

PRZEGLĄD RADIOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADIOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XV.

1 Stycznia 1937 r.

Zeszyt 1—2

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

Połączenie radiotelefoniczne dwustronne na fali 1,8 metra *)

L'installation radiotéléphonique duplex sur 1,8 mètre.

Stanisław Ryżko i Feliks Doborzyński
(Państwowy Instytut Telekomunikacyjny)

6. Odbiór fal ultrakrótkich.

Technika nadawcza fal ultrakrótkich posunęła się w ciągu lat ostatnich znacznie naprzód; bez wielkich trudności można obecnie osiągnąć moce rzędu kilku kilowatów dla fal metrowych, a kilkudziesięciu watów dla fal decymetrowych. Niestety, postęp w zakresie odbioru fal ultrakrótkich nie podąża za rozwojem urządzeń nadawczych, a szerszemu zastosowaniu fal ultrakrótkich stoi na przeszkodzie brak dobrych urządzeń odbiorczych. Sytuacja w tej dziedzinie przypomina pod wieloma względami okres, który miał miejsce na początku rozwoju radiofonii, kiedy to istniały już urządzenia nadawcze względnie dobre, natomiast urządzenia odbiorcze były mało czułe, źle odtwarzające i skomplikowane w obsłudze. Analogii tych można znaleźć jeszcze więcej; i tak w technice odbiorczej fal ultrakrótkich daje się dziś zaobserwować fakt istnienia wielu układów odbiorczych, dających napozór dobre rezultaty, a w rzeczywistości odznaczających się bardzo poważnymi wadami. Studia i poszukiwania w tym kierunku, wskutek braku odpowiednich przyrządów, oraz braku dostatecznie uutoywowanych teorii, są prowadzone naogół w sposób mniej lub więcej chaotyczny; większość prac albo jest przeładowana spekulacjami matematycznymi, które przeważnie nie mają praktycznego znaczenia, gdyż odnoszą się do warunków wyidealizowanych, albo też, gdy są przeprowadzone w płaszczyźnie praktycznej, nie obejmują całości kształtu badanego zjawiska zaniedbując często cały szereg czynników, przyjmowanych — a priori — jako drugorzędne lub wogóle pomijanych.

Najpoważniejszą wadą odbiorników na fale ultrakrótkie, w porównaniu do odbiorników na fale dłuższe, jest brak wzmocnienia wielkiej częstotliwości. Zjawisko to jest wywołane brakiem odpowiednich lamp elektronowych. Jak wiadomo, zwykle lampy stosowane w technice odbiorczej mogą służyć jako wzmacniacz wielkiej częstotliwości tylko do częstotliwości 50 — 60 Mc; powyżej tej granicy normalne lampy odbiorcze przestają działać, gdyż ich pojemności wewnętrzne, w stosunku do pojemności obwodu drgań, są zbyt duże, a czas przebiegu elektronu między elektrodami lampy zbyt długi, w stosunku do okresu drgań. W 1933 r. Thomson i Rose, wychodząc z założenia, że dla najkorzystniejszych warunków pracy lampy i obwodu zarówno wymiary geometryczne lampy jak i obwodu drgań muszą być w pewnym stosunku do długości fali, zbudowali pierwsze lampy miniaturowe; stosując te lampy w warunkach laboratoryjnych, otrzymali bardzo dobre rezultaty. Doświadczenia podobne były w następnym roku kontynuowane przez Salzberga i Burnside'a z R. C. A. (17);

nadając lampie specjalną budowę, osiągnięto bardzo dobre wyniki praktyczne. Na podstawie tych badań firma R. C. A. wypuściła na rynek amerykański pierwsze handlowe lampy miniaturowe (t. zw. „acorn” tube): triodę typ 955 i pentodę typ 954. Obecnie już i w Europie szereg firm jak Mullard, Osram i Philips wyrabia te lampy według wzorów amerykańskich.

Lampy miniaturowe znakomicie ułatwiły sprawę odbioru fal ultrakrótkich, gdyż mogą działać jako wzmacniacz w. cz. aż do częstotliwości 300 Mc, a jako detektor z reakcją lub superreakcją aż do częstotliwości 750 Mc., ale nie rozwiązały jej całkowicie. Wzmocnienie na jeden stopień wielkiej częstotliwości, osiągane z tymi lampami dla częstotliwości 300 — 150 Mc., wynosi tylko 2 — 10 (18). Wydaje się wątpliwe, czy dalsza redukcja wymiarów lampy jest możliwa ze względów mechanicznych; wystarczy sobie uprzytomnić, że w lampach miniaturowych R. C. A. odległość elektrod wynosi 0,13 mm, a średnica pośredniożarzonej katody jest 0,32 mm.

Kwestia odbioru fal krótszych od 1,5 m—2 m, pozostaje zatem nadal otwarta, gdyż stosowane obecnie w tym zakresie odbiorniki o specjalnych układach nie spełniają należycie swego zadania. Odbiorniki te wykorzystują zwykle do odbioru zjawisko reakcji, przychem lampa odtłumiająca obwód spełnia zarazem rolę detektora. Jako najbardziej typowe wymienimy tu układy: z lampą trójelektrodową (normalną do fali 1,20 m, lub miniaturową stosowaną aż do fali 0,40 m) w zwykłym układzie generatora, w układzie generatora Barkhausena Kurza (odmianami są tu układ Hollmana t. zw. „Bremsaudion” i układ Kohla — Pierret'a z oscylującą siatką), wreszcie układ oscylatora magnetonowego. Odbiorniki te, jako układy reakcyjne, posiadają szereg wad, z których najważniejszą jest znaczna krytyczność warunków dostrojenia. Wada ta dyskwalifikuje odbiornik dla celów praktycznych; można wprawdzie jej uniknąć przez zastosowanie superreakcji, ale wówczas występuje nowa wada: — duże szumy własne odbiornika.

Ze względów wyluszczonej wyżej, zastosowano w opisywanym urządzeniu radiokomunikacyjnym odbiornik superreakcyjny; opisowi działania tego odbiornika poświęcimy przeto nieco więcej miejsca.

7. Działanie odbiornika superreakcyjnego.

Zjawisko superreakcji zostało odkryte w 1922 r. przez Armstronga. Bardzo duża czułość odbiornika superreakcyjnego, czułość nieosiągalna podówczas innymi drogami spowodowała, iż — mimo licznych wad — odbiornik ten znalazł szerokie zastosowanie. Rozwój techniki lamp wielosiatkowych i związane z tym postępy w budowie odbiorników, jak również wzrost wymagań stawianych od-

*) Dokończenie artykułu umieszczonego w Przeglądzie Radj. zesz. 21 — 22 1936 r.

biornikowi radiofonicznemu sprawiły następnie, że superreakcja zaczyna tracić znaczenie i wreszcie zupełnie przestaje być stosowana w radiofonii. Dopiero w ostatnich latach rozwój techniki fal krótkich i napotkane tu trudności odbiorcze znowu zwróciły uwagę na odbiornik superreakcyjny. Powstaje szereg prac doświadczalnych i teoretycznych dotyczących superreakcji. Jednak skomplikowany przebieg zjawisk, wywołany przez wpływ szeregu czynników trudnych do ujęcia, powoduje, że wyniki tych prac są nader często sprzeczne; szczególnie dotyczy to prac teoretycznych, które z reguły przyjmują warunki uproszczone. Z tego powodu do dziś istnieje daleko idąca rozbieżność między teorią a doświadczeniem oraz brak jest zupełnie ścisłych danych co do istotnego zachowania się superreakcji (20).

Jedną z najpoważniejszych prac z dziedziny superreakcji jest niedawno ogłoszona praca H. Ataki (21); badał on odbiornik superreakcyjny przy pomocy oscylografu oraz próbował uzyskane wyniki uzasadnić teoretycznie. W dodatku I, umieszczonym na końcu niniejszego artykułu, przytoczone są najważniejsze wnioski wynikające z teorii superreakcji, opracowanej przez Atakę. Należy jednak od razu podkreślić, że w bardzo wielu przypadkach działanie odbiornika superreakcyjnego — wykonanego praktycznie — nie potwierdza wniosków teoretycznych; przy budowie takiego odbiornika należy zatem zawsze uciekać się do eksperymentalnego określenia jego własności w warunkach rzeczywistych pracy.

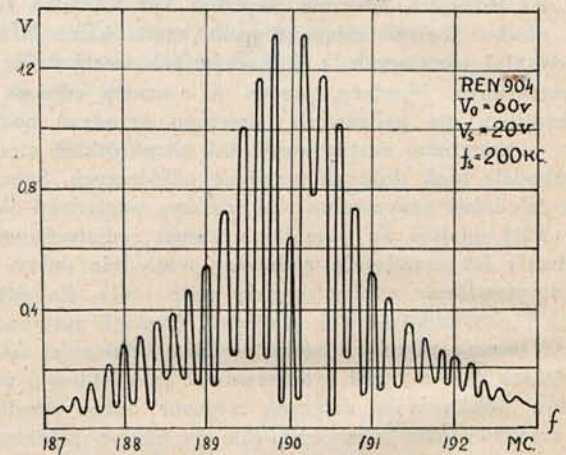
Odbiornik superreakcyjny posiada, prócz niewątpliwych zalet jak: ogromna czułość i zdolność do niereagowania na przeszkody o natężeniu pola mniejszym od natężenia sygnału, również szereg poważnych wad, do których należy przede wszystkim zaliczyć duży poziom szumów własnych, małą selektywność, oraz promieniowanie fali nośnej. Szereg prac doświadczalnych poświęcono usunięciu lub zmniejszeniu tych wad; przytoczymy tu kilka najciekawszych. Zmniejszenie szumów własnych uzyskał Hayasi (22), stosując generator w układzie przeciwsobnym i przykładając napięcie superreakcji w przeciwnej fazie na każdą z lamp. Benham (23), stosując specjalny układ mostkowy na wejściu odbiornika, zmniejszył wydatnie jego promieniowanie. Jednym z najprostszych sposobów poprawienia selektywności odbiornika superreakcyjnego jest dodanie na wejściu odbiornika jednego stopnia wzmocnienia w. cz.; niestety, jak wynika z poprzednio przeprowadzonych rozważań, ten sposób nie może być zastosowany dla fal krótszych od 2 m. Jednym z ciekawszych rozwiązań tego zagadnienia przy falach dłuższych jest odbiornik zbudowany przez S. Beckera i Leedsa (24), stanowiący połączenie superreakcji z superheterodyną. W układzie tym przed detektorem superreakcyjnym umieszczono pierwszy detektor, pracujący przy częstotliwości 60 Mc; następnie stosuje się wzmacniacz pośredniej częstotliwości 10 Mc. oraz drugi detektor superreakcyjny, z częstotliwością superreakcji 30 Kc. W rezultacie, z takiego połączenia superreakcji z superheterodyną, osiągnięto ogromną czułość i zupełnie dobrą selektywność. Niestety, to co można względnie łatwo osiągnąć przy 60 Mc. nie jest do urzeczywistnienia przy 200 Mc. względnie przy 300 Mc.

8. Charakterystyki odbiornika superreakcyjnego.

Jak już wspomniano, charakterystyczną cechą odbiornika superreakcyjnego jest duży poziom szumów własnych. Zjawisku temu należy poświęcić baczną uwagę, szczególnie przy badaniu odbiorników przeznaczonych dla odbioru telefonii; w tych wypadkach często trzeba zrezy-

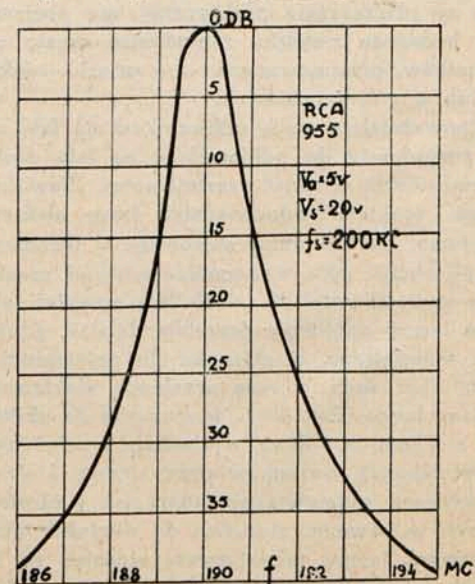
gnować z dużej czułości odbiornika, i pracować w warunkach, przy których występowanie szumów jest mniejsze. W naszym przypadku występowanie szumów odbiornika jest szczególnie niepożądanym, gdyż dzięki rozwidleniu — przy złym zrównoważeniu linii telefonicznej — szumy przenoszą się na nadajnik, potęgując się. Dlatego, najwięcej uwagi poświęcono dobraniu takich warunków pracy odbiornika, by przy nie dużych szumach uzyskać jaknajwiększą czułość.

Naogół badania laboratoryjne odbiornika superreakcyjnego bywają pozbawione praktycznego znaczenia z tego powodu, że przeprowadzone są przy znacznym natężeniu pola sygnału, co w praktyce niezawsze ma miejsce. Badania odbiornika, w układzie podobnym do zastosowanego w urządzeniu odbiorczym opisywanej stacji (rys. 24), przeprowadzono przy natężeniu pola sygnału równym około 20 — 40 $\mu\text{V}/\text{m}$, co odpowiada warunkom eksploatacyjnym.



Rys. 14.

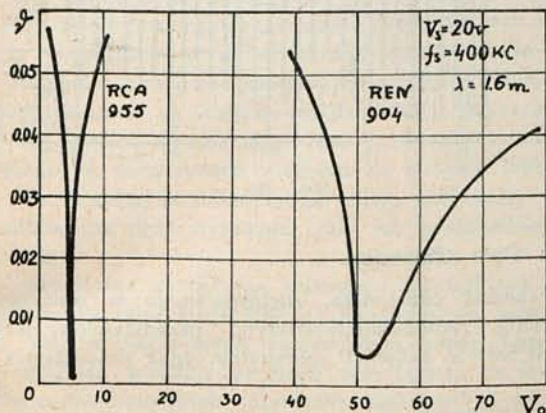
Na rys. 14 podano typową krzywą rezonansu odbiornika superreakcyjnego, w warunkach powstawania t. zw. rezonansów wielokrotnych. Poszczególne wierzchołki krzywej rezonansu wielokrotnego są odległe od siebie o częstotliwość superreakcji. Selektowność oblicza dla obwiedni



Rys. 15.

wierzchołków jest niewielka; można jednak tak dobrać warunki pracy odbiornika, że poszczególne wierzchołki krzywej rezonansu bardziej się wyodrębniają; dekrement log.

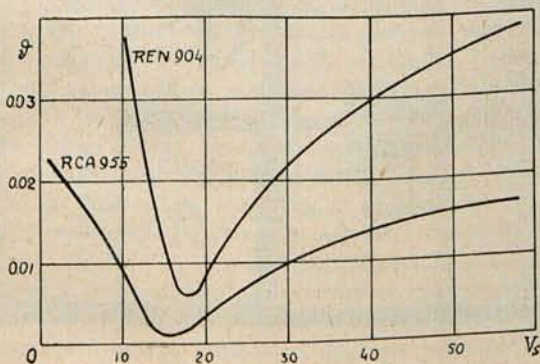
obliczony dla poszczególnego wierzchołka krzywej, dochodzi wtedy do 0,0005, co stanowi wartość rzadko spotykaną w technice odbiorczej. Można również tak dobrać warunki pracy odbiornika, by poszczególne wierzchołki rezonansu nie wyodrębiali się; krzywą rezonansu odbiornika otrzymaną w takim przypadku przedstawia rys. 15; jak widać z rysunku, selektywność odbiornika nie odbiega tu zbyt od selektywności odbiorników reakcyjnych dla zakresu radiofonicznego; szerokość wstęgi dla 20 db wynosi 1,6% a dla 30 db — 2,3%.



Rys. 16.

Dla porównania własności odbiornika z różnymi lampami zdjęto krzywe przedstawione na rys. 16 i 17. Zależność dekrementu log., obliczonego z krzywych rezonansu odbiornika, w funkcji napięcia anodowego detektora jest podana na rys. 16. Z rysunku tego widać zalety lampy miniaturowej RCA 955; daje ona większą czułość i selektywność odbiornika. Również z rys. 17, przedstawiającego zależność dekrementu w funkcji napięcia superreakcji, wynika jeszcze jedna zaleta lampy miniaturowej: czułość odbiornika w mniejszym stopniu zależy od napięcia superreakcji.

Czułość odbiornika badano przy pomocy modulowanego generatora wielkiej częstotliwości, mierząc napięcie o częstotliwości modulacji (sygnału) na wyjściu odbiornika. Szumy własne odbiornika mierzono równocześnie, przerywając na czas pomiaru modulację generatora. Zależność siły odbioru i stosunku szumów odbiornika do sygnału w funkcji napięcia anodowego detektora jest przedstawiona na rys. 18, natomiast zależność w funkcji napięcia super-

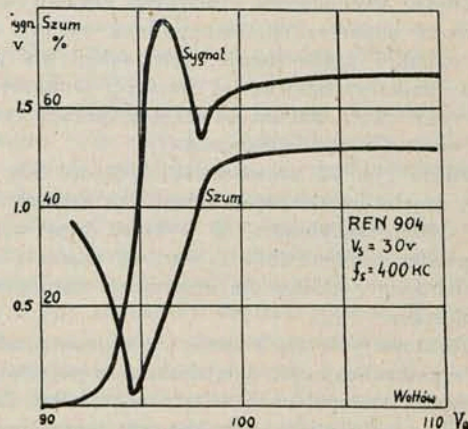


Rys. 17.

reakcji — na rys. 19. Z rysunków tych widać, że minimum szumów nie występuje przy maksymalnej czułości odbiornika; istnieją natomiast pewne warunki pracy, przy których stosunek siły odbioru do szumów jest największy. Z rysunków tych wynika pozatem, że warunki, przy jakich następuje najmniejszy stosunek szumu do sygnału, są bar-

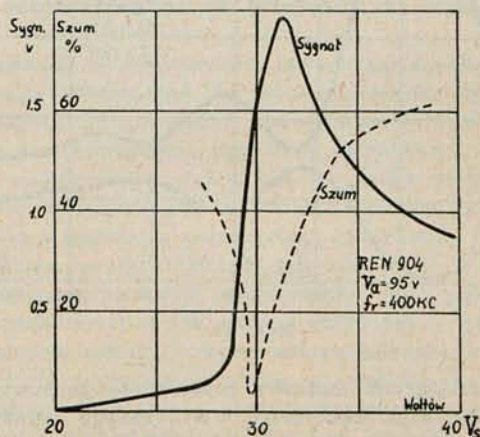
dzo krytyczne, i utrzymanie ich w warunkach eksploatacyjnych może nastęrczać trudności.

Na rys. 20 podana jest zależność czułości odbiornika i szumów własnych, dla lampy miniaturowej, zdejmowana

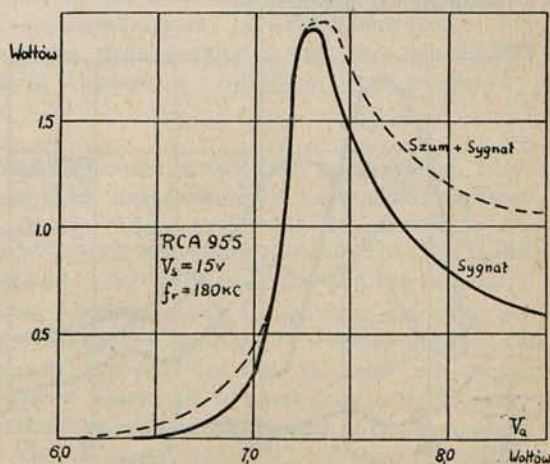


Rys. 18.

niewo odrębną niż poprzednio metodą. Przy poprzednio stosowanym sposobie — przerywania napięcia modulacyjnego nadajnika, — mogły się nasuwać pewne wątpliwości, czy



Rys. 19.



Rys. 20.

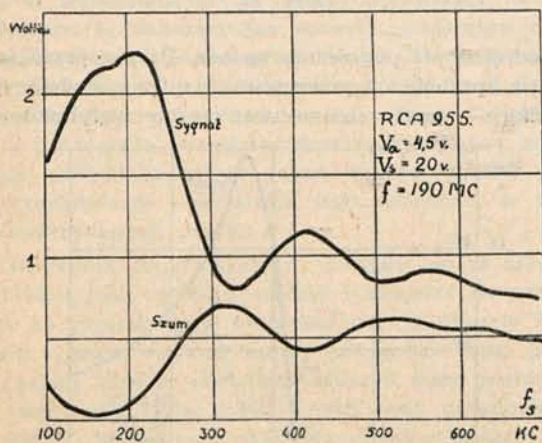
moc nadajnika wzgl. długość fali pozostawały przy tym bez zmiany. Zależność przedstawiona na rys. 20, była przede zdejmowana przy stałych warunkach pracy generatora, natomiast na wyjściu odbiornika zastosowano filtr przepuszczający tylko częstotliwość modulacji; efekt wyjściowy mierzono przed i za filtrem, otrzymując w ten sposób war-

tość sygnału i szumu oraz samego sygnału. Przebieg zależności, podany na tym rysunku, jest zupełnie analogiczny do przebiegów z rysunków 18 i 19, pomimo że był określany dla innej lampy.

Zależność siły odbioru i wartości szumów w funkcji częstotliwości superreakcji, jest podana na rys. 21. Jak widać z rysunku częstotliwość superreakcji nie jest zbyt krytyczna; najkorzystniejsza jej wartość, w naszym przypadku, wynosi około 200 kc, co stanowi prawie tysiąckrotną część częstotliwości odbieranej.

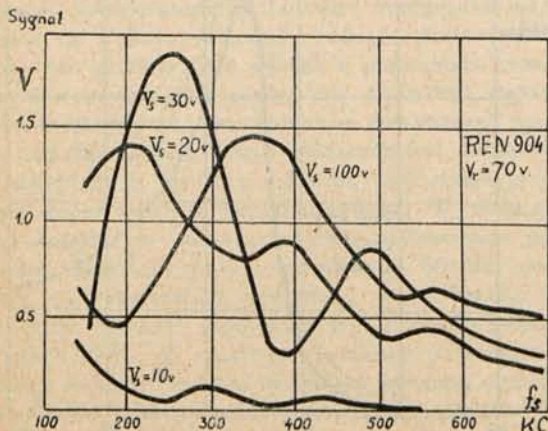
Wreszcie rys. 22 przedstawia zależność siły odbioru w funkcji częstotliwości superreakcji dla różnych wartości napięcia superreakcyjnego. Z wykresu tego wynika, że istnieje pewna częstotliwość i wartość napięcia superreakcji, najbardziej dogodna dla otrzymania największej czułości odbiornika.

Przytoczone powyżej krzywe, ilustrujące działanie odbiornika superreakcyjnego, dają doskonale pojęcie o złożoności zjawisk, występujących w tym odbiorniku. Ze względu na brak zupełnie pewnych danych teoretycznych, na



Rys. 21.

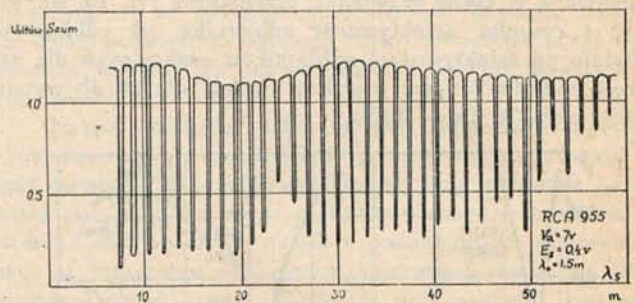
podstawie których możnaby przewidzieć zachowanie się odbiornika superreakcyjnego, wykonanego praktycznie, krzywe te stanowiły jedyny materiał służący nam jako podstawa przy wyborze warunków pracy i konstrukcji odbiornika w opisywanym urządzeniu.



Rys. 22.

Na zakończenie tego rozdziału opiszemy jeszcze krótko ciekawą własność odbiornika superreakcyjnego, która może być wykorzystana do pomiarów częstotliwości. Rys. 23 przedstawia zależność szumów własnych odbiornika superreakcyjnego (pod nieobecność sygnału w. cz.) w funkcji częstotliwości superreakcji. Jak widać z rysunku, szumy

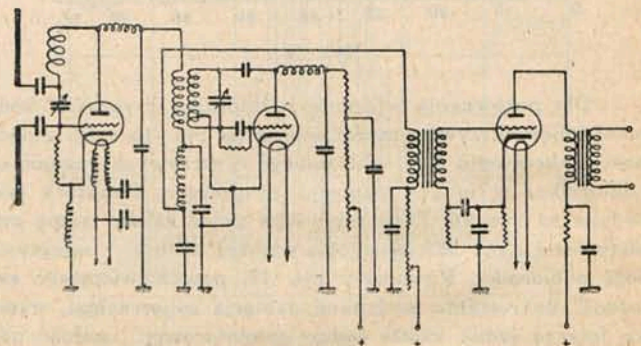
własne odbiornika wybitnie się zmniejszają gdy częstotliwość superreakcji stanowi podwielokrotną częstotliwości obwodu detektora. Mierząc zatem częstotliwość superreakcji (względnie niską) dla dwu sąsiednich zaników szumu można określić częstotliwość detektora.



Rys. 23.

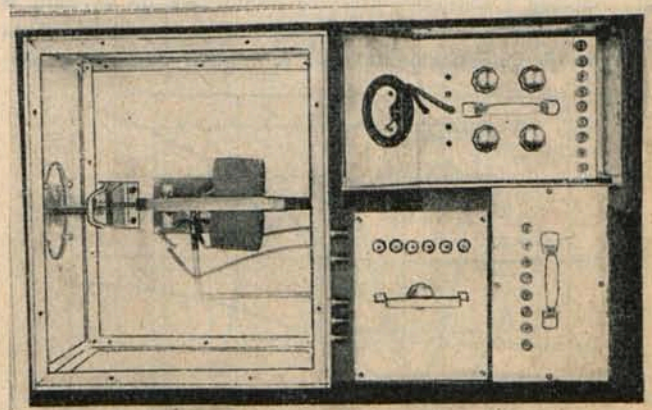
8. Opis odbiornika.

Schemat odbiornika, zastosowanego w opisywanym urządzeniu radiokomunikacyjnym, przedstawiony jest na rys. 24; jest to schemat niepełny, gdyż przedstawia tyl-



Rys. 24.

ko te części odbiornika, które znajdują się w urządzeniu odbiorczym, w skrzyni umieszczonej za reflektorem odbiornika; widok wewnętrzny tej skrzyni jest widoczny na fotografii, podanej na rys. 25.



Rys. 25.

Pierwszy stopień odbiornika stanowi detektor z superreakcją; obwód oscylacyjny detektora składa się z kilkowojowej małej cewki o średnicy 7 mm i kondensatora powietrznego o precyzyjnej regulacji pojemności. Początkowa pojemność kondensatora wynosi około 2 pF, końcowa 25 pF; jeden obrót gałki strojenia zmienia pojemność

o 1 pF. Z obwodem oscylacyjnym są sprzężone przewody anteny odbiorczej. Podejście do reakcji skutecznia się przez zmianę napięcia anodowego. Napięcie superreakcyjne dostarczone jest również do obwodu anodowego za pośrednictwem transformatora w. cz.

Generator superreakcyjny w układzie Harley'a posiada zakres częstotliwości 150 — 700 Kc regulowany w sposób ciągły i może dostarczyć do obwodu detektora około 10 V napięcia szybkozmiennego. Regulacja mocy generatora odbywa się przez zmianę napięcia anodowego.

W urządzeniu odbiorczym umieszczono również pierwszy stopień wzmacniacza małej częstotliwości; jest to zwykły wzmacniacz w układzie transformatorowym.

Napięcia anodowe powyższych członów odbiornika są doprowadzone ze stojaka rozdzielczego, przyczem organy regulacyjne napięć detektora i generatora superreakcyjnego są umieszczone nie tylko na stojaku, lecz również i w urządzeniu odbiorczym, celem ułatwienia strojenia odbiornika przy wymianie lamp lub przechodzeniu na inną falę.

Jako lampę detekcyjną stosowano początkowo lampę f. Telefunken typu REN 904; po ukazaniu się amerykańskich lamp miniaturowych, zastosowano lampę typu RCA 955, osiągając wybitną poprawę rezultatów, co jest widoczne z charakterystyk odbiornika, opisanych w poprzednim rozdziale.

Napięcia anodowe odbiornika, jak również napięcie żarzenia lamp: detektora i generatora superreakcyjnego, są stabilizowane dla zapewnienia stałości odbiornika.

10. Rezultaty praktyczne.

Przeprowadzone w warunkach eksploatacyjnych próby opisywanego urządzenia wykazały że, przy komunikacji jednostronnej w jednym lub drugim kierunku, po odpowiednim dobraniu warunków pracy nadajnika i odbiornika, można bez trudu uzyskać poziom przenoszenia mowy — bez zniekształceń — równy około +20 db., przy szumach nie przekraczających 3%. Wynik ten pozwala przypuszczać, że jednostronna komunikacja przy pomocy tego urządzenia byłaby zupełnie dobra nawet na odległościach trzykrotnie większych.

Trudności rozpoczynają się dopiero przy komunikacji dwuleksowej wtedy, gdy wyjście odbiornika i wejście na nadajnik są ze sobą sprzężone po przez rozwidlenie. W tym przypadku bowiem zostają utworzone dwie drogi dla powstawania sprzężeń pasożytniczych i przenoszenia się szumów i przeszkód z odbiornika na nadajnik i z jednej stacji na drugą. Jedna z nich prowadzi przez rozwidlenie, nadajnik i odbiornik na jednej stacji, powodując t. zw. przesłuch lokalny; można ją zamknąć przez usunięcie sprzężenia między nadajnikiem i odbiornikiem na częstotliwości wielkiej. Druga droga sprzężeń zamyka się poprzez obie stacje w następujący sposób: nadajnik lokalnej stacji, odbiornik na przeciwnej, rozwidlenie, nadajnik na przeciwnej, stacji, odbiornik lokalny, rozwidlenie i znów ma nadajnik.

Gdyby zrównoważenie linii telefonicznej, współpracującej ze stacją, było doskonałe, to obie wyżej wskazane drogi sprzężeń byłyby zamknięte, gdyż nie istniałoby przejście dla prądów akustycznych poprzez rozwidlenie; w praktyce jednak takie zrównoważenie linii nie jest możliwe, gdyż wymagałoby ono doborzenia równoważnika dla każdego nowego połączenia z osobna. Zwykle równoważnik zostaje dobrany do pewnej średniej oporności linii. Poświęcono zatem dużo uwagi kwestii zmniejszenia przesłuchu lokalnego przez zredukowanie, w granicach możliwości, sprzężenia między nadajnikiem i odbiornikiem jednej stacji.

Jak zaznaczono w rozdziale 2 niniejszego artykułu, odbiornik i nadajnik tej samej stacji są ustawione bardzo blisko siebie; powoduje to bezpośrednie oddziaływanie nadajnika na odbiornik na wielkiej częstotliwości. Celem usunięcia tego efektu zmieniono płaszczyznę polaryzacji (z pionowej na poziomą) dla jednego kierunku; zmiana ta zmniejszyła wybitnie przesłuch lokalny, lecz nie usunęła go całkowicie. Dalszą poprawę pod tym względem uzyskano przez staranny dobór długości fali dla obu kierunków, jednak, pomimo tych zabiegów oddziaływanie odbiornika na nadajnik istnieje, powodując konieczność znacznego obniżenia poziomu przenoszenia urządzenia.

W próbnym okresie eksploatacyjnym opisywana instalacja była włączona do sieci międzymiastowej, obsługując z jednej strony abonentów centrali automatycznej zaś z drugiej strony abonentów centrali ręcznej. W tym drugim przypadku stacja była połączona z centralą przy pomocy linii napowietrznej o długości około 3 km. Warunki zrównoważenia linii były tu b. trudne, gdyż centrala ręczna obsługiwała trzy rodzaje aparatów abonenckich. Wobec powyższego, poziom przenoszenia urządzenia należało, celem uniknięcia gwizdów, pisków i szumów pasożytniczych, obniżyć do — 20 db. W okresie tym przeprowadzono kilkadziesiąt połączeń międzymiastowych abonenckich z czego 40% rozmów było bez jakiegokolwiek zarzutu; abonentów innych rozmów skarżyli się przeważnie na słabą słyszalność.

Ponieważ w miejscowości letniskowej znajdowała się rozmównica telefoniczna do rozmów międzymiastowych, postanowiono przeprowadzić próby wykorzystania aparatury do przeprowadzania rozmów z rozmównicy; mikrofon aparatu rozmównicy został w tym przypadku załączony na modulator nadajnika, zaś słuchawka aparatu na wyjście odbiornika z zupełnym pominięciem rozwidlenia. Droga do powstawania sprzężeń szkodliwych została w ten sposób na tej stacji przerwana, co pozwoliło podnieść poziom przenoszenia do 0 db. W okresie próby tak zastosowanego urządzenia zostało przeprowadzone kilkanaście rozmów abonenckich, przyczem wszystkie z wynikiem b. dobrym.

Stażność warunków pracy urządzenia, czy to pod względem przechodzenia rozmów czy sygnałów, podczas powyższych prób, była zupełnie zadawalająca; obsługa urządzenia w tym okresie odbywała się przy pomocy personelu radiotechnicznie niewykwalifikowanego. Nie zaobserwowano również wpływu pory dnia lub wpływu różnorodnych warunków atmosferycznych na pracę urządzenia.

Na zakończenie poświęcimy jeszcze kilka zdań przeszłości, jakie zaobserwowano podczas doświadczeń eksploatacyjnych. Należy podkreślić, że przeszkody atmosferyczne w postaci charakterystycznego trzasku zaobserwowano jedynie przy wyładowaniach atmosferycznych w bezpośredniej bliskości stacji. Uciążliwymi natomiast są przeszkody przemysłowe, powstające wskutek zapłonu silników spalinowych, iskrzenia szczotek na kolektorze, wyładowań iskrowych w aparatach fryzjerskich i t. p. Przeszkody te występowały na stacji umieszczonej w centrum miasta prawie w sposób ciągły, natomiast na stacji w miejscowości letniskowej o słabym ruchu samochodowym obserwowano je tylko w tych przypadkach, gdy w pobliżu stacji przejeżdżał samochód względnie przelatywał samolot. W mieście przeszkody te przybierały niekiedy taką wartość, że uniemożliwiały odbiór właściwego sygnału. Zaobserwowano przytem, że często przeszkody przenoszą się za pośrednictwem przewodów biegnących w pobliżu odbiornika; można na tej podstawie wysnuć przypuszczenie, że umieszcze-

nie odbiornika na wysokości kilkunastu metrów nad poziomem przewodów dachów i t. p. konstrukcji metalowych, wybitnie zmniejszyłoby poziom przeszkód.

W zakończeniu, autorzy pragną zaznaczyć, że materiał doświadczalny do niniejszego artykułu został zaczerpnięty z prac prowadzonych w Laboratorium Fal Krótkich Instytutu Radiotechnicznego pod kierownictwem Prof. inż. D. Sokolcowa oraz z prac Działu Naukowego Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego prowadzonych pod kierownictwem Prof. Dr. inż. J. Groszkowskiego.

Autorzy poczuwają się do miłego obowiązku, złożyć w tym miejscu serdeczne podziękowanie Panu Prof. Dr. inż. J. Groszkowskiemu, za szereg cennych wskazówek i rad przy opracowywaniu niniejszego artykułu.

Dodatek 1.

Istotę superreakcji stanowi periodyczna zmiana oporności rzeczywistej obwodu drgań, od pewnej wartości dodatniej do pewnej ujemnej, zależna od amplitudy E_m i częstotliwości $\frac{p}{2\pi}$ napięcia superreakcji. W obwodzie oscylacyjnym generatora, o pojemności C , indukcyjności L i oporności omowej r , powstanie zatem zmienna oporność

$$R = r + \rho + R_m \sin pt;$$

gdzie ρ oznacza ujemną oporność, wprowadzoną do obwodu przez sprzężenie zwrotne, a R_m oporność wprowadzoną przez napięcie superreakcji, przy czym $\rho = f(i)$, czyli jest funkcją prądu w obwodzie, zaś $R_m = f(E_m)$.

Równanie prądu w obwodzie drgań będzie następujące:

$$L \frac{di}{dt} + i(r + \rho + R_m \sin pt) + \frac{1}{C} \int i dt = E; \quad (1)$$

gdzie E oznacza SEM działającą w obwodzie. Aby rozwiązać to równanie, trzeba wprowadzić szereg uproszczeń; jednym z nich jest pominięcie SEM, działającej w obwodzie, co nie jest słuszne nawet gdy niema sygnału przychodzącego z zewnątrz; następnym uproszczeniem jest założenie $R_m \gg \rho + r$, co jest naogół słuszne, gdy w obwodzie nie ma drgań. W ten sposób dochodzimy do znacznie uproszczonego równania:

$$L \frac{di}{dt} + i R_m \sin pt + \frac{1}{C} \int i dt = 0 \dots (2)$$

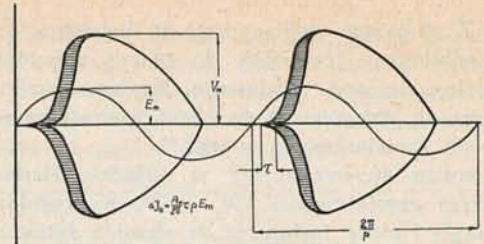
które przedstawia jednak jeszcze pewne trudności matematyczne.

Równanie (2) zostało rozwiązane przez Ataka (21) po wprowadzeniu dalszych uproszczeń, z których najważniejsze jest, że częstotliwość generatora $\frac{\omega}{2\pi}$ jest znacznie większa od częstotliwości superreakcji $\frac{p}{2\pi}$. W rezultacie, Ataka otrzymał wyrażenie na prąd w obwodzie w postaci następującej:

$$i = I e^{\frac{\alpha \cos pt}{p}} \cos(\omega t + m \sin pt)$$

gdzie $\alpha = \frac{R_m}{2L}$.

Analizując powyższe wyrażenie widzimy, że amplituda prądu w obwodzie wzrasta, względnie maleje według prawa wykładniczego, przy czym wykładnik funkcji zmienia się wraz z częstotliwością superreakcji. Ataka, obserwując przebiegi w obwodzie przy pomocy oscylografu, uzyskał naogół potwierdzenie powyższych wniosków. Kształt oscylogramów prądu w obwodzie drgań, otrzymywanych przez Atakę, podany jest na rys. 26.



Rys. 26.
(według H. Ataka).

Z równania (2) wynika w dalszym ciągu, że częstotliwość drgań w obwodzie zależy również od częstotliwości superreakcji; dla różnych wartości m otrzymamy szereg składowych prądu oscylacyjnego w postaci:

$$i_0 = I_0 \cos \omega t;$$

$$i_1 = I_1 \left(1 + \frac{\alpha}{p}\right) \cos(\omega + p)t; \quad i_1 = I_1 \left(1 - \frac{\alpha}{p}\right) \cos(\omega - p)t;$$

$$i_2 = I_2 \left(1 + 2\frac{\alpha}{p}\right) \cos(\omega + 2p)t; \quad i_2 = I_2 \left(1 - 2\frac{\alpha}{p}\right) \cos(\omega - 2p)t;$$

i t. d.

Wykreślając zatem prąd w funkcji częstotliwości, otrzymujemy niejako szereg wierzchołków rezonansu położonych w odległościach, odpowiadających częstotliwości superreakcji. Zjawisko to jest znane pod nazwą wielokrotnego rezonansu; przypisuje się mu wpływ na selektywność odbiornika superreakcyjnego (25).

Ataka przeprowadził również szereg rozważań poświęconych czułości odbiornika superreakcyjnego; opierając się na założeniu, że jakkolwiek SEM, zjawiająca się w obwodzie w okresie od tłumienia przez superreakcję, przyspiesza wzbudzenie się drgań, uzyskał on następujące wyrażenie, na przyrost średniej wartości prądu anodowego

$$\Delta I_a = A(B - Cp + DE_m) p E_m \log \frac{E}{E_0} \dots (3)$$

We wzorze tym A , B , C i D są to pewne stałe, zależne od danych układu; E oznacza SEM sygnału, zaś E_0 jest to SEM, powstająca w obwodzie oscylacyjnym pod wpływem nieciągłości strumienia elektronowego, efektu temperaturfowego lub t. p.

Ze wzoru (3) wynika, że wzmocnienie superreakcji jest w sposób skomplikowany, zależne od częstotliwości superreakcji i napięcia; dla najkorzystniejszych warunków należy obie te wielkości odpowiednio dobrać.

Jeśli przyjmiemy ustalone warunki pracy odbiornika superreakcyjnego, jak to wynika ze wzoru (3), przyrost prądu w obwodzie anodowym generatora będzie proporcjonalny do logarytmu natężenia pola sygnału: $I_a = K \log E$.

SPIS LITERATURY.

1. M. Marconi, Marc. Rev. nr. 39, 1932.
2. B. de S. F. R., nr. 2, 1934.
3. I. Wolff, E. G. Linder, R. A. Braden, P. I. R. E., nr. 1, 1935.
4. C. Englund, P. I. R. E. nr. 3, 1934.
5. W. D. Hershberger, P. I. R. E., nr. 6, 1934.
6. K. Morita, Rep. Rad. Res. Japan, nr. 2, 1935.
7. N. E. Lindenblad, P. I. R. E., nr. 9, 1935.
8. M. Marconi, Marc. Rev. nr. 40, 1933.
9. A. Clavier, L'Onde El. nr. 147, 1934.
10. W. Mc. Pherson, E. H. Ulrich, El. Comm., nr. 4, 1936.
11. N. F. Schlack, F. A. Polhinghorn, P. I. R. E. nr. 11, 1936.
12. D. Sokolcow, W. Majewski, S. Ryżko, Przegl. Radj. nr. 17, 18, 1933; W. i P. I. R., 1933.

13. P. Handel, W. Pfiser, Ht. u. E. A., t. 47, 1936, str. 182.
14. C. H. Burrow, A. Decino, E. Hunt, P. I. R. E. nr. 12, 1936.
15. H. O. Roosenstein, Ht. u. E. A., t. 42, 1933, str. 85.
16. O. H. Roth, Ht. u. E. A., t. 48, 1936, str. 45.
17. B. Salberg, D. G. Burnside, P. I. R. E., nr. 10, 1935.
18. F. Dunmore, J. R. Bureau Stand., nr. 6, 1935.

20. Scroggie, W. E. E. W., nr. 10, 1936.
21. H. Ataka, P. I. R. E., nr. 8, 1935.
22. T. Hayasi, Rep. Rad. Res. Japan, nr. 1, 1936.
23. W. E. Benham, Rad. Eng. nr. 6, 1936.
24. S. Becker, L. M. Leeds, P. I. R. E. nr. 9, 1936.
25. G. Gorelik, G. Hinz, Techn. Radio i Stab. Toka, nr. 12, 1932.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE

Zastosowanie generatorów lampowych do urządzeń alarmowych.

(K. Nentwig ETZ, sierpień 1936 r., str. 975).

W dotychczas używanych elektrycznych urządzeniach alarmowych, organem sterującym jest zazwyczaj albo komórka fotoelektryczna, albo też skomplikowane urządzenie przekaźnikowo-przełączające. Jednakowoż urządzenia te są stosunkowo drogie i niezbyt proste, wobec czego nie mogły znaleźć szerszego zastosowania. Szybki rozwój radiotechniki lat ostatnich i zastosowanie układów lampowych w różnych urządzeniach technicznych, naprowadziło konstruktora na myśl o zużytkowaniu obwodów drgań generatorów lampowych do urządzeń alarmowych w instytucjach publicznych, sklepach i domach mieszkalnych. Istnieją obecnie dwa typy bardzo prostych urządzeń alarmowych wykorzystujących własności samowzbudnych generatorów lampowych z reakcją. W pierwszym z nich osoba wchodząca w strefę działania t. zw. „anteny odbiorczej” urządzenia, dołączonej do obwodu drgań generatora, rozstraja ten ostatni, zwiększając pojemność obwodu i zrywa drgania w tym obwodzie, dzięki czemu zwiększa się raptownie prąd anodowy lampy. Prąd ten przepływając przez uzwojenie cewki przekaźnika uruchamia go. Przekaznik przyciąga kotwicę, która zwiera sprężyny zamykając obwód aparatu alarmowego: np. syreny, dzwonka itp. Jest to system zrywania drgań. W drugim typie urządzeń — odwrotnie — drgania wzbudzają się tylko w chwili zbliżenia się jakiejś osoby do anteny odbiorczej, dołączonej do kondensatora reakcyjnego generatora. Jest to system wzbudzania drgań. System ten jest dogodniejszy, bo jest łatwiejszy w regulacji, prosty i nie wywołuje zakłóceń w odbiorze w sąsiednich odbiornikach (drgania powstają tylko na krótki czas w czasie alarmu, a w czasie spokoju drgań nie ma). Przekaznik tu trzyma sprężynę w czasie spokoju i puszcza w czasie alarmu (kontakt spoczynkowy). Podstawowym warunkiem dobrego funkcjonowania urządzeń obydwu typów jest duża i raptowna zmiana prądu anodowego przy powstawaniu i zerwaniu się drgań w zastosowanej lampie.

Dla lepszego zapoznania się z tego rodzaju urządzeniem rozpatrzmy działanie modelu aparatu zbudowanego przez autora według systemu „wzbudzania drgań”. Rysunek 1 podaje schemat ideowy urządzenia. Do punktu *a* połączono

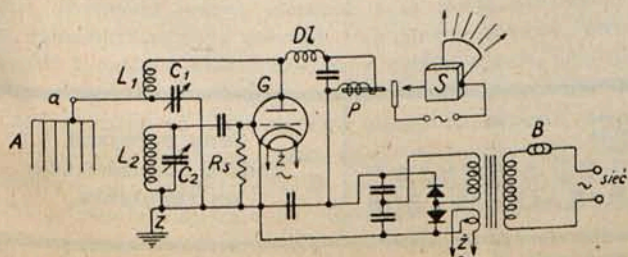
nego z obwodem reakcji $C_1 L_1$ generatora lampowego *G* przyłączona jest sieć drutów (antena) umieszczona niewidocznie wzdłuż ścian lub pod podłogą przy wejściu zabezpieczonego lokalu lub też w innym jakimkolwiek odpowiednim miejscu. Generator jest tak wyregulowany, że drgania w obwodzie $L_2 C_2$ powstają od razu przy zwiększeniu pojemności reakcji C_1 nawet o bardzo nieznaczną wielkość (kilka cm) tak, że przy zbliżeniu się człowieka do anteny *A* lampa zaczyna natychmiast drgać. Z chwilą powstania drgań, prąd anodowy zmniejsza się, przekaznik *P* włączony za dławikiem *Dl* puszcza, włączając tym samym urządzenie sygnalizacyjne *S* (dzwonek, syrena). Generator działa zazwyczaj na fali ok. 2 000 m. Zasilanie może być sieciowe albo baterijne (pewniejsze ze względu na złą wolę osób trzecich mogących przeciąć przewody sieci do zabezpieczonego lokalu). Aparat jest raz na zawsze wyregulowany po ustawieniu w danym lokalu i tylko w przypadku przeniesienia do innego miejsca wymaga podregulowania (dostrojenie C_1 i C_2). Poza tym jest szybko działający, pewny i niezawodny.

M. Pcz.

Nowy układ do kontroli modulacji.

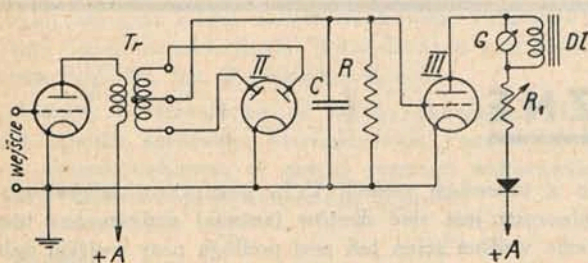
(E. Divoire, Bruxelles, Electronics, wrzesień 1936 r., str. 70).

Jak wiadomo, amplitudy drgań akustycznych wywoływanych przez różnego rodzaju instrumenty muzyczne lub też przez struny głosowe śpiewaków występujących przed mikrofonem stacyj radiofonicznych różnią się bardzo co do swej wielkości. Na przykład zmiany ciśnienia powietrza wywoływane przez duży bęben są rzędu $1/10$ atmosfery, natomiast wysokie tony pianissimo wzięte na skrzypcach wywołują zgęszczenia i rozrzedzenia powietrza o ciśnieniu rzędu jednej miliardowej (10^{-9}) atmosfery t. j. ok. 0,5 milibara. Amplitudy tonów wydawanych przez jeden i ten sam instrument muzyczny mają się do siebie jak 1:3000 (rzadko), 1:300 (50 decybeli) lub 1:100 (40 decybeli) — normalnie. Urządzenia mikrofonowe i wzmacniacze zazwyczaj są tak budowane, że reagują tylko na pewien ściśle określony wąski zakres amplitud drgań głosowych (np. 1:100), które zostają zamienione na amplitudy pulsującego prądu elektrycznego, modulującego falę nośną nadajnika. Ze względu na możliwość powstawania niepożądanych zjawisk przy zbyt wielkich amplitudach prądów modulujących (zniekształcenia, powstawanie wyższych harmonicznych, interferencja z „sąsiednią falą innego nadajnika”), konieczna jest ciągła kontrola wielkości tych prądów, czyli kontrola t. zw. głębokości modulacji na całym zakresie częstotliwości akustycznych. W Laboratorium Międzynarodowej Unii Radiofonicznej (V. I. R.) w Brukseli ostatnio został opracowany i skonstruowany nowy układ do ciągłej kontroli modulacji. Układ ten, który w wykonaniu modelowym reagował na wszystkie impulsy prądu trwające dłużej niż 0,2 sek., może być stosowany w zakresie częstotliwości od 30 do 10 000 akr/sek i odtwarzać wiernie wielkości amplitud tych impulsów. Rys. 1 podaje schemat ideowy układu. Jako wskaźnik służy tu galwanometr (*G*) z cewką



Rys. 1.

ruchomą, o b. małej bezwładności. Dzięki zastosowaniu lekkiej budowy układu ruchomego galwanometru i b. silnego magnesu udało się powiększyć czułość przyrządu tak, że odtwarzał on już wiernie impulsy prądu trwające zaledwie 0,025 sek. Dane przyrządu są następujące: długość



Rys. 1.

skali 200 mm, zużycie mocy 1,5 mW, moment obrotowy ruchomej części ok. 300 mgr. cm. Ażeby umożliwić dokładny odczyt tak krótkotrwałych impulsów i jeszcze bardziej uczulić układ — do obwodu anodowego lampy prostowniczej (II) włączony został kondensator o małej pojemności C (4 000 — 5 000 $\mu\mu\text{F}$) i duży opór R (20 — 100 $\text{M}\Omega$). Stała czasu układu RC jest tak dobrana, że czas ładowania kondensatora t_1 (trwanie rejestrowanego impulsu) jest b. mały (proporcjonalny do wielkości C), natomiast okres rozładowywania przez duży opór R — t_2 $t = R$ jest rzędu dziesiątych części a nawet i kilku sekund (rośnięcie wraz z R) tak, że przyrząd G zdąży dać odpowiednie wychylenie. Na przykład, gdy $C = 5 000 \mu\mu\text{F}$ a $R = 100 \text{M}\Omega$ — czas ładowania kondensatora wynosi $t_1 = 0,001$ sek, czas zaś wyładowania $t_2 = 3$ sek, gdy $R = 35 \text{M}$, to $t_1 = 0,001$ sek, a $t_2 = 1$ sek. Przy $R = 16 \text{M}\Omega$ $t_1 = 0,001$ a $t_2 = 0,5$ sek. Zasada działania układu jest następująca. Prądy modulujące doprowadzone do zacisków wejściowych, po wzmocnieniu w lampie I, oddziałują poprzez transformator T_r na prostownik, którym w tym wypadku jest duodiody (II). Prąd anodowy duodiody oddziałuje na układ CR , na zaciskach, którego napięcie daje impulsy na siatkę lampy końcowej III. Do obwodu anodowego tej lampy załączony jest galwanometr G wskazujący głębokość modulacji i opór regulacyjny R_1 . Zastosowanie duodiody w układzie przeciwnym miało na celu uzyskanie prostoliniowej zależności między przychodzącym sygnałem i prądem anodowym z jednej strony oraz proporcjonalności przyrostu napięcia między anodą a katodą lampy II do czasu z drugiej strony, co jak wiadomo możemy uzyskać tylko wtedy, gdy opór wewnętrzny lampy jest znikomo mały w porównaniu z oporem zewnętrznym R . Tę cechę właśnie posia-

da duodiody w układzie przeciwnym. Warunkiem niezależności się od częstotliwości jest możliwie mała wartość RC . Dla rozszerzenia zakresu i czułości przyrządu przy b. dużym R dajemy wzmacniacz wstępny (I) i dławik małej częstotliwości $D1$ załączony równolegle do galwanometru G . Wyniki zastosowania praktycznego układu wykazały jego przydatność do kontroli modulacji, wierność i pewność w pracy.

M. Pcz.

Nowe linie do przesyłania fal ultra krótkich.

(Komunikat firmy Bell Telephone Laborat. Electronics wrzesień, 1936 r., str. 59).

Rozchodzenie się ultra krótkich fal radiowych w przestrzeni ograniczonej doskonałym przewodnikiem jest znane od dawna. Jednakowoż poszczególne wypadki podobnego rodzaju przesyłania fal dają nieraz b. ciekawe wyniki. Do bardzo interesujących należą wyniki otrzymane ostatnio podczas doświadczeń w laboratorium Tow. Bell Telephone. Na końcach rury miedzianej o średnicy ok. 150 mm (6") i o długości 375 m (1 250) ustawiono generator magnetronowy w układzie Barkhausena, wytwarzający częstotliwości w zakresie od 1 000 do 2 000 Mc (fale 30 — 15,0 cm) i odbiornik składający się z detektora kryształkowego i galwanometru. Nadajnik zasiliał półfalową antenę umieszczoną wewnątrz rury. Wyniki badań były następujące. Fale podczas drogi w rurze ulegają wielokrotnemu odbiciu. Linia przesyłana — rura miedziana — działa jako filtr obcinający dolne częstotliwości (high pass). Zakres obcinanych częstotliwości zależy od średnicy rury. Częstotliwość graniczna odpowiada fali rzędu wielkości średnicy rury. Podczas doświadczeń dały się zaobserwować cztery różne co do sposobu rozchodzenia się rodzaje fal. Tłumienie jednej z grup tych fal malało wraz ze wzrostem częstotliwości. Tu należy nadmienić, że w normalnej linii koncentrycznej tłumienie wzrasta proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego z częstotliwości.

M. Pcz.

BIBLIOGRAFIA

Kazimierz Krulisz: „Zasady Radiotechniki”, część druga, „Lampy Elektronowe”. Stron 377 + XII, rys. 222. Nakład Stow. Elektryków Polskich, Warszawa, 1937.

Na początku bieżącego roku wyszła z druku książka pod powyższym tytułem. Szczegółowe sprawozdanie ukaże się w jednym z najbliższych zeszytów. Przegl. Radjot.

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

Biurowisko 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

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

Ceny ogłoszeń
podaje administracja
na zapytanie.

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

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87-98 w dzierżawie Spółki Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.