

# PRZEGLĄD RADIOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO

Rok XV.

1 Lipca 1937 r.

Zeszyt 13—14

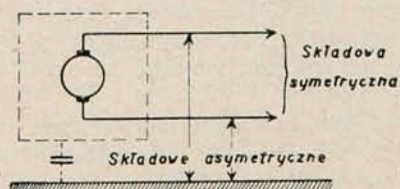
Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 8-40-45.

## O roli kondensatora ochronnego w układach przeciwzakłóceńowych \*)

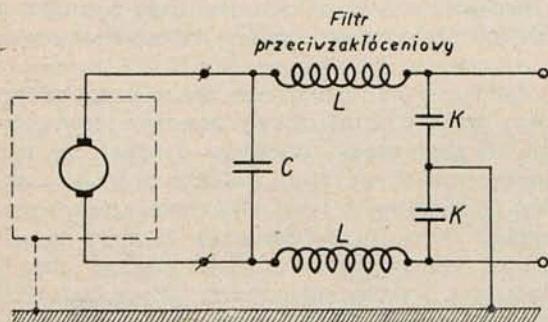
M. Domański  
(Państw. Inst. Tel.)

Prawie wszystkie urządzenia i maszyny elektryczne, zaopatrzone w ruchome kontakty, kolektory, ślizgacze itp., są źródłami zakłóceń odbioru radiowego. Źródła takie, załączone do sieci elektrycznej, wytwarzają 2 składowe



Rys. 1.

napięć zakłócających. Jedna składowa, symetryczna, istnieje na zaciskach źródła zakłóceń, druga zaś, asymetryczna, między jednym z zacisków a ziemią (wzgl. korpusem metalowym źródła zakłóceń) — rys. 1.



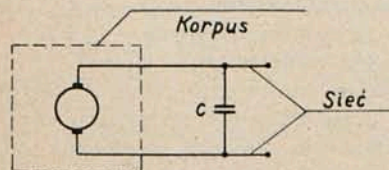
Rys. 2.

Przedmiotem niniejszych rozważań będą układy przeznaczone do tłumienia składowej asymetrycznej, ponieważ tylko te układy zawierają kondensatory ochro-

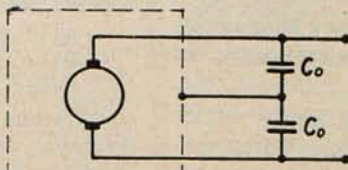
nię, która ma tłumić składową symetryczną i tę, która ma tłumić asymetryczną. Np. filtr pokazany na rys. 2. zawiera kondensator (C), załączony równolegle do wejścia, przeznaczony do tłumienia składowej symetrycznej. Natomiast kondensatory (K) przeznaczone są przede wszystkim do tłumienia składowej asymetrycznej. Dławiki w tym filtrze służą do tłumienia obydwu składowych.

W praktyce wystarcza w wielu wypadkach zastosowanie prostszych układów, składających się z jednego, dwóch lub trzech kondensatorów (rys. 3, 4, 5 i 6). Jak widać z tych rysunków, tłumienie składowej asymetrycznej odbywa się tylko tam, gdzie układ przeciwzakłóceńowy ma połączenie z korpusem (istnieje poza tym pewna pojemność korpusu względem ziemi). W takim wypadku, na korpusie źródła zakłóceń powstanie pewne napięcie. Na rys. 4 i 6 będzie to np. połowa napięcia roboczego. Aby napięcie to nie było groźne dla człowieka, który dotknie korpusu źródła zakłóceń, a drugą ręką jakiejś metalowej masy uziemionej, jak rura wodociągowa, kaloryfer lub t. p., trzeba ograniczyć natężenie prądu, któryby w takim wypadku popłynął przez ciało ludzkie do ziemi (rys. 7). W pokazanych układach przeciwzakłóceńowych (rys. 3, 4, 5 i 6), prąd ten można ograniczyć przez zastosowanie odpowiednio małej pojemności  $C_0$ , która będzie stanowiła dużą oporność dla prądu roboczego. Pojemność ta, to jest właśnie kondensator ochronny \*), tak nazwany, gdyż dzięki niemu, w razie przepływu prądu, napięcie na korpusie źródła zakłóceń (maszyny lub innego urządzenia elektrycznego) zostanie zredukowane do wielkości nieszkodliwej dla człowieka.

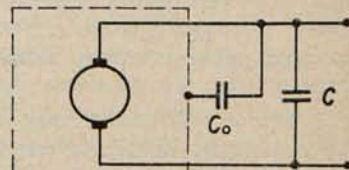
Kondensatory ochronne mogą jednocześnie spełniać rolę przeciwzakłóceńowych, jeśli tylko uda się w danym wypadku tak dobrać ich pojemności, aby odpowiadały one podwójnemu przeznaczeniu tj.: 1) ażeby tłumily zakłó-



Rys. 3.



Rys. 4.

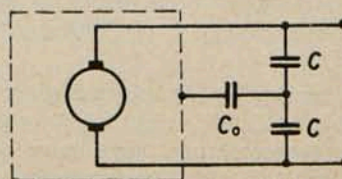


Rys. 5.

ne\*\*). Każdy układ przeciwzakłóceńowy jest najczęściej tak zaprojektowany, żeby mógł służyć do tłumienia obu składowych. Jednak można w nim zawsze wydzielić tę

\*) Referat wygłoszony w Sekcji Radiotechnicznej SEP dn. 10.II 1937 r.

\*\*) W odbiorniku zjawia się zwykle składowa asymetryczna, jako pewne napięcie przenoszące się pojemnościowo lub indukcyjnie, które istnieje między siecią a ziemią.

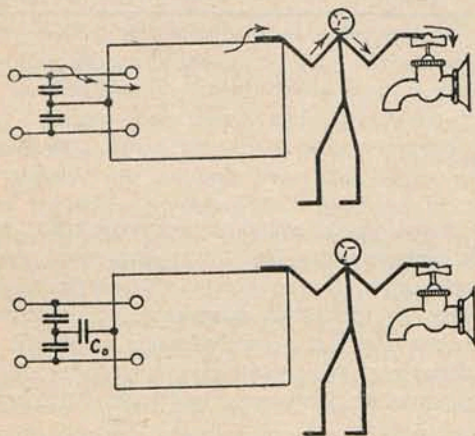


Rys. 6.

\*) Po niemiecku „Berührungsschutzkondensator”.

cenia i 2) ażeby ograniczały natężenie prądu płynącego do ziemi (rys. 4).

W celu określenia maksymalnej dopuszczalnej wartości natężenia prądu, jaki może przepływać przez kondensator ochronny, należałoby znać granicę tego natężenia, przy której człowiek staje się niewrażliwy na prąd elektryczny.



Rys. 7.

Otóż jest rzeczą wiadomą, iż granica ta jest niejednakowa dla poszczególnych ludzi, a także zależy np. od stanu psychicznego jednostki i innych, trudno nieraz uchwytanych, czynników. Poza tym, okazało się, że prąd pojemnościowy inaczej działa na człowieka, niż prąd przepływający przez opór omowy. Gdy prąd płynie przez pojemność, maksymalne jego natężenie nieszkodliwe dla człowieka, jest znacznie mniejsze, niż gdyby prąd z tego samego źródła płynął w tych samych warunkach przez opór omowy. Prądy pojemnościowe są znacznie przykrzejsze, ze względu na zachodzące wyładowania. Np. prąd o natężeniu 1 mA, pochodzący ze źródła o napięciu 220 V i częstotliwości 50 okresów, i płynący przez kondensator, jest dla człowieka bardzo przykry i bolesny i może wywołać konwulsje w stawach i przegubach kończyn, podczas gdy ten sam prąd płynący przez opór i doprowadzony do ciała przez szerokie, dobrze przylegające elektrody, jest zaledwie odczuwalny na powierzchni skóry.

Robiąc próby z kondensatorami ochronnymi w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, miałem możliwość przekonania się osobiście, że w istocie prąd pojemnościowy o natężeniu 1 mA wywołuje przykry wstrząs.

Badania nad tym zagadnieniem były prowadzone w Niemczech przez Physikalisch-Technische Reichsanstalt oraz inne laboratoria. Opierając się na wynikach tych badań, VDE ustalił po raz pierwszy największy dopuszczalny prąd pojemnościowy, nieszkodliwy dla człowieka, na 0,4 mA.

Przepisy VDE, dotyczące usuwania zakłóceń w odbiorze radiowym, zawierają następującą treść o ograniczaniu tego prądu:

„Pojemność kondensatorów między przewodami zasilającymi nie jest ograniczona, jeżeli nie mają one połączenia z korpusem urządzeń elektrycznych stałych lub przenośnych (rys. 3).

„W urządzeniach prądu zmiennego pojemność kondensatorów, których jeden biegun jest połączony z korpusem, musi być ograniczona, gdyż mogą one być powodem niebezpieczeństwa przy dotykaniu korpusu. Kondensatory te, oznaczone na rys. 3, 4 i 5 symbolem  $C_0$ , są to kondensatory ochronne. Pojemność ich, dla określonych prądów zależy od wielkości napięcia (w sieciach trójfazowych bez przewodu zerowego lub z nieuziemiającym przewodem zerowym od napięcia międzyprzewodowego, a w sieciach trójfazowych z uziemiającym przewodem zerowym od napięcia fazowego)”.  
 „Jeśli korpus urządzeń stałych lub przenośnych nie jest uziemiony lub nie posiada stałego potencjału, to prąd między korpusem a ziemią nie może przekraczać 0,4 mA w urządzeniach nowowykonywanych, lub 0,8 mA w urządzeniach starszych”.  
 Warunki podane w tych przepisach pozwalają w większości przypadków usunąć zakłócenia (w dostatecznym stopniu) nawet przy starych silnikach, których uzwojenia nie są dość symetryczne.  
 Należy jednak pamiętać o tym, że dopuszczalna granica natężenia prądu dla urządzeń starszych, wynosząca 0,8 mA, jest przez wiele osób odczuwana bardzo dotkliwie. Wobec tego należy zwykle dążyć do osiągnięcia połowy tej wartości, czyli 0,4 mA, która jest właściwą dopuszczalną granicą prądu pojemnościowego, wytrzymywanego przez organizm ludzki bez szkody. Przy napięciu 220 V i częstotliwości 50 okresów, otrzymamy prąd pojemnościowy mniejszy od 0,4 mA, stosując kondensator ochronny o pojemności 5 000 pF.  
 Przepisy dotyczące usuwania zakłóceń zostały także opracowane w Polsce w ub. roku przez Komisję Radiotechniczną Stowarzyszenia Elektryków Polskich pod nazwą: „Wskazówki usuwania zakłóceń w odbiorze radiowym, pochodzących od różnych urządzeń elektrycznych” PNE-58-1936.  
 W § 10 p. 1 tych wskazówek, powiedziane jest, że „sposoby usuwania zakłóceń nie powinny zagrażać bezpieczeństwu życia ani powodować strat materialnych”.  
 Następnie w § 11 zawarta jest treść dotycząca stosowania kondensatorów ochronnych w brzmieniu następującym:  
 „Zgodnie z § 10 niniejszych wskazówek (który przytoczyłem przed chwilą) układy przeciwzakłóceniami dołączone do sieci prądu zmiennego powinny się łączyć z korpusem metalowym źródła zakłóceń jedynie za pośrednictwem kondensatorów tzw. ochronnych (oznaczonych na schematach literą b). Kondensatory te mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa obsługi danego urządzenia. Kondensatory przeciwzakłóceniami mogą równocześnie spełniać rolę kondensatorów ochronnych i w tym przypadku również oznaczamy je na schematach literą b”.  
 „W maszynach i przyrządach prądu zmiennego, których korpus jest nieuziemiający lub też posiada uziemienie niepewne, kondensatory ochronne powinny ograniczać prąd płynący od korpusu do ziemi w tym stopniu, aby największa jego wartość nie przekraczała:  
 a) w urządzeniach nowowykonywanych — 0,4 mA  
 b) w urządzeniach już istniejących — 0,8 mA.”  
 Dotąd była mowa o stosowaniu kondensatorów ochronnych przy tych urządzeniach i maszynach elektrycznych, których korpus nie posiadał uziemienia ani stałego potencjału, lub też miał uziemienie niepewne.  
 Otóż wiadomą jest rzeczą, że części metalowe urządzeń elektrycznych, szczególnie tych, które pracują przy wysokich napięciach są uziemione ze względów bezpieczeństwa.  
 Doświadczenie wykazuje jednak, że do części uziemionych nie można mieć *absolutnego* zaufania. Na przewody uziemiające nie zwraca się bowiem zazwyczaj należytej uwagi i często ulegają one uszkodzeniu a nawet przerwaniu. Statystyka wypadków przy pracy wykazuje, że z powodu uszkodzonych uziemień zdarzały się wypadki śmierci.

Uwagi te stosują się nie tylko do urządzeń stałych, lecz także do przenośnych aparatów i maszyn, zaopatrzonych w przewody uziemiające. Długość uziemienia przy takich urządzeniach wynosi czasem około 100 m. i dość często ulega uszkodzeniom.

Wychodząc z tych założeń, komisja VDE, opracowująca przepisy przeciwzakłóceniami, uznała za właściwe ograniczenie natężenia prądu upływowego także w tych urządzeniach, których korpusy są uziemione.

Odpowiednia treść przepisów VDE brzmi następująco:

„Jeśli korpus stałych maszyn lub aparatów jest uziemiony, to prąd w przewodzie uziemiającym nie powinien przekraczać 3,5 mA”.

„Jeśli korpus przenośnych maszyn lub aparatów jest uziemiony, to prąd w przewodzie uziemiającym nie może przekraczać 3,5 mA przy wykonaniu zabezpieczenia w fabryce, oraz 0,8 mA przy wykonaniu późniejszym”.

W przepisach polskich, opracowanych przez Stow. Elektryków przyjęta jest ta sama zasada.

Odpowiedni ustęp tych przepisów jest następujący:

„W maszynach i przyrządach prądu zmiennego, których korpus jest dobrze uziemiony, kondensatory ochronne powinny ograniczać prąd, płynący w układzie przeciwzakłóceniami przez przewód uziemiający w tym stopniu, aby największa jego wartość nie przekraczała 3,5 mA”.

W stosunku do urządzeń prądu stałego przepisy przewidują co następuje:

„W maszynach i przyrządach prądu stałego, których korpus jest nieuziemiony, należy umieszczać kondensator ochronny w przewodzie, łączącym układ przeciwzakłóceniami z korpusem. (Pojemność tego kondensatora nie jest ograniczona względami bezpieczeństwa). W maszynach i przyrządach prądu stałego, których korpus jest uziemiony, kondensator jest zbędny”.

Aby zadość uczynić warunkom postawionym w przepisach należałoby w każdym poszczególnym wypadku obliczać pojemność kondensatora ochronnego w zależności od następujących czynników: 1) od maksymalnej wartości natężenia prądu mogącego przepływać przez kondensator, 2) od wielkości napięcia roboczego, 3) od częstotliwości prądu roboczego i 4) od pojemności osobnych kondensatorów przeciwzakłóceniami, których opór również wpływa na ograniczenie natężenia prądu \*).

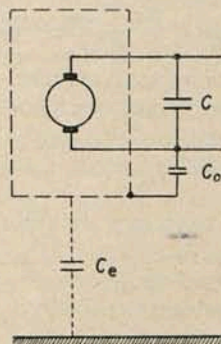
Pojemności kondensatorów ochronnych w zależności od tych czynników wypadają w granicach od 0,005 do 0,1  $\mu\text{F}$ . W praktyce stosowana jest jednak najczęściej wartość 0,005  $\mu\text{F}$ , gwarantuje ona bowiem największe bezpieczeństwo we wszystkich przypadkach.

Zachodzi teraz pytanie, czy kondensator ochronny przedstawiający tak dużą oporność, w porównaniu z kondensatorami przeciwzakłóceniami, ma wpływ szkodliwy na normalne działanie układu przeciwzakłóceniami jako całości czy też nie. (Przy urządzeniach prądu zmiennego stosowane są kondensatory przeciwzakłóceniami o pojemnościach od 0,05 do 0,5  $\mu\text{F}$ ).

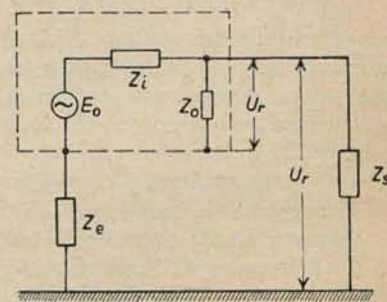
Naogół uważamy że kondensator ochronny stanowi w układzie przeciwzakłóceniami przeszkodę, która jednak ze względów bezpieczeństwa musi być tolerowana. Należałoby więc z tego punktu widzenia, starać się stosować kondensatory ochronne o pojemności nie mniejszej, niż tego wymagają przepisy.

Blizsza analiza warunków w jakich pracuje kondensator ochronny daje jednak jeszcze inne oświetlenie jego roli.

Miejmy wciąż na uwadze, że chodzi tu o tłumienie składowej asymetrycznej napięcia zakłócającego, która zresztą w większości wypadków jest dominująca. Za podstawę naszych rozważań weźmiemy przypadek praktyczny np. odkurzacz elektryczny, zaopatrzony w układ przeciwzakłóceniami, złożony z jednego kondensatora C o pojemności 0,1  $\mu\text{F}$  (załączonego między szcztkami silnika), oraz z kondensatora ochronnego C<sub>0</sub> o pojemności 0,0055  $\mu\text{F}$ , załączonego między jednym z zacisków a korpusem (rys. 8).



Rys. 8.



Rys. 9.

Na następnym rysunku (9) podany jest układ zastępczy dla składowej asymetrycznej. SEM E<sub>0</sub> i opór wewnętrzny Z<sub>i</sub> \*) znajdują się między korpusem a przewodem podwójnym, który zaznaczony jest grubą linią. Kondensator ochronny C<sub>0</sub> o pojemności 0,0055  $\mu\text{F}$  leży między korpusem a przewodem podwójnym i przedstawia sobą pewną oporność Z<sub>0</sub>. Pojemność masy odkurzacza względem ziemi można przyjąć równą około 100 cm, która podana jest na schemacie jako opór Z<sub>e</sub>. Opór pozorny sieci, z której zasilany jest odkurzacz przyjmujemy równy 100 omów i oznaczmy go przez Z<sub>s</sub>. Dla uproszczenia przyjmujemy, że wszystkie opory są czysto pojemnościowe.

Wówczas przy częstotliwościach np. 1 000 kC/s otrzymamy następujące oporności (przy napięciu sieci 110 V):

$$C_0 = 0,0055 \mu\text{F}, \text{ odpowiednio } Z_0 \cong 30 \text{ omów}$$

$$C_e = 100 \text{ cm} \cong 0,0001 \mu\text{F}, \text{ a } Z_e \cong 1500 \text{ omów.}$$

Z<sub>s</sub> przyjęliśmy równe 100 omów, a opór wewnętrzny źródła zakłóceń, czyli zastępczego generatora asymetrycznego napięcia zakłócającego, wyniesie dla 1 000 kC/s około 1 000 omów.

Generator ten (zastępczy asymetrycznego napięcia zakłócającego) pracuje, praktycznie biorąc, tylko na opór Z<sub>0</sub> = 30 omów, ponieważ równoległe do Z<sub>0</sub>, oporności Z<sub>e</sub> + Z<sub>s</sub> mają całkowitą oporność około 1 100 omów i dlatego nie mają prawie wpływu na Z<sub>0</sub>. Napięcie U<sub>r</sub>' , panujące na oporze Z<sub>0</sub>, można obliczyć następująco:

$$U_r' = E_0 \cdot \frac{Z_0}{Z_0 + Z_1} = E_0 \cdot \frac{30}{30 + 1000} \cong 0,03 E_0.$$

Napięcie na zaciskach stanowi więc trzy setne SEM E<sub>0</sub>; istnieje ono jednak na sumie oporów Z<sub>e</sub> + Z<sub>s</sub>, poczem następuje dalszy podział tego napięcia U<sub>r</sub>' , z którego ostatecznie na oporze sieci Z<sub>s</sub>, pozostanie tylko część U<sub>r</sub>, jako jedyna składowa asymetryczna napięcia zakłócającego.

\*)  $C = \frac{I \cdot 10^6}{2 \pi f \cdot E} \mu\text{F}$ .

\*) Dla wielkich częstotliwości.

Napięcie  $U_r$  można obliczyć z następującego wzoru:

$$U_r = U_r' \cdot \frac{Z_s}{Z_s + Z_e} = 0,03 E_0 \cdot \frac{100}{1600} \cong 0,002 E_0.$$

Przez kondensator ochronny i pojemność do ziemi otrzymujemy więc w końcu napięcie zakłócające na zaciskach równe  $0,002 E_0$ .

W celu stwierdzenia wpływu kondensatora ochronnego  $C_0$ , musimy jeszcze obliczyć jaka SEM- $E_0$  powstała by się na oporze sieciowym  $Z_s$ , gdyby kondensatora ochronnego nie było. Wówczas mielibyśmy SEM-  $E_0$ , działającą na układ szeregowy  $Z_i + Z_e + Z_s$ , a napięcie zakłócające byłoby równe:

$$U_k = E_0 \cdot \frac{Z_s}{Z_s + Z_e + Z_i} = E_0 \cdot \frac{100}{100 + 1500 + 1000} = E_0 \cdot \frac{1}{26} \cong 0,04 E_0.$$

Stąd możemy obliczyć jaki wpływ wywiera kondensator ochronny na tłumienie napięcia zakłócającego. Okazuje się, że dzięki temu kondensatorowi napięcie zakłócające zostało obniżone z  $0,04 E_0$  na  $0,002 E_0$ , czyli około  $0,04 : 0,002 = 20$  razy.

Wynikałoby stąd, że kondensator ochronny wywiera dodatni wpływ na usunięcie zakłóceń.

Oczywiście, że działanie to byłoby jeszcze lepsze gdyby się dało powiększyć pojemność kondensatora ochronnego, albo też, w wypadku układu symetrycznego, z dwoma kondensatorami przeciwzakłóceniovymi, połączyć punkt środkowy między nimi bezpośrednio z korpusem. Jednak, jak wiemy, przy maszynach prądu zmiennego, nie

można tego uczynić, bo ludzie obsługujący urządzenia elektryczne muszą być zabezpieczeni przed porażeniem, więc natężenie prądu, który popłynąłby przez ciało ludzkie w razie dotknięcia korpusu, musi być ograniczone za pomocą kondensatora ochronnego.

W rozpatrzonym przykładzie istniałyby tylko dwie alternatywy: albo nie włączać wcale kondensatora między jeden z przewodów sieci a korpus maszyny, albo włączyć kondensator o takiej pojemności, który nie będzie przepuszczał prądu większego od  $0,4$  mA. Z punktu widzenia techniki przeciwzakłócenioviej, ta druga alternatywa okazuje się korzystniejszą, gdyż dzięki kondensatorowi ochronnemu udaje się napięcie zakłócające słumić jeszcze 20-krotnie.

#### LITERATURA.

- 1) W. Oehlerking — Theoretische Grundlagen der Rundfunkstörung und ihre Messtechnik — Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, 47, s. 69, 1936.
- 2) Ing. H. Reppisch — Die Rundfunk-Entstörungstechnik — Telegr. — Praxis, 16, s. 246, 1936.
- 3) VDE — „Entstörungsmassnahmen bei elektrischen Maschinen u. Geräten“.
- 4) SEP — „Wskazówki usuwania zakłóceń w odbiorze radiowym, pochodzących od różnych urządzeń elektrycznych” PNE-58-1936.

## WIADOMOŚCI TECHNICZNE

### O POMIARZE OPORU ANTENY

(Inż. W. Ageew. Technika Swiazi Nr. 7, 1936 r.).

W praktyce fabrycznej i stacyjnej najczęściej bywają używane dwa sposoby pomiaru oporu anten. Pierwszy z nich zwany metodą woltomierza i amperomierza polega na tym, że antenę sprzęgamy za pomocą odpowiedniej cewki z generatorem pomiarowym, wytwarzającym stałą ściśle określoną częstotliwość. Za pomocą organów dostrojczych obwodu antenowego (np. wariometr) dostrajamy antenę do rezonansu z generatorem co poznajemy po minimalnej wartości ilorazu napięcia, mierzonego na zaciskach cewki sprzęgającej za pomocą woltomierza i prądu w obwodzie anteny kontrolowanego przez odpowiedni amperomierz cieplny. Warunek  $\frac{V}{I} = \text{minimum}$  odpowiada równości oporów urojonych anteny  $\left(\omega L_A = \frac{1}{\omega C_A}\right)$ , a zatem wartość tego stosunku da nam opór rzeczywisty — omowy anteny  $R_A = \frac{V}{I} \Omega$ .

Drugi sposób znany pod nazwą metody oporu dodatkowego jest znacznie prostszy. Do obwodu anteny sprzęgniętego i zestrojonego z generatorem pomiarowym włączamy stopniowo zmienny wiadomy opór omowy i obserwujemy zachodzące przy tym zmiany prądu w obwodzie anteny, z których to zmian wnioskujemy o oporze anteny.

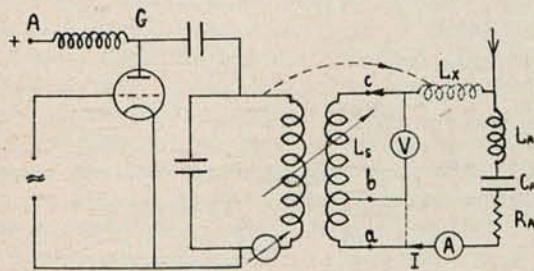
Jednakowoż obydwie te metody dają b. często wyniki odbiegające daleko od rzeczywistości, a to głównie dzięki pasorzytniczemu sprzężeniu indukcyjnym (pierwsza metoda) lub pojemnościowemu (druga metoda) obwodu anteny z obwodem drgań generatora.

W celu usunięcia powyższych niedokładności autor proponuje przy pierwszej metodzie wykonać pomiar podwójnie: raz przy normalnie załączonej cewce sprzęgającej drugi raz zaś po odwróceniu jej końców połączonych z obwodem anteny. Rozważania teoretyczne wskazują, że przy takim przełączaniu pasorzytnicze napięcie indukowane w obwodzie anteny dzięki bliskiemu sąsiedztwu elementów generatora i anteny działa raz zgodnie z napięciem indukowanym w cewce sprzęgającej, drugi raz odejmuje się od niego. O ile pominiemy mały kąt przesunięcia fazowego między napięciem a prądem w cewce sprzęgającej, to opór rzeczywisty anteny możemy wyrazić wzorem:

$$R_A = \frac{V_1 + V_2}{I_1 + I_2}$$

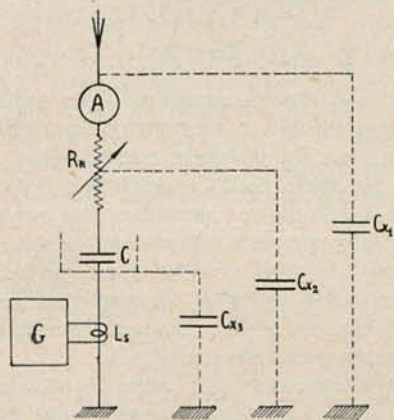
gdzie  $V$  i  $I$ , są wartościami prądu i napięcia odczytanymi w warunkach rezonansu przy jednym połączeniu końców cewki sprzęgającej,  $V_2$  i  $I_2$  zaś przy odwróconym. Błędy pomiarów spowodowane sprzężeniem pasorzytniczym w obu wypadkach posiadają znaki przeciwne a zatem znoszą się na wzajem. Druga metoda usuwania błędów pomiarów polega na kompensacji napięcia pasorzytniczego przez odpowiednio skierowane napięcie indukowane w części cewki sprzęgającej. Zasada działania przytem jest następująca. Dostrajamy obwód antenowy do rezonansu z generatorem pomiarowym przy odłączonej cewce sprzęgającej (zaczep w p. a na rys. 1); następnie dobieramy taki zaczep cewki, ażeby indukowana w załączonej części ab siła e. m. skompensowała napięcie pasorzytnicze, co poznajemy po zaniku prądu w obwodzie antenowym (amperomierz wraca do zera). Po ustaleniu części kompensującej cewki, załączamy całą cewkę woltomierz zaś dołączamy

do punktów b i c (a nie a — c) cewki. Dalszy pomiar odbywa się normalnie, oporność obliczamy ze wzoru  $R_A = \frac{V}{I}$ . Podczas kompensacji amperomierz zamieniamy na miliamperomierz dla zwiększenia dokładności.



Rys. 1.

Usuwanie błędów przy metodzie z „oporem dodatkowym” jest prawie niemożliwe, a to ze względu na to, że przyczyną błędów są tu pojemności pasorzytne, sprzęgające, bocznikujące układ pomiarowy do ziemi  $Cx_{1-2-3}$  rys. 2. Pojemnościami tymi są tu pojemności oporu, przewodów połączeniowych, przyrządów pomiarowych i t. p.



Rys. 2.

względem ziemi. Należy tu przy konstrukcji i zestawieniu układu pomiarowego starać się możliwie zmniejszyć przez racjonalne rozmieszczenie elementów układu i przewodów. Najważniejszym zadaniem przy pomiarze tą metodą jest zmniejszenie pojemności sprzęgających dodatkowych wprowadzonych przez elementy układu pomiarowego załączane tylko na czas pomiaru. Gdy warunek ten jest spełniony, to pomiar można uważać za dobry.

M. Pez.

**Amperomierz dla fal bardzo krótkich.**

(I. H. Miller (Weston), Proc. I. R. E. 24, 1936, 1567).

Amperomierze z termoelementami są dzisiaj najodpowiedniejszymi przyrządami do pomiaru prądów na falach kr. — zwłaszcza po skompensowaniu wpływu zmian temperatury otaczającej.

Jednak i te przyrządy obciążone są znacznymi błędami dla częstości przekraczających  $\sim 10$  Mc/sek ( $\lambda = 30$  m). Błędy te wywołuje wzrost oporu grzejnika, spowodowany zjawiskiem naskórkowości. Przyrząd reaguje na ilość ciepła wydzielonego:

$$Q = I^2 R \text{ jeżeli } I \text{ oznacza prąd grzejnika}$$

$$R \text{ opór}$$

Przy tym samym prądzie  $I$ , a zwiększonym oporze (z wartości  $R$  na  $R_{b.kr.}$ ) przyrząd pokaże z a d u ż o. Musimy zatem jego wskazaniom na falach b. kr. ( $I_{b.kr.}$ ) przyporządkować współczynnik korekcyjny ( $k$ ) wynikający z wzoru:

$$I_{rzeczyw.} = I_{b.kr.} \sqrt{\frac{R}{R_{b.kr.}}} = I_{b.kr.} k$$

przyczem

$$k = \sqrt{\frac{R}{R_{b.kr.}}} < 1.$$

W dotychczasowych przyrządach błąd ten grał rolę dla  $\lambda \leq 100$  m, zwłaszcza dla prądów  $I_{b.kr.} > 1$  Amp, gdzie przewodnik grzejny wypadł stosunkowo gruby.

Jako przykład może posłużyć normalny (np. mod. 425) przyrząd 5 A Westona, który dla  $\lambda \cong 3,75$  m wykazuje  $\sim 38\%$  błędu (spółcz. korekcyjny  $0,624 = k$ ).

Najprostszym wyjściem z tej trudności było sprawdzenie doświadczalne przeciętnego błędu dla danego typu przyrządu i poszczególnych częstości; do każdego przyrządu dodajemy tabelę lub krzywą poprawek. Autor porównał zatem wskazania większej ilości przyrządów rynkowych z urządzeniem fotoelektrycznym, dającym minimalny, ściśle oznaczony błąd. Określone w ten sposób błędy w granicach  $\lambda = 3 \div 30$  m wykreślono jako krzywą poprawek dla poszczególnych przyrządów.

Drugą drogą było zmniejszenie zjawiska naskórkowości w samym przyrządzie. Należało w tym celu znieść grzejnik, skracając go równocześnie\*, tak by się nie zmienił jego opór. Pociągało to za sobą trudności fabrykacyjne, pozwoliło jednak poprawić współcz. kor., który np. dla przyrządu 5 A zmienił się z  $0,624$  na  $\sim 0,85$ .

Jeszcze lepsze wyniki osiągnięto przez zastosowanie grzejnika w postaci platynowej rurki cienkościenną, o wymiarach:  $0,028''$  średnica,  $0,001''$  grubość ściany; współczynnik korekcyjny był w tym wypadku  $0,95$ ; wyniki te zbliżają się już do wartości teoretycznych, po uwzględnieniu pojemności bocznikujących, grzania samej termopary prądami indukcyjnymi i t. p.

W każdym z powyższych przypadków przyrząd musi być dobrze ekranowany.

A. Jellonek.

**Największa w świecie stacja nadawcza telewizyjna na Wystawie Paryskiej.**

Francuskie Ministerstwo Poczty i Telegrafów udzieliło firmie „Le Materiel Telephonique”, stowarzyszonej z koncernem „Standard Electric”, zamówienia na budowę telewizyjnej stacji nadawczej; stacja ta, która będzie pracowała już na tegorocznej wystawie paryskiej, jest największą z dotychczas wykonanych.

Aparatura nadawcza będzie zmontowana u stóp wieży Eiffla a nadajnik jej będzie posiadał 30 kilowatów mocy, która ulegnie pełnej modulacji. Antena będzie umieszczona na szczycie wieży i będzie połączona z nadajnikiem przy pomocy 400 m. kabla koncentrycznego o ciężarze 12 ton. Aparatura będzie nadawała 405 linii, przy szerokości widma częstotliwości 2,5 megacykla.

Studia będą się znajdowały w pawilonie radiowym na terenie wystawy i w budynku Zarządu P. T. w mieście i będą połączone ze stacją nadawczą przy pomocy kabla koncentrycznego. Obsługa stacji będzie mogła kontrolować przesyłanie obrazów we wszystkich punktach pośrednich, począwszy od studia aż do anteny.

\* normalny przyrząd 5 A miał grzejnik o długości  $\sim 1/4''$  i średnicy  $\sim 0,011''$ , poprawiony przyrząd 5 A ma grzejnik o długości  $\sim 1/32''$  i średnicy  $0,003''$ .

Należy dodać, iż system telewizyjny jest tak zaprojektowany, by umożliwiał kontrolę pozytywu i negatywu przesyłanego obrazu.

W ten sposób wieża Eiffla, która stała się osobiwością Paryża na wystawie w roku 1889 i na której w roku

1916 poraz pierwszy odebrano rozmowę radiofoniczną z Ameryki—będzie znów, dzięki stacji telewizyjnej, ośrodkiem wielkiego zainteresowania podczas tegorocznej wystawy.

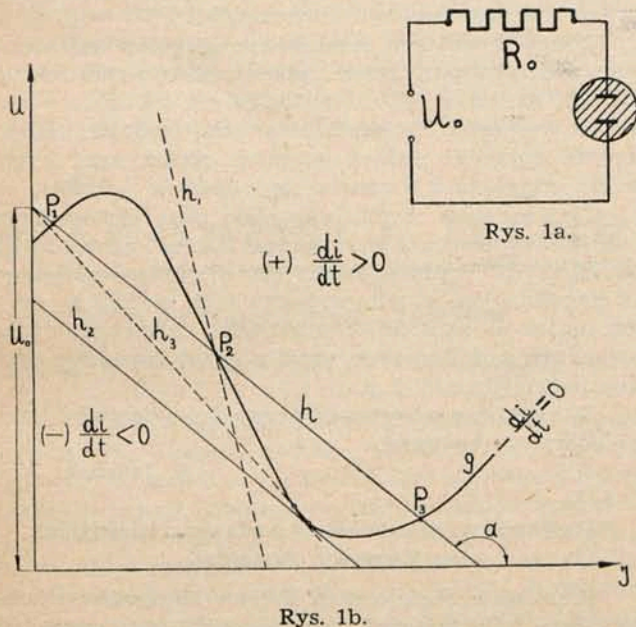
## LISTY DO REDAKCJI

Warszawa, dn. 1.VI 1937 r.

### W SPRAWIE RÓWNOWAGI WYŁADOWAŃ.

Szanowny Panie Redaktorze!

W referacie dr. W. Majewskiego (Przegl. Radiotechn. z. 9 — 10, 1937) poruszana jest sprawa równowagi (stabilności) wyładowań. Sprawą tą zajmowałem się dość szczegółowo (patrz przegląd EL. 1934, z. 9, Wyładowania relaksacyjne w układach z elementami świetlącymi). Moim zdaniem jest to sprawa zawikłana i, mimo dużej ilości opublikowanych prac, niezupełnie wyjaśniona. Pogląd, jaki wyrobiłem sobie na nią jest następujący:



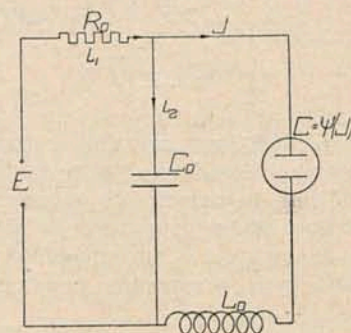
Rys. 1b.

1. Gdy w obwodzie (rys. 1-a) jest tylko źródło napięcia stałego ( $U_0$ ), opornik  $R_0$  i przerwa gazowa, równowaga panuje dla stanów określonych punktami  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  (rys. 1-b), to jest odpowiadających wszystkim punktom przecięcia się charakterystyk  $g$  i  $h$ . Przypadkowa zmiana prądu w  $P_1$ ,  $P_2$  lub  $P_3$  nie jest wogóle możliwa, o ile krzywe  $h$  i  $g$  są niezmiennie, gdyż byłaby związana z wystąpieniem napięcia dodatkowego  $u_d$  (rys. 2), a nie ma elementu w obwodzie, na którymby  $u_d$  mogło wystąpić.

2. Gdy w obwodzie jest  $U_0$ ,  $R_0$ , przerwa gazowa i pojemność  $C_0$ , równolegle do niej załączona, w  $P_1$  mamy równowagę dla prostej  $h$  z rys. 1-b. Dla prostej  $h_1$  równowagi nie ma. Wniosek ten jest przeciwny, niż w referacie dr. W. Majewskiego.

Istnienie pojemności  $C_0$  jest nieuniknione, choćby jako pojemności własnej elementu gazowego (kilkanaście  $\mu\mu\text{F}$ ). Dowodem doświadczalnym, że pojemność tę należy uwzględnić, jest występowanie wyładowań relaksacyjnych w t. zw. układzie Geffckena ( $R_0 = \infty$ , zastosowanie wentyla elektronowego nasyconego). Według rozumowania po-

danego w referacie powinno zachodzić w tym wypadku wyładowanie ustalone, ciągłe.



Rys. 2.

Zjawisko to można uzasadnić, jak następuje. Przy wyprowadzeniu układu z równowagi, np. przez zmniejszenie prądu (rys. 2) powstaje napięcie  $u_d$ . Napięcie to może zjawić się tylko na  $R_0$ , skutkiem dodatkowego prądu ładowania  $C_0$ . Ponieważ zmniejsza ono spadek napięcia na  $R_0$ , wywołany prądem wysyłanym przez źródło, prąd dodatkowy ma kierunek przeciwny niż prąd źródła. Prąd dodatkowy rozładuje więc  $C_0$ , napięcie na  $C_0$  maleje, układ automatycznie wraca do stanu, określonego punktem  $P_2$ . Stan ten jest zatem ustalony.

3. Gdy w obwodzie jest tylko  $U_0$ ,  $R_0$ , indukcyjność  $L_0$  (w szereg z  $R_0$ ) i przerwa gazowa, punkt  $P_2$  odpowiada dla prostej  $h$  stanowi nieustalonymu. Układ ten jest na ogół fikcyjny, gdyż  $C_0$  nie można pomijać; tak samo fikcyjny jest układ omówiony pod 2, bo  $L_0$  zawsze istnieje. Niewątpliwie układ z  $L_0$  a bez  $C_0$  zbliża się jednak do rzeczywistego, gdy indukcyjność  $L_0$  jest duża, a pojemność  $C_0$  mała.

W danym przypadku napięcie dodatkowe  $u_d$  (rys. 2), przy przypadkowym wyjściu z równowagi, zjawia się jako  $L_0 \frac{di}{dt}$ . Np. przy zmniejszeniu  $i$  (rys. 2) pochodna  $\frac{di}{dt} < 0$  (wynika to z zależności  $U_0 - R_0 i - u = L_0 \frac{di}{dt}$ ). Zatem prąd  $i$  maleje jeszcze więcej — równowaga w  $P_2$  dla prostej  $h$  jest nietrwała.

Rozumowanie w referacie stosuje się tylko do tego przypadku.

4. Gdy charakterystyka ( $g$ ) napięcia na przerwie gazowej w funkcji prądu jest „wznosząca się”, to zn. gdy  $u$  rośnie ze wzrostem  $i$ , równowaga jest zawsze zachowana. Można to sprawdzić w sposób podany wyżej zarówno dla układu z  $C_0$ , jak i układu z  $L_0$ . Zatem wniosek referatu dr. W. Majewskiego, dotyczące praktycznego zakresu stosowania stabilizatorów świetlanych są słuszne.

5. Właściwie do rozważań powyższych należałoby brać za Dällenbachem charakterystykę przerwy gazowej nie statyczną, a dynamiczną (dla małych zmian).

Łączę wyrazy poważania

Dr. inż. J. Z. Jakubowski.

Warszawa, dn. 8.VI 1937 r.

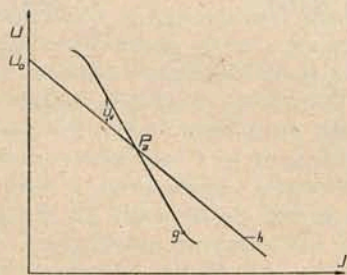
$$I = I_0 + \Delta I$$

$$i_2 = \Delta i_2 \dots \dots \dots (2)^a)$$

Wielce Szanowny Panie Redaktorze!

W związku z uwagami p. Dr. J. L. Jakubowskiego nadmieniam, iż omawiając w swym referacie<sup>1)</sup> warunki równowagi w obwodzie elektrycznym z przerwą gazową, nie miałem zamiaru rozpatrywania tego zagadnienia w całej rozciągłości. Zagadnienie to, jak słusznie zaznacza p. Dr. Jakubowski, jest bardzo zawiłe i dotychczas niezupełnie wyjaśnione. W referacie chodziło mi tylko o rozpatrzenie przykładu takiego fikcyjnego obwodu elektrycznego, dla którego punkty przecięcia charakterystyki *g* z prostą *h* przedstawiają różne stany równowagi. Przykładem takiego obwodu może być obwód elektryczny, przyjęty przeze mnie za podstawę do rozważań. Odpowiada on, jak to zaznacza p. Dr. Jakubowski w swej 3-ej uwadze, rzeczywistemu obwodowi elektrycznemu, posiadającemu duże *L*<sub>0</sub> i małe *C*<sub>0</sub>; obwód fikcyjny z *U*<sub>0</sub>, *R*<sub>0</sub>, przerwy gazowej i *C*<sub>0</sub>, zgodnie z uwagami 2 i 4 Dr. Jakubowskiego, nie mógł tu wchodzić w grę.

Uwaga 1 p. Dr. Jakubowskiego jest zupełnie słuszna, lecz tylko dla idealnego obwodu, każdy rzeczywisty obwód elektryczny będzie posiadał zawsze pewną niewielką, może b. małą (lecz zawsze skończoną) wartość indukcyjności i pojemności. Pomijanie tych wartości przy rozpatrywaniu przebiegów w obwodach elektrycznych niezawsze jest dopuszczalne. Dużo b. ciekawego materiału w tej sprawie daje praca S. Chaikina<sup>2)</sup>, wykonana pod kierunkiem prof. W. Mandelstama w laboratorium oscylacji Instytutu Fizycznego Uniwersytetu w Moskwie.



Rys. 1.

Rozważania podane w moim referacie<sup>1)</sup> jak również i w uwagach p. Dr. Jakubowskiego dotyczą wyłącznie przypadków szczególnych (fikcyjnych) wskutek czego ich znaczenie jest ograniczone. Chcąc nadać tym rozważaniom charakter bardziej ogólny należałoby wziąć pod uwagę np. obwód wskazany na rys. 1 i postępować w sposób następujący: Natężenie prądu *i*<sub>1</sub> = *I* = *I*<sub>0</sub> (a wtory *i*<sub>2</sub> = 0) w stanie równowagi jest określone przez równanie

$$E - R I_0 = \psi(I_0) \dots \dots \dots (1)$$

Podobnie, jak w całym szeregu rozważań fizycznych, zakładamy dalej powstanie wirtualnego zaburzenia w układzie, wskutek czego natężenia prądu uzyskują wartości:

Procesy wyrównawcze (Ausgleichvorgänge) zachodzące po wystąpieniu zaburzenia w przerwie gazowej, przy założeniu pewnych uproszczeń, będą określone równaniem<sup>4)</sup>:

$$L_0 \cdot \frac{d^2 \Delta I}{dt} + \left( \frac{d\psi(I)}{dt} + \frac{L_0}{C_0 R_0} \right) \frac{d\Delta I}{dt} + \frac{1}{C_0} \times$$

$$\times \left( 1 + \frac{1}{R_0} \cdot \frac{d\psi(I)}{dt} \right) \cdot \Delta I = 0 \dots \dots \dots (3)$$

Badanie rozwiązań równania (3) pozwala określić charakter równowagi układu. Rozważanie powyższe, choć posiada charakter nieco ogólniejszy, nie obejmuje również całokształtu zjawiska. Przy wszelkich badaniach musimy zdawać sobie jasno sprawę, iż w celu zorientowania się w przebiegu jakiegoś zjawiska fizycznego pomijamy zazwyczaj te czynniki, które, jak nam się wydaje, mają nieznaczny wpływ na jego przebieg. W ten sposób stwarzamy niejako fikcję „idealnego zjawiska”, którego przebieg zależy od znacznie mniejszej liczby parametrów, niż to ma miejsce w rzeczywistości. Postępowanie takie jest konieczne, by móc dane zjawisko opisać w sposób przejrzysty przy pomocy równania różniczkowego (np. jak tutaj r. 3) lub też układu równań różniczkowych. Mówiąc językiem matematyki zastępujemy układ równań różniczkowych o wielu parametrach przez układ prostszy o mniejszej liczbie parametrów. Należy jednak zdawać sobie sprawę, iż postępowanie takie jest nieodłącznie związane z pewnym ryzykiem otrzymania wyników niezgodnych z rzeczywistością, naskutek możliwości pominięcia jakiegoś czynnika odgrywającego zasadniczą rolę w rozpatrywanym zjawisku. Nie istnieje żadna metoda pozwalająca a priori, przed uzyskaniem rozwiązań równań różniczkowych ustalić jakie parametry należy uważać za ważne i decydujące, a jakie za mało znaczące. Również i z charakteru rozwiązań równań uproszczonych nie jesteśmy w stanie wywnioskować czy nasza „idealizacja” badanego zjawiska jest uzasadniona. Dostarczyć tego może tylko zgodność z wynikami doświadczenia, usprawiedliwiająca poczynione uproszczenia<sup>5)</sup>.

Z bardzo wielu względów byłoby pożądanym, by sprawa równowagi w obwodzie elektrycznym z przerwą gazową była poddana dalszym systematycznym badaniom tak z punktu widzenia teorii jak i doświadczenia.

Kończąc, podkreślam raz jeszcze, iż w referacie swym pominąłem bardzo wiele ciekawych zagadnień. Tym należy też tłumaczyć, iż nie wspominałem o ciekawej i źródłowej pracy p. Dr. Jakubowskiego<sup>6)</sup>, która, choć omawia również przebiegi zjawisk zachodzących w rurach świetlnych, jednakże ujmuje je z odmiennego punktu widzenia powstawania drgań relaksacyjnych.

Raczy Pan Redaktor przyjąć wyrazy wysokiego poważnia i szacunku.

Dr. Witold Majewski

<sup>1)</sup> Przegl. Radiot. XV. Zesz. 9 — 10, 1937.

<sup>2)</sup> S. Chaikin Influences der petits paramètres sur les états stationnaires d'un système dynamique Techn. Physics of USSR. 2 zes. 5. 1935, str. 449 — 464. Streszczenie krótkie tej pracy zostało podane przeze mnie w Przegl. Prasy Telekom. (wyd. przez Państw. Inst. Telek.) I. zes. 8. 1936, str. 274.

<sup>3)</sup>  $\Delta I$ ,  $\Delta i_2$  — oznaczają małe przyrosty prądów.

<sup>4)</sup> Zob. R. Sceliger Einführung in die Physik der Gasentladung Leipzig 1927, strona 95.

<sup>5)</sup> Zob. S. Chaikin loc. cit. odsył. 2.

<sup>6)</sup> Przegl. El. 1934, zes. 9.

## KOMUNIKATY

## Protokół

z posiedzenia Sekcji Telekomunikacyjnej IX Walnego Zgromadzenia Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Przewodniczy Zebraniu kpt. St. Jasiński w zastępstwie nieobecnego prof. J. Groszkowskiego. Sekretarzuje inż. St. Bilski. Po zagajeniu zebrania Sekcji Telekomunikacyjnej i po odczytaniu regulaminu obrad przez Przewodniczącego przystąpiono do omawiania referatów zjazdowych w następującym porządku:

- 1) Prace Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego w latach 1935/36, J. Groszkowski i K. Dobrski.
- 2) Magnetrony z wewnętrznym obwodem oscylacyjnym, J. Groszkowski i Stanisław Ryżko.
- 3) Fizyczne podstawy działania świetlanych stabilizatorów napięcia, Dr. Witold Majewski.
- 4) O świetlanych stabilizatorach napięcia, S. Dಾರೆcki.
- 5) Materiały magnetyczne, Roman Brykczyński.
- 6) O możliwości zastosowania fotokomórki gazowej do celów telewizji, L. Kędziński i W. Janczuk.
- 7) Miernik zniekształceń fazy w czwórnikach elektrycznych, L. Kędziński i J. Keller.
- 8) Badanie słuchawki telefonicznej, T. Korn.
- 9) Lampa prostownicza jako źródło zakłóceń w odbiorze radiowym, inż. Wilhelm Rotkiewicz.

Pierwsze cztery referaty po krótkim uzasadnieniu przez referentów Sekcja kolejno przyjęła do wiadomości bez dyskusji.

5-ty referat wywołał dyskusję następującą:

Kol. F a r n i k. Jako przedstawiciel przemysłu hutnicze-

go zwraca uwagę na produkcję krajową stali magnetycznej i jej możliwości rozwoju. Zaznacza, że w naszym przemyśle produkują stale „Armco”, oraz stale stopowe jak wolframowa, chromowa i t. p. Wysokowartościowych stali magnetycznych (o koercji powyżej 300 gausów) nasz przemysł nie produkuje, z powodu nieopłacalności produkcji (mały rynek zbytu a drogie i żmudne badania technologiczne).

Kol. B r y k c z y ń s k i. Twierdzi, że istnieje możliwość produkcji stopów miękkich, ze względu na wygasanie praw patentowych firm zagranicznych.

Z powodu nastawienia hut krajowych tylko na produkcję masową, podsuwa myśl stworzenia małego zakładu w rodzaju laboratorium, o nastawieniu na produkcję stopów specjalnych.

Kol. F a r n i k. Przeciwwstawia się projektowi p. Brykczyńskiego mówiąc, że huty mają podobne urządzenia, a wreszcie deklaruje chęć współpracy hutnictwa z przemysłem elektrotechnicznym.

Nad 6, 7, 8 — referatami dyskusji nie było.

Po streszczeniu wyników swojej pracy przez kol. Rotkiewicza (referat 9) zabrał głos kol. B. M a z u r. Zapytuje czy sposoby usuwania zakłóceń, wymienionych w referacie kol. Rotkiewicza, będą uwzględnione w przepisach S. E. P. (P.N.E. 58).

Kol. R o t k i e w i c z, odpowiadając kol. Mazurowi, twierdzi, że te rzeczy nie będą uwzględnione w przepisach S. E. P., gdyż obecne urządzenia w odbiornikach usuwają między innymi te zaburzenia.

Na tym posiedzenie zamknięto.

Sekretarz:  
(—) St. Bilski

Przewodniczący:  
(—) St. Jasiński

PRZEDPŁATA:  
kwartalnie . . . . . zł. 9.—  
rocznie . . . . . zł. 36.—  
zagranicą + 50%  
za zmianę adresu  
(znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Królewska 15, II piętro  
telefon № 690-23.

Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13  
Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.

**Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363**

**Ceny ogłoszeń  
podaje administracja  
na zapytanie.**

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przeгляд Elektrotechniczny”, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98 w dzierżawie Sp. Wydawnicze Czasopism Sp. z o. o.