

PRZEGLĄD RADIOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO

Rok XV.

1 Września 1937 r.

Zeszyt 17—18

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

Nadbrzeżna Centrala Radiokomunikacyjna w Gdyni

Centre Maritime des Radiocommunication à Gdynia, Pologne

Inż. Tadeusz Jaskólski

Sommaire.

Courte description des divers services radioélectriques maritimes: radiophares, radiogoniométrie, radiotélégraphie et radiotéléphonie entre bateaux et stations côtières, postes de secours; répartition des ondes. Organisation technique du nouveau centre d'émission et de réception à Gdynia: données caractéristiques des émetteurs, des récepteurs et de l'ensemble de liaison du centre au réseau téléphonique. Quelques remarques sur l'état actuel des postes côtiers dans divers pays.

Urządzenia radiotechniczne w służbie morskiej.

Zastosowania urządzeń radiotechnicznych w służbie morskiej można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- a) do celów nawigacyjnych,
- b) do celów bezpieczeństwa i
- c) do radiokomunikacji.

Pierwsza z tych grup obejmuje urządzenia pozwalające na określenie położenia statku, na utrzymanie kierunku jazdy na określony punkt, lub też na ostrzeżenie o bliskości raf, mielizn i t. p. lokalnych przeszkód. Do tego celu służą radiolaternie stałe i półstałe (radiolaternie na statkach latarnicznych) oraz radiopelengatory okrętowe lub nadbrzeżne.

Radiolaternie i radiopelengatory.

Radiolaternie są to stacje nadawcze małej mocy (o zasięgu kilkudziesięciu mil morskich), umieszczone na lądzie stałym, na wyspach, lub też na statkach zakotwiczonych w miejscach niebezpiecznych, albo ważnych dla żeglugi, przeznaczone nie do radiokomunikacji, a wyłącznie do celów nawigacji. Każda radiolaterna ma swój sygnał rozpoznawczy (grupa liter) nadawanych w określonych porach doby na falach tonowanych z określoną częstotliwością akustyczną, stale na jednej i tej samej fali¹⁾. Nadawanie odbywa się podczas mgły częściej (sygnał 2 minuty, przerwa 4 minuty), rzadziej podczas pięknej pogody (np. co pół godziny). Dzięki wyżej wspomnianej charakterystyce radiotelegrafista lub oficer nawigacyjny na statku ma możliwość szybkiego zidentyfikowania radiolaterni, którą odbiera w danej chwili, a przy pomocy radiopelengatora może określić jej kierunek względny w odniesieniu do osi statku („wziąć peleng na daną latarnię”) co pozwala na oznaczenie azymutu odbieranej radiolaterni. Przez spelengowanie dwóch, a pewniej jeszcze trzech radiolaterni można na przecięciu trzech azymutów określić poło-

żenie statku, przy czym wskazanym jest wybierać radiolaternie tak rozmieszczone, żeby kąty między poszczególnymi azymutami leżały w granicach od 30° do 150°. Posługując się jedną tylko radiolaternią można stale kontrolować i korygować kurs. Oczywiście można też posługiwać się pelengowaniem nie tylko radiolaterni, ale też innych nadawczych stacyj lądowych, stałych²⁾ i radiofonicznych, co stosuje się zwykle na pełnym morzu, w miejscach odległych od radiolaterni. Przydziały: fal, częstotliwości tonowania, oraz godziny pracy radiolaterni są regulowane w ramach postanowień Ogólnego Regulaminu Radiokomunikacyjnego, Madryt 1932, — przez regionalne układy państw zainteresowanych. Na Bałtyku obowiązuje obecnie Układ Regionalny Państw Bałtyckich dotyczący radiolaterni morskich, Sztokholm, 1933, wyznaczający 10 fal w zakresie od 291,5 do 318,5 kc/s (1 029 do 942 m) w odstępach co 3 kc/s oraz 6 grup częstotliwości tonowania (335, 376, 423, 475, 535 i 600 c/s oraz ich harmoniczne, nieprzekraczające 1 269 c/s). Na wybrzeżach europejskich znajduje się około 100 radiolaterni czynnych; sieć światowa zawiera ich kilkaset.

Ostatnio wchodzi w rachubę radiolaternie na falach pośrednich i krótkich.

Starszy sposób, dziś mniej używany, polega na określeniu położenia statku przez spelengowanie nadajnika okrętowego przez dwa radiopelengatory lądowe. Normalnie używa się do tego fali 375 kc/s (800 m). Istnieje stokkildziesiąt takich specjalnych stacyj pelengacyjnych. Radiolaternie i radiopelengatory okrętowe stały się bardzo ważnym czynnikiem pomocniczym dla nawigacji (zwłaszcza podczas mgły w trudnych warunkach topograficznych i mało jest dziś kapitanów, którzy nie posługują się tymi urządzeniami nawet na niedużych statkach.

Radiokomunikacja morska.

Urządzenia grupy b) i c) są sobie pokrewne i często — zwłaszcza na mniejszych statkach — są połączone w tych samych obiektach.

Zasadniczo urządzenia bezpieczeństwa (alarmowe) obejmują nadajniki (często iskrowe) niedużej mocy (do paruset watów) i odbiorniki, zainstalowane na jednym z górnych pokładów statku, oraz na motorowych łodziach ratunkowych i zasilane z własnych źródeł energii niezależnych od okrętowej sieci elektrycznej. Urządzenia te mają za zadanie w razie niebezpieczeństwa lub katastrofy nawiazanie i utrzymanie łączności z brzegiem lub ze stat-

¹⁾ Wszystkie radiolaternie polskie nadają na tej samej fali 291,5 kc/s (1 029 m) z częstotliwością tonu 376 c/s i posiadają następujące sygnały: Rozewie „ROZ”, Hel — „HEL” i Gdynia — „GY”.

²⁾ Stacje lądowe są to stacje zmontowane na stałe na lądzie (stacje nadbrzeżne, lotniskowe) i przeznaczone do radiokomunikacji ze stacjami ruchomymi (okrętowymi, lotniczymi); stacje stałe natomiast przeznaczone są do radiokomunikacji tylko z innymi stacjami stałymi krajowymi i zagranicznymi.

kiem ratowniczym — mimo uszkodzenia maszyn i normalnych źródeł energii elektrycznej na pokładzie — aż do zatonięcia statku.

Wielkość i typ urządzeń alarmowych oraz kategorie statków obowiązanych do ich posiadania oraz ilości radiotelegrafistów na pokładzie są określone przez międzynarodowe konferencje, opracowujące przepisy bezpieczeństwa na morzu wogóle (obecnie obowiązuje Międzynarodowa Konwencja Bezpieczeństwa życia na morzu, Londyn, 1929; urządzeń radiotechnicznych dotyczą Art. Art. 26 do 32 oraz 47 oraz przez lokalne przepisy wydawane przez właściwe władze (u nas Ministerstwo Poczty i Telegrafów w porozumieniu z Min. Przemysłu i Handlu). Zasadnicze wzywanie pomocy (międzynarodowy sygnał SOS — „save our souls” tzn. „ocalcie nasze dusze” z podaniem geograficznego położenia statku) odbywa się radiotelegraficznie na fali 500 kc/s (600 m). Dwa razy w każdej godzinie mianowicie w czasie od 15-ej do 18-ej minuty i od 45-ej do 48-ej minuty panuje w eterze mójz całego świata obowiązująca cisza w pasmie 600 do 800 m — wszyscy nasłuchują na fale 600 m wezwania w niebezpieczeństwie i tylko sygnały SOS wolno wtedy nadawać. Jednakże w ostatnich latach rozwija się tendencja zaopatrzenia w takie urządzenia radiokomunikacyjne również małych statków oraz dużych kutrów i ługrów rybackich, nie obowiązanych do posiadania nadajników radiotelegraficznych i nie posiadających dyplomowanych radiotelegrafistów. Tu wchodzi w rachubę małe nadajniki radiotelefoniczne, wzywające w niebezpieczeństwie na fali 1 650 kc/s (181,82 m) wezwaniem „m'aider” („pomóżcie mi”), jednak w wymowie angielskiej „mayday”. Analogicznie do przepisów radiotelegraficznych przewiduje się na tej fali obowiązkową ciszę podczas dwóch pierwszych minut każdej godziny i nasłuch wezwań w niebezpieczeństwie, po czym dopiero stacja nadbrzeżna ogłasza listę stacyj okrętowych, do których ma zgłoszone rozmowy lub fonogramy. Falę 600 m i 181,82 m są ogólnie przewidziane tylko do wywoływania, a nie do korespondencji.

Urządzenia służące przede wszystkim do radiokomunikacji są bardzo różnorodne zarówno pod względem mocy i typu fal stosowanych (A1 — telegrafia na falach ciągłych, A2 — telegrafia na falach tonowanych, A3 — radiotelegrafia, B — radiotelegrafia iskrowa) jak i co do zakresu fal. Na ogół wielkość tych urządzeń przekracza znacznie ramy minimalnych wymagań, określonych przepisami międzynarodowymi, i zależy od przeznaczenia i wielkości statku, od stopnia ogólnego komfortu i poziomu cen na statku oraz od zasięgu podróży, a co za tym idzie największych odległości statku od najbliższego lądu.

Przydział fal dla poszczególnych kategorii urządzeń radiokomunikacyjnych regulują międzynarodowe konferencje telekomunikacyjne (obecnie obowiązuje Ogólny Regulamin Radiokomunikacyjny, Madryt 1932) oraz regionalne układy poszczególnych państw (np. w zakresie radiofonii morskiej Układ Państw Morza Północnego, Lizbona, 1934 i Układ Państw Bałtyckich, Stockholm, 1935).

Nie wchodząc w szczegóły należy zaznaczyć, iż pasma fal krótkich przewidziane dla służb morskich włączają się w zakres 17 100 do 5 500 kc/s (17,54 do 54,55 m) nadają się najlepiej do radiokomunikacji telegraficznej i telefonicznej na największe odległości (zasięg światowy), fale pośrednie 3 500 do 1 530 kc/s (85,71 do 196,1 m) przeznaczone są do radiotelefonii przybrzeżnej (kilkadziesiąt do paru set mil morskich)⁴⁾ wreszcie fale średnie w zakresie 515 do 365 kc/s (583 do 822 m) do radiotelegrafii na małe

i średnie odległości (rzędu 100 do 1 000 mil morskich), zaś w zakresie 160 do 125 kc/s (1 875 do 2 400 m)⁴⁾ na odległości średnie (do paru tysięcy mil morskich przy odpowiedniej mocy).

Jak widać z powyższych danych nawiązywanie łączności w zakresach fal średnich i pośrednich jest unormowane międzynarodowo (fale wywoławcze 143, 500 i 1 650 kc/s). Inaczej jest na falach krótkich: nie ma tam stałych fal wywoływanych, natomiast centrale nadbrzeżne o dużym ruchu (np. amerykańskie) mają stały nasłuch 24-godziny na paru falach (jak wiadomo najodpowiedniejsza do korespondencji fala krótka zależy od pory doby i roku jak również i od odległości stacyj korespondencyjnych). Centrale o mniejszym ruchu (do tych należy Gdynia) mają ustalone seanse korespondencyjne na pewnych falach kilka razy na dobę.

Zagadnienie nawiązywania łączności na falach krótkich jest przedmiotem badań odpowiednich organizacji międzynarodowych i może zostanie unormowane na Międzynarodowej Konferencji Telekomunikacyjnej w Kairze w r. 1938.

Ze względu na specyficzny charakter i wymagania trafiki morskiej we wszystkich dużych państwach stacje nadbrzeżne do radiokomunikacji ze statkami, są oddzielone od stacyj stałych. Polska do niedawna była na szarym końcu, nie posiadając właściwej centrali nadbrzeżnej, której funkcje zastępco pełniło Centralne Biuro Operacyjne w Warszawie przy pomocy central: Nadawczej w Babicach i odbiorczej w Grodzisku, oraz — częściowo — radiostacji stałej w Gdyni. Obecnie luka ta została wypełniona przez uruchomienie Nadbrzeżnej Centrali Radiokomunikacyjnej (podległej Ministerstwu Poczty i Telegrafów) w Gdyni, pozwalającej, na utrzymanie łączności ze statkami handlowymi marynarki polskiej i marynarek obcych na Bałtyku i na Oceanie Atlantyckim aż do brzegów amerykańskich.

Centrala Nadbrzeżna w Gdyni.

Centrala ma nieprzerwaną służbę 24-godzinną ze stałym nasłuchem na falach 500 kc/s (600 m) i 1 650 kc/s (181,82 m); w przyszłości — w miarę rozwoju radiotechniki przybrzeżnej — przewiduje się również wprowadzenie stałego nasłuchu na fali tzw. „krajowej” 1 818 kc/s (165,12 m). Ponadto przewidziane są w określonych godzinach nasłuchy na falach krótkich.

Biuro Operacyjne i Centrala Nadawcza zostały uruchomione w czerwcu 1936 r.

Biuro Operacyjne mieści się w Gmachu Głównego Urzędu Pocztowego przy ul. 10 Lutego, zaś Centrala Nadawcza na Oksywiu. Odległość między oboma budynkami wynosi około 3 km. w linii prostej. Ze względu na zasięg bezpośredni (fali przyziemnej) rzeczą istotną jest umieszczenie centrali jak najbliżej brzegu. Według źródeł amerykańskich⁵⁾ odległość centrali nadawczej od morza o 1 milę angielską (ok. 1,6 km) daje na fali ok. 70 m dodatkowe tłumienie ok. 9 dB (co odpowiada 8-krotnemu zmniejszeniu mocy). Pod tym względem położenie centrali gdyniejskiej nie należy do najkorzystniejszych.

Biuro Operacyjne.

Biuro Operacyjne dzieli się na część telegraficzną i część telefoniczną⁶⁾. W części telegraficznej zostały zain-

⁴⁾ Fala wywoławcza w tym zakresie jest 143 kc/s (2 100 m).

⁵⁾ Proc. I. R. E. 1932, str. 407.

⁶⁾ Artykuł niniejszy ma charakter ogólny, szczegóły techniczne zostaną omówione w następnych artykułach inż. inż. Hupert, Smolińskiego i Sypniewskiego.

³⁾ 1 mila morska = ok. 1,85 km.

stalowane 3 odbiorniki: pięciolampowa superheterodyna jednozakresowa na fale 270 — 630 kc/s (1 111 — 476 m) i 2 odbiorniki dwuobwodowe reakcyjne na zakresy fal: 15—2 200 kc/s (20 000 — 13,6 m) i 1 350 — 25 000 kc/s (222—12 m), pokryte w sposób ciągły w 10 podzakresach przełączanych bez stosowania cewek wymiennych.

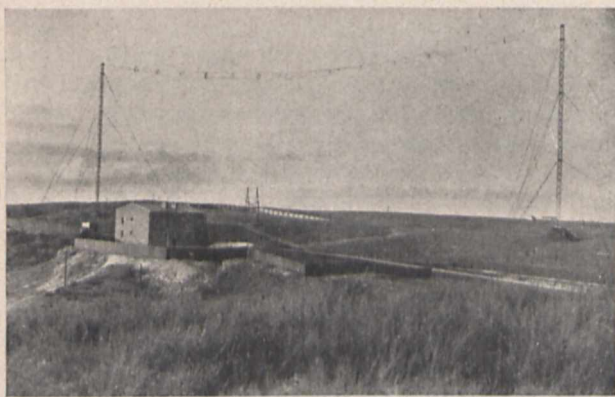
Trzy stanowiska telegrafistów są zaopatrzone w klucze manipulujące przy pomocy czterech linii (jedna zapasowa) odpowiednie nadajniki w centrali nadawczej.

Część telefoniczna obejmuje: dwa odbiorniki superheterodynowe sześciolampowe z automatyczną regulacją czułości, jeden na zakres fal 1 450 — 3 650 kc/s (206 — 82 m), drugi na zakres 1 490 — 18 200 kc/s (201 — 165 m) (pokryty w trzech podzakresach przełączanych), dalej urządzenie do radiotelefonii Duplex wraz z przyłączeniem do międzymiastowej centrali telefonicznej, urządzenie sygnalizacyjne do komunikacji z dyżurnym technikiem w Centrali Nadawczej, tonownik do nawiązywania łączności ze statkiem przy pomocy telegrafii tonowanej oraz 2 wzmacniacze liniowe. Część telefoniczna Biura Operacyjnego połączona jest z Centralą Nadawczą przy pomocy pięciu linii dwuprzewodowych kablowych (w tym jedna linia zapasowa, a jedna przeznaczona dla telefonu lokalnego).

Centrala Nadawcza.

Centrala Nadawcza zawiera pięć nadajników, tworzących trzy niezależne radiostacje, przeznaczone do różnych celów i do pracy na różnych zakresach fal, a mianowicie obejmuje:

- radiostację telegraficzną (sygnał wywoławczy SPH) na fale średnie,
- radiostację telefoniczną (sygnał wywoławczy SPC) na fale pośrednie oraz
- radiostację telegraficzno-telefoniczną (sygnał wywoławczy SPF) na fale krótkie.



Rys. 1.
Ogólny widok centrali nadawczej.

Radiostacja SPH.

Radiostacja SPH składa się z prostownika wysokiego napięcia, z nadajnika, anteny i uziemienia, ponad to z organów rozdzielczych, manipulacyjnych i kontrolnych we wspólnym dla całej centrali biurku manipulacyjnym.

Prostownik na 5 kV, 0,5 A sześciolampowy zawiera szklaną lampę rtęciową z zimną katodą, transformator główny (w układzie trójkąt — podwójna gwiazda), transformatory wzbudzenia i zapłonu, układ siatek pomocniczych, urządzenia przeciwprzebiegowe.

Przez przełączenie zaczepek transformatora wysokiego napięcia można napięcie obniżyć do 4 kV. Tętnienia naturalne prostownika (ok. 7%) zostają przy pomocy filtra zmniejszone do ok. 0,1%.

Nadajnik jest trzystopniowy, o dużej stałości fali, przeznaczony do pracy na falach ciągłych lub tonowych. Trzy niezależne obwody generatora wzbudzającego, nastrojone na wyznaczone fale (obecnie 500, 484 i 380 kc/s tzn. 600, 620 i 789 m) oraz odpowiednia konstrukcja obwo-



Rys. 2.
Aparatury nadawcze.

dów wzmacniacza mocy i anteny umożliwiają szybkie nastrojenie nadajnika na jedną z powyższych fal. Przełączenie fali wymaga dwóch ruchów i dokonywa się w 10 sekund. Moc w obwodzie anteny wynosi 1 100 do 1 300 W na falach ciągłych, zaś 500 do 600 W na falach tonowanych. Antena jest cylindryczna, czteropromieniowa, o średnicy ok. 1 metra i o długości ok. 70 m; poprowadzona jest skośnie od wierzchołka żelaznego masztu wysokości 60 m.

System manipulacji telegraficznej umożliwia szybkie nadawanie telegramów, przy czym prąd negatywny nie przekracza 0,1% prądu przy kluczu naciśniętym.

Radiostacja SPC.

Radiostacja SPC składa się z prostownika wysokiego napięcia, z nadajnika, z modulatora wraz ze wzmacniaczem submodulacyjnym, z przetwornicą do żarzenia lamp, z anteny z linią zasilającą oraz z organów rozdzielczych i kontrolnych w biurku. Prostownik na 5 kV 1 A, tego samego typu, co w stacji SPH, zaopatrzone jest w dodatkowe urządzenia do regulacji napięcia w sposób ciągły od 2,5 do 5 kV.

Nadajnik czterostopniowy obejmuje dwustopniową część wymienną, zawierającą generator wzbudzający z piezoscylatorem kwarcowym i separatorem oraz dwustopniowy wzmacniacz mocy. Nadajnik pracuje obecnie na dwu falach 1 650 i 1 818 kc/s (181,82 i 165,12 m) przełączanych w ciągu paru sekund jednym ruchem ręki przy pomocy pokrętła, uruchamiającego przełączniki poszczególnych obwodów. Nadajnik połączony jest z anteną półfalową skośną za pomocą dwuprzewodowej linii zasilającej. Antena i linia zasilająca są dopasowane do średniej z obu fal roboczych, co praktycznie daje wyniki zupełnie zadawalające. Moc fali nośnej w antenie wynosi 600 do 800 W, przy czym normalna głębokość modulacji wynosi ok. 80% przy zawartości harmonicznych małej częstotliwości ok. 6%; poziom szumów jest bardzo niski (— 55 dB). Zastosowano modulację w siatkach końcowego wzmacniacza mocy, przy pomocy modulatora klasy AB w układzie przeciwsobnym poprzedzonego dwustopniowym wzmacniaczem submodulacyjnym.

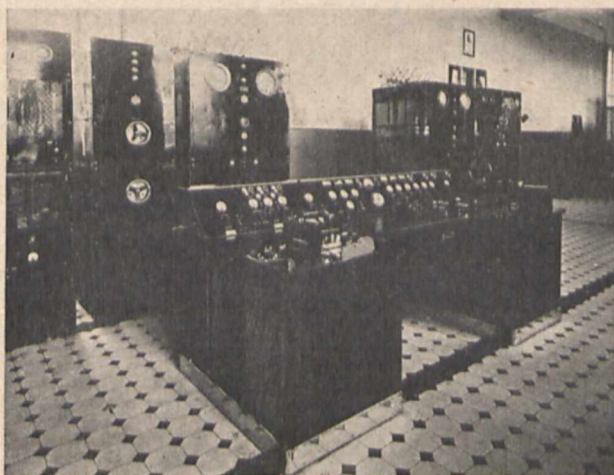
Radiostacja SPF.

Radiostacja SPF składa się z prostownika wysokiego napięcia, z 3 nadajników, z szafy przełączników, z modulatora ze wzmacniaczem submodulacyjnym, z 3 anten dipolowych z liniami zasilającymi oraz z organów rozdzielczych, manipulacyjnych i kontrolnych w biurku manipulacyjnym.

Prostownik na 5 kV, 1 A jest analogiczny do prostownika radiostacji SPC. Każdy z trzech nadajników przeznaczony jest do pracy na jednej fali stałej, stabilizowanej przy pomocy piezooscylatora kwarcowego. Zasadniczy układ elektryczny nadajnika jest podobny do układu nadajnika SPC z tą różnicą, że nie ma przełączania fal w poszczególnych obwodach i, że modulacja telefoniczna jest przewidziana w przedostatnim stopniu wzmacniacza mocy, natomiast dodane jest urządzenie manipulacyjno-kompensacyjne do celów telegrafii na falach ciągłych; telegrafii tonowanej nie stosuje się w tych nadajnikach. Przewidziana jest równoczesna praca tylko jednego z nadajników; przełączanie fali, równoznaczne tu z przełączaniem nadajników, dokonywa się jednym ruchem ręki. Każdy z nadajników posiada oddzielną antenę (złożoną z dipoli na masztach drewnianych) wraz z linią zasilającą. W razie dużego rozwoju trafiki morskiej na falach krótkich możliwa jest w przyszłości przebudowa tej radiostacji, uniezależniająca pracę poszczególnych nadajników przez dodanie dalszych prostowników wysokiego napięcia i urządzeń modulacyjnych.

Moc w antenie wynosi przy telegrafii 1 800 do 2 000 W, zaś moc fali nośnej przy telefonii powyżej 500 W; normalna głębokość modulacji wynosi 80% przy zawartości harmonicznych m. cz. ok. 6% i poziomie szumów — 40 dB. Prąd negatywny nie przekracza 0,1% prądu przy kluczu naciśniętym.

Obwody oscylacyjne wszystkich trzech nadajników umożliwiają łącznie pokrycie zakresu 4 000 — 17 200 kc/sek (75 — 17,5 m).



Rys. 3.
Biurko manipulacyjne i część aparatury stacji SPF i SPC.
Urządzenia wspólne.

Biurko manipulacyjne zawiera wyłączniki poszczególnych obwodów prądu silnego, uruchamiane z odległości przy pomocy przycisków i elektromagnesów, główne przyrządy pomiarowe na sieci zasilającej, oporniki rozruchowe żarzenia i regulatory napięcia żarzenia, lokalne klucze nadawcze, urządzenia do regulacji i do kontroli głębokości modulacji, wskaźniki prądu manipulacyjnego i prądu antenowego, lampki sygnałowe, głośnik kontrolny, mikrotele-

fon i telefon lokalny. Przyrządy dotyczące danych nadajników są rozmieszczone na odpowiednich polach na pulpicie biurka. Całkowite uruchomienie i wyłączenie pracy wszystkich nadajników dokonywa się szybko (w kilka sekund) na biurku, gdzie również kontroluje się normalną ich pracę. Przełączenie długości fali lub też przejście z telegrafii na telefonię i na odwrót w radiostacji SPF wymaga manipulacji na właściwych szafach. Specjalne urządzenie sygnalizacyjne umożliwia przy pomocy mikrofonu i wzmacniacza w Biurze Operacyjnym oraz instalacji głośnikowej w Centrali Nadawczej wydawanie zleceń co do uruchamiania lub przełączania potrzebnej aparatury lub fali. Urządzenia Biura Operacyjnego zapewniają telefonię Duplex przy odpowiednim doborze fali nadawczej i odbiorczej oraz możliwość prowadzenia rozmowy z aparatu abonenckiego miejskich sieci telefonicznych. Racjonalna sygnalizacja i blokada wysuniętych urządzeń, będących pod wysokim napięciem zabezpiecza personel od porażenia i pozwala na szybkie wykrycie zaburzeń w normalnej pracy radiostacji.

Uwagi ogólne.

Po przeprowadzeniu prób Centrali Nadawczej w czerwcu i w pierwszych dniach lipca ub. r., zaś prób łącznie z Biurem Operacyjnym, zwłaszcza prób telefonii, w ciągu lipca ub. r. i po krótkim okresie eksploatacji próbnej oddano całość urządzeń do regularnej i normalnej eksploatacji dn. 6 sierpnia ub. r. Od tej daty cała trafika okrętowa prowadzona do tego czasu zastępczo przez stałe radiostacje nadawcze i odbiorcze została przejęta przez Centralę w Gdyni, zapewniając łączność ze statkami wyposażonymi w odpowiednie urządzenia na Bałtyku i Oceanie Atlantycznym, aż do brzegów Ameryki. Podkreślić należy przeprowadzenie za pośrednictwem Centrali w Gdyni — szeregu rozmów telefonicznych z M/S „Batory”, M/S „Piłsudski”, S/S „Cieszyn” i S/S „Tytan” z aparatów abonenckich w Gdyni i w Warszawie.

Należy zaznaczyć, że w ten sposób Polska zrealizowała również postulaty Bałtyckiej Konferencji Radiotelefonicznej w Sztokholmie (odbytej w roku 1935), uruchamiając silną radiostację telefoniczną w zakresie 3 500 — 1 530 kc/sek (85,71 do 196,1 m) oraz wprowadzając 24-godzinny nasłuch na telefonicznej fali wezwania w niebezpieczeństwie 1 650 kc/sek (181,82 m) oprócz normalnego nasłuchu na telegraficznej fali 500 kc/sek (600 m).

Dla porównania przytaczam parę uwag o naszych zamorskich sąsiadach⁷⁾. Niemcy mają kilka central nadbrzeżnych jak Rügen-Radio na Bałtyku, Elbe-Weser Radio i Norddeich-Radio na Morzu Północnym, zawierających łącznie kilkanaście nadajników na różne fale o mocy od 180 watów do 18 kilowatów w antenie, ponad to zaś około 30 nadajników do komunikacji przybrzeżnej służbowej (częściowo na statkach latarniczych) o mocy od 50 do 300 watów.

Dania, mając rozgałęzioną trafikę zarówno ze statkami handlowymi, jak i z dużymi promami na liniach kolejowych i z flotyllami rybackimi, posiada dobrze wyposażoną centralę Lyngby-Radio koło Kopenhagi; odpowiednia centrala nadawcza mieści się w Skamlebaek za zachodnim wybrzeżu Zelandii i zawiera kilka nadajników krótko-, średnio- i długofalowych o mocy od 250 W do 2 kW w antenie; ponad to istnieje centrala nadawcza Blavand na zachodnim wybrzeżu Jutlandii oraz kilkanaście

⁷⁾ Na podstawie danych z literatury, głównie z „Neautischer Funkdienst”, który podaje szczegółowe charakterystyki stacji nadbrzeżnych, ich sygnały, fale i godziny nasłuchu.

stacji małej mocy do służby komunikacji przybrzeżnej. Podobny do Danii stan posiadania wykazują Szwecja i Holandia, z tą różnicą, że górna granica mocy nadajników osiąga 8 kW w antenie. Finlandia, Estonia i Łotwa mają po kilka nadajników przeważnie małej mocy (górna granica 0,5 — 1 kW), Litwa nie ma stacji nadbrzeżnej⁸⁾.

Powyższe państwa mają stacje nadbrzeżne, otwarte dla ruchu publicznego, w zarządzie państwowym. Odmienne przedstawia się sytuacja w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, gdzie oprócz licznych stacji nadbrzeżnych do radiokomunikacji służbowej, istnieją doskonale wyposażone centrale dla ruchu publicznego (komunikacja handlowa), eksploatowane przez towarzystwa prywatne. Na wybrzeżu Atlantyku istnieje ok. 10 takich stacji o mocy 0,75 do 20 kW na różnych długościach fal, przy czym urządzenia krótkofalowe są paopatrzone w anteny kierunkowe.

Wykaz ważniejszych publikacji, dotyczących spraw poruszonych w niniejszym artykule:

Regulamin ogólny Radiokomunikacyjny, Madryt, 1932.

⁸⁾ Istnieje na Bałtyku znaczna ilość małych nadajników telefonicznych mocy ok. 30 W do komunikacji służbowej z lądem na falach pośrednich.

Międzynarodowa Konwencja Bezpieczeństwa życia na morzu, Londyn, 1929.

Wydawnictwa Biura Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej:

Liste des fréquences,

Liste alphabétique des indicatifs d'appel des stations fixes, terrestres et mobiles,

Nomenclature des stations côtières et de navire,

Nomenclature des stations aéronautiques d'aéronef,

Avis du Comité Consulatif International des Radiocommunications:

Nr. 34 — Organisation d'un service de radiotéléphonie entre les stations mobiles et le réseau terrestre,

Nr. 68 — Radiotéléphonie entre les navires de faible tonnage et les stations côtières,

Board of Trade. Statutory Rules and Orders.

Marchant Shipping, Wireless Telegraphy (przepisy brytyjskie).

Federal Radio Commission: Rules and Regulations (przepisy Stanów Zjedn. Am. Północnej).

Wydawnictwa Oberkommando der Kriegsmarine (Niemcy):

Nautischer Funkdienst,

Nautischer Funksprechdienst.

Sprężenie zwrotne małej częstotliwości w lampie głośnikowej^{*}

Inż. Aleksander Launberg

La réaction en basse fréquence dans la lampe finale

Sommaire.

L'auteur analyse deux systèmes de réaction négative en basse fréquence appliqués a la lampe finale, à savoir: 1) la réaction proportionnelle au courant alternatif anodique et 2) la réaction proportionnelle à la tension alternative anodique.

Après avoir démontré que la réaction, en question, diminue la distorsion non-linéaire, il étudie l'influence de la réaction sur la résistance interne et l'amplification de la lampe finale ainsi que sur la reproduction des fréquences acoustiques.

Rozpatrzmy teraz praktyczny przykład zastosowania lampy AL 4 w układzie sprzężenia zwrotnego m. cz. przy czym opór R_k ma normalną wartość a ekran jest zasilany przez opór R_e , na którym występuje taki sam spadek napięcia jak na transformatorze wyjściowym (rys. 8). Zakładamy, że spadek napięcia wynosi 10V.

$$R_k = 150 \Omega$$

$$R_e = 2500 \Omega$$

$$V_b \text{ (napięcie źródła)} = 266 \text{ V } (250 + 10 + 6)$$

$$V_a = V_e = 250 \text{ V}$$

$$R_a = 7000 \Omega$$

W danym przypadku

$$R = \frac{150 \times 2500}{2650} \approx 140 \Omega$$

Nachylenie dynamiczne można obliczyć ze wzoru

$$S_d = \frac{1}{V} \sqrt{\frac{50}{R_a}}$$

gdzie V oznacza t. zw. czułość, tj. napięcie m. cz. na siatce sterującej lampy głośnikowej niezbędne dla uzyskania mocy wyjściowej 50 mV. Dla lampy AL 4 $V = 0,32 \text{ V}$.

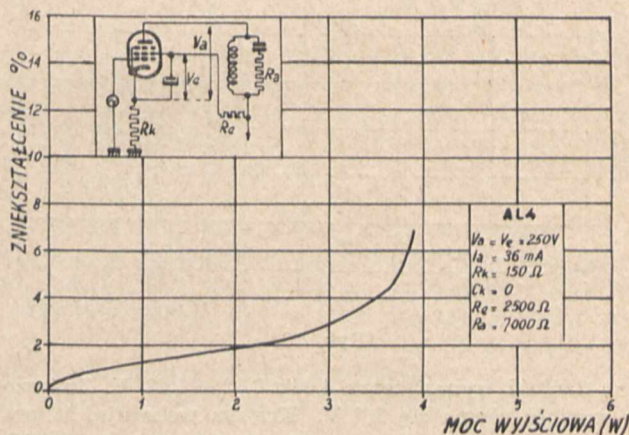
^{*}) Ciąg dalszy artykułu do str. 108 „P. R.” Nr. 15 — 16 r. b.

Zatem

$$S_d = \frac{10^3}{0,32} \sqrt{\frac{50 \cdot 10^{-3}}{7000}} = 8,3 \text{ mA/V}$$

Wyrażenie $1 + RS_d$ równa się tutaj:

$$1 + 140 \times 8,3 \times 10^{-3} = 2,2.$$

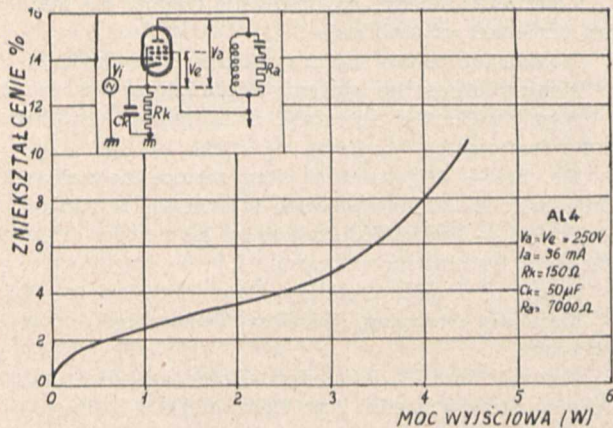


Rys. 8.

W tym stosunku maleje więc wzmocnienie i zniekształcenie przy małej mocy wyjściowej. Jak już zaznaczyliśmy, charakterystyka dynamiczna w układzie ze sprzężeniem zwrotnym jest ograniczona przez dolne i górne zakrzywienie i dlatego nie należy spodziewać się, że również przy pełnym wysterowaniu lampy zniekształcenie zmniejszy się $(1 + RS_d)$ razy.

Krzywa z rysunku 8-ego wskazuje zniekształcenie w funkcji mocy wyjściowej przy $R_a = 7000 \Omega$. Rysunek 9-ty przedstawia odpowiednią krzywą dla normalnego układu bez sprzężenia. Z porównania tych dwóch rysunków wynika, że rezultaty pomiarów są zgodne z obliczeniem. Krzywa z rysunku 9-go została doprowadzona do

punktu, w którym w lampie AL 4 występuje prąd siatki. W związku z tym warto podkreślić, że moc wyjściowa do pojawienia się prądu siatki jest mniejsza w układzie ze sprzężeniem zwrotnym niż w układzie normalnym i wynosi 3,9 W zamiast 4,5 W.



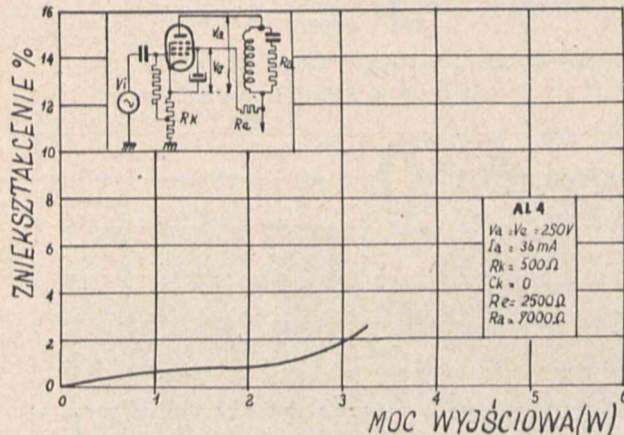
Rys. 9.

Silniejsze sprzężenie a więc mniejsze zniekształcenie uzyskuje się, dając oporowi R_k wartość większą niż w normalnym układzie (rys. 10).

- $R_k = 500 \Omega$
- $R_e = 2500 \Omega$
- $V_b = 280 V$
- $V_a = V_e = 250 V$
- $R_a = 7000 \Omega$

W tym przypadku $R = \frac{500 \times 2500}{3000} = 417 \Omega$

Zatem $1 + RS_d = 4,46$

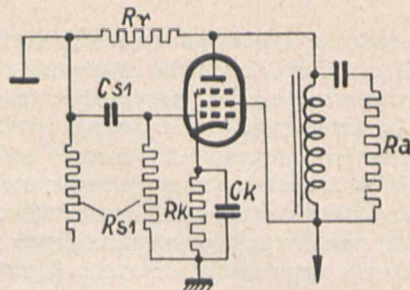


Rys. 10.

Czułość wynosi teraz $4,46 \times 0,32 = 1,43 V$. Zmierzona wartość równa się 1,4 V. Krzywa wskazuje, że przy małej mocy wyjściowej zniekształcenie jest w przybliżeniu 4 razy mniejsze, niż w układzie bez sprzężenia zwrotnego.

Jak widać z krzywych, maksymalna moc wyjściowa w układach ze sprzężeniem zwrotnym jest mniejsza niż w normalnym układzie, gdyż część jej ztraca się w oporach R_k i R_e a ponadto szybciej zjawia się prąd siatki, gdyż na siatce sterującej oprócz napięcia o częstotliwości podstawowej występują również napięcia zwrotne wyższych harmonicznych.

Poprzednio omówiony rodzaj sprzężenia zwrotnego cechowała proporcjonalność do zmiennego prądu anodowego (sprzężenie „prądowe”); ale sprzężenie może być również proporcjonalne do zmiennego napięcia anodowego (sprzężenie „napięciowe”). Najprostszą postacią tego drugiego rodzaju sprzężenia uwidacznia rys. 11. Zamienną



Rys. 11.

cechą tego układu jest opór łączący anodę lampy poprzedzającej z anodą lampy głośnikowej. Celem obliczenia, w jakim stopniu ulega redukcji wzmocnienie wskutek sprzężenia napięciowego rozważmy układ z rysunku 12-go.

$$v_s = v_i - \frac{R_s}{R_r + R_s} (v_a + v_i)$$

lub

$$v_s = v_i \frac{R_r}{R_r + R_s} - v_a \frac{R_s}{R_r + R_s}$$

Wzmocnienie bez sprzężenia zwrotnego wyraża się oczywiście wzorem

$$A = \frac{v_a}{v_s}$$

Zatem $v_s = v_i \frac{R_r}{R_r + R_s} - Av_s \frac{R_s}{R_r + R_s}$

lub $v_s (R_r + R_s + AR_s) = v_i R_r$

czyli $v_i = v_s \left(1 + \frac{R_s}{R_r} + \frac{R_s}{R_r} A \right) \dots (6)$

Zmniejszenie wzmocnienia jest więc określone przez czynnik

$$1 + \frac{R_s}{R_r} + \frac{R_s}{R_r} A$$

lub w przybliżeniu przez

$$1 + \frac{R_s}{R_r} A \dots (7)$$

Spadek wzmocnienia wynika z dwóch przyczyn: po pierwsze ze sprzężenia zwrotnego, a po drugie z przyłożenia na siatkę napięcia v_i za pośrednictwem potencjometra złożonego z oporów R_r i R_s (R_a jest małe w porównaniu z R_r i R_s). Przy wyłączonej lampie tj. bez sprzężenia napięcie zmienne na siatce równa się

$$v_i \frac{R_r}{R_r + R_s} \dots (8)$$

Równanie (6) można też wypisać w sposób następujący:

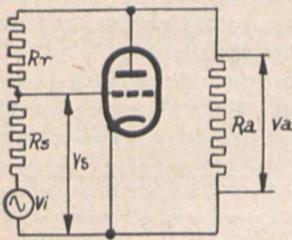
$$v_i = v_s \frac{R_r + R_s}{R_r} \left(1 + \frac{R_s}{R_r + R_s} A \right) \dots (9)$$

Z porównania wyrażeń (8) i (9) wynika, że czynnik $\left(1 + \frac{R_s}{R_r + R_s} A \right)$ jest następstwem sprzężenia zwrotnego.

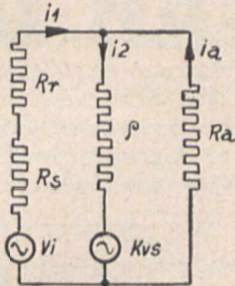
Zniekształcenie maleje więc proporcjonalnie do tego czynnika. Uwzględniając, że R_r jest duże w porównaniu z R_s , można w praktyce stosować równanie (7).

Dowiedliśmy więc, że zarówno wzmocnienie jak i zniekształcenie przy sprzężeniu napięciowym zmniejsza się $\left(1 + \frac{R_s}{R_r} A \right)$ razy. R_s oznacza oczywiście całkowitą oporność między siatką lampy głośnikowej a chassis, tj. wartość wypadkową równolegle połączonych oporów: wpływowego siatki oraz anodowego i wewnętrznego lampy poprzedzającej.

Oprócz dodatniej właściwości polegającej na tym, że rozważany rodzaj sprzężenia nie pociąga za sobą prak-



Rys. 12.



Rys. 13.

tycznie żadnych dodatkowych kosztów, warto jeszcze podkreślić, że nie ma tutaj straty mocy wyjściowej w oporze katodowym, gdyż jest on normalnie zabocznikowany kondensatorem. W praktyce opór R_r jest bardzo duży w porównaniu z R_a , wobec czego strata mocy w oporze sprzęgającym jest minimalna. Dalszą zaletą sprzężenia napięciowego jest znaczne zmniejszenie oporności wewnętrznej lampy głośnikowej, jak to wynika z poniższych rozważań. Zastąpmy w chemacie z rys. 12-go lampę przez źródło napięcia Kv_s w szereg z opornością wewnętrzną ρ (rys. 13).

$$\begin{aligned} v_i + Kv_s &= \rho i_2 + (R_r + R_s) i_1 \\ Kv_s &= R_a i_a + \rho i_2 \\ i_a + i_1 &= i_2 \end{aligned}$$

Stąd

$$v_i + Kv_s = Kv_s - R_a i_a + \frac{Kv_s - (R_a + \rho)}{\rho} (R_r + R_s) i_a$$

lub

$$i_a [(R_a + \rho)(R_r + R_s) + \rho R_a] = -\rho v_i + \rho S v_s (R_r + R_s)$$

Po uwzględnieniu równania (6) otrzymujemy:

$$\begin{aligned} i_a &= S v_i \frac{\rho \left(R_r - \frac{1}{S} \right)}{(R_a + \rho)(R_r + R_s) + \rho R_a + S R_a R_s \rho} \\ v_a &= R_a i_a = S v_i \frac{\rho \left(R_r - \frac{1}{S} \right)}{\left(1 + \frac{\rho}{R_a} \right) (R_r + R_s) + \rho + S R_s \rho} \end{aligned}$$

Prąd zwarcia równa się:

$$i_z = S v_i \frac{R_r - \frac{1}{S}}{R_r + R_s}$$

Napięcie biegu jałowego wynosi:

$$v_{ao} = S v_i \frac{\rho \left(R_r - \frac{1}{S} \right)}{R_r + R_s + \rho + S R_s \rho}$$

Oporność wewnętrzna lampy głośnikowej w układzie ze sprzężeniem zwrotnym równa się więc:

$$\rho' = \frac{v_{ao}}{i_z} = \frac{\rho (R_r + R_s)}{R_r + R_s + \rho + S R_s \rho}$$

lub

$$\rho' = \frac{\rho}{1 + \frac{\rho}{R_r + R_s} + K \frac{R_s}{R_r + R_s}}$$

W przybliżeniu:

$$\rho' = \frac{1}{1 + K \frac{R_s}{R_r + R_s}} \rho \dots \dots (10)$$

Gdy ρ jest małe względem R_a , ρ' maleje w przybliżeniu w tym samym stopniu co wzmacnienie, w tych warunkach bowiem wzmacnienie bez sprzężenia (A) dąży do wartości równej współczynnikowi amplifikacji K . Przy sprzężeniu proporcjonalnym do zmiennego prądu anodowego natomiast oporność wewnętrzna lampy głośnikowej wzrasta mniej więcej w tym samym stopniu, w jakim wzmacnienie maleje, gdy ρ jest duże w porównaniu z R_a . Z różnych względów sprzężenie zwrotne ogranicza się w praktyce tylko do pentod i nie znajduje zastosowania w znacznie mniej czułych triodach. Zatem oporność we-

wnętrzną jest w obydwóch przypadkach duża względem oporu obciążenia. W układzie ze sprzężeniem proporcjonalnym do zmiennego prądu anodowego oporność wewnętrzna będzie rosła w tym samym stopniu, co wzmacnienie zmniejsza się (ponieważ nachylenie dynamiczne jest mniej więcej równe statycznemu); w układzie ze sprzężeniem proporcjonalnym do zmiennego napięcia anodowego oporność ta będzie malała w znacznie większym stopniu niż w zmacnienie (gdyż wzmacnienie A bez sprzężenia zwrotnego jest o wiele mniejsze niż współczynnik amplifikacji K).

W ten sposób daje się przy pentodzie osiągnąć taką samą niską oporność wewnętrzną co i przy triodzie, przy czym jednak zachowuje się wysoką sprawność pentody.

Celem zorientowania się, w jakim stopniu może ulec zmniejszeniu oporność wewnętrzna lampy na skutek sprzężenia zwrotnego obliczmy dla lampy AL 4 ułamek we wzorze (10), który to ułamek nazwać możemy współczynnikiem redukcji oporności.

$$\begin{aligned} K &= 475 \\ R_r &= 1,64 \text{ M}\Omega \\ R_s &= 0,1 \text{ M}\Omega \end{aligned}$$

$$\text{Spółczynnik ten równa się } \frac{1}{28}$$

dla AL 4 $\rho = 50.000 \Omega$

$$\text{zatem } \rho' = \frac{50.000}{28} = 1760 \Omega!$$

Rysunek 14-ty uwidacznia krzywą zniekształcenia dla układu ze sprzężeniem, napięciowym przy czym $R_r = 1,64 \text{ M}\Omega$ a $R_s = 0,1 \text{ M}\Omega$. Obliczenie spadku czułości wymaga znajomości normalnego wzmacnienia A . Mocy wyjściowej 50 mW odpowiada napięcie zmienne anodowe 18,7 V na oporze zewnętrznym 7000Ω . Uwzględniając, że czułość lampy AL 4 wynosi 0,32 V otrzymujemy

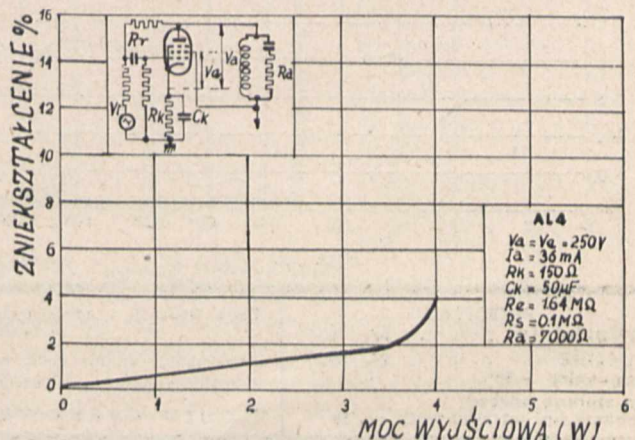
$$A = \frac{18,7}{0,32} \approx 58.$$

Czułość zostaje zmniejszona

$$1 + \frac{R_s}{R_r} A = 1 + \frac{0,1}{1,64} \cdot 58 = 4,5 \text{ razy.}$$

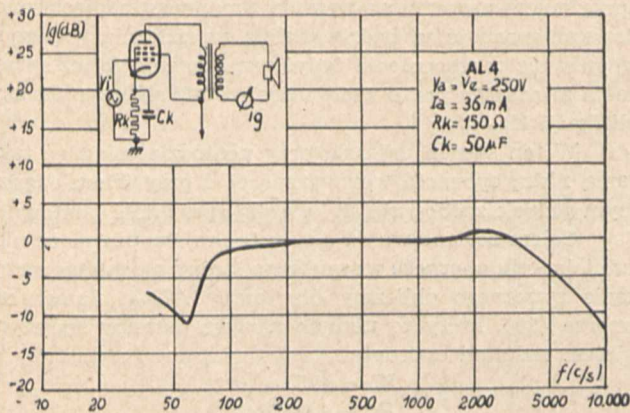
Sprzężenie jest więc równie silne, jak w układzie z rysunku 10. Porównanie krzywych poucza, że zniekształcenie przy małej mocy wyjściowej jest mniej więcej to samo w obydwóch przypadkach. Maksymalna moc wyjściowa w układzie z rysunku 14-go jest nieco większa, ponieważ nie ma teraz straty energii w oporze katodowym.

Zanalizujmy teraz wpływ sprzężenia zwrotnego na odtwarzanie częstotliwości akustycznych. Oporność pozorną głośnika jest, jak wiadomo, funkcją częstotliwości, a więc zmiana oporności wewnętrznej lampy głośnikowej wpływa na odtwarzanie różnych tonów. W większości głośników dynamicznych natężenie dźwięku jest w przybliżeniu proporcjonalne do prądu w cewce głośnikowej (z wy-



Rys. 14.

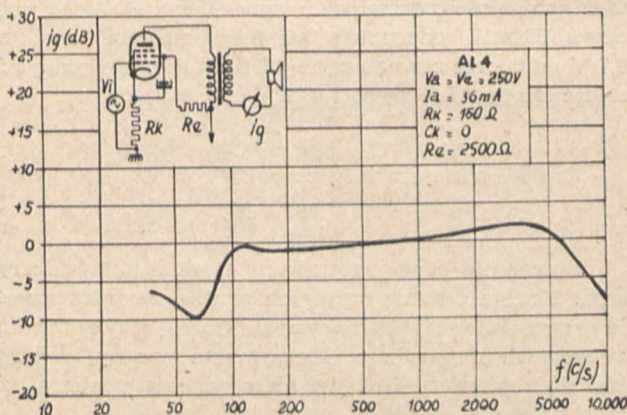
jątkiem przypadku rezonansu) i dlatego prąd ten (i_g) należy przedstawić w funkcji częstotliwości przy stałym napięciu wejściowym v_i na siatce sterującej lampy końcowej. Za jednostkę posłuży prąd przy 800 c/s, a prądy przy innych częstotliwościach będą wyrażone w stosunku do tego prądu w decybelach. Rysunek 15-ty przedstawia



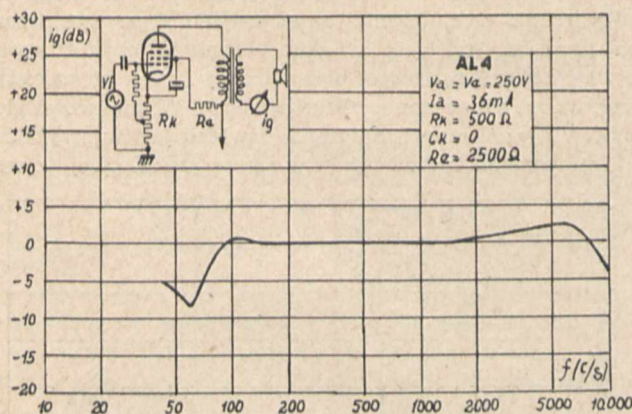
Rys. 15.

krzywą odtwarzania dla lampy AL 4 bez sprzężenia zwrotnego. Częstotliwości między 90 i 4000 c/s są bardzo równomiernie reprodukowane a pozostałe częstotliwości są słabo odtwarzane. Przy 60 c/s zachodzi rezonans, tak że częstotliwość ta występuje stosunkowo silnie, mimo, że krzywa posiada tu minimum.

Rysunek 16-ty wskazuje krzywą odtwarzania dla

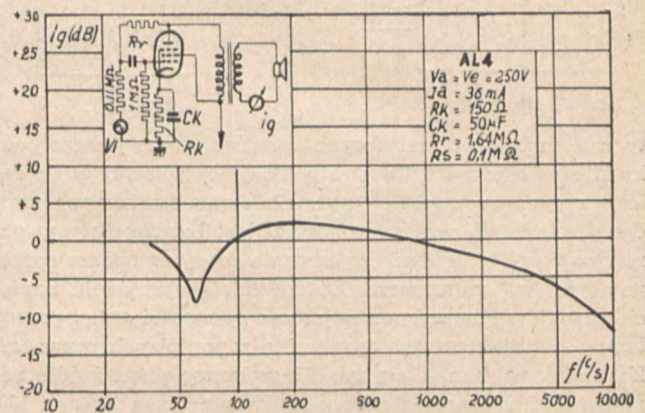


Rys. 16.



Rys. 17.

sprzężenia prądowego. Wskutek większej oporności wewnętrznej wynikłej ze sprzężenia, wyższe częstotliwości są lepiej odtwarzane. Silniejsze sprzężenie ($R_k = 500 \Omega$) wywiera dodatni wpływ na równomierność przebiegu krzywej, jak o tym świadczy rysunek 17-ty. Zupełnie inaczej wygląda krzywa reprodukcji częstotliwości przy sprzężeniu



Rys. 18.

napięciowym. (rys 18-ty). Jest ona podobna do krzywej odtwarzania triody. Z powodu małej oporności wewnętrznej (1760Ω) częstotliwości ponad 800 c/s zaczynają słabnąć, podczas gdy w układzie bez sprzężenia zjawisko to występuje począwszy od 3000 c/s. Równocześnie minimum przy 60 c/s stało się mniejsze, wobec czego przy tym rodzaju sprzężenia rezonans dla tej częstotliwości mniej się daje akustycznie we znaki. Ze względu na małą oporność wewnętrzną lampy wpływ indukcyjności pierwotnego uzwojenia transformatora wyjściowego maleje, tak że odtwarzanie niskich częstotliwości, wybitnie się polepsza.

Poza ujemnym sprzężeniem zwrotnym m. cz. (przeciwieństwo faz między napięciem wejściowym a napięciem zwrotnym) zastosowanym po raz pierwszy w amerykańskich wzmacniaczach telefonicznych (H. S. Black, Bell System Technical Journal, Styczeń 1934 r.) istnieje również sprzężenie dodatnie, opracowane przez M. Marinesco (L'Onde Electrique Lipiec 1936 r.) w którym rolę elementu sprzęgającego spełnia oporność będąca funkcją prądu (tlenek miedzi).

LITERATURA.

- 1) H. S. Black. Stabilized feed-back amplifiers. Bell System Technical Journal. Styczeń 1934.
- 2) M. Marinesco. Frequency and phase distortion. The Wireless Engineer. Lipiec 1935.
- 3) G. H. Bast i F. J. Stieltjes. A new feed-back repeater. Post Office Electrical Engineers' Journal. Październik 1935.
- 4) A. Launberg i F. Toren. Verringerung der Verzerrung durch niederfrequente Rueckkopplung. Czerwiec 1936.
- 5) M. Marinesco. Sur la réaction en basse fréquence dans les amplificateurs à lampes. L'Onde Electrique. Lipiec 1936.
- 6) Negative feed-back amplifiers. The Wireless World. Nr. 897. 1936.
- 7) W. T. Cocking. Negative feed-back amplifier. The Wireless World. Nr. 898. 1936.
- 8) W. T. Cocking. Negative feed-back amplification. The Wireless World. Nr. 904. 1936.

PRZEDPŁATA:

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

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

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

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

**Ceny ogłoszeń
podaje administracja
na zapytanie.**

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

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12, Tel. 487-98 w dzierżawie Sp. Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.