

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok X.

1 Października 1932 r.

Zeszyt 19—20

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

S O M M A I R E.

La self-induction des bobines à noyau de fer par S. Dierewianko I. E. L'étude expérimentale de la variation de la self-induction des bobines à noyau de fer en fonction des composantes continue et alternative du courant.

La démultiplication de fréquence à l'aide d'un générateur dynatronique, par J. Kahan, Ing. E. S. E. — La description d'un dispositif.

Revue documentaire;

INDUKCYJNOŚĆ DŁAWIKÓW Z RDZENIEM ŻELAZNYM.

Inż. Stefan Dierewianko.

Indukcyjność cewki z zamkniętym rdzeniem żelaznym można obliczyć ze wzoru:

$$L = \frac{0,4 \pi \cdot N^2 \cdot \mu_{\Delta} S}{l} \cdot 10^{-8} \text{ (w Henrach) } \quad (1)$$

gdzie:

N — liczba zwojów,

S — przekrój rdzenia w cm^2 ,

l — średnia długość drogi linii sił magnetycznych w żelazie,

μ_{Δ} — przenikalność dynamiczna żelaza w normalnych warunkach pracy dławika.

Jeśli rdzeń posiada szczelinę o długości a , to indukcyjność:

$$L = \frac{0,4 \pi \cdot N^2 \cdot S}{\frac{l}{\mu_{\Delta}} + a} \cdot 10^{-8} \text{ (w Henrach) } \quad (2)$$

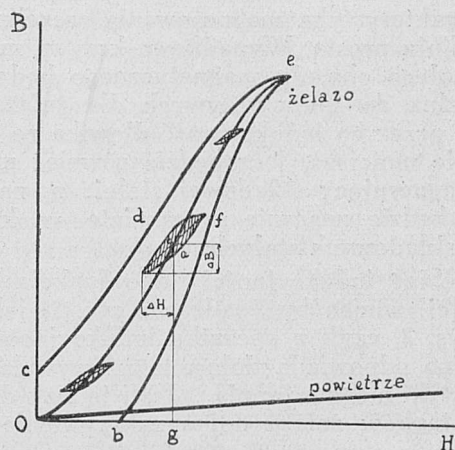
Ze wzorów tych widać, że wszystkie wielkości wchodzące w ich skład, za wyjątkiem μ_{Δ} , są określone przez wymiary geometryczne cewki; przenikalność magnetyczna natomiast jest wielkością zmienną i zależy od magnetycznego stanu żelaza, wskutek czego indukcyjność danego określonego dławika nie jest stała, a jest pewną funkcją μ_{Δ} .

Przez uzwojenie cewek z rdzeniem, używanych w radjotechnice, płynie normalnie prąd, składający się z pewnej dość dużej składowej stałej i nałożonej na nią niewielkiej składowej zmiennej. Indukcyjność takiego dławika zależy od wielkości obu tych składowych, przyczem ich wpływ na nią jest różny i stosunkowo dość znaczny.

Celem lepszego wyjaśnienia tego zjawiska rozważmy krzywą magnesowania (rys. 1).

Jeśli przez uzwojenie dławika przepływa prąd stały, to daje on określony strumień magnetyczny proporcjonalny do prądu, czyli odpowiednią wartość indukcji B w żelazie. Jeśli prąd stały będzie wystarczająco duży, może spowodować nasycenie

żelaza i dalszy jego wzrost powoduje już tylko nieznaczny wzrost indukcji B . Dla pewnej określonej wartości prądu stałego indukcja $B = ag$; punkt a na krzywej jest określony przez am-



Rys. 1.

Krzywe magnesowania.

perozwoje prądu stałego i przez przenikalność μ zwykłą, t. zn. taką, jak się ją określa ze wzoru:

$$\mu = \frac{B}{H} \quad (3)$$

Kiedy jednak przez dławik przepływa jeszcze pewna składowa zmienna prądu, to powstaje dodatkowa siła magnetomotoryczna zmienna, nałożona na stałą i opisująca niewielką pętlę histerezy w punkcie a (rys. 1). Całkowita zmiana siły magnetomotorycznej, czyli odpowiednio ΔH , powoduje zmianę indukcji o ΔB , wtedy można określić pewne μ_{Δ} jako:

$$\mu_{\Delta} = \frac{\Delta B}{\Delta H} \quad (4)$$

przyczem μ_Δ będziemy nazywali w odróżnieniu od μ przenikalnością dynamiczną.

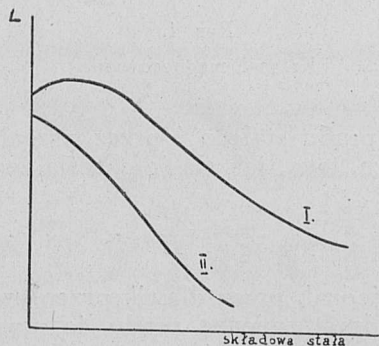
Jak widać, przenikalność dynamiczna μ_Δ jest nachyleniem małej pętli histeretycznej i jest mniejsza od zwykłej przenikalności μ . Ze wzrostem składowej stałej prądu H rośnie; dla danej wartości składowej zmiennej pętla histeretyczna porusza się po krzywej odpowiednio do wzrostu składowej stałej, nachylenie jej zmienia się zgodnie z μ , t. zn. początkowo rośnie, przechodzi przez maximum, co odpowiada prostoliniowej części krzywej magnesowania, a następnie maleje.

Wielkość μ_Δ jest pozatem zależna od wielkości składowej zmiennej prądu i rośnie z jej wzrostem, a pętla histerezy powiększa się.

Przy obliczaniu rzeczywistej indukcyjności dławików należy więc brać nie μ , a μ_Δ jako nachylenie małej pętli histeretycznej, na co pierwszy w swej pracy o badaniu dławików zwrócił uwagę C. R. Hanna (J. Am. Inst. Electr. Eng. II, 1927, p. 128). Sposób określania μ_Δ jest podany przez Spooner'a (Ph. Rev. 1925, p. 527, — J. A. I. E. E. 1923).

Ponieważ na indukcyjność dławika w pierwszym rzędzie wpływa składowa stała, która określa jakgdyby początkowy stan magnetyczny żelaza, zdarza się często, że przy normalnym prądzie pracy dławik pracowałby już w strefie nasycenia magnetycznego. Chcąc uniknąć tego nasycenia żelaza, zaopatrujemy obwód magnetyczny w szczelinę. Charakterystyka magnesowania szczeliny (rys. 1) jest linią prostą. Wypadkowa krzywa magnesowania całego obwodu magnetycznego będzie proporcjonalna do sumy krzywych dla żelaza i powietrza, przez co indukcyjność dławika ze szczeliną będzie mniejsza, lecz będzie również mniejszy efekt magnesujący składowej stałej, a nasycenie rdzenia będzie znacznie przesunięte w kierunku dużych składowych stałych.

Przebieg indukcyjności, jako funkcja składowej stałej, winien być, sądząc z rys. 1, jak krzywa I, rys. 2, czyli z początku indukcyjność winna rosnąć, co odpowiada dolnemu zakrzywieniu charakterystyki magnesowania. Jeśli jednak dla pewnych gatunków żelaza dolne zakrzywienie będzie



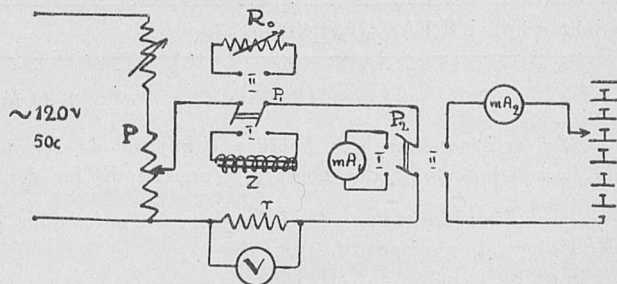
Rys. 2.

Przebieg indukcyjności jako funkcja składowej stałej.

do pominięcia, to przebieg indukcyjności będzie zachodził według krzywej II, rys. 2, nie posiadając maximum.

Przebieg indukcyjności, jako funkcja składowej zmiennej, będzie zupełnie podobny do prze-

biegu w funkcji składowej stałej, przyczem ze względu na małe wielkości składowej zmiennej w normalnych warunkach pracy dławika wystarczy określić tylko rosnącą część krzywej, nie dochodząc do jej maximum.



Rys. 3.

Schemat do pomiaru indukcyjności dławików.

Celem sprawdzenia powyższych rozważań należy określić eksperymentalnie zależność indukcyjności od wielkości obu składowych prądu. Ponieważ indukcyjność każdorazowo zależy od poprzedniego stanu magnetycznego, t. zn. że przy danych wielkościach obu prądów znajdujemy się w pewnym dość dowolnie leżącym punkcie w obszarze (rys. 1) ograniczonym krzywami magnesowania cde i bfe , nie trzeba tu szukać metody, dającej dużą dokładność. Jak się następnie okaże, dokładność ta jest rzędu 1 — 3%, to też zgóry należy wykluczyć metodę mostkową, która daje dokładność lepszą, choć w danym razie zbłądną, przyczem metoda ta, jako metoda zerowa, jest bardzo niewygodna w zastosowaniu do prądu 50 c. Wystarczy tu posłużyć się metodą techniczną; jednakże nie można tu określać indukcyjności z pomiarów napięcia i prądu, gdyż wielkości obu tych prądów są między sobą niewspółmierne i sumują się wektorowo, przyczem drobna zmiana składowej zmiennej jest trudna do zmierzenia w obecności składowej stałej; jeśli nawet składowa zmienna jest wydzielona i mierzona niezależnie, to podobne trudności napotyka się przy pomiarze napięcia, które jest również sumą wektorową dwu napięć: stałego i zmiennego. W tym ostatnim przypadku można jednak oporność omową obwodu pomijać wobec dużej indukcyjności. Jeśli jednak będziemy mieli do czynienia z małymi indukcyjnościami np. rzędu kilku henrów, to metoda ta wogóle się nie nadaje.

Wad tych nie posiada techniczna również metoda pomiaru indukcyjności, używana z powodzeniem już od dłuższego czasu w Dziale Probierczym Instytutu Radjotechnicznego. Metoda ta (rys. 3) polega na podstawianiu zamiast dławika znanego oporu omowego.

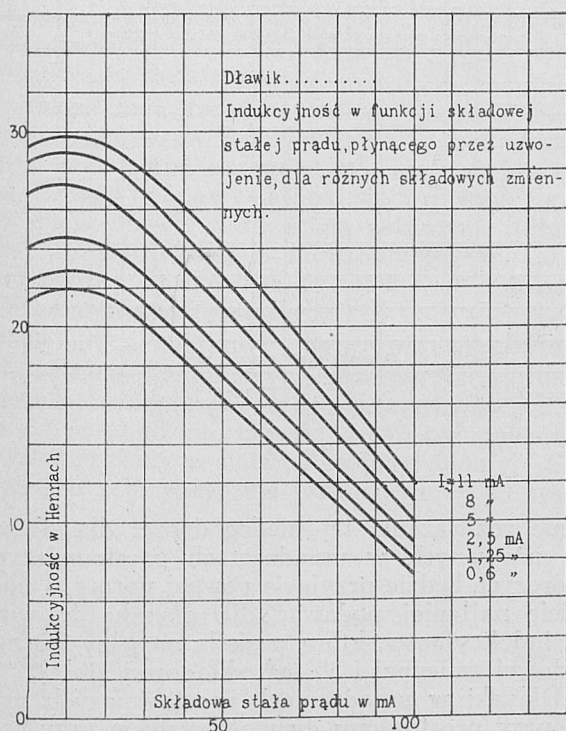
Gdy Z oznacza dławik badany, R_0 — skrzynkę oporową o znanej oporności, r — mały opór omowy 100 — 1 000 Ω , mA_1 — miliamperomierz cieplny, mA_2 — miliamperomierz typu Deprez — d'Arsonval'a (niewrażliwy na składową zmienną). Obwód jest zasilany z sieci prądu zmiennego i z baterji akumulatorów o napięciu rzędu 10 — 150 V, zależnie od wielkości żądanej składowej stałej; V — jest woltomierzem lampowym niewrażliwym na składową stałą; skalowanie jego jest zbędne, gdyż służy on tylko jako wskaźnik stałego wychy-

lenia. Jeśli chodzi o określenie indukcyjności dławika w funkcji składowej stałej przy danej składowej zmiennej, to przebieg pomiaru jest następujący: przełącznik P_1 — w położeniu I, przełącznik P_2 — w położeniu I; napięcie zmienne zasilające regulujemy tak, by na miliamperomierzu mA_1 otrzymać prąd zmienny odpowiadający warunkom pracy dławika, np. 2,5 mA; następnie dobieramy tak opór r , by otrzymać pewne wychylenie α na woltomierzu V. Przerzuciwszy P_1 do położenia II, dobieramy R_0 , by dostać ten sam prąd na mA , czyli to samo α . Z równości: $R_0 = Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ mamy indukcyjność dławika:

$$L = \frac{1}{\omega} \cdot \sqrt{R_0^2 - R^2} = \frac{1}{314} \sqrt{R_0^2 - R^2} \quad (5)$$

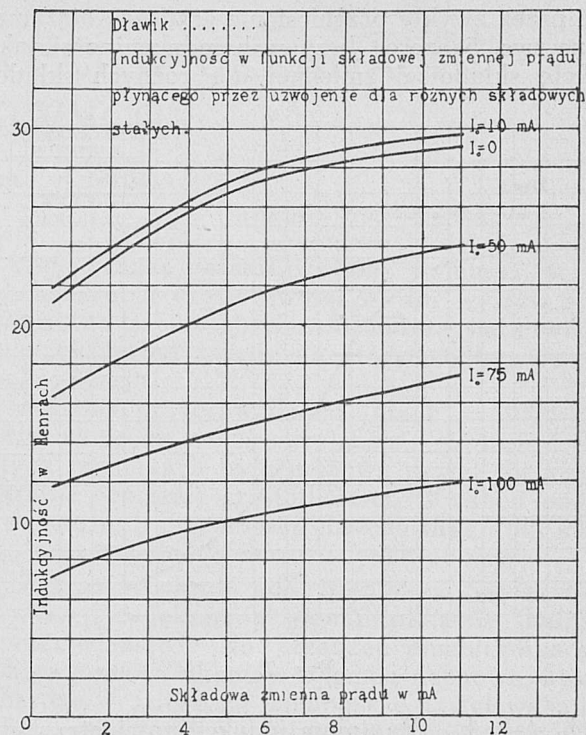
gdzie: R — oporność omowa dławika, którą już przy indukcyjności paru henrów można pominąć i wtedy:

$$L = \frac{1}{314} \cdot R_0 \quad \dots \quad (6)$$



Rys. 4.

W ten sposób można określić indukcyjność dla składowej stałej równej zero. Następnie przerzucamy P_2 do położenia II, wyłączamy dość kosztowny i łatwy do spalenia ze względu na małą przeciążalność przyrząd cieplny mA_1 z obwodu, i dajemy odpowiednią składową stałą, przez co zmienia się indukcyjność dławika wskutek magnesowania i zmienia się wartość prądu zmiennego. Wskaźnikiem tego ostatniego jest wychylenie α , wyżej otrzymane, które otrzymujemy stale przez regulację prądu zmiennego w obwodzie oporami P . Dla każdej wartości składowej stałej, przy stałej danej wartości składowej zmiennej (w postaci wychylenia α), znajdujemy, przez podstawienie zamiast Z oporu R_0 , odpowiednią indukcyjność L ze wzoru (5) lub (6).

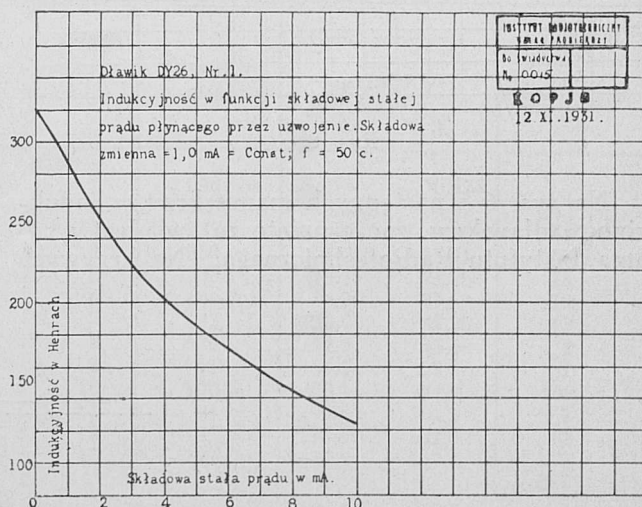


Rys. 5.

Jeśli chodzi o określenie zależności indukcyjności dławika od składowej zmiennej przy stałej składowej stałej, to przebieg pomiaru jest następujący: P_1 i P_2 w położeniu I, regulujemy składową zmienną np. na 1 mA; odpowiada jej pewne α na V, następnie przerzucamy P_2 do położenia II — i dajemy daną składową stałą np. 50 mA, utrzymując α stałe przez regulację P . Przerzucając P_1 do położenia II, znajdujemy odpowiednie R_0 . Następnej składowej zmiennej będzie odpowiadać inne α , dla którego powtarzamy poprzednią procedurę lub sprowadzamy je do tego samego, regulując r . Przez cały czas pomiaru, utrzymujemy stałą wartość składowej stałej.

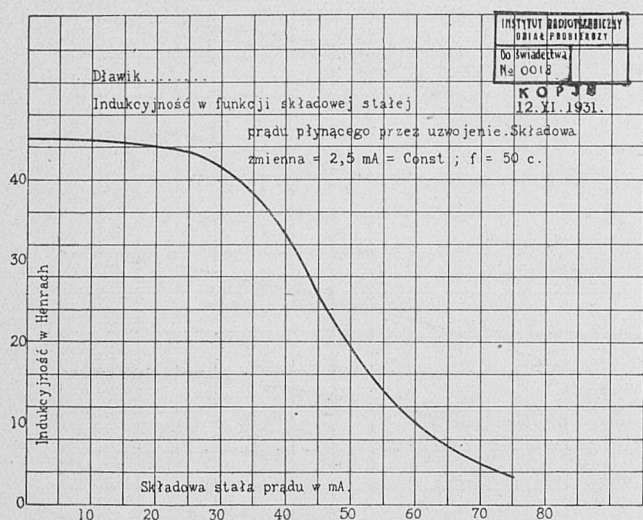
Przykłady otrzymanych wyników:

Na rysunku 4 jest podany cały szereg krzywych indukcyjności jako funkcja składowej stałej dla różnych składowych zmiennych. Z krzywych



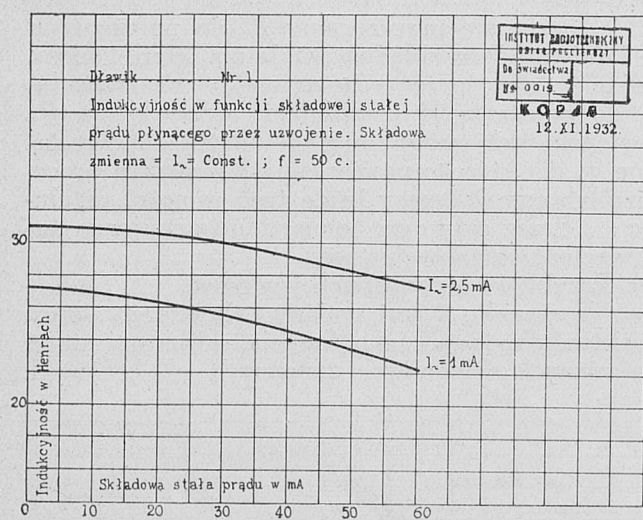
Rys. 6.

tych przez zwykłe przeniesienie graficzne otrzymano na rys. 5 szereg krzywych indukcyjności jako funkcję składowej zmiennej dla różnych składo-



Rys. 7.

wych stałych. Maximum indukcyjności otrzymuje się w danym wypadku dla 10 mA składowej stałej, przyczem widać, że największe maximum będzie dla kilkunastu mA składowej zmiennej. Jednakże to ostatnie maximum nie jest praktycznie wykorzystane ze względu na to, że dławik pracuje zwykle przy małej składowej zmiennej.

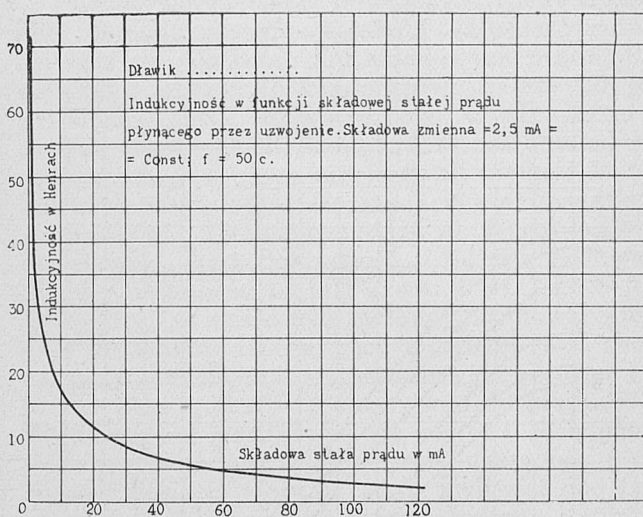


Rys. 8.

Na rys. 6 i następnych mamy krzywe indukcyjności dławików, zaczerpnięte ze świadectw badania Instytutu Radjotechnicznego. Na krzywych

tych nie uwidoczniło się dolne zakrzywienie charakterystyki magnesowania. Na rys. 6 — krzywa indukcyjności dla dławika o wielkiej ilości zwojów, chociaż zewnętrzne jego wymiary wynoszą $40 \times 50 \times 60$ (w mm). Na rys. 7 i 8 podano krzywe indukcyjności dla dławików ze szczeliną, z uwzględnieniem wpływu składowej zmiennej. Na rys. 9 podano krzywą indukcyjności dla dławika z rdzeniem, który został złożony w ten sposób, by posiadał jaknajmniejszą oporność magnetyczną; widoczny jest tu silny wpływ składowej stałej na rdzeń.

Z rysunków 4 i 5 najlepiej widać, że wartość indukcyjności dławika należy podawać dla ściśle określonych warunków jego pracy, a więc dla danych wielkości obu składowych prądu płynącego przez uzwojenie, w przeciwnym razie wartość ta będzie dość dowolna i nierzeczywista. Jako po-



Rys. 9.

średnie rozwiązanie tej niedogodności dla dławików, używanych w urządzeniach prostowniczych odbiorczych będzie przyjęcie pewnej normy, a mianowicie najlepiej podawać dla dławika tę wielkość indukcyjności, którą posiada on przy 2,5 mA składowej zmiennej i 50 mA składowej stałej.

Dławiki w urządzeniach prostowniczych pracują przy prostowaniu dwupołówkowym przy częstotliwości prądu 100 c zamiast 50 c, jednak wpływ tej częstotliwości na indukcyjność będzie bardzo mały, a wykonywanie pomiarów przy 50 cyklach jest technicznie znacznie dogodniejsze.

Laboratorium Probiercze
Instytutu Radjotechnicznego
Warszawa, listopad 1931.

OBNIŻANIE CZĘSTOTLIWOŚCI W UKŁADACH DYNATRONOWYCH.

Jerzy Kahan.

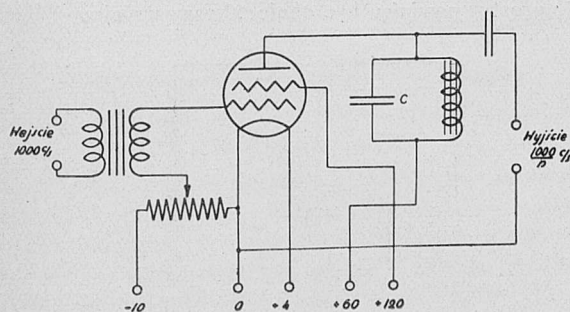
Jako dalszy ciąg prac Instytutu nad obniżaniem częstotliwości *) zostało zbadane obniżanie za pomocą układu dynatronowego. W odróżnieniu od poprzednich badań, tym razem zastosowano obniżanie do częstotliwości akustycznych, jednak metoda tutaj opisana działa również zadawalająco i dla wielkich częstotliwości.

Jak wiadomo, częstotliwość układu dynatronowego zależy nie tylko od danych obwodu drgań, lecz w pewnej mierze również i od wewnętrznej, ujemnej oporności lampy.

Przy stałych napięciach innych elektrod oporność ujemna zależy wyłącznie od napięcia siatkowego lampy i jest tem mniejsza, im wyższe jest napięcie siatkowe. Zmieniając więc napięcie siatki, możemy w pewnych granicach zmieniać częstotliwość dynatronu.

Jako lampa dynatronowa została zastosowana lampa ekranowana Marconi S 410. Jednak również każda inna lampa ekranowana nadaje się do tego celu. Obwód anodowy składał się z równolegle połączonych: cewki z rdzeniem żelaznym (dławik małej częstotliwości) o indukcyjności ok. 30 H, kondensatora obrotowego ok. 1000 μpF i dołączonych kondensatorów stałych.

W obwód siatkowy było włączone wtórne uzwojenie międzylampowego transformatora; przez pierwotne przepływał prąd o częstotliwości, która miała być obniżona. Obwód drgań był pojemnościowo sprzężony z siatką następnej lampy. Cały układ jest schematycznie przedstawiony na rys. 1.



Rys 1.

Gdy w pierwotnym uzwojeniu transformatora płynął prąd o częstotliwości F , na siatce dynatronu powstawało napięcie zmienne o tej częstotliwości, i jeżeli częstotliwość własna drgań dynatronu była taka, że jej pewna wielokrotna mało się różniła od F , to zachodził wypadek synchronizacji; dynatron

zaczynał drgać częstotliwością wymuszającą, ściśle podwielokrotną częstotliwości F . Im wyższe było napięcie na zaciskach transformatora siatkowego, tem większy był zakres, na którym odbywała się synchronizacja.

Badania przeprowadzono dla $F = 1000$ c/s i przy napięciu synchronizującym równym 5 V; w tych warunkach było możliwe nawet dwudziestokrotne obniżanie częstotliwości. W tabeli podane są wartości pojemności obwodu drgań dla każdego poszczególnego zakresu synchronizacji.

Zakres synchronizacji zmniejsza się szybko w miarę zwiększania demultiplikacji. Jednak w przeciwieństwie do urządzeń demultiplikacyjnych za pomocą układów z lampą neonową, które są bardzo wrażliwe na najmniejsze nawet wahania napięć zasilających i z łatwością wypadają z synchronizmu, układ dynatronowy, jako mało wrażliwy na zmianę napięć działa pewnie nawet przy dwudziestokrotnym obniżaniu i może być zastosowany bez dozoru w przeciągu kilku godzin.

Dając w obwodzie drgań dynatronu dławik o indukcyjności rzędu 300 H i odpowiednią pojemność, można uzyskać drgania o częstotliwości rzędu kilku cykli, niema więc żadnych trudności, ażeby zapomocą, powiedzmy, dwustopniowej demultiplikacji obniżyć 1000 c/s do częstotliwości rzędu 2 do 5 c/s.

Opisane urządzenie zostało zastosowane w celu obniżenia wzorcowej częstotliwości (1 000 c/s) generatora kamertonowego. Ponieważ częstotliwość obniżona zawiera zawsze mocną harmoniczną 1 000 c/s, dla niektórych celów należy na wyjściu urządzenia demultiplikacyjnego stosować filtr. Jednak, jak wiadomo, wszystkie urządzenia, służące do obniżania częstotliwości, mają tę samą niedogodność.

Obniżanie n -krotne	Częstotliwość	Synchronizacja dla C (w 10^{-9} F)		Zakres synchroniz. $C_{\max} - C_{\min}$ $C_{\text{śr}}$
		od	do	
$n = 1$	1 000 c/s	—	0,378	—
2	500	0,583	4,52	243 %
3	333,3	4,78	9,00	64,5
4	250	8,655	15,41	58,5
5	200	18,18	21,75	18
6	166,7	26,20	31,64	19
7	143	36,95	42,25	13,5
8	125	51,54	53,60	4
9	111	64,64	69,2	7
10	100	80,1	84,8	6
11	91	99,6	101,5	2
12	83	118,6	121,0	2
13	77	138,5	142,4	3

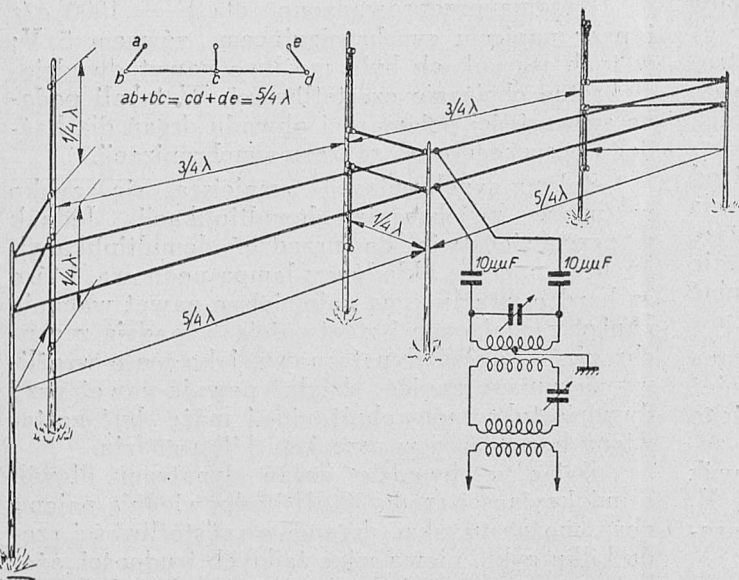
*) J. Groszkowski — O obniżaniu częstotliwości — Wiadom. i Prace Instytutu Radjotechnicznego 12.XII. 1929 r. tom 1, zeszyt 4.

J. Groszkowski — Frequency Division; Proceed. I. R. E. November 1930, Vol. 18, Nr. 11.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Prosta antena kierunkowa dla odbioru fal krótkich.

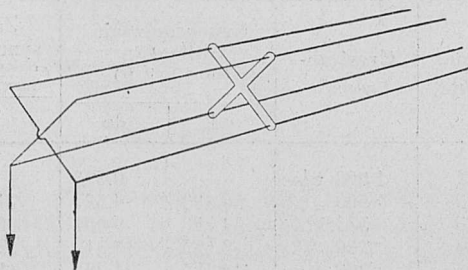
Przy odbiorze krótkofalowym uzyskuje się, jak wiadomo, o wiele lepsze wyniki, stosując antenę kierunkową, zamiast zwykłej anteny, posiadającej praktycznie tę samą zdolność odbioru we wszystkich kierunkach. W wypadku zastosowania anteny kierunkowej odebrana energia jest naogół większa, a poza to antena ta pozwala wyeliminować wpływ zakłóceń, wynikających z faktu, że sygnał dociera do odbiornika różnymi drogami.



Rys. 1.

Na rys. 1 uwidoczniiona jest prosta antena kierunkowa. Na trzech masztach, odległych o $\frac{3}{4}$ długości fali, są umieszczone trzy dipole o długości $2 \times \frac{1}{4}$ długości fali. Dolny koniec dipolów może znajdować się ponad ziemią na wysokości 2 m.

Dipole te są połączone ze sobą zapomocą linii zasilającej, idącej do urządzenia sprzęgającego. Zamiast zwykłego zasilania dwuprzewodowego można również zastosować zasilanie czteroprzewodowe (rys. 2). Dzięki symetrycznemu układowi linii zasilającej można znieść wpływ zaburzeń.



Rys. 2.

Efekt kierunkowy anteny ujawnia się prostopadle do płaszczyzny, przechodzącej przez trzy dipole.

W przypadku zastosowania tej anteny siła odebranych sygnałów jest znacznie większa, niż przy antenie normalnej, więc fading daje się mniej we znaki, ponieważ nawet przy najsilniejszym fadingu siła odbioru jest wystarczająca. Laboratorium Philipsa w Eindhoven

A. L.

Zastosowanie prostowników tlenkowych do przyrządów pomiarowych.

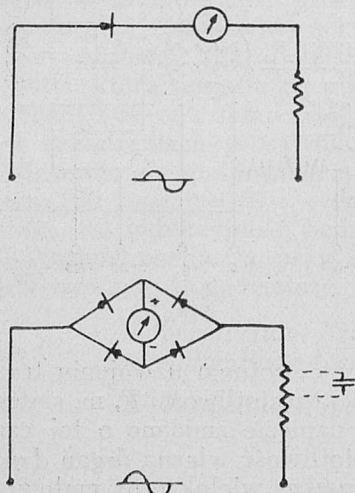
(J. Sahagen. Proc. Inst. Radio Engineers. Luty 1931).

Przyrządy powszechnie używane do pomiarów natężenia i napięcia prądu zmiennego jak: ciepłne, z ruchomym żelazem lub dynamometryczne, mają ograniczony zakres działania ze względu zużywania przez nie dużej mocy. Natomiast pośród instrumentów na prąd stały jest wiele typów, gdzie dla pełnego wychylenia wskazówki nie trzeba więcej, niż 0,1 lub 0,2 mA. Aż do zjawienia się przyrządów z prostownikami taka czułość nie była możliwa do osiągnięcia przy pomiarach prądu zmiennego. Wyjątek stanowią woltomierze elektrostatyczne oraz lampowe, oba te typy jednak mają bardzo ograniczony zakres działania.

Pomiarów prądu zmiennego przy pomocy przyrządu na prąd stały i prostownika próbowano już dawno, ale doświadczenie z prostownikami kryształkowymi nie dały pożądanych wyników, wskutek ich niepowtarzalności (t. j. ciągłych zmian w zachowaniu się). Dopiero wprowadzenie prostowników z tlenkiem miedzi dało zadowalniające rozwiązanie problemu.

Najprostszym sposobem zastosowania prostownika w obwodzie pomiarowym prądu zmiennego jest załączenie go w szereg z przyrządem na prąd stały. Otrzymane stąd wychylenie da średnią arytmetyczną połówki fali, jaka przejdzie przez prostownik. Jest to raczej niekorzystne z punktu widzenia pomiarów, gdzie szukamy wartości skutecznej. Poza to, w razie niesymetrii krzywej (przy parzystych harmonicznych) wskazania przyrządu będą zależne od kierunku prostowania. Dla obejścia tej trudności używa się prostowników umieszczonych na ramionach mostku (patrz zał. rysunek).

Opór prostownika zmierzony na zaciskach wejściowych, przy przyrządzie pomiarowym zwartym na krótko (opór prosty) powinien być około 50 razy mniejszy od tegoż



Rys. 1.

oporu, zmierzonego przy przyrządzie wyłączonym (opór upływowy). Jeżeli ten „stosunek prostowania” zbliża się do jedności, to żadne prostowanie nie zachodzi. Nie może być on niższy od 25 celem użycia do celów pomiarowych. Stosunek prostowania zmienia się, gdy prostownik jest narażo-

ny na przeciążenia, zależnie, oczywiście, od ich wielkości i czasu trwania. Granicę stanowi tu 65 mA na cm. kw. powierzchni prostującej.

Opór prosty prostownika spada bardzo szybko z gęstością prądu, (t. zn. z napięciem mierzonem), co powoduje nierównomierność podziałek przyrządu. Opór ten spada również z wzrostem temperatury, w przybliżeniu o 1% przy zmianie o 1° C.

Jak już poprzednio zaznaczyliśmy, woltomierz czy milliamperomierz z prostownikiem daje wartości średnie prądu zmiennego. Dla otrzymania wartości skutecznych należy otrzymane rezultaty pomnożyć przez $\pi/2\sqrt{2} = 1,11$, przy fali sinusoidalnej. Przyrząd wzorcowany w ten założeniu będzie dawał błędy w zależności od amplitudy i fazy harmonicznym. Przy prądzie stałym da on 11,1% błędu.

Prostowniki używane przy badaniach miały pojemność około 0,009 μ F przy 1000 okr./sek. Pojemność ta może spowodować poważne błędy przy wyższych częstotliwościach akustycznych (układ nie jest przewidziany dla częstotl. radiowych). Błąd ten można skompensować przez zabocznikowanie części oporu w obwodzie wejściowym kondensatorem o odpowiedniej pojemności (na rys. — linią kropkowaną).

Zależności pomiędzy oporem prostym, wpływowym i współczynnikiem temperatury, są bardzo skomplikowane, lecz przy stopniowych przybliżeniach można osiągnąć najlepsze warunki pracy. Zmiana oporu prostownika z temperaturą może naprzykład być skompensowana. Uzyskuje się to przez załączenie w szeregu w obwodzie wejściowym dużego oporu o dodatnim współczynniku temperatury, który kompensuje ujemny współczynnik prostownika.

Przyrządy tego typu dają rezultaty bardzo zadawalniające. Utrzymują wzorcowanie z dokładnością do 1,5% w ciągu dwu — trzech lat; niejednostajność podziałki jest bardzo mała i to tylko na jej początku; opór na wolt wynosi około 1000 omów; współczynnik temperatury jest 0,1% na 1° C lub jeszcze mniej, co jest bardzo dobrym wynikiem — wogóle nadają się do praktyki przemysłowej czy laboratoryjnej. Przy odpowiedniej budowie stoją w zupełności na poziomie innych aparatów na prąd zmienny, a przewyższają je znacznie wyższą czułością i mniejszym zużyciem mocy.

K. Lewiński.

Elektromagnetyczne słuchawki i mikrofony.

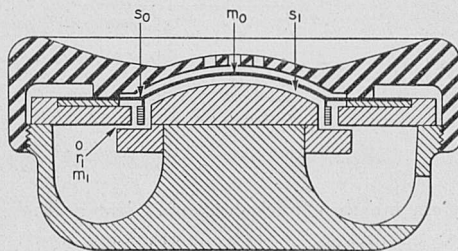
(Wente i Thuras. *The Bell System Technical Journal*, Październik 1931).

Głośniki elektrodynamiczne są obecnie powszechnie używane w odbiornikach wysokiej klasy oraz w urządzeniach kin dźwiękowych. Główną zaletą ruchomej cewki wobec ruchomej kotwiczki jest brak siły statycznej (w spoczynku), stałość współczynnika siły i oraz brak nieliniowego zniekształcenia w dużym zakresie amplitud. Z tych względów wydaje się, że można użyć tego systemu dla budowy słuchawek oraz mikrofonów, gdzie jakość jest najważniejszym zagadnieniem.

Układ ruchomy słuchawki elektromagnetycznej musi, naogół, spełniać zupełnie inne warunki od ruchomego układu mikrofonu. Jeżeli nie ma być zniekształceń, to ciśnienie, wywierane wewnątrz zagłębienia między uchem a membraną, na jednostkę prądu, powinno być niezależne od częstotliwości, w założeniu stałości oporu pozornego cewki. Praktycznie ten warunek sprowadza się do tego, że należy otrzymać stałą amplitudę ruchu membrany w całym zakresie częstotliwości.

Napięcie wytworzone przez cewkę ruchomą w polu magnetycznym jest proporcjonalne do szybkości; stąd mem-

brana mikrofonu o równomiernej czułości powinna mieć, przy wszystkich częstotliwościach, tą samą szybkość na jednostkę ciśnienia fali głosowej. Inaczej mówiąc, pozorny opór mechaniczny membrany mikrofonu powinien być taki sam przy wszystkich częstotliwościach, podczas gdy dla słuchawki opór ten powinien być odwrotnie proporcjonalny do częstotliwości. Wynika stąd, że amplituda drgań membrany w mikrofonie ma maleć w miarę wzrostu częstotliwości.

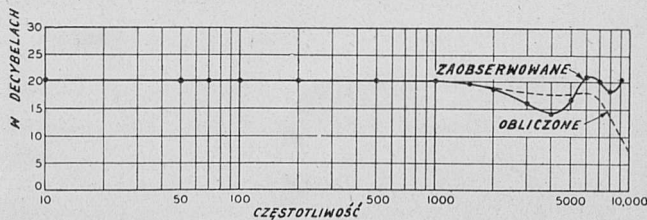


Rys. 1.

Konstrukcja słuchawki jest schematycznie podana na rys. 1. Dla stłumienia rezonansu przy 1 000 okresach i otrzymania stałej amplitudy drgań zamyka się małą przestrzeń powietrza między biegunami magnesów a membraną, pozostawiając w punkcie 0 małe otwory, dobrane doświadczalnie. Charakterystyka słuchawki, otrzymana przez porównanie z mikrofonem kondensatorowym jest podana na rys. 2. Różni się ona bardzo nieznacznie od charakterystyki obliczonej z danych mechanicznych i, z wyjątkiem depresji przy 4 000 okresach.

Jak już zaznaczyliśmy wyżej, w mikrofonie elektrodynamicznej wysokiej jakości szybkość membrany musi być jednakowa dla wszystkich częstotliwości. Dane mechaniczne mikrofonu i słuchawki muszą więc się odpowiednio różnić. Ogólny układ jest podobny lecz pokrywa jest usunięta dla wystawienia membrany na działanie fal głosowych. Wymiary zaś różnych elementów zostały zmienione tak, żeby opór membrany wraz z przyległym układem był zasadniczo stały dla dużego zakresu częstotliwości. Obliczony wykres mikrofonu jest przedstawiony na rys. 3.

Mikrofon elektrodynamiczny był wyskalowany przez porównanie z mikrofonem kondensatorowym (rys. 3, krzywa A). Niezgodność między obliczonemi i zaobserwowanemi wartościami przy wyższych częstotliwościach należy przypisać oscylacjom rezonansowym w камерze powietrznej pod membraną. Celem zmniejszenia wielkości tych

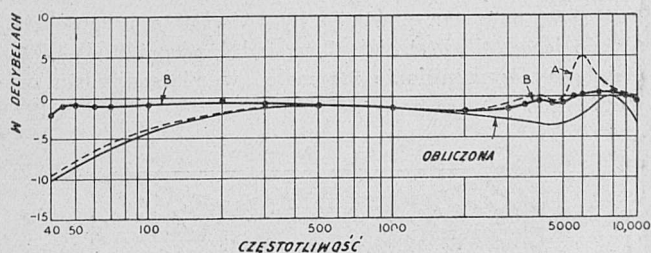


Rys. 2.

drgań, kamera została połączona wąską szparką r_3 z wgłębieniem zrobionym na centralnym magnecie mikrofonu. Po tej zmianie w konstrukcji mikrofon został ponownie przeskalowany i wyniki, otrzymane dla wyższych częstotliwości, są wskazane przez krzywą B z rys. 3.

Działanie mikrofonu jest zupełnie równomierne na dużym zakresie częstotliwości, lecz spada na niskich częstotliwościach. Ten spadek może być usunięty przez zmniejszenie sztywności membrany, lecz pociąga to

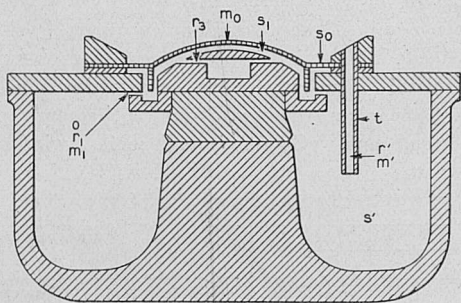
za sobą niepożądane drgania mechaniczne. Działanie na tych częstotliwościach może być wzmocnione przez prostą modyfikację, która zmienia nacisk na membranę pod działaniem fal głosowych. Jeżeli przestrzeń, wypełniona powietrzem,



Rys. 3.

między tyłem membrany a magnesami jest połączona z otoczeniem przez rurkę to, pod działaniem dźwięku, w tej przestrzeni wytworzy się ciśnienie różne w fazie i wielkości od zewnętrznego. W niektórych okolicznościach całkowity nacisk na membranę może być powiększony dzięki temu dodatkowemu ciśnieniu. Krzywa otrzymana z obliczeń pokrywa się zupełnie z danymi doświadczalnymi i jest przedstawiona jako część krzywej B z rys. 3 odpowiadająca małym częstotliwościom. Przez dodanie wspomnianego układu akustycznego działanie mikrofonu zostało znacznie wzmocnione w niższych częstotliwościach i nie ma straty czułości w dół aż do 45 okresów na sekundę, nawet przy membranie o dużej stosunkowo czułości.

Absolutna czułość tego mikrofonu jest w przybliżeniu $9,5 \cdot 10^{-5}$ woltów na bar. W praktyce jednak używa się zawsze transformatora między nim a pierwszym stopniem wzmacniacza. Do prób został użyty taki transformator o przekładni 1:100 i ze zmianą mniejszą od 2 decybeli między 45 a 10 000 okresami. W tych warunkach napięcie dostarczane lampie wejściowej wzmacniacza jest 9,5 miliwoltów na bar. Mikrofon kondensatorowy Western Electric 394 posiada czułość tylko 3 miliwoltów na bar i przekazuje równomiernie częstotliwości do 7 000 okresów. Mikrofon elektrodynamiczny posiada więc czułość prawie o 10 decybeli większą i pokrywa większy zakres częstotli-



Rys. 4.

wości. Jest pozatem większych wymiarów i może być użyty bez straty czułości w pewnej odległości od swego wzmacniacza. Ze względu na większą czułość może być zastosowany w wypadkach kiedy źródło dźwięku jest oddalone od mikrofonu, ponieważ przy mniejszym niezbęd-

nym wzmocnieniu, zaburzenia mechaniczne i elektryczne oraz szmery amplifikatora w ogólności mogą być utrzymane na niższym stosunkowo poziomie.

K. Lewiński.

BIBLIOGRAFJA

Inż. Kazimierz Krulisz — „Zasady Radjotechniki”. Pod powyższym tytułem ukazała się książka pióra znanego polskiego radjotechnika i głębokiego znawcy tej dziedziny techniki, majora inż. Krulisza. Na razie opuściła prasę drukarską część tomu pierwszego (Podstawy teoretyczne).

Na wstępie do swej pracy autor zaznacza, że „Teoria radjotechniczna, wypracowywana nie tylko w uczelniach, lecz w znacznej części w pracowniach naukowych wielkich firm i w laboratoriach państwowych, stopniowo tylko przenika na łamy pism naukowych pod postacią oderwanych przyczynków, siłą rzeczy nie uzgodnionych przez różnych autorów. To rozdrobnienie i ta dorywczość prac teoretycznych, a głównie różnorodność języków, w których są ogłaszane, stanowi poważną trudność dla studujących, którzy nie rozporządzają w dostatecznej mierze czasem, niezbędnym dla przeprowadzenia samodzielnych dociekań. Materiały, które rozporządzamy, są obecnie już wystarczające dla syntetycznego ujęcia”. Z powyższych względów autor uważał, że należy stworzyć podręcznik w języku polskim, któryby obejmował całość zagadnienia wiedzy radjotechnicznej i w wyniku wieloletniej swej pracy nakładem sekcji radjotechnicznej SEP i Instytutu Radjotechnicznego ukazał się początek dawno oczekiwanego dzieła, którego brak dotkliwie dawał się odczuwać w kręgach fachowców radjotechników, zwłaszcza nie władających zbyt biegle różnymi językami. Całość dzieła inż. K. Krulisza dzieli się zasadniczo na trzy części: 1) podstawy teoretyczne, 2) części konstrukcyjne, 3) urządzenia radjotechniczne. W części pierwszej swej pracy autor opisuje obwody rezonansowe, podając między innymi (co się rzadko spotyka w literaturze fachowej) teorię rezonansu obwodów z żelazem, przyczem w rozdziale I mamy teorię rezonansu w najrozmaitszych okolicznościach przy stanach ustalonych, zaś w rozdziale II mamy stany przejściowe w obwodach rezonansowych. Rozdział III zawiera teorię obwodów sprzężonych.

Pisząc swoją książkę autor uważał za główne zadanie taki dobór materiału, żeby książka jego była dobrym podręcznikiem i informatorem dla inżynierów projektujących wszelkie urządzenia radjotechniczne. Daje się to już zauważyć w tomie I, gdzie teoretyczne rozważania uzupełnione są praktycznymi przykładami.

Podkreślić pozatem należy wyczerpujące ujęcie tematu i całkowite zobrazowanie dzisiejszego stanu techniki przy jednocześnie przystępnym i łatwym do przyswojenia ujęciu zagadnienia.

Szata zewnętrzna książki czyni wrażenie bardzo dodatnie i nie ustępuje najbardziej starannym technicznym wydawnictwom zagranicznym.

Należy powinszować autorowi i podziękować za dużą pracę, którą wykonał dla dobra polskiej radjotechniki.

Książka jest do nabycia w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich, Warszawa, Czackiego 3, w cenie zł. 9.50.

Inż. Józef Plebański.