

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XI.

15 Sierpnia 1933 r.

Zeszyt 15—16

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

CZĘSTOŚCIOMIERZ SAMOPISZĄCY O STAŁEJ CZASU.

Fréquencesmètre enregistreur à constante de temps.

Jean Lugeon

Inżynier, Doktor Nauk Technicznych,
Dyrektor Państwowego Instytutu Meteorologiczno-Hydrograficznego

i Jan Gurtzman

Inżynier Elektryk, Adjunkt tegoż Instytutu.

Sommaire.

Il est question dans cet article d'un fréquencesmètre enregistreur à constante de temps, pouvant être utilisé pour diverses mesures. Après avoir décrit les essais préliminaires, les auteurs présentent la théorie mathématique du fonctionnement de l'appareil, dont le schéma est donné. Ils décrivent ensuite l'application du fréquencesmètre à l'enregistrement des parasites atmosphériques, donnent quelques valeurs numériques et courbes d'étalonnage. Ils comparent enfin les enregistrements du fréquencesmètre électrique avec les courbes enregistrées par un cinématographe mécanique.

Jeden z nas w latach 1925 — 1927 używał w Zurychu aparatu, rejestrującego trzaski atmosferyczne, opartego na zasadzie powolnego wyładowania kondensatora. Oscylacje po detekcji i dwupołówkowym wyprostowaniu, ładowały kondensator o dużej pojemności, do którego zacisków przyłączony był miliamperomierz samopiszący o dużej oporności.

Ten sposób całkowania energii odebranej przez antenę jest niewygodny z punktu widzenia geofizycznej interpretacji wykresów. Trudno jest rozróżnić energję od częstotliwości na jednostkę czasu trzasków, w ten sposób zapisanych. Ładunki elektryczne na kondensatorze, wpływające przez miliamperomierz, są zależne nietylko od stałej czasu urządzenia, lecz również od częstotliwości trzasków, ich natężenia i czasu trwania.

Celem oddzielenia częstotliwości trzasków od ich natężenia, umieszczono obok aparatu samopiszącego z kondensatorem, przekaźnik, który przetrzucał swoją kotwiczkę przy każdym trzasku. Przekaźnik ten uruchamiał cinématographe firmy „Richard”. Otrzymana krzywa, z dokładnością stałej czasu, dosyć wiernie odtwarzała ilość ciągów trzasków na minutę¹⁾ 2).

W roku 1929, kontynuując powyższe prace w Warszawie, probowano połączyć bezpośrednio

przekaźnik z dużym kondensatorem, usuwając w ten sposób cinématographe. Należy dodać, że każdy trzask wyrażał się stałą ilością elektryczności, pobieranej z zacisków małego kondensatora, ładowanego w czasie spoczynku przekaźnika. Aparat ten działał przez parę miesięcy w 1930 roku. W roku 1931 opracowaliśmy urządzenie ostateczne.

Jak to zwykle bywa w nauce, inni autorzy, pracujący w dziedzinie trzasków atmosferycznych, wymyślili podobne urządzenia. Tak też bez naszej wiedzy, nasz zasłużony kolega z Office National Météorologique de France, pan major Robert Bureau, wykonał aparat samopiszący, oparty na zasadach, podobnych do naszych. Jednakże wykonanie samopisu Bureau znacznie się różni od aparatu polskiego, który cechuje nadzwyczajna prostota.

Nowy częstotściomierz o stałej czasu, który dziś przedstawiamy, o ile nam wiadomo, nie był jeszcze stosowany w technice. Może on być użyty nietylko do zapisywania częstotliwości trzasków atmosferycznych, lecz również w wielu wypadkach, gdzie chodzi o otrzymanie średniej wartości zjawiska elektrycznego lub mechanicznego, mogącego uruchomić przekaźnik albo jakiegokolwiek inne urządzenie przerywając prąd, kolektor i t. d. Może on korzystnie zastępować tachometr, spełniać rolę anemometru, licznika obrotów i t. p.

Aparat składa się (rys. 1) z przekaźnika telegraficznego, którego kotwica w położeniu spoczynku K_1 zamyka obwód kondensatora C_1 i baterji o napięciu V_1 . Tak więc w położeniu spoczynku kondensator posiada zawsze stały ładunek, określony przez s. e. m. stałą V_1 .

Gdy pod wpływem impulsu prądu w uzwojeniu przekaźnika kotwiczka jego zostanie przetrzucona, obwód kondensatora C_1 zostaje najpierw przzerwany, a następnie w położeniu K_2 zamknięty na obwód drugiego kondensatora C_2 z równoległe załączonym oporem R . W ten sposób ładunek kondensatora C_1 przechodzi na kondensator C_2 , gdyż jedna okładzina C_1 jest połączona z C_2 .

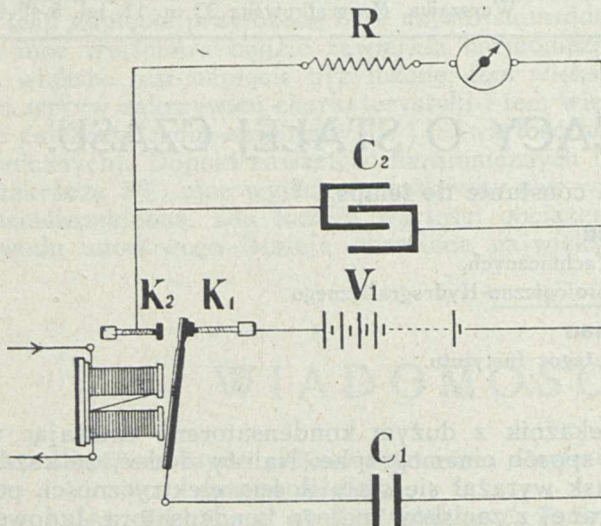
Kondensator C_2 gromadzi energję, którą dostaje przy każdym przetrzuceniu kotwiczki przekaźnika i oddaje tę energję oporowi R , którym w tym wypadku jest przyrząd pomiarowy, czyli miliamperomierz samopiszący.

¹⁾ Jean Lugeon — Les atmosphériques des fronts quasi-stationnaires sur le versant nord des Alpes. Seance G. M. A., aout 1927 — Archives des Sc. Ph. et nat. Geneve, janvier 1928.

²⁾ Jean Lugeon — Un appareil radio-électrique pour déceler l'origine géographique de l'air. Archives, sept. 1928.

Wykażemy, że urządzenie to jest właśnie częstotściomierzem i że wychylenie wskazówki miliamperomierza stanowi dość prostą funkcję częstotliwości działania przekaźnika.

Rozumujemy najpierw bez oporu R i pominiemy czas trwania kontaktu.



Rys. 1.

W położeniu spoczynku K_1 przekaźnika, kondensator o pojemności C_1 otrzymuje ładunek

$$Q = C_1 V_1$$

W położeniu roboczym K_2 , kondensator C_1 odda część swego ładunku C_2 . Gdy czas trwania kontaktu K_2 jest dostateczny, w dwóch kondensatorach połączonych równolegle nastąpi stan równowagi i ich okładziny będą miały jednakową różnicę potencjałów

$$V_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{C_1 + C_2}$$

gdzie Q_2 jest ładunkiem C_2 w chwili przetrzucania kotwiczki.

Zobaczmy teraz jak V_2 zmienia się przy każdym przetrzucaniu kotwiczki. Niech ΔQ będzie zmianą ładunku C_2 po zadziałaniu przekaźnika:

$$\Delta Q = Q_2^1 - Q_2$$

gdzie Q_2^1 jest ładunkiem kondensatora C_2 po przetrzuceniu, czyli

$$Q_2^1 = C_2 V_2$$

Podstawiając otrzymamy:

$$\begin{aligned} \Delta Q &= C_2 V_2 - Q_2 \text{ oraz} \\ \Delta Q &= Q_1 \frac{C_2}{C_1 + C_2} + Q_2 \left(\frac{C_2}{C_1 + C_2} - 1 \right) = \\ &= Q_1 \frac{1}{1 + \frac{C_1}{C_2}} + Q_2 \left(\frac{1}{1 + \frac{C_1}{C_2}} - 1 \right) \end{aligned}$$

Przedyskutujemy ten wzór. Jeżeli stosunek $\frac{C_1}{C_2}$ jest dostatecznie mały, można go pominąć wobec jedności i otrzymamy $\Delta Q \cong Q_1$. Widzimy, że w tych warunkach V_2 zwiększa się za każdym przetrzuceniem o pewną wielkość, proporcjonalną do ładunku Q_1 , otrzymanego przez kondensator C_2 . Je-

żeli zaś stosunku $\frac{C_1}{C_2}$ nie można pominąć wobec jedności, ładunek, który otrzymuje C_2 jest mniejszy niż Q_1 i wobec tego V_2 zmieni się o mniejszą wartość. Widzimy więc, że należy odpowiednio określić powyższy stosunek pojemności w zależności od wyników, które chcemy otrzymać.

Wprowadzimy teraz opór R .

Po każdym przetrzuceniu kotwiczki, ładunek kondensatora C_2 powiększa się o ΔQ i jednocześnie sływa przez opór R według znanego wzoru:

$$i = \frac{V_2}{R} e^{-\frac{1}{RC_2} t}$$

gdzie i jest prądem wyładowania w oporze R , zaś t czasem od chwili początku wyładowania.

Należy zaznaczyć, że RC_2 jest stałą czasu obrotu wyładowania, o ile pominiemy, jak wyżej, czas trwania kontaktu.

Wykażemy, że ten prąd i wyraża częstotliwość, czyli ilość przetrzuceń kotwiczki w jednostce czasu.

Przypuśćmy w tym celu, że przekaźnik działa z częstotliwością f na minutę. Czas t , który upływa pomiędzy dwoma następującymi po sobie przetrzuceniami, wynosi:

$$t = \frac{60}{f} \text{ sekund.}$$

Przez ten czas t napięcie na zaciskach kondensatora C_2 zmniejszy się.

Weźmy chwilę poprzedzającą n -te przetrzucenie kotwiczki. Kondensator C_2 jest naładowany do potencjału $V_2 = V_{n-1} \cdot \delta$, gdzie V_{n-1} wyraża napięcie na C_2 po $n-1$ szym przetrzuceniu, zaś δ jest dekrementem wyładowania, czyli

$$\delta = e^{-\frac{t}{RC_2}} = e^{-\frac{60}{RC_2 f}}$$

czyli inaczej ładunek C_2 wynosi:

$$Q_2 = V_2 C_2 = V_{n-1} \cdot C_2 \cdot \delta;$$

W chwili n -tego przetrzucenia kondensator C_2 otrzymuje nowy ładunek, który się dodaje do Q_2 ; jest to ładunek kondensatora C_1 , który ładując się zawsze pod tym samym potencjałem, otrzymuje stały ładunek elektryczny, czyli

$$Q_1 = V_1 C_1$$

Ładunek kondensatorów C_2 będzie więc wynosił:

$$Q_n = Q_1 + Q_2 = V_1 C_1 + V_{n-1} \cdot C_2 \cdot \delta$$

zaś napięcie na jego zaciskach

$$V_n = \frac{Q_n}{C_1 + C_2} = V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} + V_{n-1} \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot \delta$$

W dalszym ciągu rozumowania przypuśćmy, że przekaźnik działa z pewną określoną i stałą częstotliwością f .

Dekrement $\delta = e^{-\frac{60}{RC_2 f}}$ będzie posiadał stałą wartość od chwili $t=0$ początku działania przekaźnika, aż do dowolnej chwili t_n .

Napiszemy dla uproszczenia:

$$V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} = a \quad \text{i} \quad \frac{C_2}{C_1 + C_2} \delta = q$$

Otrzymamy, podstawiając w poprzednim równaniu:

$$V_n = a + V_{n-1} \cdot q$$

które to wyrażenie jest równoznaczne z sumą n wyrazów szeregu geometrycznego

$$a, aq, aq^2, aq^3, \dots, aq^{n-1}, aq^n$$

a więc

$$V_n = \sum_0^n (a + aq + aq^2 + \dots + aq^{n-1} + aq^n)$$

Dla $+1 > q > -1$ szereg ten jest zbieżny i suma wyrazów \sum dla $n = \infty$, równa się

$$\sum_0^\infty = \frac{a}{1-q}$$

Wykażemy, że suma ta jest rzeczywiście zbieżna. Widać, że nierówność $q < +1$ jest zawsze spełniona, gdyż w wyrażeniu $q = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot \delta$

wartości C_1 i C_2 są zawsze dodatnie oraz $\delta < 1$, ponieważ:

$$\delta = e^{-\frac{60}{RC_2 f}} = \frac{1}{e^{\frac{60}{RC_2 f}}}$$

Jednocześnie zawsze $q > -1$, gdyż jest wartością dodatnią.

Możemy teraz obliczyć napięcie na zaciskach kondensatora C_2 po czasie nieskończenie wielkim $t_n = \infty$, to znaczy po upływie nieskończonej ilości przerzuceń przy stałej częstotliwości $n = \infty$,

To graniczne napięcie V będzie wyrażone przez wzór wyżej wymieniony

$$V = \sum_0^\infty = \frac{a}{1-q},$$

w którym zastąpimy a i q przez ich wartości

$$V = \frac{V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2}}{1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \delta} = V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot e^{-\frac{60}{RC_2 f}}}$$

Wreszcie prąd I , płynący przez opór R , wynosi według prawa Ohma $I = \frac{V}{R}$, skąd otrzymamy

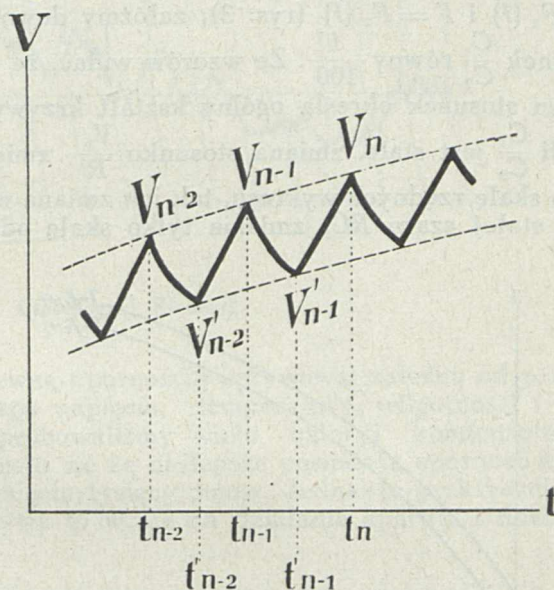
$$I = \frac{V_1}{R} \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot e^{-\frac{60}{RC_2 f}}} \text{ czyli } I = F_1(t).$$

W ten sposób wykazano, że po czasie nieskończonym $t = \infty$, wychylenie miliamperomierza dla częstotliwości f rzeczywiście określa tę częstotliwość.

W praktyce napięcie V i prąd I osiągają wartości prawie równe tym obliczonym wartościom granicznym już po czasie stosunkowo krótkim, tak, że powyższe obliczenia mogą być zastosowane. Należy jednak zaznaczyć, że w wypadku, gdy nie pomijamy czasu trwania kontaktu, wyprowadzona teoria będzie słuszna jedynie wtedy, gdy C_1 jest bardzo małe wobec C_2 . Jest to warunek konieczny dla zidentyfikowania krzywej wyładowania kondensatora C_2 z krzywą wyładowania obu kondensatorów połączonych równolegle.

* * *

Zobaczmy teraz, jaki będzie kształt krzywej, kreślonej przez miliamperomierz. Według poprzedniego rozumowania widzimy, że przy każdym przerzuceniu kotwiczki przekaźnika, wskazówka miliamperomierza otrzymuje impuls, którego największa amplituda jest określona przez ostatni otrzymany wzór. Skoro tylko kotwiczka wraca do położenia spoczynku, gdy ładunek kondensatora C_1 przeszedł na C_2 , ten ostatni zaczyna się rozładowywać i wskazówka opada. Wynika z tego, że przy stałej częstotliwości, krzywa będzie miała postać zębów, których górne wierzchołki są określone przez powyższe obliczenia (rys. 2).



Rys. 2.

Aby znaleźć wartość dolnych wierzchołków zębów, weźmy chwilę t_{n-1} poprzedzającą n -te przerzucenie. W chwili tej napięcie V_{n-1} na zaciskach kondensatora C_2 będzie

$$V'_{n-1} = V_{n-1} \cdot \delta$$

albo też, rozumując jak wyżej

$$V_{n-1} = V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} + V_{n-2} \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot \delta$$

Przez analogję można napisać:

$$V'_{n-2} + V_{n-2} \cdot \delta$$

Wprowadzając do równania, otrzymamy:

$$V'_{n-1} = V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot \delta + V'_{n-2} \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot \delta$$

Oznaczamy, jak w pierwszej części:

$$V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot \delta = a' \text{ i } \frac{C_2}{C_1 + C_2} = q'$$

skąd

$$V'_{n-1} = a' + V'_{n-2} \cdot q',$$

Widzimy, że mamy do czynienia z takim samym postępowaniem geometrycznym

$$a', a' q', a' q'^2, \dots, a' q'^N,$$

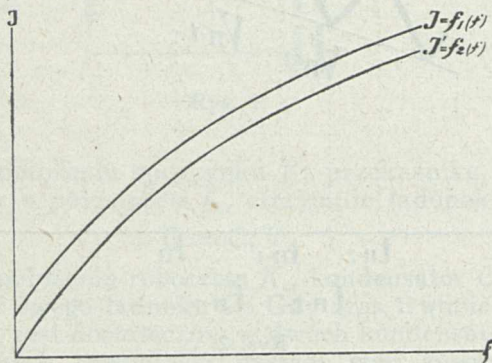
którego suma wyrazów równa jest

$$\sum_0^\infty = \frac{a'}{1-q'}$$

Słowem, rozumując jak uprzednio, znajdziemy, że prąd, odpowiadający dolnym wierzchołkom zębów wyrazi się wzorem:

$$I' = \frac{V_1}{R} \cdot \frac{\frac{C_1}{C_1 + C_2}}{1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \cdot e^{-\frac{60}{RC_2 f}}} \cdot e^{-\frac{60}{RC_1 f}} \quad \text{czyli } I' = F_2(f).$$

Przejdźmy teraz do zastosowania naszych obliczeń. Aby się zorientować w charakterze krzywych $I = F_1(f)$ i $I' = F_2(f)$ (rys. 3), założmy dowolnie stosunek $\frac{C_1}{C_2}$ równy $\frac{1}{100}$. Ze wzorów widać, że tylko ten stosunek określa ogólny kształt krzywych. Jeżeli $\frac{C_1}{C_2}$ jest stałe, zmiana stosunku $\frac{V_1}{R}$ zmienia tylko skalę rzędnych wykresu, tak jak zmiana wartości stałej czasu RC_2 zmienia tylko skalę odciętych.



Rys. 3.

Celem obliczenia krzywej, założmy dla uproszczenia:

$$\frac{V_1}{R} = 1 \text{ i } RC_2 = 60$$

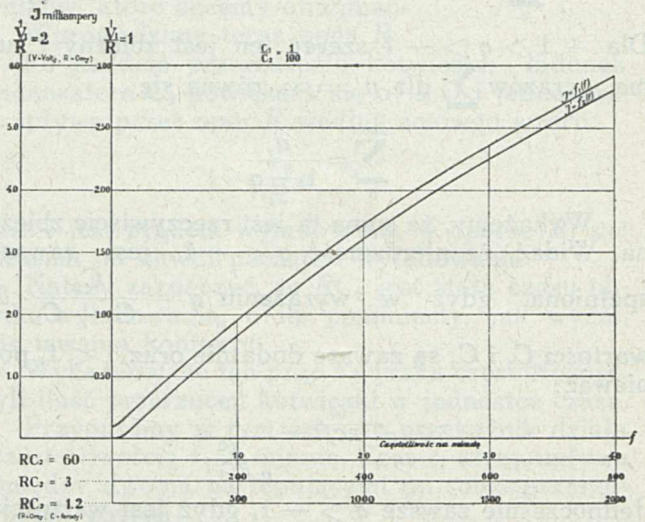
Widzimy na rys. 4, że część krzywej, zawarta pomiędzy odciętymi 0,5 i 40 jest linią o dużym promieniu krzywizny i z pewnym przybliżeniem dla potrzeb technicznych może być uważana za linię prostą. Znaczący to, że częstotściomierz o stałej czasu będzie w tych granicach posiadał skalę prawie równomierną. Znaczący to również, że stosunek obu pojemności został dobrze obrany.

Zobaczymy, jak to wygląda w praktyce. Jeżeli chodzi o zapisywanie częstotliwości mało się zmieniającej np.: prądu zmiennego, ilości obrotów wału, i t. d., widzimy, że przy $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{100}$ obie krzywe I i I' są bardzo do siebie zbliżone. Biorąc pod uwagę bezwładność części ruchomych miliamperomierza, zauważymy, że przy stałej częstotliwości piórko nie zdąży opaść aż do wartości I' i będzie kreśliło linię prostą na wysokości I . Jeżeli grubość kreski samopisu będzie dostateczna, to nawet przy częstotliwości znacznie się zmieniającej, kreska ta pokryje obie wartości I i I' .

Można wyciągnąć stąd ważny wniosek, że aby zaprojektować aparat, wystarczy obliczyć tylko krzywą wyższą przy pomocy wzoru $I = F_1(f)$.

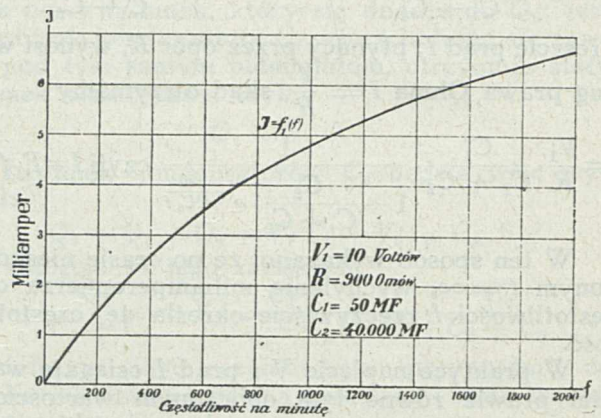
Zastosowanie częstotliwości o stałej czasu do zapisywania trzasków atmosferycznych.

Częstotściomierze o stałej czasu, wynalezione, obliczone i zbudowane w Obserwatorium Aerologicznym P. I. M. w Jabłonie pod Warszawą, były bardzo skrupulatnie badane w latach 1930-1932.



Rys. 4.

Kilka z nich jest obecnie zainstalowanych w Polsce i w Norwegii, na Wyspie Niedźwiedziej w związku z pracami Międzynarodowego Roku Polarne. Musiano dostosować częstotściomierz do bardzo zmiennego charakteru trzasków atmosferycznych, których częstotliwość trudno określić, a to przez bardzo skomplikowany kształt zaburzeń elektromagnetycznych, powodujących powyższe zjawisko. Długi szereg obserwacji przy pomocy oscylografu katodowego równolegle prowadzonych z zapisywaniem trzasków przy pomocy atmoradjo grafu z cinemographem Richard, skłoniły nas do wybrania specjalnego wzmacniacza, który na wyjściu posiada

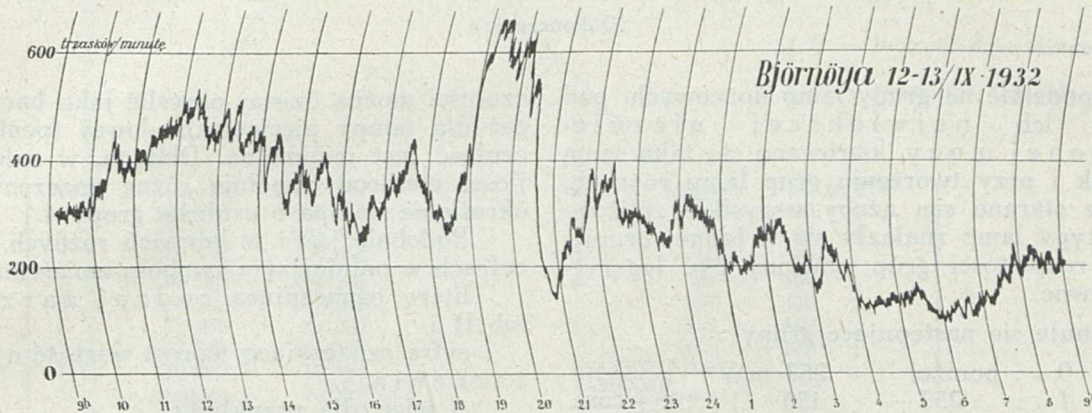


Rys. 6.

coś w rodzaju przekaźnika lampowego z lampą neonową, tak, że otrzymujemy dość znaczny prąd, mogący bezpośrednio uruchamiać przekaźnik telegraficzny częstotściomierza. Aparat zapisuje właściwie średnią wartość ilości szeregów (zmijek) trzasków atmosferycznych na minutę. Aby otrzymać ten skutek, okazało się, że stosunek $\frac{C_1}{C_2}$ musi być bardzo mały, a stała czasu RC_2 bardzo duża.

Doświadczenie skłoniło nas do wybrania następujących części składowych aparatu: przekaźnik telegraficzny Siemens Halske o wielkiej szybkości działania, mogący dać do 150 przerzuceń na sekundę, a którego największa czułość dochodzi do 5 ampero-zwojów. Miliamperomierz, jedynie zdolny

na rys. 5. Należy jednak zaznaczyć, że w wyprowadzonych dla częstotliwościomierza wzorach braliśmy pod uwagę kondensatory idealne o oporności wpływowej nieskończenie wielkiej. Kondensatory elektrolityczne, znajdujące się w sprzedaży, nie są idealnymi kondensatorami i trzeba się zawsze liczyć

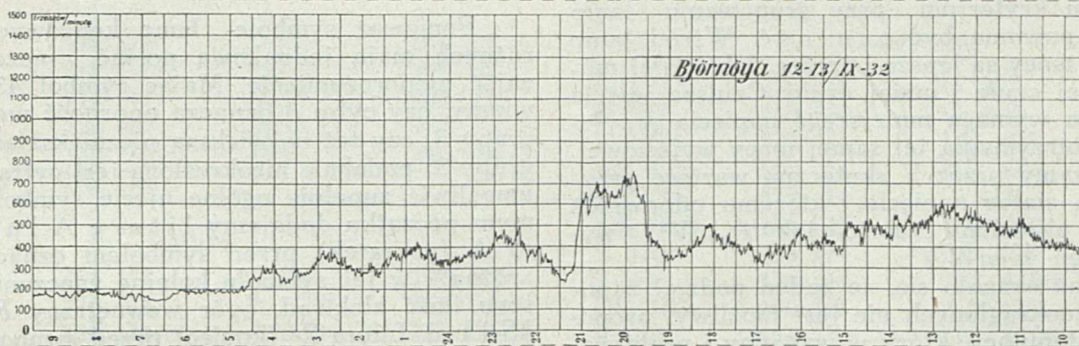


Rys. 6a.

Krzywa trzasków Atmoradjo grafu. Cinemograf Richard.

do użytku z pośród kilku wypróbowanych modeli, jest firmy Trübe Tauber w Zurychu, o skali 0 — 6 mA. i o szybkości rozwijania paska 20 m/m na godzinę. Osie współrzędnych są prostolinijne, zaś użyteczna szerokość papieru wynosi 15 cm. Bateria kondensatorów C_2 jest utworzona z kondensatorów

z pewną opornością wpływową, zależną od przyłożonego napięcia, temperatury, wilgotności i t. p. Wypróbowaliśmy wiele baterij kondensatorów; okazało się że najlepsze posiadają oporność kilkudziesięciu tysięcy omów. Jednakże praktycznie nie wpływa to wcale na działanie aparatu i dokładne



Rys. 6b.

Krzywa trzasków Atmoradjo grafu. Częstościomierz elektryczny.

elektrolitycznych T. C. C. pierwszorzędnej jakości, o pojemności 2 000 μF .

Dane charakterystyczne częstościomierza są następujące:

$$V_1 = 10 \text{ woltów,}$$

$$C_1 = 50 \mu\text{F,}$$

$$C_2 = 4\,000 \mu\text{F,}$$

$$R = 900 \Omega.$$

Wartości te dają nam krzywą skalowania jak

skalowania wykazały, że obliczenia teoretyczne zgadzają się z praktyką.

Specjalne urządzenia mechaniczne i elektryczne zostały dodane do schematu celem uniknięcia klejenia przekaźnika. Rys. 6 pokazuje otrzymane rezultaty przy jednoczesnym zapisywaniu trzasków atmosferycznych „atmoradjo grafem“ z mechanicznym cinemographem Richard'a i „atmoradjo grafem“ z częstościomierzem elektrycznym.

PROJEKT UJEDNOSTAJNIONEJ KLASYFIKACJI ELEKTRONOWYCH LAMP ODBIORCZYCH.

Le projet de classification uniforme des lampes électroniques de réception.

Inż. J. Kahan.

(Dokończenie).

Przy podziale na grupy lamp końcowych, pod względem ich największej niezniekształconej mocy, kierowano się taką samą zasadą, jak i przy tworzeniu grup lamp różnych, mianowicie starano się, ażeby wszystkie zbliżone do siebie typy lamp znalazły się w jednej grupie. Pozatem, rozpiętości grup powinny być logarytmicznie równe.

Proponuje się następujące grupy:

Grupa	Wartość	Opis
0	poniżej 253	mW
1	253 — 450	"
2	450 — 800	"
3	800 — 1 425	"
4	1 425 — 2 530	"
5	2 530 — 4 500	"
6	4 500 — 8 000	"
7	8 000 — 14 250	"
8	14 250 — 25 300	"
9	powyżej 25 300	"

NAJWIEKSZA
NIEZNIE-
KSZTAŁCONA
MOC

Cyfra charakteryzująca grupę, wchodzi w skład symbolu jako pierwsza, określająca własności elektryczne.

Drugim kryterjum przy grupowaniu lamp końcowych powinna być czułość. Wśród lamp jednakowej mocy są lepsze i gorsze, lub ściślej mówiąc bardziej czułe i mniej czułe. Czułsza jest ta lampa, która wymaga mniejszego napięcia przyłożonego dla otrzymania tej samej mocy wyjściowej. Jeśli oznaczymy przez V skuteczną wartość przyłożonego na siatce napięcia, któremu odpowiada moc P_{max} , to określimy czułość σ jako P_{max}/V^2 , σ wyraża się więc w mW/V^2 .

Ponieważ okazało się, że żaden podział zapomocą cyfr zaokrąglonych nie jest możliwy, proponuje się następujący, który w wygodny i praktyczny sposób różniczkuje istniejące lampy.

Grupa	Wartość	Opis
0	poniżej 2.61	mW/V ²
1	2.61 — 3.83	"
2	3.83 — 5.62	"
3	5.62 — 8.25	"
4	8.25 — 12.1	"
5	12.1 — 17.8	"
6	17.8 — 26.1	"
7	26.1 — 38.3	"
8	38.3 — 56.2	"
9	powyżej 56.2	"

CZUŁOŚĆ

Cyfra charakteryzująca grupę pod względem czułości wchodzi w skład symbolu jako druga, określająca własności elektryczne, natychmiast po cyfrze charakteryzującej P_{max} .

Podobnie jak i w lampach różnych przed powyższymi dwiema cyframi będziemy stawiali, w miarę potrzeby, cyfrę wyrażającą ilość elektrod: czułość 10 mW/V^2 jest bardzo duża dla lampy końcowej trójelektrodowej; lampę o takiej

czułości można dzisiaj określić jako bardzo dobrą, zaś dla lampy pięcioelektrodowej (pentody) taka czułość jest minimalna. Dlatego, w zależności od ilości elektrod zupełnie różne znaczenie ma np. określenie: lampa o czułości grupy 4.

Podobnie jak i w lampach różnych, po trzech cyfrach w pełniejszym symbolu umieścimy kolejno: literę oznaczającą rodzaj żarzenia (D lub I) i cyfrę oznaczającą wprost wartość napięcia żarzenia.

A więc, dla przykładu:

1) 343 D4 oznacza: 3 elektrody, największa niezniekształcona moc grupy 4, czułość grupy 3, żarzenie bezpośrednie, napięcie żarzenia 4 V.

2) 534 I20 oznacza: 5 elektrod, największa niezniekształcona moc grupy 3, czułość grupy 4, żarzenie pośrednie, napięcie żarzenia 20 V.

Symbol może być dowolnie i jednoznacznie skracany; najkrótszy zawierałby dwie cyfry, charakteryzujące własności elektryczne, a więc:

- 1) 43
- 2) 34

Ponieważ symbole lamp końcowych i lamp różnych mają jednakową postać, może czasami zająć nieporozumienie. Mając symbol 435 D4 nie wiemy, czy cyfra 3 oznacza oporność wewnętrzną grupy 3, czy też największą niezniekształconą moc grupy 3; podobnie nieokreślona jest cyfra 5. Ażeby umożliwić zupełnie ogólne ujęcie symbolu, na samym początku dodajemy literę A lub Z. Litera A (początek) przed symbolem oznacza lampę „różną”; w jej symbolu kolejne znaczenie znaków jest: ilość elektrod, opór wewnętrzny R_i , dobrot kS i t. d. Litera Z (koniec) przed symbolem oznacza lampę końcową, w którym kolejne znaczenie znaków jest: ilość elektrod, największa niezniekształcona moc P_{max} , czułość σ i t. d.

W tym wypadku, gdy możliwość nieporozumienia jest wykluczona, oraz gdy zgóry wiadomo, o jakiej klasie lamp jest mowa (a takie właśnie wypadki zwykle mają miejsce) litera A względnie Z może być pominięta.

Przykłady.

Lampy różne.

A.

Marconi

S 215	434 D2	DS	426 I16
S 21	435 D2	DSB	429 I16
S 22	436 D2	H2	362 D2
S 410	435 D4	H 210	362 D2
S 610	435 D6	HL 210	371 D2
MS 4	426 I4	HL 2	383 D2
MS 4B	429 I4	L 210	381 D2

Resumé klasyfikacji.

Litera A Litera Z	Liczba elektrod	Cyfra R_i Cyfra P_{max}	Cyfra kS Cyfra σ	Litera — rodzaj zarzenia	Liczba woltów zarzenia
					{ D — bezpośrednie żarzenie { I — pośrednie żarzenie
		R_i	kS		
A		0 . . . powyżej 1 005 500 Ω 1 . . . 593 000 — 1 005 500 " 2 . . . 333 000 — 593 000 " 3 . . . 187 500 — 333 000 " 4 . . . 100 550 — 187 500 " 5 . . . 59 300 — 100 550 " 6 . . . 33 300 — 59 300 " 7 . . . 18 750 — 33 300 " 8 . . . 10 055 — 18 750 " 9 . . . poniżej 10 055 "	0 . . . poniżej 10 mW/V^2 1 . . . 10 — 20 " 2 . . . 20 — 40 " 3 . . . 40 — 80 " 4 . . . 80 — 160 " 5 . . . 160 — 320 " 6 . . . 320 — 640 " 7 . . . 640 — 1 280 " 8 . . . 1 280 — 2 560 " 9 . . . powyżej 2 560 "		A
Z		P_{max}	σ		
		0 . . . poniżej 253 mW 1 . . . 253 — 450 " 2 . . . 450 — 800 " 3 . . . 800 — 1 425 " 4 . . . 1 425 — 2 530 " 5 . . . 2 530 — 4 500 " 6 . . . 4 500 — 8 000 " 7 . . . 8 000 — 14 250 " 8 . . . 14 250 — 25 300 " 9 . . . powyżej 25 300 "	0 . . . poniżej 2,61 mW/V^2 1 . . . 2,61 — 3,83 " 2 . . . 3,83 — 5,62 " 3 . . . 5,62 — 8,25 " 4 . . . 8,25 — 12,1 " 5 . . . 12,1 — 17,8 " 6 . . . 17,8 — 26,1 " 7 . . . 26,1 — 38,3 " 8 . . . 38,3 — 56,2 " 9 . . . powyżej 56,2 "		Z

H 410	352 D4	L2/B	392 D2
HL 410	372 D4	DG 2	490 D2
L 410	392 D4	MH4	384 I4
H 610	352 D6	MHL4	393 I4
HL 610	372 D6	DH	384 I16
L 610	392 D6		

Philips

A 435	351 D4	A 241	490 D2
A 410	370 D4	A 635	351 D6
A 415	392 D4	A 630	373 D6
A 414K	392 D4	A 615	392 D6
A 409	391 D4	A 609	390 D6
A 425	372 D4	E 435	362 I4
B 424	393 D4	E 415	392 I4
B 438	373 D4	E 424	394 I4
A 135	341 D1	E 438	373 I4
A 109	380 D1	F 215	392 I2.5
A 125	361 D1	B 2024	393 I20
A 141N	490 D1	B 415	392 D4
A 341	490 D3	B 425	372 D4
A 209	390 D2	F 460	396 I4
A 225	361 D2		

Telefunken.

RE 034	371 D4	REN 1004	373 I4
RES 044	416 D4	REN 1104	391 I4
RE 074	391 D4	RENS 1204	425 I4
RE 084	392 D4	RENS 1264	419 I4
RES 094	425 D4	RENS 1820	436 I20
REN 904	394 I4	REN 1321	393 I20
REN 804	392 I4		

Tungsrām.

S 210	436 D2	G 407	391 D4
S 407	436 D4	G 405	370 D4
S 2018	436 I4	DG 407	490 D4
AS 494	418 I4	HR 607	383 D6
AS 495	429 I4	G 615	393 D6
AS 4100	446 I20	HR 410	392 D4
S 410	436 D4	LD 408	392 D4
S 406	436 D4	AR 4100	383 I4
DG 107	490 D1	AR 495	386 I4
R 208	362 D2	DG 4100	490 I4
H 210	372 D2	AG 495	394 I4
L 210	381 D2	AG 4100	392 I4
LG 210	391 D2	R 150	382 D1
PD 220	392 D2	G 115	370 D1
DG 210	490 D2	L 190	392 D1
R 406	372 D4	R 2018	384 I20
HR 406	382 D4	G 2018	394 I20
LD 410	392 H4	AR 4101	384 I4

Lampy końcowe.

A.

Marconi

P 215	300 D2	ML 4	325 I4
LP 2	304 D2	DL	326 I16
P 2	313 D2	PT 2	528 D2
PX 4	342 D4	PT 4	544 D4
PX 25	364 D4	NPT 4	547 I4
P 625	331 D6	PT 625	545 D6
LS 6A	360 D6	DPT	548 I16
DA 60	370 D6		

Philips.				P 615		312 D6		PP 416		524 D4	
B 405	310 D4	E 409	303 I4	SP 614	321 D6	PP 430	543 D4	PP 4100	552 D4	PP 610	522 D6
C 405	320 D4	B 443	524 D4	AL 495	332 I4	P 2018	332 I20	PP 2018	532 I20	APP 4100	550 I4
D 404	330 D4	C 443	545 D4	P 430	320 D4	P 4100	353 D4	PP 230	521 D2	PP 415	522 D4
E 406	343 D4	E 443N	555 D4	P 460	330 D4						
E 408N	352 D4	F 443	577 D4								
F 410	364 D4	E 453	545 I4								
F 704	360 D7.5	B 543	445 D5								
Tungsram.				Instytut Radjotechniczny		w Warszawie.					
P 215	310 D2	SP 230	320 D2	Wrzesień 1932.							
P 220	311 D2	P 415	314 D4								

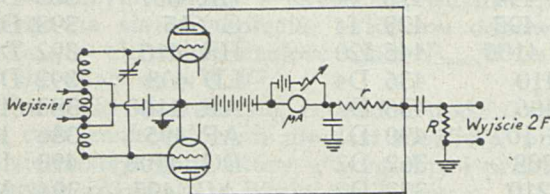
WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Generator wzorcowy małych napięć.

(A Standard Microvolter). W. F. Diehl. Electronics, lipiec 1932 r.

Oscylator o zmiennej częstotliwości i regulowanym, choć bliżej nieznanym, napięciu wyjściowym jest bardzo użytecznym narzędziem w laboratorium radjotechnicznym. Jeżeli oscylator taki posiada źródło modulujące o znanej głębokości modulacji, jeśli można zmierzyć napięcie wyjściowe wielkiej częstotliwości i jeżeli jeszcze modulacja częstotliwości jest minimalna — staje się on generatorem wzorcowym, pozwalającym na otrzymanie zasadniczych charakterystyk odbiorników.

Najczęściej spotykanym typem generatora wzorcowego jest układ, gdzie napięcie wyjściowe oblicza się z pomiaru prądu wielkiej częstotliwości przy pomocy miliamperomierza cieplnego oraz ze znanej wartości oporu. Redukcja napięcia przy pomocy attenuatora w znanym zgóry stopniu pozwala określić rzeczywiste napięcie wyjściowe. Pomiar taki ani obliczenie nie są jednakże wolne od poważnych



Rys. 1.

błędów przy większych częstotliwościach, rzędu już 5 megacykli. Nieuniknione pojemności na zaciskach miliamperomierza cieplnego oraz w opornościach attenuatora są ich przyczyną. Konieczny jest więc układ wolny od tych błędów i tem samym pozwalający na zbadanie dokładności generatora wzorcowego przy wyższych częstotliwościach radjowych.

Celem opisanego niżej „microvoltera” jest właśnie umożliwienie takiego sprawdzenia. Pozatem układ jako taki może służyć bezpośrednio dla otrzymywania charakterystyk odbiorników.

Zasada działania. Jeśli początkowy punkt pracy lampy jest tak wybrany, że zależność między prądem anodowym a napięciem siatkowym jest ściśle kwadratowa to, przykładając na siatkę napięcie wielkiej częstotliwości kształtu

$A \sin 2\pi \cdot Ft$, otrzymamy w obwodzie anodowym dwie składowe prądu

$$KA^2 \sin^2 2\pi \cdot Ft = \frac{1}{2} KA^2 - \frac{1}{2} KA^2 \cos 2\pi \cdot 2Ft$$

wyraz pierwszy stanowi przyrost prądu anodowego zanotowany przez przyrząd prądu stałego w obwodzie zasilającym anodę lampy. Wyraz drugi daje prąd zmienny w opozycji $R \ll r$ o częstotliwości podwójnej.

Z powyższego wyrażenia widać, że amplituda napięcia zmiennego jest ściśle równa wartości przyrostu składowej stałej prądu anodowego. Przyrost ten łatwo zmierzyć po wybalansowaniu początkowego prądu anodowego przy pomocy baterji i opornika. Jeżeli teraz wartość oporu R będzie znana, to napięcie wyjściowe zmienne RI będzie tem samym znane. W praktyce R przybiera dwie wartości, wielokrotne $\sqrt{2}$, 1,414 i 14,141 oma. odczyt więc mikroamperomierza daje wprost napięcie wyjściowe w woltach skutecznych.

Przez użycie układu przeciwsobnego eliminuje się ewentualne resztki częstotliwości podstawowej, jaka mogłaby się przedostać na opornik R .

Dokładność układu zależy w dużej mierze od wartości oporu bocznikującego przyrząd prądu stałego: opór ten musi być conajmniej 100 razy większy od oporności wewnętrznej przyrządu, jeżeli błąd ma nie przekraczać 1%. Ważnym czynnikiem jest również opór R : powinien on być nawinięty bardzo cienkim drutem dla zredukowania wpływu naskórkowości, w sposób bezindukcyjny, wreszcie pojemność rozłożona musi być minimalna. Przy zachowaniu wszelkich środków ostrożności błąd ogólny przy tak wielkiej częstotliwości jak 30 megacykli ($\lambda = 10$ m) może być nie większy niż 2%.

Jeśli napięcie przyłożone na wejściu układu jest modulowane, napięcie wyjściowe częstotliwości podwójnej jest również modulowane, lecz równość: przyrost prądu stałego = amplituda fali nośnej (częstotliwości $2F$) jest w dalszym ciągu zachowana. Zwiększa się tylko głębokość modulacji o mniejwięcej 85% oraz powstaje ton modulujący o podwójnej częstotliwości akustycznej. Ostatnie zjawisko stanowi niewątpliwie dużą wadę układu w odniesieniu do badania charakterystyk odbiorników. Zastosowanie jednak „microvoltera” dla celów sprawdzania generatorów wzorcowych może się obejść bez użycia modulacji i zarzut ten odpada.

K. Lewiński.