

# PRZEGLĄD RADIOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Rok XVI.

1 Maja 1938 r.

Zeszyt 9—10

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

## Pomiar mocy użytecznej nadajnika przez określenie współczynnika wykorzystania napięcia anodowego

Inż. Juliusz Hupert

Wykaz oznaczeń:

- $\bar{I}_a$  — składowa szybkozmienna prądu anodowego (amplituda)
- $J_a$  — składowa stała prądu anodowego
- $\bar{V}_a$  — amplituda napięcia szybkozmiennego na obwodzie anodowym
- $J_m$  — chwilowa maksymalna wartość prądu anodowego
- $n$  — stosunek  $\frac{\bar{I}_a}{J_m}$
- $R_0$  — opór obciążenia wzmacniacza mocy
- $v_a$  } — wielkości chwilowe i statyczne
- $v_s$  }
- $i_a$  }
- $\xi$  — wskazanie niecechowanego wskaźnika proporcjonalne do amplitudy napięcia szybkozmiennego na obwodzie anodowym
- $V_a$  — napięcie anodowe stałe
- $\varepsilon$  — współczynnik wykorzystania napięcia anodowego (stosunek  $\frac{\bar{V}_a}{V_a}$ ).

Celem niniejszego artykułu jest opisanie metody pomiaru mocy użytecznej nadajnika, która okazała się wielce celową w zastosowaniu do nadajników krótkofalowych o mocy do paru kilowatów, to jest do granicy mocy pozwalającej stosowanie lamp chłodzonych powietrzem; przy stosowaniu bowiem lamp chłodzonych wodą najracjonalniejszą jest metoda pomiaru mocy użytecznej z bilansu cieplnego wody. Poniżej omówię po krótku główne własności metod najczęściej stosowanych.

a) Metoda pomiaru mocy szybkozmienną przez pomiar prądu w znanym oporze, zmierzonym poprzednio prądem stałym, wymaga odpowiedniego doboru drutu oporowego i powoduje przy krótkiej fali znaczne błędy wywołane pojemnością własną opornika pomiarowego. Daje dobre rezultaty na falach długich. Podobnymi błędami obciążony jest przy krótkich falach pomiar oporu promieniowania anteny metodą oporu dodatkowego.

b) Metoda pomiaru mocy szybkozmienną, wydzielanej w żarówce, przecechowanej prądem stałym wymaga odpowiedniego dopasowania żarówki do obwodu oscylacyjnego — przy większych mocach wymaga zbyt wielkich zespołów żarówkowych, stąd szkodliwe wpływy przewodów łączących, pojemności oprawek itp.

c) Metoda termometryczna pomiaru mocy daje w odpowiednich warunkach dobre rezultaty aż do najwyższych częstotliwości, stosowanych w nadajnikach. Największą jej wadą jest potrzeba przeprowadzania pomiaru w ciągu stosunkowo długiego czasu i potrzeba uprzedniego cechowania układu. Kłopotliwa jest również koniecz-

ność utrzymania stałych warunków wentylacji układu w ciągu całego czasu trwania pomiaru.

d) Metoda określania mocy w antenie o teoretycznie wyznaczonym oporze promieniowania może dawać dość znaczne błędy, spowodowane krytycznym przebiegiem zależności oporu promieniowania anteny od wysokości zawieszenia jej nad ziemią oraz od nieprzewidywanych wpływów przewodów przebiegających w otoczeniu anteny.

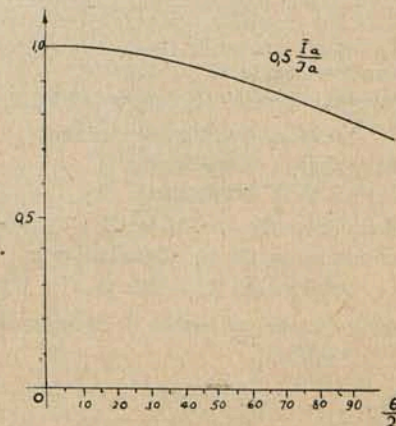
Metoda będąca przedmiotem niniejszego opisu polega na określeniu sprawności anodowej ostatniego stopnia nadajnika przez pomiar współczynnika wykorzystania napięcia anodowego i obliczenie  $\eta$  ze wzoru:

$$\eta = \frac{0,5 \bar{I}_a}{J_a} \cdot \frac{\bar{V}_a}{V_a} \dots \dots \dots (1)$$

gdzie:

- $\bar{I}_a$  — składowa szybkozmienna prądu anodowego (amplituda,
- $J_a$  — składowa stała prądu anodowego,
- $\bar{V}_a$  — amplituda napięcia szybkozmiennego na obwodzie anodowym,
- $V_a$  — napięcie anodowe stałe.

Wyrażenie  $0,5 \frac{\bar{I}_a}{J_a}$  zwane współczynnikiem kształtu jest funkcją kąta odcięcia, z jakim pracuje końcowy wzmacniacz mocy. W normalnie pracujących układach nadawczych wielkość jego zawiera się w granicach 0,95—0,78 (wartość większa dla mniejszych kątów odcięcia).

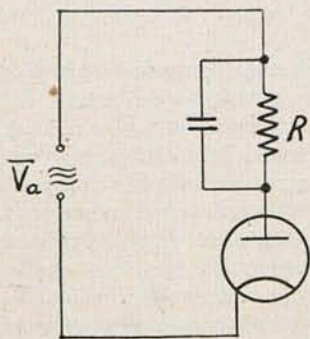


Rys. 1.

Rys. 1 podaje przebieg tej zależności w najczęściej spotykanych warunkach pracy wzmacniacza mocy i w założeniu liniowego przebiegu charakterystyk lampy nadawczej. Wystarczy zatem znajomość kąta odcięcia końcowego wzmacniacza mocy, aby określić współczynnik kształtu. Przy pracy w klasie B współczynnik ten wynosi 0,78, przy pracy zaś w klasie C wystarczy przybliżona ocena kąta

odcinka ze względu na mało krytyczny przebieg zależności z rys. 1.

Drugi czynnik, od którego zależy sprawność, mianowicie współczynnik wykorzystania napięcia anodowego, możemy zmierzyć, mierząc  $\bar{V}_a$ . Możemy to uczynić przy pomocy woltomierza elektrostatycznego, przez pomiar prądu szybkozmiennego w znanym oporze pozornym, wreszcie przy pomocy przyrządu prostownikowego, przedstawionego na rys. 2. Przyrząd taki przecechować można prądem o częstotliwości przemysłowej, względnie prądem szybkozmiennym przy pomocy woltomierza elektrostatycznego.



Rys. 2.

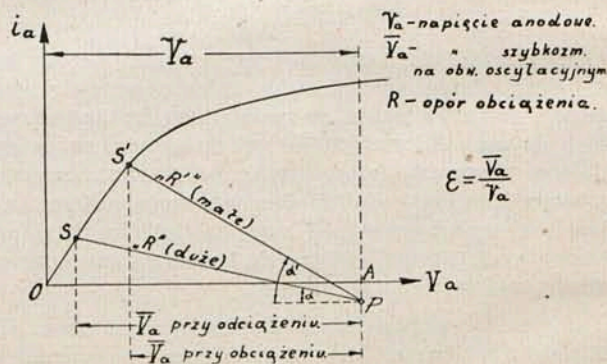
Wielkość oporu  $R$  musi być znaczna w porównaniu z wielkością oporu wewnętrznego lampy prostowniczej i ponadto dostatecznie duża, aby nie spowodować nadmiernego obciążenia układu urządzeniem pomiarowym. W takich warunkach pracy woltomierz prostownikowy ma skalę liniową w funkcji mierzonego napięcia szybkozmiennego.

Tabela 1.

Układ pomiarowy	
$\lambda = 94 \text{ m}$	
Napięcie anodowe stałe: $V_a = 1000 \text{ V}$ .	
Prąd anodowy obu lamp. — Składowa stała: $J_a = 204 \text{ A}$ .	
$I$	$= 1,84 \text{ A}$ (wartość skuteczna)
$\bar{I}$	$= 2,58$ (amplituda)
$\bar{I}_A$	$= 2,45 \text{ A}$ (skuteczna)
Opór kondensatora dla $\lambda = 94 \text{ m}$ : $Z_C = 330 \Omega$	
Szybkozmiennne napięcie na obwodzie osc:	
$\bar{V}_a = \bar{I} \cdot Z_C = 850 \text{ V}$	
Wzmacniacz pracował w klasie B; więc współczynnik kształtu $= 0,78$ ,	
$\frac{\bar{V}_a}{V_a} = 0,85$ ;	
Sprawność anodowa: $\eta_a = 0,85 \cdot 0,78 = 0,663$ .	
Moc doprowadzenia: $P_d = 204 \text{ W}$ .	
Moc użyteczna: $P_u = 204 \cdot 0,663 = 135 \text{ W}$ .	
Z pomiaru metodą termometryczną otrzymano: (mierzone temperaturę bańki obu lamp).	
Moc strat w anodach: $P_{str} = 43 \text{ W} + 40 \text{ W} = 83 \text{ W}$ . (jedna lampa) (druga lampa)	
Moc użyteczna: $P_u = P_d - P_{str} = 121 \text{ W}$ .	

Tabela 1 daje porównanie pomiaru mocy użytecznej dokonanej wyżej opisaną metodą z pomiarem dokonanym metodą porównania temperatury bańki lampy. W tym wypadku określano  $\bar{V}_a$  mierząc prąd płynący przez znaną pojemność kondensatora obwodu drgań. Tabela 2 podaje porównanie pomiaru mocy szybkozmiennego wyżej opisaną metodą z pomiarem dokonanym przez odczytywanie prądu w znanym oporze, mierząc prądem stałym. Jednakże w tym wypadku amplitudę szybkozmienną napięcia anodowego mierzone, posiłkując się urządzeniem prostownikowym, przecechowanym przy pomocy woltomierza elektrostatycznego. Jak widzimy, otrzymane odczytania pomiędzy wynikami rozmaitych metod pomiarowych są niewielkie.

Sposób posługiwania się metodą, będącą przedmiotem niniejszego opisu, można jeszcze dalej uprościć, aż do całkowitego pominięcia jakichkolwiek urządzeń, wymagających cechowania przy poczynieniu pewnych założeń upraszczających. Zakładamy mianowicie, że wielkość szybkozmiennego napięcia anodowego w momencie, gdy obwód oscylacyjny ostatniego stopnia nie jest obciążony, równa się napięciu anodowemu stałemu. Założenie to jest słuszne z dostatecznym stopniem dokładności dla obwodu oscylacyjnego o małych stratach, tzn. tam, gdzie obciążenie wprowadzone przez sam obwód jest znacznie mniejsze (opór anodowy obciążenia większy, niż obciążenie wprowadzone przez odbiornik energii, np. przez antenę). Drugim warunkiem słuszności tego założenia jest dostatecznie wielkie wzbudzenie, mianowicie tak wielkie, aby szczytowa wielkość chwilowego prądu anodowego dochodziła do stanu nasycenia, odpowiadającego danym warunkom pracy wzmacniacza (punkt S na rys. 3). Rys. 3 uzasadnia graficznie słuszność powyższego założenia. Widać bowiem wyraźnie, że aby rzut odcinka AS był dostatecznie zbliżony do OA trzeba, aby  $\text{ctg } \alpha$  był duży (opór  $R$  duży).



Rys. 3.

Jeśli wzbudzenie będzie tak silne, że charakterystyka robocza przekroczy punkt S — dokładność będzie jeszcze większa — sprawa ta jest rozpatrzona szczegółowo w artykule „L. Rubin: La modulation sur l'anode — L'onde électrique, Juin 1937, str. 380“.

Dodajmy do tego, że racjonalnie zwymiarowany wzmacniacz mocy nadajnika, zawsze pracuje z taką amplitudą napięcia wzbudzającego, że przy odciążeniu wzmacniacza występuje silne przewzbudzenie jego lamp.

Zatem, aby zmierzyć stopień wykorzystania napięcia anodowego — wystarczy w tych warunkach zainstalować jakikolwiek wskaźnik o wskazaniach proporcjonalnych do napięcia szybkozmiennego na obwodzie oscylacyjnym i podzielić przez siebie jego wskazania w stanie obciążenia wzmacniacza i w stanie pracy na obwód nieobciążony. Współczynnik kształtu, a następnie sprawność wzmacniacza

Tabela 2.

Opór szeregowy obwodu dla prądu stałego (dodatkowy) . . . . .	R omów	6	0	9	12	12	3	
Napięcie wzbudzające . . . . .	$\bar{V}_s$ (max) woltów	234	317	133	300	305	189	
Ujemne napięcie siatki . . . . .	$V_s + J_s \cdot R_s$ woltów	121	165	67,5	15,9	171	70,5	$J_s = 0,2 \text{ mA}$ 72 V z obcego źródła
Ujemne napięcie siatki dla początku char. prądu anod. . . . .	$v_p$ woltów	40	40	40	40	40	47	70
Kąt odcięcia . . . . .	$\cos \frac{\theta}{2}$	0,33	0,40	0,23	0,39	0,43	0,128	0,024
	$\frac{\theta}{2}$ stopni	70	67	77	67	65	83	88
Spółczynnik kształtu . . . . .	$Z = 0,5 \frac{\bar{I}_a}{J_a}$	0,9	0,86	0,83	0,87	0,87	0,8	0,78
Napięcie szybkozmienne na obwodzie oscylacyjnym . . . . .	$V_a$ (działki przyrz.)	7,9	8,1	5,9	7,5	7,1	8,1	6,3
	$\bar{V}_a$ (wolt max.)	1 340	1 370	700	1 260	1 200	1 370	1 060
Napięcie anodowe stałe . . . . .	$V_a$ woltów	1 500	1 500	850	1 500	1 500	1 440	1 500
Prąd anodowy — składowa stała . . . . .	$J_a$ mA	123	145	29	145	150	176	70
Sprawność anodowa . . . . .	$\eta_a$	0,8	0,67	0,86	0,73	0,7	0,76	0,55
Moc doprowadzona . . . . .	$P_d$ watów	168	217	24,7	217	225	252	105
Moc użyteczna . . . . .	$P_u$ watów	148	146	21,2	160	157,5	192	58
Moc strat w anodzie . . . . .	$P_{str.}$ watów	20	71	3,5	57	67,5	57	47
Prąd w obwodzie oscylacyjnym . . . . .	$\bar{I} \approx \text{amp.}$	4,25	4,5	4,25	3,76	3,3	3,75	3,75
Sprawdzenie mocy użytecznej . . . . .	$\bar{I}^2 (R + 1,2)$ omów	145	146	opór szer. obwodu 1,2 $\Omega$	144	143	195	58
	$V_{s0}$ woltów	300	300		290	300	350	600
Warunki pracy siatki osłonnej . . . . .	$J_{s0}$ mA	70	88		81	77	97	37,5
	$P_{s0}$ watów	21	26,4		23,5	23,1	34	22,5

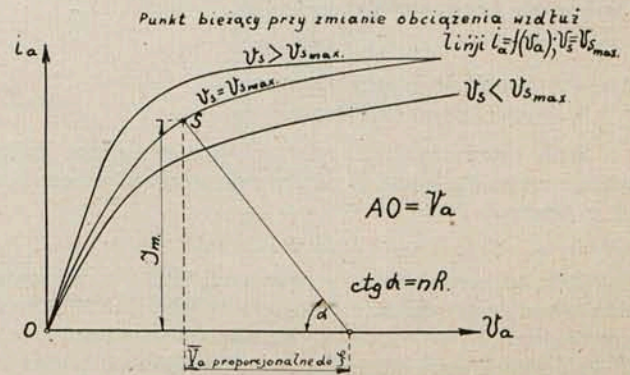
U w a g a! Pomiary przeprowadzono na fali około 90 m.

określamy w tym wypadku w taki sam sposób, jak poprzednio opisany.

Często jednakże się zdarza, szczególnie przy pracy na falach krótkich, że obciążenia wprowadzonego przez obwód nie podobna pominąć. W tych wypadkach znajomość danych lampy nadawczej, wchodzącej w grę oraz warunków pracy układu pozwoli na wprowadzenie poprawki sposobem niżej opisanym i na uniknięcie nawet w tym wypadku jakiegokolwiek kłopotliwego, zwłaszcza na krótkich falach cechowania układów pomiarowych.

Do ustalenia sposobu wprowadzania owej poprawki dochodzimy przy pomocy następującego rozumowania: Jeśli nie zmieniamy przy zmianie obciążenia wzmacniacza jego kąta odcięcia, możemy uważać że stosunek  $\frac{J_a}{J_m}$  pozostaje stały. Jeśli dalej rys. 4 przedstawia rodzinę charakterystyk lampy, a wzbudzenie lampy jest tak wielkie, że dochodzimy w chwili dodatniego szczytu napięcia siatkowego do napięcia  $v_{s \text{ max}}$ , to rzędne krzywej  $i_a = f(v_a) v_s = v_{s \text{ max}}$  przedstawiać będą kolejne wartości  $J_m$  dla rozmaitych oporów obciążenia wzmacniacza, a tym samym dla rozmaitych  $\xi$ , gdyż, jak to z rysunku 4 wynika,  $AO = V_a$ , zaś  $\text{ctg } \alpha = nR_0$ . Ponieważ jednak kąt odcięcia pozostaje stały cały czas, powodując stałość stosunku  $\frac{J_a}{J_m}$ , wskazania za pomocą wskaźnika są proporcjonalne do  $\bar{V}_a$ , kreśląc zatem dla rozmaitych obciążeń krzywą  $J_a = f(\xi)$  (składowa stała prądu anodowego w funkcji odczytu wskaźnika), odtwarzamy

przebieg krzywej  $J_m = f(V_a)$ . W ten sposób skonstruowaną krzywą (dla wygodu analogicznego odwzorowania obu krzywych można odmierzać wskazania wskaźnika na lewo od punktu obranego jako A na osi X) możemy ekstrapolować aż do przecięcia z osią X w punkcie O, otrzymując w ten sposób odcinek AO jako wielkość odpowiadającą wielkości napięcia anodowego w skali wskaźnika. Biorąc sto-



Rys. 4.

sunek  $\xi$  dla obciążenia nominalnego AO otrzymujemy skorygowaną wielkość  $\varepsilon$ . W większości wypadków dla osiągnięcia dostatecznej dokładności poprawki wystarczy przeprowadzić linię  $J_a = f(\xi)$  jako prostą łączącą punkty otrzymane z pomiarów przeprowadzonych dla obciążenia nominalnego i obciążenia samym obwodem. Tłumaczy się to

liniowym przebiegiem krzywej  $i_a = f(v_a) v_s = v_s m_x$  w pobliżu początku układu współrzędnych dla większości lamp nadawczych.

Tabela 3.

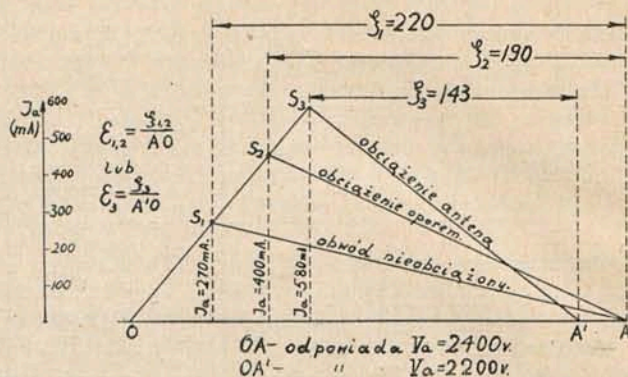
	Obwód nie-obciążony	Obwód obciążony drutem oporowym	Obwód obciążony anteną
Działki wskaźnika . . . . .	220	190	143
Prąd anodowy . . . . . mA	270	400	580
Napięcie anodowe . . . . . V	2 400	2 400	2 200
Spółczynnik wykorzystania po skorygowaniu napięcia anod. przez odniesienie do wspólnej wartości 2 400 V	0,81	0,7	0,575
Spółczynnik kształtu (praca w kl. B)	0,78	0,78	0,78
Sprawność . . . . .	0,635	0,545	0,43
Moc doprowadzona . . . . . W	650	960	1 280
Moc użyteczna . . . . . W	413	525	575
Moc strat w anodzie . . . . . W	237	445	705
Moc w obwodzie oscylacyjnym . . . . . W	413	525	175
Moc w antenie . . . . . W	—	—	400

*Uwaga.* Moc traconą w obwodzie oscylacyjnym w wypadku obciążenia anteną obliczono jako moc strat przy biegu luzem zmniejszoną w stosunku kwadratów wskaźnika, odniesionych do jedynkowego napięcia anodowego. Jest to słuszne w założeniu niezmięnionej pojemności obwodu w obu rozpatrywanych wypadkach.

Jako wskaźnik zastosowano przyrząd cieplny załączony w szereg z małym kondensatorkiem powietrznym pomiędzy anodę i katodę lampy ostatniego stopnia.

Tabela 3 i rysunek 5 podają wyniki w ten sposób przeprowadzonego pomiaru dla lampy Philips PC3/1000 pracującej na fali 18 m.

Jak widzimy, wyżej opisana metoda pozwala mierzyć z technicznie dostateczną dokładnością moc użyteczną nadajników, pracujących w warunkach takich (krótka fala, duża moc, lampy takich typów, że na oko trudno jest ocenić moc w nich traconą), w których inne techniczne



Rys. 5.

Konstrukcja dla określenia współczynnika wykorzystania napięcia anodowego dla obliczeń z tab. 3.  $AS_1$ ,  $AS_2$ ,  $AS_3$  przedstawiają uproszczony przebieg charakterystyk roboczych.

metody nie dadzą pożądanej dokładności, na stosowanie ścisłych zaś metod laboratoryjnych nie zawsze pozwalają warunki. Do głównych jej zalet należą: szybkość wykonania pomiaru, możliwość kontrolowania pracy nadajnika w takich warunkach, w jakich on rzeczywiście pracuje, wreszcie możliwość oceny rozdziału mocy pomiędzy obwód oscylacyjny końcowy a antenę.

Panu E. Ryniewiczowi składam podziękowanie za wykonanie pomiarów dotyczących niniejszej publikacji.

## Przebiegi nieustalone w głośniku dynamicznym

Inż. M. Gordon  
Inż. A. Türkel

Aby głośnik odtwarzał wiernie muzykę lub mowę musi membrana jego drgać dokładnie w takt prądu m. cz. Znaczący to, że dla całego zakresu słyszalnego moc akustyczna oddana przez głośnik winna być proporcjonalna do prądu płynącego przez cewkę. Moc akustyczna wypromieniowana przez głośnik wynosi

$$N_a = R \cdot v^2$$

gdzie  $v$  = prędkość drgań membrany,

$R$  = opór promieniowania.

Wzór ten można porównać ze wzorem na moc prądu elektrycznego  $N_e$ , gdzie  $R$  odpowiada oporowi omowemu, zaś  $v$  prądowi  $I$ .

$$N_e = RI^2$$

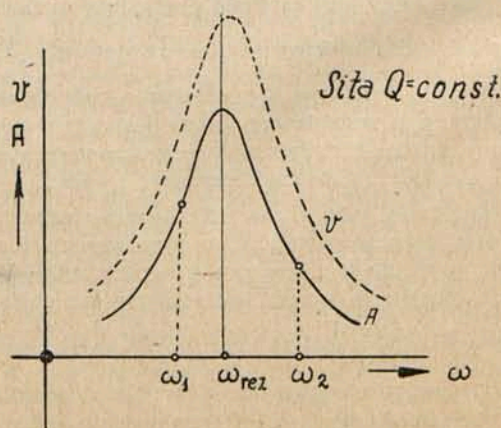
Różnica pomiędzy nimi polega na tym, że opór promieniowania zmienia się z częstotliwością. Jeżeli jednak ograniczymy się do wąskiego zakresu częstotliwości 40—60 okr/s można przyjąć, że opór promieniowania nie zmienia się. Wolno wówczas założyć, że moc  $N$  jest proporcjonalna do kwadratu szybkości membrany. Wynika stąd, że aby moc była stała, musi też i prędkość mieć stałą wartość.

Jak to wykazano (patrz: „Układ zastępczy głośnika dynamicznego Przegląd Radiotechn. z. 19—20) można zastąpić głośnik dynamiczny uproszczonym układem, który tak jak każdy mechaniczny układ drgający posiada

pewną częstotliwość drgań własnych. Jeżeli częstotliwość drgań siły sterującej „ $Q$ ” jest ta sama co częstotliwość drgań własnych głośnika, wówczas wystarczy mała wartość siły dla uzyskania dużych wychyleń (dużych w stosunku do wychyleń dla częstotliwości w okolicy rezonansu), a co zatem idzie i dużych szybkości  $V$ . Ponieważ

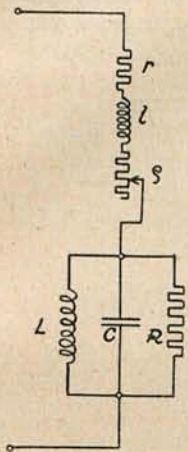
$$v = A \omega$$

więc moc  $N_a$  wypromieniowana przez głośnik dla częstotliwości rezonansu będzie miała swoje maximum.

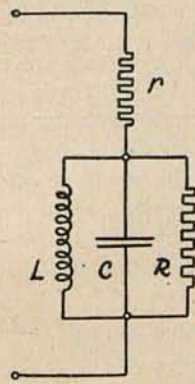


Rys. 1.

Widać stąd, że wierność odtwarzania przez głośnik rozmaitych częstotliwości w okolicy rezonansu nie zostaje zachowana; głośnik będzie niejako faworyzował tony o częstotliwości zbliżonej do  $\omega_{rez}$ . W praktyce ma to ten efekt, że jeżeli głośnik odtwarza muzykę, to wówczas ton instrumentu o częstotliwości  $\omega_{rez}$  zostaje silnie uwydatniony. Ponieważ częstotliwość rezonansu głośnika leży w okolicy niskich tonów 50—100 okr/s, daje to specyficzne zabarwienie na niskich tonach. Muzyka wychodzi „beczkowato“.

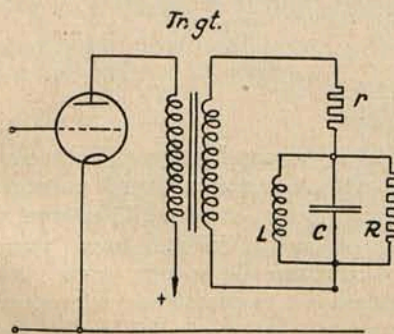


Rys. 2.



Rys. 3.

Dla uniknięcia tego zjawiska należałoby zdławić działanie głośnika w okolicy rezonansu. Elektryczny układ zastępczy przedstawia się tak jak to pokazuje rys. 2. Ponieważ badania tyczą dolnego zakresu małej częstotliwości (około 80 okr/s) można więc wielkość  $l$  i  $\rho$ , które przedstawiają indukcyjność cewki i straty w żelazie zaniedbać wobec oporu omowego cewki drgającej „r“, skutkiem czego układ przybierze formę uproszczoną, jak to pokazuje rys. 3. W ten sposób głośnik dynamiczny można zastąpić w okolicy rezonansu układem elektrycznym, złożonym z elementów  $r, R, C, L$ . Układ ten jest załączony na wtórne uzwojenie transformatora głośnikowego; obwód pierwotny tego transformatora leży w obwodzie anodowym lampy głośnikowej rys. 4. Rozpatrzmy narazie

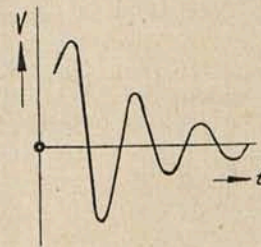


Rys. 4.

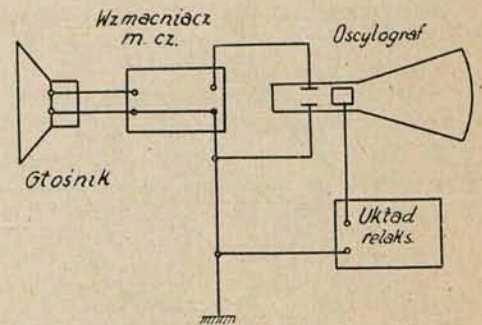
sam głośnik w stanie otwartym, to znaczy nie załączonym na uzwojenie transformatora głośnikowego. Założmy, że po wychyleniu membrany z położenia równowagi puściliśmy ją wolno. Membrana znacznie drgać skutkiem sprężystego działania układu centrującego oraz sprężystości jej samej w miejscu zawieszenia, to znaczy na obwodzie. W cewce indukuje się SEM, która stopniowo zanika. Sposób zanikania drgań można zauważyć załączając na końce głośnika woltomierz. Dokładnie jednak zjawisko to

można obserwować na oscylografie katodowym rys. 5 z układem relaksacyjnym rys. 5a.

Sposób zanikania drgań głośnika może być albo periodyczny, albo aperiodyczny. Zbadajmy, kiedy zachodzi każdy z tych wypadków. Ponieważ głośnik zastąpiliśmy układem elektrycznym, przedstawionym na rys. 3, wystarczy więc badanie przeprowadzić po stronie elektrycznej. Należy więc zauważyć, czy układ rys. 6, złożony z elementów  $R, L, C$ , jest układem periodycznym, czy też aperiodycznym.



Rys. 5.



Rys. 5a.

Układamy równanie na rozływ prądu dla węzła

$$\Sigma(I) = 0 \quad I_L + I_C + I_R = 0 \quad \dots \quad (1)$$

$$U = L \frac{dI_L}{dt} \quad dI_L = \frac{1}{L} U dt \quad I_L = \frac{1}{L} \int U dt$$

$$I_R R = U \quad I_R = \frac{U}{R} \quad I_C = C \frac{dU}{dt}$$

Wstawiając do równania (1) wartości na  $I$  otrzymujemy

$$\frac{1}{L} \int U dt + C \frac{dU}{dt} + \frac{U}{R} = 0 \quad \dots \quad (2)$$

Różniczkujemy to równanie względem  $t$

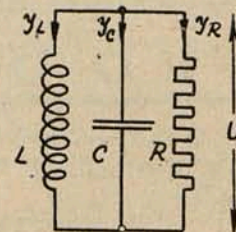
$$\frac{d^2 U}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{dU}{dt} + \frac{1}{LC} U = 0 \quad \dots \quad (3)$$

Dla wypadku istnienia a) drgań periodycznych otrzymujemy

$$R > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = R_{gr} \quad \dots \quad (4)$$

b) drgań aperiodycznych

$$R < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = R_{gr} \quad \dots \quad (4a)$$



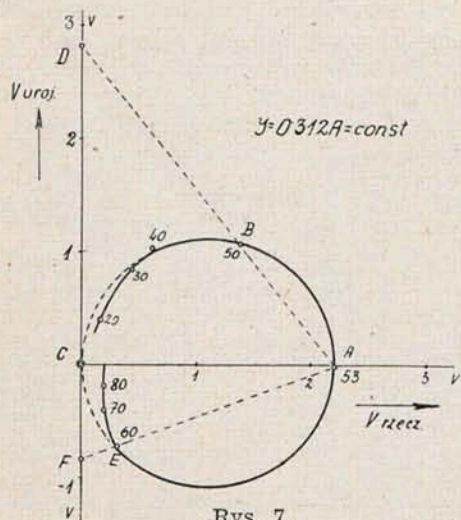
Rys. 6.

Rys. 7 przedstawia przebieg napięcia  $U$  dla głośnika o mocy 3 watów i o oporze omowym cewki drgającej  $r = 1,9 \Omega$ . Pomiar wykonano w sposób podany w Nr. 19/20 Przeglądu Radiotechnicznego. Rozpatrzmy, jakiego charakteru są drgania w przypadku badanym, jeżeli głośnik otrzymał jednorazowy impuls. Krzywą rys. 7 aproksymujemy do koła. Średnica koła jest proporcjonalna do oporu  $R$  (rys. 6). Wynosi ona ok. 2,2 V dla prądu  $I = 0,312$  A.

$$R = \frac{2,2}{0,312} = 7 \Omega$$

Oporność zastępcza cewki i kondensatora, załączonych równolegle do oporu  $R$  (rys. 6) wynosi

$$R_z = \frac{R_C R_L}{R_C + R_L} = \frac{1}{\frac{j\omega C}{1} + j\omega L} \cdot j\omega L = j \frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC} = j R_z \quad (5)$$



Rys. 7.

Wartość  $R_z$  można odczytać wprost z rys. 7. Punkt B dla  $f = 50$  okr/s łączymy z A. Przecięcie się przedłużenia odcinka AB ze styczną do koła, wystawioną w punkcie C daje punkt D.

$$CD = R_z = \frac{2,8 \text{ V}}{0,312 \text{ A}} = 9 \Omega$$

$$\omega_{50} = 2\pi \cdot 50 = 314 \text{ sek}^{-1}$$

Wstawiając do równania (5) otrzymujemy

$$\frac{314 L}{1 - [314]^2 LC} = 9 \quad (6)$$

W ten sposób układamy równanie dla punktu E dla częstotliwości  $f' = 60$  Hz  $\omega' = 2\pi \cdot 60 = 376 \text{ sek}^{-1}$

$$CE = R'_z = -\frac{0,8 \text{ V}}{0,312 \text{ A}} = -2,5 \Omega$$

$$\frac{376 L}{1 - [376]^2 LC} = -2,5 \quad (7)$$

Z równań (6) i (7) obliczamy L i C.

$$L = 3,6 \text{ mH} \quad C = 2500 \mu\text{F}$$

Znając L i C obliczamy częstotliwość rezonansu (punkt A)

$$\omega_{rez} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 2500 \cdot 10^{-6}}} = 333 \text{ sek}^{-1}$$

$$f_{rez} = \frac{\omega_{rez}}{2\pi} = 53 \text{ okr/s}$$

Obliczmy teraz opór graniczny  $R_{gr}$  po przekroczeniu którego układ będzie drgał w sposób periodyczny lub aperiodyczny.

$$R_{gr} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{2500 \cdot 10^{-6}}} = 0,6 \Omega$$

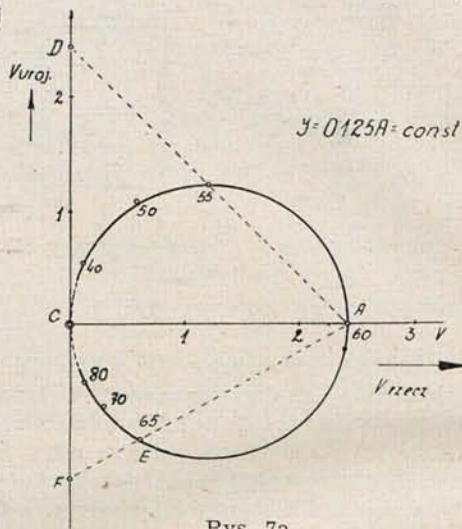
Analogiczny pomiar i obliczenia wykonano dla głośnika o mocy ok. 3 watów, lecz o oporze omowym cewki drgającej

$$r = 3,7 \Omega$$

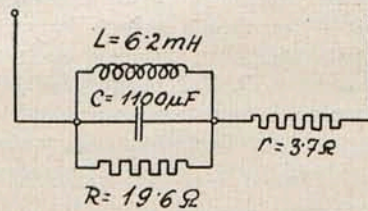
Na podstawie rys. 7a i obliczeń otrzymano

$$R = 19,6 \Omega \quad L = 6,2 \text{ mH} \quad C = 1190 \mu\text{F} \quad R_{gr} = 1,15 \Omega$$

Układ zastępczy wspomnianego głośnika podany jest na rys. 7b.



Rys. 7a.



Rys. 7b.

(C. d. n.)

## BIBLIOGRAFIA

Inż. Zygmunt Hass — „Radiotechnika“ — Instytut Wydawniczy Państwowej Szkoły Morskiej w Gdyni. 1937. Str. 240. Rys. 145.

Polskiej literaturze radiotechnicznej przybyła wartościowa pozycja. Jest nią podręcznik inż. Hassa. Książka, pomyślana jako podręcznik szkolny, stanowi rozszerzony kurs radiotechniki wykładanej przez autora w Państwowej Szkole Morskiej w Gdyni. Ujęcie przedmiotu przystosowane dla czytelników znających matematykę w zakresie szkoły średniej. Rzadko tylko autor tę granicę przekracza. Sposób prowadzenia wykładu znamionuje wybitne zdolności dydaktyczne autora. Rozległą dziedzinę radiotechniki ujmuje w sposób zwarty, systematyczny i jasny. Książka ma intencje wypełnienia luki, istniejącej w polskiej literaturze radiotechnicznej, między ściśle fachowymi podręcznikami o przewadze pierwiastka naukowo-teoretycznego, a między podręcznikami popularnymi, przeznaczonymi dla najszerszych kół radioamatorów. W myśl tej intencji, kurs teoretyczny nie stroni od matematyki, lecz czyni to w sposób, który jasnością i lapi-

darnością może wytrzymać chlubnie porównanie z najlepszymi tego rodzaju opracowaniami zagranicznej literatury technicznej. Liczne przykłady liczbowe, pedantyczne zaznaczanie jednostek, jakimi przy poszczególnych obliczeniach posługiwać się należy, oraz oszczędne, a umiejętnie operowanie matematycznym materiałem czynią układ łatwym i interesującym, nawet dla czytelników niefachowych. Kursowi teoretycznemu towarzyszą ustępy wyjaśniające praktyczne zastosowanie omawianych zjawisk, bądź poszczególne urządzenia radiotechniczne.

Całość, podzielona na XI rozdziałów, prowadzi wykład w następującej kolejności: — prądy zmienne. — Pojemność i samoindukcja. — Obwody oscylacyjne zamknięte i otwarte. — Lampy katodowe oraz ich zastosowanie. — Generatory lampowe. — Radiogoniometria okrętowa. — Fale krótkie. — Radiotelefoniczna łączność okrętu z lądem. — Pochodne. — Teoretyczne zasady działania generatora z obcym i z własnym wzbudzeniem. — Stabilizacja częstotliwości.

Specjalną uwagę zwraca umiętny wykład o teorii anten. Dla potrzeb praktyki byłoby pożądane bardziej wyczerpujące opracowanie ustępów o modulacji, o prostownikach i filtrach, oraz działu teorii odbiorników.

„Radiotechnika“ inż. Hassa wypełnia lukę, jaką w polskiej literaturze radiotechnicznej odczuwają zarówno

inżynierowie-elektrycy, pragnący sobie przyswoić w sposób fachowy a zwarty całokształt radiotechniki, jakoteż technicy i krótkofalowcy, którym nie wystarcza praktykowanie na oślep.

E. Teichman.

## Komunikaty Zarządu Sekcji Radiotechnicznej SEP

Dnia 6.4 b. r. odbyło się posiedzenie odczytowe Sekcji Radiotechnicznej SEP, na którym kol. inż. Juliusz Hupert wygłosił referat p. t. Ekonomiczne systemy modulacji nadajników radiofonicznych. W referacie swym prelegent przedstawił ważniejsze systemy modulacji porównując je w sposób jednolity, przy pewnych założeniach uprawniających, z punktu widzenia ekonomiczności inwestycyjnej i eksploatacyjnej. Po odczycie wywiązała się dysku-

sja, w której zabierali głos: kol. kol. Gurtzman, Rabęcki, Smoliński, Sypniewski, Zagajewski. Obecnych 19 osób.

Odczyty Sekcji Radiotechnicznej w maju r. b. W dniu 11 maja b. r. kol. inż. Stanisław Wolski wygłosił odczyt na temat: „Produkcja lamp katodowych“. Odczyt odbędzie się w lokalu SEP Królewska 15. Wstęp wolny dla członków SEP, STP, ZIEP oraz wprowadzonych gości. Początek o godz. 19-ej.

Załączniki do protokołu Walnego Zebrania Sekcji Radiotechnicznej umieszczonego w z. 7—8 r. b.

### BILANS ZAMKNIĘCIA SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ S. E. P. na 31.XII.1937 roku.

Aktywa.				Passywa.	
	Zł.	Zł.	Majątek Sekcji:	Zł.	Zł.
1. Zaległe składki za 1935 r. . . . .	18.—		Kapitał obrotowy . . . . .	3 013.38	
2. Zaległe składki za 1936 r. . . . .	48.—		Udziały „Przeglądu Elektrotechnicz-		
3. Zaległe składki za 1937 r. . . . .	197.—		nego (150 udz. à Zł. 20.—) . . . . .	3 000.—	6 013.38
4. Stow. Elektryków Polskich . . . . .	3 227.22	3 490.22	<b>Fundusz Wydawn. Zasad Radiotech-</b>		
			<b>niki:</b>		
<b>S. E. P. Fundusz Zasad Radiotech-</b>			Min. Poczt i Telegrafów—subwencja	12 000.—	
<b>niki:</b>			Wpłaty na przedpłatę 2 tomów Zasad		
Min. Poczt i Telegrafów—subwencja	12 000.—		Radiot. . . . .	5 537.45	
Przedpłata na 2 tomy Zasad Radio-			Sprzedaż Zasad Radiotechniki I		
techniki . . . . .	5 537.45		i II tomu . . . . .	8 025.63	25 563.08
Sprzedaż Zasad Radiotechniki I			<b>S. E. P. Fundusz Zasad Radiotech-</b>		
i II tomu . . . . .	8 025.63	25 563.08	<b>niki:</b>		
Wydatki związane z wydawn. Zasad			Za wydatki związane z wydaniem		
Radiotechn. . . . .	17 766.19		Zasad Rad. . . . .	17 766.19	
25% prowizji od sprzedaży	2 006.40		25% prowizji od sprzedaży	2 006.40	
25% prowizji od przedpłaty	1 384.35	3 390.75	25% prowizji od przedpłaty	1 384.35	3 390.75
Udziały „Przeglądu Elektrotechnicz-			Sumy Przechodnie . . . . .		21 156.94
nego“ (150 udziałów à Zł. 20.—) . . . . .		3 000.—			162.—
Ogółem: 53 210.24			Nadwyżka dochodów w 1937 roku . . . . .		314.84
			Ogółem: 53 210.24		

Zarząd Sekcji Radiotechnicznej:

Prezes: (—) Stefan Jasiński  
Skarbnik: (—) Stanisław Wolski  
Sekretarz: (—) Stanisław Ryżko

Komisja Rewizyjna Sekcji Radiotechnicznej:

(—) Inż. Kazimierz Jackowski  
(—) mjr. Stanisław Mrazek

#### Załącznik 4.

##### Sprawozdanie

Redaktora Przeglądu Radiotechnicznego na Walne Zebranie Sekcji Radiotechnicznej SEP w dn. 30.III.1938 r. za czas od dn. 2 marca 1937 r. do dn. 1 marca 1938 r.

W okresie sprawozdawczym „Przegląd Radiotechniczny“ ukazał się w 12 zeszytach podwójnych, zawierających ogółem 142 kolumn dwuszpaltowych petitowych.

Na łamach „Przeglądu“ ogłoszono 27 artykułów oryginalnych oraz szereg referatów opracowanych przez 26 autorów. W porównaniu do poprzedniego okresu liczba oryginalnych artykułów utrzymała się na tym samym poziomie, a liczba współpracowników wzrosła o 5-ciu.

Z okazji Walnego Zebrania SEP. zeszyt 9—10 „Przeglądu Radiotechnicznego“ ukazał się w znacznie zwiększonej objętości i zawierał 54 kolumny. Z tych samych względów w bieżącym roku zeszyt majowy prawdopodobnie również będzie zwiększony.

Z dniem 1 stycznia r. b. ustąpił Naczelny Redaktor Przeglądu Elektrotechnicznego i Radiotechnicznego prof. Mieczysław Pożaryski. Stanowisko Naczelnego Redaktora na przyszłość nie będzie obsadzone.

Starania Redakcji powiększenia objętości Przeglądu w ubiegłym roku nie dały wyników.

St. Jasiński  
Redaktor Przegl. Radiotechn.

## Załącznik 5.

## PROTOKÓŁ KOMISJI REWIZYJNEJ.

Dnia 22 marca 1938 r. Komisja Rewizyjna Sekcji Radiotechnicznej S. E. P. w składzie: inż. K. Jackowski i mjr. S. Mrazka sprawdziła Księgę Główną Sekcji Radiotechnicznej S. E. P. i stwierdziła jej zgodność z załączonymi dowodami, sprawdzonymi na wrywyki.

Komisja Rewizyjna zbadała poszczególne pozycje r-ku Strat i Zysków oraz Bilans Zamknięcia za 1937 r. i stwierdziła zgodność poszczególnych pozycji z Księgą Główną Sekcji.

Komisja Rewizyjna proponuje udzielenie absolutorium Zarządowi z działalności finansowej w r. 1937 i wyrażenie podziękowania za dokonane prace.

(—) inż. Kazimierz Jackowski

(—) mjr. Stanisław Mrazek

## Załącznik 6.

## PRELIMINARZ SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ S. E. P. NA 1938 ROK.

## Wpływy.

	Budżet na 1937 r. zł.	Wykonanie budżetu w 1937 r. zł.	Preliminarz na 1938 r. zł.
<b>1. Składki:</b>			
Członkowie zwyczajni	2.500.—	2.530.—	2.500.—
Członkowie zbiorowi:			
Państw. Zakł. Tele i Radiotechn.	300.—	300.—	300.—
Korp. Ofic. Pułku Radiotelegr.	120.—	120.—	120.—
<b>2. Dotacje:</b>			
Polskie Radio	600.—	600.—	600.—
<b>3. Różne wpływy:</b>			
	50.—	189.—	100.—
<b>Razem:</b>	<b>3.570.—</b>	<b>3.739.—</b>	<b>3.620.—</b>

## Wydatki.

	Budżet na 1937 r. zł.	Wykonanie budżetu w 1937 r. zł.	Preliminarz na 1938 r. zł.
1. Prenumerata czasopism	100.—	100.—	100.—
2. Wydatki na bibliotekę	200.—	200.—	200.—
3. Zwrot części dotacji Polskiego Radia do S. E. P.	200.—	200.—	200.—
4. Zwrot części skład. członk. zbior. od Państw. Zakł. Tele- i Radiotechn. od Korp. Ofic. Pułku Radiotelegr.	100.—	100.—	100.—
5. Składki członk. zwyczajne do S. E. P.	40.—	40.—	40.—
6. Zwroty do S. E. P. za lokal	1.800.—	1.841.—	1.800.—
7. Wydatki administracyjne	600.—	600.—	600.—
8. Różne składki płacone przez Sekcję	150.—	176.53	200.—
9. Odpis nieściągaln. składek	100.—	100.—	100.—
10. Nieprzewidziane	100.—	—	50.—
11. Nadwyżka dochodów w 1937 roku	50.—	66.63	80.—
<b>Razem:</b>	<b>3.570.—</b>	<b>3.739.—</b>	<b>3.620.—</b>

## Zarząd Sekcji Radiotechnicznej:

Prezes: (—) Stefan Jasiński

Skarbnik: (—) Stanisław Wolski

Sekretarz: (—) Stanisław Ryżko

## Sprawozdanie Załącznik 7.

## referatu odczytowego Sekcji Radiotechnicznej SEP. za rok. 1937/38.

Pracę swą w okresie sprawozdawczym referat odczytowy zaczął od przeprowadzenia w październiku ub. r. ankiety w sprawach odczytowych, mającej na celu ustalenie rzeczywistego rozkładu zainteresowań tematowych, odpowiedniej formy odczytów, czasu ich trwania itp. Wyniki ankiety zostały opublikowane na łamach Przeglądu Radiotechnicznego (Nr. 1—2, str. 7 r. 1938). Wskazówki, które dała ankieta, zostały wzięte pod uwagę i są w miarę możliwości realizowane.

Poza przeprowadzeniem ankiety działalność referatu odczytowego wyraża się w zorganizowaniu 8-iu zebrań odczytowych, w tym jednego zebrania z referatu w języku niemieckim i jednego specjalnego zebrania dyskusyjnego. Frekwencja na zebraniach wahała się w granicach od 18 do 43 osób, wynosząc średnio 29 osób, co należy uważać za wynik pozytywny.

Względnie mała liczba zebrań odczytowych tłumaczy się nie tylko trudnościami w znalezieniu chętnych prelegentów, lecz przede wszystkim ogromnym przeładunkiem okresu sprawozdawczego odczytami z poza zakresu radiotechniki, jednak tak absorbującymi członków Sekcji, że równoległe organizowanie odczytów własnych Sekcji byłoby niecelowe. Chodzi tu mianowicie o długi cykl odczytów zorganizowany przez NOI poświęcony zagadnieniom roli przemysłu w obronie państwa, cykl odczytów SEP: „Fizyka doby współczesnej“, „Najnowsze zdobycze elektrotechniki“, „Odczyty ekonomiczne“ itp.

Każdy z referatów wygłoszonych na zebraniach Sekcji był poprzedzony zawiadomieniami ze streszczeniem referatu rozsyłanymi do członków Sekcji; niezależnie od tego krótkie sprawozdanie z przebiegu referatu i dyskusji opublikowano w Przeglądzie Radiotechnicznym.

Prócz zebrań odczytowych zorganizowano w marcu b. r. wycieczkę na stację r-foniczną Warszawa II, w której wzięło udział 33 osoby. (—) S. de Walden.

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

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa Królewska 15, II piętro  
telefon Nr 690-23 i 648-65.

Administracja otwarta codz. od godz. 8 do 15 w soboty od 8 do 13  
Redaktor przyjmuje we środy od godziny 19 - ej do 20 - ej  
Konto czekowe w P. K. O, Nr. 363

Cennik ogłoszeń  
przesyła administracja  
na żądanie.  
Telefon działu ogłoszeń 648-65.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny“, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska“, Warszawa, Szpitalna 12 w dzierżawie Spółki Wydawniczej Czasopism, Sp. z o. o.