

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok X.

1 Września 1932 r.

Zeszyt 17—18

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

S O M M A I R E.

L'efficacité de détection par lampe par G. Kahan Ing. E. S. E. et S. Dierewianko I. E. L'efficacité de détection peut être calculée d'après les données des circuits et les „constantes pour détection” ou „caractéristiques pour détection” des lampes détectrices. Ces caractéristiques pour détection sont analogues à celles des lampes amplificatrices, mais leurs paramètres sont: le courant d'anode, la tension d'anode et la tension alternative à l'entrée. Grâce aux „caractéristiques pour détection” on peut calculer la distortion causée par détection, ainsi que déterminer les conditions de travail optima.

Revue documentaire;

SKUTECZNOŚĆ DETEKCJI LAMPOWEJ *).

Inż. Jerzy Kahan i inż. Stefan Dierewianko.

1. Przy projektowaniu radjoodbiornika obliczenie jego wzmocnienia jest rzeczą pierwszorzędnej wagi. Obliczenie to ma na celu ustalenie najmniejszej wartości napięcia przyłożonego na wejściu radjoodbiornika, która na wyjściu daje największą niezniekształconą moc: innymi słowami, pozwala określić czułość radjoodbiornika. Określenie czułości polega na obliczeniu wzmocnienia poszczególnych jego członów ze stałych lamp (w ich rzeczywistych warunkach pracy) lub z ich charakterystyk i z danych odpowiednich obwodów. Takie obliczenie będzie oczywiście mało dokładne, a to ze względu na obecność wielu nieuchwytnych czynników (szkodliwe pojemności, szkodliwe sprzężenia i t. d.), powiększających lub zmniejszających wzmocnienie. Temniemniej jednak, w pierwszym przybliżeniu jest ono aż nadto wystarczające. Z obliczonego w ten sposób wzmocnienia poszczególnych członów z łatwością określamy całkowite wzmocnienie pomiędzy wejściem radjoodbiornika a wejściem na detektor, jak również pomiędzy wyjściem z detektora a głośnikiem.

Celem obliczenia wzmocnienia na podstawie stałych lampy, korzystamy z ogólnie znanych wzorów, zaś znając jej charakterystyki — z konstrukcji graficznych.

Tak np., dla układu podanego na rys. 1, wzmocnienie wynosi

$$\frac{K}{1 + \frac{\rho}{R_a}} \dots \dots \dots (1)$$

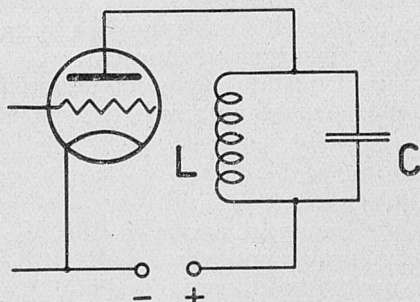
gdzie K — współczynnik amplifikacji lampy,

ρ — opór wewnętrzny lampy,

R_a — oporność dynamiczna obwodu.

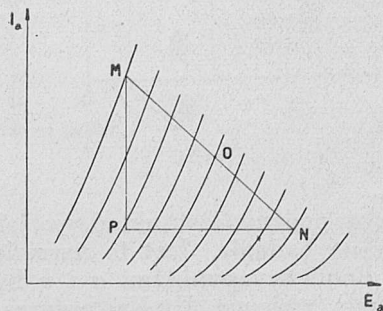
Przykład rozwiązania graficznego podany jest na rys. 2. Odnosi się on do lampy końcowej

w układzie podanym na rys. 3. Punkt 0 jest początkowym punktem pracy. Nachylenie prostej MN jest odwrotnością oporności obciążenia (równoważnej oporności głośnika) R_a . Moc akustyczna, wydzielona w głośniku, równa się $\frac{1}{4}$ powierzchni trójkąta MNP .



Rys. 1.

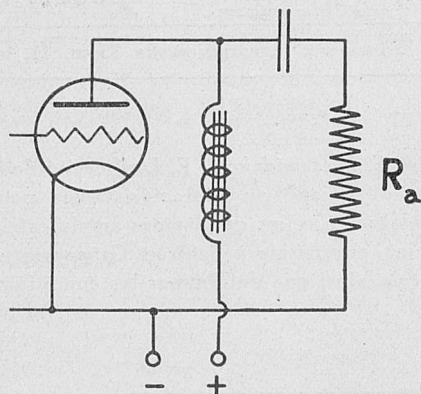
Tak więc, wychodząc zarówno ze wzorów jak i z charakterystyk, możemy z łatwością, znając napięcie na wejściu radjoodbiornika, określić wartość napięcia szybkozmennego przyłożonego na detektor. Również, znając wartość napięcia akustycznego na wyjściu z detektora, bez trudu określamy akustyczną moc wyjściową radjoodbiornika.



Rys. 2.

*) Praca referowana na zebraniu Sekcji Radjotechnicznej SEP dn. 10 lutego 1932 r.

Jednak obliczenie całkowitego wzmocnienia radjoodbiornika jest w ten sposób niemożliwe; ani ze stałych lampy detektorowej, ani z jej normalnie podawanych charakterystyk statycznych nie możemy określić wartości napięcia akustycz-



Rys. 3.

nego na wyjściu z detektora w funkcji napięcia szybkozmiennego, przyłożonego na jego wejście.

Inaczej mówiąc, obliczenie skuteczności detekcji ze stałych lampy lub z jej charakterystyk statycznych nie jest możliwe.

2. Wychodząc jednak z założenia, że wyżej przytoczone sposoby obliczeń ze wzorów lub z charakterystyk, chociaż niezbyt dokładne, są bardzo wygodne dla celów praktycznych, pragnęliśmy wyznaczyć dla lampy detektorowej takie stałe, względnie takie charakterystyki, ażeby obliczenie skuteczności detekcji z analogicznych wzorów lub za pomocą analogicznych konstrukcji graficznych nie przedstawiało większych trudności.

W tym celu została wybrana lampa (pośrednio ogrzewana) o następujących danych katalogowych:

Napięcie żarzenia 4 V

Prąd żarzenia 0,9 A

Najwyższe napięcie anodowe 150 V

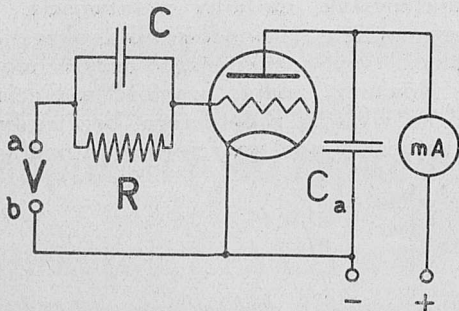
Normalny prąd anodowy 3 mA

Spółczynnik amplifikacji 24

Opór wewnętrzny 8 000 Ω

Nachylenie 3 mA/V.

Lampy tego typu miały ostatnio szerokie zastosowanie w zasilanych z sieci odbiornikach.



Rys. 4.

Na rys. 4 podany jest układ, w jakim było przeprowadzone badanie. Jest to normalny układ detekcyjny. Pomiedzy punktami a i b było przyłożone napięcie zmienne V. Na przyrządzie mA były odczytywane zmiany średniej wartości prądu

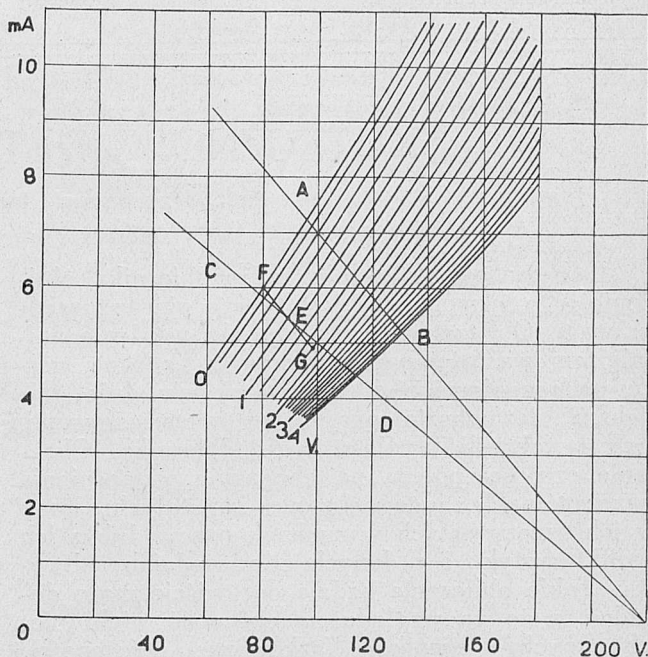
anodowego dla różnych wartości napięcia anodowego.

Na rys. 5 podane są krzywe, przedstawiające średnią wartość prądu anodowego w funkcji napięcia anodowego dla różnych wartości (skutecznych) napięcia zmiennego V, przyłożonego na detektor. Są to charakterystyki analogiczne do znanych charakterystyk prądu anodowego w funkcji napięcia anodowego dla różnych wartości ujemnego potencjału siatki. Tak jak z tych ostatnich, dla różnych punktów pracy, możemy określić wartość K, ρ i S, podobnie i tutaj z podanej na rys. 5 charakterystyki detekcji możemy określić analogiczne stałe lampy dla detekcji:

spółczynnik amplifikacji dla detekcji K_d

oporność wewnętrzna dla detekcji ρ_d

nachylenie charakterystyki dla detekcji S_d



Rys. 5.

Matematycznie można „stałe lampy dla detekcji” wyrazić w sposób następujący:

$$K_d = \left(\frac{\partial E_a}{\partial V} \right) I_a = \text{Const}$$

$$\rho_d = \left(\frac{\partial E_a}{\partial I_a} \right) V = \text{Const} \quad \dots \quad (2)$$

$$S_d = \left(\frac{\partial I_a}{\partial V} \right) E_a = \text{Const}$$

3. Jeśli przez R_a oznaczmy obciążenie lampy, to ze stałych lampy dla detekcji i z danych obwodu anodowego możemy określić wzmocnienie lampy jako detektora, czyli skuteczność detekcji, zupełnie podobnie jak dla amplifikatora.

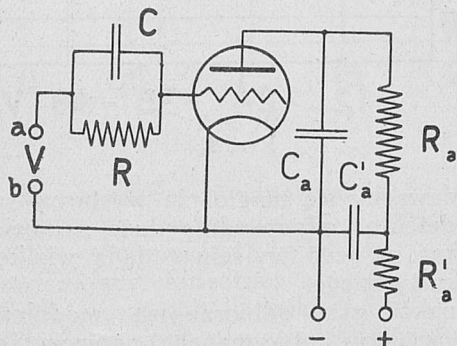
Jeżeli określimy skuteczność detekcji A_d jako stosunek zmiany napięcia anodowego do skutecznej wartości napięcia zmiennego przyłożonego na detektor, otrzymamy

$$A_d = \frac{K_d}{1 + \frac{\rho_d}{R_a}} \quad \dots \quad (3)$$

Podobnie jak dla lamp amplifikacyjnych, tak i tutaj możemy wyznaczyć wzmocnienie również drogą graficzną z charakterystyk dla detekcji. Założmy, że lampa detektorowa jest oporowo sprzężona z następną, napięcie baterji anodowej wynosi 220 V, opór anodowy lampy detektorowej $R_a = 15\,000\ \Omega$. Rysujemy prostą obciążenia AB (analogicznie jak to się robi dla amplifikatora): przez 220 V na osi napięcie anodowych przeciągamy prostą o nachyleniu równym $1/R_a$. Punkty w których każda poszczególna krzywa przecina prostą AB pokazują składową stałą prądu anodowego i średnie napięcie anodowe lampy dla każdej wartości zmiennego napięcia przyłożonego na detektor. Z różnicy pomiędzy daną wartością napięcia a wartością napięcia dla punktu przecięcia prostej obciążenia z krzywą dla $V = 0$ określamy skuteczność detekcji.

Jeśli przyłożone na detektor napięcie zmiennne jest modulowane, czyli jego wartość skuteczna zmienia się z częstotliwością modulacji (zwykle — akustyczną), wynikająca zmiana napięcia wzdłuż prostej AB daje amplitudę napięcia akustycznego na wyjściu. Dla przykładu założmy, że napięcie przyłożone wynosi 0,8 V, zaś głębokość modulacji 50%. Napięcie na anodzie lampy detektorowej, które w braku sygnału wynosi 95,5 V wzrasta do 105 V, gdy napięcie zostaje przyłożone. Przy modulacji 50% napięcie przyłożone zmienia się z częstotliwością akustyczną od 0,4 do 1,2 V, zaś średnia wartość napięcia na anodzie od 104,5 do 110 V w jedną stronę i do 99 V w drugą; różnica pomiędzy temi dwiema końcowymi wartościami (11 V) jest w tym wypadku podwójną amplitudą składowej częstotliwości akustycznej na oporze obciążenia $R_a = 15\,000\ \Omega$.

Częstokroć zdarza się jednak, że oporność obwodu dla prądu stałego i częstotliwości słyszalnej nie jest jednakowa. Tak np. w układzie podanym na rys. 6 R_a jest oporem sprzęgającym, zaś



Rys. 6.

R'_a — oporem odsprzęgającym. Oporność obwodu anodowego dla prądu stałego wynosi $R_a + R'_a$. Dla częstotliwości akustycznych R'_a jest zwarte przez kondensator odsprzęgający C'_a i oporność obwodu anodowego wynosi praktycznie R_a , jeśli się pominie obciążenie, jakie wnoszą siatka następnej lampy.

Również w układach transformatorowych inna jest wartość oporności dla prądu stałego (kilkaset omów), a inna — dla częstotliwości akustycznych (kilkadziesiąt tysięcy omów do paruset tysięcy omów).

Powróćmy do układu podanego na rys. 6: założmy, że R_a wynosi jak i w poprzednim przypadku $15\,000\ \Omega$, zaś $R'_a = 5\,000\ \Omega$. Przez 220 V na osi napięcie anodowych przeprowadzamy prostą obciążenia (CD) o nachyleniu odpowiadającym $R_a + R'_a = 20\,000\ \Omega$. Punkt przecięcia CD z krzywą odpowiadającą $V = 0$ określa napięcie anodowe oraz prąd anodowy podczas nieobecności napięcia przyłożonego na detektor; odpowiednie wartości wynoszą 78,5 V i 5,9 mA. W obecności sygnału prąd anodowy spada, zaś napięcie anodowe wzrasta wzdłuż prostej CD aż do przecięcia się tej prostej z odpowiednią do wartości sygnału krzywą: dla $V = 0,8\text{ V}$ punktem tym będzie punkt E : napięcie na anodzie wyniesie 89 V. Jeśli napięcie przyłożone jest modulowane częstotliwością akustyczną, to zmiany napięcia na anodzie nie będą odbywały się wzdłuż prostej CD w obie strony od punktu E , lecz wzdłuż prostej FG o nachyleniu odpowiadającym oporowi R_a , ponieważ taka jest oporność obwodu anodowego dla częstotliwości akustycznych. Przy modulacji 50% średnia wartość napięcia anodowego zmienia się od 89 do 94 V w jedną stronę i do 84 V w drugą stronę. Podwójna amplituda napięcia akustycznego jest 10 V, t. j. mniej niż w poprzednim wypadku. Widzimy więc, że skuteczność detekcji maleje, a to ze względu na inny początkowy punkt pracy: w pierwszym wypadku początkowe napięcie anodowe wynosiło 95,5 V, w drugim 78,5 V. Lecz skuteczność detekcji zależy nie tylko od początkowego napięcia anodowego, ale również i od wielkości przyłożonego na detektor zmiennego napięcia, ponieważ w różnych miejscach charakterystyki stałe lampy dla detekcji mają różne wartości.

W celu umożliwienia opracowania wyników pomiarów należało bliżej zdefiniować pojęcie skuteczności detekcji.

Dla sygnałów niemodulowanych określamy ją jako stosunek zmiany napięcia anodowego do skutecznej wartości napięcia zmiennego przyłożonego na detektor. Analogicznie określamy skuteczność detekcji A_{dm} dla sygnałów modulowanych jako stosunek skutecznej wartości napięcia akustycznego (lub ogólnie — napięcia o częstotliwości modulacji) do skutecznej wartości napięcia zmiennego przyłożonego na detektor przy głębokości modulacji $m = 100\%$

$$A_{dm} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{K_d}{1 + \frac{\rho_d}{R_a}} \quad (4)$$

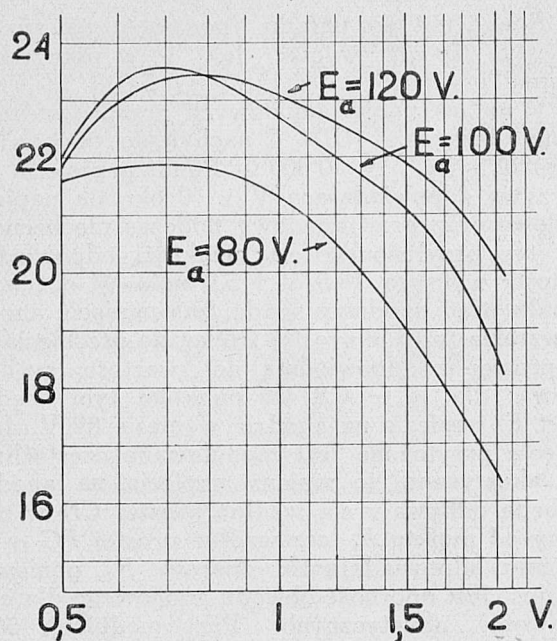
gdzie R_a — oporność obwodu anodowego dla częstotliwości modulacji.

Znając skuteczność detekcji A_{dm} , wartość napięcia przyłożonego V i głębokość modulacji m , możemy obliczyć napięcie akustyczne v na wyjściu detektora:

$$v = m \cdot A_{dm} \cdot V = \frac{1}{\sqrt{2}} m \frac{K_d}{1 + \frac{\rho_d}{R_a}} \cdot V \quad (5)$$

Skuteczność detekcji jest największą, gdy $R_a = \infty$; w tym wypadku

$$A_{dm \max} = \frac{K_d}{\sqrt{2}} \quad (6)$$



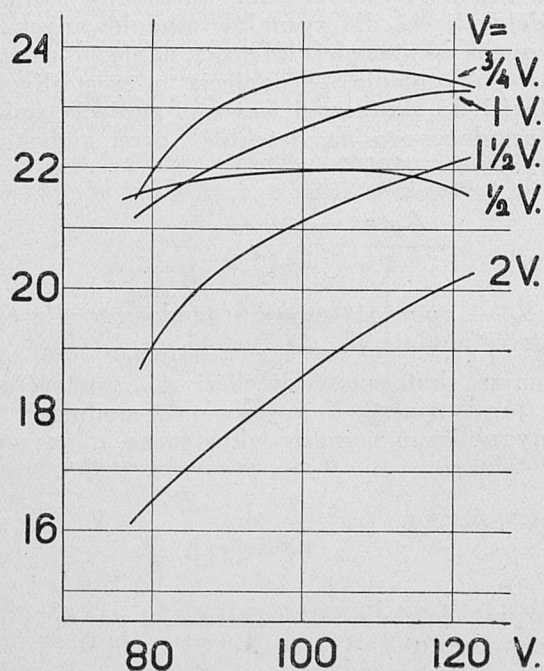
Rys. 7.

Na rys. 7 podane są krzywe przedstawiające K_d w funkcji przyłożonego na detektor napięcia zmiennego dla różnych początkowych napięć anodowych, zaś na rys. 8 — te same krzywe w funkcji różnych początkowych napięć anodowych dla różnych wartości przyłożonego na detektor napięcia zmiennego.

Krzywe te są otrzymane z charakterystyki rys. 5, zakładając, że oporność dla prądu stałego jest 0, zaś dla prądu o częstotliwości akustycznej jest nieskończenie wielka.

Z krzywych tych można wysnuć następujące wnioski:

1) Dla każdej wartości napięcia anodowego współczynnik K_d posiada maximum, które występuje przy $V = 0,65$ do $0,75$ V.



Rys. 8.

2) Im większa jest wartość napięcia anodowego, tem przy większej wartości V zachodzi maximum dla K_d .

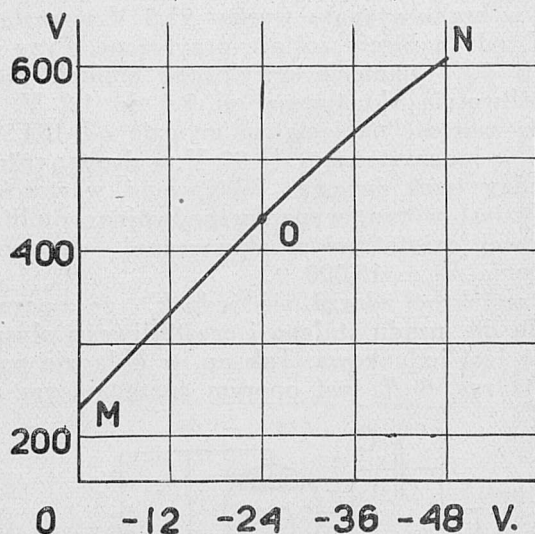
3) W celu uzyskania największego K_d należy dobierać początkowe napięcie anodowe w zależności od V . Tak np. dla V zawartych $1/2$ do $3/4$ V największą wartość K_d otrzymujemy przy $E_a = 100$ V; dla V mniejszych od $1/2$ V, E_a powinno być tem mniejsze, im mniejsze jest V i odwrotnie, dla V większych od $3/4$ V.

4) Największą z możliwych wartości K_d otrzymujemy dla V rzędu $3/4$ V i E_a rzędu 100 do 110 V. Wartość ta wynosi 23,8. Odpowiednie ρ_d wynosi ok. 15 000 Ω .

4. Z krzywych podanych na rys. 7 widać, że po przekroczeniu przez V najkorzystniejszych wartości współczynnik K_d maleje. Temniemniej jednak napięcie akustyczne v na wyjściu wzrasta wraz z V .

Tak na przykład dla $E_a = 100$ V, oporu $R = \infty$ i przy $m = 100\%$ mamy

dla $V = 0,5$ V	$v = 7,75$ V
0,7	11,75
1,0	16,05
1,5	22,4
2,0	26,2



Rys. 9.

Wydawaćby się mogło, że wystarczy przyłożyć na detektor odpowiednio duże napięcie, ażeby uzyskać na jego wyjściu żadaną wielkość napięcia akustycznego.

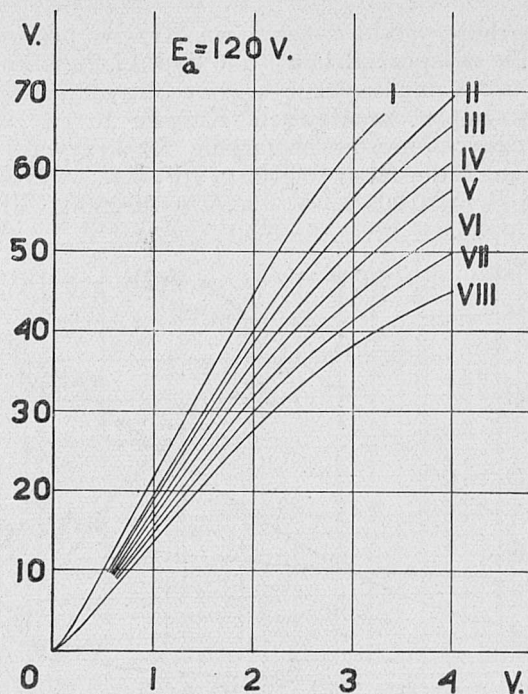
Jednakże przy odbiorze fal modulowanych nie tylko wielkość otrzymanego napięcia jest dla nas ważna: o jakości odbioru decyduje powstałe w odbiorniku zniekształcenie. Ze względu na zniekształcenie amplitud jesteśmy właśnie ograniczeni w wielkości przyłożonego na detektor napięcia, a tem samem i w wielkości uzyskanego na wyjściu z detektora napięcia akustycznego.

Zniekształcenia amplitud powstają, jak wiadomo, wtedy, gdy pomiędzy napięciem na wyjściu z układu a napięciem przyłożonym na jego wejście istnieje zależność nie linijowa.

Powróćmy do charakterystyki statycznej, podanej na rys. 2 i przekształćmy ją na dynamiczną dla oporności obciążenia równej odwrotności nachylenia prostej MN. Taka charakterystyka dyna-

miczna podana jest na rys. 9 Punkt O jest początkowym punktem pracy. Widzimy z charakterystyki, że dopóki amplitudy przyłożone na siatkę są małe, praca odbywa się na prostoliniowej części charakterystyki i zniekształcenia amplitudy nie występują. Im jednak większe są amplitudy, tym większy jest zakres pracy na zakrzywieniach i tym większe powstają zniekształcenia. Zniekształcenia są nieuniknione, gdy praca wkracza na krzywoliniową część charakterystyki. Pomimo to, w układach amplifikacyjnych można kosztem częściowego niewyzyskania lampy, zmniejszyć zawartość harmonicznych do tego stopnia, że praktycznie wzmacniacz nie będzie zniekształcał.

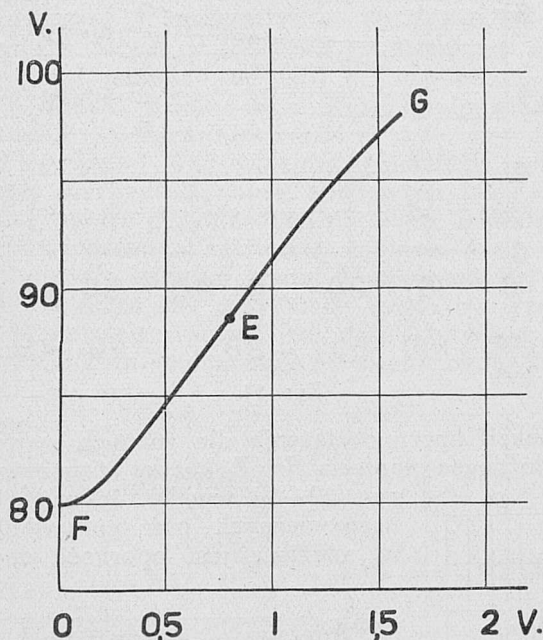
Nieco inaczej przedstawia się sprawa zniekształceń w układach detektorowych. Weźmy dla przykładu charakterystykę detekcji podaną na rys. 5 i przekształćmy ją na dynamiczną dla obciążenia $15\ 000\ \Omega$ (prosta GF). Taka charakterystyka dynamiczna podana jest na rys. 10. Na osi odciętych odłożone są napięcia przychodzące na de-



Rys. 11.

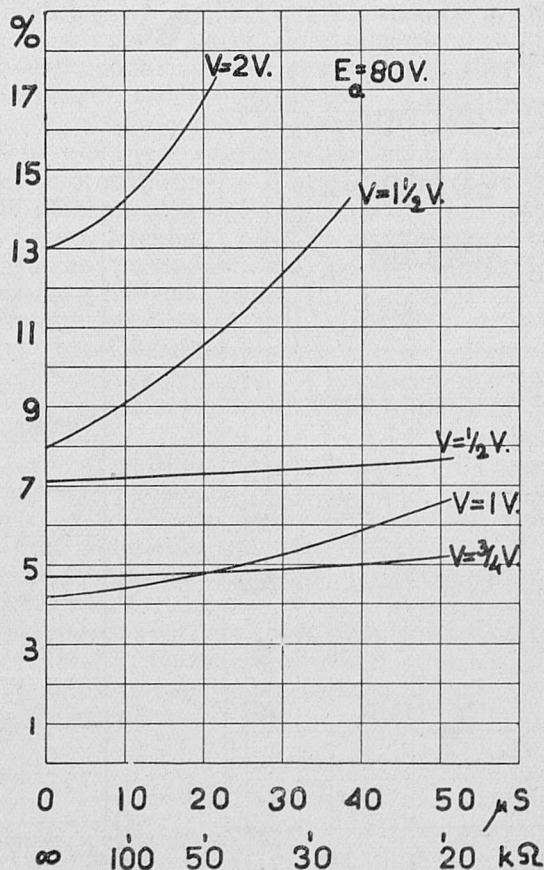
a przeto i zniekształcenia przy modulacji 100% niema możliwości: jednak przez odpowiedni dobór warunków pracy można wpływać na kształt charakterystyki tak, ażeby powstałe zniekształcenie było jaknajmniejsze.

Aby określić te warunki przekształcamy statyczną charakterystykę detekcji, podaną na rys. 5



Rys. 10.

tektor. Na osi rzędnych odpowiednie średnie wartości napięcia na anodzie detektora. Analogicznym do początkowego punktu O, będzie na rys. 10 punkt E, odpowiadający skutecznej wartości przyłożonego na detektor napięcia. Dopóki głębokość modulacji jest mała, zmiany napięcia anodowego wzdłuż krzywej w obie strony od E odbywają się na jej części prostej i zniekształcenia nie występują. Jednakże, w miarę jak wzrasta głębokość modulacji, wzrasta również wpływ zakrzywień, a tem samem zniekształcenia. Ponieważ przy głębokości modulacji 100% nie można uniknąć dolnego zakrzywienia charakterystyki, dlatego też — w wypadku detekcji — nie możemy powiedzieć, że kosztem częściowego niewyzyskania lampy jest możliwe sprowadzenie zniekształceń do minimum, jak to często robimy w amplifikatorach. Zniekształcenie występujące przy detekcji jest tem większe, im głębokość modulacji bardziej zbliża się do 100%. Uniknąć dolnego zakrzywienia charakterystyki,



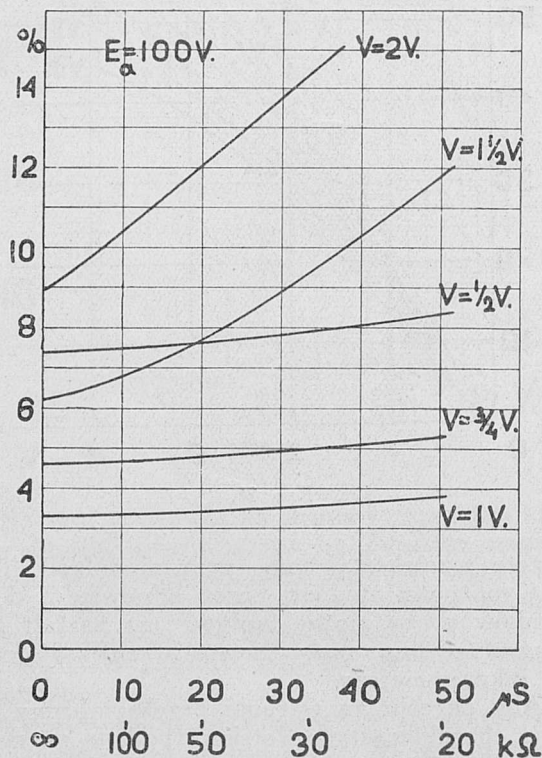
Rys. 12.

na charakterystyki dynamiczne. Krzywe podane na rys. 11 są sporządzone dla napięcia anodowego $E_a = 120$ V, analogiczne krzywe otrzymuje się dla innych napięć anodowych. Krzywe te są zdjęte dla różnych oporów obciążenia R_a : krzywa I dla $R_a = \infty$, II dla $R_a = 160\,000\ \Omega$, III dla $R_a = 75\,000\ \Omega$, IV dla $R_a = 50\,000\ \Omega$, V dla $R_a = 40\,000\ \Omega$, VI dla

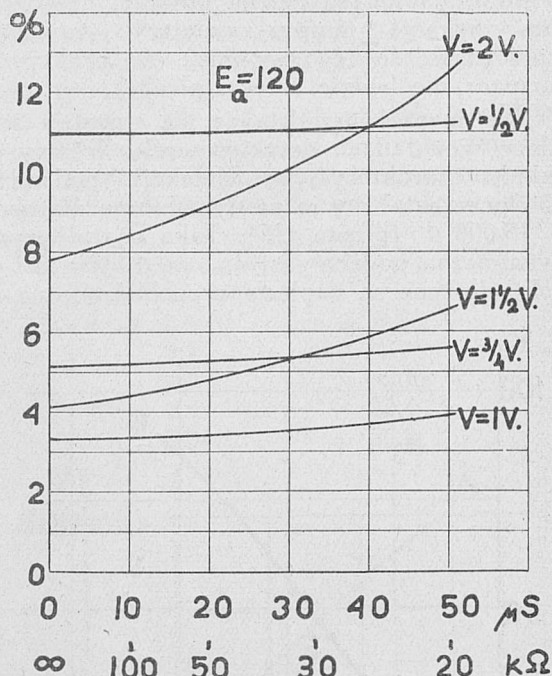
$R_a = 30\,000\ \Omega$, VII dla $R_a = 25\,000\ \Omega$, VIII dla $R_a = 20\,000\ \Omega$.

Dla różnych wartości przyłożonego napięcia V , oporu obciążenia R_a i początkowego napięcia anodowego E_a , zostały obliczone zniekształcenia amplitud, przedstawione w formie zawartości harmonicznych. Wyniki tych obliczeń zostały podane na rys. 12—17.

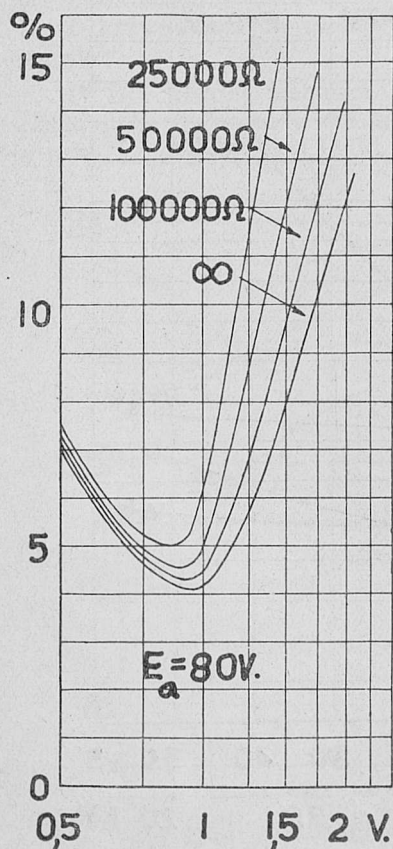
Na rys. 12—14 przedstawiona jest zawartość harmonicznych (przy głębokości modulacji 100%)



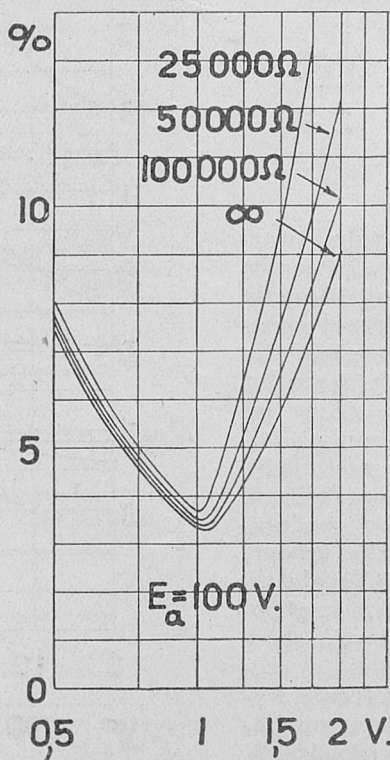
Rys. 13.



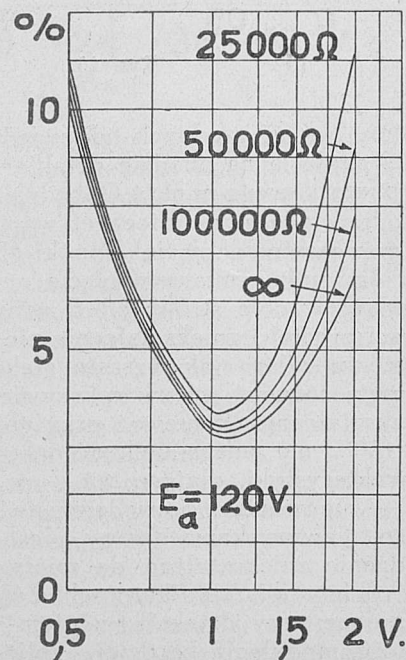
Rys. 14.



Rys. 15.



Rys. 16.



Rys. 17.

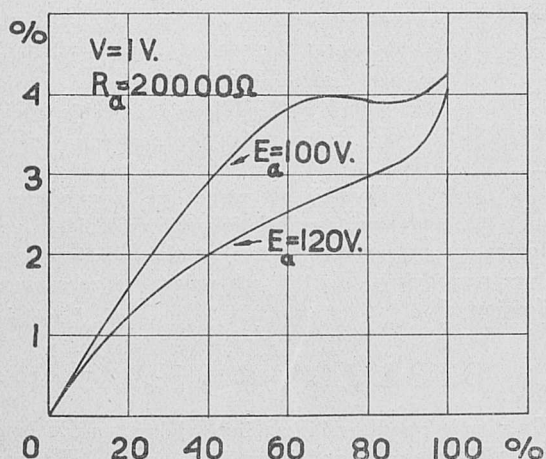
w funkcji oporu obciążenia dla różnych wartości przyłożonego napięcia V . Z każdej z krzywych rys. 12—14 wynika, że zawartość harmonicznych jest tem większa, im mniejsza jest oporność obciąż-

żenia. Im większe jest napięcie przyłożone, tem większy jest wpływ oporności obciążenia. Wpływ ten jest również tem większy, im jest mniejsze napięcie anodowe, co można stwierdzić, porównując rys. 12, 13 i 14 pomiędzy sobą. W każdym razie, dla wartości V , nie przekraczających 1 V, wpływ oporności obciążenia na zawartość harmonicznych jest praktycznie bardzo niewielki.

Na rys. 15 — 17 przedstawiona jest zawartość harmonicznych (przy głębokości modulacji $m = 100\%$) w funkcji przyłożonego napięcia V dla różnych wartości oporności obciążenia. Z krzywych tych widzimy, że zawartość harmonicznych posiada wybitne minimum dla określonych wartości V_{opt} napięcia przyłożonego. V_{opt} jest tem większe, im większa jest oporność obciążenia i im większe jest napięcie anodowe E_a . Tak na przykład, dla $E_a = 80$ V i $R_a = 25\,000\ \Omega$ — $V_{opt} = 0,85$ V, zaś dla $E_a = 120$ V i $R_a = \infty$ — $V_{opt} = 1,1$ V.

Jeżeli przyjmujemy, że dopuszczalna zawartość harmonicznych nie powinna przekraczać 4%, to okaże się, że napięcie $E_a = 80$ V jest niewystarczające. Dla $E_a = 100$ V i $R_a = 50\,000\ \Omega$, V winno być nie mniejsze od 0,87 V i nie wyższe od 1,12 V. Dla $E_a = 120$ i $R_a = 50\,000\ \Omega$ odpowiednie wartości V wynoszą 0,89 i 1,34 V.

Z rozważań tych widzimy, że należy unikać zarówno zbyt małych napięć anodowych, jak i zbyt wielkich napięć przyłożonych na siatkę detektora. Najodpowiedniejszą wartością napięcia anodowego byłoby dla badanej lampy napięcie od 100 do 120 V; napięcie zaś przyłożone winno być rzędu 1 V; ta ostatnia wartość jest dość krytyczna. W tych warunkach współczynnik K_d wynosi około 22,8.

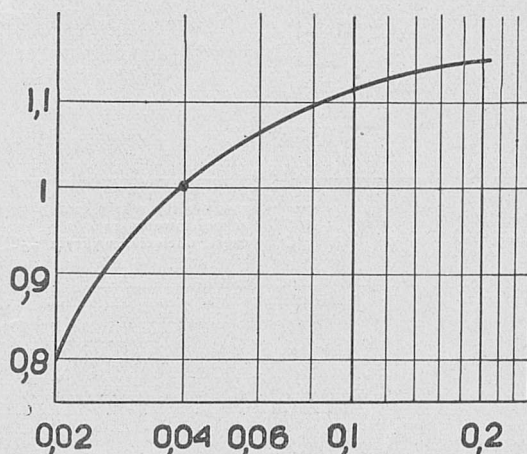


Rys. 18.

Na rys. 18 podane są krzywe, przedstawiające zawartość harmonicznych w funkcji głębokości modulacji dla różnych wartości R_a , E_a i V .

We wszystkich przytoczonych pomiarach częstotliwość napięcia przyłożonego wynosiła 50 c/s. Kondensator siatkowy C i opór upływowy siatki R miały wartości 0,2 μ F i 0,2 M Ω . Charakterystyki zdjęte dla innych wartości C i R wykazały, że

wzmocnienie zależy od iloczynu CR . Na rys. 19 przedstawiona jest krzywa względnej skuteczności detekcji w funkcji CR . Za jedność została przyjęta skuteczność odpowiadająca $CR = 0,04$. Z krzywej tej wynika, że im większe jest CR , tem większa jest skuteczność detekcji. Z drugiej strony jednak nie należy stosować zbyt wielkich kon-



Rys. 19.

densatorów i oporów ze względu na stałą czasu obwodu. 0,2 M Ω jest najbardziej spotykaną w praktyce wartością oporu R . Co się zaś tyczy pojemności C , to ze względu na to, że pomiary były przeprowadzone dla częstotliwości zaledwie 50 c, wartość spotykana w praktyce została odpowiednio powiększona do 0,2 μ F.

Wyżej przytoczone pomiary zostały przeprowadzone w sposób statyczny w odniesieniu do częstotliwości modulacji; nie mogą przeto służyć do wyznaczenia związku pomiędzy częstotliwością modulacji a skutecznością detekcji, która maleje wraz ze wzrostem częstotliwości modulacji. Jednakże, wyprowadzone w części drugiej stałe lampy dla detekcji dają ogólne pojęcie o własnościach lampy jako detektora. Daje to możliwość porównywania lamp pomiędzy sobą, co dotychczas było więcej niż problematyczne.

Byłoby więc pożądanem, ażeby podawane były dla lamp detektorowych charakterystyki dla detekcji (na przykład rys. 5) zamiast normalnie podawanych bezużytecznych charakterystyk statycznych.

Jeszcze ważniejszym jest, ażeby dla lampy detektorowej podawane były „stałe lampy dla detekcji”, dzięki czemu byłby umożliwiony wybór lamp oraz obliczenia układów detektorowych, zupełnie podobnie jak dla lamp amplifikacyjnych.

Wreszcie, niezmiernie cennem byłoby podanie wartości najodpowiedniejszego przyłożonego na detektor napięcia, to znaczy wartości napięcia, przy którym zniekształcenia, powstałe wskutek detekcji, są najmniejsze.

Laboratorium Naukowe
Instytutu Radjotechnicznego.

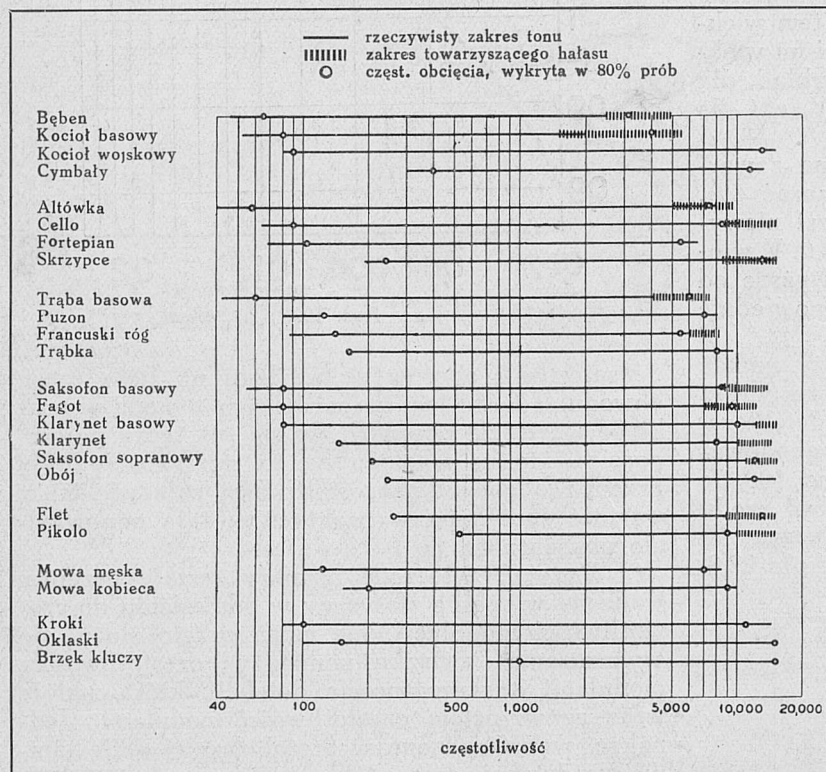
Warszawa, październik 1931.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Zakres częstotliwości słyszalnych muzyki, mowy i hałasu.

(W. B. Snow. Bell System Technical Journal, Październik 1931 r.).

Artykuł zawiera opis prób dokonanych celem zbadania zakresu częstotliwości koniecznych dla wiernej reprodukcji. Źródłami dźwięków był cały szereg instrumentów muzycznych, głosy męskie i kobiece, oraz kroki, klaskanie rękami, brzęk kluczy — jako hałasy.



Rys. 1.

W osobnym pokoju, przestudjowanym pod względem akustycznym, mieści się mikrofon elektrodynamiczny, w drugim filtry a w trzecim audytorjum, złożone z kilkunastu słuchaczy o wyrobionym słuchu. Filtry były dwóch rodzajów: obcinające częstotliwości poniżej 30, 40, 55, 75, 100, 125, 250, 375, 500, 1000 i 1500 okresów oraz obcinające powyżej 13 000, 10 500, 8 500, 7 000, 5 500, 4 500, 3 750, 2 850, 2 450, 1 900, 1 500, 1 000 i 750 okresów. W audytorjum były dwa głośniki dające zakres częstotliwości od 20 do 15 000 okresów, przyczem odchylenie do poziomu nie było większe od 2,5 decybeli. Moc wyjściowa wzmacniacza była rzędu 0,5 wata.

Badanie polegało na określeniu granic, przy których zachodziły dosłyszalne zmiany w dźwiękach. Obserwatorzy nasłuchiwali w dwóch warunkach: z filtrem i bez. Jeżeli słuchacz zanotował 100% ocen zgodnych z rzeczywistością — działanie filtru było uznane za absolutnie dosłyszalne.

Przy 50% dobrych ocen filtr był uznany za niedosłyszalny, ponieważ obserwator — zgadując — punktuje raz dobrze, raz źle.

Najważniejsze z otrzymanych wyników są wskazane na rys. 1. Niezależnie do tego autor rozpatruje własność indywidualnych instrumentów oraz całej orkiestry. Oto wnioski do jakich ostatecznie dochodzi:

1) Tylko fortepian dawał tony naturalne przy obcięciach częstotliwościach podstawowych.

2) Częstotliwości słyszalne są produkowane przez instrumenty w dół aż do 40 okresów, lecz reprodukcja od 60 okresów wzwyż była prawie tak samo zadawalniająca.

3) Znalezione, że przekazywanie najwyższych częstotliwości akustycznych było wymagane dla doskonałej reprodukcji instrumentów muzycznych, głównie ze względu na hałasy, jakie towarzyszą tonom muzycznym. Obcięcie częstotliwości powyżej 10 000 okresów nie posiada jednak wielkiego wpływu na jakość tonów, lecz obcięcie powyżej 5 000 ma duże znaczenie.

4) Jakość reprodukcji muzyki orkiestralnej stale się polepszała w miarę przesuwania dolnej granicy obcięcia do 80 cykli i górnej do 8 000. Reprodukacja całego zakresu akustycznego jest tu najbardziej wskazana i to bez żadnych ograniczeń szerokości wstęgi częstotliwości.

5) Hałasy wymagają reprodukcji najwyższych częstotliwości słyszalnych. Obcięcie powyżej 10 000 okresów powodowało poważne pogorszenie naturalności pospolitych hałasów. Wydaje się że takie obcięcie zawsze uniemożliwi rozpoznanie rodzaju hałasu.

Wyniki powyższe nie spowodują zasadniczej rewizji jakościowych idei, uznanych dotychczas przez inżynierów akustyków, i stosowanych w praktyce reprodukcji. Wartość ich polega na zebraniu danych ilościowych.

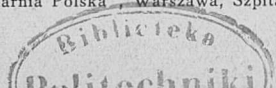
K. Lewiński.

BIBLIOGRAFJA

Kazimierz Krulisz, inż. elektr., mjr. *Zasady Radjotechniki*, część I, podstawy teoretyczne, Warszawa. 1932, nakładem Sekcji Radjotechnicznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich i Instytutu Radjotechnicznego. Zawiera 128 str. i 80 rys. Cena 9 zł. 50 gr.

Świeżo ukazała się z druku książka pod powyższym tytułem, zawierająca część tomu pierwszego, i obejmująca teorię obwodów. Szczegółowe sprawozdanie zostanie podane w następnym zeszycie „Przeglądu”.

Książka jest do nabycia w Stow. Elektryków Polskich. Warszawa, Czackiego 3.



Na podstawie powyższej tabeli została przeprowadzona dyskusja na plenum. Z wymiany zdań okazało się, iż tam, gdzie wzory angielski i szwedzki różnią się — Niemcy i Francja nie podają wcale wzorów. Dalej dr. R ü d e n b e r g zwrócił uwagę na to, iż dla uzwojeń uziemionych teoretycznie prawidłowym współczynnikiem jest 1,27 lub 1,25 (okrągło), co było w swoim czasie w literaturze niemieckiej ściśle umotywowane. Ponieważ fabrykanci, którzy używali współczynnika 1,10, nie mieli z tego powodu żadnych trudności ani z transformatorami ani z silnikami trakcyjnymi, więc też i w przepisach niemieckich obniżono współczynnik do 1,10. Zdaniem więc niemieckiej delegacji współczynnik 1,25 jest największy możliwy. Gdyby się obrało współczynnik angielski 1,73, to izolatory linjowe mogłyby okazać się za drogie.

Ostatecznie, po dłuższej dyskusji ustalono co następuje:

„Dla wypadku (i), t. j. punkt zerowy lub środkowy trwale uziemiony, postanowiono stosować to samo napięcie probiercze co dla wypadku (ii), jednak dla napięć nie wyższych od 80 kV. Powyżej 80 kV napięcie probiercze dla wypadku (i) ma być zmniejszone do $2(0,8E) + 1$ kV (t. j. $1,6E + 1$) przy zachowaniu minimum 161 kV. Zmiana tego przepisu może jednak nastąpić z racji specjalnych warunków meteorologicznych, co winno być ustalone między nabywcą i wytwórcą (zadłość uczyniono tu tendencji angielskiej delegacji, która wysunęła propozycję ostrzejszych prób dla transformatorów, ustawionych w miejscowościach, nawiedzanych często przez burze). Zgodzono się, by odpowiednia uwaga była zamieszczona w przepisach.

Dla wypadku (ii) postanowiono przyjąć wzór $2E + 1$ kV jako podstawę dla normalnych prób, przyczem E jest najwyższym napięciem międzynarodowym (z racji systemu 2-fazowego).

Co do wypadku (iii), t. j. gdy jeden zacisk krańcowy jest trwale uziemiony, ustalono, iż jedyny wypadek, który ma znaczenie międzynarodowe, jest system jednofazowy, używany w trakcji (przykład w tabeli podkomisji), natomiast przykłady 5, 7 i 10 mają albo znaczenie teoretyczne, albo używane są przez niektóre tylko kraje (np. 5 przez Anglię, 4 i 5 przez Francję).

Postanowiono w dalszym ciągu, by przykład Nr. 3 przekazać Komisji Nr. 9 sprzętu trakcyjnego. W związku z tem stwierdzono, iż dla powyższego przykładu Komitety narodowe podają różny stopień powiększenia napięcia próbnego; wobec tego postanowiono zwrócić się do tych Komitetów z prośbą o nadesłanie motywów, któremi się kierowano przy ustalaniu takiego, a nie innego napięcia. Sekretariat przy współudziale podkomisji ma przygotować sprawozdanie i, o ile to będzie możliwe, da odnośne wytyczne Komitetowi Nr. 9.

W następstwie podkomisja zdołała jeszcze ustalić, iż wobec znanych poglądów w tym względzie Komitetów narodowych, można zalecić Komitetowi Nr. 9 wzór $2(1,25E) + 1$ kV.

Zapytanie Nr. 10b. Powiększone napięcie probiercze dla niektórych uzwojeń jedno- i dwufazowych.

Zagadnienia tego nie rozpatrywano, gdyż zostało ono załatwione przy rozpatrywaniu poprzedniego zagadnienia.

Zapytanie Nr. 11. Próba względem ziemi za pomocą napięcia indukowanego.

Dyskusja na ten temat wyszła przedewszystkiem, iż próba napięciem indukowanym może dotyczyć li tylko transformatorów o stopniowanej izolacji, a więc wtedy, kiedy próba z obcego źródła jest niemożliwa. Delegacji Anglii i Szwecji, w których to krajach są budowane takie trans-

formatory (budowane są również w Ameryce), powierzono zredagowanie przepisu, który został ułożony w sposób następujący:

„Dla wypadku uzwojeń o izolacji stopniowanej próba wysokim napięciem ma być wykonana tylko za pomocą napięcia indukowanego.

Wielkość napięcia indukowanego ma być taka, by potencjał zacisków przewodowych względem ziemi podczas próby był tej samej wielkości, co przy próbie wysokiego napięcia, rozpatrywanego wyżej w zagadnieniu 10a.

Czas trwania próby ma być 60 sekund dla wszelkich częstotliwości włącznie do częstotliwości, równej podwójnej częstotliwości znamionowej.

Jeżeli częstotliwość próbna przekracza podwójną znamionową, to czas trwania próby winien wynosić:

$$60 \times \frac{2 \times \text{znamionowa częstotliwość}}{\text{częstotliwość próbna}}$$

w każdym razie jednak nie mniej, niż 15 sekund.

U w a g a: W wypadkach, gdy niemożliwe jest wytworzenie pożądanego próbnego napięcia w wysokości, wymaganej przez ustalone przepisy, dotyczące zapytania Nr. 10a (np. z powodu niewystarczających urządzeń probierczych), szczegóły sposobu próbowania oraz wielkość napięcia probierczego winny być ustalone wspólnie przez nabywcę i wytwórcę.

Redakcja powyższa spotkała się z krytyką delegata Francji, który stwierdził, iż przepis ten wymagałby dla transformatora o izolacji stopniowanej większego napięcia między zaciskami, niż miałoby to miejsce dla transformatora o izolacji równomiernej, próbowanego napięciem indukowanym tytułem próby międzyzwojowej (o próbie tej będzie mowa niżej). Do poglądu tego przyłączyła się delegacja Anglii. Szwajcarski delegat zaznaczył, iż w celu uniknięcia tego rodzaju kwestyj właśnie Komitet szwajcarski proponował jako wielkość podstawową przy wszelkich próbach dielektrycznych napięcie fazy, a nie napięcie międzyprzewodowe.

Wobec tych głosów postanowiono całą sprawę przekazać Komitetom narodowym do zbadania, jakie konsekwencje pociągnie za sobą takie postanowienie sprawy przez podkomisję.

Zapytanie Nr. 12. Próba międzyzwojowa.

a) W sprawie badania uzwojeń transformatorów napięciem indukowanym tytułem próby międzyzwojowej powzięto decyzję następującą:

„Jeżeli uzwojenie posiada izolację równomierną, to napięcia indukowane winno być równe podwójnemu napięciu znamionowemu z tem jednak, iż dla napięć powyżej 80 kV mają być zastosowane te same ograniczenia, co przy omawianiu zapytania 10a. Próba ta wymaga wogóle stosowania częstotliwości wyższej, niż znamionowa. Czas trwania próby ma wynosić 60 sekund dla wszelkich częstotliwości włącznie do podwójnej częstotliwości znamionowej. Jeżeli jednak częstotliwość jest większa od podwójnej znamionowej, to czas trwania próby winien wynosić:

$$60 \times \frac{2 \times \text{częstotl. znamionowa}}{\text{częstotliwość próbna}}$$

w każdym razie jednak nie mniej, niż 15 sekund.

U w a g a: 2) W wypadku, gdy niemożliwe jest wytworzenie pożądanego próbnego napięcia w wysokości, wymaganej przez ustalone przepisy, dotyczące zapytania 10a (np. z powodu niewystarczających urządzeń probierczych), szczegóły sposobu próbowania oraz wielkość napięcia probierczego winny być ustalone wspólnie przez nabywcę i wytwórcę.