektrodach, rozwiązując jednocześnie sprawę zasilania rur świetlanych z sieci niskiego napięcia. Trwałość elektrod pomysłu Wehnelta była jednakże tak znikoma, że mowy być nie mogło o technicznym ich zastosowaniu — w pierwotnej postaci. Dopiero długoletnie, mozolne prace badawcze przeprowadzone w bogato wyposażonych laboratoriach wielkich zagranicznych wytwórni żarówek umożliwiły sporządzenie elektrod oksydowanych o dostatecznie dużej trwałości, odpowiadającej wszelkim wymaganiom nowoczesnej techniki.

I tak w r. 1914 pracowali nad elektrodami oksydowanymi Franck i Hertz, w roku zaś 1919 amerykańskie T-wo Westinghouse Lamp Co (wynalazcy: A. H. Compton i C. C. Van Voorhis) opatentowało metodę wytwarzania lamp świetlanych (jarzeniowych) na niskie napięcie. W r. 1923 ci sami wynalazcy otrzymali szkło odporne na działanie sodu, który znajduje się w lampie.

W tymże czasie w Berlinie, w pracowniach naukowych Zakładów „Osram“, prowadzili pracę nad elektrycznymi wyładowaniami w parze sodu dwaj uczeni — słynny Dr Pirani oraz Dr Lax. W latach 1925, 1936 i 1937 w laboratoriach Philipsa w Eindhoven (Holandia) Dr G. Zecher wpadł na pomysł zastosowania w rurach jarzeniowych niskiego napięcia gazu szlachetnego — obok pary metalu, przyczem, jako gazu, użył on mieszaniny helu i argonu.

W r. 1930 z jednej strony badania D-ra Pirani'ego oraz jego współzawodników, z drugiej zaś strony prace doświadczalne D-ra Druyvenstein'a i jego współpracowników („Philips“, Eindhoven) wykazały, że do **zapoczątkowania wyładowań** w rurze jarzeniowej niskiego napięcia najlepiej nadaje się neon. Rys. 3 ilustruje zależ-



Rys. 3.

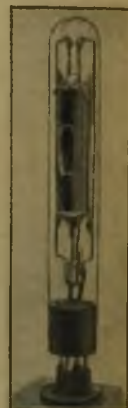
Wykres zależności pomiędzy wydajnością lampy świetlającej (w Lm/W) a ciśnieniem p gazu „pomocniczego“ (w mm słupka rtęci).

ność **wydajności** — w lumenach na wat — lampy świetlającej od ciśnienia znajdującego się w niej t. zw. „pomocniczego“ gazu szlachetnego. W pierwszych latach rozwoju lamp sodowych stosowano niewielkie ciśnienia — poniżej 0,7 mm słupka rtęci. Na wykresie (rys. 3) widać, że wartości wydajności lampy przy wzrastającym ciśnieniu — do wartości ok. 0,7 mm słupka rtęci maleją dla helu, wzrastają natomiast dla kryptonu i neonu, a najwięcej — dla argonu. Dlatego też na początku stosowano argon w

charakterze gazu „pomocniczego“. Dalsze jednakże badania wykazały, że przy ciśnieniu gazu powyżej 2 mm słupka rtęci, użycie neonu jest o wiele skuteczniejsze i bardziej celowe, aniżeli stosowanie argonu lub kryptonu. Ponadto przy wyższych ciśnieniach wartość wydajności lampy pozostaje prawie stałą dla neonu, podczas gdy dla innych gazów — silnie maleje.

W ostatnich latach wspomniane wyżej fabryki żarówek wykonały szereg najrozmaitszych typów lamp jarzeniowych niskiego napięcia, napełnionych cezem, kadmem, potasem, sodem, cynkiem, talem i rtęcią (rys. 4). Lampy te znalazły specjalne zastosowanie przy naukowych badaniach fizykalnych — w dziedzinie optyki, fizyki widmowej, fotometrii spektralnej, przy pomiarach polaryzacji i t. p.

**Technika świetlna** posługuje się w praktyce wyłącznie lampami sodowymi i rtęciowymi. Pierwsze zastosowania lamp sodowych datują od sierpnia 1931 r., kiedy lampy „Osram'a“ zastosowano do oświetlenia jednej z ulic (Ehrenbergstrasse) w Berlinie (rys. 5). Pierwsze natomiast lampy „Philips'a“ zastosowano do oświetlenia korytarza w jednym z gmachów firmy — w Eindhoven. Warto nadmienić, że pierwsze lampy „Philips'a“ napełnione były argonem.



Rys. 4. Widok lampy jarzeniowej napełnionej talem.



Rys. 5. Pierwsza ulica oświetlona lampami sodowymi (Berlin, sierpień 1931 r.).

## Lampy sodowe.

### 1. Fizyczne własności elektrycznego wyładowania w lampie sodowej niskiego napięcia.

Chcąc zrozumieć zasadę działania lampy sodowej, musimy najpierw poznać fizyczne własności elektrycznego wyładowania w rurze jarzeniowej niskiego napięcia.

Lampy sodowe (rys. 6) napełnione są, jak wiadomo, nie tylko metalicznym sodem, lecz i **gazem szlachetnym**\*) o małym ciśnieniu, wynoszącym kilka milimetrów słupka rtęci. Pod wpływem przepływającego przez lampę prądu elektrycznego gaz ten **zaczyna się jarzyć**; mamy więc tu

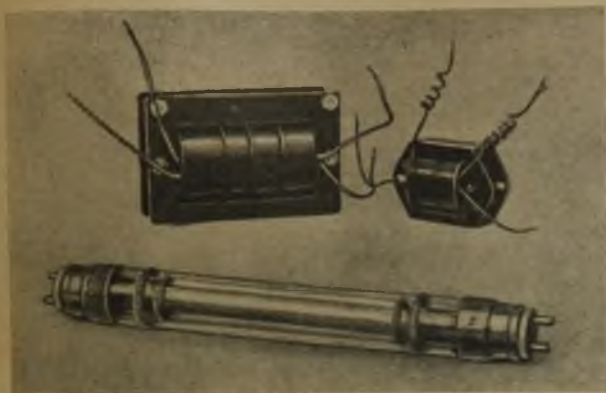
\*) Gaz ten nazwaliśmy już i będziemy także w przyszłości nazywali gazem „pomocniczym“. Sens tej nazwy stanie się jasny z dalszych rozważań.

\*) Są to elektrody metalowe, pokryte tlenkami baru lub potasu.



do czynienia ze zjawiskiem świecenia się gazu, czyli tzw. zjawiskiem elektroluminescencji \*).

Nośnikami energii świetlnej są tu poszczególne atomy „pomocniczego“ gazu szlachetnego, które — wskutek uderzeń elektronów — pobudzane są do jarzenia. Załóżmy, że wewnątrz świecącego słupa, powstającego



Rys. 6.

Lampa sodowa o mocy 70 W, na napięcie 220 woltów z dławikiem i transformatorem.

przy wyładowaniu w rurze, znalazł się swobodny elektron, który pod wpływem pola elektrycznego otrzymał przyspieszenie i porusza się w kierunku dodatniej elektrody rury. W pewnym miejscu rury elektron uderza o atom gazu szlachetnego. Skutki tego uderzenia mogą być rozmaite i wywołać mogą najrozmaitsze zjawiska, **zależnie od szybkości**, jaką posiadał **elektron** przed uderzeniem. O ile pędzący elektron nabył już dużą szybkość, wtedy może on wytrącić ze spotkanego na swej drodze atomu gazu szlachetnego **nowy elektron**. Oba te elektrony, pędząc dalej w polu elektrycznym, uzyskują znów przyspieszenie, — aż ponownie napotkają na atom gazu itd. O ile natomiast pędzący elektron nie nabył przed zderzeniem z atomem gazu dostatecznej szybkości, — wówczas nie wytrąci on wprawdzie przy zderzeniu z atomem nowego elektronu z tego ostatniego, **pobudzi natomiast atom do jarzenia**. Należy bowiem zaznaczyć, że stosunkowo mała ilość elektronów uzyskuje dostatecznie dużą szybkość, aby móc przy wspomnianym uderzeniu wytrącić z atomów nowe elektrony; większość ich natomiast **pobudza** spotykane na drodze swego ruchu **atomy do jarzenia**.

W rurach świetlających omawianego poprzedniego typu (neonowych), a więc posiadających zwykle, żelazne elektrody (t. zw. „zimne“) powstawanie nowych elektronów — na skutek zderzenia z atomami gazu — możliwe było jedynie w sposób pośredni. Zjawisko elektroluminescencji, zachodzące w rurach neonowych, wytłumaczyliśmy sobie w sposób następujący:

założyliśmy, że w pobliżu katody rury znajduje się elektron, który, uderzywszy o atom gazu, wytrąca zeń nowy elektron. Następnie przypuściliśmy, że oba elektrony, poruszając się w polu elektrycznym, oddalają się od katody. Natomiast atom gazu, z którego wytrącony został poprzednio elektron, — czyli, ściślej mówiąc, „reszta atomowa“, — już, jako jon dodatni, porusza się w kierunku odwrotnym — t. j. do katody rury. Gdy jon

ten uderzy o katodę z dostatecznie dużą szybkością, — wytrąci zeń nowy elektron itd.

Opisane wyżej zjawisko możliwe jest jednakże tylko wtedy, gdy w polu elektrycznym rury istnieje dostatecznie duża różnica potencjałów, wynosząca co najmniej kilkaset woltów. Poza to, na sto dodatnich jonów **jeden** zaledwie jon jest w stanie wytworzyć nowy elektron. Widzimy więc, że wydajność, z jaką przebiega powstawanie elektronów w rurze świetlającej (neonowej) jest b. mała, straty zaś energii — b. duże, przy dużych — w dodatku — spadkach napięć. Tym się też tłumaczy cała bezcelowość przyłączania tych rur do sieci niskiego napięcia. I właśnie dopiero **oksydowane elektrody Wehnelta** umożliwiły inny od opisanego wyżej sposób uzyskania jarzenia w gazach oraz w parach metali. Stało się to dzięki temu, że materiały zastosowane od tej chwili do wyrobu elektrod, a przede wszystkim tlenki baru i potasu, posiadają własność emitowania (wysyłania) przy temperaturze ok. 800—1000° C wyjątkowo dużych ilości elektronów. Stosując więc elektrody powlezione np. tlenkiem baru i doprowadzając je do odpowiedniej temperatury, otrzymamy bez trudu dostateczną ilość elektronów. Te ostatnie nie będą już zresztą wytwarzane przez jony, spadek zaś napięcia w pobliżu elektrod wyniesie kilka zaledwie woltów, co **umożliwi załączenie rury jarzeniowej na sieć niskiego napięcia** \*).

## 2. Widmo lampy sodowej.

Jarzenie się atomów na skutek zderzeń elektronów z atomami „pomocniczego“ gazu szlachetnego zależy jest od rodzaju atomów; tak np. atom neonu świeci się inaczej, niż atom rtęci lub sodu. Chcąc więc stosować rury świetlające (jarzeniowe), jako źródła światła, — musimy napełniać je takimi ciałami, których promieniowanie leży przeważnie w widzialnej części **widma**.

Widmem (inaczej „spectrum“) nazywamy barwną smugę, otrzymaną na ekranie przy rozłożeniu światła za pomocą pryzmatu optycznego. Wiemy, że światło, — np. białe, pochodzące od słońca lub innego źródła światła, rozkłada się (rozszczenia się) na szereg barw, znanych nam z tęczy; prążki widma światła białego są następujące: czerwony, pomarańczowy, żółty, zielony, błękitny, niebieski i fioletowy. Światło w istocie swej jest niczym innym, jak pewną falą poprzeczną (elektromagnetyczną) o fantastycznej szybkości, wynoszącej 300 000 km/sek, przyczem o barwie światła decyduje długość jego fali, mierzonej w m $\mu$  lub Å\*\*). **Wzrok ludzki wrażliwy jest tylko** na t. zw. fale optyczne, których długość leży w granicach mniej więcej od 390 do 760 m $\mu$  czyli od 3 900 do 7 600 Å. W porównaniu z innymi znanymi nam postaciami energii falistej — fale optyczne, czyli widzialne, **zajmują b. mało miejsca w widmie**. I tak barwa fioletowa zaczyna się od 390 m $\mu$ , kończy się zaś na 430 m $\mu$ , potem idzie barwa niebieska — do 485 m $\mu$ , a następnie kolejno: niebiesko-zielona do 505 m $\mu$ , zielona — do 585 m $\mu$  itd., a wreszcie czerwona — do 760 m $\mu$ . Ponadto między poszczególnymi barwami znajduje się nieskończenie wiele odcieni tych barw.

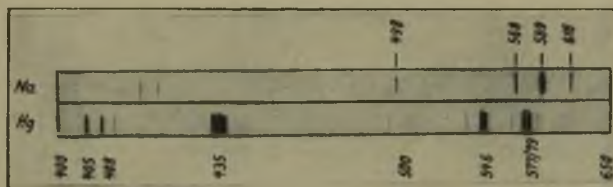
\*) Przypominamy przy sposobności, że spadek napięcia w pobliżu elektrod w rurze neonowej jest b. duży i wynosi kilkaset woltów, a nawet i więcej.

\*\* ) Wchodzą tu w grę następujące oznaczenia: mikron 1  $\mu$  =  $\frac{1}{1000}$  mm; milimikron 1 m $\mu$  =  $\frac{1}{1000000}$  mm =  $\frac{1}{10^6}$  mm; Angström Å =  $\frac{1}{10000000}$  mm =  $\frac{1}{10^7}$  mm.

\*) O zjawisku elektroluminescencji i budowie atomu mowa była w zeszycie 3/1936 „W. E.“, str. 76.



Charakterystyczną cechą widma światła słonecznego jest jego ciągłość w przechodzeniu od jednej barwy do następnej. Podobne widmo posiadają wszelkie ciała silnie rozżarzone. Blizsze badania widm słońca oraz innych źródeł światła wykazały, że energia promienista istnieje nie tylko w postaci widzialnych dla ludzkiego oka promieni światła, lecz również i w postaci promieni niewidzialnych. Promienie te istnieją zarówno na przedłużeniu widma poza jego końcem czerwonym (są to t. zw. promienie podczerwone, czyli inaczej infraczerwone), — jak i poza końcem fioletowym (t. zw. promienie nadfioletowe, czyli ultrafioletowe). Podczas gdy fale infraczerwone są niedostrzegalne dla oka ludzkiego i zaznaczają się wyraźnie przez swe działanie ciepłe, — fale ultrafioletowe dają się nam we znaki przez swe działanie chemiczne.



Rys. 7.

Widmo lamp — sodowej (Na) oraz rtęciowej (Hg).

Pary metali jarzą się pod wpływem wyładowań prądu elektrycznego. Rozkładając w znany nam sposób światło lamp jarzeniowych na jego elementy, — otrzymamy na ekranie — zamiast opisanego wyżej widma ciągłego — pojedyncze prążki lub też grupy kolorowych prążków. A zatem **widmo lamp jarzeniowych nie posiada ciągłości**. Tak np. widmo lampy sodowej („Na“) pokazane na rys. 7 wskazuje, że fala świetlna o długości  $\lambda = 589 \text{ m}\mu$  jest „najmocniejsza“ i wynosi 98,2% widzialnego promieniowania. Dla porównania przypominamy, że normalna żarówka zamienia w światło zaledwie ok. 5% doprowadzonej do niej energii elektrycznej. Poza tą falą widoczne są na widmie jeszcze inne, a mianowicie:  $\lambda = 498 \text{ m}\mu$ ,  $\lambda = 568 \text{ m}\mu$  oraz  $\lambda = 616 \text{ m}\mu$ . Strumienie świetlne tych linii widma są jednakże b. małe, to też możemy ich nie uwzględniać, przyjmując jednocześnie, że **światło lampy sodowej jest jednobarwne — żółte**. Drugie widmo (dolne) pokazane na rys. 7 dotyczy lampy rtęciowej („Hg“), o której mowa będzie w dalszym ciągu artykułu.

(C. d. n.)

Zeszyty

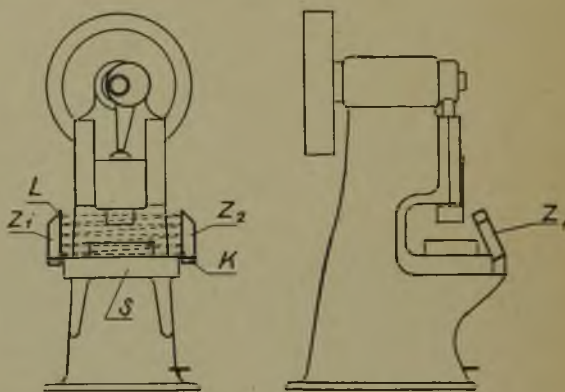
**„WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNYCH“**

ukazują się obecnie z pewnym opóźnieniem. Zeszyt 3-ci za miesiąc marzec wyjdzie z druku w końcu marca b. r.

**Dział bezpieczeństwa pracy.****„Zapora świetlna“ przy maszynach.**

Niebezpieczeństwo, na jakie narażone są osoby pracujące przy maszynach tego rodzaju, co prasy, tłoczarki, oginarki itp. — w razie uruchomienia maszyny w nieodpowiedniej chwili, — usiłowano dotychczas usuwać za pomocą różnych mechanicznych środków ochronnych. Dość rozpowszechniony sposób polega na konieczności użycia obu rąk pracującego do kierowania maszyną. Sposób ten jednak w wielu przypadkach bądź nie daje się w ogóle zastosować, bądź też powoduje zbyt dużą stratę czasu, i dlatego też znacznie odbiega od idealnego urządzenia ochronnego, które nie powinno wywierać żadnego wpływu na normalny bieg pracy, — a przytem chronić ręce pracującego jedynie w **strefie niebezpiecznej**, nie pozwalając na najmniejszy nawet ruch maszyny, o ile ręce obsługującego znajdują się w tej właśnie strefie.

Wymaganiom idealnej ochrony odpowiada w zupełności „zapora świetlna“, w której znajduje zastosowanie **komórka fotoelektryczna**.



Rys. 1.

Zapora świetlna przy prasie mimośrodowej.

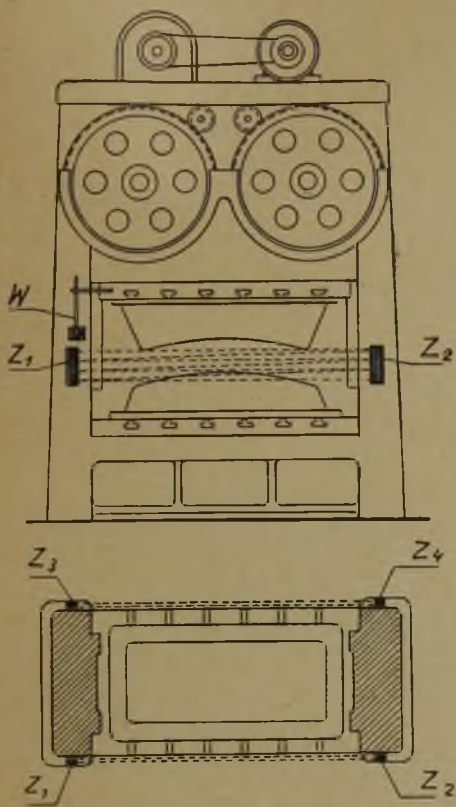
Na rys. 1 pokazana jest — dla przykładu — „zapora świetlna“ przy prasie mimośrodowej. Po obydwu stronach stołu S umieszczone są oprawy  $Z_1$  i  $Z_2$ , w których znajdują się zwierciadła ustawione w ten sposób, że promień światła, wychodzący ze źródła L, przebiega wielokrotnie od jednej strony stołu S na drugą po linii zygzakowatej, — aż w końcu **pada na komórkę fotoelektryczną K**. Przerwanie promienia w którymkolwiek miejscu przez wprowadzoną do przestrzeni między  $Z_1$  i  $Z_2$  rękę pracującego powoduje **zareagowanie przekaźnika**, który bądź nie pozwala na uruchomienie prasy, bądź też wywołuje natychmiastowe jej zatrzymanie. Na bocznym widoku prasy pokazane jest stosowne pochylenie płaszczyzny zapory, zapewniające całkowite osłonięcie niebezpiecznej strefy od strony pracującego.

Rys. 2 przedstawia wielką tłoczarkę dostępną dla pracujących przy niej osób z obu stron i dlatego też zapatrzoną w dwie „zapory świetlne“,  $Z_1 - Z_2$  i  $Z_3 - Z_4$ , umieszczone na wysokości, odpowiadającej strefie szczególnego niebezpieczeństwa.

Wyjmowanie obrabianego przedmiotu z maszyny w czasie jej ruchu do góry nie przedstawia, oczywiście, dla pracującego żadnego niebezpieczeństwa, to też przerwanie w tym wypadku promienia „zapory“ nie powinno wywoływać zatrzymania się maszyny. Osiąga się to przez zastosowanie uwidocznionego na rys. 2 dodatkowego urzą-



dzenia kontaktowego **W**, którego rola wynika z rys. 3, przedstawiającego schemat elektrycznych połączeń przekaźnika „zapory”.



Rys. 2.

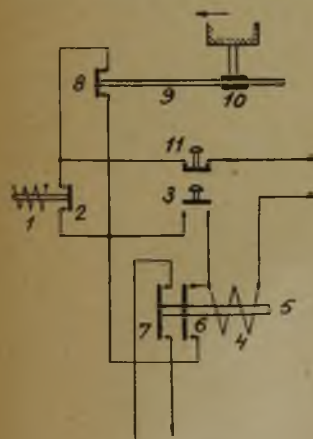
Zapory świetlne po obu stronach wielkiej tłoczarki.

Dopóki promień światła pada na komórkę fotoelektryczną, — jest ona źródłem prądu, który w (nie pokazanym na rysunku) wzmacniaczu wywołuje prąd o większym natężeniu; prąd ten płynie przez cewkę 1 elektromagnesu, trzymającą wyłącznik alarmowy 2 w położeniu zamkniętym. Przez naciśnięcie przycisku 3 zamykamy

obwód prądu pomocniczego, płynącego przez cewkę 4 przekaźnika; rdzeń 5 zostaje wówczas wciągnięty i podniesiony do góry, a wraz z nim kontakt 6, który bocznikuje przycisk 3 i umożliwia jego puszczenie, oraz kontakt 7, który zamyka nowy obwód prądu pomocniczego i powoduje włączenie wyłącznika silnika napędowego maszyny.

W razie przerwania promienia światła działanie komórki fotoelektrycznej ustaje; prąd w cewce 1 przestaje płynąć, a przełącznik alarmowy 2 — pod

wpływem sprężyny — odskakuje i przerywa prąd w cewce 4 przekaźnika, którego rdzeń opada; kontakt 7 otwiera obwód prądu pomocniczego, wyłącznik silnika wypada i maszyna staje.



Rys. 3.

Schemat połączeń przekaźnika zapory świetlnej.

Najlepszy niezmywalny  
tuszu rysunkowy  
**Felikan**



w tuszniku

Dzieje się to jednakże jedynie wówczas, gdy kontakt 8 zajmuje położenie pokazane na rys. 3, gdy więc nie bocznikuje on wyłącznika alarmowego 2. Kontakt ten jest osadzony na wrzecionie 9, na którym ślizga się z pewnym tarciem zabieracz 10, sztywno związany z ruchomą górną częścią maszyny (prasy lub t. p.) i poruszający się wraz z nią. Jasnym jest, że w czasie ruchu maszyny na dół zabieracz 10 przesuwa wrzeciono 9 również ku dołowi, i dzięki temu wyłącznik alarmowy może działać. Gdy natomiast maszyna idzie do góry, pociągając za sobą wrzeciono, — kontakt 8 bocznikuje wyłącznik 2 i nie dopuszcza do przerwania prądu w cewce przekaźnika, a więc i do zatrzymania maszyny. Zespół części 8, 9 i 10 stanowi właśnie zaznaczone na rys. 2 urządzenie **W**. Do umyślnego wyłączenia maszyny — niezależnie od działania „zapory” świetlnej — służy przycisk 11.

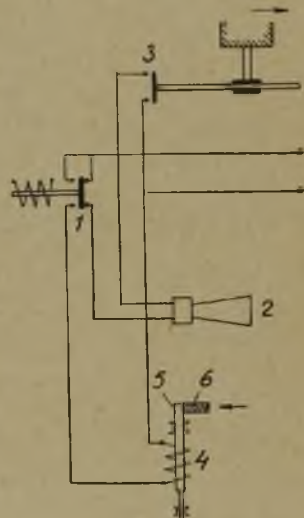
Opisane urządzenie spotyka się w różnych odmianach, zależnie od rodzaju maszyny, wykonywanej przez nią pracy oraz stopnia niebezpieczeństwa. Przy małych np. prasach mimośrodowych znajduje zastosowanie urządzenie stosunkowo proste, przedstawione schematycznie na rys. 4.

Zamiast wyłącznika alarmowego mamy tu przełącznik 1. Jeśli na drodze promienia światelnego „zapory” znajduje się jakaś przeszkoda, przełącznik zajmuje położenie, jak na rys. 4, i włącza w obwód prądu sygnał alarmowy 2, który jednakże wydaje dźwięk jedynie wówczas, gdy prasa porusza się ku dołowi, i kontakt 3 zamyka obwód sygnału (a więc nie tak, jak na rysunku). Jeśli natomiast droga promienia jest wolna, przełącznik alarmowy przechodzi w dolne swe położenie i włącza cewkę 4 elektromagnesu, który wciąga wówczas swój rdzeń 5 i umożliwia obsługującemu opuszczenie dźwigni 6, włączającej maszynę.

Jak widzimy, w razie niebezpieczeństwa nie zachodzi w tym urządzeniu samoczynne zatrzymanie maszyny, a jedynie uruchomienie ostrzegawczego sygnału.

Możliwe są, oczywiście, najrozmaitsze kombinacje urządzeń ryglujących, samoczynnie wyłączających, sygnalizujących niebezpieczeństwo i t. p., — albowiem wyłącznik wzgl. przełącznik alarmowy może kierować różnymi czynnościami — zależnie od schematu połączeń aparatury.

(Helios, Zeszyt 4/1938 r.).



Rys. 4.

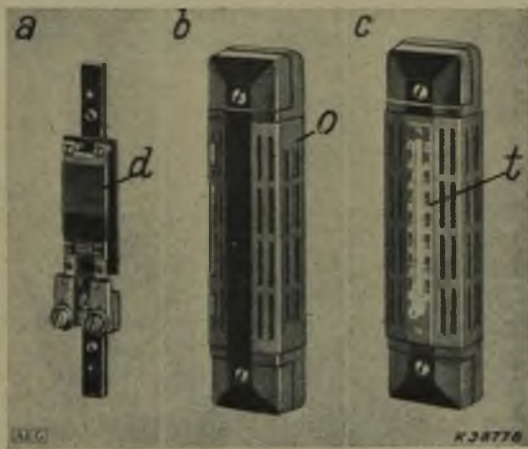
Schemat połączeń urządzenia ryglującego i sygnałowego zapory świetlnej.



## NOWINY ELEKTROTECHNICZNE.

**ELEKTRYCZNE TERMOMETRY OPOROWE.** Obok znanych i powszechnie w przemyśle stosowanych elektrycznych termometrów, opartych na zjawisku termoelektryczności (t. zw. „pirometry“, używane do pomiaru bardzo wysokich temperatur — np. w piecach metalurgicznych) — spotykamy obecnie coraz częściej elektryczne termometry, oparte na odmiennej zasadzie; są to t. zw. „termometry oporowe“, w których wykorzystane są zjawiska zmienności oporu elektrycznego metali pod wpływem zmian temperatury.

Element pomiarowy termometru oporowego stanowi **drut metalowy** — najczęściej platynowy lub niklowy, platyna bowiem i nikiel posiadają w wysokim stopniu stały współczynnik zmiany oporności wraz z temperaturą; drut ten nawinięty jest na rdzeń ceramiczny lub bakielitowy. Drut oporowy zostaje włączony w szereg ze źródłem prądu oraz z miernikiem elektrycznym (galwanometrem), zaopatrzonym w skalę wycechowaną wprost w stopniach Celsjusza. Zmiana oporności drutu — pod wpływem zmian temperatury — powoduje zmiany natężenia prądu w obwodzie, a tym samym i różne wychylenia galwanometru, odczytywane na jego skali w stopniach Celsjusza.



Rys. 1.

Różne wykonania pomiarowego elementu elektrycznego termometru oporowego.

Aby pomiar temperatury był dokładny, oporność **drutu pomiarowego** winna być możliwie duża (zazwyczaj wynosi ona ok. 100  $\Omega$ ); oporność natomiast przewodów, łączących element mierniczy ze źródłem prądu i galwanometrem, — możliwie mała, aby wpływ zmiany oporności przewodów łączących na wskazania przyrządu był jak najmniejszy.

Termometry oporowe nadają się do stosowania w zakresie temperatur od  $-100$  do  $+500^{\circ}\text{C}$ . Zasadniczą ich zaletą w stosunku do zwykłych termometrów (rtęciowych lub alkoholowych) — jest to, iż miejsce, w którym dokonywany jest odczyt temperatury, może być właściwie **dowolnie odległe** od pomieszczenia, którego temperaturę mierzymy — byleby tylko oporność przewodów połączeniowych nie była zbyt duża (nie większa od ok. 10  $\Omega$ ). Ma to duże praktyczne znaczenie w wielu wypadkach, jak np. w urządzeniach przemysłowych, w domach mieszkalnych i t. p. Tak np. zainstalowanie w kotłowni, zasilającej system centralnego ogrzewania kompleksu budynków, wskaźników połączonych z termometrami elektrycznymi, których druty oporowe rozmieszczone są w różnych pomieszczeniach poszczególnych budynków, — umożliwia obsługującemu należyte kierowanie rozdziałem pary. W wielu urządzeniach przemysłowych instalacja termometrów oporowych pozwala na wygodny odczyt z jednego, centralnego, stanowiska temperatur panujących w kotłach, zbiornikach, rurociągach i t. p., umożliwiając tym samym dogodne śledzenie i kontrolowanie przebiegów procesów przetwórczych.

W zależności od przeznaczenia, nowoczesne termometry oporowe posiadają odmienne wykonanie zewnętrzne konstrukcyjne i obudowę. Na rys. 1 pokazany jest — w różnej postaci — element pomiarowy termometru oporowego, przeznaczonego do umieszczenia w pomieszczeniu mieszkalnym. Na rys. 1-a widzimy sam drut oporowy d nawinięty na cienką płytkę izolacyjną; na rys. 1-b pokazany jest kompletny element t. j. drut oporowy umieszczony wewnątrz blaszanej obudowy o przystosowanej do zawieszania na ścianie. Rys. 1-c przedstawia wreszcie ten sam element, lecz zaopatrzony dodatkowo w zwykły termometr rtęciowy t dla odczytu temperatury na miejscu.

Istnieją także termometry oporowe dla celów specjalnych jak np. dla mierzenia zmian temperatury w łożyskach, temperatury uwojeń maszyn elektrycznych, do pomiarów temperatury pary w kotłach parowych, kontrolowania temperatury w śpichrzach zbożowych, w składach węgla (w celach ochrony przed samozapłonem) i t. d. We wszystkich tych przypadkach termometry oporowe rozwiązują szereg trudności w sposób b. praktyczny, pomiar bowiem temperatury w tym wypadku, przy pomocy zwykłych termometrów rtęciowych, jest bardzo kłopotliwy albo też nawet wręcz niewykonalny.

(AEG — Mitteilungen. Zeszyt 11/1937 r.)

### ZASTOSOWANIE FOTOKOMÓRKI DO POMIARU LICZBY OBROTÓW MASZYN.

Jako bardzo praktyczny i pożyteczny przykład zastosowania komórki fotoelektrycznej należy zanotować przyrząd do wyznaczania liczby obrotów wałów, poszczególnych części mechanizmów maszyn i t. d. Zasada działania tego przyrządu jest następująca: zamocowana na wirującym wale maszyny specjalna blaszka przecina w czasie każdego obrotu wiązkę światła, padającą na komórkę fotoelektryczną. Impulsy cienia, padające na fotokomórkę za każdym obrotem wału, na skutek obecności blaszki, wywołują odpowiednią liczbę impulsów, powodujących zmiany oporności komórki, a w rezultacie odpowiednie impulsy prądowe. Przy pomocy dość złożonego układu lamp elektronowych impulsy te zostają przetworzone na wychylenie odpowiedniego miernika, wskazującego odrazu szybkość wirowania wału (lub innej części maszyny) przez wychylenie strzałki na skali, wycechowanej w obrotach na minutę.

Ten sposób pomiaru liczby obrotów jest bez porównania wygodniejszy od innych metod mierzenia szybkości obrotów, a więc np. przy pomocy przyrządów mechanicznych, jak obrotomierz (tachometr), lub też przyrządów elektromechanicznych wymagających często dodatkowego dzielenia (np. dzielenie zanotowanej ilości obrotów przez czas trwania pomiaru).



Rys. 2.

Jedna z ruchliwych ulic większego miasta.



Omawiany sposób pomiarów, polegający na zastosowaniu fotokomórki, ma jeszcze i tę zaletę, iż nie jest połączony z poborem najmniejszej nawet ilości energii od badanej maszyny, czego nie można np. powiedzieć o przyrządach, w których ruch maszyny zostaje w drodze mechanicznej przeniesiony na układ obrotowy przyrządu pomiarowego. Przyrząd z fotokomórką można więc nawet stosować do mierzenia liczby obrotów maszyn o znikomej mocy. Zamiast występu, rzucającego cień na fotokomórkę, bywa niekiedy umieszczane na wirującym wale maleńkie lustro, rzucające periodycznie (za każdym obrotem wału) wiązkę światła na fotokomórkę. Górna granica obrotów, które można mierzyć opisanym przyrządem, wynosi 30 000 obr/mm.

(AEG — Mitteilungen. Zeszyt 11/1937 r.).

**OBLICZE JAPONII W ŚWIETLE ELEKTRYCZNYM.** Nowoczesna Japonia łączy w sposób harmonijny tradycję starego kraju „kakemonos“ i jedwabnych wachlarzy z szeroko pojętą cywilizacją Europy Zachodniej. I tak, kultywując w dalszym ciągu specyficzne formy w dekoracji świetlnej, **używają** Japończycy w sposób różnorodny **nowoczesnych źródeł światła elektrycznego**. Poniżej podajemy kilka przykładów stosowania elektrycznego oświetlenia w Japonii.



Rys. 3.  
Elektrycznie oświetlone szyldy  
w języku japońskim.

Rys. 2 przedstawia ruchliwą ulicę Bansyōzi w mieście Nagoya'i, oświetloną za pomocą sklepień światła. Zastosowano tu duże szklane oprawy w kształcie odwróconego kielicha konwalii, stanowiącego element b. popularny w japońskiej technice oświetleniowej. Nad oprawami widoczne są oryginalne motywy dekoracyjne z  **rur neonowych**. Na rys. 3 widzimy wielobarwne szyldy, stanowiące charakterystyczny motyw egzotycznych ulic Dalekiego Wschodu. Reklamy wykonane są przeważnie z rur neonowych.

Bardzo dyskretnie **naświetlają** japończycy **fasady** gmachów, zręcznie ukrywając źródła światła. I tak, np. teatr „Kabukiza“ w Tokio (rys. 4) oświetlony jest snopem światła, skierowanym od dołu ku górze. Pozwala to doskonale podkreślić charakterystyczny kształt dachu, przypominający namiot koczownika; górna część dachu pogrążona jest w ciemności. Do naświetlania teatru użyto 46 naświetlaczy po 500 watów oraz 10 naświetlaczy po 250 watów każdy.

Rys. 5 przedstawia fasadę cukierni Meiji w Osaka, która swym wyglądem zewnętrznym przypomina typowe sklepy Zachodniej Europy. Przyglądając się jednak bliżej witrynom, zauważymy, że w szczegółach swych są one wykonane w stylu japońskim. Napis wykonany jest na płaszczyźnie szklanej, prześwietlonej i poprzecinanej subtelnymi liniami w kratkę.

**Płaszczyzny prześwietlone** stosowane są w Japonii b. często. Tak np. w gmachu giełdy w Osaka zastosowano świetlik, pokratkowany liniami o różnej grubości, dzielącymi opalowy witraż na czworokątne pola.



Rys. 4.  
Naświetlenie jednego z teatrów w Tokio.

W Japonii szeroko rozpowszechnione jest ponadto naświetlanie ogrodów i parków. M. in. przepięknie oświetlony jest wieczorem Park Kiyosumi w Tokio, w którym to parku zainstalowano 10 naświetlaczy o mocy 500 watów każdy. Zwierciadlane odbicia w wodach jeziora naświetlonych obiektów potęgują wieczorem efektowny widok parku.

(B. I. P. Zeszyt 105/1937 r.)



Rys. 5.  
Oświetlenie fasady cukierni Meiji w Osaka.



**ELEKTRYCZNE PRZYRZĄDY POMIAROWE.**

**GOSPODARKA CIEPLNA.**

TELEFONY — DOMOFONY — SYGNALIZACJA  
PAPIER WYKRESOWY DO APARATÓW REJE-  
STRUJĄCYCH WSZELKICH FABRYK I SYSTEMÓW

**„ELEKTRYK”** Lwów, Szajnochy 2  
Telefon 258-58



## SKRZYŃKA TECHNICZNA.

**p. LEWANDOWSKI TELESFOR.** Aleksandrów koło Łodzi. Pytanie. Dlaczego przy zalewaniu ogniw salmiakiem należy uważać, aby jego poziom był niższy od górnego brzegu woreczka o ok. 5 do 15 mm, a nie wyższy — jak to ma miejsce przy akumulatorach, w których poziom kwasu przewyższa płyty? Poza to temperatura wody przy przygotowywaniu roztworu winna wynosić ok. 15° — 20° C. Czy można wziąć np. wodę zagotowaną i ostudzić ją do powyższej temperatury, czy też należy raczej podgrzać do tej temperatury zimną wodę? Która woda lepiej się nadaje: czy uprzednio przegotowana, czy też nieprzegotowana, lecz podgrzana woda, mogąca zawierać różne składniki? Ja osobiście na każde ogniwo, zawierające ½ litra wody, sypię jedną łyżeczkę od herbaty salmiaku; zauważyłem m. in., że przy słabszym roztworze ogniwo mniej się zużywa.

**Odpowiedź.** Zgodnie z zasadami podanymi w Polskich Normach Teletechnicznych (przepisy PN/PNT — 702, „Ogniwo leklanszowskie mokre”) woreczek ogniwa Leclanché'a winien być pogrążony w elektrolicie tak, ażeby górny brzeg woreczka wystawał ponad poziom płynu na 5 do 15 mm. Ma to na celu z jednej strony zapewnienie pozostawania górnej części woreczka w powietrzu — z uwagi na właściwy przebieg reakcji chemicznych zachodzących wewnątrz woreczka. Z drugiej strony, gdyby część powierzchni pałeczki węglowej zanurzona była bezpośrednio w elektrolicie, — ogniwo pracowałoby, częścią swej elektrody węglowej, w sposób niewłaściwy — bez pośrednictwa domieszek oraz depolaryzatora, zawartych w woreczku. Ponadto elektrolit, dostając się po pałeczce w górę, powodowałby zawilgocenie i zanieczyszczenie mosiężnej główki ze śrubką, jaką pałeczka węglowa jest zakończona. W akumulatorach natomiast, jak słusznie Pan twierdzi, płyty winny być zanurzone całkowicie w elektrolicie, a to ze względu na rodzaj i przebieg reakcji chemicznych zachodzących przy ładowaniu i wyładowaniu akumulatora. Poza to zależy nam także przy akumulatorze na całkowitym uzyskaniu powierzchni płyt, a to dla osiągnięcia zarówno jak największej pojemności baterii (amperogodziny), jak i najmniejszej oporności wewnętrznej akumulatora.

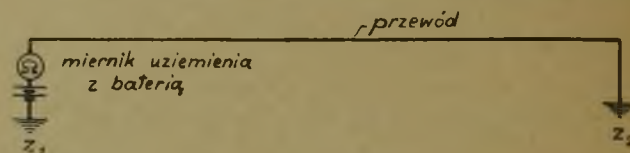
Najlepszą dla przyrządzania elektrolitu jest woda destylowana. Praktycznie jednakże nie opłaca się na ogół ponosić w tym kierunku specjalnych trudów i kosztów; wystarczy stosować zwykłą, możliwie jednakże czystą, wodę studzienną lub wodociągową. Woda przegotowana i ostudzona będzie lepsza do sporządzania elektrolitu, niż woda surowa; gotowanie wody strąca w niej bowiem pewne zanieczyszczenia chemiczne, z których powstaje twarde osad — t. zw. „kamień kotłowy”, spotykany w czajnikach, kotłach i t. d.

Rozczyn salmiaku w wodzie winien posiadać stężenie 10-procentowe; oznacza to, iż wagowo elektrolit składa się z 90% wody oraz 10% salmiaku; bierzemy więc np. 0,9 litra wody (900 gr) oraz 100 gr salmiaku. Salmiak używany do ogniwa winien odpowiadać normom (przepisy PN/PNT — 710, „Salmiak do ogniwa”); winien on być budowy drobnokrystalicznej, barwy czysto białej (śnieżnej), zawierać ma 99% chemicznie czystego chloru amonu ( $NH_4Cl$ ) i zaledwie najwyżej 1% zanieczyszczeń. Szczególnie łatwe jest sprawdzenie salmiaku na zawartość zanieczyszczeń nierozpuszczalnych w wodzie. Należy w tym celu rozpuścić w 1 litrze wody o temperaturze pokojowej 50 gramową próbkę salmiaku. Otrzymany roztwór winien być najzupełniej przezroczysty i nie powinien wykazywać żadnego osadu.

inż. J.

**p. RAK A., Lida.** Pytanie. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego przy pomiarze oporności rzeczywistej (omowej) przez ziemię przy zmianie biegunów źródła prądu, np. baterii, (załączając raz plus na ziemię, a minus na przewód, — drugi zaś raz odwrotnie) — otrzymuje różne odczyty? Ma to miejsce np. przy pomiarze oporności żył przewodów napowietrznych w liniach telefonicznych, przyczem najwyraźniej daje się to odczuwać zimą.

**Odpowiedź.** Różne wartości oporności rzeczywistej („omowej”) przewodu przy pomiarze jej za pomocą uziemienia przewodu oraz przy użyciu miernika oporności z baterią, również uziemionego (rys. 1), jakie otrzy-

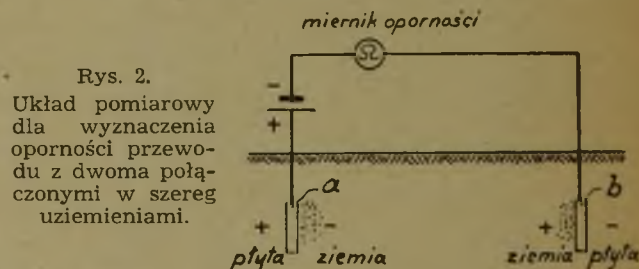


Rys. 1.

Pomiar oporności przewodu za pomocą uziemienia przewodu i przy użyciu miernika oporności z baterią.

muje Pan przy załączeniu baterii plusem lub minusem na ziemię, — **wynikają stąd**, że do mierzonej oporności przewodu dodają się oporności uziemień  $z_1$  i  $z_2$  (na rys. 1). Oporność uziemienia, mierzona prądem stałym, zmienia się w pewnym stopniu w zależności od kierunku prądu przepływającego przez uziemienie. Zależnie bowiem od tego, czy płyta uziemiająca stanowi biegun dodatni, czy też ujemny, — zachodzą na jej powierzchni takie lub inne zjawiska elektrolizy chemicznej (na skutek obecności wilgoci oraz składników chemicznych, znajdujących się w ziemi). Zjawiska te wywołują — wskutek przepływającego przez uziemienie prądu — wytwarzanie się tych lub innych soli oraz gazów, osiadających na płycie i zmieniających wielkość oporności styku pomiędzy płytą a ziemią.

W praktyce mamy zazwyczaj do czynienia — podobnie, jak i przy pomiarach oporności przewodu napowietrzego wspomnianą przez Pana metodą \*) — z **dwoma uziemieniami** połączonymi w szereg (rys. 2). Wyda-



Rys. 2.

Układ pomiarowy dla wyznaczenia oporności przewodu z dwoma połączonymi w szereg uziemieniami.

wałoby się więc na pozór, iż łączna ich oporność, mierzona prądem stałym, winna być zawsze jednakowa, gdyż niezależnie od tego, jak załączymy baterię — zawsze jedna z płyt będzie dodatnia, druga zaś — ujemna, przyczem rolę ich będą się nawzajem zamieniały (płyty a i b na rys. 2).

W rzeczywistości jednakże wchodzi tu w grę fakt różnej wilgotności oraz różnych składników chemicznych — w gruncie otaczającym jedną i drugą płytę uziemiającą. Wspomniane wyżej zjawisko elektrolizy zachodzi w stopniu niejednakowym, a przytem przebiega ono na każdej z płyt w sposób rozmaity, co w rezultacie prowadzi do różnych wartości łącznej oporności obydwu uziemień, a następnie i do niejednakowych wartości oporności przewodu, mierzonej przy uziemieniu jego na drugim końcu. Zjawisko powyższe występuje wydatniej w wilgotnej porze roku, a to z uwagi na wilgotność gruntu

\*) Metoda ta jest zresztą mało racjonalna, oporność bowiem przewodu napowietrzego mierzymy, tworząc obwód zamknięty — t. zw. „pętlę”, składającą się z dwóch przewodów; mierząc oporność przewodu przy pomocy uziemień, **wprowadzamy** do wielkości mierzonej oporności — **oporności samych uziemień**; błąd ten procentowo może być znaczny.



**ZAKŁADY  
ELEKTRO-MECHANICZNE  
K. i W. DWORAKOWSCY  
Warszawa 1, Wspólna 46  
Telefon 9 74-06**

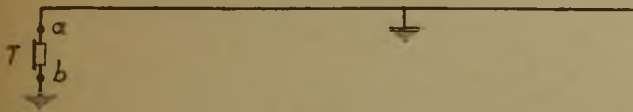


i zachodzące wówczas w silniejszym stopniu zjawiska elektrolizy.

Do pomiaru uziemień stosujemy także źródła prądu zmiennego. Jedną z metod pomiaru polega na zastosowaniu układu mostka Wheatstone'a, przyczem źródło prądu zmiennego posiada częstotliwość słyszalną (ok. 800 okr./sek.); zamiast galwanometru stosować możemy słuchawkę telefoniczną\*).

Pytanie. Czym się tłumaczy brzęczenie, a niekiedy nawet wprost „wycie“ uziemionego przewodu telefonicznego?

Odpowiedź. „Brzęczenie“ a nawet, jak Pan mówi, „wycie“ uziemionego przewodu telefonicznego daje się wytłumaczyć w sposób bardzo prosty. Uziemiony przewód i słuchawka telefoniczna T przyłączona doń jednym zaciskiem (a) uziemiona zaś drugim — b — (rys. 3) stanowią obwód zamknięty, w którym indukują się



Rys. 3.

Obwód zamknięty, utworzony przez uziemiony przewód telefoniczny.

prądy — na skutek przepływu prądu w sąsiednich obwodach telefonicznych, telegraficznych lub silnoprządowych. W zależności od rodzaju prądu w obwodach, będących źródłem prądów indukowanych, — otrzymać możemy w słuchawce telefonicznej najrozmaitsze efekty słuchowe, jak: szumy, trzaski a nawet i „wycie“. Podobne zjawiska otrzymać możemy także, aczkolwiek w słabszym bez porównania stopniu, przy nieuziemionym przewodzie, — gdyż wówczas obwód zamyka się przez pojemność między przewodem a ziemią.

Zjawiska wpływów jednych obwodów elektrycznych na drugie dają się odczuwać na liniach telefonicznych bądź pomiędzy poszczególnymi obwodami telefonicznymi (np. t. zw. „przesłuch“ telefoniczny, dający się odczuwać w kablach), bądź też w postaci uporczywych szumów, będących skutkiem indukcyjnego wpływu\*\*) na przewody telefoniczne linii prądu silnego, biegnących w pobliżu.

Szczególnie duży kłopot nastęrczają linie telefoniczne, biegnące wzdłuż torów kolei zelektryfikowanych. Wpływ przewodu jezdnego oraz biegnącej zazwyczaj

\*) Metoda ta opisana jest dokładnie w książce inż. T. Kuliszewskiego p. t. „Elektryczne przyrządy pomiarowe“.

\*\*) Rozróżniamy t. zw. „indukcję elektromagnetyczną“, pochodzącą od pola elektromagnetycznego, otaczającego przewody zakłócające, w których płynie prąd, — oraz „indukcję elektrostatyczną“, której źródłem jest pole elektrostatyczne otaczające przewody będące pod napięciem.

obok niego linii zasilającej wysokiego napięcia uniemożliwia wręcz normalną komunikację telefoniczną po przewodach napowietrznych, zmuszając do stosowania telefonicznych kabli ziemnych. W takim położeniu znalazły się np. ostatnio teletechniczne linie kolei i poczty na odcinkach zelektryfikowanych kolejowego węzła warszawskiego. Omawiane zjawiska zmusiły odnośnie Zarządy do zastąpienia tras napowietrznych liniami kablowymi — mimo wysokich kosztów tych ostatnich.

Inż. P. J.

p. inż. ZUBKO J. Warszawa. Pytanie. Jeżeli w szybkozmiennym polu elektromagnetycznym, wzbudzonym przez prąd szybkozmienny, płynący przez cewkę, umieścimy, wewnątrz cewki bryłę przewodzącą (np. metalową), to przy jakiej częstotliwości można uważać, że przetwarzanie energii tego pola na ciepło w bryle, umieszczonej wewnątrz cewki, odbywa się w zasadzie zdala od osi pionowej bryły? W jaki sposób zjawisko to przebiegać będzie przy częstotliwościach:  $f = 400$  Hz (okresów na sekunde), przy  $f = 1000$  Hz oraz przy  $f = 10000$  Hz?

Odpowiedź. Prąd zmienny, płynący przez uzwojenie cewki, wytwarza wewnątrz niej zmienne pole magnetyczne. Przyjmujemy, że pole to jest jednostajne i skierowane wzdłuż osi cewki, co w przybliżeniu zachodzi w rzeczywistości. Zmienne pole magnetyczne jest przyczyną powstawania sił elektromotorycznych, wzbudzonych w metalowej bryle, umieszczonej wewnątrz cewki. Wzbudzone w ten sposób siły elektromotoryczne działają w płaszczyznach prostopadłych do osi cewki wzdłuż zamkniętych obwodów kół i wywołują z kolei w bryle metalowej prądy (wirowe), płynące w kierunkach zgodnych z kierunkami sił elektromotorycznych. Prądy te wytwarzają swe własne pole magnetyczne, przyczem pierwotne pole magnetyczne oraz pole, pochodzące od prądów wirowych, tworzą łącznie wewnątrz bryły pewne pole wypadkowe.

Aby móc odpowiedzieć na pytanie, należy wyprowadzić matematyczne zależności, jakie zachodzą w dowolnym elemencie metalowej bryły: 1) między natężeniem wypadkowego pola magnetycznego a siłą elektromotoryczną; 2) między siłą elektromotoryczną a prądem w bryle, oraz 3) — między tym prądem a natężeniem pola. Zależności te otrzymuje się w postaci równań różniczkowych. Po ich rozwiązaniu można otrzymać zależności, przedstawiające rozkład pola magnetycznego, a ewentualnie i prądu, względnie mocy, wewnątrz bryły — np. w funkcji promienia walca. Tym właśnie sposobem powyższe zagadnienie zostało rozwiązane przez znanego teoretyka elektrotechniki Ch. P. Steinmetza\*) — w zastosowaniu do bryły o płaskich powierzchniach bocznych. Znalazł on mianowicie, że rozkład prądu wewnątrz bryły zachodzi według prawa, które można wyrazić równaniem:

\*) Ch. P. Steinmetz „Theory and calculation of transient electric phenomena and oscillations“.

## ARMATURA ELEKTROTECHNICZNA

TRZONY, HAKI DO IZOLATORÓW, ARMATURA  
OCHRONNA DO WYSOKICH NAPIĘĆ I INN.

POLECA FIRMA

F A B R Y K A M A S Z Y N

# RZEWUSKI i S-ka

SPÓŁKA AKCYJNA

WARSZAWA, ORDYNACKA 7



$$j = j_{\max} \sqrt{\frac{e^{+2c(1_0-s)} + e^{-2c(1_0-s)} + 2 \cos 2c(1_0-s)}{e^{+2c1_0} + e^{-2c1_0} + 2 \cos(2c1_0)}} \quad (1)$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

- $j$  — gęstość prądu w odległości  $s$  od powierzchni metalowej bryły;
- $j_{\max}$  — gęstość prądu przy samej powierzchni bryły, a więc dla  $s = 0$ ;
- $1_0$  — odległość od powierzchni do środka bryły, równa połowie grubości bryły;
- $c$  — stała zależna od własności metalu bryły i t. p.  $c = \sqrt{0,4 \cdot \pi^2 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot f \cdot 10^{-8}}$ ;
- $\lambda$  — przewodność właściwa materiału bryły;
- $\mu$  — przenikalność magnetyczna materiału bryły;
- $f$  — częstotliwość prądu w cewce;
- $e$  — zasada logarytmów naturalnych ( $e = 2,71828\dots$ ).

Ze wzoru (1) wynika, że gęstość prądu  $j$  w rozpatrywanej bryle maleje w miarę posuwania się w głąb bryły. Szybkość, z jaką maleje gęstość prądu, zależy wyłącznie od wielkości  $c1_0$  i jest tym większa, im wielkość  $c1_0$  jest większa. Biorąc pod uwagę zależność wielkości  $c$  od wielkości  $\lambda$ ,  $\mu$  oraz  $f$ , powiemy, że **prąd skupia się tym bardziej przy powierzchni bryły** (a więc zdala od osi pionowej bryły), — im większe są: przewodność  $\lambda$  bryły, jej przenikalność magnetyczna  $\mu$  oraz częstotliwość prądu  $f$  w cewce, otaczającej bryłę.

Jeżeli wielkość  $c1_0$  jest na tyle duża, że wyrażenie  $e^{-2c1_0}$  można pominąć wobec wyrażenia  $e^{+2c1_0}$ , to dla dostatecznego małego  $s$ , a więc dla obszaru, położonego zdala od osi bryły, otrzymamy wzór w postaci znacznie uproszczonej, a mianowicie:

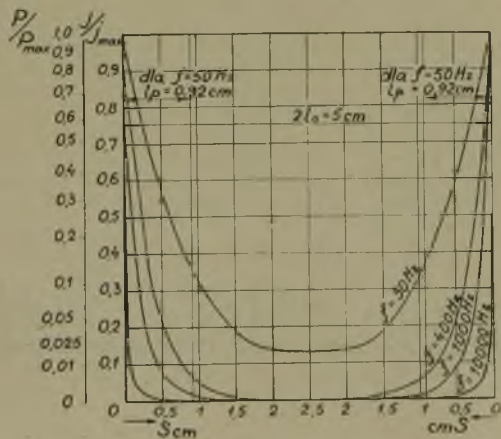
$$j = j_{\max} \cdot e^{-cs} \quad (2)$$

Gęstość prądu  $j$  maleje więc wtedy według prawa, wyrażonego równaniem wykładniczym.

Przyjmijmy, dla przykładu, że grubość bryły wynosi:  $21_0 = 5$  cm, i że materiałem bryły jest miedź, dla której

$$\lambda = 6 \cdot 10^5 \left[ \frac{1}{\Omega \cdot \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}} \right]; \quad \mu = 1.$$

Otrzymamy wówczas  $c = 0,54 \sqrt{f}$ . Po kolejnym podstawieniu czterech interesujących nas częstotliwości, a mianowicie:  $f = 50, 400, 1000$  i  $10000$  Hz obliczymy ze wzoru (1) rozkład prądu w przekroju bryły. Na podstawie odpowiednich przeliczeń otrzymamy krzywe w zależności  $j/j_{\max}$  pokazane na rys. 4. Jednocześnie na tymże rysun-



Rys. 4.

Wykres rozkładu gęstości prądu ( $j/j_{\max}$ ) oraz mocy ( $P/P_{\max}$ ) wydzielonej w przekroju bryły metalowej płaskiej dla:  $21_0 = 5$  cm;  $\lambda = 6 \cdot 10^5$ ;  $\mu = 1$ .

ku podana jest skala dla rozkładu mocy wydzielonej wewnątrz bryły metalowej. Jak widać z rys. 4, już przy częstotliwości  $f = 50$  Hz, gęstość prądu  $j$  w odległości 1 cm od powierzchni bryły stanowi 1/3 gęstości prądu

na jej powierzchni, a więc moc wydzielana w odległości 1 cm od powierzchni bryły stanowi już zaledwie ok. 10% mocy, wydzielanej na powierzchni bryły. Dla wyższych częstotliwości prądu w cewce różnice te występują jeszcze jaskrawiej, przyczem największa moc wydzielana się będzie zawsze na powierzchni bryły — zdala od jej osi środkowej.

Steinmetz wprowadza pojęcie „głębokości przenikania“ prądu. Jest to grubość warstwy zewnętrznej, jaką zajmowałby ten sam prąd, jaki płynie w całym przekroju bryły, gdyby posiadał on gęstość  $j$  stałą i równą maksymalnej gęstości  $j_{\max}$ . Steinmetz znajduje, że dla bryły płaskiej głębokość przenikania  $1_p$  wynosi:

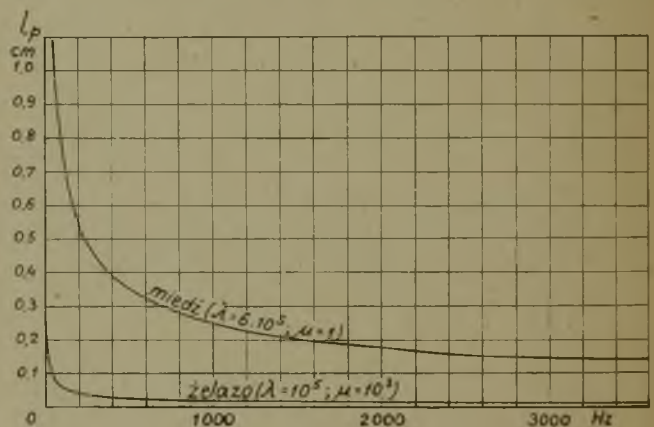
$$1_p = \frac{1}{c} = \frac{5030}{\sqrt{\lambda \mu f}} \quad (3)$$

W omawianym przykładzie, gdzie  $\lambda = 6 \cdot 10^5$  oraz  $\mu = 1$ , otrzymujemy:

$$1_p = \frac{6,5}{\sqrt{f}}$$

Stąd dla częstotliwości  $f = 50, 400, 1000$  i  $10000$  Hz otrzymamy kolejno następujące głębokości przenikania prądu (por. rys. 4).

f (Hz)	50	400	1000	10000
$1_p$ (cm)	0,92	0,325	0,206	0,065



Rys. 5.

Wykres zależności głębokości przenikania  $1_p$  prądu od częstotliwości  $f$  dla brył walcowych miedzianej i żelaznej.

Jeżeli bryła posiada kształt walca, to rozkład prądu w tej bryle posiada charakter zupełnie podobny, jak dla omówionej bryły płaskiej. Na ogół można uważać, że szybkość, z jaką gęstość prądu  $j$  maleje w miarę posuwania się w głąb bryły jest tu cokolwiek mniejsza, niż dla bryły płaskiej, — tak że głębokość przenikania prądu jest nieco większa. „Ajax Electrothermic Corporation“ w opisie patentowym na „elektryczny piec indukcyjny“ (patent polski Nr 11833) podaje następujący wzór na głębokość przenikania prądu w przypadku bryły walcowej:

$$1_p = \frac{6000}{\sqrt{\gamma \mu f}} \quad (4)$$

Ze wzoru (4) wynika więc, że głębokość przenikania  $1_p$  prądu jest dla bryły walcowej o ok. 20% większa, niż dla bryły płaskiej.

Dla uzupełnienia powyższych wywodów podajemy na rys. 5 wykres zależności głębokości przenikania  $1_p$  prądu od częstotliwości  $f$  Hz — dla miedzi ( $\lambda = 6 \cdot 10^5$ ;  $\mu = 1$ ), oraz dla żelaza ( $\lambda = 10^5$ ;  $\mu = 10^3$ ), — na podstawie obliczeń ze wzoru (4).

inż. N.



## NOWOŚĆ W DZIEDZINIE MOSTKÓW POMIAROWYCH

Co wymagamy od mostka pomiarowego?

Istnieje bardzo wiele odmian mostków. Obok laboratoryjnych, które w zadawalających granicach odpowiadają stawianym im wymaganiom, są na rynku mostki do pomiarów warsztatowych, którym częstokroć to lub owo można zarzucić.

Dla zobrazowania wymagań, jakie stawiamy mostkowi o przeznaczeniu warsztatowym, podajemy poniższe zestawienia.

Przede wszystkim należy wymagać od takiego mostka **szerokiego zakresu pomiarów**, przy czym normalnie przyjęty zakres dla warsztatowych pomiarów **oporności** wynosi od 0,1 oma do 10 megomów; wielkości porównawcze dla tego zakresu pomiarowego powinny być wbudowane w przyrządzie. Pożądanym jest poza tym, aby powyższy zakres można było dodatkowo rozszerzyć w górę przy pomocy wzorców porównawczych, do przyłączenia z zewnątrz.

Oprócz pomiarów oporności, mostek powinien być przystosowany do pomiarów **pojemności**, przy czym wbudowane tu wzorce porównawcze winny pozwalać na przeprowadzenie pomiarów pojemności od 1 piccofarada do 10 mikrofaradów. Również i w tym przypadku musi istnieć możliwość rozszerzenia zakresu pomiarów w górę — za pomocą przyłączalnych wzorców porównawczych. Napięcie do wykonywania pomiarów nie powinno przekraczać 3 woltów, co wyklucza możliwość przeciążenia oporów w czasie pomiaru.

Wreszcie mostek powinien służyć również do pomiarów **indukcyjności**. Zakresy pomiarów powinny być tak dobrane i dostosowane do skali przyrządu, aby odczytywanie wyników pomiaru nie było połączone z trudnościami.

Warsztatowiec kładzie duży nacisk na **łatwość i szybkość obsługi** przyrządu, przy czym życzeniem jego jest bezpośrednio zasilanie aparatu z sieci, — w tym bowiem wypadku przygotowanie mostka do pomiarów ogranicza się do włożenia wtyczki do gniazdka kontaktowego oraz uziemienia aparatu.

Sam pomiar powinien być przeprowadzony możliwie szybko; niezbędnym tego warunkiem jest łatwe nastawienie mostka, jego niewrażliwość na błędny obiór zakresu pomiarów, jak również pozbawione bezwładności wskazanie równowagi mostka. Galwanometr, w tych wypadkach zawsze stosowany, nie jest lubiany — ze względu na wahania wskazań, przedłużające czas trwania pomiarów, oraz ze względu na możliwość uszko-

dzenia przy włączeniu nieodpowiedniego zakresu pomiarów. Słuchawki, które stosuje się przy pomiarach pojemności i indukcyjności, też nie są lubiane; trzeba je bowiem trzymać stale przy uchu; poza tym szmery i hałasy w pomieszczeniu utrudniają pomiar.

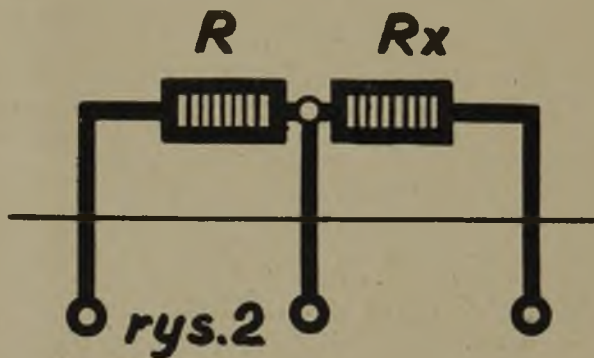
Przy zwykłych pomiarach kładzie warsztatowiec małą na ogół wagę na przesadną dokładność, a to przede wszystkim dlatego, że duża dokładność stanowi często utrudnienie pomiaru. Z drugiej zaś strony winna istnieć możliwość przeprowadzenia pomiarów porównawczych szybko i z dużą dokładnością, — tak aby odchylenia wielkości mierzonej od wielkości porównawczej móc otrzymać bezpośrednio w procentach.

W tym miejscu wyczerpalimy najważniejsze punkty wymagań, stawianych mostkowi warsztatowemu.

### Mostek, który spełnia wszystkie powyższe wymagania

Na rys. 1 uwidoczniiony jest **uniwersalny**, odpowiadający powyżej stawianym wymaganiom, **mostek** — t. zw. „Philoscop“.

Skrzynka o wymiarach  $17,5 \times 13,5 \times 13$  cm posiada 3 zaciski — do przyłączenia wielkości mierzonych i porównawczych, zacisk uziemiający oraz sznur do zasilania z sieci prądu zmiennego o dowolnym napięciu w granicach 100—250 V, i częstotliwości od 40 do 10 000 okr./sek. Pomiary nie są w tym wypadku zależne od wahań napięcia sieci.



Zasadniczy zakres pomiarów przy użyciu wbudowanych wzorców jest następujący: **oporności**: od 0,1 oma do 10 megomów; **pojemności**: od 10 piccofaradów do 10 mikrofaradów. Poza tym istnieje możliwość pomiarów wartości pojemności między 1 i 10 piccofaradów. Wbudowane wielkości porównawcze nastawia się za pomocą przełącznika zakresów. Przełącznik ten pozwala również na ustawienie mostka w położeniu otwartym; w tym położeniu włącza się z zewnątrz wielkości porównawcze i mierzone, jak to pokazane jest na rys. 2, 3 i 4. Inne położenie przełącznika włącza dwa jednakowe opory, co umożliwia szybkie przeprowadzenie kontroli punktu zerowego. Wreszcie za pomocą przełącznika możemy włączyć opór równoległy do dzielnika napięcia mostka, umożliwiając w ten sposób pomiar bardzo małych odchyłek pomiędzy wielkością mierzoną a porównawczą (z dokładnością do 0,1%), przy czym wskazania odczytujemy bezpośrednio w procentach. Jedna i ta sama skala służy do odczytywania wszystkich pomiarów.

Rys. 5 przedstawia uproszczony schemat mostka. Przełącznik zakresów oraz wielkości porównawcze zostały tu — dla większej przejrzystości — pominięte. Właściwy mostek przedstawia lewa strona szkicu, mianowicie: opór mostkowy (pokrętny dzielnik napięcia), dwa krańcowe opory szeregowo oraz 3 zaciski.

Jako źródło prądu dla mostka służy uzwojenie transformatora. W obwód tego uzwojenia włączony jest opór zabezpieczający mostek na wypadek zwarcia trzech jego zacisków.

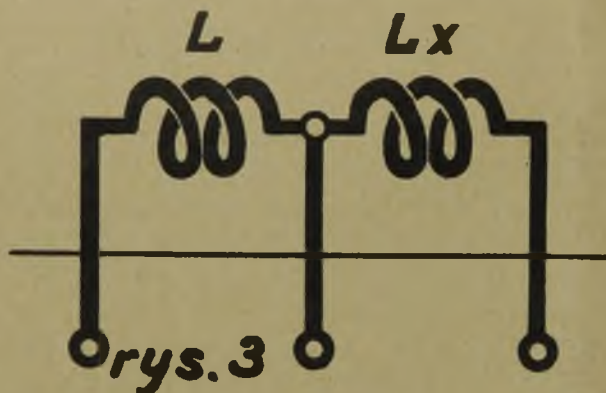
Napięcie (ok. 1 V) do zrównoważenia pomiędzy środkowym z zacisków a kontaktem ślizgowym pokrętnego dzielnika napięcia, doprowadzone zostaje do zwykłego



Rys. 1.



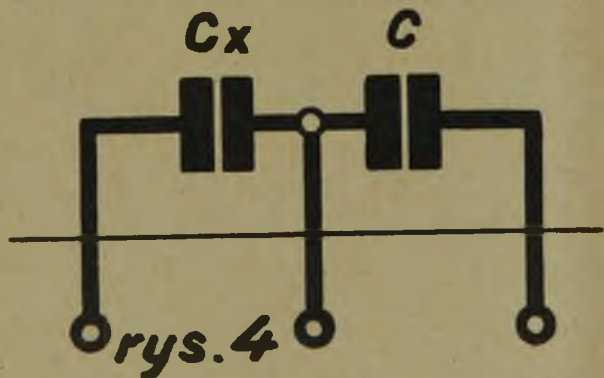
wzmacniacza niskiej częstotliwości, zaopatrzonego w ekranowaną pentodę, skąd — po wydatnym wzmocnieniu — zostaje doprowadzone do lampy katodowej, służącej jako wskaźnik zerowy. Czułość wskaźnika jest regulowana za pomocą oporu zmiennego, włączonego pomiędzy siatkę a katodę. Przewód katodowy jest połączony z masą aparatu, który podczas pomiarów należy uziemić. Wskaźnik optyczny pozbawiony jest bezwładności i zjawiska pa-



rys. 3

ralaksy i tym samym umożliwia bardzo dokładne i szybkie pomiary. Mimo, że wskaźnik optyczny jest elektrycznie bardzo czuły, jest on zupełnie niewrażliwy na wstrząsy mechaniczne.

Jeśli będziemy mierzyć za pomocą mostka opory 0,1 oma i  $10^6$  oma przez zmianę wzajemnego stosunku odcinków drutu ślizgowego, to stosunek ten będzie dla 0,1 oma mały, a dla  $10^6$  zaś oma — duży. Oba te krańcowe stosunki będą wyznaczone niedokładnie, procentowa bowiem dokładność dla krótszego odcinka będzie o wiele mniejsza, niż ma to miejsce dla dłuższego. Wynika stąd, że niepożądany jest stosunek zarówno zbyt mały, jak i zbyt duży. Dwa wyżej wymienione opory krańcowe połączone są szeregowo z drutem ślizgowym dzielnika napięcia, ograniczając nastawialny na nim stosunek opo-



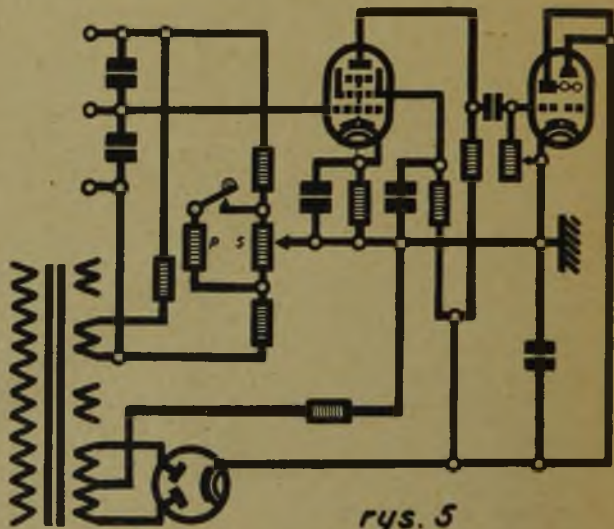
rys. 4

rów do zakresu leżącego pomiędzy 0,1 i 10. Dzięki temu unikamy ustawień leżących poza tymi granicami, przy których mogłyby występować większe błędy w odczytywaniu. Jeśli przy równoważeniu mostka trafimy na jedną z powyższych granic, wówczas należy przejść na mniejszy lub większy zakres. Opory krańcowe zostają ponadto wykorzystane dla pomiarów porównawczych ze zwiększoną dokładnością. Przez włączenie równoległe do

oporu S oporu P powiększymy spadki napięć w oporach krańcowych, przez co obniża się wydatnie napięcie przypadające na opór S i P. Osiągamy przez to zwięźlenie zakresu pomiaru, a tym samym zwiększenie jego dokładności.

Możliwość łatwego przeprowadzenia pomiarów procentowych, jak również i sama już możliwość pomiaru oporów do 10 megomów oraz pojemności w dół do  $1 \mu F$  przy jednoczesnym ostrym nastawieniu zerowym tłumaczy się tym, że napięcie pomiarowe doprowadzone jest do pentody, której opór wejściowy jest bardzo duży (o wiele większy, niż opory mostka), gdy tymczasem opór słuchawek telefonicznych lub galwanometru należy do rzędu oporów mostka.

Oprócz najprostszych pomiarów oporów i pojemności opisywany mostek daje dalsze szerokie możliwości; tak np. możliwość zasilania mostka prądem zmiennym o częstotliwości do 10 000 okr./sek., pozwala na mierzenie oporności elektrolitów. To też opisywany mostek znalazł za granicą zastosowanie również i w przemyśle chemicznym: może on służyć do badania stężenia kwasów, przewodności płynów i t. d.



rys. 5

Przy zastosowaniu wzorców można również mierzyć samoindukcję.

Pomiary oporności uziemień, badanie kabli i przewodów, wyznaczanie miejsc przerw lub zwarc w przewodach, oto niektóre dalsze możliwości zastosowania opisywanego mostka.

Pobór mocy aparatu przy napięciu 220 V wynosi zaledwie 11, watów.

Cały przyrząd waży niespełna 3 kg.

Reasumując powyższe uwagi, widzimy, że opisany mostek stanowi tak poważny postęp w dziedzinie elektrotechniki, — że zasługuje na duże uznanie nie tylko warsztatowców, którzy na pewno często już życzyli sobie ukazania się podobnego mostka, lecz również i wytwórci, które produkują przyrządy pomiarowe. Dzięki swym licznym zaletom, a mimo to niskiej cenie, mostek ten ma już utorowaną drogę do szerokich rzesz odbiorców.

Inż. M. Majewski.

Informacje i sprzedaż:

POLSKIE ZAKŁADY PHILIPS S. A.

Wydział Przemysłowy.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY” Sp. z ogr. odp.

WARUNKI PRENUMERATY:  
kwartalnie . . . . . Zł 3.—  
półrocznie . . . . . „ 6.—  
rocznie . . . . . „ 12.—  
za zmianę adresu  
(znaczkami pocztowymi) 50 gr.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Królewska 15,  
telefon 522-54

Biuro Administracji czynne codziennie od 9—15, w soboty do 13.

Redaktor przyjmuje we środy od 19 do 20-ej.

Szczegółowy cennik ogłoszeń  
wysyła Administracja na żądanie

KONTO CZEKOWE W P. K. O. Nr. 255