

BIBLIOTEKA  
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

79

KRZYSZTOF DĄBROWSKI  
OE1KDA

HISTORYCZNA TECHNIKA  
KRÓTKOFALOWCÓW  
TOM 2

WIEDENŃ 2026



© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA  
Wiedeń 2026

Opracowanie niniejsze może być rozpowszechniane i kopiowane na zasadach niekomercyjnych w dowolnej postaci (elektronicznej, drukowanej itp.) i na dowolnych nośnikach lub w sieciach komputerowych pod warunkiem nie dokonywania w nim żadnych zmian i nie usuwania nazwiska autora. Na tych samych warunkach dozwolone jest tłumaczenie na języki obce i rozpowszechnianie tych tłumaczeń.

Na rozpowszechnianie na innych zasadach konieczne jest uzyskanie pisemnej zgody autora.

# **Historyczna technika krótkofalowców**

## **Tom 2**

**Krzysztof Dąbrowski OE1KDA**

**Wydanie 1**  
**Wiedeń, luty 2026**

## Spis treści

Wstęp	8
1. Układy KF	11
1.1. Nadajniki iskrowe	11
1.2. Odbiorniki detektorowe	14
1.2.1. Detektory stykowe	17
1.2.2. Detektory na diodach lampowych	18
1.2.3. Detekcja anodowa	18
1.2.4. Detekcja siatkowa	20
1.3. Reakcja	21
1.3.1. Układ autodynowy	23
1.3.2. Układ Reinartza	23
1.4. Układ ekradynowy	24
1.5. Układ negadynowy	25
1.6. Neutrodyna	26
1.7. Prehistoria półprzewodników	27
1.7.1. Ujemny opór dynamiczny cynkitu	27
1.7.2. Pierwsze patenty na tranzystory polowe	31
1.8. Antena kompensacyjna Stefana Manczarskiego	32
1.9. Historyczne podzespoły	33
1.10. Powielanie częstotliwości	36
2. Krótkofalarskie konstrukcje KF do 1939 roku	38
2.1. Przydziały pasm amatorskich	46
2.2. Radiostacja Tadeusza Heftmana	48
2.3. Przedwojenne lampy elektronowe	51
2.4. Nadajnik telegraficzny małej mocy TPFO	57
2.5. Jednolampowy nadajnik TPBB w układzie Hartleya	58
2.6. Krótkofalowy odbiornik 1-V-2 SP3DK	59
2.7. Nadajnik foniczny AM SP3DK	61
2.8. Nadajnik Jana Ziembickiego SP3AR	63
2.9. Nadajnik T.P.T.G. Jana Ziembickiego	65
2.9.1. Działanie układu TPTG	66
2.10. Krótkofalowe odbiorniki 0-V-1 i 0-V-2 SP3GR	67
2.11. Stacja klubowa SP3LK	70
2.12. Pomiary wysokich napięć	70
2.13. Nadajnik sterowany kwarcem	73
2.14. Odbiornik 1-V-2 Jana Ziembickiego	74
2.15. Superheterodyna krótkofalowa SP3FC	76
2.16. Symetryczne nadajniki telegraficzne	77
2.17. Sterowane kwarcowo nadajniki SP3AR	78
2.18. Prostowniki chemiczne	80
2.19. Przystawka do odbioru fal krótkich na odbiornikach długo- i średniofalowych	82
2.20. Nadajnik TPFG SP1AR	82
2.21. Odbiornik 1-V-1 SP1ED	85
2.22. Nadajnik telegraficzno-foniczny dla początkujących	86
2.23. Nadajnik telegraficzno-foniczny SP1AE z modulacją anodową	87
2.24. Odbiornik superheterodynowy z filtrem kwarcowym SP1AR	89
2.25. Trzystopniowy nadajnik SP1FJ z generatorem <i>tri-tet</i>	93
2.25.1. Zasada działania generatora <i>tri-tet</i>	97
2.26. Superheterodyna SP1RG	98
2.27. Krótkofalowa przystawka z przemianą częstotliwości	101
2.28. Bateryjny nadajnik QRP	103
2.29. Widmowy częstościomierz kwarcowy	105

Literatura i adresy internetowe	106
Spis tomów „Biblioteki polskiego krótkofalowca”	108

## Sommaire

### Technique radioamateur historique

Préface	8
1. Montages HF	11
1.1. Émetteurs à étincelles	11
1.2. Récepteurs à galène	14
1.2.1. Détecteurs à jonction	17
1.2.2. Détecteurs avec diode à tube	18
1.2.3. Détection anodique	18
1.2.4. Détection par la grille	20
1.3. Réaction	21
1.3.1. Circuit de Schnell	23
1.3.2. Circuit de Reinartz	23
1.4. Amplificateur à tube avec la grille écran	24
1.5. Amplificateur avec la la résistance negative	25
1.6. Amplificateur avec le neutrodynage	26
1.7. Préhistoire des semi-conducteurs	27
1.7.1. Résistance dynamique négative de zincite	27
1.7.2. Premiers brevets pour les transistors à effet de champ	31
1.8. Antenne à contrepoids de Stefan Manczarski	32
1.9. Composants électroniques historiques	33
1.10. Multiplication de fréquence	36
2. Constructions radioamateurs jusqu'en 1939	38
2.1. Les bandes radioamateur	46
2.2. Le poste de Tadeusz Heftman	48
2.3. Tubes électroniques d'avant-guerre	51
2.4. Émetteur télégraphique de faible puissance de TPFO	57
2.5. Émetteur monotube Hartley de TPBB	58
2.6. Récepteur à ondes courtes 1-V-2 de SP3DK	59
2.7. Émetteur AM de SP3DK	61
2.8. Émetteur de Jan Ziembicki SP3AR	63
2.9. Émetteur T.P.T.G. de Jan Ziembicki	65
2.9.1. Comment fonctionne un oscillateur TPTG	66
2.10 Récepteur à ondes courtes 0-V-1 et 0-V-2 de SP3GR	67
2.11. Le poste du Club SP3LK	70
2.12. Mesures de haute tensions	70
2.13. Émetteur à quartz	73
2.14. Récepteur 1-V-2 de Jan Ziembicki	74
2.15. Superhétérodyne à ondes courtes de SP3FC	76
2.16. Émetteurs télégraphiques symétriques	77
2.17. Émetteurs à quartz de SP3AR	78
2.18. Redresseurs chimiques	80
2.19. Convertisseur pour la réception d'ondes courtes sur des récepteurs à ondes moyennes	82
2.20. Émetteur TCFG de SP1AR	82
2.21. Récepteur 1-V-1 de SP1ED	85
2.22. Émetteur AM et télégraphique pour débutants	86
2.23. Émetteur AM et télégraphique avec modulation anodique de SP1AE	87
2.24. Superhétérodyne avec filtre à quartz de SP1AR	89
2.25. Émetteur à trois étages avec oscillateur <i>tri-tet</i> de SP1FJ	93
2.25.1. Comment fonctionne un oscillateur <i>tri-tet</i>	97
2.26. Superhétérodyne de SP1RG	98

2.27. Convertisseur pour la réception d'ondes courtes	101
2.28. Émetteur QRP à batterie	103
2.29. Fréquencemètre spectral à quartz	105
Bibliographie et les pages web	106
Liste des volumes de la „Bibliothèque de radioamateur polonais”	108

## Wstęp

W rozdziale pierwszym omówiono dokładnie zasady pracy układów dawniej powszechnie stosowanych, dla ułatwienia zrozumienia działania i właściwości przedstawionych dalej konstrukcji amatorskich z dawnych lat. Pomimo wielu słabych stron tych rozwiązań krótkofalowcy osiągnęli na nich interesujące rezultaty i wiele z nich znalazło zastosowanie również w okresie powojennym i to nie tylko w wersji lampowej, ale i półprzewodnikowej. Kolejne rozdziały zawierają wybór układów i konstrukcji amatorskich z danego okresu. Ze względu na dużą liczbę opracowań niemożliwe byłoby przytoczenie ich wszystkich. Nie byłoby to zresztą zbyt interesujące: kolejne rozwiązanie dwulampowego odbiornika reakcyjnego na pasmo 40 m lub podobnych nie przyciągałoby już w dostatecznym stopniu uwagi czytelników. Konstrukcje przedstawiono zasadniczo w kolejności chronologicznej ich publikacji odstępując od tej zasady – łącząc we wspólnym punkcie – w przypadku gdy kilka z nich miało jakiś wspólny element (tego samego konstruktora, podobne lub identyczne zasady działania albo rozwiązania układowe, albo gdy były to kolejne stadia rozbudowy pierwotnej konstrukcji).

Również ze względu na dużą liczbę fabrycznych odbiorników radiowych i opisów odbiorników do własnej konstrukcji publikowanych w pismach radiotechnicznych i krótkofalarskich zrezygnowano z ich przytoczenia (poza nielicznymi uzasadnionymi wyjątkami). Jak wynika z dużej liczby publikacji konstruowanie odbiorników radiowych w warunkach domowych było przez dłuższy czas opłacalne i cieszyło się sporym powodzeniem. Od lat 1950-tych takim powodzeniem cieszyła się budowa prostych lub bardziej skomplikowanych odbiorników tranzystorowych – konkurentów *Kolibra* i spółki. Być może znajdują się one na łamach któregoś z kolejnych tomów, ale zasadniczo na te tematy ukazało się już sporo opracowań drukowanych i filmów internetowych więc może byłoby to niepotrzebne dublowanie prac innych autorów i rekonstruktorów sprzętu.

Podobnie jeśli chodzi o technikę nadawczą autor zdecydował się na przedstawienie techniki ściśle krótkofalarskiej lub używanej również przez krótkofalowców j.np. nadajniki iskrowe.

Szereg spraw podstawowych, zasad pracy lamp elektronowych, ich rodzajów, materiałów stosowanych w urządzeniach, znaczeń słów i określeń, skróconych życiorysów itp. zostało przedstawione w pierwszym tomie opracowania, dlatego też w razie niejasności prosimy o zwrócenie tam i poszukanie wyjaśnień. Dla przypomnienia: pojemność 1 cm, używana w przedwojennych publikacjach odpowiadała 1,1 pF.

W terminologii, tytułach wydawnictw i częściowo w opisach konstrukcji stosowane jest ówczesne nazewnictwo i pisownia.

W wielu miejscach w przypisach podane są skrócone życiorysy bardziej zasłużonych krótkofalowców, albo osób które wniosły istotny wkład w rozwój polskiego krótkofalarstwa, mimo że same nie miały licencji amatorskiej. Zasługi prof. prof. Janusza Groszkowskiego i Wilhelma Rotkiewicza dla polskiej radiotechniki i przez to dla polskiego krótkofalarstwa są tak duże, że dla obszerniejszego zapoznania się z nimi (i z działalnością wielu innych osób) odsyłamy czytelników do opracowania „Radioelektronicy” dostępnego w Internecie (poz. [2] w spisie literatury).

Głównym celem obecnego opracowania jest przedstawienie historycznej radiotechniki stosowanej przez krótkofalowców w powiązaniu z podstawowymi informacjami o konstruktorach i ich osiągnięciach, ale autor pragnie zwrócić uwagę na działalność kilku, mniej znanych obecnie albo niesłusznie zapomnianych osób bez których rozwój krótkofalarstwa w Polsce opóźniłby się o wiele lat, albo zyskałoby ono mniejszą popularność. Pierwszymi dwoma z nich są bracia Stanisław i Janusz Odyńcowie.

Obaj prekursorzy polskiego krótkofalarstwa pochodzili z książęcego rodu Odyniec-Bagrynowski herbu Odyniec i obaj urodzili się na Kaukazie, gdzie w czasie zaborów rodzina szukała źródeł wzbogacenia. Po wczesnej śmierci ojca wdowa Natalia z synami powróciła do Polski i zamieszkała w Warszawie. Stanisław rozpoczął studia na wydziale architektury w Paryżu, a po powrocie do Warszawy kontynuował studia w Szkole Sztuk Pięknych. Stanisław odziedziczył po ojcu żyłkę do interesów natomiast Janusz miał szerokie zainteresowania techniczne, które później rozwinęły się w ruchu radioamatorskim. Od 1924 roku Stanisław włączył się w działalność powstającej właśnie radiofonii i w jesieni tego roku obaj bracia założyli pierwsze w Polsce pismo poświęcone radiofonii i ruchowi radioamatorskiemu *Radio-Amator* (RA), którego pierwszy numer ukazał się we wrześniu t.r. Stanisław został jego redaktorem naczelnym a Janusz wydawcą. Pismo publikowało m.in. opisy i schematy odbiorników radio-

fonicznych i amatorskich, anten, a później także nadajników krótkofalarskich oraz artykuły edukacyjne. Obaj bracia zaangażowali się też w popularyzację i rozwój ruchu radioamatorskiego i krótkofalarstwa. Byli też inicjatorami powstania *Zrzeszenia Przedsiębiorstw Radiotechnicznych w Polsce* oraz *Centralnego Komitetu Polskich Zrzeszeń Radiotechnicznych*. Obaj publikowali na łamach *RA* pod swoimi nazwiskami, a Janusz dodatkowo również pod nazwiskiem J. Bagrynowski.

W 1925 roku Stanisław uczestniczył w zjeździe założycielskim IARU w Paryżu. *Radio-Amator* w coraz większym stopniu poświęcał swoje łamy tematyce krótkofalarskiej. Stanisław Odyniec opracował też system przydzielania znaków nadawczych (z serii TP...), w redakcji zainstalowano także amatorską stację nadawczą o znaku TPAB z laboratorium radiotechnicznym i prowadziła ona pierwsze w Polsce biuro QSL. Stała się ona ośrodkiem skupiającym pierwszych polskich nadawców. W 1926 roku redakcja była inicjatorem organizacji pierwszej wystawy radiowej w Warszawie. Nagrody za konstrukcje odbiorników amatorskich zdobyli na niej Tadeusz Heftman TPAX, Władysław Wysocki TPAI oraz Leonard i Ludomir Danilewiczowie TPAV. Nagrodzony został też odbiornik superreakcyjny Stefana Manczarskiego. Stała się ona wzorem dla organizacji wystaw w innych miastach Polski. Ostatnia wystawa tego typu odbyła się na przełomie sierpnia i września 1938 roku w Warszawie. Następnej przeszkodziła napaść hitlerowska na Polskę.

Bracia brali też czynny udział w pracach nad kształtem polskiej radiofonii i nad zasadami przyznawania koncesji. Wspierali też spółkę *Polskie Radio* w jej staraniach o koncesję, która uzyskała 18 sierpnia 1925 r. W okresie przejściowym Stanisław występował m.in. na antenie, a Janusz zajmował się sprawami administracyjno-technicznymi PTR. Dyrektorem spółki został Zygmunt Chamiec. Niestety w doborze współpracowników pominął on obu braci, a kiedy w 1927 roku okazał się prawdziwym chamcem i zaprzestał przesyłania informacji o programie do *Radio-Amatora* (dokładniej do jego dodatku p.t. *Radjofon Polski*) stało się to gwoździem do trumny tego legendarnego dziś pisma. Rozczarowany Stanisław wyemigrował w 1928 r. do Argentyny, gdzie został wykładowcą na Uniwersytecie Katolickim, ożenił się z właścicielką sklepu jubilerskiego i nabył posiadłość ziemską. W czasie wojny gościł w niej Witolda Gombrowicza<sup>1</sup>. Zmarł w 1961 roku w Argentynie. Janusz pozostał w kraju (w poz. [2] podano omyłkowo, że obaj bracia wyjechali z kraju w 1928 r.), próbował założyć pismo *Wiadomości Radiowe* (ale nie otrzymywał również do niego programów *Polskiego Radia*), później pracował też w *Centralnym Ośrodku Przemysłowym* (COP) i publikował w pismach radiotechnicznych artykuły techniczne pod nazwiskiem J. Bagrynowski, J. Odyniec lub podpisane inicjałami J.O. We wrześniu 1939 r. przez Rumunię i Francję ewakuował się do Anglii. W 1941 r. zmarł na serce w metrze w czasie bombardowania Londynu przez Niemców. O ile Stanisław jest od czasu do czasu wspominany przy okazji różnych rocznic krótkofalarskich, o tyle Janusz niesłusznie popadł w zapomnienie. W rzeczywistości obaj byli najbardziej zasłużonymi działaczami polskiego krótkofalarstwa i radiofonii w ich pionierskim okresie.

Trzecią osobą, którą pragniemy przypomnieć był cieszyński wydawca i księgarz Brunon Kotula (1898 – 1961). Pochodził z rodziny ewangelickich działaczy narodowych na Śląsku Cieszyńskim. Księgarnia została założona przez księgarza Jerzego Kotulę (1855 – 1899) w r. 1879, współzałożyciela „Przyjaciela Ludu”, syna Andrzeja (1822 – 1891) – prawnika, pisarza, współzałożyciela Czytelni Polskiej w Cieszynie, współpracownika „Tygodnika Cieszyńskiego” i „Gwiazdki Cieszyńskiej”, autora *Szkoły polszczyzny...* Pierwszym synem Andrzeja i Anny z Tetłów był Jerzy, drugim Bolesław (1849 – 1898), botanik i zoolog, a trzecim Andrzej Władysław (1853-1934), inżynier i dyrektor kolei żelaznej w Wiedniu (pomagał Bolesławowi w pracach naukowych, a po jego śmierci porzucił karierę urzędniczą; nie założył rodziny). Karol Kotula (1884 – 1968) był ewangelickim biskupem, kapłanem WP i autorem prac historycznych. Synem Karola był prof. historii starożytnej i dr hc. Uniwersytetu Poznańskiego Tadeusz Kotula (1923-2007).

Brunon Kotula był zasłużony dla popularyzacji radiotechniki w Polsce m.in. dzięki publikacji w seriach *Samouczek techniczny* i *Ilustrowana biblioteka dla młodzieży* (w latach 1920-tych) książek poświęconych radiotechnice, krótkofalarstwu i elektryczności. Dzięki nim szersze rzesze młodzieży i osób chcących poznać technikę mogły rozbudzić zainteresowania i uzyskać kontakt z techniką, w tym z radiotechniką. W serii *Samouczek techniczny* ukazały się w latach 1922 – 1927 co najmniej 23

---

<sup>1</sup> Autora m.in. *Ferdydurki* i *Iwony księżniczki Burgunda*. Legendarne stało się zakończenie pierwszej z nich: „Koniec! I bomba. A kto nie czytał ten trąba”.

broszurki poświęcone tematykom elektryczności, eksperymentom i jej zastosowaniom, pomiarom elektrycznym, łączności przewodowej i bezprzewodowej i praktycznym sprawom konstrukcyjnym<sup>2</sup>. Wśród autorów byli m.in. wymienieni dalej Ludomir Danilewicz (co najmniej dwie pozycje) i Michał Kibiński (co najmniej 11 pozycji). Kotula wydał też szereg innych pozycji poświęconych tym tematom, ale nie należących do wymienionych serii.

Jako (nieostrą) granicę przedstawianego okresu czasu autor przyjął rok 1965. Był to orientacyjnie początek ery półprzewodników w amatorskich konstrukcjach UKF i KF w Polsce. W niektórych przypadkach prezentowane są także rozwiązania bardziej współczesne i ich powiązania lub pokrewieństwa z historycznymi dla pełniejszego przedstawienia historii ich rozwoju lub dla wyczerpania tematu. Przy aktualnym stanie rozwoju techniki wszystkie te konstrukcje i układy mają wprawdzie tylko znaczenie historyczne, ale warto je znać i rozumieć ich zasady działania, bo jest to część ogólnego dorobku krótkofalarskiego.

W warunkach polskich były to czasy samodzielnych konstrukcji sprzętu krótkofalarskiego lub adaptacji sprzętu wycofanego z użytku profesjonalnego (radiostacji wojskowych jak nieśmiertelna RBM-ka lub stosowanych w innych służbach). Sprzęt fabryczny bywał czasami przywożony z zachodu przez osoby przebywające tam (służbowo) dłużej i zarabiające w dewizach, i mógł być on obiektem cichej zazdrości innych, ale nie wywierał znaczącego wpływu na stan polskiego krótkofalarstwa. Nie został on też uwzględniony w obecnym opracowaniu.

*Krzysztof Dąbrowski OE1KDA*  
*Wiedeń*  
*11 lutego 2026*

---

<sup>2</sup> Ponieważ autor nie dysponuje pełnym wykazem wydawnictw więc być może ramy czasowe były szersze.

## 1. Układy KF

### 1.1. Nadajniki iskrowe

Nadajniki iskrowe były pierwszym typem nadajników stosowanych w komunikacji radiowej. Źródło fali elektromagnetycznej stanowiła w nich iskra przeskakująca w iskierniku. W najprostszych, początkowych rozwiązaniach nadajnik składał się z iskiernika połączonego z anteną (stanowiącą jedyny element rezonansowy określający długość promieniowanej fali) i zasilanego z uzwojenia wtórnego transformatora<sup>3</sup>. W jego obwodzie pierwotnym znajdowało się źródło prądu (bateria) i klucz telegraficzny. W momencie naciśnięcia klucza w obwodzie płynął prąd z baterii, a w momencie jego puszczenia w indukcyjności uzwojenia pierwotnego indukował się impuls o napięciu znacznie wyższym od napięcia zasilania. Po przetransformowaniu w górę do iskiernika podawany był impuls o napięciu dostatecznie wysokim, aby spowodować przeskok iskry. W kolejnych bardziej rozwiniętych układach dodawane były obwody rezonansowe zawężające pasmo nadawanego sygnału, co było warunkiem do współistnienia w eterze większej liczby stacji. Stacje iskrowe emitowały fale tłumione (gasnące) nadające się praktycznie do transmisji telegraficznej. Dopiero nadajniki lampowe pozwoliły na transmisję foniczną dobrej jakości w szerokim zakresie fal – od długich do krótkich..

Do czasu opracowania detektorów kryształkowych do detekcji fali w odbiorniku wykorzystywano tzw. koherer (wynaleziony przez Edwarda Branlyego (1844-1940) w r. 1890 i noszący początkowo francuską nazwę *radioconducteur*). Była to rurka szklana wypełniona opiłkami metalowymi przeważnie żelaznymi lub niklowymi (czasami z dodatkiem aluminium). W stanie spoczynkowym opiłki te miały stosunkowo wysoką oporność, a odebranie sygnału powodowało ich uporządkowanie i zlepianie się (stąd pochodziła niemiecka nazwa *fritter, m*) wskutek mikrowyładowań spowodowanych przez energię pola elektromagnetycznego, a w konsekwencji wzrost prądu płynącego w obwodzie w wyniku zmniejszenia się oporności opiłków. Następnie pod wpływem uderzenia młoteczka opiłki znowu układały się przypadkowo. Prąd przepływający przez obwód koherera uruchamiał brzęczyk lub inne urządzenie sygnalizujące akustycznie odbiór sygnału. Było to urządzenie dosyć kapryśne w pracy i o niskiej czułości.

Detektor kryształkowy będący praprzodkiem obecnych diod półprzewodnikowych został wynaleziony w 1904 roku. Był to kryształ galeny lub innego materiału umieszczony w oprawce. Drugą elektrodę diody stanowił cienki drucik lub igła metalowa – powstawała w ten sposób dioda ostrzowa. Poruszając igłą należało znaleźć obszar o przewodności przeciwnej niż reszta kryształu. Pomiedzy elektrodami znajdowało się więc złącze p-n, analogicznie jak w diodach półprzewodnikowych. Właściwości prostownicze, a więc sprawność detekcji były znacznie gorsze aniżeli w przypadku diod.

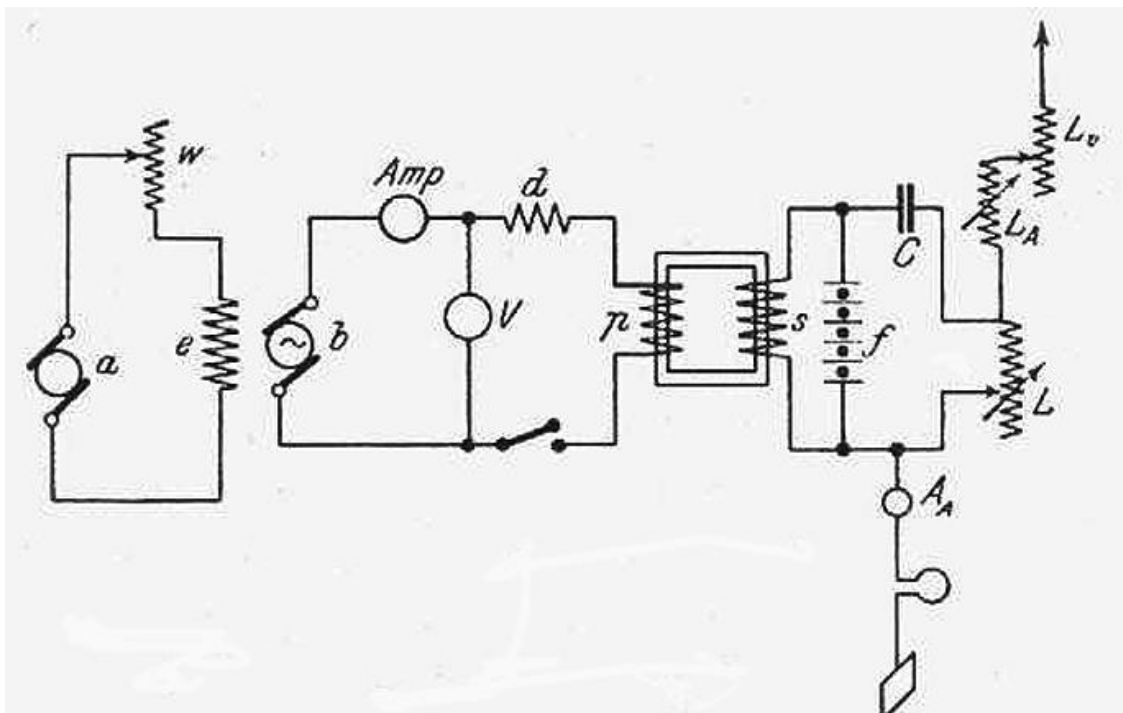
W 1906 roku niemiecki uczyony Max Wien zastosował ulepszony iskiernik z iskrą gaszoną złożony z wielu par elektrod, między którymi przeskakiwała iskra. Iskra gaszona przeskakiwała do 500 – 1000 razy na sekundę dając czysty ton muzyczny, i stąd była nazywana iskrą dźwięczącą lub właśnie iskrą muzyczną. Dalszym udoskonaleniem było wprowadzenie przez Marconiego iskiernika wirującego. Moce nadajników iskrowych dochodziły ok. r. 1910 do kilkudziesięciu kW, a nadajników z iskrą gaszoną nawet do 100 kW.

Na ilustracji 1.3.1 przedstawiono schemat nadajnika iskrowego z iskrą gaszoną. Układ zawiera transformator  $p$  zasilany ze źródła napięcia zmiennego  $b$  (generatora napędzanego silnikiem elektrycznym  $a$ ) poprzez klucz telegraficzny. W uzwojeniu wtórnym  $s$  znajduje się iskiernik z iskrą gaszoną (dźwięczącą)  $f$ , obwód rezonansowy LC i obwód dopasowania anteny LA, Lv. Odbierane sygnały telegraficzne pochodzące z nadajników z iskrą gaszoną (dźwięczącą) charakteryzowały się tonem 500 – 1000 Hz i były dzięki temu łatwiej odróżnialne od zakłóceń.

W układach nadawczych wyposażonych w obwód rezonansowy następowały wtórne przeskoki iskry w iskierniku pod wpływem energii zmagazynowanej w obwodzie. Umieszczenie w iskierniku dodatkowych tarcz obniżających temperaturę zjonizowanego powietrza uniemożliwiało ponowne przeskoki iskry i pozwalało na jej odpowiednio częste generowanie ze źródła zasilania – dzięki czemu powstawał właśnie ten charakterystyczny ton sygnału. Nadajniki pracujące z dostatecznie dużą częstotliwością powtarzania iskry zyskały sobie dzięki temu miano nadajników z iskrą dźwięczącą. Nadajniki z iskrą

<sup>3</sup> Marconi stosował m.in. ćwierćfalowe anteny pionowe, później nazywane antenami Marconiego

gaszoną charakteryzowały się sprawnością 50 – 70% w porównaniu z 20% dla zwykłych nadajników iskrowych.



Rys. 1.1.1. Schemat ideowy nadajnika z iskrą gaszoną, iskiernik oznaczony literą *f* jest zasilany z uzwojenia wtórnego *s* transformatora, w którego uzwojeniu pierwotnym *p* indukuje się impuls w momencie otwarcia klucza

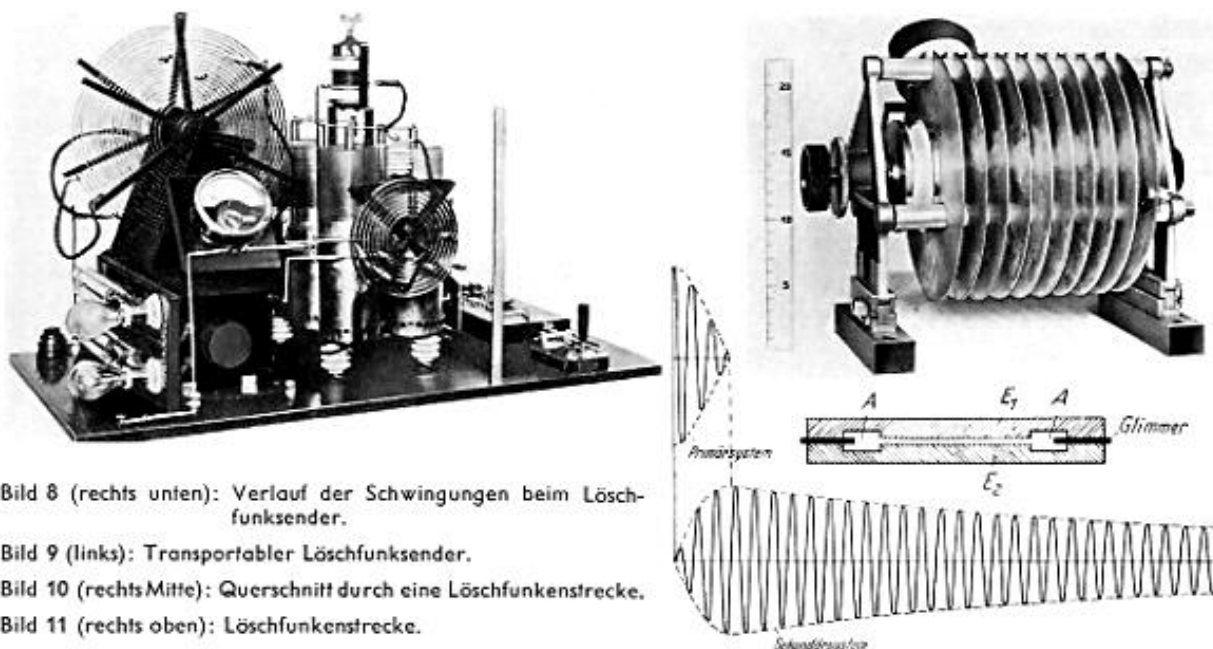


Bild 8 (rechts unten): Verlauf der Schwingungen beim Löschfunktensender.

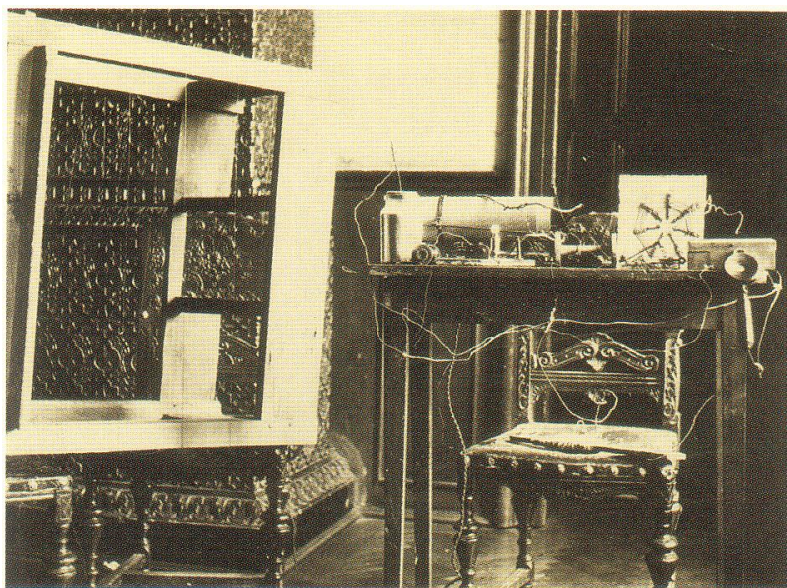
Bild 9 (links): Transportabler Löschfunktensender.

Bild 10 (rechtsMitte): Querschnitt durch eine Löschfunkenstrecke.

Bild 11 (rechts oben): Löschfunkenstrecke.

Fot. 1.1.2. Na ilustracji po lewej stronie widoczny jest przenośny nadajnik telegraficzny z iskrą gaszoną, po prawej stronie przeneği w.cz. w nadajniku – krótki impuls pobudzający powoduje nadanie stosunkowo dłuższego i słabiej tłumionego przebiegu dzięki wielokrotnej iskrze. Nad nim przekrój przez jeden z segmentów iskiernika, a powyżej kompletny iskiernik. Jest on wyposażony w tarcze chłodzące przerwy iskrowe aby uniemożliwić powtórne przeskok i cofanie się energii, która powinna być wypromieniowana

Po odzyskaniu niepodległości Polska przejęła od zaborców szereg stacji stałych iskrowych i łukowych, a poza tym Wojsko Polskie było wyposażone w wiele stacji przenośnych i przewoźnych. Zwłaszcza armia Hallera (tzw. błękitna armia) była dobrze wyposażona w sprzęt techniczny, w tym radiowy. Najprawdopodobniej polscy krótkofalowcy (Władysław Arnold Trembiński oraz Jerzy Mokrzycki z Bydgoszczy i Stanisław Andruszewski z Poznania) prowadzący eksperymenty ze stacjami iskrowymi korzystali ze sprzętu opisanego rodzaju<sup>4</sup>. Na terenie Polski znajdowały się również stacje starszego typu (a właściwie przestarzałe) z pojedynczym iskiernikiem więc niewykluczone, że korzystali jednak z takich nadajników. Jan Ziembicki, pracujący wówczas pod znakiem LW3 skonstruował we własnym zakresie radiostację iskrową z odbiornikiem opartym na kohererze i opublikował jej opis ze zdjęciem w 1924 roku.



Fot 1.1.3. Zdjęcie najstarszej konstrukcji krótkofalowej Jana Ziembickiego – pochodzące z czerwca 1924 r. (źródło: [4]). Na zdjęciu wykonanym w mieszkaniu Ziembickiego (LW3) we Lwowie widoczny jest nadajnik iskrowy (emitujący fale gasnące), po lewej stronie antena ramowa stanowiąca jego obwód rezonansowy. Pojemność obwodu stanowiła butelka lejdejska znajdująca się w lewym rogu stołu. Po prawej stronie widoczny jest odbiornik z kohererem i pojedyncza słuchawka telefoniczna.

<sup>4</sup> Trembiński był właścicielem zakładów radiowych "Megacykl" (Warszawa, ul. Bema 91; od 1936 r. ? ul. Piusa XI 43) produkujących radioodbiorniki, nadajniki krótkofalowe, przyrządy pomiarowe (m.in. falomierze) i podzespoły, instalujących i naprawiających urządzenia nadawcze, odbiorcze i pomiarowe. W r. 1939 Trembiński wystąpił z firmy "Megacykl" i założył przedsiębiorstwo pod własnym nazwiskiem mieszczące się przy ul. Bema 91.

W okresie międzywojennym Trembiński był czynnym krótkofalowcem i pracował w eterze pod znakami wywoławczymi TPAD, a następnie SP1AD. Nawet jego firma dysponowała własnym znakiem wywoławczym – SP1MC.

Firma Trembińskiego produkowała nadajniki krótkofalowe dla potrzeb władz i różnych organizacji. Warsztat radjotechniczny "Megacykl" wykonał w czynie społecznym lekkie i energooszczędne wyposażenie radiowe dla polskiej wyprawy na Spitzbergen (1934) z materiałów ofiarowanych bezpłatnie przez różne firmy (m.in. Wabo, Polton, Natawis, PZTR, IKA). Składało się ono ze stacji bazowej i przenośnej. Stacja przenośna typu KHB składała się z trzylampowego sterowanego kwarcem nadajnika foniczno-telegraficznego małej mocy i dwulampowego odbiornika 0-V-1 zasilanych z baterii. W nadajniku zastosowano modulację dławikową. Generator w.cz. pracował na lampie B409 lub P430 w układzie Kühn-Hütha (TPTG) a modulator - na lampach P430 i A415. W przypadku pracy telegraficznej zasilanie lamp modulatora było odłączane co wymagało regulacji prądu żarzenia. Rezonatory kwarcowe wraz z oprawkami wypożyczyła nieodpłatnie firma "Megacykl" (opis: NRA 10/1934). Po wojnie był autorem książek „Stabilizatory napięcia prądu zmiennego” (1957) i „Prostowniki stykowe” (1960).

## 1.2. Odbiorniki detektorowe

Pierwszym elementem odbiorczym reagującym na falę elektromagnetyczną był koherer (niem. *fritter*). Była to rurka szklana wypełniona opiłkami metalowymi, które pod wpływem fali magnetycznej szczepiały się ze sobą (spiekały) i ich oporność malała. Przed ponownym odebraniem sygnału należało potrząsnąć rurką aby przerwać połączenia. Przy odbiorze telegrafii wykorzystywano do tego celu młoteczek taki jak w dzwonku elektrycznym. Impuls prądu przepływającego przez koherer powodował udzrzenie weń młoteczka i przerwanie obwodu elektrycznego. Koherer nadawał się tylko do odbioru telegrafii, miał niską czułość i był kapryśny w działaniu. Dużym postępem pod każdym względem stało się zastosowanie detektorów, które nie tylko miały większą czułość ale pozwalały na odbiór telegrafii i fonii. Szybko znalazły one zastosowanie w radiokomunikacji i radiofonii.

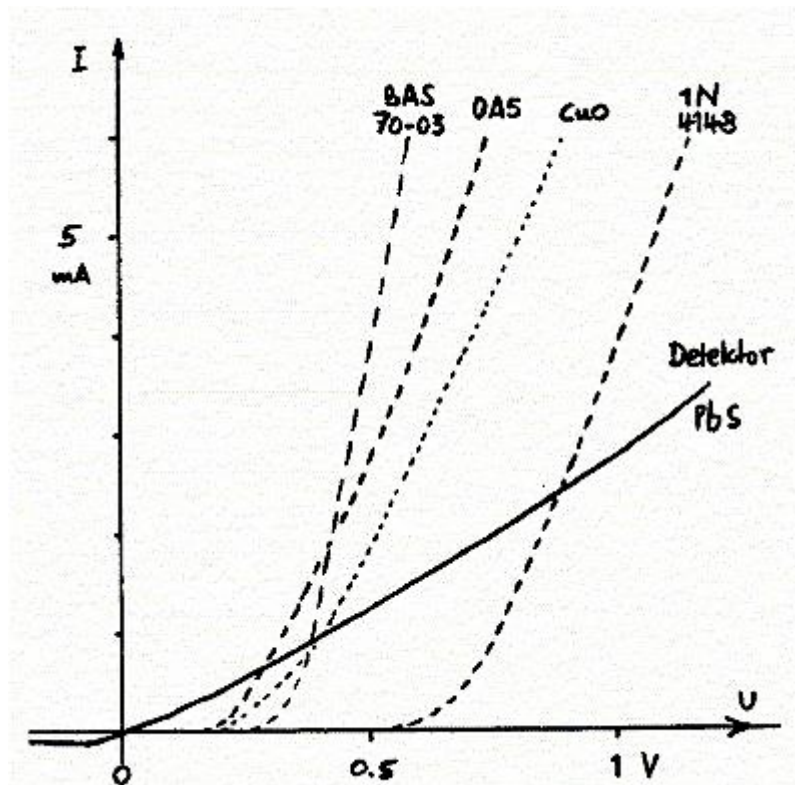
W początkowym okresie rozwoju radiofonii (zwanej wówczas także radiofonem), i to nie tylko w Polsce, powszechnie stosowano odbiorniki detektorowe. Hasło „cały kraj w zasięgu detektora” rzucono po raz pierwszy w Anglii ok. r. 1923. Zaletą tego rozwiązania była wówczas niska cena (lampy radiowe były początkowo bardzo drogie) i praca bez dodatkowego zasilania. W polskich warunkach, ze względu na niski poziom zamożności szerokich warstw społeczeństwa i niższy niż na zachodzie stopień elektryfikacji kraju, odbiorniki detektorowe cieszyły się dużą popularnością aż do wybuchu II wojny światowej i były przez krótki czas produkowane także po wojnie. W okresie międzywojennym odbiorniki te były produkowane przez szereg wytwórni, a najbardziej znanym reprezentantem tego gatunku jest *Detefon* opracowany przez prof. Wilhelma Rotkiewicza. Dla zapewnienia dobrego odbioru detektorowego na jak największym obszarze kraju Polskie Radio uruchomiło w 1931 r. najsilniejszą wówczas w Europie stację nadawczą o mocy 120 kW w Raszynie i rozbudowało sieć stacji regionalnych, w których sukcesywnie zastępowano słabe początkowo nadajniki o mocy kilku kW przez silniejsze ok. 16-20 kW a w następnej fazie ok. 50 kW. Ostatnią z nich, zapewniającą dobry odbiór na części kresów wschodnich, miała być stacja w Łucku. Jej uruchomienie planowano na listopad 1939 r.

Jako detektor stosowany był kryształ minerału o własnościach półprzewodnikowych, najczęściej galeny czyli siarczku ołowiu (stosowane były też piryt, cynkit i karborund). Był on umieszczony na podstawce lub w rurce metalowej w oprawce stanowiącej jeden z kontaktów. Drugi kontakt stanowiła igła metalowa, którą należało przemieszczać, aż do znalezienia na kryształku miejsca zapewniającego detekcję i dzięki temu odbiór sygnału. Kryształek pracował identycznie jak obecne diody półprzewodnikowe (igła musiała być umieszczona w obszarze o przewodności przeciwnej do części kryształka połączonej z podstawką). Pomiędzy obydwoma kontaktami występowało więc złącze p-n analogicznie jak we współczesnych diodach półprzewodnikowych (krzemowych lub germanowych), z tym że sprawność detekcji była niższa. Na ilustracji 1.2.1 przedstawione są charakterystyki napięciowo-prądowe galenowego detektora kryształkowego (PbS), kuprytowego (CuO) oraz współczesnych diod detekcyjnych germanowych i krzemowych BAS70-03 (Schottkiego) i 1N4148. Idealna charakterystyka prostowania powinna składać na tym wykresie z linii poziomej dla napięć poniżej zera i pionowej w zerze. Jak widać charakterystyka prostownika (detektora) galenowego jest najbardziej od niej oddalona ze wszystkich tu przedstawionych. W niektórych rozwiązaniach odbiorników detektorowych stosowano przełączanie detektorów: dla sygnałów słabszych włączany był detektor o charakterystyce bardziej stromej i zaczynającej się przy niższych napięciach progowych (jak charakterystyka detektora kuprytowego na wykresie), a dla odbioru sygnałów silniejszych – detektor o niższym nachyleniu charakterystyki, jak charakterystyka detektora galenowego na wykresie. Unikano w ten sposób zbyt dużych różnic w sile głosu i ewentualnego przesterowania słuchawek, szkodliwego dla słuchu użytkownika, bo przecież odbiorniki detektorowe nie mogły być wyposażone w automatyczną regulację wzmocnienia.

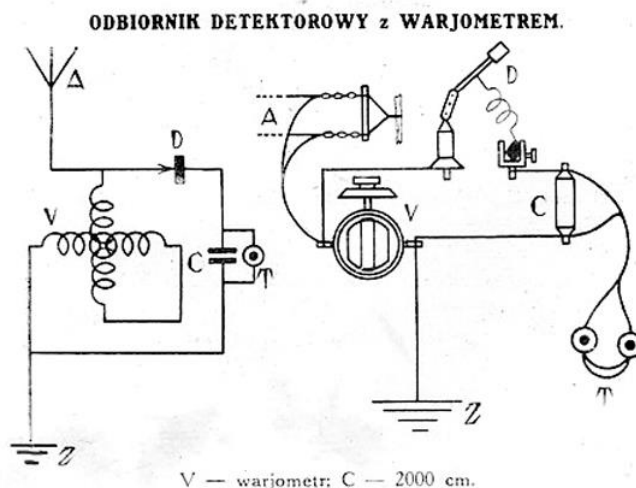
Detektory kryształkowe były przeważnie wyposażone we wtyczki pozwalające na włączenie ich do gniazdek w aparacie. W niektórych rozwiązaniach odbiorników zamiast przełącznika zakresów stosowano wymienne cewki. W wielu wcześniejszych konstrukcjach i rozwiązaniach publikowanych dla radioamatorów-konstruktorów stosowano strojenie wariometrowe ze względu na trudności w nabyciu odpowiednich kondensatorów zmiennych. I jeszcze mała ciekawostka językowa: w latach 20-tych wariometr nosił nazwę *wariomierz*<sup>5</sup>.

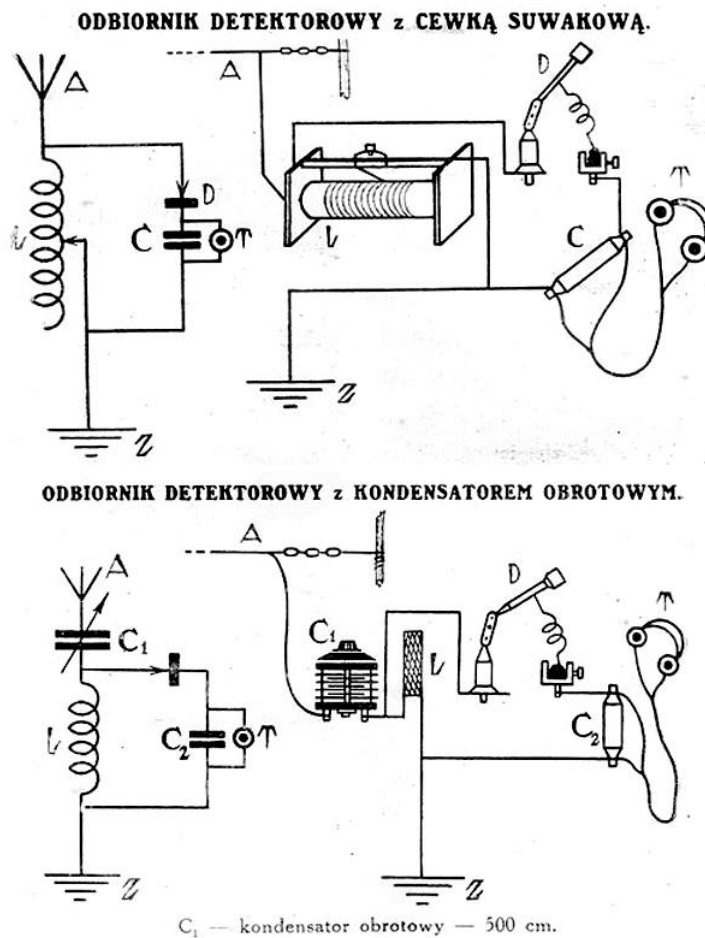
<sup>5</sup> Przyrząd do pomiaru poziomu wariactwa u niektórych osób lub osobników – czyli *wariomierz* – przydałby się bardzo w dzisiejszym świecie

Dla zapewnienia dostatecznej siły głosu odbiorniki detektorowe wymagały zastosowania anteny zewnętrznej (w większych odległościach od stacji musiała ona mieć znaczną długość) i uziemienia. Bez użycia dodatkowego wzmacniacza lampowego możliwy był tylko odbiór słuchawkowy (*Detefon* miał gniazdka dla dwóch par słuchawek). W okresie międzywojennym przemysł krajowy produkował kilka modeli wzmacniaczy 1- lub 2-lampowych, zasilanych z sieci lub z baterii pozwalających na odbiór głośnikowy. Do najbardziej znanych należał *Amplifon*. Niska czułość odbiorników detektorowych oznaczała, że nie bardzo nadawały się do odbioru stosunkowo słabych sygnałów stacji amatorskich, ale najprawdopodobniej były one z konieczności czasem wykorzystywane i przez krótkofalowców, zwłaszcza gdy były wyposażone w lampowe wzmacniacze m.cz. Rozwiązania takie były również początkowo stosowane w odbiornikach wojskowych.



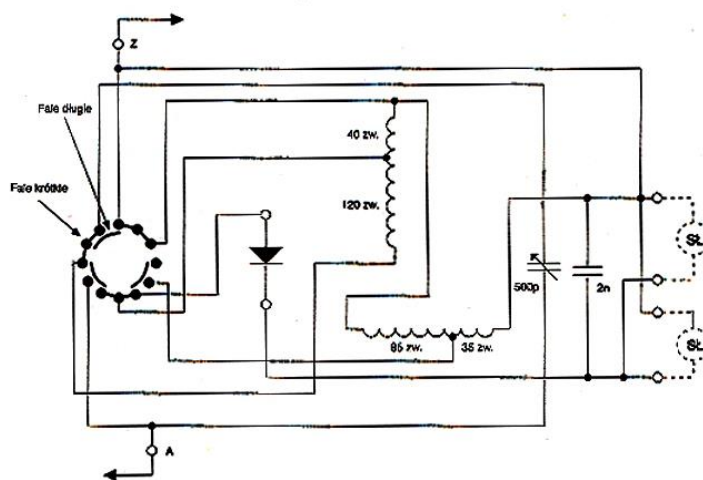
Rys. 1.2.1. Charakterystyki prądowo-napięciowe dawniejszych i współczesnych elementów detekcyjnych. Napięcie progowe diod germanowych wynosi w przybliżeniu 0,2 – 0,25 V, diod krzemowych 0,6 – 0,7 V a diod Schottkiego (ze złączeniem metal-półprzewodnik) 0,3 – 0,4 V. Dla zwiększenia czułości detektorów stosowano też często ich polaryzację w kierunku przewodzenia za pomocą napięcia stałego zbliżonego do wartości progowej elementu





Rys. 1.2.2. Przykładowe schematy odbiorników detektorowych pochodzące z wydawnictw z lat 1920-tych. Słuchawki są oznaczone literą T od ówczesnej nazwy– telefon

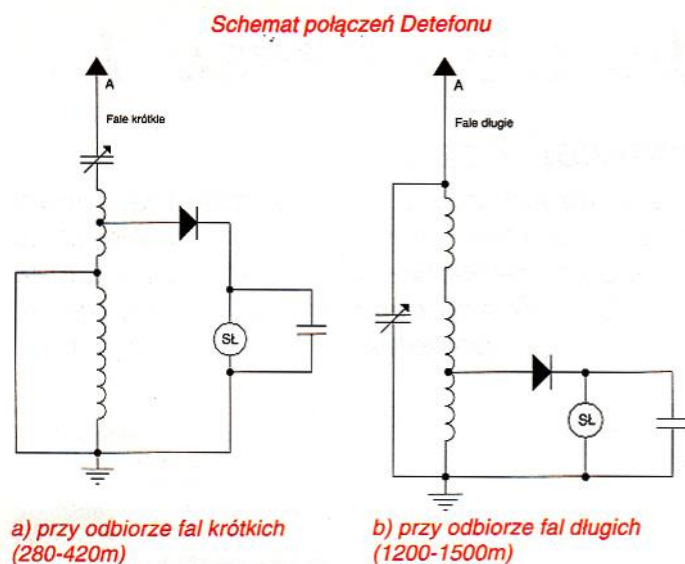
W 1929 roku Polskie Radio rozpoczęło szeroko zakrojoną akcję radiofonizacji kraju za pomocą niedrogiego odbiornika detektorowego *Detefon*. Pozwalał on na odbiór w znacznej części kraju pierwszego programu nadawanego z ośrodka w Raszynie na falach długich 1411 m i rozgłośni regionalnych na falach średnich 230 – 410 m (określanych na schemacie jako fale krótkie). Ich sieć była systematycznie rozbudowywana aż do katastrofy wrześniowej.



**Schemat odbiornika detektorowego "Detefon"**

Rys. 1.2.3. Schemat ideowy *Detefonu* (źródło: *Świat Radio* 6/1996)

Odbiornik posiadał dwie jednowarstwowe cylindryczne cewki umieszczone prostopadle do siebie, dwa gniazdka słuchawkowe zabocznikowane kondensatorem 2000 cm, a do strojenia służył kondensator zmienny 500 pF. Detektor galenowy był zamknięty w rurce szklanej. Zmiana zakresu następowała za pomocą dwupozycyjnego przełącznika. Cena aparatu wynosiła początkowo 24 złote, a w komplecie ze słuchawkami, anteną itd. – 39 złotych, później została obniżona. Po wojnie *Detefony* były produkowane w zakładach T-7.



Rys. 1.2.4. Schematy połączeń *Detefonu* dla obu zakresów (źródło j.w.)

### 1.2.1. Detektory stykowe

Poniższe omówienie właściwości detektorów stykowych opiera się na poz. [1]. Detektory stykowe składają się z dwóch zetkniętych ze sobą ciał o różnych właściwościach elektrycznych. Oporność w punkcie styku tych ciał zależy od natężenia i kierunku przepływającego prądu. Charakterystyka statyczna detektora przedstawiająca zależność prądu płynącego przez detektor od wartości przyłożonego napięcia stałego ma przebieg krzywoliniowy. Fizyczne wyjaśnienie zjawiska jest dość skomplikowane, ale w uproszczeniu można powiedzieć, że zmienność oporności styku i jego zależność od kierunku prądu jest spowodowana niejednakową pracą wyjścia elektronów z powierzchni tych ciał. W praktyce rozróżniane były dwa zasadnicze rodzaje detektorów:

a) detektory o zmiennym styku składające się z minerału naturalnego lub sztucznego oraz z ruchomego ostrza metalowego,

b) detektory stałe o stałym punkcie styku.

Spośród detektorów o zmiennym punkcie styku najbardziej rozpowszechnione były detektory galenowe składające się z kryształu galeny naturalnej (błyszcz ołowiu PbS), do którego lekko dotykał cienki drut, najczęściej srebrny lub mosiężny.

Jako detektory o zmiennym styku były stosowane również kryształy sztuczne otrzymywane syntetycznie, j.np. galena syntetyczna odznaczająca się dużą czułością i większą jednorodnością powierzchni niż galena naturalna. Oporność detektorów z kryształami sztucznymi była naogół znacznie mniejsza niż dla kryształów naturalnych.

Jako detektory stałe były stosowane detektory miedziowe i selenowe różniące się od detektorów stykowych tym, że miały dużą ilość płytek o bardzo małych wymiarach połączonych szeregowo, dzięki czemu uzyskiwano małą pojemność własną detektorów. Detektory stałe tego rodzaju były bardzo stabilne w pracy, ale ich wadą była większa pojemność w porównaniu z detektorami zmiennymi.

Spośród innych typów detektorów stałych należy wspomnieć o detektorze perikonowym składającym się z dość silnie dociśniętych kryształów naturalnych cynkitu ( $ZnMnO$ ) i chalkopiryty  $CuFeS_2$ ) oraz karborundowym składającym się z karborundu (węgliku krzemu;  $SiC$ ) i stali<sup>6</sup>.

Kolejną generacją detektorów stałych były detektory krzemowe i germanowe zwane początkowo *diodami krystalicznymi*, a później poprostu diodami germanowymi lub krzemowymi. Diody te charakteryzowały się czasem przejścia znacznie niższym niż dla diod lampowych. Ich pojemności własne wynosiły początkowo około 2 pF lub mniej. Produkowane fabrycznie diody półprzewodnikowe odznaczają się dużą stabilnością.

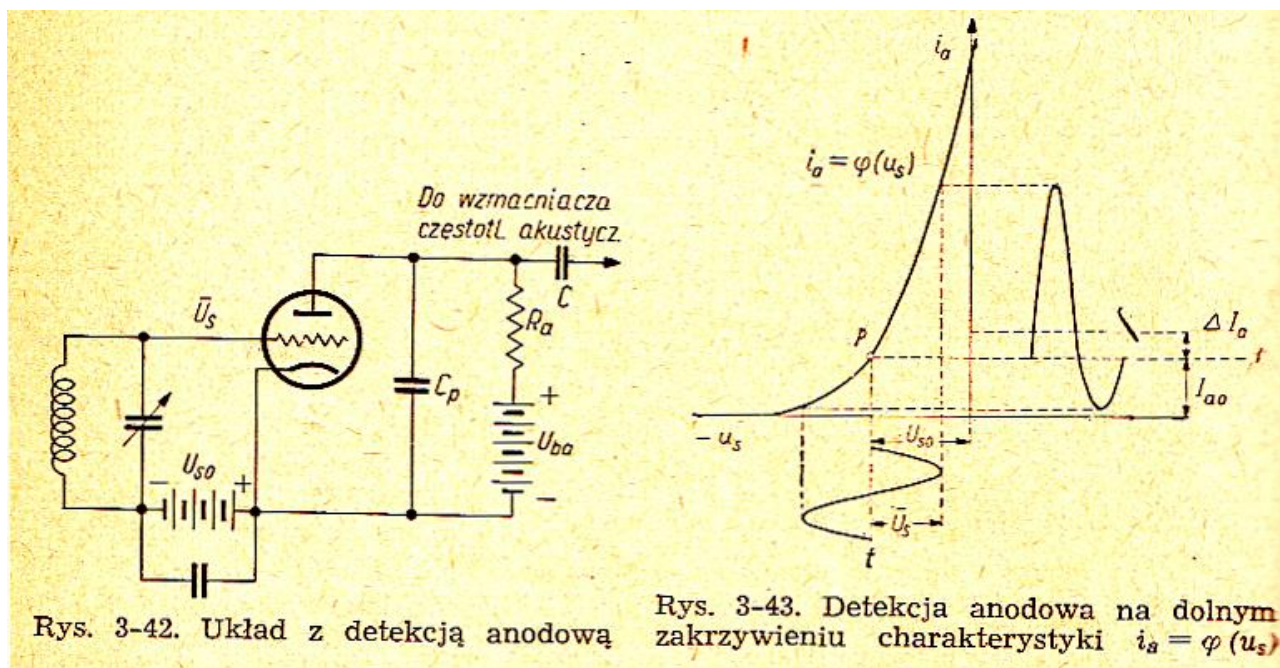
<sup>6</sup> Cynkit jest bardzo rzadkim minerałem z grupy tlenków. Nazwa nawiązuje do składu chemicznego minerału, którego głównym składnikiem jest cynk. (W. Haidinger, 1845 r.). W Polsce występuje w kopalniach rud cynku w rejonie Olkusza i Tarnowskich Gór. Jest ważną lokalnie rudą cynku.

### 1.2.2. Detektory na diodach lampowych

Diody półprzewodnikowe pojawiły się dopiero w czasach powojennych, natomiast w czasach przedwojennych zostały stopniowo wyparte przez diody lampowe, a następnie oparte na triodach detektory ze wzmacnieniem – audiony. Nazwa audion była używana zarówno dla detektorów ze sprzężeniem zwrotnym (reakcją) jak i bez.

Dla małych amplitud prostowanego sygnału charakterystyka detektora była zakrzywiona i dominowała w niej, wnosząca zniekształcenia, detekcja kwadratowa, w której przyrost prądu był proporcjonalny do kwadratu przyrostu napięcia wejściowego. Dla większych amplitud charakterystyka zbliżała się coraz bardziej do linii prostej i dominowała detekcja liniowa. Schematy detektorów na diodach lampowych nie różnią się od dobrze znanych rozwiązań na diodach półprzewodnikowych poza samym faktem użycia innego elementu. W obu przypadkach rozróżniamy detektory szeregowy, w których detektor jest włączony w szereg z obwodem RC stanowiącym obciążenie, zapewniające filtrację prądów wielkiej częstotliwości i detektorów równoległych, w których element prostowniczy jest włączony równolegle do opornika obciążającego i zasilany przez kondensator szeregowy. Przykłady znajdziemy w opisach odbiorników.

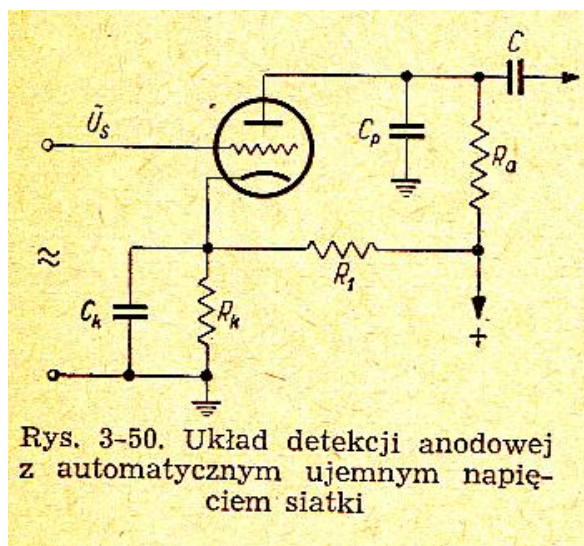
### 1.2.3. Detekcja anodowa



Rys. 1.2.3.1. Zasada detekcji anodowej (źródło [1])

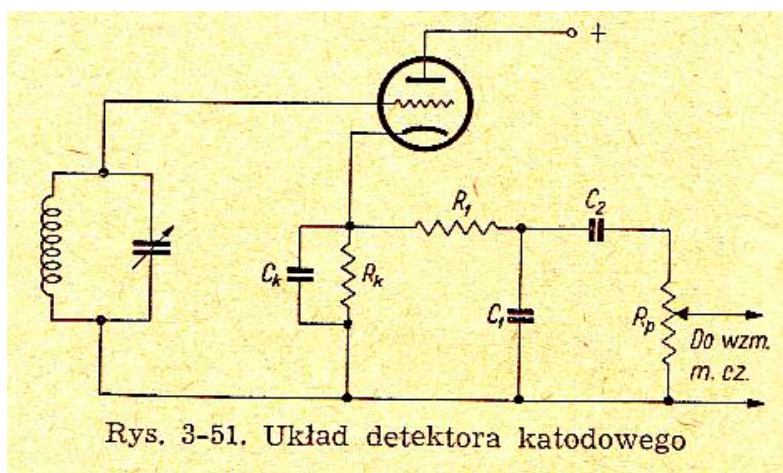
W układach audionów występowały dwa rodzaje detekcji: anodowa i siatkowa. Przy detekcji anodowej wykorzystuje się dolne zakrzywienie charakterystyki prądu anodowego w zależności od napięcia siatki. Napięcie siatki jest dobierane tak, aby punkt pracy znajdował się w miejscu maksymalnego nachylenia charakterystyki – przy większych ujemnych napięciach siatki. Przy mniejszych amplitudach zachodzi tutaj detekcja kwadratowa, a przy większych zbliża się do liniowej.

Górne zakrzywienie charakterystyki prądu anodowego jest nieodpowiednie do detekcji, gdyż ma łagodniejszy przebieg, zależny dodatkowo od napięcia żarzenia. Poza tym znajduje się ono w zakresie dodatnich napięć siatki co oznaczało, że prąd siatki powodowałby silne tłumienie obwodu rezonansowego.



Rys. 1.2.3.2. (źródło [1])

W układzie z automatycznym ujemnym napięciem siatki przedstawionym na rysunku 1.2.3.2 opornik w obwodzie katody  $R_k$  powinien być zabocznikowany dostatecznie dużą pojemnością  $C_k$  (rzędu 50  $\mu\text{F}$ ), aby uniknąć obniżenia wydajności przy niższych częstotliwościach modulujących wskutek występowania ujemnego sprzężenia zwrotnego. Ponadto dla utrzymania stałego początkowego napięcia siatki  $U_{s0}$  niezależnie od wartości napięcia sygnału korzystnie jest obciążyć dodatkowo opornik  $R_k$  prądem ze źródła napięcia anodowego za pośrednictwem dobranej wartości opornika dodatkowego  $R_1$ . Należy dobrać najkorzystniejszy punkt pracy na dolnym zakrzywieniu charakterystyki, odpowiadający bardzo małym amplitudom napięcia detektowanego.



Rys. 1.2.3.3. (źródło [1])

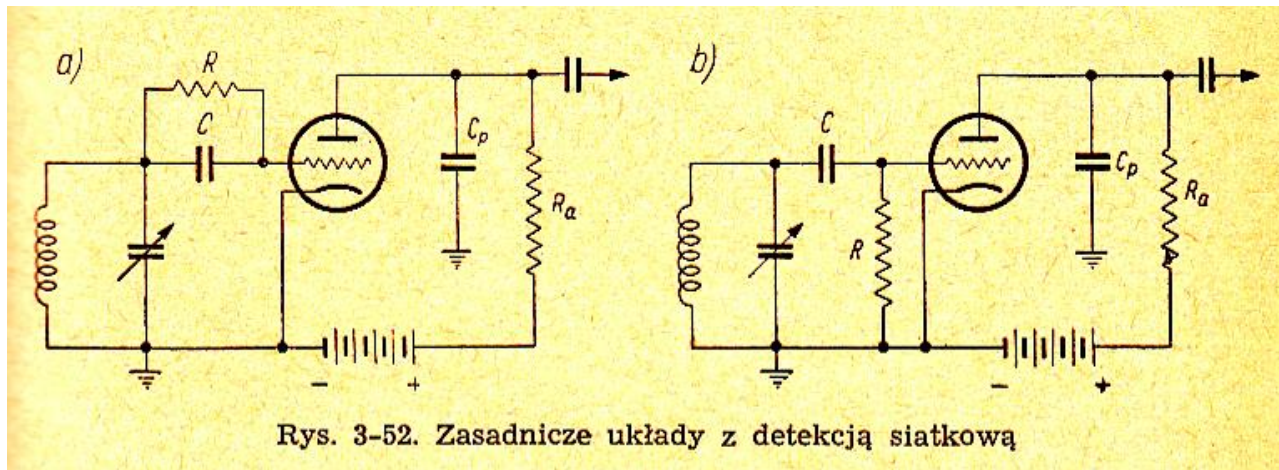
Detekcja katodowa (rys. 1.2.3.3) stanowi odmianę detekcji anodowej. Występuje tu detekcja anodowa na dolnym zakrzywieniu charakterystyki prądu anodowego. Ujemne napięcie siatki uzyskuje się jako spadek napięcia na oporniku katodowym  $R_k$ , który jest jednocześnie opornością obciążenia detektora. Występuje na nim napięcie małej częstotliwości.

Układ  $R_1C_1$  jest filtrem dolnoprzepustowym tłumiącym napięcie wielkiej częstotliwości, a kondensator  $C_2$  oddziela napięcie stałe od potencjometru  $R_p$ .

Charakterystyczną cechą detektora katodowego jest ujemne sprzężenie zwrotne małej częstotliwości występujące na oporniku  $R_k$ . Opornik ten znajduje się jednocześnie w obwodzie siatki, gdyż mała pojemność  $C_k$  nie bocznikuje dla prądów małej częstotliwości. Z tego powodu wydajność detektora katodowego jest mniejsza od 1 V/V i jest rzędu 0,9 V/V podobnie jak detektora diodowego. Rodzina charakterystyk prostowania detektora katodowego ma podobny przebieg do rodziny charakterystyk

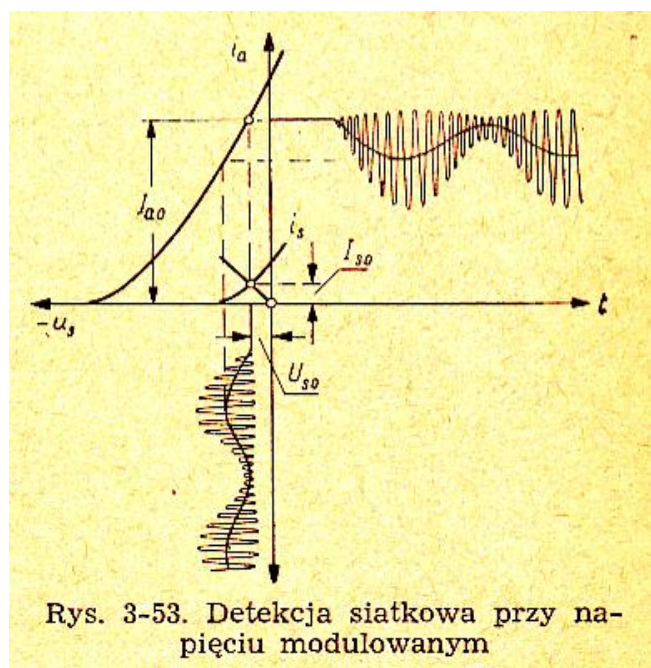
detektora diodowego. Składowa rzeczywista oporności wejściowej detektora katodowego dla wielkiej częstotliwości przy dostatecznie małej pojemności  $C_k$  jest ujemna. Dla wielkiej częstotliwości występuje tutaj dodatnie sprzężenie zwrotne odłumiające obwód rezonansowy.

### 1.2.4. Detekcja siatkowa



Rys. 3-52. Zasadnicze układy z detekcją siatkową

Rys. 1.2.4.1. Rozwiązania detektorów siatkowych (źródło [1])



Rys. 3-53. Detekcja siatkowa przy napięciu modulowanym

Rys. 1.2.4.2. (źródło [1])

Przy detekcji siatkowej wykorzystuje się dolne zakrzywienie charakterystyki prądu siatki w zależności od napięcia na siatce sterującej – dla triod lub lamp wieloelektrodowych. Detekcja przebiega analogicznie jak detekcja diodowa. Ujemne napięcie siatki jest niewielkie – nieco poniżej zera (rys. 1.2.4.2). Z trzech rodzajów detektorów: diodowego, anodowego i siatkowego detektor siatkowy ma najniższą próg czułości i największą wydajność.

Detektor anodowy ma najwyższą próg czułości z powodu bardzo łagodnego przebiegu zakrzywienia charakterystyki, jego wydajność jest mniejsza niż dla detektora siatkowego, ale większa niż dla diodowego.

Próg czułości detektora diodowego leży między progami detektorów siatkowego i anodowego, a jego wydajność jest mniejsza od jedności.

Przy małych napięciach detekowanych wszystkie trzy rodzaje detektorów dają detekcję kwadratową ze zniekształceniami z powodu powstawania harmonicznych napięcia modulującego. Przy wzroście amplitud detekcja staje się prostoliniowa, ale tylko detektor diodowy może pracować przy dowolnie dużych amplitudach. W detektorze anodowym amplituda nie może przekraczać wartości początkowego ujemnego napięcia siatki, a przy detekcji siatkowej górna granica jest jeszcze niższa z powodu występowania dodatkowo detekcji anodowej i związanych z tym zniekształceń. Odpowiednikiem detekcji siatkowej w układach na tranzystorach złączowych jest detekcja na złączu baza-emiter.

### 1.3. Reakcja

Ze względu na to, że omawiane są układy o znaczeniu historycznym posłużymy się przykładowymi schematami i wyjaśnieniami z poz. [1].

Reakcją nazywany był układ dodatniego sprzężenia zwrotnego, stosowany w odbiornikach w celu zwiększenia wzmocnienia przez od tłumienie obwodu rezonansowego. Dzięki sprzężeniu zwrotnemu w obwodzie rezonansowym siatki (bazy lub bramki w układach tranzystorowych) zostaje wzbudzone dodatkowe napięcie. W zależności od wartości kąta fazowego między napięciem sygnału i napięciem pochodzącym od sprzężenia zwrotnego może nastąpić wzrost lub obniżenie wzmocnienia stopnia. Uzyskanie możliwie dużego wzmocnienia w pojedynczym stopniu było istotne w czasach kiedy ceny lamp (a później tranzystorów) były wysokie i możliwość ograniczenia ich liczby w układzie wpływała wyraźnie na cenę konstrukcji.

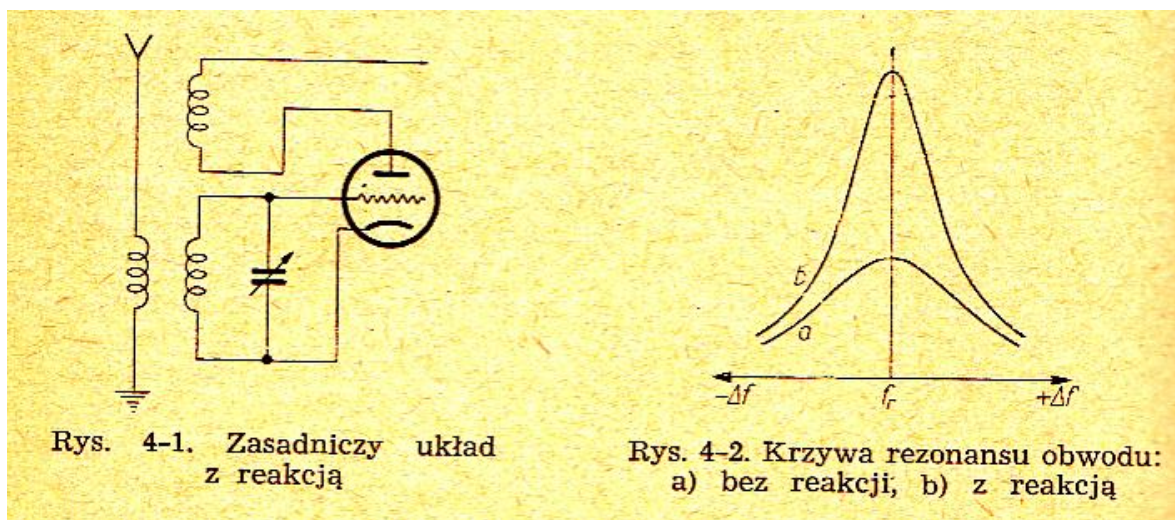
Gdy napięcie pochodzące od sprzężenia zwrotnego jest w fazie z napięciem sygnału otrzymujemy dodatnie sprzężenie zwrotne (reakcję) wywołującą wzrost wzmocnienia. Przy przesunięciu fazy o  $180^\circ$  otrzymuje się ujemne sprzężenie zwrotne zmniejszające wzmocnienie (i jednocześnie zniekształcenia sygnału wprowadzane przez wzmacniacz). Przy przesunięciu fazy o  $90^\circ$  występuje sprzężenie zwrotne, które dawniej było nazywane *bezwatowym*.

Do wejścia doprowadzona była tylko stosunkowo niewielka część sygnału wzmocnionego, można tu więc mówić o stosunku podziału energii. Iloczyn wzmocnienia stopnia i stosunku podziału nazywany jest wzmocnieniem w pętli sprzężenia zwrotnego. Jeżeli iloczyn ten jest równy jedności w układzie spełniony jest warunek amplitudy dla jego wzbudzenia – generacji napięcia o częstotliwości ustalonej przez jego rezonans własny. Drugim warunkiem generacji jest opisany powyżej warunek fazy. Dopiero spełnienie obydwu warunków powoduje, że stopień zaczyna pracować jako generator.

Układ z reakcją można rozpatrywać jako układ z opornością ujemną, gdyż występuje w nim od tłumienie obwodu rezonansowego. W związku z tym w układzie reakcyjnym otrzymuje się oprócz wzrostu wzmocnienia również polepszenie selektywności. Przy nadmiernym od tłumieniu obwodu krzywa rezonansu jest zbyt ostra, co powoduje zniekształcenia z powodu obcinania wstęg bocznych sygnału. Przy całkowitym od tłumieniu obwodu rezonansowego w układzie reakcyjnym wzbudzają się drgania, które mogą być wykorzystane do odbioru telegrafii lub modulacji jednowstęgowej wskutek interferencji (zdudniania, heterodynowania) sygnałów. Przy odbiorze dwuwstęgowej modulacji AM stosowanej w radiofonii i dawniej przez krótkofalowców sprzężenie zwrotne nie powinno doprowadzać do wzbudzenia drgań. Stopień pracujący powyżej progu wzbudzenia mógł być źródłem zakłóceń jeśli nie był w dostatecznym stopniu odseparowany od anteny.

Przy sprzężeniu zwrotnym *bezwatowym* występuje jedynie rozstrojenie obwodu rezonansowego spowodowane przeniesieniem oporności urojonej (reaktancji). W innych przypadkach do obwodu rezonansowego przenosi się pewna oporność pozorna z ujemną lub dodatnią składową rzeczywistą.

Ze względu na łatwość regulacji reakcję stosowało się najczęściej w stopniu detektora siatkowego. W konstruowanych dawniej odbiornikach reakcję spotykało się w najprostszych odbiornikach jedno lub dwuobwodowych. W niektórych uproszczonych odbiornikach superheterodynowych reakcja była stosowana na częstotliwości pośredniej.



Rys. 1.3.1. Reakcja i jej wpływ na krzywą rezonansową (źródło [1])

Główną wadą układów reakcyjnych jest mała stabilność pracy. Nawet niewielkie zmiany wartości napięć zasilających powodowały dość znaczne zmiany wzmocnienia reakcji, co skutkowało zmianami siły odbioru. Zmiany te są szczególnie duże w pobliżu granicy wzbudzenia. Zmiany natężenia pola sygnału odbieranego (np. wskutek zaników odbioru) również wywierają wpływ na wartość wzmocnienia reakcji.

Ponadto dużą wadą układów reakcyjnych jest trudność uzyskania dostatecznej szerokości pasma przy dobrej selektywności przy pracy w pobliżu progu wzbudzenia, gdyż wówczas tworzy się bardzo ostry wierzchołek krzywej rezonansu.

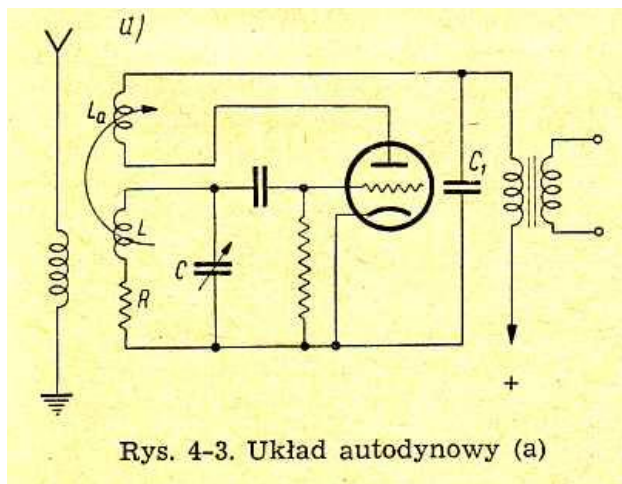
Istnieje wiele odmian rozmaitych układów reakcyjnych oraz sposobów regulacji sprzężenia zwrotnego. Najczęściej do regulacji sprzężenia stosowany był kondensator zmienny lub ruchoma cewka. W początkowym okresie wzmocnienie (a zarazem stopień sprzężenia zwrotnego) regulowano przez zmianę napięcia żarzenia lamp, jednak możliwe to było tylko dla katod wolframowych. Zmiany napięcia żarzenia wywierały bardzo szkodliwy wpływ na trwałość katod tlenkowych i torowanych. W układach z pentodami wzmocnienie można było regulować przez zmianę napięcia siatki ekranującej, a w układach kaskodowych przez zmianę napięcia polaryzacji siatki sterującej drugiej lampy (lub bazy drugiego tranzystora).

Do najbardziej charakterystycznych układów należy układ autodynowy (*Schnella*) i układ *Reinartza*.

Jeżeli wzbudzenie drgań powoduje takie przesunięcie punktu pracy na charakterystyce lampy (lub tranzystora) że wzmocnienie wzrasta następuje gwałtowny wzrost amplitudy drgań – mówimy wówczas o twardej reakcji. Natomiast gdy przesunięcie punktu pracy skutkuje obniżeniem wzmocnienia drgania narastają wolniej i łagodniej – jest to tzw. *miękka reakcja*.

W okresie międzywojennym rozwiązania odbiorników nosiły oznaczenia takie jak 0-V-1, 1-V-2 itd. Literą V oznaczany był stopień detekcyjny (z reakcją lub bez) – od angielskiego słowa oznaczającego wentyl, liczba poprzedzająca oznaczała liczbę stopni wzmocnienia wielkiej częstotliwości (w.cz.) a liczba następująca po nim – liczbę stopni m.cz. Odbiornik 0-V-1 składał więc się z detektora i pojedynczego stopnia wzmocnienia niskiej częstotliwości (wystarczającego naogół tylko do odbioru na słuchawki), a 1-V-2 zawierał pojedynczy wzmacniacz w.cz., detektor i dwustopniowy wzmacniacz m.cz. – wystarczający do odbioru głośnikowego. W praktyce nie spotykało się układów z więcej niż jednym stopniem wzmocnienia w.cz. ze względu na niebezpieczeństwo wzbudzania się i trudność równoległego strojenia większej liczby obwodów rezonansowych. W miarę rozpowszechniania się układów superheterodynowych ten system oznaczeń zanikł.

### 1.3.1. Układ autodynowy



Rys. 4-3. Układ autodynowy (a)

Rys.1.3.1.1. Autodyna (źródło [1])

Najprostszym układem reakcyjnym jest tak zwany układ autodynowy (*Schnella*) będący jednocześnie detektorem siatkowym (rys. 1.3.1.1), który jak wiadomo charakteryzował się największą czułością. Za pomocą cewki  $L_a$ , przy odpowiednim połączeniu jej końców tak, aby odwracała fazę o  $180^\circ$  dodatkowo do odwracania fazy przez wzmacniacz o podstawie katodowej (emiterowej, źródłowej) uzyskiwało się dodatnie sprzężenie zwrotne. Cewka  $L_a$  mogła być ruchoma co umożliwiało regulację reakcji. W obwodzie anodowym znajdował się transformator małej częstotliwości, opornik lub słuchawka telefoniczna. Kondensator  $C_1$  zamyka obwód anodowy dla składowej w.c.z. prądu anodowego. Regulacja reakcji powodowała niewielkie rozstrojenie obwodu, które było praktycznie bez znaczenia na falach długich i średnich, ale zauważalne na falach krótkich. Sprzężenie zwrotne na progu wzbudzenia określane jest jako sprzężenie graniczne, a odpowiednią indukcyjność wzajemną  $M$  nazywano jako indukcyjnością wzajemną graniczną.

### 1.3.2. Układ Reinartza

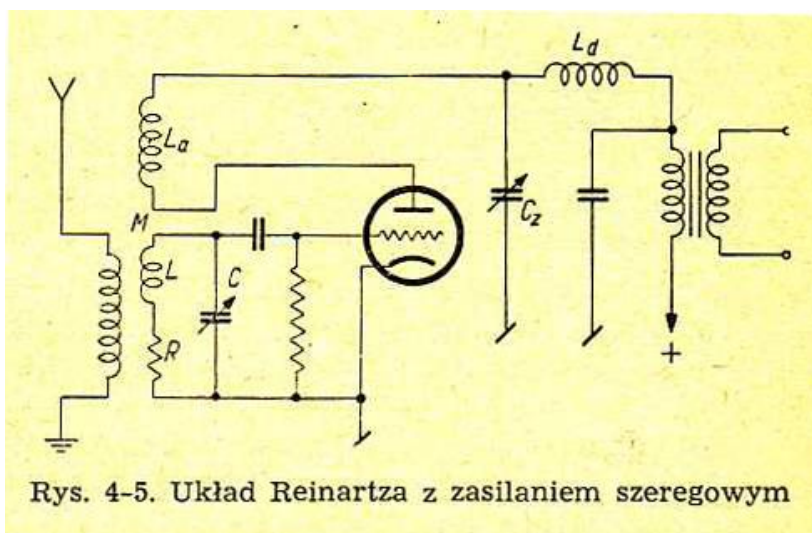
W układzie *Reinartza* regulacja sprzężenia zwrotnego odbywała się za pomocą kondensatora, dzięki czemu uzyskiwano łagodniejszy przebieg tej regulacji niż w układzie autodynowym. Na rys. 1.3.2.1 przedstawiono układ Reinartza z zasilaniem szeregowym i regulacją reakcji za pomocą kondensatora  $C_2$  przy stałym sprzężeniu między cewkami  $L$  i  $L_a$ . Dławik  $L_d$  nie dopuszcza składowej zmiennej do transformatora m.c.z. oraz do źródła zasilania. Zamiast dławika można było zastosować opornik o wartości kilku do kilkudziesięciu  $k\Omega$ . Układ został opracowany przez amerykańskiego krótkofalowca Johna Reinartza 1XAM, korzystającego później ze znaku W3IBS i opublikowany w czasopiśmie QST w 1921 roku.

Na ilustracji 1.3.2.2 pokazany jest układ Reinartza z zasilaniem równoległym. W porównaniu z poprzednim pojemność wyjściowa lampy  $C_a$  jest większa, gdyż dodaje się do niej pojemność własna dławika. Poza tym nie ma większych różnic między nimi.

W układzie Reinartza zasadniczą rolę odgrywa pojemność siatka-anoda, gdyż występuje tu sprzężenie zwrotne kombinowane: sprzężenie dodatnie za pośrednictwem indukcyjności wzajemnej  $M$  powodujące odtłumiane obwodu RLC oraz sprzężenie zwrotne przez pojemność  $C_{sa}$  lampy, które przy pojemnościowym obciążeniu lampy jest sprzężeniem zwrotnym ujemnym. Indukcyjność wzajemna  $M$  i pojemność między uzwojeniami pozostają stałe ponieważ cewka  $L_a$  jest nieruchoma.

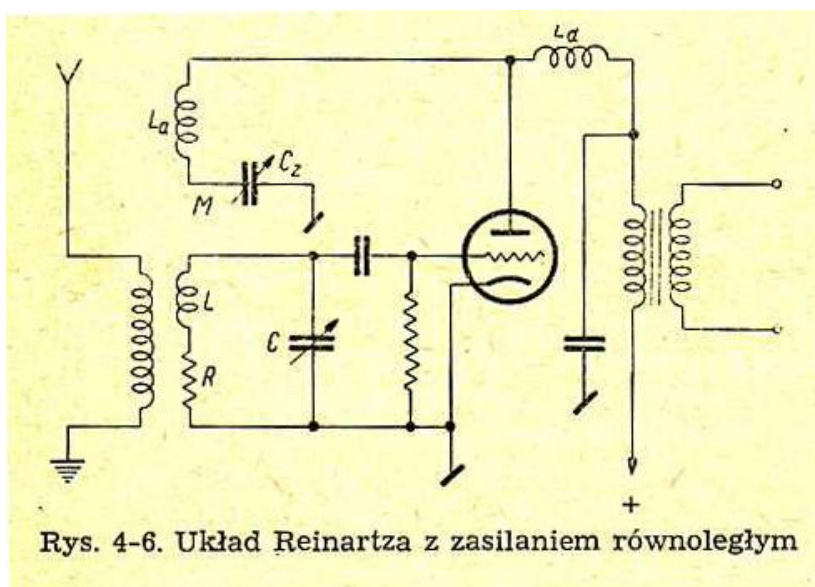
Układ należało projektować tak, aby uzyskać dobrą regulację sprzężenia zwrotnego i zapewnienie sprzężenia granicznego w całym zakresie odbieranych częstotliwości.

W stopniu autodynowym pojemność między uzwojeniami zmieniała się w trakcie regulacji, co mogło powodować zbyt gwałtowną regulację reakcji.



Rys. 4-5. Układ Reinartza z zasilaniem szeregowym

Rys. 1.3.2.1. (źródło [1])



Rys. 4-6. Układ Reinartza z zasilaniem równoległym

Rys. 1.3.2.2. (źródło [1])

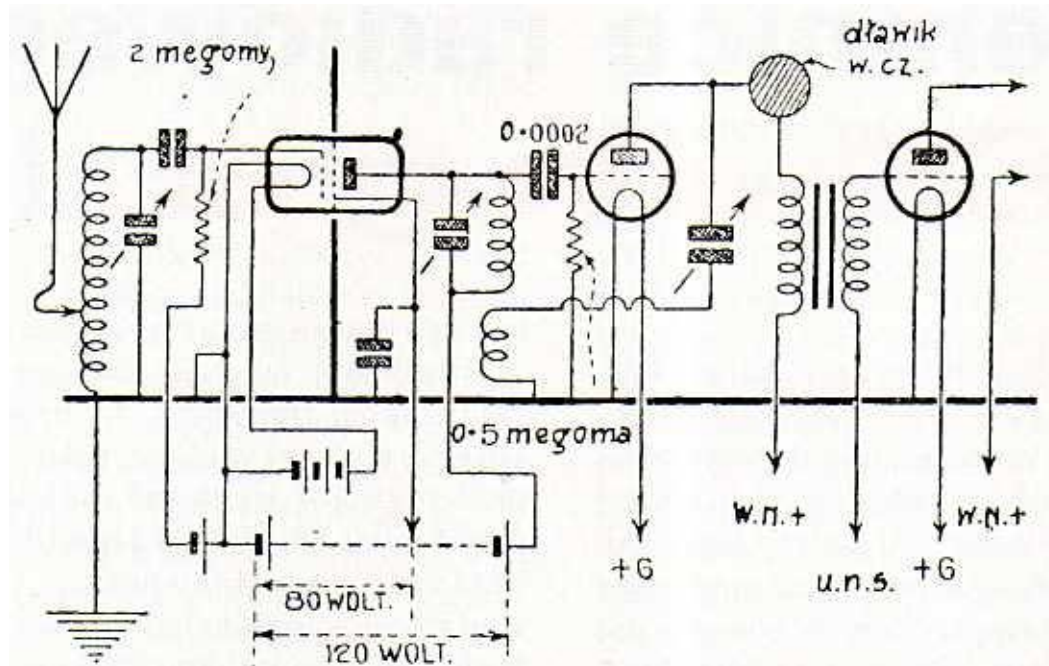
#### 1.4. Układ ekradynowy

Poprawę czułości odbiorników reakcyjnych można było osiągnąć przez dodanie wzmacniacza w.cz. W wielu przypadkach był to wzmacniacz selektywny dzięki czemu uzyskiwano również poprawę selektywności. Układy odbiorników tego typu nosiły oznaczenie 1-V-x (gdzie x oznaczało liczbę stopni wzmacnienia m.cz). Przeważnie był to jeden lub dwa stopnie, a więc odbiorniki nosiły oznaczenia 1-V-1 lub 1-V-2. W najprostszym przypadku we wzmacniczu w.cz stosowano triodę w układzie o podstawie katodowej – podobnie jak w stopniu detektora reakcyjnego. Triody charakteryzują się jednak stosunkowo znaczną pojemnością siatka-anoda, która powodowała wzbudzenie się wzmacniacza i zmuszała do ograniczenia jego wzmacnienia albo do zastosowania dodatkowych środków zapobiegających wzbudzeniu się (neutralizacji, stosowanej m.in. w odbiornikach neutrodynowych). Wady tej nie miały opracowane później tetrody i pentody<sup>7</sup>. Rozwiązaniem pośrednim pomiędzy triodą i pentodą była tzw. lampa ekranowana. Zawierała ona między siatką sterującą i anodą drugą siatkę – ekranującą, która jednak nie była połączona z napięciem dodatnim jak w tetrodzie, ale z masą (uziemia; podobnie jak

<sup>7</sup> Dodana w nich siatka ekranująca przyczyniała się do znacznego zmniejszenia pojemności między siatką sterującą i anodą. Pentody posiadają dodatkowo siatkę hamującą umieszczoną w pobliżu anody.

siatka hamująca w pentodzie). Pierwsze lampy tego typu miały dwa cokoły (rys. 1) i były montowane w pozycji poziomej co ułatwiało umieszczenie ekranu oddzielającego wejście i wyjście wzmacniacza (rys. 2), późniejsze różniły się wykonaniem mechanicznym. Pierwszą seryjnie produkowaną lampą ekranowaną była S.665 firmy *Marconi Osram Valve* (1927). Lampy ekradynowe były produkowane były przez *Philipsa* (np. A442), *Telefunkena* i inne firmy. W Polsce produkcję lamp ekranowanych rozpoczęły w 1928 r. PTR i zakłady *Marconiego*.

Na przytoczonej części schematu widoczny jest układ wzmacniacza na lampie ekranowanej, detektora siatkowego z reakcją i pierwszy stopień niskiej częstotliwości.



Rys. 1.4.1. Ekradyna. Skrót *w.n.* – wysokie napięcie oznacza napięcie anodowe, a *u.n.s.* – ujemne napięcie siatki (sterującej)

## 1.5. Układ negadynowy

W układzie negadynowym (rys. 1.5.1 – 4-7) wykorzystuje się ujemne nachylenie charakterystyki siatki przeciwladunkowej  $s_1$  lampy dwusiatkowej. Na rys. 1.5.1 – 4-8 przedstawione są charakterystyki lampy dwusiatkowej. Nachylenie charakterystyki siatki przeciwladunkowej  $s_1$  w pobliżu zerowego potencjału siatki sterującej  $s_2$  jest ujemne.

Ujemne nachylenie charakterystyki siatki przeciwladunkowej było spowodowane zmianą rozptywu prądu pomiędzy tą siatką i anodą pod wpływem zmian napięcia na siatce sterującej. Wzrost napięcia na siatce sterującej pozwalał na zwiększenie prądu anody kosztem prądu siatki przeciwladunkowej i odwrotnie. Reakcja jest regulowana za pomocą potencjometru, a właściwie *reostatu*  $R_k$  w obwodzie żarzenia lampy – zmiana prądu żarzenia wpływa na wzmocnienie stopnia detektora. Ten sposób regulacji wzmocnienia był wówczas często stosowany w układach radiodbiorników.

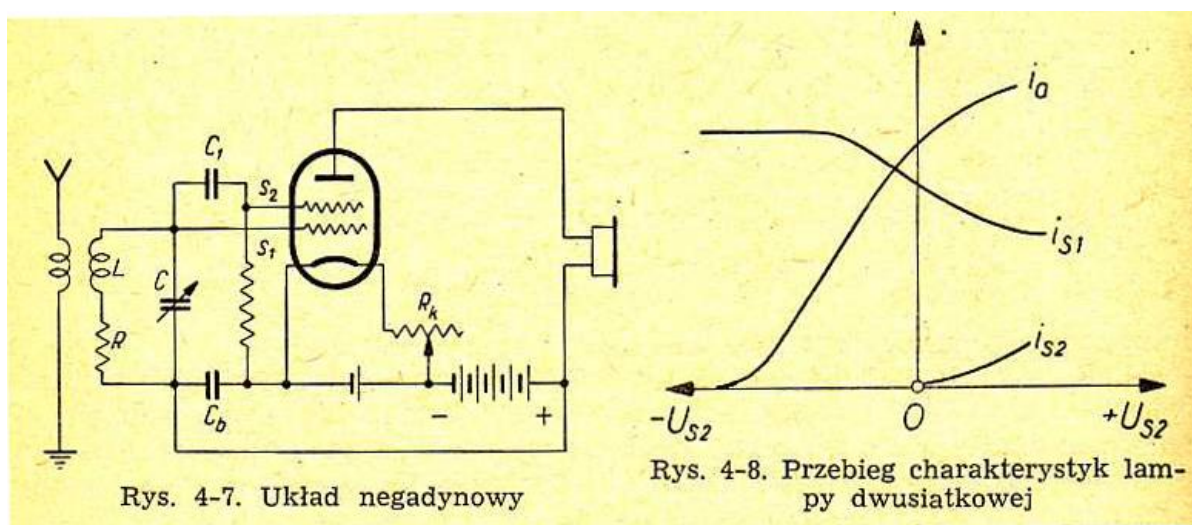
Jeżeli więc obwód rezonansowy znajdujący się w obwodzie siatki przeciwladunkowej jest połączony z siatką sterującą na przykład za pośrednictwem kondensatora  $C_1$ , to spadek napięcia na oporności pozornej obwodu rezonansowego  $Z_r = L/RC$ , jaki powstaje w obwodzie siatki przeciwladunkowej  $s_1$  jest w fazie z napięciem na siatce sterującej  $U_{s2}$ . Dzięki temu przy  $S_{s1} < 0$  występuje właściwe sprzężenie zwrotne i przy dostatecznie dużej wartości ujemnego nachylenia charakterystyki  $S_{s1}$  obwód może być pobudzony do drgań własnych. Współczesnymi elementami o ujemnym nachyleniu charakterystyki, czyli o ujemnej oporności dynamicznej są diody tunelowe lub skonstruowane na dwóch odpowiednio sprzężonych ze sobą tranzystorach diody lambda. Najważniejszą wadą diod tunelowych było to, że zawierały one obszary bardzo silnie domieszkowane, w związku z czym z biegiem czasu domieszki te dyfundowały do reszty struktury i diody traciły swoje właściwości. Diody te nie są już więc produkowane, a ich zamiennikiem pozostały diody lambda.

Kondensator  $C_1$  oddziela siatkę sterującą  $s_2$  od dodatniego napięcia siatki  $s_1$ , a kondensator  $C_b$  blokuje źródło napięcia anodowego.

Regulacja sprzężenia zwrotnego odbywa się za pomocą opornika żarzeniowego  $R_k$  o specjalnej konstrukcji umożliwiającej łagodną regulację.

Układy negadynowe były dawniej dość często stosowane w najprostszych odbiornikach bateryjnych, budowanych przeważnie przez radioamatorów, dzięki możliwości użycia baterii anodowej o bardzo niskim napięciu rzędu kilku lub kilkunastu V, wystarczającym do pracy lampy dwusiatkowej np. z serii Philipsa Miniwatt typu A141 lub A441N.

Obecnie nie stosuje się układów negadynowych w związku z zarzuceniem (jeszcze przed II wojną światową) budowy lamp dwusiatkowych z siatką przeciwladunkową i z rozpowszechnieniem się układów superheterodynowych.



Rys. 4-7. Układ negadynowy

Rys. 4-8. Przebieg charakterystyk lampy dwusiatkowej

Rys. 1.5.1. Odbiornik negadynowy i charakterystyki negadyny (źródło [1])

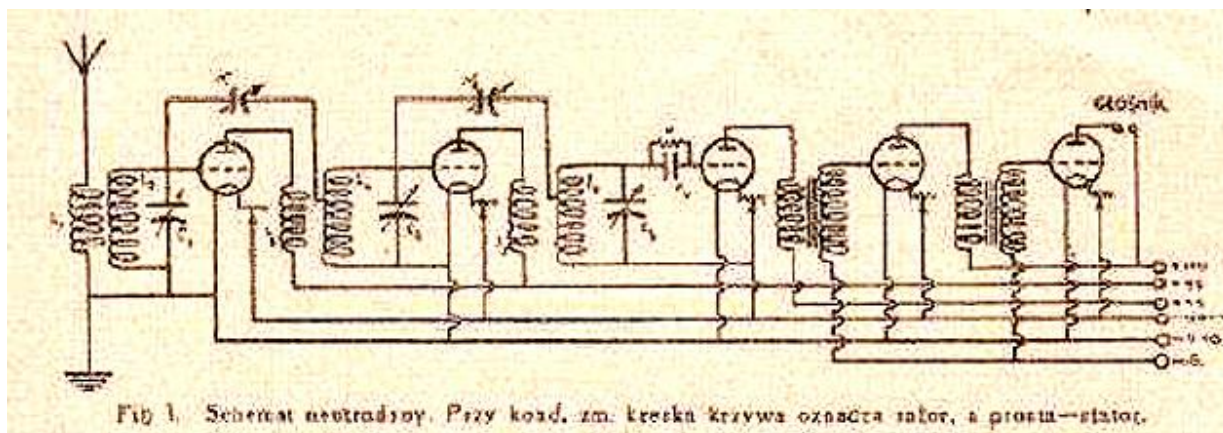
Działanie lampy z siatką przeciwladunkową można zasymulować za pomocą pentody z wyprowadzoną siatką hamującą. Pełni ona w tym przypadku rolę siatki sterującej z powyższych układów, siatka ekranująca pełni rolę siatki przeciwladunkowej, a siatka sterująca jest połączona z potencjałem katody. Jest ona zbyt gęsta i chodzi o to, żeby nie przeszkadzała. Nie wszystkie typy pentod pracują dobrze w takim układzie.

## 1.6. Neutrodyna

Neutrodyna jest odbiornikiem o bezpośrednim wzmacnieniu, w którym dla zapobieżenia wzbudzeniu się stopni wzmacniaczy wielkiej częstotliwości zastosowano w nich neutralizację. Najczęściej stosowane do celu były kondensatory neutralizujące podłączone i zestrojone w ten sposób aby sygnał sprzężenia zwrotnego docierający do obwodu wejściowego miał fazę przeciwną aniżeli sygnał docierający przez pojemności wewnętrzne lampy. Zastosowania neutralizacji wymagały zasadniczo jedynie wzmacniacze lampowe na triodach, ponieważ w pentodach i innych lampach wieloelektrodowych anoda jest oddzielona od siatki sterującej przez siatkę ekranującą i hamującą lub większą ich liczbę co wyraźnie zmniejsza pojemność pomiędzy anodą i siatką sterującą.

Przedstawiony schemat odbiornika pochodzi z 1926 roku i został opublikowany w nr. 1/1926 *Radjo Amatora*. Układ zawiera dwa stopnie wzmacnienia w.c.z., detektor lampowy i dwustopniowy wzmacniacz m.c.z. i zaciski do podłączenia głośnika. Był on przystosowany do odbioru fal średnich. W porównaniu z rozpowszechnionymi jednoobwodowymi odbiornikami reakcyjnymi a tym bardziej – z powszechnie wówczas stosowanymi odbiornikami detektorowymi rozwiązanie to zapewniało znacznie lepszą selektywność dzięki większej liczbie obwodów rezonansowych (tutaj trzech) no i oczywiście większą czułość. Wzmocnienie poszczególnych stopni było regulowane poprzez zmianę prądu żarzenia. W pierwszych dwóch stopniach zastosowano neutralizację. Trymery neutralizujące były włączone między obwód siatki i odczep na cewce siatkowej następnego stopnia.

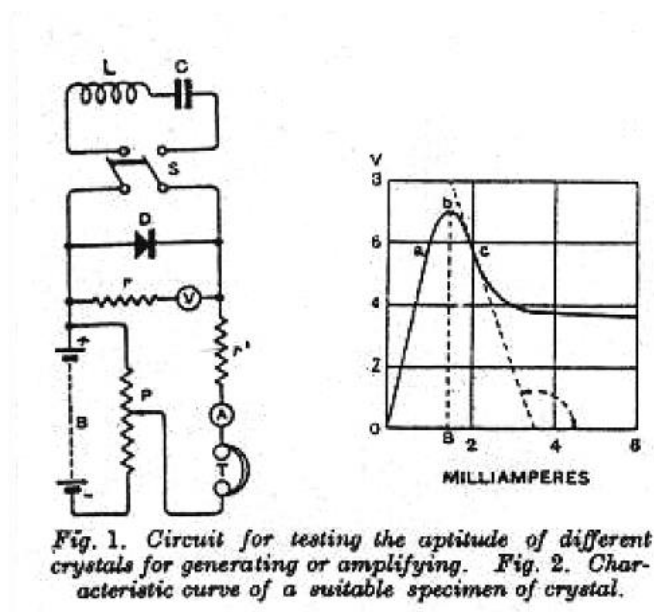
Autorem opracowania jest Stanisław Sypniewski (poźniej SP3CO, następnie SP1BF), wówczas uczeń państwowego gimnazjum im. T. Czackiego. W okresie międzywojennym był autorem licznych publikacji dla radioamatorów i krótkofalowców, a po wojnie autorem książek *Poradnik radioamatora* (1957) i *Ośrodki telewizyjne* (1961).



Rys. 1.6.1. Schemat neutrodyń Sypniewskiego

## 1.7. Prehistoria półprzewodników

### 1.7.1. Ujemny opór dynamiczny cynkitu



Rys. 1.7.1.1. Oryginalny rysunek z nr 1 X 1924 przedstawiający schemat układu pomiarowego, wzmacniającego lub generatora i przykładową zmierzoną charakterystykę krysztalu. Literą D zaznaczono badany detektor

Układy generatorów i wzmacniaczy z detektorem cynkitowym zostały opisane przez Victora Gabela w numerach z 1 i 8 października 1924 roku czasopisma *The wireless world and radioreview*. Artykuł przedstawiał charakterystykę detektora z odcinkiem o ujemnej oporności dynamicznej oraz schematy generatorów niskiej i wysokiej częstotliwości oraz wzmacniaczy ze spolaryzowanym w kierunku przewodzenia detektorem cynkitowym (ZnMnO). Do polaryzacji detektora służyła bateria z włączonym w szereg opornikiem. Autor powołuje się przy tym na prace rosyjskiego inżyniera O. Łosiewa opublikowane po angielsku w tym samym czasopiśmie w numerze z dnia 11 lipca t.r. Wzmacniacze te nosiły nazwę krystadyny.

Jest to obecnie najwcześniejsza znana autorowi publikacja na ten temat. Koleną znaną autorowi publikacją na temat właściwości detektorów cynkitowych był artykuł J. Bagrynowskiego (Janusza Odyńca) „Reakcyjne odbiorniki kryształkowe” z numeru 4/1925 (z 25 lutego 1925 roku) *Radio-Amatora*. W artykule przedstawiono charakterystyki różnych typów detektorów w tym charakterystykę detektora cynkitowego z odcinkiem o ujemnej oporności dynamicznej – a więc analogiczną do produkowanych w latach 1950-tych i 1960-tych diod tunelowych (diod Esakię).

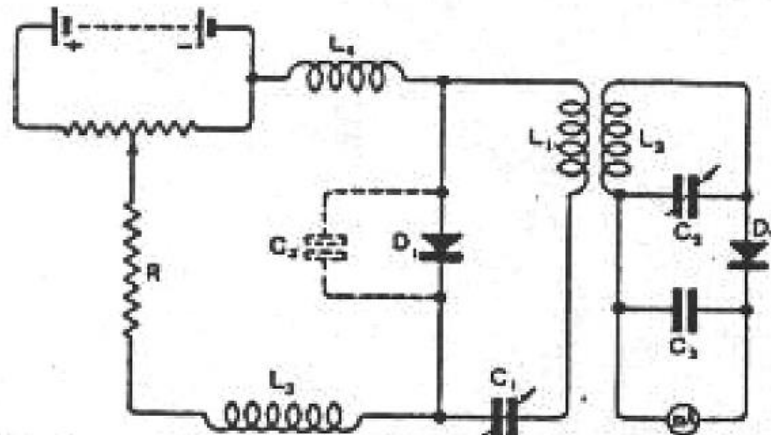


Fig. 6. Oscillating crystal circuit.  $C_2$  is introduced and increases the amplitude on short wave lengths.

Rys. 1.7.1.2. Generator w.cz. pracujący na falach średnich lub krótkich (200 m lub powyżej).  
Oryginalna ilustracja z numeru z 8 X 1924

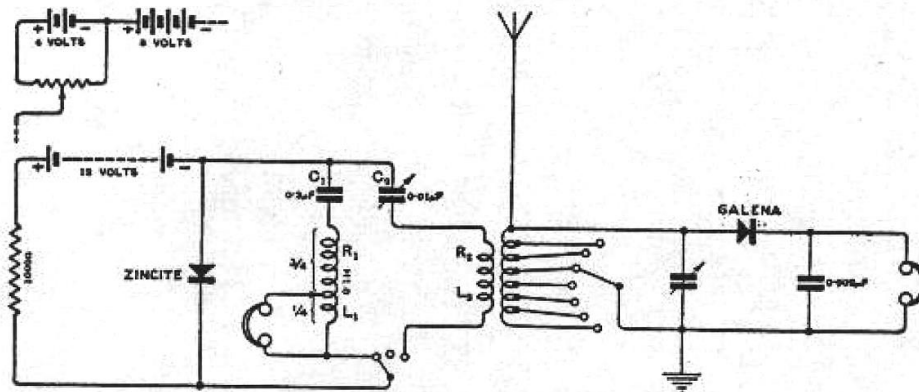


Fig. 7. Receiving circuit for C.W. reception, using a crystal oscillator for heterodyning the incoming oscillations.

Rys.1.7.1.3. Odbiornik telegraficzny z detektorem dudnieniowym na prostowniku cynkitowym i detektorem galenowym (źródło j.w.)

Kryształy cynkitu można było wybrać eksperymentalnie. Prowadzono również doświadczenia z elektrodami z różnych materiałów. Stosunkowo dobre rezultaty uzyskano dla kontaktów w postaci igły stalowej, natomiast elektrody miedziane lub aluminiowe dawały niezadawalające wyniki. Doświadczenia z innymi kryształami takimi jak galena, piryt, karborund i molibdenit nie dawały jednoznacznych wyników, a przeważnie nie otrzymywano oscylacji. W układzie z rysunku 1.7.1.1 opornik  $r$  włączony w szereg z woltmierzem miał wartość  $100\text{ k}\Omega$ , a  $r^1 - 1 - 5\text{ k}\Omega$ . Napięcie z baterii zasilającej było regulowane za pomocą potencjometru  $P$  o oporności  $800\ \Omega$ . Przełącznik  $S$  służył do włączenia do układu obwodu rezonansowego LC. Możliwy był wówczas pomiar amplitudy drgań dla różnych egzemplarzy kryształu cynkitu. Oporność ujemna była rzędu  $900\ \Omega$ . W artykule próbowano wyjaśnić zachodzące zjawiska fizyczne, ale działanie półprzewodników zostało poznane znacznie później.

Bateria zasilająca na rys. 1.7.3 ma napięcie 12 V, ale można potencjometr regulacyjny włączyć równoległe tylko do części ogniw (np. tylko części 4-woltowej). Słuchawki w generatorze ułatwiały rozpoznanie wzbudzenia drgań. Odbiornik miał pracować w zakresie fal długich. Dobór punktu pracy wywierał wpływ na częstotliwość drgań.

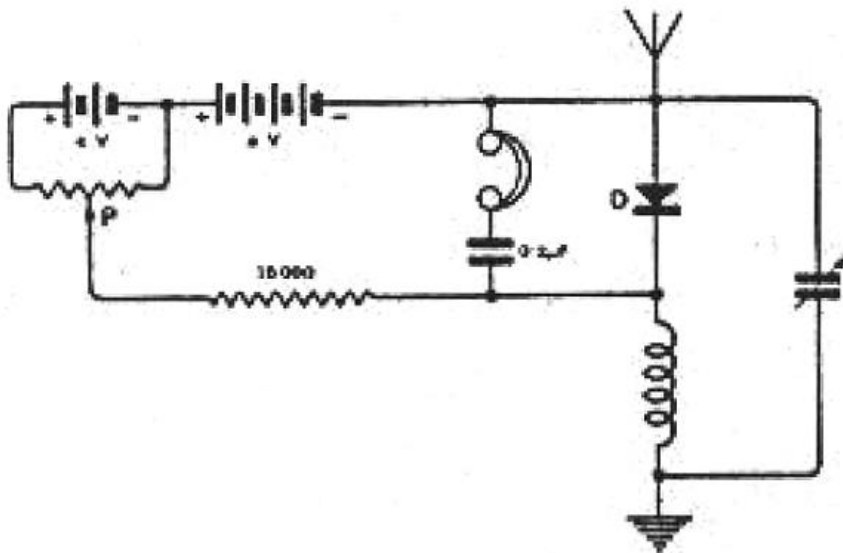
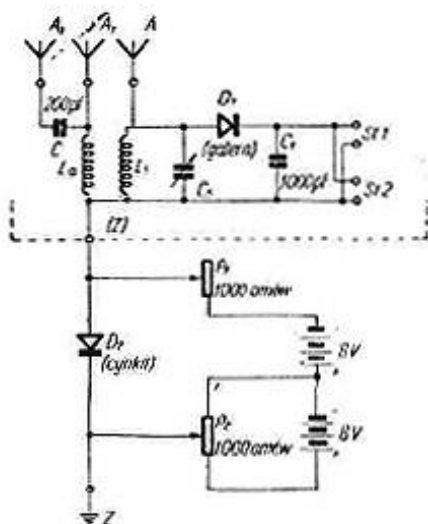


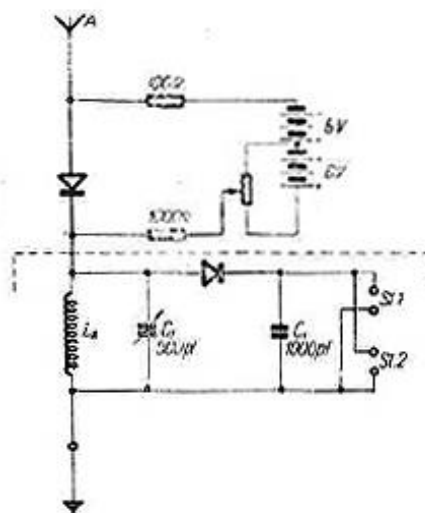
Fig. 8. Regenerative crystal receiving circuit for long wave reception.

Rys. 1.7.1.4. Odbiornik długofalowy z reakcją (źródło j.w.) – odtłumianiem obwodu rezonansowego

W artykule w *The wireless world and radio review* z 8 X 1924 przedstawiono szereg wariantów takich odbiorników z szeregowymi obwodami rezonansowymi, z odczepami na cewkach itp. Odbiorniki powinny były pracować poniżej progu wzbudzenia drgań.



Rys. 164. Schemat aparatu detektorowego z członem generacyjnym, włączonym od strony uziemienia

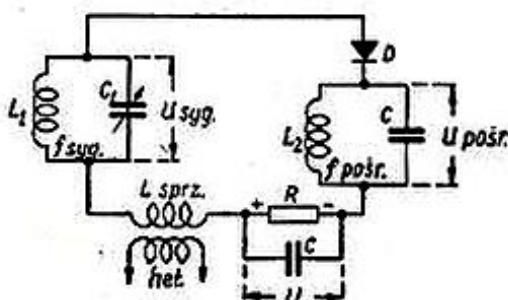


Rys. 165. Schemat aparatu kryształkowego z członem generacyjnym, włączonym od strony anteny

Rys. 1.7.1.5. Schematy odbiorników z diodą cynkitową z poz. [7]

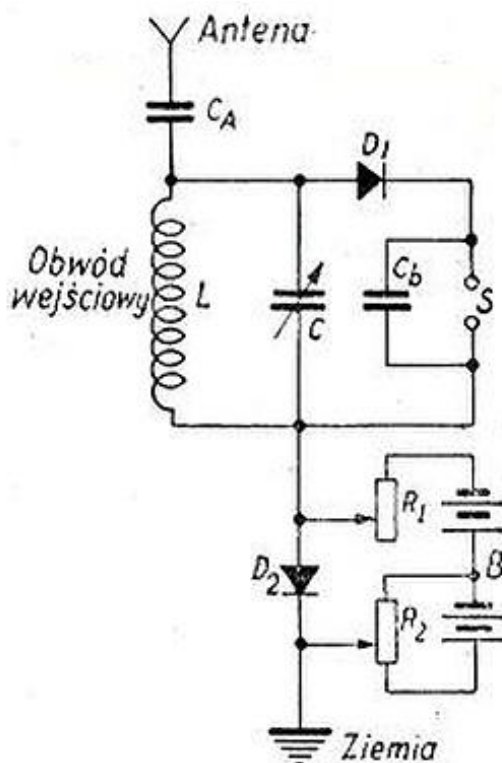
Według poz. [7] współpracownik Niżnogradzkiego Laboratorium Radiowego O. W. Łosiew odkrył w 1922 roku, że kryształ cynkitu w połączeniu z elektrodą węglową lub stalową powoduje generację drgań wielkiej częstotliwości w obwodzie zasilanym niewielkim napięciem stałym 6 – 8 V. Wykorzystał on to zjawisko do zwiększenia czułości i selektywności aparatu kryształkowego (detektorowego) gdyż zachodziło zjawisko podobne do reakcji w układach lampowych – zjawisko od tłumiania obwodu rezonansowego. Krystadyny były również wykorzystywane w nadajnikach i odbiornikach superheterodynowych.

W opublikowanych w [7] układach konstrukcji Łosiewa dioda cynkitowa była włączana szeregowo z anteną i obwodem rezonansowym. Podobnie wyglądały później niektóre konstrukcje odbiorników i generatorów na diodach tunelowych. Diody tunelowe zostały wynalezione przez Esakiego w 1957 r. Były one wykorzystywane we wzmacniaczach i generatorach na bardzo wielkich częstotliwościach (b.w.cz.) – czyli na mikrofalach i w szybkich układach impulsowych.



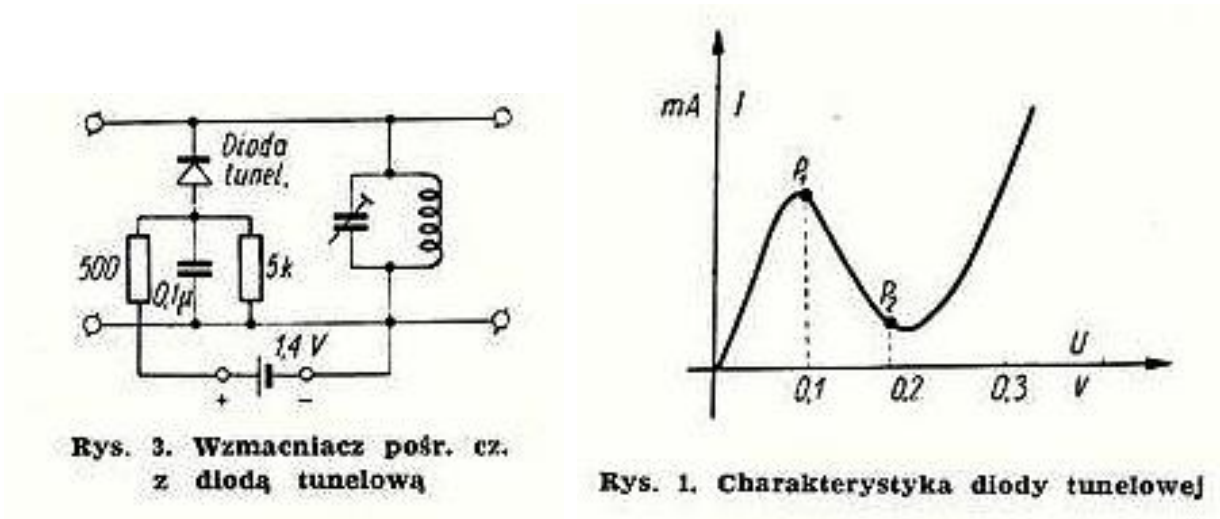
**Rys. 6. Schemat układu mieszającego na diodzie krystalicznej**

Rys. 1.7.1.6. Układ mieszający na diodzie krystalicznej (źródło RA 4/1954, C. Szymański)



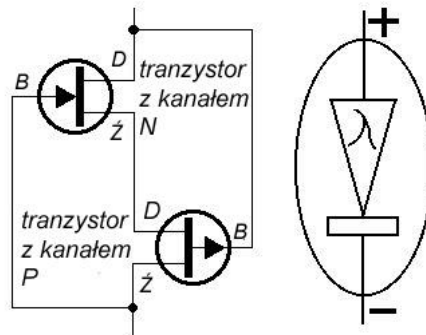
**Rys. 7. Schemat odbiornika detektorowego z diodą o ujemnej oporności**

Rys. 1.7.1.7. Odbiornik detektorowy z diodą o ujemnej oporności (źródło RA 4/1954, C. Szymański)



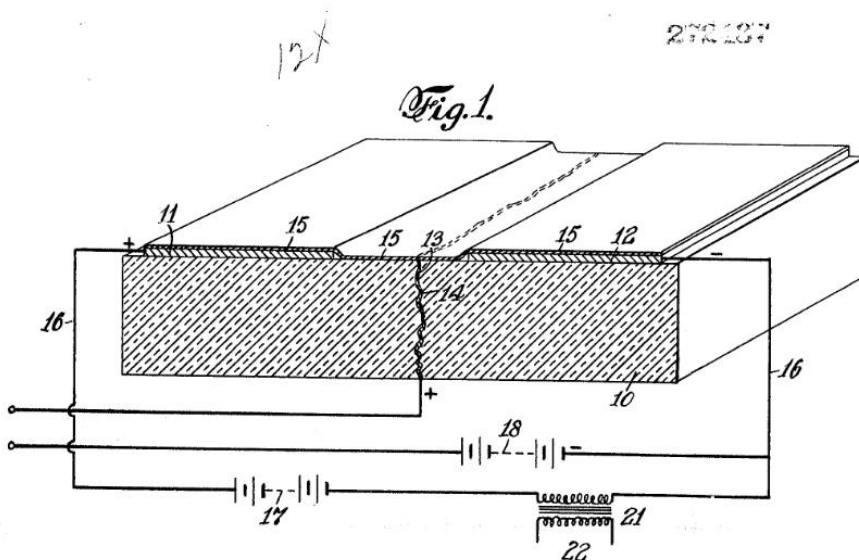
Rys. 1.7.1.8 (źródło RA 11/1960)

Rys. 1.7.1.9 (źródło RA 11/1960)



Rys. 1.7.1.10. Struktura diody lambda na dwóch polowych tranzystorach złączowych i jej symbol. Zastępuje diodę tunelową m.in. w powyższych układach

**1.7.2. Pierwsze patenty na tranzystory polowe**



Rys.1.7.2.1. Jeden z rysunków z wniosku patentowego CA272437

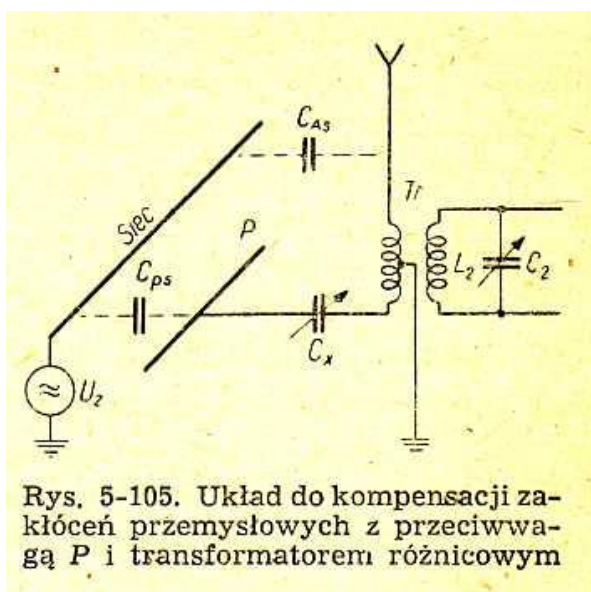
Juliusz Edgar Lilienfeld ur. 18 IV 1882 we Lwowie, zm. 28 VIII 1963 był polskim fizykiem pochodzenia żydowskiego. Od 1899 r. studiował początkowo na politechnice w Berlinie, a następnie na uniwersytecie berlińskim. W 1905 r. uzyskał stopień dra i rozpoczął pracę w Instytucie fizycznym Uniwersytetu w Lipsku. W 1921 r. nie przyjął propozycji objęcia stanowiska naukowego w Polsce, ale wniosek patentowy na tranzystor polowy złożył w 19 VII 1927 roku jako obywatel polski. Ówczesny stan technologii półprzewodnikowej (chodziło głównie o czystość materiału) nie pozwalał na praktyczną realizację tranzystora.

Uzyskał on patent kanadyjski nr CA272437 na „Electric current control mechanism”. 28 stycznia 1930 uzyskał też patent amerykański nr US1,745,175.

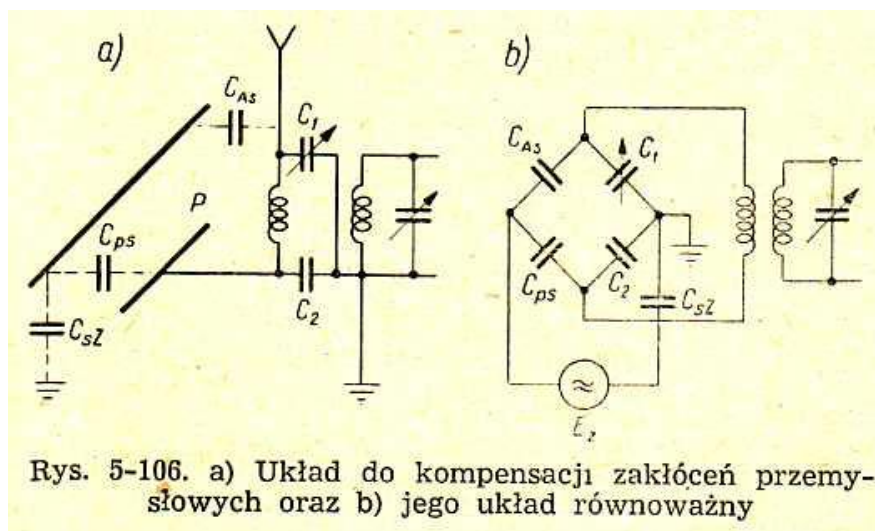
### 1.8. Antena kompensacyjna Stefana Manczarskiego

W 1929 r. S. Manczarski opracował metodę kompensacji zakłóceń przemysłowych (zwanych obecnie zakłóceniami technicznymi) i otrzymał na nią dwa polskie patenty: nr 11351 (zgł. 20 III 1929) i nr 17607 (zgł. 26 VIII 1931). Metoda ta, wykorzystująca przeciwwagę i układ odwracający fazę po dopracowaniu została przez niego ogłoszona na Międzynarodowej Konferencji CCIR w Kopenhadze w 1931 r. (*Dokumentacja CCIR Kopenhaga 1931*, str. 478-495 i *Dokumentacja CCIR Lizbona 1934*, str. 400). Metoda ta została opublikowana w artykule *Nowe metody usuwania prądów pasożytniczych w odbiornikach w Przeglądzie Radiotechnicznym* z r. 1930 na str. 89, 101 i 113 oraz w *Przeglądzie Elektrotechnicznym* z 1932 r. na str. 196-200. Manczarski wygłosił na ten temat także referat na Międzynarodowej Konferencji Radiofonicznej UIR w Montreux na wiosnę 1939 roku. Zasadę pracy anteny opublikowali w 1940 r. Niemcy w czasopiśmie *Telefunken Mitteilungen* nr. 83/1940 – nie domyślając się podstępu zastosowanego przez polską konspirację. W opraciu o zasadę kompensacji w czasie wojny Polskie Wojskowe Warsztaty Radiowe w Stanmore produkowały anteny konspiracyjne, pozwalające na całkowite wytłumienie fali przyziemnej, co w praktyce uniemożliwiało lokalizację stacji za pomocą radionamiernika. W warunkach konspiracji antena ta nosiła, dla potrzeb radiotelegrafistów nazwę „anteny krótkofalowej z przeciwwagą” co pozwoliło na ukrycie jej prawdziwego charakteru przed Niemcami. W jakim stopniu anteny kompensacyjne były stosowane przed wojną przez krótkofalowców trudno obecnie powiedzieć, ale nie można tego wykluczyć.

Zasada ta jest stosowana do dziś m.in. w eliminatorach zakłóceń produkowanych dla potrzeb krótkofalowców i wyposażonych w antenę pomocniczą. Ilustracje i wyjaśnienie zasady działania zaczerpnięto z [1].



Rys. 1.8.1. Układ kompensacyjny z transformatorem różnicowym



Rys. 1.8.2. Układ kompensacyjny z przeciwwagą i transformatorem różnicowym

Stosując natomiast metodę kompensacji można całkowicie wyeliminować zakłócenie kosztem nieznacznej osłabienia odbioru. Zasada działania metody kompensacji zakłóceń polega na sztucznym doprowadzeniu do odbiornika dodatkowego napięcia zakłóceń o takiej amplitudzie i fazie, aby wypadkowe napięcie zakłóceń przenikających do odbiornika uczynić równym zero.

[...]

Dodatkowe napięcie zakłóceń potrzebne do kompensacji można doprowadzić do odbiornika wieloma sposobami. Jeden z najprostszyc sposobów polegający na zastosowaniu przeciwwagi (anteny pomocniczej) P i różnicowego transformatora przedstawiono na rys. 5-105.

Zakłócenia przenikają z sieci do anteny odbiorczej przez pojemność antena-sieć  $C_{As}$ . Z sieci tej za pośrednictwem pojemności "przeciwwaga-sieć"  $C_{ps}$  zakłócenia są doprowadzone sztucznie do dolnej połowy transformatora różnicowego  $Tr$ . Przez dobór odległości przeciwwagi od przewodów sieci oraz przez regulację pojemności  $C_x$  można uzyskać kompensację zakłóceń w transformatorze różnicowym. Przy skompensowaniu zakłóceń sygnał może ulec pewnemu osłabieniu, gdyż wystąpi różnicowe działanie sygnału wzbudzanego w antenie i w przeciwwadze. Ponieważ wysokość skuteczna przeciwwagi jest znacznie mniejsza niż anteny, więc sygnał wzbudzany w przeciwwadze będzie słaby, dzięki czemu kompensacja tylko nieznacznie wpłynie na natężenie odbioru.

Układ kompensacyjny przedstawiony na rys. 5-106 a nie wymaga stosowania transformatora różnicowego. Jak wynika z układu równoważnego (rys. 5-106 b), mamy tu mostek, którego równowagę dla napięć zakłócających uzyskuje się przez regulację pojemności  $C_1$ . W układzie tym  $C_{As}$  oznacza pojemność antena-sieć,  $C_{ps}$  – przeciwwaga-sieć oraz  $C_{sZ}$  – sieć-ziemia,  $E_2$  jest siłą elektromotoryczną składowej niesymetrycznej zakłóceń w sieci.

Manczarski był m.in. wiceprzewodniczącym Polskiego Związku Krótkofalowców (1934) i członkiem honorowym tego związku, członkiem rady Zrzeszenia Przedsiębiorstw Radiotechnicznych w Polsce (1925) oraz członkiem zarządu Warszawskiego radioklubu (1924-25). Szczegółowe informacje o jego działalności i osiągnięciach znajdują czytelnicy w poz. [2].

## 1.9. Historyczne podzespoły

Baretery były żelazo-wodorowymi stabilizatorami prądu żarzenia lamp o żarzeniu uniwersalnym lub żarzeniu prądem stałym<sup>8</sup>. Wykonywany był jako hermetyczna bańka szklana, często o kształcie zbliżonym do lamp radiowych. W wypełnionej wodorem pod niższym ciśnieniem bańce znajdowała się spirala z oporowego drutu żelaznego o dodatnim współczynniku termicznym. Wzrost temperatury do 200 – 600 °C spowodowany przepływającym prądem powodował wzrost oporności drutu, a przez to

<sup>8</sup> Bareter nosił po niemiecku nazwę *Eisenwasserstoff Widerstand* – EW.

ograniczenie i stabilizację natężenia prądu. Wodór znajdujący się w bańce zapobiegał utlenianiu się żelaza.

*Bareter* był włączany do obwodu szeregowo połączonych włókien żarzenia lamp – z dawniejszych lamp były to serie B, C, U lub V. Stabilizował on natężenie prądu przy wahaniami napięcia sieci. Jego najważniejszymi parametrami były znamionowe natężenie prądu i zakres napięcia, przy którym był on stabilizowany.

Głównymi producentami w okresie międzywojennym były niemieckie firmy Osram, Siemens i Stabivolt – STV oraz firma Philips. Philips używał dla nich nazwy *lampy oporowe*. Były one produkowane również w Związku Radzieckim.

Oprócz odbiorników radiowych były one stosowane w prostownikach do ładowania akumulatorów oraz w przyrządach pomiarowych.

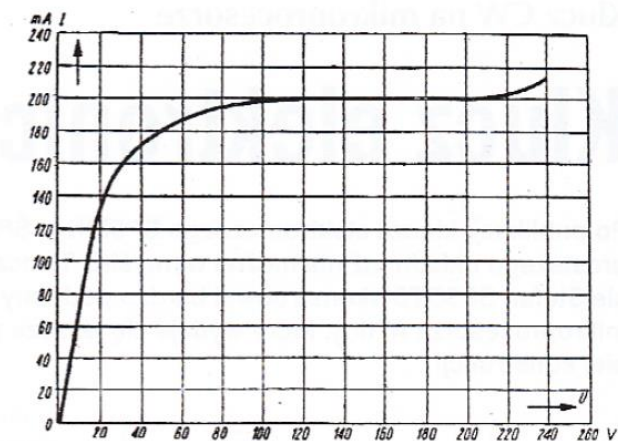
Zostały one opracowane przez Fedessena w 1902 roku i szeroko używane w latach 20-tych i 30-tych ubiegłego wieku, a w mniejszym stopniu do lat 50-tych XX wieku.

Nie należy ich mylić z *Urdoxem*, ale zdarzały się typy występujące w jednej bańce z nim.

Tabela 1.9.1.

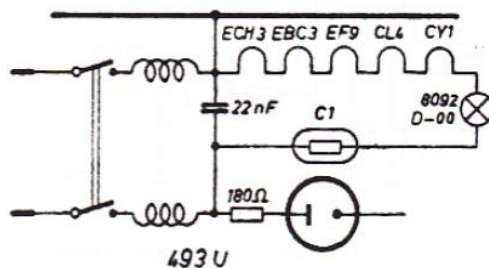
Parametry niektórych typów *bareterów* (źródło: *Świat Radio 2/2009*, Henryk Berezowski)

Typ	U pracy min. [V]	U pracy maks. [V]	I znamion. [A]	U sieci zasil. maks. [V]	Producent
C 1	80	200	0,2	250	Philips
C 2	35	100	0,2	160	Philips
C 3	100	200	0,2	250	Philips
C 9	35	100	0,2	160	Philips
C 10	35	100	0,2	160	Philips
C 11	80	200	0,2	250	Philips
C 12	35	100	0,2	160	Philips
EW 1	80	240	0,2	240	Osram
EW 2	35	105	0,2	125	Osram
H70- -210/60	70	210	0,06	220	STV
H85- -255/100	85	255	0,1	300	STV
1926	16	16	0,18	-	Philips
1927	35	100	0,18	-	Philips
1928	100	240	0,18	-	Philips
329	5	30	1,15	-	Philips
200 R I	100	200	0,2	-	ZSRR



Charakterystyka baretera 200 R I

Po lewej: Rys. 1.9.2. Przykładowa charakterystyka napięciowo-prądowa (źródło j.w.)



Odbiornik Philips 493 U – obwód żarzenia lamp

Rys. 1.9.3. Przykład zastosowania w układzie żarzenia lamp odbiornika radiowego (źródło j.w.)

*Urdox* był ogranicznikiem natężenia prądu w obwodach żarzenia lamp w odbiornikach o zasilaniu uniwersalnym oraz prądem stałym<sup>9</sup>. Wykonywany był również jako hermetyczna bańka szklana, często w kształcie lampy radiowej z różnymi cokołami. Wewnątrz znajdował się opornik w postaci czarnej sztabki lub pręta wykonanego ze sprasowanego proszkowego dwutlenku uranu. Od lat 1934–35 zaczęto stosować tlenek magnezu i tytanu. *Urdoxy* zostały później wyparte przez termistory. W bańce panowała próżnia, a znajdujący się wewnątrz opornik miał ujemny współczynnik temperaturowy. Wzrost temperatury spowodowany przepływającym prądem powodował spadek jego oporności. W stanie zimnym oporność była kilkadziesiąt razy wyższa niż w nagrzanym.

Włączenie *urdoxa* szeregowo do obwodu żarzenia lampy zapobiegało skokowi prądu w chwili załączenia ponieważ włókna w stanie zimnym mają niską oporność – podobnie jak włókna żarówek. Umieszczony w obwodach żarzenia lamp z dawnych serii B, C, U i V powodował płynny wzrost prądu i przedłużał żywotność lamp. Wielu czytelników pamięta, że zwykłe żarówki przepalały się przeważnie w momencie włączenia czyli przy przepływie maksymalnego prądu powodując przy tym zwarcie i wyłączenie bezpieczników. Głównym producentem była firma *Osram*.

Tabela 1.9.2.

Parametry wybranych *urdoxów* (źródło *Świat Radio* 3/2009, Henryk Berezowski)

Typ	U pracy min. [V]	U pracy maks. [V]	J znamion. [A]	U sieci zasil. maks. [V]	Producent
U 920-6	7	11	0,2	110	Osram
U 920-P	7	11	0,2	110	Osram
U 1218	10,5	13,5	0,18	220	Osram
U 2020	19	23	0,2	125	Osram
U 2410-P	20	28	0,1	-	Osram
U 3505VE	30	40	0,05	220	Osram
U 4520-G	40	50	0,2	240	Osram

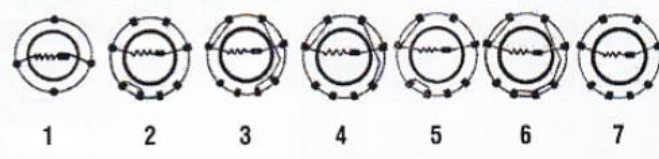
*Baretero-urdox* był połączeniem obu elementów w jednej bańce. Wewnątrz w atmosferze wodorowej pod obniżonym ciśnieniem znajdował się żelazny drut oporowy oraz pręcik z dwutlenku uranu lub tlenku MgTi. Jest on jednocześnie stabilizatorem prądu i ogranicznikiem impulsu w momencie włączenia zasilania. Podobnie jak elementy poprzednie był on szeregowo włączany do obwodów żarzenia lamp z serii B, C, U lub V. Jego najważniejszymi parametrami były prąd znamionowy i zakres napięć, w których była zapewniona stabilizacja. Głównym producentem była firma *Osram*. *Baretero-urdoxy* były używane od lat 30-tych do 50-tych XX wieku.

<sup>9</sup> Jego nazwa pochodziła z języka niemieckiego gdzie *Urandoxid* oznacza dwutlenek uranu. Dla baretero-urdoxu używana była nazwa *Eisen-Urdox* – EU.

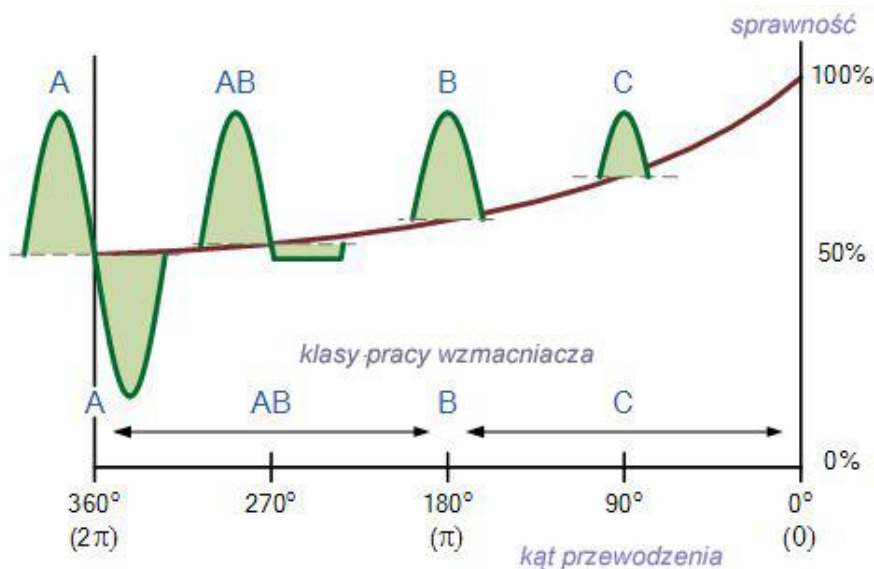
Tabela 1.9.3.

Parametry wybranych typów baretero-urdoxów (źródło: Świat Radio 4/2009, Henryk Berezowski)

Typ	U pracy min. [V]	U pracy max. [V]	J znam. [A]	Cokół nr	Producent
EU I	110	220	0,18	1	Osram
EU II	55	110	0,18	1	Osram
EU III	25	50	0,18	1	Osram
EU IV	80	160	0,18	1	Osram
EU V	35	70	0,18	1	Osram
EU VI	110	220	0,2	2	Osram
EU VII	50	100	0,2	3	Osram
EU VIII	75	150	0,2	4	Osram
EU IX	95	190	0,2	5	Osram
EU X	35	70	0,2	6	Osram
EU XII	85	170	0,2	4	Osram
EU XIII	25	50	0,2	7	Osram
EU XIV	50	100	0,2	7	Osram
EU XX	35	70	0,2	6	Osram
KS 1320	25	50	0,2	7	Osram



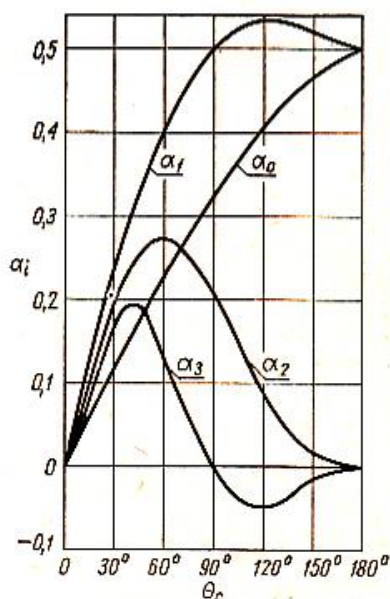
### 1.10. Powielanie częstotliwości



Rys. 1.10.1. Klasy pracy wzmacniaczy. Na ilustracji podano teoretyczne wartości sprawności – nieosiągalne w praktyce. Teoretycznie też przy kącie przepływu dążącym do zera sprawność wzmacniaczy klasy C dąży do 100%, teoretyczna sprawność w klasie A wynosi 50%, a w klasie B – 78%

Czysty sygnał sinusoidalny o stałej amplitudzie i niezmienniej częstotliwości (niemodulowany) posiada tylko jedną składową – o własnej częstotliwości. Zniekształcenie sinusoidy przez przesterowanie wzmacniacza, ograniczenie przepływu prądu do części jej okresu lub odbiegającą od liniowej charakte-

rystykę wzmocnienia powoduje powstanie składowych harmonicznych – o wielokrotności częstotliwości podstawowej. We wzmacniaczach wielkiej częstotliwości stosuje się ograniczenie czasu przewodzenia do części okresu sinusoidy. Zamiast pełnego okresu  $360^\circ$  (we wzmacniaczu pracującym w klasie A) stosuje się kąty przepływu prądu (anodowego, kolektorowego lub w obwodzie drenu)  $180^\circ$  lub poniżej. Przy  $180^\circ$  wzmacniacz pracuje w klasie B i przewodzona jest tylko jedna połówka sinusoidy, a przy kątach poniżej  $180^\circ$  wzmacniacz pracuje w klasie C, gdzie przewodzona (czyli wzmacniana) jest jej część. W obwodzie wyjściowym powstają impulsy będące jej wycinkiem i bogate w harmoniczne. W zależności od kąta przepływu uzyskuje się względne maksima amplitudy sygnału dla poszczególnych harmonicznych (rys.1.10.2). Obwód rezonansowy na wyjściu stopnia musi być dostrojony do pożądanej harmonicznej zamiast do częstotliwości podstawowej. Należy dobrać też odpowiedni kąt przepływu.



Rys. IV.153. Współczynniki rozkładu impulsu o kształcie odcinka sinusoidy [IV.29]

Rys. 1.10.2. Rozkład odcinka sinusoidy na harmoniczne (źródło [8]),  $\alpha_1$  oznacza współczynnik dla składowej o częstotliwości podstawowej,  $\alpha_2$  – dla drugiej harmonicznej,  $\alpha_3$  – dla trzeciej itd. Optymalny kąt przepływu maleje w miarę wzrostu rzędu harmonicznej

Ze względu na to, że amplitudy harmonicznych wyższych rzędów szybko maleją korzystniejsze jest powielanie kilkustopniowe niższych rzędów, np. zamiast powielania  $x 6 - x 2$  i  $x 3$ .

We wzmacniaczach liniowych mocy (dla emisji o zmiennej amplitudzie sygnału jak SSB, DMR – ze względu na przełączanie szczelin czasowych) stosowana jest najczęściej praca w klasie AB, z rzadka również w klasie A. We wzmacniaczach mocy dla emisji o stałej amplitudzie (CW, FM, RTTY, D-STAR, C4FM itd.) stosowana jest klasa C.

Powielanie częstotliwości można stosować dla sygnałów niemodulowanych (dla nośnych), dla sygnałów kluczowanych amplitudowo (telegraficznych) lub zmodulowanych częstotliwościowo – czyli dla sygnałów o stałej amplitudzie. Powielanie częstotliwości sygnałów zmodulowanych amplitudowo powoduje zniekształcenia obwiedni uniemożliwiające ich odbiór. Powielane sygnały zmodulowane lub kluczowane częstotliwościowo muszą mieć dewiację (przesuw przy kluczowaniu) proporcjonalnie mniejszą od pożądanej na wyjściu nadajnika.

Na falach krótkich i UKF do pasma 70 cm stosowane są powielacze tranzystorowe lub dawniej lampowe, natomiast na wyższych pasmach spotykane są również, omówione w pierwszym tomie, powielacze waraktorowe.

## 2. Krótkofalarskie konstrukcje KF do 1939 roku

Za chwilę powstania amatorskiego ruchu krótkofalarskiego w Polsce uważa się pierwszą połowę r. 1924, gdy w eterze pojawiła się pierwsza stacja amatorska o znaku wywoławczym LW3, później TPAR, Jana Ziembickiego. Za symboliczną datę narodzin polskiego krótkofalarstwa przyjmuje się jednak dzień 6 grudnia 1925 r. – datę nawiązania przez Tadeusza Heftmana pierwszej potwierdzonej międzynarodowej łączności amatorskiej w Polsce. W 1926 r. TPAX nawiązał też łączność międzykontynentalną ze stacją U1AAO z USA.

W rzeczywistości historia krótkofalarstwa w Polsce rozpoczyna się już w r. 1918. Najszybszy rozwój ruchu radioamatorskiego w Polsce miał miejsce na terenie dawnych zaborów pruskiego i austriackiego, ponieważ tu właśnie była szerzej dostępna fachowa literatura techniczna. Początkowe eksperymenty z wykorzystaniem fal radiowych w łącznościach amatorskich odbywały się we Lwowie, w Poznaniu i Bydgoszczy. W 1918 r. Stanisław Stankiewicz (późniejsze znaki wywoławcze: TPFE, TPFI, SP3FI) przeprowadził we Lwowie doświadczenia z transmisją radiową w pasmach 100 i 200 m przy wykorzystaniu nadajnika iskrowego z lotniska Skniłów. Później przeszedł on na fale niegasnące i nadawał głównie fonią w pasmach 100 i 200 m na dystansach kilkudziesięciu kilometrów. O jego eksperymentach donosił *Radjoamator Polski* w numerze 12/1928.

W 1920 r. Władysław Arnold Trembiński (późniejsze znaki wywoławcze: TPAD, SP1AD) i Jerzy Mokrzycki (później TPBL), jeszcze jako uczniowie gimnazjum miejskiego w Bydgoszczy prowadzili próby z nadajnikami iskrowymi na fale ok. 100 m i uzyskali zasięgi rzędu kilku km. Podobne próby z nadajnikami iskrowymi prowadził w Poznaniu Stanisław Andruszewski (później TPSA, SP1AJ).

Ówczesne przepisy praktycznie nie dawały żadnych możliwości pracy krótkofalowcom dlatego też eksperymenty prowadzone w Poznaniu i Bydgoszczy zakończyły się konfiskatą sprzętu i krótkotrwałym zatrzymaniem eksperymentatorów. Ustawa z 27 maja 1919 r. zapewniała wyłączność radiokomunikacji dla stacji państwowych i zabraniała ludności nawet posiadania odbiorników radiowych.

W 1923 r. Ministerstwo Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego zainicjowało *Państwowe Kursy Radiotechniczne*, początkowo w Warszawie, a później we Lwowie, gdzie szczególnie aktywnie działał prof. Tadeusz Malarski, późniejszy prezes Lwowskiego Klubu Krótkofalowców (LKK)<sup>10</sup>. Kursy te za-

---

<sup>10</sup> Tadeusz Malarski (1883-1952), fizyk, radiotechnik, profesor politechnik we Lwowie i Gliwicach. odbył studia na Wydziale Budowy Maszyn Szkoły Politechnicznej we Lwowie, które ukończył w 1907 r. po czym otrzymał asystenturę przy Katedrze Fizyki tejże uczelni. W latach 1907-1910 odbył dodatkowe studia matematyczno-fizyczne na Uniwersytecie Lwowskim interesując się m.in. podstawami rozwijającej się w tym czasie radiotechniki. Równoległe z pracą na politechnice wykładał w latach 1913-27 mechanikę i elektrotechnikę w Państwowej Szkole Przemysłowej we Lwowie. Wstąpiwszy do wojska był w latach 1918-21 dowódcą radiostacji lwowskiej, a później przemysłowej (obie radiostacje, uruchomione przez Austriaków w r. 1913, były wyposażone w nadajniki łukowe o mocy 4 kW). Później został szefem służby radiotelegraficznej VI Armii WP.

W 1923 r. rozpoczął na Politechnice Lwowskiej wykłady z dziedziny prądów szybkozmiennych i radiotechniki, którą darzył szczególnym zainteresowaniem, oraz zorganizował na Wydziale Mechanicznym Laboratorium Radiotelegrafii, którym kierował także wtedy, gdy w 1927 r. został profesorem nadzwyczajnym (a w 1936 r. zwyczajnym) fizyki na Wydziale Rolniczo-Lasowym. Wykłady te stanowiły załączek specjalizacji w grupie słaboprądowej. W roku akademickim 1924/25 wykłady rozszerzył o lampy katodowe, a w r. 1928/29 – o pomiary radiotechniczne. Dzięki niemu powstała w 1937 r. na Oddziale Elektrotechnicznym Wydziału Mechanicznego odrębna Grupa Tele- i Radiotechniczna. W latach 1936-39 z grupy słaboprądowej powstało studium teletechniczne. Malarski zajmował się w tym czasie m.in. problematyką fal ultrakrótkich i ich rozchodzenia się. Zajęcia na uczelni przerwał wskutek zamknięcia jej w 1941 r. przez hitlerowców; wykładał wtedy w rzemieślniczej szkole zawodowej i na technicznych kursach fachowych (*Staatliche Technische Kurse*), uruchomionych w miejsce politechniki.

W 1945 r. Malarski wyjechał ze Lwowa do Gliwic, gdzie zorganizował Katedrę Fizyki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej i objął jej kierownictwo; w tejże uczelni zorganizował także Studium Telekomunikacyjne, Wydzielony Zakład Optyki i Mechaniki Precyzyjnej oraz Katedrę Fizyki Technicznej. Wykładał także fizykę na Wydziale Komunikacji Wydziałów Technicznych AGH w Krakowie, gdzie zorganizował Katedrę Fizyki, którą kierował do 1952 r. W r. 1946 otrzymał tytuł profesora zwyczajnego na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej. Do bliskich współpracowników i wychowanków Malarskiego należeli m.in. Andrzej Jellonek, Leszek Siciński, Zbigniew Siciński,

początkowo w oparciu o bazę kadrową i laboratoryjną Państwowej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. Wawelberga i Rotwanda w Warszawie oraz kadrę naukową Politechniki Lwowskiej. Część sprzętu pochodziła z zakupów Generalnej Dyrekcji Poczty i Telegrafów. W programie kursów była też nauka nadawania i odbioru alfabetu Morsa.

W początkowym okresie powstawania krótkofalarstwa polskiego szczególny wkład wnieśli także harcerze. W 1921 r. drzewiarze Konrad Piotrowski i Witold Rychter zorganizowali w prywatnym mieszkaniu przy ul. Chmielnej 70 w Warszawie kurs odbioru i nadawania alfabetem Morsa. Początkowo używano nadajników iskrowych na fale od 100 do 800 metrów, a następnie wykonanego we własnym zakresie nadajnika lampowego. Kursy telegrafii były też prowadzone w czerwcu 1922 r. w Kazuniu k. Modlina. W październiku 1922 r. Chorągiew Warszawska zorganizowała szkolenie dla instruktorów telegrafii, które ukończyło kilkudziesięciu harcerzy. W grudniu 1923 r. powstał *Radioklub Harcerski* prowadzony przez drzewiarza Konrada Piotrowskiego (oficera Wojska Polskiego) i Władysława Arnolda Trembińskiego (TPAD, potem SP1AD). Jego członkowie w 1924 r. w czasie trwania zorganizowanej przez radioklub wystawy radiowej w Warszawie przeprowadzili udaną transmisję radiową występu chóru *Harfa* pod dyrekcją Władysława Lachmana. Jednolampowy nadajnik na krajowej trójce typu RT (produkcji PTR) z prymitywnym układem modulacji w przeciwwadze miał moc ułamka wata i był zasilany z baterii. Na wystawie prezentowane były jedno- i kilkulampowe odbiorniki radiowe, proste nadajniki i podzespoły wykonane we własnym zakresie.

Dużą pomoc otrzymało harcerstwo od Wojska Polskiego, które było zainteresowane przygotowaniem przyszłych kadr łącznościowców dla własnych potrzeb. Niestety Dyrekcja Generalna Poczty i Telegrafów wstrzymała te działania.

W marcu 1924 roku na Wystawie Radjowej w Poznaniu pokazano 17 urządzeń radiowych, w tym 10 radioodbiorników zmontowanych przez radioamatorów oraz 7 odbiorników wystawionych przez firmy radiotechniczne. Dzięki staraniom i inicjatywie podjętej przez *Stowarzyszenie Radjotechników Polskich* w czasie trwania wystawy został zorganizowany pierwszy konkurs prac radioamatorskich. Pierwsze miejsce zajął Józef Wysocki za odbiornik lampowy na fale poniżej 200 metrów pracujący w układzie Reinartza, a drugie Zygmunt Bresiński (późniejszy TPKX, SP3KX i SP1KX) za 3-lampowy odbiornik w układzie Armstronga. Powstały w Poznaniu w 1924 r. *Radjo-Klub* rozpoczął wydawanie czasopisma *Radjo Ruch*.

W r. 1925 w Zakładzie Fizyki Lekarskiej Uniwersytetu Poznańskiego została zbudowana doświadczalna radiostacja nadająca audycje słowno-muzyczne dla Poznania i okolic. Jej konstruktorami byli Leon Kozłowski i krótkofalowiec Stanisław Andruszewski (znak amatorski TPSA). Nadajnik pracował w układzie przeciwsobnym Mesny na dwóch trójcach typu R-5 przy mocy wejściowej rzędu 10 W. Stacja, pracująca pod znakiem ZFWL, posiadała własne studio znajdujące się w śródmieściu Poznania i połączone kablem z budynkiem *Collegium Medicum*, gdzie znajdował się nadajnik. Transmisje zapoczątkowane w końcu 1925 r. były kontynuowane nieregularnie do połowy 1926 r. kiedy to Dyrekcja Generalna Poczty i Telegrafów wydała zakaz pracy stacji. Zgody na jej dalszą działalność, ale już wyłącznie w celach naukowych Dyrekcja udzieliła ponownie 13 sierpnia 1926 r.

W dniu 3 czerwca 1924 r. została wydana Ustawa o Poczcie, Telegrafii i Telefonii, która wraz z dodatkowym Rozporządzeniem Ministra Przemysłu i Handlu z dn. 10 października 1924 r. przewidywała wydawanie zezwoleń na eksploatację urządzeń odbiorczych, ale nie precyzowała zasad udzielania zezwoleń nadawczych dla osób indywidualnych. Mówiła ona jedynie o udzielaniu zezwoleń stowarzy-

---

Tadeusz Jaskólski (później pracownicy naukowcy i technicy Państwowych Zakładów Tele- i Radiotechnicznych w Warszawie; po wojnie Zbigniew Siciński i Andrzej Jellonek związali się z Politechniką Wrocławską); Marian Konopacki, Józef Szpilecki i Witold Korecki (kierownik techniczny lwowskiej stacji Polskiego Radia, krótkofalowiec – SP3II).

Gdy w 1930 r. Lwów uzyskał nadajnik radiowy (fale średnie 380,7 m) prof. Malarski rozpoczął cykl odczytów radiowych p.t. *Szkice z historii radiotechniki*.

Malarski był prezesem koła lwowskiego Stowarzyszenia Radjotechników Polskich oraz Lwowskiego Klubu Krótkofalowców (a później także jego członkiem honorowym); w SEP i na I Ogólnokrajowej Wystawie Radiowej w Warszawie w 1926 r. wygłosił wiele odczytów i referatów z dziedziny fizyki i radiotechniki. W 1923 r. zorganizował i następnie prowadził Ogólny Kurs Radiotelegrafii i Radiotelefonii przy Państwowej Szkole Przemysłowej we Lwowie. W 1929 r. został członkiem kuratorium powstałego w 1928 r. Instytutu Radiotechnicznego w Warszawie. Na początku lat 30-tych był członkiem komitetu radiofonizacji kraju za pomocą *Detefonu*.

szeniom miłośników radiotechniki oraz za poręką stowarzyszeń ich poszczególnym członkom posiadającym odpowiednie kwalifikacje techniczne dla przeprowadzania doświadczeń naukowych.

Ustawa przewidywała wysokie dopłaty za podzespoły importowane co oznaczało w praktyce konstruowanie odbiorników wyłącznie z części produkowanych w kraju. Stworzyło to dogodne warunki do rozwoju polskiego przemysłu radiotechnicznego. Ze względu na ceny lamp i innych podzespołów w początkowym okresie powszechnym zjawiskiem był dostęp do radioodbiornika wyłącznie w klubach. Radiokluby w swym założeniu miały szerzyć wiedzę techniczną, umożliwić wspólne słuchanie audycji radiowych i reprezentować interesy miłośników radiofonii wobec władz państwowych. W następnych latach nastąpił podział pomiędzy radiokluby zrzeszające miłośników odbioru radiowego i kluby nadawców czyli krótkofalowców. Radiokluby wykształciły wielu radioamatorów, a ich działalność pozwoliła na zwiększenie liczby radioodbiorników, tworząc w ten sposób bazę dla rozwoju polskiej radiofonii, zwłaszcza na prowincji. W 1927 r. liczba ich członków wynosiła ok. 50 tys.

Jako pierwsza zapisała w swoim statucie zamiar budowy amatorskiej stacji nadawczej Autonomiczna Sekcja Radiowa WKS Legia. Podobne działania podjął też Radioklub Warszawski, którego członkiem był kpt. Samuel Zborowski, TPACH (później: SP3AB, SP1TZ). Radioklub korzystał z terenów pod Otwockiem, gdzie prowadził próby nadawczo-odbiorcze. Oprócz tego dysponował on też biblioteką fachową i prowadził kursy nadawania i odbioru alfabetem Morsa. Poza radioklubami w Warszawie i w Poznaniu w 1924 r. powstały radiokluby we Lwowie, Krakowie i Bielsku. Zrzeszały one znaczną liczbę członków i cieszyły się nieraz zainteresowaniem władz, przykładowo klub w Bielsku liczył już pod koniec 1924 roku ok. 200 członków a jego prezesem był burmistrz miasta.

Jedną z najstarszych organizacji radioamatorskich w Polsce – Komitet Szkolenia Młodzieży w Radiotechnice działała od 1924 r. w Sosnowcu. Członkiem założycielem i przedstawicielem władz radioklubu był adwokat Eugeniusz Heftman, a jednym z członków klubu – jego syn Tadeusz Heftman, zaprzyjaźniony od wieku młodzieżowego z Ludomirem Danilewiczem (założycielem zakładów AVA).

W 1924 r. zostaje założony we Lwowie pierwszy polski *Klub Radiowców*, który w 1927 r. zmienił nazwę na *Lwowski Klub Krótkofalowców* (LKK), w jego skład weszła później m.in. stacja Politechniki Lwowskiej. W grudniu 1924 roku powstały we Lwowie następne radiokluby: na Politechnice Lwowskiej przy Katedrze Pomiarów Maszyn (inż. Stanisław Chrzanowski) i oraz przy Kole Elektrotechników Korpusu Kadetów Nr 1. W marcu 1925 roku utworzono Koło Radiotechników przy Towarzystwie Akademickim *Ognisko* we Lwowie a w kwietniu tego roku – radioklub przy Gimnazjum Państwowym w Przemyślu. Kolejny radioklub w Przemyślu powstał przy firmie *Radios* prowadzonej przez Jana Styfięgo (TPFX). Rzeczywistym operatorem stacji TPFX był wówczas Piotr Śliwiak (SP3DO, SP1AH, SP2AH) – pracownik firmy i późniejszy członek LKK.

O zmianie nazwy *Klubu Radiowców* na LKK informowało czytelników w całym kraju w lutym 1927 r. warszawskie czasopismo *Radjofon Polski*. W spotkaniu założycielskim radioklubu, któremu przewodniczył jego późniejszy prezes, a następnie aktywny działacz LKK inż. Adam Ebenberger (SP3DX), uczestniczyło ponad 100 miłośników radia.

Pierwszym prezesem klubu został Stanisław Komarnicki TPCG. Jednym z najaktywniejszych i najbardziej zaangażowanych członków LKK, a także jego sekretarzem, był Jan Ziembicki TPAR (później SP3AR i SP1AR). Był on nie tylko aktywnym krótkofalowcem (w r. 1924 używał nawet znaku LW3 przed przyznaniem mu znaku TPAR), który jako pierwszy lub jeden z pierwszych nawiązywał łączności amatorskie z krajami azjatyckimi, afrykańskimi i nawet z Nową Zelandią (po raz pierwszy: w paśmie 30 m) i Oceanią, ale także konstruktorem sprzętu o najwyższych wówczas parametrach technicznych i eksperymentatorem m.in. w dziedzinie telewizji mechanicznej (z tarczą Nipkowa). Prezesem LKK był także Stefan Kozłowski (porucznik WP) TPBB, późniejszy redaktor naczelny *Krótkofalowca Polskiego*. W redakcji pełnił on funkcje redaktora, administratora, kasjera i zajmował się kolportażem. W następnych latach prezesami klubu byli m.in. Józef Osuchowski SP3HF (potem SP1CZ) i Witold Korecki SP3II (potem SP1GY) – dyrektor techniczny rozgłośni Polskiego Radia we Lwowie. Powstanie Lwowskiego Klubu Krótkofalowców i jego późniejsza silna pozycja w kraju możliwe były nie tylko dzięki entuzjazmowi jego członków, ale i w znacznej mierze dzięki stanowisku władz wojskowych i za sprawą wsparcia ze strony osób wpływowych i zajmujących ważne pozycje w przemyśle i w nauce. Oprócz Adama de Lambert Ebenbergera, dyrektora lwowskiego oddziału *Siemensa* wymienić tu należy profesora Witolda Ziembickiego z Uniwersytetu Lwowskiego (ojca Jana Ziembickiego), dra, późn. prof., Tadeusza Malarskiego z Politechniki Lwowskiej i gen. Bolesława Popowicza dowódcy DOK VI. W 1931 roku LKK przyznał im tytuły członków honorowych. Do grona

aktywnych krótkofalowców w tym czasie należał inż. Czesław Starosielski (TPRN), który nie był jednak członkiem LKK. Przeprowadził on wiele łączności zagranicznych, w tym łączność z Hawajami przy użyciu nadajnika o mocy 10 W i anteny trójpromieniowej.

W początkowym okresie LKK korzystał z dwulampowego odbiornika zasilanego bateryjnie. W końcu 1925 r. w eterze pojawiły się dalsze stacje lwowskie – TPBB (Stanisława Kozłowskiego) i TPBF (Wacława Frydmana), na początku 1926 r. – TPBI, TPCF (Władysława Oleksyna) i TPCG (Stanisława Komarnickiego), a w 1927 r. do klubu wstępuje m.in. Włodzimierz Lewicki TPGR, Jakub Henner – TPFG – z Przemyśla i Edward Tejchmann – TPFT – ze Stanisławowa. W 1926 r. Jan Ziembicki osiągnął połączenie na dystansie 1600 km. W tym też roku stacja Politechniki Lwowskiej – TPPL – przeprowadza eksperymenty w paśmie 40 m. W czerwcu 1926 r. klub wystąpił z własnym stoiskiem na I Ogólnokrajowej Wystawie Radjowej. W lecie 1927 r. przystąpił on do (powstałego z inicjatywy *Radjo Amatora*) Związku Zrzeszeń Radjoamatorskich, które skupiało już wówczas ok. 120 klubów i zaczął przyjmować na członków krótkofalowców z całej Polski. W 1928 r. przy LKK powstało biuro QSL, zarejestrowane w IARU (LKK wstąpił do IARU 31.09.1928) i czynne do 1938 r. Zastąpiło ono poprzednio istniejące – pierwsze w świecie – biuro QSL prowadzone przez redakcję *Radjo Amatora*. Jego okręgowymi reprezentantami byli: Władysław Wysocki TPAI w okręgu warszawskim, Stanisław Kownacki TPBP w okręgu wileńskim, Józef Kaczor TPZO w okręgu krakowskim, Jan Ziembicki TPAR w okręgu lwowskim i Zygmunt Bresiński TPKX w okręgu poznańskim.

Następne kluby krótkofalowców zorganizowano w Warszawie – *Warszawski Klub Radjonadawców* (PKR, potem PKRN), Poznaniu, Krakowie, Wilnie, Bielsku, Łodzi i innych miastach. PKR rozpoczął wydawanie periodyku *Radjo*. Wzorcowy statut, zatwierdzony przez MSW został przygotowany przez redakcję *Radjo Amatora*, którego redaktorem naczelnym był Stanisław Odyniec. Dotychczas istniejące Radiokluby j.np. *Radjoklub Zachodniopolski* w Poznaniu zrzeszały w pierwszym rzędzie miłośników odbioru radiowego i radiofonii. W sierpniu 1925 r. było już zarejestrowanych 125 radioklubów. Po zamieszczeniu w 1925 r. w *Radjo Amatorze* apelu nawołującego do zainteresowania się radiokomunikacją amatorską oraz do nauki telegrafii do jego redakcji zaczęły napływać doniesienia o próbach nadawania i odbioru stacji amatorskich, a pismo stało się ośrodkiem koordynującym polskie krótkofalarstwo. Redakcja *Radjo Amatora* rozpoczęła nawet przydział i rejestrację znaków wywoławczych dla polskich stacji amatorskich. W listopadzie 1925 roku zarejestrowanych było już 21 stacji amatorskich, z tego jednak tylko ok. 10 pojawiała się w eterze – przez dłuższy czas zresztą ze znikomymi rezultatami. Przyczynami były częściowo trudności techniczne (jednym z poważniejszych problemów technicznych krótkofalowców był przez dłuższy czas pomiar długości fali, czyli częstotliwości pracy stacji), a częściowo też brak odpowiednich umiejętności operatorskich. Dopiero krytyka takiego stanu rzeczy w numerze z listopada 1925 r. stała się bodźcem do starania o sukcesy i publikowania doniesień o nich.

We wrześniu 1925 r. stacja TPAA (uruchomiona przez redakcję *Radjo Amatora*) nawiązała pierwszą łączność zagraniczną ze stacją francuską F8BE i z holenderską PCII korzystając z nadajnika iskrowego o mocy 250 W. W miesiąc później Władysław Wysocki TPAI nawiązał łączność z niemiecką stacją Q2. Połączenia te nie zostały jednak potwierdzone kartami QSL i dlatego do historii przeszła łączność nawiązana przez Tadeusza Heftmana TPAX z holenderską stacją N0PM.

Na przełomie 1925/26 r. liczba zarejestrowanych stacji amatorskich wynosiła już 33 – były wśród nich trzy nie zaliczające się sensu stricto do amatorskich TPAB (*Radjo Amator*), TPBC (*Polskie Towarzystwo Radjotechniczne SA*) i TPPW (Politechnika Warszawska).

W roku 1928 polscy krótkofalowcy nawiązali na szerszą skalę łączności pozaeuropejskie. Byli to Stefan Gałkowski TPMC, Michał Nowicki TPMN i Stanisław Kownacki TPBP z Wilna a następnie Zygmunt Bresiński TPKX (później SP3KX) i Henryk Walczyński TPKW z Poznania. 27 lutego 1928 r. TPAR przeprowadził pierwszą łączność pomiędzy Polską i Oceanią (w paśmie 30 m). Godnym odnotowania jest także rekord Leszka Sicińskiego TPFO, który przy użyciu nadajnika o mocy 0,4 W przeprowadził łączność z Tomskiem na dystansie 4500 km.

Wzrost liczby krótkofalowców spowodował powstanie w roku 1926 kolejnych (oprócz omawianego już LKK) klubów krótkofalarskich. W Warszawie powstał w tym roku *Polski Klub Radjonadawców* – PKR, którego skrót zmieniono w 1927 r. na PKRN. Na początku 1927 r. prezesem klubu został mjr Egon Kazimierz Franciszek Krulisz (późniejszy znak wywoławczy SP1SA), a sekretarzem Jerzy Mokrzycki TPBL. W 1928 roku PKRN utworzył oddział w Poznaniu – później *Okręg Zachodniopolski* PZK i *Okręg Poznański* PZK a od 1933 r. *Poznański Klub Krótkofalowców* – PKK). Według początko-

wych konceptów PKRN miał stać się zalążkiem organizacji ogólnopolskiej, ponieważ jednak nie rozwinął szerszej działalności krótkofalowcy zaczęli masowo wstępować do LKK, który od końca 1928 roku stał się organizacją ogólnopolską liczącą 71 stacji i 30 IX 1928 r. zgłosił przystąpienie do IARU. Zgłoszenie to zostało rozpatrzone dopiero w 1930 r. (z początkiem 1933 r. reprezentację Polski w IARU przejął PZK). W 1928 r. Walne zgromadzenie LKK podjęło też decyzję o rozpoczęciu wydawania *Krótkofalowca Polskiego*. Pierwszy jego numer ukazał się z datą 1 stycznia 1929. W 1929 r. powstaje *Wileński Klub Krótkofalowców*, w 1930 r. zostaje założony *Krakowski Klub Krótkofalowców* (KKK), a w 1933 r. – *Częstochowski Klub Krótkofalowców*, *Łódzki Klub Radjonadawców* (poprzednio był to oddział warszawskiego PKRN) i *Bydgoski Klub Krótkofalowców* (początkowo był to oddział PKK). W 1937 roku z *Bydgoskiego Klubu Krótkofalowców* wydzielił się *Morski Klub Krótkofalowców* (MKK) z siedzibą w Gdyni, a z katowickiego oddziału KKK powstał *Śląski Klub Krótkofalowców*.

W lutym 1927 roku PKRN wprowadził znaki nasłuchowe PL. Znaki te wprowadził także w 1930 r. LKK.

Zaćmienie słońca w listopadzie 1928 r. było okazją do przeprowadzenia przez TPAR i TPBB prób propagacyjnych na trasie Lwów – Wilno. Wyniki tych prób zostały opublikowane w prasie. Kolejne badania dotyczące wpływu zaćmień na propagację fal radiowych były prowadzone w r. 1938. Radioamatorzy z ośrodka harcerskiego we Włodzimierzu Wołyńskim badali w styczniu 1938 r. wpływ zaćmienia księżyca na propagację fal w paśmie 7 MHz (nie stwierdzono żadnych zależności), a w czerwcu w czasie zaćmienia słońca badana była propagacja w pasmach 7 i 14 MHz. Jedynym zaobserwowanym efektem był wzrost siły sygnału stacji rosyjskich. Krótkofalowcy polscy uczestniczyli także w badaniach propagacji fal krótkich prowadzonych w latach 1932 i 1933 przez francuskie Ministerstwo Powietrza (Instytut Meteorologiczny) i współpracujący z nim *Instytut Radiotechniczny* w Warszawie. Dwie stacje francuskie prowadziły regularne transmisje na 3 częstotliwościach, a polscy krótkofalowcy nadsyłali regularnie raporty nasłuchowe na specjalnych formularzach. Bieżące informacje na temat badań publikował *Krótkofalowiec Polski*. W 1935 roku stacja klubowa LKK prowadziła również regularne transmisje o stałych porach w ramach badań propagacji w paśmie 7 MHz. Podobne badania w pasmach 7 oraz 3,5 MHz prowadziły także i inne kluby w Polsce. W roku 1936 PZK podjął badania martwych stref na wszystkich pasmach amatorskich.

Konstruktorami pierwszego krótkofalowego nadajnika Polskiego Radia zlokalizowanego w pomieszczeniach Radia Poznań byli Tadeusz Nędzewicz (SP1KN; poprzednio SP3KN) – student Politechniki Gdańskiej oraz Romuald Jungerman (SP1AL; poprzednio SP3AL) – kierownik techniczny *Radia Poznańskiego*<sup>11</sup>. Romuald Jungerman był też redaktorem działu technicznego tygodnika programowego *Tydzień Radiowy*. Nadajnik, którego konstrukcję rozpoczęto w r. 1928, pracował od 1929 r. na fali 31,8 m (około 9430 kHz) i miał moc około 400 W. Obaj konstruktorzy byli później aktywnymi działaczami *Zachodnio-polskiego Okręgu* PZK. W 1929 roku moc nadajnika została zwiększona do 2100 W i pracował on na fali 8836 kHz nadając audycje 3 razy w tygodniu. Nadawane były programy dla Polonii po polsku i angielsku. Dopiero w latach 1930-tych zadanie to przejęło *Polskie Radio*.

W marcu 1929 r. LKK miał już ok. 100 członków z 20 miast, m.in. z: Bielska, Warszawy, Wilna, Gdyni, Zakopanego, Krakowa, Łodzi, Przemyśla, Poznania, Tarnowa oraz z Wiednia. Wśród nich jest dwóch duchownych: Roman Zieliński SP3OA z Tarnowa i ks. Dominik Chwojka SP1FF z Trembowli oraz kilka kobiet: SP3HB z Przemyśla, Agnieszka Kuck SP3ER oraz aktorka Maria Bogda (prawdopodobnie nazw. Janina Kopaczek) SP3HR ze Lwowa. W 1932 r. LKK otworzył filię w Przemyślu.

9 lutego 1930 r. LKK zorganizował w Miejskim Muzeum Przemysłowym pierwszą ogólnopolską wystawę krótkofalowców. W ciągu 12 dni zwiedziło ją kilka tysięcy osób, wśród których byli m.in. przedstawiciele policji i wojska, oraz firm i zakładów przemysłowych produkujących i sprzedających sprzęt dla łączności radiowych. Kolejną wystawę amatorską LKK zorganizował 29 stycznia 1933 r.

W 1930 r. w oparciu o Lwowski Klub Krótkofalowców powstał Polski Związek Krótkofalowców (PZK). Zdarzenie to było poprzedzone wieloma dyskusjami w środowisku krótkofalarskim i na łamach prasy - m.in. *Radioamatora Polskiego* i *Krótkofalowca Polskiego*. Instytut Radiotechniczny otrzymał też od wiceministra spraw wojskowych gen. dyw. Kazimierza Fabrycego polecenie utworzenia ogólnopolskiej

---

<sup>11</sup> Radio Poznańskie nie było oddziałem Polskiego Radia, zostało założone przez związek gmin wielkopolskich i działało na podstawie subkoncesji. Ślady tej tradycji można było zauważyć jeszcze w latach 1960-tych kiedy to na planszy ośrodka telewizyjnego znajdował się napis *Telewizja Poznańska* – a nie *Telewizja Poznań* jak w innych ośrodkach (*Telewizja Warszawa*, *Telewizja Katowice* itp.).

polskiej organizacji krótkofalarskiej. Dla realizacji tej decyzji przy Instytucie Radiotechnicznym utworzono grupę w składzie: prof. Dymitr Sokolcow, płk Zygmunt Karaffa-Kraeuterkraft (SP1KK), mjr Kazimierz Goebel, oraz powołano Dział Radioamatorski. Zebranie założycielskie odbyło się w dniach 22-24 lutego 1930 w siedzibie Instytutu Radiotechnicznego w Warszawie – wśród jego uczestników znajdował się także prof. Mieczysław Pożaryski. Uchwalono na nim statut PZK i w wybrano zarząd. Pierwszym prezesem został prof. Janusz Groszkowski, wiceprezesem inż. K. Siennicki – wydawca *Radjo-Amatora Polskiego* (znak nasłuchowy PL185), a członkami zarządu prof. Dymitr Sokolcow i Cichowicz (w większości byli to przedstawiciele Instytutu Radiotechnicznego). PZK został przyjęty do IARU w 1932 r. po wycofaniu się z IARU *Lwowskiego Klubu Krótkofalowców*, który reprezentował Polskę w IARU w latach 1930-32. Kolejnymi prezesami PZK byli płk Zygmunt Karaffa-Kraeuterkraft SP1KK i prof. Tadeusz Malarski.

Pierwszą akcją krótkofalowców polskich na rzecz społeczeństwa było zabezpieczenie kontaktu radiowego w trakcie likwidacji skutków powodzi w lutym 1929 r. w dorzeczach Wisły, Sanu i Dniestru. Sieć krótkofalarska pracowała do końca marca tego roku. Uczestniczyli w niej oprócz Ziembickiego, który był operatorem stacji centralnej SP1AR: Adam Ligęza TPFY, SP3FY (w Głogowcu), Włodzimierz Lewicki TPGR, SP3GR (w Kuryłowce), Jakub Henner TPFY, SP3FG (w Przemyślu), Alfred Kranzler SP3DK (w Tarnobrzegu) i Juliusz Kołaczek TPLP, SP3LP (nad Sanem). W ciągu miesiąca stacja centralna Ziembickiego przekazała do sztabu likwidacji skutków powodzi 72 komunikaty radiowe (wg. innych źródeł 73), które zostały też opublikowane w prasie. Wykorzystywano głównie pasmo 7 MHz, a w razie wystąpienia stref martwych w przekazywaniu informacji pośredniczyło Wilno. Dla porównania: po raz pierwszy na świecie w akcji ratunkowej uczestniczyli krótkofalowcy amerykańscy w r. 1927.

Pierwsza stacja klubowa LKK ze znakiem SP3LK została uruchomiona w 1929 r. Znaki SP1 oznaczały wówczas licencję wydaną przez Ministerstwo Poczty i Telegrafów (ich przydzielanie rozpoczęto od 1 stycznia 1929 r.), SP3 pochodziły częściowo z wcześniejszych przydziałów klubowych a SP2 były zarezerwowane do celów wojskowych. Po wyczerpaniu się serii SP1 ministerstwo rozpoczęło w 1938 r. przydzielanie znaków z serii SP3. Przy przydziale znaków nie stosowano wówczas podziału na okręgi.

Latem 1930 r. Lwowski Klub Krótkofalowców zorganizował krótkofalarską wyprawę na Howerlę (najwyższy szczyt Beskidu Wschodniego, 2058 m n.p.m.). Miała ona za zadanie zbadać rozchodzenie się fal radiowych w górach. Wzięło w niej udział 7 krótkofalowców (Jan Ziembicki SP3AR, Włodzimierz Lewicki TPGR, SP3GR, Jakub Henner TPFY, SP3FG, Zdzisław Bielecki SP3FQ, Władysław Sietkiewicz SP3LI, Ignacy Leimberg SP3LD, później SP1IR i Kuryłowicz SP3LR) wspomaganym sprzętowo przez wojsko, straż pożarną, nadleśnictwo i inne instytucje.

W skład wyposażenia wchodziły nadajniki krótkofalowe (w tym 100 W nadajnik SP3LK), przenośne radiostacje UKF, odbiorniki stałe i przenośne, dwa agregaty prądotwórcze, akumulatory anodowe i baterie suche, sprzęt pomiarowy, 2 maszty 17-metrowe i wiele innego sprzętu i akcesoriów j.np. setki metrów linki, kilometry drutu stalowego, 3 aparaty fotograficzne i 1 kamerę, laboratorium fotograficzne, stację meteorologiczną, ekwipunek kuchenny, broń i gramofon. Całość wyposażenia była dowożona ciężarówką na dworzec kolejowy w 2 etapach. Następnie do pociągu załadowano też sprzęt saperki i beczki z benzyną. W czasie marszu prowadzono łączności w zakresie UKF (56 i 100 MHz). Główną stację zlokalizowano nieco poniżej szczytu, a agregaty w opuszczonej kolibie turystycznej. Równocześnie zorganizowano wyprawy na sąsiednie pasma górskie co pozwoliło na obserwację, nieznanego wówczas, zjawiska prostoliniowego rozchodzenia się fal o częstotliwościach 100 i 150 MHz, a także zjawisk odbicia i ugięcia fali w tych zakresach. Zbadano także praktycznie właściwości różnych konstrukcji odbiorników i nadajników UKF oraz anten. Wyniki eksperymentów po opracowaniu stały się bardzo cennym i ogromnym objętościowo materiałem naukowym. Dla porównania: krótkofalowcy amerykańscy uzyskali dostęp do zakresów UKF dopiero w latach 40-tych i dopiero wtedy mogli rozpocząć eksperymenty. W pasmach krótkofalowych przeprowadzono łączności ze wszystkimi kontynentami. Ekspedycja była reklamowana przez IARU co ułatwiło nawiązywanie łączności zagranicznych. Opisy ekspedycji były publikowane m.in. w *Krótkofalowcu Polskim* w nr. od 6/1930 do 4-5/1931.

W r. 1929 Zygmunt Bresiński SP3KX (poprzednio TPKX, potem SP1KX), jako pierwszy w Polsce uzyskał dyplom za nawiązanie łączności krótkofalarskich ze wszystkimi kontynentami (dyplom WAC – *Worked All Continents*). Drugi dyplom uzyskał Jan Ziembicki SP3AR. W 1930 r. dokonał on nie-

zwykłego, jak na te czasy, wyczynu nawiązując łączność ze wszystkimi kontynentami w ciągu 5 godzin. Zygmunt Bresiński był w latach 1929 - 1932 redaktorem technicznym czasopisma programowego Radia Poznań – *Tydzień Radjowy*, a od roku 1936 do wybuchu wojny – sekretarzem generalnym Polskiego Radia Poznań. Po wojnie w miesiącach lutym – kwietniu 1945 r. był on pełnomocnikiem Dyrekcji Generalnej PR ds. organizacji Rozgłośni Poznańskiej.

20 lutego 1931 r. Zarząd Główny PZK rozpoczął, za pośrednictwem stacji SP3ZK, nadawanie regularnych komunikatów dla krótkofalowców w paśmie 7 MHz. Od marca tego roku w programie Polskiego Radia pojawiła się regularna audycja – *Kącik Krótkofalowca* – prowadzona przez LKK. Niedługo potem ukazał się *Przewodnik krótkofalowca* opracowany przez Jana Ziembickiego SP3AR, Józefa Bassa SP3DA i Stanisława Komarnickiego SP3CG. Miał on objętość 144 stron i zawierał 46 ilustracji. W ośmiu rozdziałach podręcznika poruszono kolejno: tematy podstawowe (takie jak jednostki elektromagnetyczne, parametry lamp i przyrządów pomiarowych), budowę odbiorników, falomierzy, monitorów emisji, nadajników, modulatorów, źródeł zasilania i anten oraz reguły panujące w korespondencji krótkofalarskiej.

W 1931 r. Michał Kibiński (autor wielu książek z dziedziny radiotechniki, wydawanych przez księgarnię Brunona Kotuli w Cieszynie w latach 20-tych; pracownik Polskiego Radia Kraków) i Z. Włodek SP3OI prowadzili pionierskie próby dotyczące zasięgu na fali 4,25 m (pasmo 70 MHz). Przy użyciu prostych anten dipolowych i prostych odbiorników uzyskano zasięgi 12,5 km. Sprawę tą szczegółowo przedstawiono w pierwszym tomie opracowania o historycznej technice krótkofalarskiej.

20 lutego 1931 r. stacja Zarządu głównego SP3ZK rozpoczęła regularne nadawania komunikatów dla krótkofalowców w paśmie 7 MHz, a 15 marca t.r. Lwowski Klub Krótkofalowców uzyskał stały kącik na antenie Polskiego Radia Lwów.

Rosnący w latach 30-tych tłok w eterze na paśmie 40 m powodował ograniczenia w pracy fonicznej w nim w godzinach szczytu, a oprócz tego na łamach *Krótkofalowca Polskiego* były publikowane apele o korzystanie w łącznościach lokalnych z pasma 5 m.

Jedne z pierwszych polskich zawodów krótkofalarskich odbyły się 1 marca 1931 r., a w lutym 1932 r. zawody dla nasłuchowców zorganizowane przez LKK. W dniach 17 – 30 grudnia 1933 r. zorganizowano I międzynarodowe zawody PZK. Były one szeroko reklamowane w kraju i za granicą. Puchar przechodni zdobył LKK, a pierwsze miejsce wśród polskich krótkofalowców – Jan Ziembicki SP1AR. W sumie przyznano 11 nagród rzeczowych. W uroczystości rozdania nagród, która odbyła się 31 października 1934 r. w lokalu Polskiego Radia uczestniczyli m.in. płk. Zygmunt Karaff-Kraueterkraft i prof. Tadeusz Malarski. Uroczystość była transmitowana w programie ogólnopolskim.

W 1935 r. poznański klub krótkofalowców (PKK) opublikował broszurę p.t. *Dlaczego krótkie fale?*, a wileński Klub Krótkofalowców rozpoczął wydawanie *Biuletynu WKK* – drugiego oprócz *Krótkofalowca Polskiego* pisma poświęconego wyłącznie tematyce krótkofalarskiej. W lecie 1937 r. krótkofalowcy poznańscy organizują ekspedycję w Tatry (być może zainspirowani wyprawą na Howerlę). W Wilnie ukazuje się w tym roku broszura *Co każdy o krótkofalarstwie wiedzieć powinien*. Cieszyła się ona takim zainteresowaniem, że jej wznowienie ukazało się w 1938 r., a do wybuchu wojny była wznawiana trzykrotnie.

W lecie 1936 r. Jan Ziembicki SP1AR przeprowadził na radiostacji własnej konstrukcji pierwszą polską łączność w paśmie 448 MHz. W 1937 r. rozpoczyna on próby transmisji telewizyjnych w systemie Bairda w paśmie 85 m. Zasięgi stacji przekraczały 150 km. Niedługo potem powstał projekt wydania klikunastotomowego *Przewodnika* opracowanego przez najwybitniejszych specjalistów. Prace nad nim zostały przerwane wskutek wybuchu wojny.

W 1937 roku Bydgoski Klub Krótkofalowców uczestniczył w Ogólnopolskiej Wystawie Radiowej w Bydgoszczy prezentując stację Anatola Jeglińskiego SP1CM<sup>12</sup>. Jego pierwszy nadajnik – zbudowany

<sup>12</sup> Anatol Jegliński (1910 – 1997), ur. w Omsku na Syberii. Członek Wileńskiego Klubu Krótkofalowców, znak nasłuchowy PL57, od 1929 znak wywoławczy SP3MG, a następnie SP1CM. Praca w Łapach a następnie w Bydgoszczy. Aktywny propagator krótkofalarstwa i działacz, także w ZG PZK. Założyciel Bydgoskiego Klubu Krótkofalowców (1933). W I Dywizji im. Tadeusza Kościuszki prowadził szkolenie łącznościowców. Szlak bojowy do maja 1945. Wysokie stanowisko w MSW umożliwiło mu działanie na rzecz reaktywacji PZK w 1946 i 1957 r., gdzie aktywnie działał w ZG. Po wojnie znaki wywoławcze SP1CM, SP3CM i SP5CM. W 1957 r. prezes ZG PZK; Wiceprzewodniczący Komitetu Wykonawczego I Regionu IARU. W stanie wojennym podejmował starania dla ograniczenia restrykcji wobec krótkofalowców. Odznaczony Krzyżem Komandorskim

w 1929 r. – mieścił się w pudełku od cygar, był zasilany bateryjnie i miał moc 2 W. Koszty budowy następnego nadajnika o mocy 5 W wynosiły ok. 30 zł. Pomimo prostoty nadajniki te pozwalały na osiągnięcie połączeń z krajami europejskimi, afrykańskimi i azjatyckimi.

W 1938 r. działało 8 klubów: *Bydgoski Klub Krótkofalowców*, *Częstochowski Klub Krótkofalowców*, *Krakowski Klub Krótkofalowców*, *Lwowski Klub Krótkofalowców*, *Łódzki Klub Radio-Nadawców*, *Polski Klub Radio-Nadawców* (w Warszawie), *Poznański Klub Krótkofalowców* i *Wileński Klub Krótkofalowców*. Prawie wszystkie kluby regionalne posiadały stacje klubowe: SP1ZK (Zarząd Główny PZK), SP1LW i SP1LK (Lwów), SP1IL (Łódź), SP1OK i SP1QM (Kraków), SP1PZ (Poznań), SP1WK (Wilno), SP1RD (Częstochowa) i SP1WM (Morski Klub Krótkofalowców). SP1ZK nadaje m.in. kursy języka angielskiego. Liczba wydanych licencji przekracza 300.

W 1939 r. *Lwowski Klub Krótkofalowców* ukończył produkcję serii przenośnych radiostacji zasilanych z akumulatora samochodowego lub z baterii. Były to zarówno radiostacje krótkofalowe jak i UKF na pasma 56/448 MHz. Przeprowadzano nawet próby nadawania z jadącego autobusu. W maju 1939 r. LKK przeprowadza do spółki ze stacją Korpusu Kadetów (SP1FI) na fali 47,83 m (ok. 6270 kHz) transmisję z uroczystości rocznicowych klubu LKS „Pogoń Lwów”. Nie była to zresztą jedyna transmisja związana ze sportem zrealizowana przez krótkofalowców. Już w 1929 r. Stankiewicz SP3FU transmitował na falach krótkich przebieg zawodów narciarskich z Zakopanego, a w później SP1CM (potem SP5CM) korzystając z radiostacji zainstalowanej na motorówce relacjonował przebieg zawodów na Brdzie. Krótkofalowcy umożliwili także realizację reportaży nadawanych na żywo przez Polskie Radio z pokładu statku *Pan Tadeusz* płynącego po Wilii (SP1WK; Wileński Klub Krótkofalowców) lub z pokładu balonu *Gwiazda Polarna* oraz samolotu (SP1BK). W lecie 1939 r. Jan Ziembicki został odznaczony srebrnym Krzyżem Zasługi.

Z chwilą wybuchu wojny krótkofalowcy zostali zobowiązani do zwrotu licencji i demontażu urządzeń. Rozporządzenie Ministerstwa Poczty i Telegrafów zniweczyło w ten sposób plany wykorzystania potencjału amatorskiego w obronie kraju. Niektórzy z nich pracowali jednak konspiracyjnie co spowodowało rewizje w mieszkaniach oraz konfiskatę sprzętu i innych pamiątek jak karty QSL i dyplomy. Hilterowskie rewizje i konfiskaty dotknęły w pierwszym rządzie krótkofalowców pracujących telegraphią, natomiast przez dłuższy czas ominęły fonistów. Przyczyną jest najprawdopodobniej polityka władz hitlerowskich wobec własnych krótkofalowców. Posiadali oni w okresie przedwojennym jedynie zezwolenia na pracę telegraphią – chodziło o to, aby (mimo reżimu trzymającego wszystko pod ścisłą kontrolą) uniemożliwić również i środkami technicznymi rozpowszechnianie przez radio ewentualnych opinii krytycznych o panującym porządku. Ewentualne głosy krytyczne miałyby być zrozumiałe jedynie dla wąskiego grona słuchaczy. W ten sposób hitlerowcy położyli podwaliny pod dominującą przez wiele dziesięcioleci pozycję telegraphii w krótkofalarstwie. Wielu krótkofalowców na kresach zostało aresztowanych przez NKWD i wywiezionych w głąb ZSRR.

We wrześniu 1939 r. w czasie obrony Warszawy w gmachu YMCA przy ul. Konopnickiej 6 pracowała na fali 41,8 m stacja SP42, skonstruowana i przywieziona z Wystawy Radiowej w Katowicach do Warszawy przez Gintera Pawła Kaniuta SP1RG (po wojnie SP9ACL, SP9RG)<sup>13</sup>. [Po wojnie G. Kaniut

---

Orderu Odrodzenia Polski i Odznaką Honorową PZK. Nosił honorowy tytuł „Ojca Krótkofalarstwa Polskiego”.

<sup>13</sup> Ginter Paweł Kaniut (1919 – 1994) ur. w Radzionkowie. Krótkofalarstwem zaczął się interesować w 1937 r., wprowadzony przez Józefa Sosińskiego SP1AT. W maju 1937 roku wstąpił do Krakowskiego Klubu Krótkofalowców i otrzymał znak nasłuchowy SPL-508. Już wówczas rozpoczął budowę nadajnika telegraphicznego o mocy 40 W i dwudziestowatowego fonicznego. Licencję ze znakiem SP1RG otrzymał w końcu maja 1938 r. Rozpoczął wówczas budowę 50-watowego nadajnika o konstrukcji szafkowej, który w następnym roku zaprezentował na wystawie w Katowicach. W 1939 roku przeniósł się do Śląskiego Klubu Krótkofalowców. Latem 1939 roku uczestniczył w dorocznej wystawie radio-wej w Warszawie, gdzie wystawił foniczno-telegraphiczną radiostację o mocy 100 W. W czasie obrony Warszawy obsługiwał stację SP42, przez którą były nadawane m.in. przemówienia Stefana Starzyńskiego. Po kapitulacji Warszawy z kolegą SP1AC (powojenny znak SP3QD) ukryli radiostację, która potem została znaleziona przez Niemców. Następnie wyjechał do Lipska gdzie pracował w zakładach Siemensa, skąd został przeniesiony do zakładu w Berlinie, a po jego zbombardowaniu w zakładzie w Gerze. Po wojnie wrócił na Śląsk, ukończył studia na Politechnice Śląskiej w Gliwicach. Pracował w Polskim Radio w Katowicach i w spółdzielni radio-technicznej. Z jego inicjatywy zostały wybudowane nadajniki telewizyjne dla Szczecina, Koszalina i Olsztyna. Współtworzył radiotelefony dla górnictwa. W 1970 r. został Naczelnym Dyrektorem

pracował do 1951 r. jako kierownik amplifikatorni PR w Katowicach i był autorem wielu pomysłów racjonalizatorskich]. Stacja ta, połączona z amplifikatornią PR na ul. Zielnej, nadawała programy, komunikaty i apele prezydenta Warszawy Stefana Starzyńskiego. Przez ten nadajnik amatorski został nadany ostatni apel Stefana Starzyńskiego. Druga stacja, pod znakiem SP21, nadawała na fali 25 m z mieszkania inż. Landaua w Alei Róż. Jej konstruktorem był Gleb Krugłowski SP1MX. Oba nadajniki były stabilizowane kwarcowo i miały moce 100 W. W ekipach obsługujących te stacje byli m.in.: Jan Kępiński SP3QD (poprzednio SP3AC), Mieczysław Kapczyński SP3AE, Jan Pokorski SP1MR (ówczesny sekretarz Zarządu Głównego PZK) oraz dwaj pracownicy Polskiego Radia Bydgoszcz. Stacja SP42 przejęła też obowiązki telegraficznej stacji PAT.

Po uszkodzeniu przez Niemców rozgłośni wileńskiej na Liptówce krótkofalowcy z Wileńskiego Klubu uruchomili w dniach 14-17 września 1939 r. nadajnik pracujący w paśmie 40 m z lokalu WKK przy ul. Tatarskiej. Był on obsługiwany przez Aleksandra Witorta SP3AW, Witolda Sławoniewskiego SP1BK oraz Wacława Kunickiego. Pracę nadajnika przerwało wkroczenie wojsk radzieckich do Wilna 17 września 1939 r.

Nadajnik WKK został skonstruowany w warsztatach PR na Liptówce przed wybuchem wojny dzięki poparciu kierownika technicznego rozgłośni wileńskiej inż. Tadeusza Dąbrowskiego SP1HJ.

Po wydaniu przez władze okupacyjne w listopadzie 1939 r. rozporządzenia zabraniającego posiadania pod karą śmierci odbiorników radiowych krótkofalowcy przeszli do ścisłej konspiracji. Rozpoczęła się produkcja sprzętu i podzespołów radiowych dla podziemia. W działalności tej uczestniczyli m.in. Jan Pokorski SP1MR, Ignacy Budzyński SP1IB, Jerzy Czyż SP1RP, Wacław Musiałowicz, Czesław Brodziak (SP1QC. SP1MR został aresztowany 30 września 1942 r. i wkrótce potem stracony. Jedną z najbardziej znanych spraw z okresu okupacji jest historia czynnej w czasie Powstania Warszawskiego radiostacji *Błyskawica*, skonstruowanej na polecenie władz podziemnych przez Antoniego Zębika SP1LA (po wojnie SP7LA). Nie była to jednak jedyna podziemna radiostacja czynna w okresie powstania, oprócz niej pracowały radiostacja *Burza* uruchomiona przez Włodzimierza Markowskiego SP3WM, po wojnie SP5MW, i kilka innych<sup>14</sup>.

## 2.1. Przydziały pasm amatorskich

Do 1922 r. brak było międzynarodowych regulacji prawnych dotyczących przydziału częstotliwości dla krótkofalowców. Eksperymentalne łączności amatorskie prowadzone były w zakresach używanych do celów radiokomunikacji czyli w obecnych zakresach fal długich i średnich lub na ich pograniczu.

W 1922 r. krótkofalowcom przyznano pełny zakres fal krótkich (o długościach poniżej 200 m czyli częstotliwościach powyżej 1500 kHz), uważany za nieprzydatny do celów radiokomunikacji. W praktyce w początkowym okresie najczęściej stosowane były częstotliwość 1500 kHz (w USA była ona przez pewien czas jedyną dozwoloną częstotliwością amatorską) i pobliskie – najczęściej w zakresie od 200 do 150 m (główną emisją była telegrafia).

---

Ośrodka Techniki Medycznej. W 1979 roku ze względów zdrowotnych w wieku 60 lat przeszedł na emeryturę i jako emeryt przez 6 lat był wykładowcą na Politechnice Śląskiej w Gliwicach. Krótkofalarstwem zajął się ponownie w 1958 r. – w związku z powstaniem Śląskiego oddziału PZK. Otrzymał licencję ze znakiem SP9ACL. W 1959 roku działał w ZG PZK. Po zwolnieniu się znaku SP9RG otrzymał jego przydział. Był doskonałym konstruktorem, większość swoich urządzeń budował samodzielnie, a ich dokumentację udostępniał na łamach *Krótkofalowca Polskiego* i CQDL. W 1984 roku wstąpił do klubu OTC. Od 1985 roku był wiceprezesem PZK do spraw technicznych. Przez dwie kadencje był też Prezesem ZOW w Katowicach. Otrzymał Odznakę Honorową PZK.

<sup>14</sup> Włodzimierz Markowski (1922 – 2009), ur. i zm. w Grodzisku Maz. Przedwojenny znak nasłuchowy SPL007, znak wywoławczy SP3WM, przed otrzymaniem formalnie licencji korzystał ze znaku Gwidona Damazyna SP3BD. Na Międzynarodowej Wystawie Radiotechnicznej w sierpniu 1939 prezentował odbiornik KF, radiostację UKF 60 MHz i nadajnik na 10, 20 i 40 m. Kontakt z podziemiem przez mjr. Stanisława Noworolskiego; konstrukcja sprzętu radiowego dla konspiracji. Konstruktor radiostacji *Burza* nadającej na fali 52,1 m w czasie Powstania Warszawskiego. Po wojnie prowadził zakład radiotechniczny (naprawczy) w Warszawie. W 1992 r. zwrot przez państwo zakładu *Bemar* w Grodzisku Maz. Mistrz Polski w Żużlu, udział w Rajdzie Monte Carlo w 1968 r. Licencja SP5MW od 2005 r.

Po wykazaniu przez nich w następnych latach przydatności fal krótkich do dalekosiężnej radiokomunikacji przy użyciu stosunkowo małych mocy nadajników na konferencji w Paryżu w 1925 r. przyznano pasma:

95 – 115 m	2600 – 3150 kHz,
70 – 75 m	4000 – 4280 kHz,
43 – 47 m	6380 – 6970 kHz.

Krótkofalowcy europejscy nie otrzymali wprawdzie przydziału w paśmie 30 m (było ono dostępne na innych kontynentach), ale niektórzy z nich pracowali w tym zakresie nielegalnie, przynajmniej w pewnych okresach czasu osiągając znaczne sukcesy.

Następnie w 1927 r. konferencji radiowej w Waszyngtonie przyznano im wydzielone stosunkowo wąskie pasma amatorskie: 160, 80, 40, 20 i 10 m oraz pasmo UKF 5 m – 56 MHz. Były to oczywiście ustalenia ogólne – w niektórych krajach obowiązywały lub mogły obowiązywać węższe granice pasm. Regulacje prawne dotyczące wyższych pasm UKF pojawiały się z biegiem czasu w miarę rozwoju techniki, dlatego też wiele eksperymentalnych łączności amatorskich było prowadzonych początkowo na dowolnie wybranych podzakresach.

Przydział pasm amatorskich w Europie na światowej konferencji radiowej w Waszyngtonie w r. 1927:

150 – 175 m	1715 – 2000 kHz, dla łączności kontynentalnych,
75 – 85,7 m	3500 – 4000 kHz, dla łączności kontynentalnych
41,1 – 42,9 m	7000 – 7300 kHz, dla łączności międzykontynentalnych w nocy
20,83 – 21,43 m	14000 – 14400 kHz, dla łączności międzykontynentalnych w dzień
10,00 – 10,71 m	28000 – 30000 kHz, eksperymentalnie,
5,00 – 5,36 m	56 – 60 MHz, eksperymentalnie.

Pasmami przeznaczonymi wyłącznie do użytku amatorskiego były pasma 40 i 20 m - pozostałe pasma miały być użytkowane wspólnie z innymi służbami. Oficjalnie krótkofalowcy europejscy utracili pasmo 30 m. Pasma krótkofalarskie i radiofoniczne nosiły często oznaczenia związane z ich górną granicą, stąd też zakres amatorski rozciągający się od około 7 MHz do około 7,5 MHz był nazywany pasmem 40 m, a później po wydzieleniu pasma radiofonicznego 41 m i podzakresów dla innych służb dla wycinka między 7 MHz i pasmem radiofonicznym pozostała nazwa pasma 40 m, mimo że są to fale dłuższe od pasma 41 m. Radiofonia w 2 regionie obejmującym obie Ameryki nie otrzymała pasma 41 m stąd też krótkofalowcy amerykańscy do dzisiaj cieszą się pasmem 40 m w granicach 7,0 – 7,3 MHz. Pasma amatorskie leżące przed konferencją w Waszyngtonie pomiędzy około 8 MHz i około 10 MHz otrzymało oznaczenie 30 m i nazwa ta pozostała po przyznaniu radiofonii pasma 31 m (a więc znowu zakres o dłuższych falach miał oznaczenie fal krótszych niż leżące powyżej pasmo radiofoniczne). Krótkofalowcy amerykańscy pracowali w tak ograniczonym paśmie na częstotliwościach około 8,9 MHz. Na tych też częstotliwościach pracowali czasami nielegalnie niektórzy krótkofalowcy europejscy. Podstawowym i najczęściej używanym pasmem było pasmo 40-metrowe (7 MHz), pasmo 20 m – znacznie rzadziej, pasmo 80 m – prawie wcale. Pasma 10 m i zakres UKF były domeną nielicznych. Niektórzy krótkofalowcy (w tym także polscy) przeprowadzali również łączności w paśmie 30 m, które w Europie było oficjalnie dla nich niedostępne. W drugiej połowie lat 30-tych polscy krótkofalowcy przeprowadzali już także eksperymenty w zakresie fal ultrakrótkich, głównie w pasmach 56 i 448 MHz, częściowo także w pasmach 4 i 3 m (czyli ok. 70 i 100 MHz), a w czasie ekspedycji na Howerlę nawet 2 m (ok. 150 MHz)<sup>15</sup>. Wykorzystywane były także (w miarę rozwoju techniki) kolejne harmoniczne pasma 56 MHz: pasma 112 – 120 (2,5 m), 224 – 240 (1,25 m) i 448 – 460 MHz (70 cm) lub w ich części.

Na konferencji Międzynarodowego Komitetu Doradczego w Hadze (1929 ?) przyznano krótkofalowcom europejskim następujące pasma:

80 m	3500 – 3600 kHz,
------	------------------

<sup>15</sup> Najwyższym oficjalnie przyznanym pasmem amatorskim było przez długi czas pasmo 56 MHz, ale najprawdopodobniej wobec braku przydziałów lub także zainteresowania wyższymi pasmami przez inne służby eksperymenty amatorskie w „ziemi niczyjej” najprawdopodobniej nikomu nie przeszkadzały.

40 m	7000 – 7300 kHz,
20 m	14000 – 14400 kHz,
10 m	28000 – 30000 kHz,
5 m	56,000 – 60,000 MHz.

Przewidywane w 1930 r. i obowiązujące w latach 1930-tych przydziały pasm amatorskich w Polsce:

80 m	3535 – 3565 kHz,
40 m	7050 – 7250 kHz,
20 m	14150 – 14310 kHz,
10 m	28160 – 29830 kHz,
5 m	56,300 – 59,680 MHz.

Przydział pasm amatorskich w Europie na światowej konferencji radiowej w Kairze w r. 1938:

160 m	1715 – 2000 kHz,
80 m	3500 – 3635 kHz i 3685 – 4000 kHz,
40 m	7000 – 7200 kHz i 7200 – 7300 kHz,
20 m	14000 – 14400 kHz,
10 m	28000 – 30000 kHz,
5 m	56 – 60 MHz,
2,5 m	112 – 120 MHz, (118 MHz),
1,25 m	224 – 230 MHz.

Pasmami przeznaczonymi wyłącznie dla służby amatorskiej były 7000 – 7200 i 14000 – 14400 kHz - pozostałe pasma miały być użytkowane wspólnie z innymi służbami, w paśmie 3500 – 3950 kHz były to stacje stałe i ruchome, 3950 – 4000 kHz w Europie – lotnictwo, 7200 – 7300 kHz – radiofonia. Pasma 1715 – 2000 kHz było niedostępne w Polsce. Podzakres 56 – 58,5 MHz był w Europie przeznaczony też dla telewizji i stacji małej mocy (poniżej 1 kW), a podzakres 58,5 – 60 MHz – także dla stacji doświadczalnych. Pasma 112 – 120 MHz było też przeznaczone dla stacji małej mocy. Ponieważ przydziały w zakresie wyższych częstotliwości były ustalane stopniowo – w miarę potrzeby i opanowywania techniki – krótkofalowcy, także i polscy, prowadzili próby również w zakresach 4 m (ok. 70 MHz), 3 m (ok. 100 MHz), 2 m (ok. 150 MHz) oraz w pasmach 224 – 230 MHz (1,25 m) i 448 – 460 MHz (70 cm) będących kolejnymi harmonicznymi pasma 56 MHz.

## 2.2. Radiostacja Tadeusza Heftmana

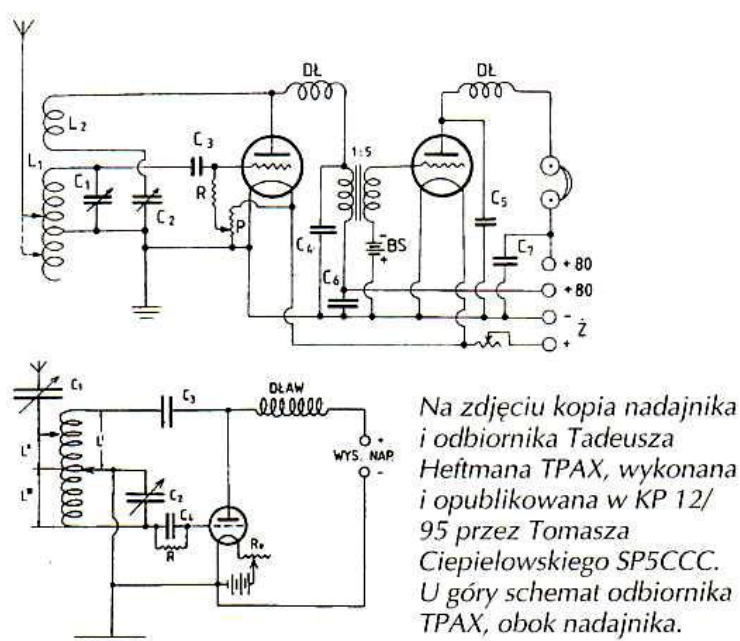
W dn. 6.12.1925 Heftman nawiązał przy użyciu radiostacji własnej konstrukcji: 1-lampowego nadajnika telegraficznego o mocy 3 W z lamp RT pracującego w układzie Hartleya na fali ok. 110 m (zasilanego przez transformator z sieci prądu zmiennego nie prostowanego) i 2-lampowego odbiornika reakcyjnego pierwszą w Polsce potwierdzoną amatorską łączność z zagranicą – ze stacją holenderską N0PM<sup>16</sup>. Heftman używał wówczas znaku wywoławczego TPAX, a następnie SP3AX (w początko-

<sup>16</sup> Tadeusz Heftman (1906 – 1995) był utalentowanym konstruktorem radiowego sprzętu nadawczo-odbiorczego dla potrzeb wojskowych (w tym w okresie wojny dla polskich sił zbrojnych na zachodzie, dla AK i dla aliantów). Ur. w 1906 r. w Sosnowcu, ojciec Eugeniusz, adwokat. W r. 1924 ukończył Państwowe Gimnazjum im. St. Staszica w Sosnowcu zdając maturę razem z Ludomirem Danilewiczem a następnie odbył studia na Politechnice Warszawskiej (w tej samej szkole w 1921 r. zdał maturę Jan Kiepusza). Od 1924 r. był on członkiem jednej z najstarszych organizacji radioamatorskich w Polsce – Komitetu Szkolenia Młodzieży w Radiotechnice - założonej na początku 1924 r. w Sosnowcu. Członkiem założycielem radioklubu był jego ojciec, adwokat Eugeniusz Heftman. W 1929 roku Heftman wyjechał do Francji na studia na politechnice w Grenoble, skąd nadawał pod znakiem F8TPAX.

W okresie międzywojennym Tadeusz Heftman był zatrudniony zakładach AVA (po wojnie OMIG), założonych w 1928 roku przez Ludomira Danilewicza, gdzie projektował m.in. radiostacje dla polskiego wywiadu (II Oddziału Sztabu Głównego Wojska Polskiego) – były to radiostacje typów A a następnie AP znane też pod nazwą *Pipsztok*. Wytwórnia była znana przede wszystkim z produkcji wojskowych radiostacji lotniczych i morskich. Dostarczała też różnego rodzaju sprzętu dla Biura Szyfrów odpowiedzialnego za wywiad radiowy i organizowanie łączności radiowej Oddziału II

wym okresie – do czasu prawnego uregulowania sytuacji krótkofalarstwa – znaki wywoławcze były przydzielane przez redakcję *Radjo Amatora*). Data ta została uznana za symboliczny dzień narodzin polskiego krótkofalarstwa. W rzeczywistości łączności wewnątrz krajowe pomiędzy stacjami amatorskimi były już nawiązywane wcześniej – pierwsza stacja amatorska w Polsce została uruchomiona w 1924 r., a więc jeszcze przed rozpoczęciem nadawania programów radiowych przez stację P.T.R.<sup>17</sup>. W kwietniu 1926 r. Heftman uzyskał pierwsze w Polsce międzykontynentalne łączności ze stacjami U1AAO w USA i Y2PM w Rawalpindi. Łączności te zostały potwierdzone kartami QSL reprodukowanymi w grudniowym numerze *Krótkofalowca Polskiego* z r. 1935 – był to numer jubileuszowy wydany z okazji 10-lecia polskiego krótkofalarstwa.

Do ok. połowy lat 20-tych zakresy krótkofalowe (fale o długości poniżej 200 m) były uznawane za nieprzydatne do celów radiokomunikacji i radiofonii i zostały w całości przyznane krótkofalowcom. Doświadczenia zdobyte przez krótkofalowców udowodniły nie tylko, że zakresy są przydatne do prowadzenia łączności dalekosiężnych, ale i że do tego celu wystarczą znacznie mniejsze moce nadajników aniżeli w zakresie fal długich.



Rys. 2.2.1. Schematy ideowe odbiornika i nadajnika TPAX (źródło: *Świat Radio*)

Zdjęcie 2.2.2 przedstawia replikę radiostacji Tadeusza Heftmana wykonaną przez Tomasza Ciępielowskiego SP5CCC. Odbiornik Heftmana pracował w popularnym wówczas układzie Reinartza<sup>18</sup>. Rozwiązania podobne do zastosowanego przez Heftmana były stosowane również i przez innych krótkofalowców. Budziły one nie tylko podziw z powodu uzyskanych rezultatów, ale i uznanie i były wystawiane m.in. na I Ogólnokrajowej Wystawie Radiowej w 1926 r. w Warszawie. Radiostacje konstrukcji Ludomira Danilewicza TPAV i jego brata Leonarda zostały nawet odznaczone złotym

---

Sztabu Głównego Wojska Polskiego. Właśnie dzięki wsparciu finansowemu ze strony wojska niewielki warsztat przekształcił się w bardzo dobrze prosperujące zakłady radiowe.

W czasie wojny we Francji, a zwłaszcza później w Anglii (w polskich wojskowych zakładach w Stanmore) był konstruktorem sprzętu radiowego dla potrzeb ruchów oporu w Europie i dla wywiadów państw alianckich.

<sup>17</sup> Była to stacja Jana Ziembickiego o znaku LW3, później SP3AR.

<sup>18</sup> W reklamach fabrycznych odbiorników radiowych spotykane było często wyrażenie „... lampowy Reinartz” – przy czym na początku podawana była liczba lamp, np. dwulampowy

medalem<sup>19</sup>. Brak przepisów regulujących działalność krótkofalowców spowodował konfiskatę nagrodzonego sprzętu.

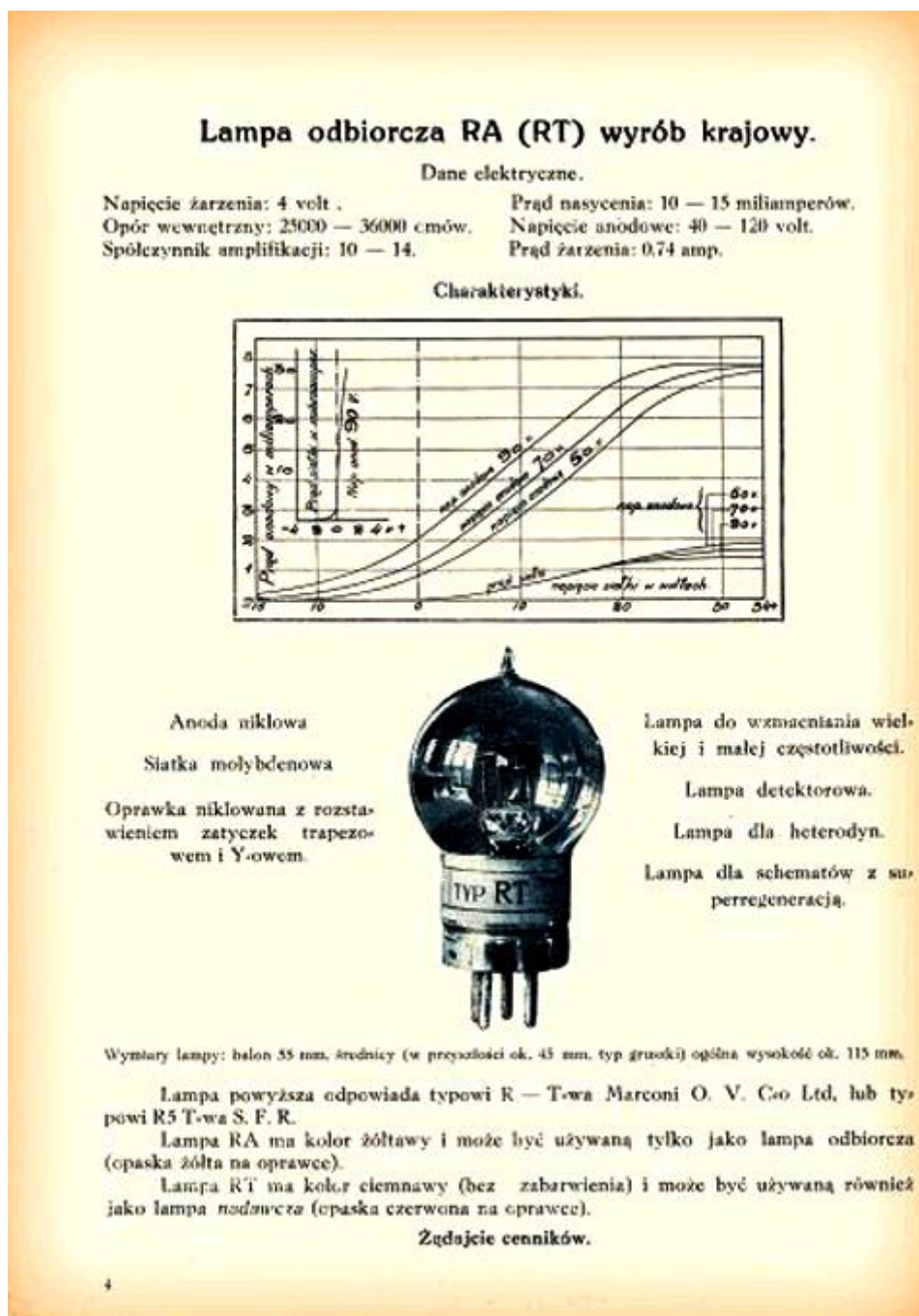


Fot. 2.2.2. Replika nadajnika i odbiornika TPAX wykonana przez SP5CCC (źródło: *Świat Radio*)

---

<sup>19</sup> Obaj bracia korzystali z tego samego znaku wywoławczego TPAV – od niego powstała nazwa zakładów AVA..

## 2.3. Przedwojenne lampy elektronowe



Rys. 2.3.1. Dane katalogowe lampy odbiorczej RA (RT). Lampa RA miała przeznaczenie jako odbiorcza, a RT mogła być stosowana również jako nadawcza. Wykres przedstawia zależności prądu anodowego od napięcia siatki dla trzech różnych napięć anodowych 50, 70 i 90 V oraz (w dolnej części) zależność prądu siatki od jej napięcia

W okresie przedwojennym lampy elektronowe nazywano *lampkami katodowymi* lub *lampkami katodowymi*<sup>20</sup>. Po wojnie nazywane były często lampkami radiowymi ponieważ przeciętny obywatel wiedział, że są stosowane w odbiornikach radiowych, z którymi stykał się na codzień.

<sup>20</sup> Emitowany przez katodę strumień elektronów był nazywany *promieniami katodowymi* i od nich pochodziła nazwa lampy.

Punkt 2.3 przedstawia dla orientacji niektóre z typów lamp używanych w okresie międzywojennym przez krótkofalowców i nie jest w założeniu pełnym katalogiem lamp elektronowych produkowanych w przedwojennej Polsce. Przytoczony wybór ma jedynie ułatwić czytelnikom orientację w parametrach lamp spotykanych w konstrukcjach krótkofalarskich – a przez to w ich możliwościach technicznych.

Tabela 2.3.1

Parametry lamp produkowanych od 1923 roku przez *Polskie Towarzystwo Radjotechniczne*. Dane pochodzą z katalogu *Krajowe lampy katodowe P.T.R.* z roku 1924

Nr	Typ lampy	Nap. anodowe	Wsp. amplifikacji	Opór wewn.	Prąd żarzenia	Nap. żarzenia	Moc admisyjna w watach	Oprawa	Uwagi
1	RA	40 - 120	10	30000	0,74	4 V	-	4 kont.	lub Y, odbiorcze
2	RT	40 - 140	10	30000	0,74	4 V	-	4 kont.	"
3	RM (mikro)	20 - 80	10	20000	0,06	3,2 - 3,8	-	4 kont.	"
4	DEV	50	6	20000	0,2	3	-	lampy mikowe oprawa Marconi	odbiorcze
5	DFQ	50	50	70000	0,2	3	-	"	"
6	DER	120	8	40000	0,35	1,8	-	4 kont.	"
7	RSV	80 - 120	8	35000	0,65	5,0	-	4 kont.	"
8	MT5	1500	40	100000	2,0	5,8	25	8 kont.	typ nadawczy

Uwaga: w rozdziale zachowano oryginalną pisownię i ówczesne nazewnictwo, np. *spółczynnik (lub współczynnik) amplifikacji* zamiast współczynnika wzmocnienia

W tabeli 2.3.2 nie uwzględniono jeszcze lampy TC 03/5 Philipsa, o której donosił *Krótkofalowiec Polski* w numerze 9/1929. Była ona przeznaczona dla fal ultrakrótkich do 3 - 5 m (patrz reklama poniżej). Posiadała katodę tlenkową. Przeznaczona do pracy w prostych nadajnikach.

Lampa miała następujące parametry:

Napięcie żarzenia 4 V, prąd żarzenia 0,275 A, napięcie anodowe 200 – 300 V, prąd nasycenia 100 mA, moc admisyjną (moc strat w anodzie) 6 W, przechwyty 4%, nachylenie charakterystyki 1,8 mA/V i opór wewnętrzny 14 kΩ. Dzięki wyprowadzeniom siatki i anody na wierzchołku lampy uzyskano małą pojemność wewnętrzną. Katoda tlenkowa wymagała stosunkowo małej mocy żarzenia około 1 wata.

Ultrakrótkofalowa „rogata” lampa Philipsa TC 04/10 (powstała z TB 04/10) miała katodę tlenkową, napięcie żarzenia 4 V, prąd żarzenia 1 A i pracowała przy napięciach anodowych 200 – 400 V. Moc oddawana dochodziła do 20 W. Charakteryzowała się dużym współczynnikiem wzmocnienia i według danych producenta pracowała w zakresie fal do 4 m.

Tabela 2.3.2

Parametry produkowanych w Polsce lamp nadawczych, źródło *Krótkofalowiec Polski* 7/1929.

W lampach „rogatych” wyprowadzenia siatki i anody znajdowały się na górnej ścianie lampy i nieco przypominały rogi

Firma	Typ	Żarzenie		Max. nap. anodowe	Współczyn- nik ampli- fikacji	Opór we- wnętrzny (ohm)	Moc admisyjna (watt.)	UWAGI
		volt	amp.					
P H I L I P S	B406	4	0.1	150	6	4.300	—	Lampy głośni- kowe używane jako nadaw- cze małej mocy.
	B405	4	0.15	150	5	2.100	—	
	B403	4	0.15	150	3	2.000	—	
	TC <sup>03/3</sup>	4.0	0.28	300	25	14.000	6	Rogata
	TB <sup>04/10</sup>	7.5	1.25	400	7.5	3.750	10	Torowane
	TB <sup>1/50</sup>	10	3.25	1000	25	8.000	50	
	TA <sup>04/5</sup>	5	1.6	400	10	11.000	10	
	TA <sup>08/10</sup>	5.7	1.9	800	50	36.000	20	
	TA <sup>1/40</sup>	10	5.5	1000	12	6.000	50	
	TA <sup>1.5/75</sup>	11	6.5	1500	25	13.000	75	
	MB <sup>1/50</sup>	10	3.25	1000	12	4.000	50	Modulacyjna
	T E L E F U N K E N	RE124	4	0.15	180	5	2.500	—
RE134		4	0.15	200	10	5.000	—	
RE604		4	0.65	220	3.5	1.000	12	
RV218		7.5	1.1	440	7	3.500	20	
F O T O S	10W	4.3	1.2	750	12 ÷ 15	25.000	20	
	20W	4	2	600	17 ÷ 18	30.000	40	
	45W	4.5	3	800	16 ÷ 18	20.000	60	
	60W	6	3	1500	15 ÷ 16	16.000	90	Rogata
	150W	6	7	2500	20 ÷ 25	15.000	200	Rogata
	45W	4.5	3	600			50	Dwusiatkowa

**TANIA**  
**A JEDNAK... DOSKONAŁA**



**AMATORSKA  
 LAMPA NADAWCZA  
 PHILIPSA  
 TC 03/5**



**NADAJE SIĘ DO FAL  
 ULTRA-KRÓTKICH**

Napięcie żarzenia 4 V.  
 Prąd żarzenia 0,27 amp.  
 Napięcie anodowe 150—300 V.  
 Moc do 10 watów.

**ŻĄDAĆ WSZĘDZIE!**

**POLSKIE ZAKŁADY PHILIPSA S. A.**  
 WARSZAWA, KAROLKOWA 36/44  
**ODDZIAŁ WE LWOWIE**  
 ul. Rutowskiego L. 1.

Na żądanie bezpłatne informacje, katalogi i cenniki.

Rys. 2.3.2. Reklama „rogatej” lampy nadawczej TC 03/5 z 1929 roku (*Krótkofalowiec Polski* 10/1929)

Popularność lamp z żarzeniem napięciami 2 V, 4 V a później także 6,3 V wynika z tego, że odpowiadały one napięciom dawanym odpowiednio przez jedno, dwa lub trzy ogniwa akumulatora ołowiowego.

**NOWA LAMPA EKRANOWANA**  
**QC 05/15**  
**specjalnie dla fal krótkich do 5 mtr.**

**Nie wymaga neutralizacji bo znacznie  
 upraszcza konstrukcję nadajnika**




Nap. żarzenia	— 4,0 V
Prąd	— 1,0 A
Prąd nasycenia	ok. — 400 mA
Nap. anodowe	— 400-500 V
Nap. siatki osłonnej	— 75-125 V
Max. moc. admis.	— 15 W
Max. dop. straty na siatce osłonnej	— 3 W
Współczynnik wzmacn.	ok. — 225
Przechwyt	” — 0,45%
Nachylenie	” — 1,4 mA/V
Opór wewnętrzny	” — 160.000 omów
Pojemność anoda-siatka	” — 0,001 $\mu\mu\text{F}$

**POLSKIE ZAKŁADY PHILIPS S. A.**  
**Warszawa, Karolkowa 36-44.**

Rys. 2.3.3. Reklama tetrody nadawczej QC 05/15 z 1932 roku (*Krótkofalowiec Polski* 12/1932)

# E 406

PHILIPS  
E 406

$v_f = 4,0V$   
 $i_f = 1,0A$   
 $V_a = 150-250V$   
 $g = 6$   
 $S = 6,0 \frac{mA}{V}$

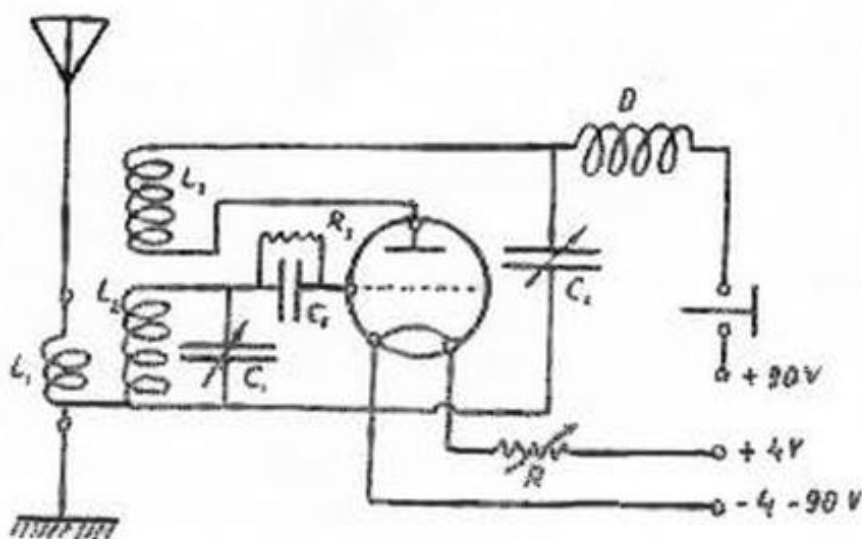
*lampa  
12 wattowa  
o nachyleniu  
6 mA/V.*

Żądajcie katalogów we wszystkich sklepach radjotechnicznych lub pod adresem:  
**POLSKIE ZAKŁADY PHILIPSA S.A.**  
 WARSZAWA KAROLKOWA 36/44

Rys. 2.3.6. Reklama triody E-406 z 1931 roku (*Radjo-Amator Polski* 6/1931)

## 2.4. Nadajnik telegraficzny małej mocy TPFO

Aparatura nadawczo-odbiorcza małej mocy (QRP) Leszka Sicińskiego (TPFO, SP3FO)<sup>21</sup>. Opublikowany w nr. 1/1929 *Krótkofalowca Polskiego* opis dotyczył sposobu wykorzystania odbiornika reakcyjnego 0-V-0 o pojemnościowej regulacji reakcji – w układzie *Schnella* – jako nadajnika telegraficznego małej mocy. Było to rozwiązanie tanie i przez to dostępne dla szerszych rzesz amato-rów. W układzie odbiornika zastosowano kondensatory obrotowe C1 – o pojemności 100–300 cm, C2 – 250 – 500 cm, kondensator siatkowy Cs – 100 – 200 cm, opornik siatkowy Rs – 2 – 3 megaomów, *reostat* (opornik zmienny; w odróżnieniu od potencjometru używane są tylko dwa kontakty – suwaka i na jednym z końców) w obwodzie żarzenia 10 – 20 omów w zależności od typu lampy i wymienne cewki pokrywające krótkofalowe pasma amatorskie. Przekształcenie odbiornika w nadajnik wymagało zwarcia kondensatora siatkowego Cs (można było w tym celu opornik Rs zastąpić zwierzaczem z drutu) i włączenia klucza telegraficznego w obwód anodowy lampy – zamiast słuchawek. Autor wykonał klucz z paska sprężystej blachy mosiężnej. Klucz można było też włączyć w obwód przeciwwagi.



Rys. 2.4.1. Nadajnik-odbiornik TPFO

Wymienne cewki były nawinięte przewodem 1 – 1,5 mm w podwójnej izolacji jedwabnej na szkielecie złożonym z siedmiu prętów rozmieszczonych na obwodzie 100 mm. Przewód powinien być możliwie gruby i sztywny aby zapewniał dobrą stabilność mechaniczną. Cewka antenowa L1 składała się z jednego do trzech zwojów, cewka siatkowa L2 – 4–5 zwojów zależnie od zakresu a cewka reakcyjna – 6–10 zwojów. Dławik D był nawinięty na cylindrze trolitowym, przeszpianowym lub tekturowym o średnicy 5 cm przewodem 0,5 mm w podwójnej izolacji bawełnianej i zawierał 60 – 80 zwojów. Jako wskaźnika dostrojenia autor używał *cieplikowego* (termoelektrycznego) amperomierza w.cz. lub żaróweczki włączonej do obwodu anteny. Zamiast niego można było też zastosować żaróweczkę od

<sup>21</sup> Inż. Leszek Siciński urodził się 28 listopada 1907 r. we Lwowie. Ukończył gimnazjum matematyczno-przyrodnicze w 1927 r. Podczas studiów na oddziale elektrycznym Wydziału Mechanicznego pracował (1943/35) jako mł. asystent w katedrze fizyki u prof. Malarskiego, następnie (1935-38) jako asystent i st. asystent w laboratorium pomiarów niskoprądowych również u prof. Malarskiego. W 1938 r. podjął pracę w Państwowych Zakładach Tele- i Radiotechnicznych w Warszawie. We wrześniu 1939 r. ewakuowany do Rumunii, przez Jugosławię dotarł w 1941 r. do Włoch. Wcielony do Wojska Polskiego pracował w 6 Oddziale Sztabu Głównego jako specjalista elektronik ds. łączności z krajem. Po przeniesieniu się do Anglii (1944 r.) do czasu demobilizacji pracował w sekcji polskiej *Signal Research Development Establishment*. Następnie podjął pracę w *British Telecommunication of Research*, gdzie pracował aż do przejścia na emeryturę w 1970 r.

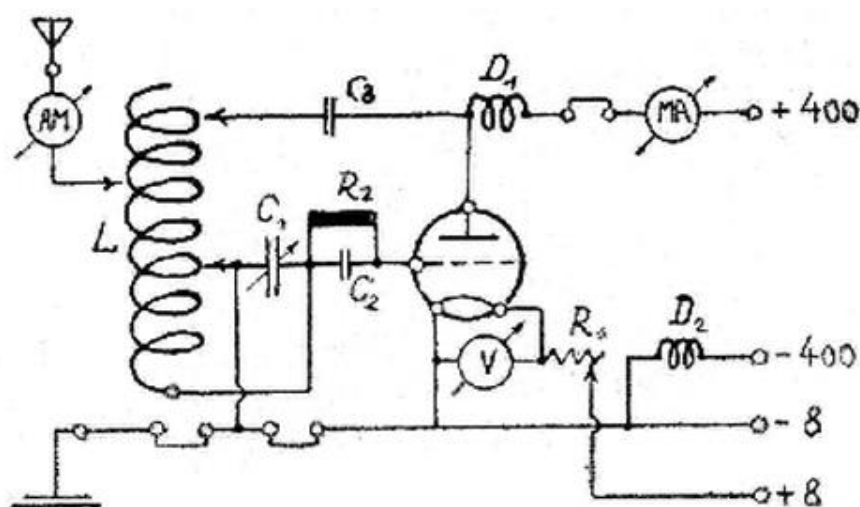
Używane znaki wywoławcze TPFO i SP3FO. Jak wszyscy krótkofalowcy w tych czasach sam konstruował radiostacje amatorskie, nie tylko na zakres krótkofalowy ale i na UKF. Publikował w *Przeglądzie Radjotechnicznym* i *Krótkofalowcu Polskim*. Jego bratem był prof. Zbigniew Siciński.

oświetlenia skali w odbiornikach o prądzie żarzenia 0,06 A lub nawet włókno żarzenia lampy elektrowej, pod warunkiem że świecenie było dobrze widoczne, proponowana była lampa A-410. Do obwodu anodowego można było też włączyć miliamperomierz prądu stałego

W trakcie nadawania wg. zaleceń autora korzystniejsze było zastosowanie przeciwwagi zamiast uzziemienia. Był nią przewód o długości kilku metrów rozwieszony w pokoju. W opisie nie podano żadnych informacji na temat anteny.

W układzie mogły pracować dowolne lampy odbiorcze, przy czym ze względu na uzyskiwaną moc korzystniejsze było użycie lamp głośnikowych np. B-406 lub A-409 *Philipsa*. Moc doprowadzona do anody wynosiła przy napięciu anodowym 50 – 129 V z baterii anodowej ok. 0,4 – 2,5 W. Przy użyciu opisanego nadajnika autor przeprowadził m.in. łączność na dystansie 4500 km – ze stacją w Tomsku. Następny nadajnik TPFO (SP3FO) był zbudowany w układzie Hartleya i dysponował mocą 1 W przy napięciu anodowym 90 V. W okresie międzywojennym układ Hartleya cieszył się znaczną popularnością w konstrukcjach krótkofalarskich.

### 2.5. Jednolampowy nadajnik TPBB w układzie Hartleya



Rys. 1.  
SZEMAT  
TEORETYCZNY.

Rys. 2.5.1. Schemat nadajnika TPBB

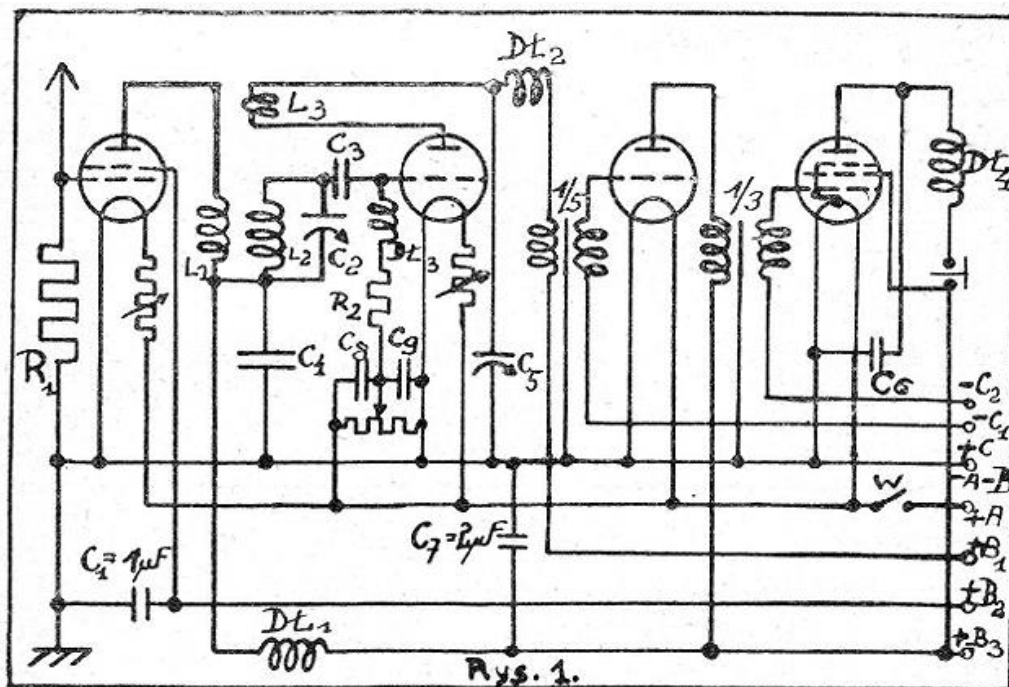
Przykładem rozwiązań stosowanych przez krótkofalowców pod koniec lat 1920-tych jest jednolampowy nadajnik krótkofalowy w układzie Hartleya opisany przez Stanisława Kozłowskiego (TPBB, SP3BB) w numerze 2/1929 *Krótkofalowca Polskiego*. Autor podkreślał prostotę układu, zastosowanie tylko jednej cewki i niewielu elementów składowych. W nadajniku można było użyć lamp *Philipsa* B406, B405 lub nadawczej TB04/10. Widoczne na schemacie zwieracze były zwarte w trakcie pracy telegraficznej, a klucz włączany był w obwód przeciwwagi. Pozwalały one na przystosowanie nadajnika do pracy fonicznej (podłączenie modulatora). Do pomiaru prądu w antenie służył amperomierz cieplny (termoelektryczny) – ozn. AM o zakresie 1 A. W nadajnikach małej mocy można go było zastąpić żaróweczką od latarki kieszonkowej. Oprócz tego nadajnik był wyposażony w miliamperomierz służący do pomiaru prądu anodowego lampy i woltomierz do pomiaru napięcia żarzenia. Napięcie to było regulowane za pomocą *reostatu* o oporności 5 omów – opornika zmiennego o odpowiednio dużej mocy strat. Nadajnik pokrywał zakres fal od 16 do 45 m (dla  $C1 = 100$  cm). Cewka była nawinięta przewodem o średnicy 2,4 mm, nawiniętym na korpusie o średnicy 9 cm i zawierała 22 zwoje. Kondensator obrotowy  $C1$  dostrajający obwód siatkowy miał pojemność 100 – 300 cm, kondensator siatkowy  $C2$  miał pojemność 500 cm, opornik siatkowy  $R2$  – 10 k $\Omega$ , zależnie od typu lampy (dla TB01/10 – 10 – 15 k $\Omega$ ). Kondensator anodowy  $C3$  5000 cm, musiał mieć wystarczającą wytrzymałość napięciową dla pełnego napięcia anodowego. Dławiki  $D1$  i  $D2$  były nawinięte przewodem 0,6 mm w podwójnej izolacji bawełnianej na cylindrach preszpanowych o średnicy 7 cm i miały po co najmniej 60 zwoi. *Reostat* miał oporność 5 omów. Miliamperomierz MA w obwodzie anody miał zakres 100 mA.

Autor podkreślał, że instalacja anteny i przeciwwagi musi być tak zaplanowana, żeby węzeł prądowy znajdował się w pobliżu nadajnika. Do często stosowanych wówczas należały anteny typu L, typu T, Leviego (pracująca na zbliżonej zasadzie jak antena Zeppelina, ale mająca dwa ramiona) i Herza.

Nadajniki w układzie Hartleya były często konstruowane przez krótkofalowców, nie tylko polskich, ze względu na prostotę, i stosowane zarówno do pracy fonicznej (z modulacją siatkową lub anodową – dławikową) jak i telegraficznej. Konstruktorzy podkreślali występowanie w układzie tylko jednej cewki zamiast cewek siatkowej, antenowej i reakcyjnej jak w generatorach ze sprzężeniem indukcyjnym (Meissnera) jak w poprzednim rozwiązaniu. Konstrukcje tego typu były często prezentowane na łamach prasy krótkofalarskiej.

Początkowo w prostych nadajnikach małej mocy stosowano także modulację za pomocą mikrofonu węglowego umieszczonego w doprowadzeniu anteny lub uziemienia. Zmiany oporności mikrofonu w takt sygnału modulującego powodowały odpowiednie zmiany amplitudy fali. Powodowało to straty mocy w.cz. w mikrofonie, a poza tym występował na nim sygnał w.cz. Rozwiązanie nadawało się tylko dla nadajników małej mocy.

## 2.6. Krótkofalowy odbiornik 1-V-2 SP3DK



Rys. 2.6.1. Schemat ideowy odbiornika SP3DK

Przed rozpowszechnieniem się układów superheterodynowych stosowane były oznaczenia opisujące skrótoowo konstrukcję odbiornika: litera V (skr. od angielskiego słowa oznaczającego wentyl) oznaczała stopień detekcyjny, w praktyce był to przeważnie detektor z reakcją (audion), a liczby przed i po tej literze oznaczały odpowiednio liczbę stopni wielkiej i małej częstotliwości; przykładowo więc symbol 0-V-1 oznaczał odbiornik reakcyjny z jednym stopniem m.cz. i bez wzmacniacza w.cz. (w początkowym okresie rozwoju krótkofalarstwa było to chyba najczęściej spotykane rozwiązanie; przykład stacji TPFO powyżej), 1-V-1 – odbiornik wyposażony we wzmacniacz w.cz. i pozostałe stopnie jak w przykładzie poprzednim, a 1-V-2 był wyposażony w dwa stopnie m.cz. czyli zawierał dodatkowo stopień głośnikowy. Ze względu na trudności w równoległym strojeniu kilku obwodów rezonansowych i niebezpieczeństwo sprzężeń powodujących wzbudzenie się odbiornika w praktyce spotykane były układy wyposażone w co najwyżej jeden stopień wzmocnienia w.cz., a i to najczęściej był to wzmacniacz aperiodyczny, tzn. pozbawiony strojonego obwodu wejściowego. Przykład rozwiązania krótkofalowego odbiornika tego typu przedstawia artykuł Alfreda Kranzlera SP3DK z nr. 10/1929 *Krótkofalowca Polskiego*. Układy takie były konstruowane przez wielu radioamatorów i krótkofalowców i często publikowane na łamach prasy krótkofalarskiej. Były one wykorzystywane nie tylko do odbioru

transmisji amatorskich, ale także i radiofonicznych, chociaż ze względu na większe moce nadawania stacji radiofonicznych do ich odbioru przez wiele lat potem stosowane były często odbiorniki detektorowe, często nawet nie wyposażone we wzmacniacz m.cz. Stosunkowo wysokie ceny lamp radiowych powodowały, że odbiorniki detektorowe były wyraźnie tańsze od lampowych. Nie nadawały się one jednak (ze względu na niską czułość) do odbioru słabych sygnałów stacji amatorskich. W odróżnieniu od odbiorników radiofonicznych odbiorniki amatorskie dysponowały często rozciągniętymi zakresami pracy (ograniczonymi do pasm amatorskich), co ułatwiało dostrajanie do stacji. Zmiany pasm dokonywano w wielu konstrukcjach poprzez wymianę cewek, dopóki na rynku nie pojawił się dostateczny wybór przełączników zakresów. Opisy samodzielnego wykonania przełączników zakresów pojawiały się także często w czasopismach technicznych.

Zaletą odbiorników wyposażonych we wzmacniacz w.cz. była izolacja detektora reakcyjnego od anteny dzięki czemu unikało się zrywania reakcji i rozstrajania odbiornika pod jej wpływem oraz oczywiście większa czułość. Unikało się też promieniowania sygnału odbiornika przez antenę – należy pamiętać, że w trakcie odbioru sygnałów telegraficznych detektor pracował powyżej progu wzbudzenia i następowało w nim mieszanie się sygnału własnego z odbieranym, dzięki czemu uzyskiwano ton dudnień m.cz. W trakcie odbioru fonii z modulacją amplitudy detektor musiał pracować poniżej progu wzbudzenia. Siła głosu (i jednocześnie czułość odbiornika) w odbiornikach reakcyjnych była często regulowana za pomocą reakcji tj. stopnia sprzężenia zwrotnego i odbiorniki nie były wyposażone w oddzielny potencjometr siły głosu w torze m.cz. Inną często stosowaną metodą regulacji siły głosu (i zarazem czułości) była zmiana prądu żarzenia lampy (lub lamp) – w tym przypadku odbiornik wyposażony w ich większą ilość dysponował szerszym zakresem regulacji siły głosu. W przedstawionym rozwiązaniu zastosowano aperiodyczny wzmacniacz w.cz. z bezindukcyjnym opornikiem o wartości 5 – 50 kiloomów w obwodzie siatkowym pierwszej lampy sprzężony półaperiodycznie z następnym stopniem (cewka L1 i obwód L2C2). Detektor reakcyjny pracował w układzie *Schnella* z indukcyjnym sprzężeniem zwrotnym (reakcją) i pojemnościową regulacją jego siły – w tym przypadku za pomocą kondensatora C5. Kondensator C3 miał pojemność 100–250 cm, a C4 – 10000 cm. Siatka detektora jest polaryzowana przez dławik D13 i opór upływowy R2 – 2 MΩ z potencjometru P (400 – 800 Ω) załączonemu równolegle do katody. Ślizgacz potencjometru jest zablokowany za pomocą kondensatorów C8 i C9 – 5000 – 10000 cm do obu doprowadzeń żarzenia – katody. Kondensatory C2 i C5 mają pojemność 100 – 200 cm. Dwustopniowy wzmacniacz m.cz. pracował ze sprzężeniem transformatorowym. Anoda lampy głośnikowej była zablokowana dla w.cz. przez kondensator C6 2000 cm. Dławiki były nawinięte przewodem 0,1 mm w podwójnej izolacji jedwabnej na cylindrach turbonitowych o średnicy 4 cm i długości 3 cm i składały się ze 100 zwojów każdy.

Zwróćmy uwagę na nieco inny od współczesnego sposób oznaczania kondensatorów zmiennych na schemacie – zamiast strzałki rotor jest narysowany w postaci łuku. Napięcie siatki detektora jest regulowane za pomocą potencjometru, w obwodzie jej zasilania, podobnie jak i w obwodzie anodowym znajdują się dławiki w.cz. Na schemacie przyjęto amerykańskie (wówczas) oznaczenia baterii: A dla baterii żarzenia, B – dla baterii anodowej i C – dla baterii polaryzującej siatki ujemnym napięciem. System ten nie miał nic wspólnego z obecnym zależnym od wielkości ogniw.

Autor artykułu podkreśla, że rozwiązanie to jest jednym z możliwych przykładów i pozwala na łatwą modyfikację – np. użycie innego układu detektora reakcyjnego.

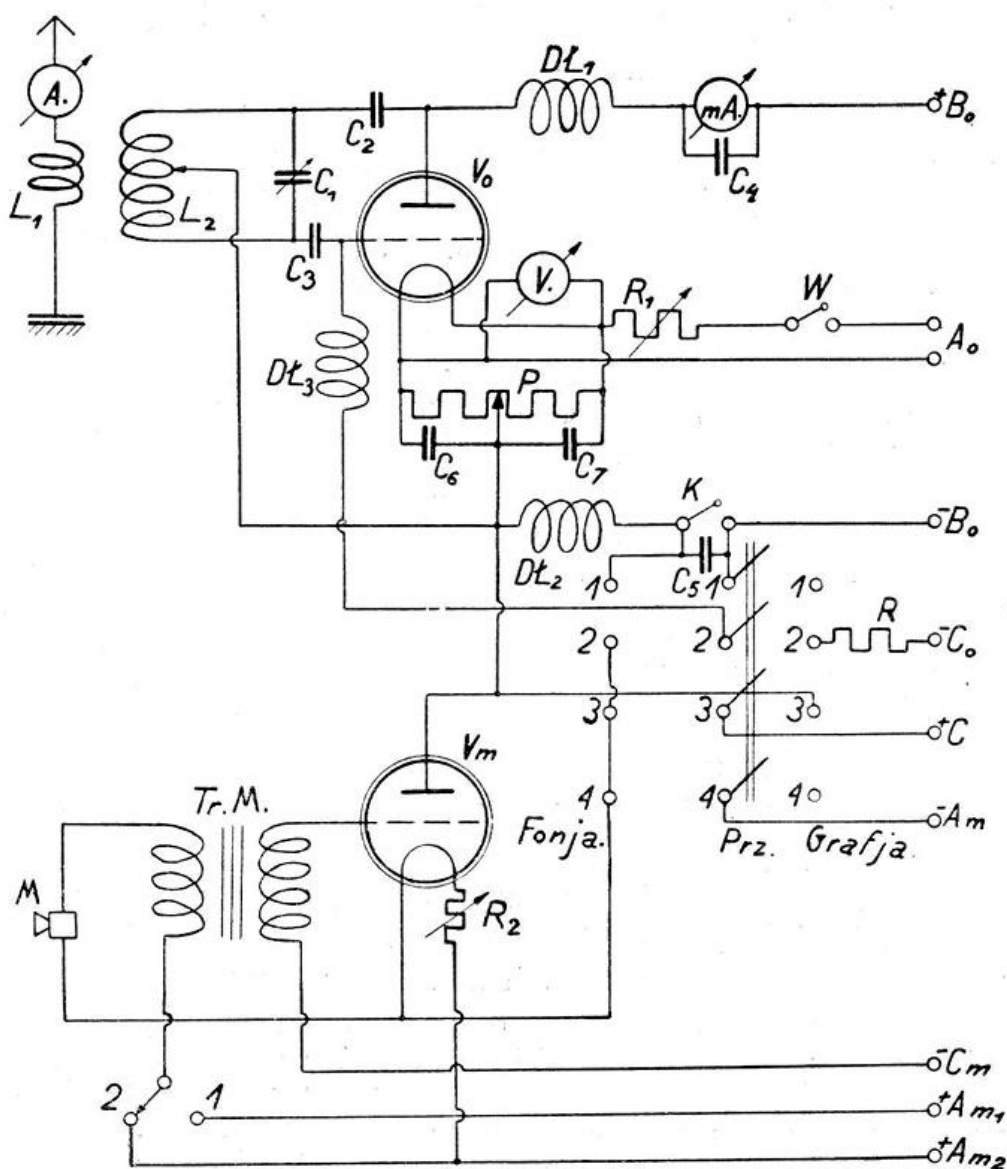
Mała selektywność odbiorników jednoobwodowych powodowała konieczność stosowania eliminatorów tj. dodatkowych równoległych obwodów rezonansowych na wejściu odbiornika, których zadaniem było tłumienie sygnału stacji powodujących zakłócenia w odbiorze. W przypadku odbiorników krótkofalarskich eliminatory te były często dostrojone do najsilniej odbieranej – lokalnej – stacji radiofonicznej, natomiast radiosłuchacze musieli nieraz tłumić w ten sposób sygnały pochodzące od pracujących w sąsiedztwie stacji amatorskich. Eliminatory stanowiły także temat publikacji w prasie radiotechnicznej i krótkofalarskiej.

W dwustopniowym wzmacniaczu m.cz. ze sprzężeniem transformatorowym pierwszy transformator miał przekładnię 1:5, a drugi 1:3.

## 2.7. Nadajnik foniczny AM SP3DK

Dwulampowy nadajnik foniczny AM opracowany przez Alfreda Kranzlera SP3DK ze Lwowa został opublikowany w numerze 11/1929 *Krótkofalowca Polskiego*. Pracował on w układzie Hartleya zwanym również trzypunktowym (cewka oprócz wyprowadzeń końcowych miała odczep jako trzecie wyprowadzenie).

Jego obwód rezonansowy stanowiła cewka L2 i kondensator C1. Cewka L2 była wykonana niez izolowanego drutu miedzianego o średnicy 3 – 5 mm. Dla mocy powyżej 40 watów konstruktor zalecał użycie rurki. Cewka była nawinięta na walcu drewnianym o średnicy 8 cm zwoj przy zwoju, a następnie rozciągnięta tak, żeby odległość między zwojami wynosiła 12 – 14 mm. Po zdjęciu z wałka cewka miała średnicę 95 mm.



Rys. 1.

Rys. 2.7.1. Schemat ideowy nadajnika SP3DK

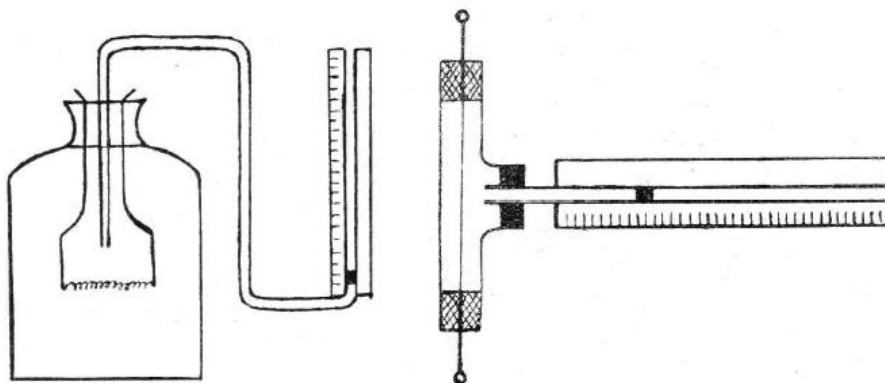
Modulator pracował w układzie Schäffera – z modulacją prądu siatki lampy nadawczej. Zdaniem autora oscylator Hartleya można bezproblemowo łączyć z innymi rozwiązaniami modulatorów. Przełącznik *Prz* służył do przełączania na pracę foniczną lub telegraficzną. Na cewki L1 i L2 potrzebne było około 3 m drutu. Po nawinięciu 10 zwojów należało uciąć 4 zwoje jako cewkę L1 pozostawiając 6 zwojów jako cewkę L2. Po spłaszczeniu końców wiercono w nich otwory o średnicy 4 mm. Do cewki L1

doprowadzone przez amperomierz *cieplikowy* 1 A były przewody z anteny. Zamiast niego można było też włączyć żarówkę. Cewka L1 była przesuwana w stosunku do L2. Zalecane było posrebrzenie obu cewek. Przy pojemności C2 200 cm maksymalna długość nadawanej fali wynosiła 50 m, nadajnik pokrywał pasma 40 i 20 m bez wymiany cewek. Kondensator reakcyjny (sprężenia zwrotnego) C2 miał pojemność 5000 – 10000 cm, a kondensator C3 – 200 – 500 pF.

Dławiki Dł1, Dł2 i Dł3 miały po 80 zwojów miedzianego przewodu 0,3 mm w podwójnej izolacji bawełnianej i były nawinięte na cylindrach turbonitowych o średnicy 5 cm i długości 7 cm. W szereg z dławikiem Dł1 był włączony miliamperomierz prądu stałego 100 mA lub więcej w zależności od mocy wyjściowej. Był on zablokowany kondensatorem C4 2000 cm. W szereg z dławikiem Dł2 był włączony klucz telegraficzny K zablokowany kondensatorem C5 10000 cm. Voltomierz V w obwodzie żarzenia służył do kontroli napięcia żarzenia, a opornik R1 do regulacji jego prądu. Oporność R1 była zależna od katalogowego prądu żarzenia lampy. Dla zapewnienia równomiernego obciążenia włókna żarzenia prądem anodowym równoległe do niego był włączony potencjometr P o oporności 100 – 250  $\Omega$ . Ślizgacz potencjometru był zablokowany do końcówek za pomocą kondensatorów C6 i C7 1  $\mu$ F. Przy pracy telegraficznej siatka lampy otrzymywała ujemne napięcie przez dławik Dł3 i opór siatkowy 5 – 10 k $\Omega$ . Od ślizgacza potencjometru prowadziło połączenie do odczepu cewki L2. Przesuwanie kontaktu odczepu służyło do regulacji sprężenia zwrotnego. Powodowało ono co najwyżej niewielką zmianę częstotliwości drgań.

Modulator w układzie Schäffera był zdaniem konstruktora najlepszym rozwiązaniem dla krótkofalowców i na pewno lepszym niż włączanie mikrofonu do obwodu anteny albo przeciwwagi. Po zastąpieniu, w wyniku przełączenia, stałego opornika R w siatce przez oporność zmienną katoda-anoda lampy modulatora modulowany jest stały prąd siatki. Napięcie m.cz. z mikrofonu było doprowadzone przez transformator o przekładni 1:20 – 1:40. Mogł to być też (nieśmiertelny) transformator dzwinkowy. Mikrofon mógł być dowolnego typu, ale autor zalecał telefoniczną wkładkę mikrofonową (również nieśmiertelną w zastosowaniach krótkofalarskich).

Domową konstrukcję cieplnego amperomierza w.cz. dla tych, którzy nie mogli sobie pozwolić na fabryczny zaprezentował w tym samym numerze *Krótkofalowca Polskiego* Marceli Dicker SP3LY (rozpoczął on pracę w eterze w 1929 r.). Składał się on z butelki o szerokiej szyjce szczelnie zakorkowanej korkiem gumowym. Wewnątrz umieszczony jest grzejnik wykonany z drutu oporowego nikielinowego albo konstanstanowego o oporności 2 – 5  $\Omega$  zwiniętego spiralnie. Przewody zasilające są przeprowadzone przez korek, podobnie jak cienka rurka szklana i średnicy wewnętrznej około 1 mm. Na końcu słupa powietrza w rurce wposzczona jest kropla zabarwionej wody albo kwadsu siarkowego ułatwiająca obserwację wysokości słupa. Grzejnik amperomierza rozgrzewa się proporcjonalnie do kwadratu płynącego przez niego prądu wielkiej częstotliwości (w.cz.) ogrzewając powietrze w butelce, które rozszerzało się i wypychało kolorową kroplę. Amperomierz można było wyskalować empirycznie, ale był on wrażliwy na wpływ temperatury otoczenia. W drugim wykonaniu użyto rurki w kształcie litery T zakorkowanej trzema korkami gumowymi. Przez dwa z nich przechodzą wyprowadzenia grzejnika, a przez trzeci cienka rurka z kroplą rtęci lub zabarwionej wody.



Rys. 1.

Rys. 2.

Rys.2.7.2. i 2.7.3. Rozwiązania amperomierza w.cz. domowej konstrukcji

Do pomiarów napięć i prądów stałych oraz oporności krótkofalowcy korzystali z fabrycznych mierników uniwersalnych, których przykładem może być szeroko reklamowany w tym czasie w *Krótkofalowcu Polskim* MAVOMETER. Dysponował on następującymi zakresami pomiarowymi: 0,001 – 2000 V, 0,0001 – 20 A i 5  $\Omega$  – 50 M $\Omega$ .

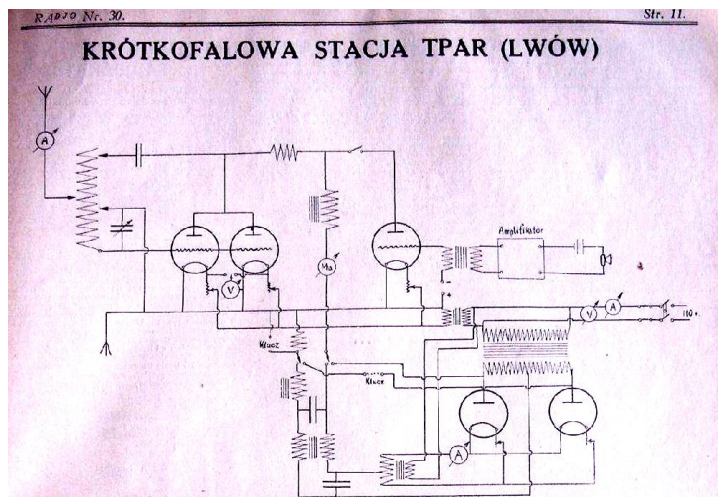
## 2.8. Nadajnik Jana Ziembickiego SP3AR

Pierwszą stację amatorską Ziembicki uruchomił w zimie roku 1924/25 we Lwowie początkowo pod znakiem LW3, następnie TPAF, a od końca 1925 roku – TPAR (rys. 2.8.1). Od pierwszego stycznia 1929 roku w wyniku konferencji waszyngtońskiej znak uległ zmianie na SP3AR. Ziembicki pracował początkowo fonią i telegrafią kolejno na pasmach 200, 100, 80 i 40 m. W 1926 roku ograniczył się głównie do pracy małą mocą w paśmie 30 m uzyskując bardzo dobre wyniki dzięki dobrej propagacji w tym paśmie. Stosował nawet moce wyjściowe 0,8 – 1 W. Po utracie pasma 30 m w wyniku konferencji waszyngtońskiej w paśmie tym nawiązywał głównie łączności DX-owe. W 1927 roku rozpoczął pracę z większymi mocami nadawania, a od 1928 roku pracował na pasmach 40 m i 20 m. Na rys. 2.8.1 przedstawiony jest nadajnik TPAR z lat 1924/25. Składał się on z generatora w układzie Hartleya z modulacją dławikową Heisinga w anodach i dwu- lub trzystopniowego modulatora pokazanego na schemacie w postaci bloku. Ilustracja pochodzi z miesięcznika *Radjo*.

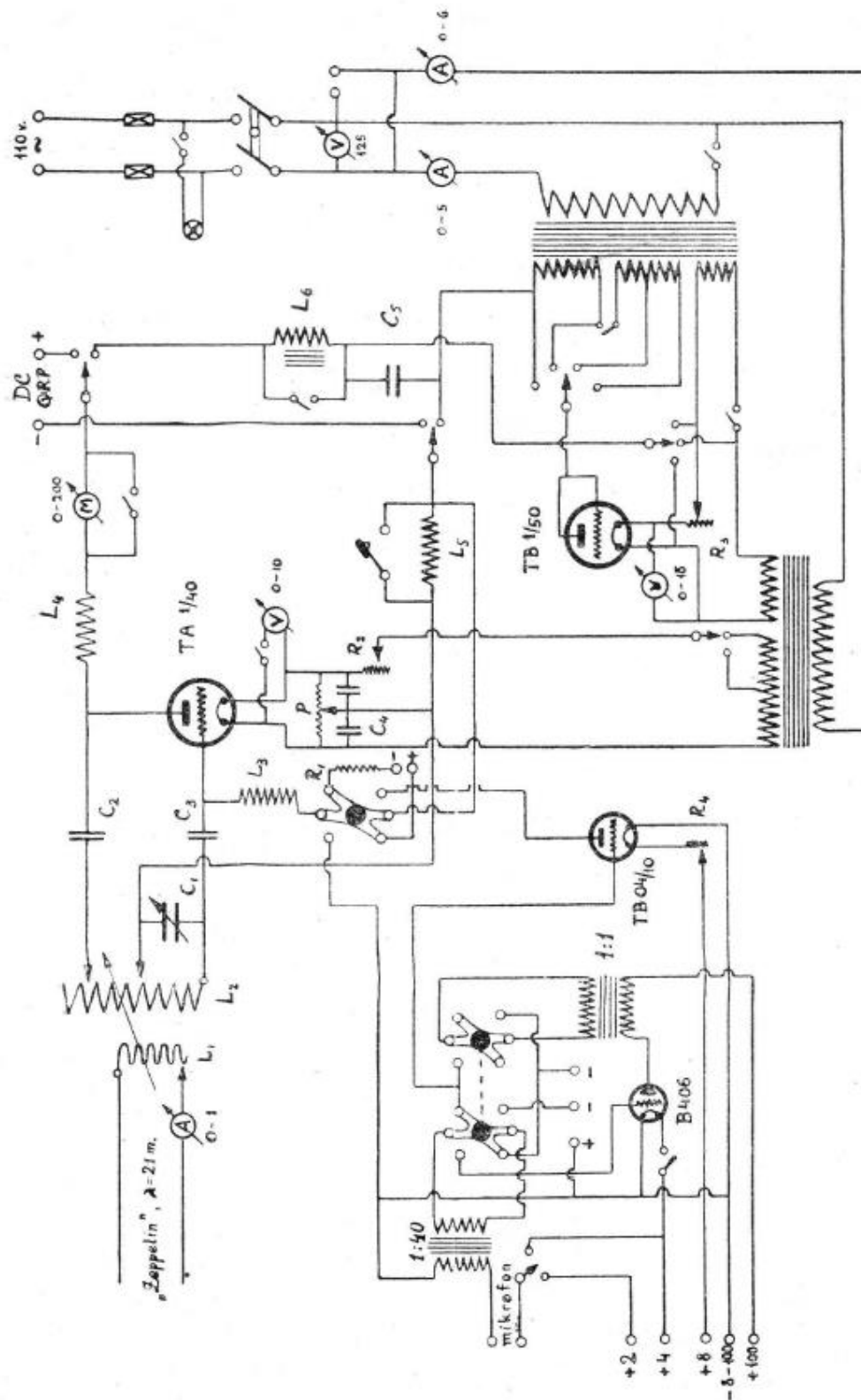
SP3AR wypróbowywał różne układy nadajników, modulatorów, kilka typów anten i różne zespoły fabryczne. Opisany w numerze 11/1929 *Krótkofalowca Polskiego* foniczno-telegraficzny nadajnik SP3AR składał się z generatora Hartleya z anteną aperiodyczną, modulatora Schäffera, wzmacniacza mikrofonowego i zasilacza. Do prostowania napięcia anodowego służyła lampa TB 1/50, w nadajniku pracowała TA 1/40 Philipsa, a w modulatorze TB 04/10. Do przełączania emisji służył przełącznik mający na schemacie kształt litery X. Antena typu Zeppelin, należąca do anten typu L miała długość 21 m, ale używane były także anteny T (inna nazwa: anteny Levyego) i L z przeciwwagami lub bez. Konstrukcja znanej wówczas pod nazwą anteny Herza odpowiada dzisiejszej antenie Windom – była ona zasilana ekscentrycznie. Od 1929 roku na lampie TB 04/10 moc nadawania wynosiła 6 – 12 W. SP3AR nawiązywał na tym sprzęcie łączności ze wszystkimi częściami świata pracując dodatkowo do pasm 40 i 20 m także w paśmie 10,5 m i dalej w paśmie 30 m. Do odbioru służył odbiornik 0-V-1 w układzie *Schnella*.

Dla przykładu: w tym czasie Maria Bogda SP3HR ze Lwowa do pracy QRP korzystała z nadajnika stabilizowanego kwarcem (stabilizacja kwarcowa powoli wchodziła do użytku), anteny Zeppelina 20,5 m i odbiornika 0-V-2 w układzie *Reinartza*. Oprócz tego korzystała też z nadajnika fonicznego Hartleya większej mocy. Dopiero w następnych latach rozpowszechniły się nadajniki sterowane kwarcem.

W początkowym okresie czasu nadajniki małej mocy były zasilane bateryjnie, a nadajniki telegraficzne trochę większej mocy wyprostowanym i niefiltrowanym napięciem sieci lub nawet w ogóle prądem zmiennym nieprostowanym. Jakość nadawanego sygnału mocno na tym cierpiała i temat ten był szeroko dyskutowany w prasie krótkofalarskiej i pewnie w łącznościach też.



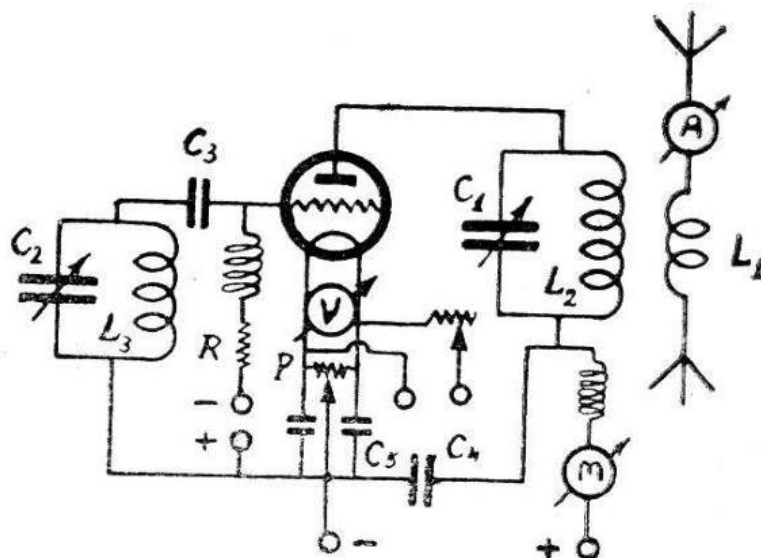
Rys. 2.8.1. Nadajnik Jana Ziembickiego z lat 1924/1925 z prostownikiem dwupołówkowym



**Objaśnienia do szematu:**  $L_1$  — 3 zwoje,  $L_2$  — 20 zwoji („Baltic“),  $L_3$  — dławik w. c. 120 zw.,  $L_4$  — dławik w. c. 120 zw.,  $L_5$  — dławik w. c. 100 zw.,  $L_6$  — dławik n. c.,  $C_1$  — 200 cm. („Förg“ nadawczy),  $C_2$  — 5000 cm.,  $C_3$  — 500 cm.,  $C_4$  — po 1 mfd.,  $C_5$  — 10 mfd.,  $R_1$  — 5000 ohm.,  $R_2$  — 1 ohm. („Siti“),  $R_3$  — 1 ohm.,  $R_4$  — 3 ohm.,  $P$  — 250 ohm. (SP3AR).

Rys. 2.8.2. Schemat ideowy nadajnika CW/AM SP3AR z 1929 roku

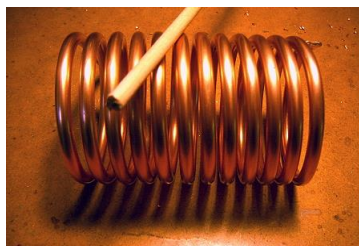
## 2.9. Nadajnik T.P.T.G. Jana Ziembickiego



Rys. 1.

Rys. 2.9.1. Schemat ideowy nadajnika TPTG

Zdaniem SP3AR wyrażonym w artykule z nr 3/1930 *Krótkofalowca Polskiego* typowym wyposażeniem stacji amatorskich w tym czasie był nadajnik w układzie Hartleya, odbiornik reakcyjny Schnella i antena typu L lub T. Autor zwraca uwagę na układ nadajnika znany wówczas jako T.P.T.G. (z ang. *tuned plate, tuned grid* – stopień z obwodami rezonansowymi w siatce i anodzie)<sup>22</sup>. Obwody te nie są ze sobą sprzężone indukcyjnie, a oscylacje powstają dzięki sprzężeniu przez kondensator C4 o pojemności kilku tys. cm. O częstotliwości drgań decydował obwód o wyższej dobroci Q, dlatego też starano się przez dobór elementów obniżyć dobroć obwodu siatkowego, aby o częstotliwości decydował obwód w anodzie. Układ ten był szeroko rozpowszechniony w latach dwudziestych 20 wieku.



Fot. 2.9.2. Przykład cewki wykonanej z rurki miedzianej

Cewki L1, L2 i L3 były wykonane z grubego niez izolowanego drutu lub rurki miedzianej. Ilość zwojów zależała od średnicy cewki i odstepu zwojów, oraz oczywiście od zakresu pracy. Autor zalecał średnicę zewnętrzną uzwojenia 7 – 10 cm. Przykładowo dla pasma 40 m przy pojemności 100 cm, średnicy cewki 9 cm o odstępach międzyzwojowych 6 mm liczba zwojów wynosiła 7, a dla pasma 20 m – 3 zwoje. Aperiodyczna cewka antenowa miała dwa do pięciu zwojów w zależności od pasma, rodzaju anteny i jej wielkości. Małe pojemności kondensatorów C1 i C2 przy większej indukcyjności dają zazwyczaj większą sprawność natomiast przy mniejszej indukcyjności o większych pojemnościach uzyskuje się większą stabilność częstotliwości. W praktyce dobór był kompromisowy. Na falach krótkich ich pojemności leżały w zakresie 100 – 300 cm. C3 miał pojemność około 500 cm i mógł być

<sup>22</sup> W tekście zachowano dawną pisownię skrótów z kropkami między literami zamiast obecnego zapisu bez kropek.

kondensatorem zmiennym. Kondensator blokujący C5 miał pojemność kilku tys. cm. Oporność opornika siatkowego R wynosiła kilka do kilkunastu kiloomów.

Wzbudzenie drgań było sygnalizowane spadkiem prądu anodowego, dlatego też ważnym przyrządem pomiarowym był miliamperomierz w tym obwodzie.

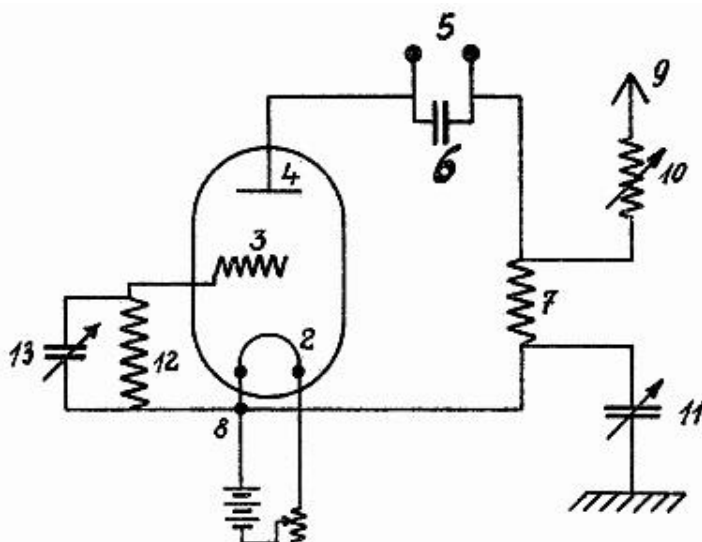
Sposoby kluczkowania i układy modulatorów były dowolne. Głównymi zaletami TPTG była stabilność i dobre wykorzystanie wydajności lampy.

### 2.9.1. Działanie układu TPTG

Częstotliwość drgań w generatorze TPTG ustala się tak, żeby oba obwody rezonansowe miały charakter indukcyjny i zapewniały przesunięcie fazy dodające się do przesunięcia o  $180^\circ$  wnoszonego przez układ wspólnej katody dzięki czemu spełniony jest warunek fazy dla wzbudzenia drgań. Dzięki sprzężeniu przez pojemność wewnętrzną siatka-anoda układ sprowadza się do trzypunktowego układu Hartleya.

Po zastąpieniu obwodu siatkowego przez kwarc otrzymuje się generator Millera, w którym kwarc ma charakter indukcyjności o dużej dobroci – drga na częstotliwości zbliżonej do rezonansu równoległego. Obwód rezonansowy w anodzie (lub kolektorze tranzystora) był dostrojony do częstotliwości wyższej od częstotliwości kwarcu, aby miał on również charakter indukcyjny. Można było go też zastąpić przez dławik. Zgodnie z tym co podano powyżej, o częstotliwości drgań decyduje obwód o większej dobroci – w generatorach kwarcowych jest to rezonator kwarcowy.

Na tej samej zasadzie – sprzężenia obwodów w siatce i w anodzie przez pojemność wewnętrzną lampy – pracował opatentowany w 1917 roku generator Huth-Kühna opracowany i zgłoszony w urzędzie patentowym przez Ludwika Kühna zatrudnionego w berlińskiej firmie *Dr E. F. Huth*. Na ilustracji 2.9.1.1 przedstawiony jest schemat generatora ze zgłoszenia patentowego. Od klasycznego TPTG różnił się on tym, że w obwodzie antenowym znajdował się szeregowy obwód rezonansowy sprzęgający z anteną. Równoległy obwód rezonansowy w siatce składał się z cewki 12 i kondensatora zmiennego 13, a szeregowy obwód rezonansowy w anodzie z indukcyjności 7 i 10 oraz kondensatora zmiennego 11. Dla prawidłowej pracy generatora konieczne było odstrojenie obwodów od częstotliwości pracy aby miały one charakter indukcyjny i zapewniały przesunięcie fazy o dodatkowe  $180^\circ$ . W anodzie mógł być włączony równoległy obwód rezonansowy albo dławik rezonansowy, którego indukcyjność znajdowała się w rezonansie z pojemnością własną. Cewkę w obwodzie siatki można było zastąpić przez rezonator kwarcowy.



Rys. 2.9.1.1. Schemat generatora Huth-Kühna z wniosku patentowego

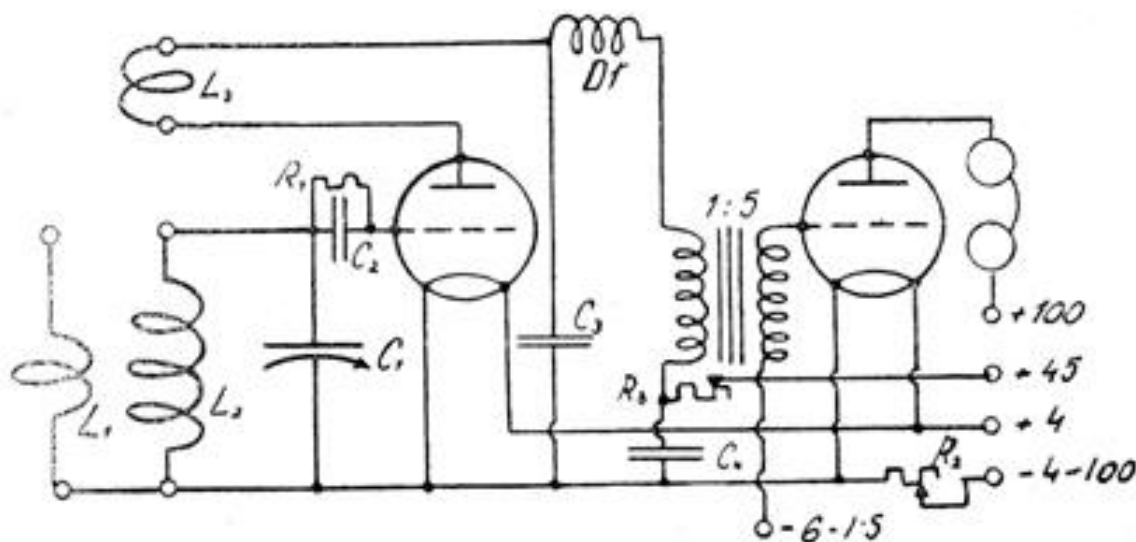
Zastępując z kolei obwód rezonansowy w siatce przez indukcyjność otrzymuje się, opisany dalej, generator TPFG (ang. *tuned plate, fixed grid*).

W układach tranzystorowych pojemnością sprzęgającą jest pojemność baza-kolektor lub bramka-dren zależnie od rodzaju tranzystora.

## 2.10. Krótkofalowe odbiorniki 0-V-1 i 0-V-2 SP3GR

Przeważnie na początku lat 1930-tych krótkofalowcy korzystali ze stosunkowo prostych odbiorników reakcyjnych typu 0-V-1 j.np. opisany przez Włodzimierza Lewickiego SP3GR w nrze 3/1930 *Krótkofalowca Polskiego* odbiornik dwulampowy na pasma 20 i 40 m przełączanymi za pomocą wymiennych cewek, albo z bardziej rozbudowanych odbiorników 0-V-2 z dwustopniowym wzmacniaczem m.cz. Wzmacniacz jednostopniowy pozwalał na odbiór słuchawkowy, natomiast dwustopniowy – na odbiór głośnikowy.

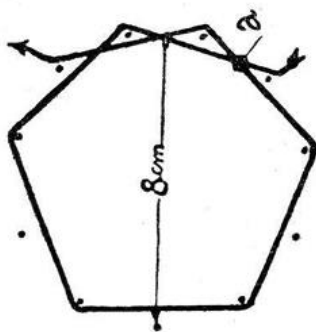
W odróżnieniu od rozpowszechnionych układów reakcyjnych *Schnella* (ze sprzężeniem indukcyjnym i regulacją reakcji za pomocą kondensatora równoległego) lub *Reinartza* (z regulacją reakcji za pomocą kondensatora szeregowego) zastosowano tutaj regulację poprzez zmianę napięcia anodowego (co powodowało zmianę wzmocnienia stopnia) za pomocą opornika R3. Później w układach na pentodach wzmocnienie było regulowane przez zmianę napięcia siatki ekranującej. W artykule autor podawał także sposób nawinięcia cewki koszykowej (rys. 2.10.2).



Rys. 1.

Rys. 2.10.1. Schemat ideowy odbiornika SP3GR dla początkujących

W układzie z rysunku 2.10.1 kondensator C1 miał pojemność 70 – 100 cm i dla wygody strojenia mógł mieć przekładnię 1:10. Kondensator siatkowy C2 o pojemności 200 cm był zabocznikowany oporem R1 3–5 MΩ. Kondensator C3 miał pojemność 2000 cm, a C4 – około 1 μF. Dławik był nawinięty na rurce o średnicy 3 cm przewodem 0,3 mm i składał się z 90 zwoi. Transformator m.cz. miał przekładnię 1:5. Opornik R2 w obwodzie żarzenia miał wartość 6 Ω.



Rys. 2.

Rys. 2.10.2. Sposób nawinięcia cewki koszykowej

Cewka koszykowa, charakteryzowała się małą pojemnością własną, była nawinięta na 11 gwoździach (ich liczba musiała być nieparzysta) wbitych w deseczkę na obwodzie koła o średnicy 8 cm, przewodem izolowanym o średnicy 1 mm w sposób pokazany na ilustracji 2.10.2.

Dane cewek:

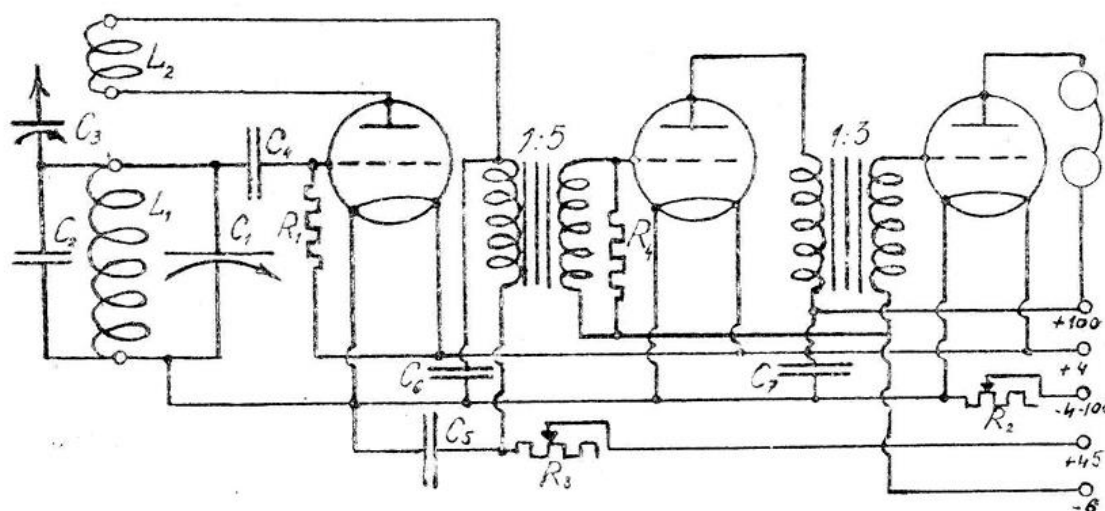
Dla pasma 40 m – L1 = 1 – 2 zwoi, L2 = 5–6 zwoi, L3 = 5 zwojów,

Dla pasma 20 m – L1 = 1 zwój, L2 = 3 zwoje, L3 = 3 zwoje.

Jako lampę detektora można było zastosować A409 lub A415 *Philipsa*.

Wyskalowanie odbiornika opierało się na znalezieniu stacji radiofonicznych lub innych nadających na znanych częstotliwościach. Wyskalowany odbiornik mógł służyć następnie jako falomierz do strojenia nadajnika.

Odbiornik z dwustopniowym wzmacniaczem m.cz. czyli 0-V-2 SP3GR opisał w numerze 6/1930 *Krótkofalowca Polskiego*. Rozwiązanie audionu i sposób regulacji reakcji są identyczne jak w poprzednim odbiorniku. Różnice między nimi są minimalne. Antena była sprzęgana nie za pomocą cewki, a przez zmienny kondensator C3. Kondensator C1 miał pojemność zbliżoną do 60 cm. Wzmacniacze m.cz. są sprzężone za pomocą transformatorów o typowych przekładniach 1:5 i 1:3. Opornik R2 w obwodzie żarzenia miał wartość 60  $\Omega$ , a opornik R3 do regulacji wzmocnienia (reakcji) 40 k $\Omega$ . Kondensatory C7 i C5 miały pojemność po 1  $\mu\text{F}$ , C4 – 100 cm, C6 – 2000 cm, opornik siatkowy 2–5 M $\Omega$ , a potencjometr włączony równoległe do włókna żarzenia 400  $\Omega$ .

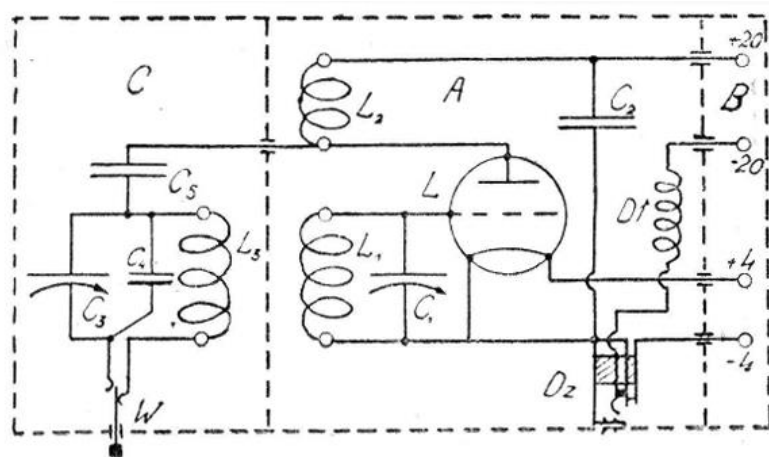


Rys. 1.

Rys. 2.10.3. Schemat odbiornika 0-V-2.

Uzwojenie wtórne pierwszego transformatora międzystopniowego było stłumione za pomocą opornika 0,4 – 1 M $\Omega$ . Cewki można było nawinąć podobnie jak w poprzednim odbiorniku. Konstruktor użył jako pierwszej lampy A415 lub A409, jako drugiej A409 lub B406 albo B405. Napięcie anodowe pierwszej lampy wynosiło 45 V, dwóch pozostałych 100 V, napięcie siatkowe 4–12 V.

W numerach 5 i 6/1930 *Krótkofalowca Polskiego* SP3GR przedstawił rozwiązanie jednostopniowego odbiornika kontrolnego o układzie zbliżonym do audionu z powyższych odbiorników. Odbiornik ten był umieszczony w jednej części obudowy ekranującej, a drugiej części zainstalowany był precyzyjny falomierz absorbcyjny. Był to równoległy obwód rezonansowy połączony z anodą lampy i cewką reakcyjną odbiornika. Falomierz włączany wyłącznikiem W uniezależniał wyniki pomiaru od rozstrajania się odbiornika w wyniku zużycia baterii. Oba układy były dokładnie wyskalowane. Dla mniej dokładnych pomiarów wystarczał sam odbiornik. Zapewniał on odbiór słuchawkowy.



Rys. 1.

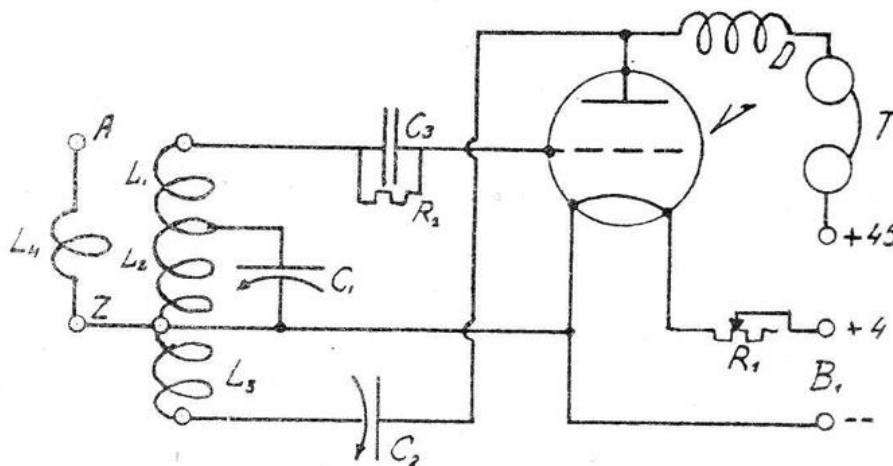
Rys. 2.10.4. Odbiornik kontrolny SP3GR z falomierzem

Podobny jednolampowy układ odbiornika kontrolnego, ale bez falomierza absorbcyjnego opublikował Jan Ziembicki (wówczas SP3AR i SP1AR) w numerze 7/1933 *Krótkofalowca Polskiego*.

W numerze 9/1933 *Krótkofalowca* Stanisław Gozdawa-Piotrowski SP3LS (od 1934 roku SP1FN) przedstawił opis falomierza absorbcyjnego złożonego z wyskalowanego kondensatora, cewki i włączanej do obwodu żaróweczki wskazującej maksimum.

W stopniach audionów szeroko stosowane były również układy *Reinarta*. W odbiorniku, którego schemat przedstawia rys. 2.10.5 obwód siatkowy tworzą cewki L1 i L2 oraz kondensator C1. Jest on połączony tylko z cewką L2 i służy do przestrajania odbiornika. Na schemacie rotor kondensatora przedstawiono w ówczesnym stylu w postaci łuku. Na obwód sprzężenia zwrotnego składają się cewka L3 i kondensator C2. Cewki L1 i L3 były nawinięte na jednym walcowym korpusie o średnicy 90 mm przewodem o przekroju 1,2 mm. Cewka L4 jest nawinięta na osobnym walcu o tej samej średnicy przewodem 0,3 mm.

Dla pasma 20 m cewki L1, L2 i L3 mają po 3 zwoje, dla pasma 40 m – po 12 zwojów. Cewka L4 była umieszczona w odległości 30 mm od pozostałych i dla zakresu 20 – 40 m składała się z 5 zwojów, a dla pasma 80 m – z 10 zwojów. Pojemności kondensatorów C1 i C2 wynosiły odpowiednio 150 i 200 cm. Dławik był nawinięty na korpusie walcowym o średnicy 25 mm, długości 80 mm przewodem 0,2 mm na całej długości walca. Opis odbiornika zamieścił w nrze 4/1930 *Krótkofalowca Polskiego* SP3IO. Przytaczamy go tutaj dla porównania z poprzednim. Oczywiście można było do niego dodać jedno- lub dwustopniowy wzmacniacz m.cz. jak w powyższych przykładach. Opisy odbiorników klasy 0-V-1 lub 0-V-2 były publikowane również przez innych krótkofalowców.



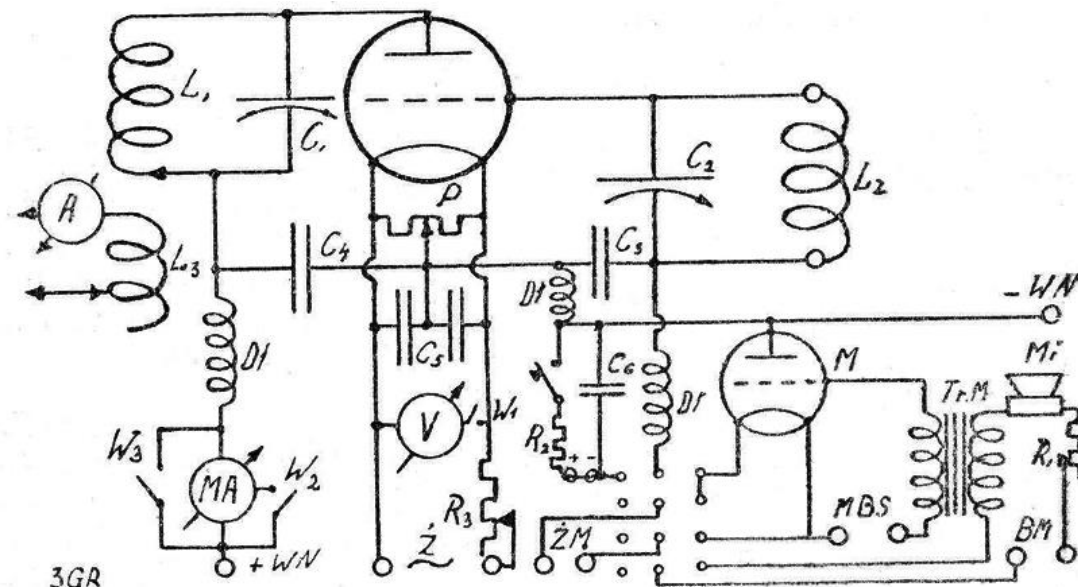
Rys. 2.10.5. Audion w układzie Reinarta

## 2.11. Stacja klubowa SP3LK

Stacja klubowa Lwowskiego Klubu Krótkofalowców (LKK) została uruchomiona w początkach 1930 roku i opisana w numerze 7/1930 *Krótkofalowca Polskiego*. Nadajnik konstrukcji SP3GR zbudowany na szkielecie 50 x 50 x 70 cm pracował w układzie TPTG. Napięcie anodowe 300 V było dostarczane z prostownika, a napięcie żarzeniowe 4 V przez transformator sieciowy bez prostownika. Lampą nadawczą była RE604 Telefunkena kluczowana w obwodzie siatki. Czterobiegunowy przełącznik przełączał siatkę na klucz lub modulator Schäffera. Dla ograniczenia impulsów prądu w trakcie kluczowania w szereg z kluczem włączony był opornik R2 – 10 k $\Omega$ , a równoległe do nich kondensator C6 1  $\mu$ F. W położeniu dla fonii przełącznik włączał żarzenie lampy modulatora i baterię mikrofonową. Przekładnia transformatora mikrofonowego wynosiła typowe 1:40. Siatka modulatora była polaryzowana z baterii MBS. W przypadku lamp żarzonych bezpośrednio lampy modulatora wymagała oddzielnego źródła żarzenia, natomiast lampy żarzone pośrednio mogła być połączona z obwodem żarzenia lampy nadawczej.

Minus napięcia anodowego był połączony z suwakiem potencjometru P (400  $\Omega$ ) włączonego równoległe do włókna żarzenia lampy nadawczej. Suwak był zablokowany dla w.c.z. kondensatorami C5. Potencjometr R3 służył do regulacji prądu żarzenia lampy nadawczej. Włączany wyłącznikiem W1 woltomierz prądu zmiennego o zakresie 10 V służył do kontroli napięcia żarzenia. Miliamperomierz w obwodzie anodowym miał dwa zakresy pomiarowe 0–20 i 0–100 mA. Prąd antenowy wskazywał amperomierz *cieplikowy* A.

Obwód anodowy C1 i L1 był sprzężony z cewką antenową L3. Obie cewki były nawinięte spiralnie na krzyżakach. Obwód siatkowy tworzyły C2 i nawinięta cylindrycznie cewka L2. Zmiana zakresu pracy 40/20 m następowała przez wymianę cewek. Początkowo moc wyjściowa wynosiła 4 – 8 W, ale planowane było jej zwiększenie do 60 W.

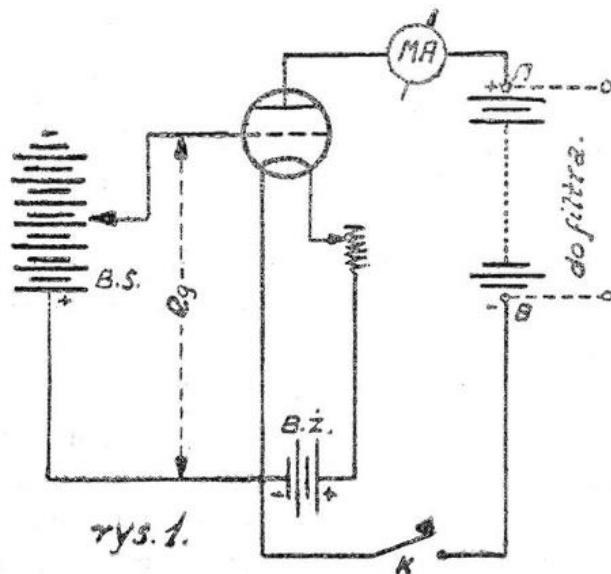


Rys. 2.11.1. Schemat ideowy nadajnika LKK

## 2.12. Pomiary wysokich napięć

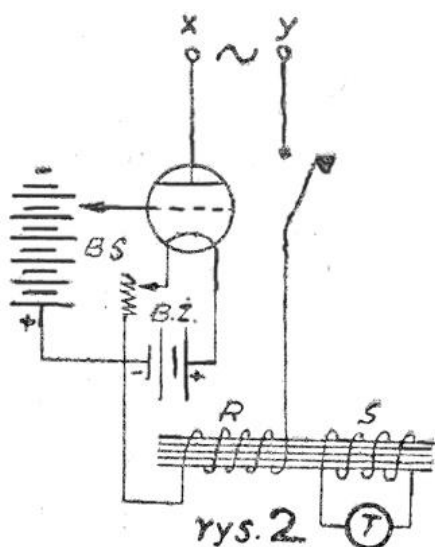
Pomiary wysokich napięć anodowych przysparzały problemów krótkofalowcom, ponieważ dostosowane do tych zakresów woltomierze były drogie lub trudniej dostępne, albo w przypadku mierników termoelektrycznych pobierały zbyt wysoki prąd z mierzonego obwodu. W numerze 7/1930 *Krótkofalowca Polskiego* J. Strzyżewski SP3SX opisał woltomierz lampowy służący do pomiarów wysokich napięć swego rodzaju metodą kompensacyjną. Zasada polegała na takim nastawieniu ujemnego napięcia siatki, żeby odciąć przepływ prądu anodowego. Napięcie to jest zależne od napięcia doprowadzonego do anody, czyli w tym przypadku – mierzonego napięcia. Konieczny jest jedynie pomiar stosunkowo niskiego ujemnego napięcia siatki dla odczytania wartości mierzonej. Stosunek nieznanego

napięcia na anodzie do napięcia siatki jest zwany przechwytem i jest odwrotnością współczynnika wzmocnienia lampy. Lampy o większym współczynniku wzmocnienia zapewniały więc większą dokładność pomiaru. Konstruktor proponował użycie ówczesnych lamp A425 lub RE054 o współczynnikach wzmocnienia odpowiednio 25 i 33. Pomiar współczynnika wzmocnienia dla lamp o nieznanego jego wartości można było wykonać w warunkach domowych.

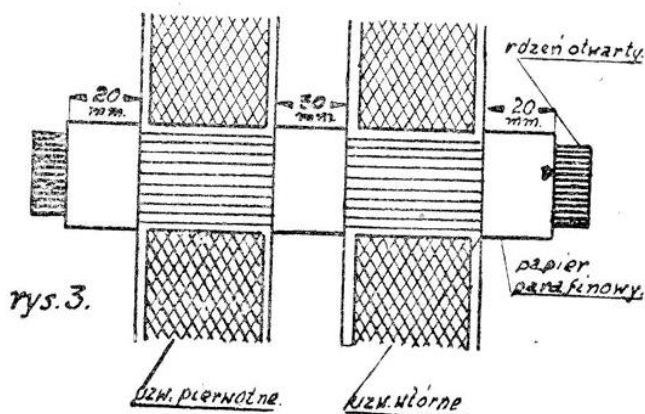


Rys. 2.12.1. Pomiar dla prądu stałego

Układ z rysunku 2.12.1. może służyć zarówno do pomiaru współczynnika wzmocnienia jak i do pomiaru nieznanego wysokiego napięcia stałego. W pierwszym przypadku do obwodu anodowego jest włączona bateria anodowa, a na siatce ustawione jest napięcie około -4 V. Napięcie anody  $e_a$  należy ustawić tak, aby prąd anodowy przestał lub prawie przestał płynąć. Po zmierzeniu napięć anodowego i siatkowego można było obliczyć współczynnik wzmocnienia  $g = e_a : e_g$ . Jest on jednakowy dla prądów stałych i zmiennych o w zakresie do 1000 V zmieniał się nie więcej niż o 1%. Przy znanym współczynniku  $g$  napięcie anodowe  $e_a = g \times e_g$ . Przy pomiarze nieznanego napięcia zamiast baterii anodowej włączone jest źródło mierzonego napięcia stałego. Przy zmianie napięcia siatkowego należało odłączyć napięcie mierzone za pomocą wyłącznika lub klucza telegraficznego K.



Rys. 2.12.2. Pomiar dla prądu zmiennego



Rys. 2.12.3. Wykonanie transformatora

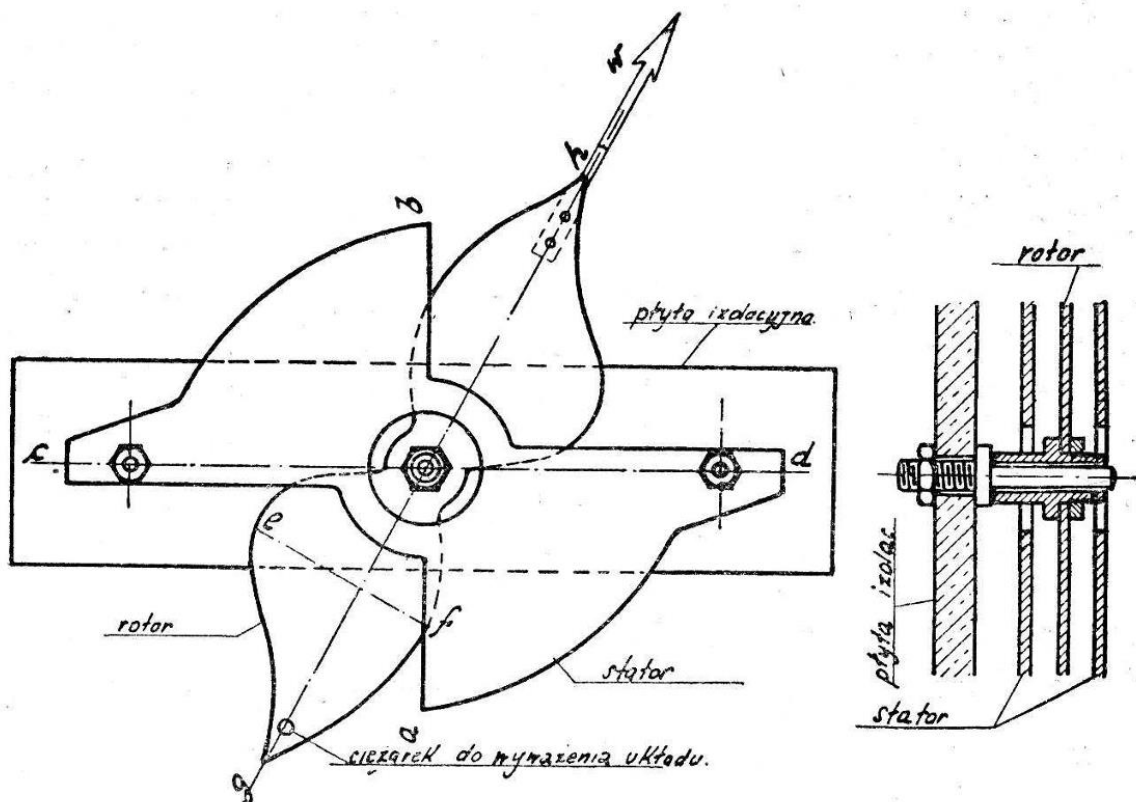
W układzie pomiarowym dla prądu zmiennego zastosowano transformator o przekładni 1:1 i słuchawkę do wykrywania minimum lub zera prądu anodowego. Transformator był konieczny, aby odizolować

słuchawkę od wysokiego napięcia. Oba uzwojenia transformatora miały po 500 zwojów nawiniętych przewodem 0,3 mm na rdzeniu żelaznym. Przy napięciach do 1000 V odstęp uzwojeń musiał wynosić 30 mm. Rdzeń transformatora składał się z 20 kawałków drutu izolowanych od siebie szelakiem. Na rdzeń należało nawinąć 6 warstw parafinowanego papieru dla odizolowania od niego uzwojeń.

W numerze 5/1934 *Krótkofalowca Polskiego* Jan Franciszek Kotowicz SP1IT (poprzednio SP3IT) ze Lwowa zamieścił opis elektrostatycznego woltomierza wysokich napięć. Składał on się ze statora zbudowanego z dwóch wykonanych z blachy płytek i zawieszono między nimi na ośce rotora wykonanego z lekkiego materialu, najlepiej z blachy aluminiowej o grubości 0,2 mm. Dla mierzonych napięć nie przekraczających 1000 V odstęp między płytkami powinien być wynosić 1 mm, dla wyższych napięć powinien być odpowiednio większy. Do górnej części płytki rotora przymocowana była wskazówka z cienkiego drutu o długości co najmniej 5 cm. W stanie spoczynkowym krawędzie rotora i statora powinny być pokrywać się ze sobą. W celu wyskalowania miernika należało skorzystać z dokładnego woltomierza wysokich napięć.

Działanie woltomierza opierało się na wzajemnym oddziaływaniu ładunków statycznych, nie pobierał on więc prądu z mierzonego bwođu. Ośka rotora powinna być dobrze wypolerowana i równa ale nie należało jej oliwić. Należy zadbać o równomierne odstępy między płytkami, aby nie dopuścić do zwarcia między nimi, ale dla bezpieczeństwa należało w szereg z woltomierzem włączyć bezpiecznik zabezpieczający miernik na wypadek zwarcia między statorom i rotorem. Woltomierza można było używać do pmiaru napięć stałych i zmiennych jednak dopiero powyżej 200 V ponieważ przy mniejszych wychylenie było na tyle małe, że uniemożliwiało dokładny odczyt. Dokładność wskazań zależała od dokładności wykonania rotora, a zwłaszcza jego zawieszenia (ośki i łożysk).

Wymiary płytek statora: a-b 9 cm, c-d 13 cm; rotora g-h 13 cm, e-f 4,5 cm. Miernik należało umieścić w obudowie ze szklanym okienkiem z przodu.

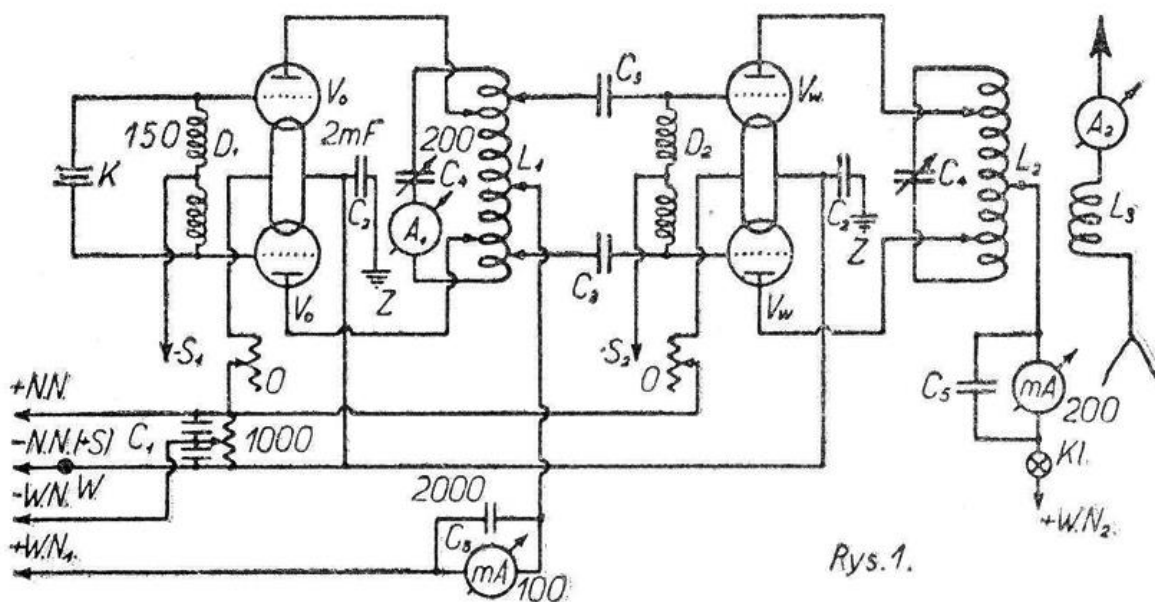


Rys. 2.12.4. Konstrukcja woltomierza elektrostatycznego

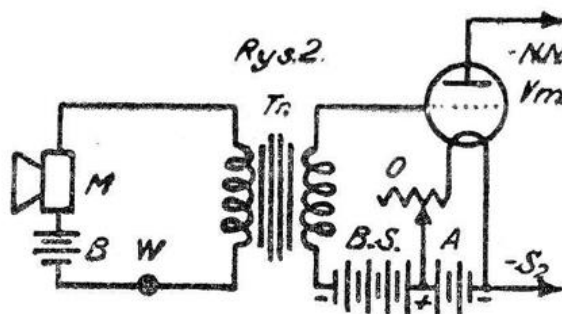
### 2.13. Nadajnik sterowany kwarcem

Dwustopniowy nadajnik konstrukcji Jana Zimowskiego z Warszawy, SP3KZ, został opisany w numerze 7/1930 *Krótkofalowca Polskiego*. W odróżnieniu od poprzednio przedstawionych pracował on w układzie przeciwsobnym i składał się z dwóch stopni – oscylatora i wzmacniacza z powielaniem częstotliwości – zamiast z jednego.

Obwód rezonansowy oscylatora składał się z cewki L1 i kondensatora C4 o pojemności 200 cm. Cewka była nawinięta gołym srebrzonym drutem o średnicy 3 mm. Na średnicy 9 cm nawinięto 18 zwojów z odstępem międzyzwojowym 10 mm. Do obwodu był włączony amperomierz ciepły. Odczepy dla anod oscylatora znajdowały się na drugim lub trzecim zwoju od końców. Pomiedzy siatkami włączone były dwa dławiki D1 oraz rezonator kwarcowy K. Dławiki składały się ze 150 zwojów przewodu 0,3 mm w izolacji bawełnianej nawiniętych na walcu turbonitowym lub preszpanowym o średnicy 4 cm<sup>23</sup>. Dla zapewnienia równomiernego obciążenia włókna żarzenia prądem anodowym równoległe do włókna był włączony potencjometr 150 – 200 Ω a minus napięcia anodowego był włączony do jego ślizgacza jak w konstrukcjach poprzednich. Po zastąpieniu lamp bezpośrednio żarzonych przez żarzone pośrednio rozwiązanie to przestało być potrzebne. Plus napięcia anodowego był przez miliamperomierz 100 mA połączony ze środkiem cewki L1.



Rys. 2.13.1. Schemat ideowy nadajnika w wersji dwustopniowej



Rys. 2.13.2. Układ modulatora

Cewka L2 w obwodzie anodowym wzmacniacza była wykonana w drucie lub rurki srebrzonej o średnicy 4–6 mm i składała się z 8 zwojów nawiniętych na średnicy 9 cm ze skokiem 10–12 mm. Z cewką L2 była sprzężona indukcyjnie cewką L3 wykonaną również z takiej samej rurki i złożoną z 3–4 zwojów

<sup>23</sup> Szczegółowe informacje na temat wymienionych materiałów znajdują czytelnicy w tomie 77.

na średnicy 5 cm. Tuż za nią włączony był amperomierz cieplny o zakresie 1 A. Środek cewki L2 był połączony z zasilaniem przez miliamperomierz 300 mA i klucz K1. Do sprzężenia wzmacniacza z oscylatorem służyły kondensatory C3 o pojemności 1000 cm. Były one podłączone do odczepów L1 w odległości 2 zwojów od końców. Dławiki siatkowe wzmacniacza składały się z 90 zwojów przewodu 0,5 mm nawiniętych na średnicy 4 cm.

Nadajnik pracował w paśmie 42 m, co oznaczało, że rezonator kwarcowy oscylował na fali 84 m. Jako lampy oscylatora mogły pracować B405, B406 lub TC 03/5. Przy napięciu 200 V oscylator dostarczał 15 W mocy. We wzmacniaczu pracowały lampy TB 04/10 lub TC 04/10 zasilane napięciem anodowym 400 V. Można było też połączyć po dwie lampy tego samego typu równolegle i uzyskać wzmacniacz na czterech lampach.

Układ modulatora siatkowego z rysunku 2.12.2 mógł być włączony między siatki wzmacniacza i minus niskiego napięcia. Lampa modulatora musiała być żarzona z oddzielnego źródła. Transformator miał przekładnię 1:30 i mógł być to transformator od aparatów telefonicznych lub transformator dzwonekowy. Mikrofonem była wkładka telefoniczna.

Do pracy na 84 m rezonator musiał pracować na fali 168 m. Cewka L1 składała się z 38 zwojów przewodu 2 mm nawiniętych na średnicy 10 cm ze skokiem 0,6 cm, a L2 – z 15–17 zwojów, reszta szczegółów j.w. Cewka oscylacyjna drugiego wzmacniacza L4 składała się z 7–8 zwojów rurki posrebrzonej o grubości 6 mm i była nawinięta na średnicy 9 cm ze skokiem 1 cm. Przy napięciu 1000 V można było zastosować w drugim wzmacniaczu lampy TA 1/40 lub TB 1/50. W pierwszym stopniu wystarczyły wówczas dwie lampy TC 04/10 zasilane napięciem 400 V. We wzmacniaczu dwustopniowym modulator był włączony do obwodu siatek drugiego stopnia. Klucz był wtedy włączony również do obwodu anodowego drugiego stopnia.

## 2.14. Odbiornik 1-V-2 Jana Ziembickiego

Powiększający się tłok w eterze i rosące moce stacji lokalnych, których sygnały przebijały w prostszych odbiornikach krótkofalowych powodowały konieczność poprawienia ich selektywności. W numerze 4-5/1931 *Krótkofalowca Polskiego* Jan Ziembicki SP3AR opublikował opis odbiornika 1-V-2 z selektywnym strojonym wzmacniaczem w.cz. i audionem z reakcją regulowaną pojemnościowo. Krótkofalowcy korzystający z prostszych odbiorników 0-V-2 mogli dobudować do nich tylko ekranowany strojony wzmacniacz w.cz.

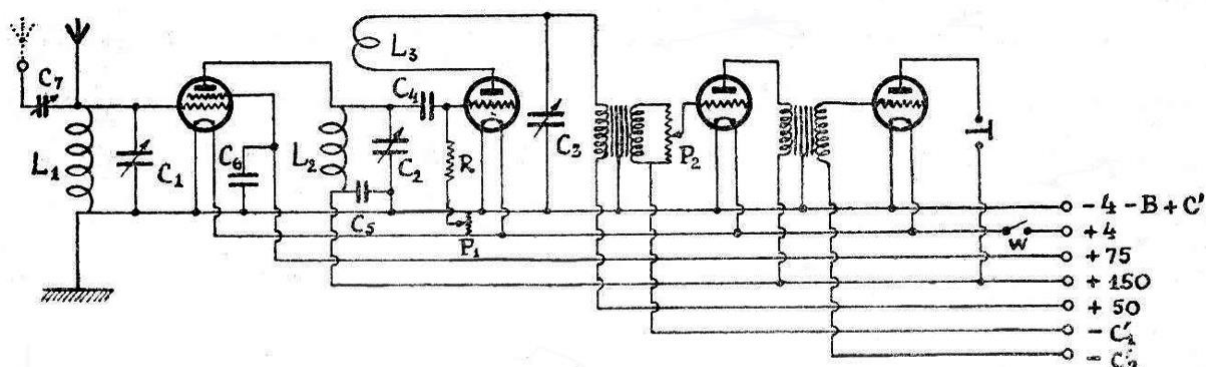
Poza odmiennym obwodem wejściowym układ odbiornika nie różni się zasadniczo od przedstawionego powyżej odbiornika SP3DK. Cewki obwodów rezonansowych mogły być nawinięte powietrznie, komórkowo lub na cylindrze preszpanowym. Dla odbiorników przeznaczonych wyłącznie do odbioru stacji amatorskich korzystne było zdaniem autora rozciągnięcie pasm np. za pomocą dodatkowej skali o przekładni 1:6 do 1:25. Opisany odbiornik nadawał się nie tylko do odbioru fal krótkich, ale także i długich oraz średnich.

W niektórych artykułach wspomniane były nawet konstrukcje 3-V-2 lub porównywalne z nimi odbiorniki 1-V-2, ale z pentodą. Rozwiązania takie opisywał Ziembicki w późniejszym czasie j. np. odbiornik 1-V-1 wyposażony w lampy ekranowane w stopniach w.cz. i audionu oraz pentodę we wzmacniaczu m.cz. (nr 5/1933 *Krótkofalowca Polskiego*). W innych artykułach Ziembicki opisywał sposoby modernizacji wzmacniaczy w. cz. odbiorników przez zastosowanie w nich pentody. Później spotykane były także konstrukcje z zastosowaniem pentod we wzmacniaczu w.cz. i audionie oraz w stopniu głośnikowym (1-V-2 z triodą pracującą tylko w pierwszym stopniu m.cz.). Zastosowanie pentody w audionie pozwalało na uzyskanie stabilniejszej reakcji i jej płynniejszej regulacji (tzw. *miękką reakcją*).

Konstruktor proponował użycie jako lampy ekranowanej (ze schematu wynika, że pod tą nazwą rozumiano tetrodę) A442, A442K lub B342 *Philipsa* zasilana napięciem anodowym 150 – 200 V. Napięcie siatki ekranującej było w przybliżeniu równe połowie. Wzmacniacz w.cz. jest ekranowany. W jego anodzie znajduje się obwód rezonansowy detektora. Jako lampa detektorowa proponowane były A414, A409 lub A425 *Philipsa*.

Do podstawowych trudności, z którymi borykali się krótkofalowcy w początkowym okresie były dostępność dobrych lamp (w tym nadawczych większej mocy) i ich ceny. W nadajnikach próbowano wyciągnąć z dostępnych lamp możliwie maksymalną moc nawet kosztem przekroczenia ich dopuszczalnych parametrów i jakości sygnału. Kosztowne były także kwarcie dlatego też nadajniki samo-

wzbudne były bardzo rozpowszechnione. Instytut Radjotechniczny w Warszawie rozpoczął wytwarzanie rezonatorów kwarcowych i turmalinowych w r. 1933.



Rys. 1. Na szemacie nieuwzględniono dławika w.c. między L2 a „+ 150“.

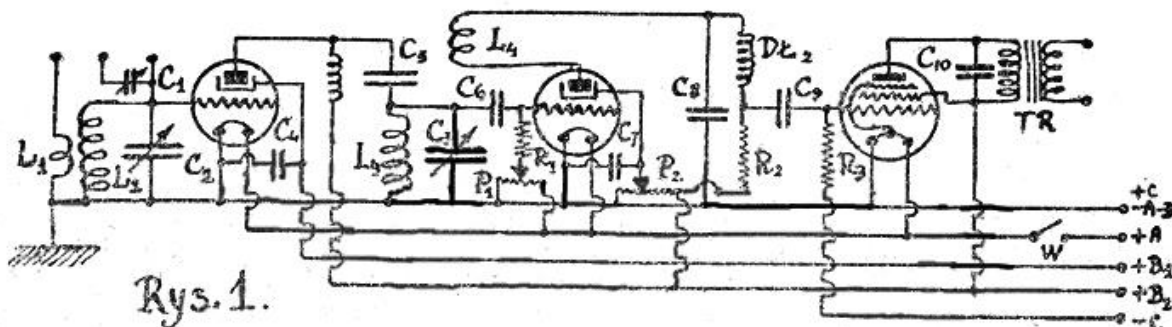
Rys. 2.14.1. Schemat ideowy odbiornika SP3AR

Dławik w obwodzie anody między L2 i plusem był nawinięty przewodem 0,2 mm w izolacji jedwabnej na cylindrze o średnicy 2 – 3 cm. Pojemności: C5 – 10000 cm, C3 – 500 cm, C4 – 200 – 500 cm, C1 i C2 były dwoma sekcjami kondensatora obrotowego umieszczonymi na wspólnej osi. Oporności: siatkowa R 2 – 3 MΩ, P1 – kilkaset omów.

Cewki były wymienne dla pasm 40, 20 i 10 m. Wzmacniacz m.cz. był dwulampowy ze sprzężeniem transformatorowym o typowych przekładniach 1:5 i 1:3. Do regulacji siły głosu służył potencjometr 50 kΩ. W pierwszym stopniu użyto lampy A415 Philipsa, a w stopniu głośnikowym B409. Odbiornik był zamknięty z aluminiowej obudowie ekranującej.

Konstruktor radził bardziej doświadczonym krótkofalowcom zbudowanie dwustopniowego wzmacniacza w.cz. Odbiornik 2-V-2 był jednak trudniejszy do strojenia.

W numerze 5/1933 *Krótkofalowca Polskiego* Jan Ziembicki, wówczas SP3AR i SP1AR zamieścił opis prostego odbiornika 1-V-1 z tetrodami w strojonym wzmacniaczu w.cz i detektorze oraz z pentodą w stopniu m.cz. Dzięki temu jego czułość i moc wyjściowa m.cz. były zdaniem konstruktora porównywalne z odbiornikiem 1-V-2 na triodach. Możliwy był również odbiór głośnikowy po dodaniu regulatora siły głosu. Układ charakteryzował się również *miękką reakcją*.



Rys. 2.14.2. Odbiornik 1-V-1 z numeru 5/193 KP

Cewka L1 miała 1 – 2 zwoje dla pasma 20 m, 2 – 3 zwoje dla pasma 40 m i 3 – 4 zwoje dla niższych pasm. Powinna była być nawinięta na jednym cylindrze z L2 w odległości 1 cm. Cewki L2 i L3 są identyczne dla danego pasma. L4 jest nieco mniejsza od L3. Cewki były nawinięte na cylindrach przeszpianowych o średnicy 5 – 6 cm przewodem o możliwie dużej grubości najlepiej 1 – 1,5 mm w emalii albo pojedynczej izolacji jedwabnej. Dla wyższych pasm mógł być to przewód o mniejszej średnicy. L3 i L4 były nawinięte na wspólnym korpusie w odległości 1 cm. Przełączanie zakresów

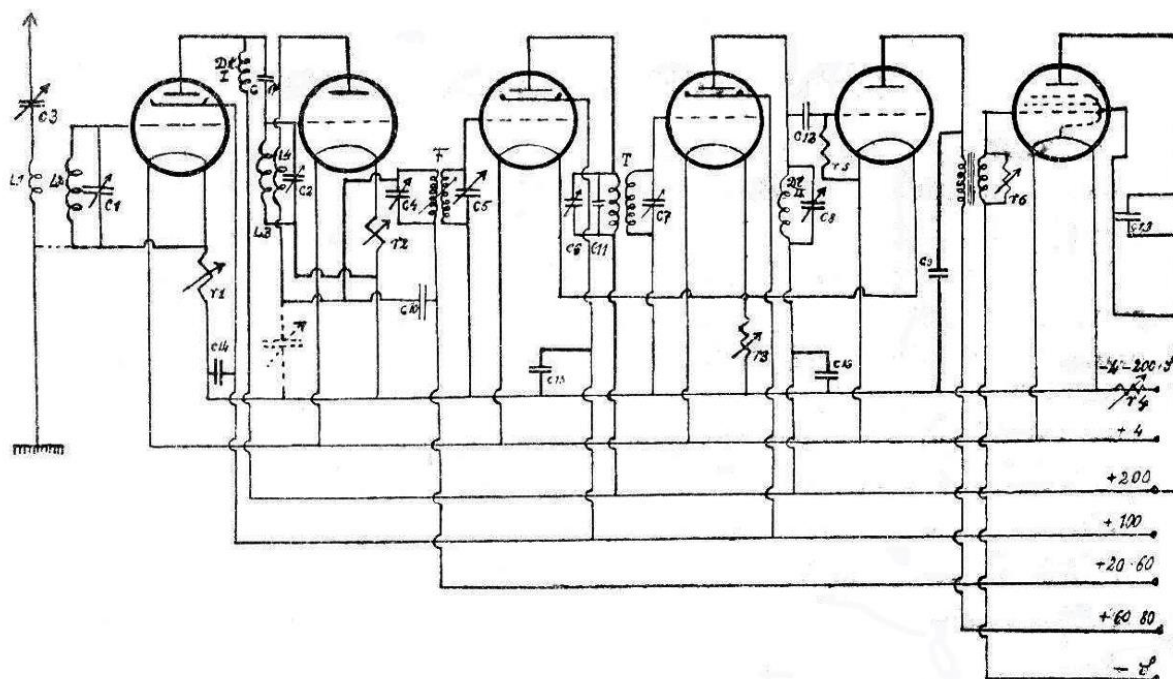
odbywało się przez wymianę cewek. Kondensatory C2 i C3 miały pojemności 100 – 200 cm, C1 był małym „neutrodonem” (trymerem), C3 posiadał skalę mikrometryczną, a C2 zwykłą; C4 i C7 miały pojemność 1  $\mu\text{F}$ , C5 – 5000 cm, C6 – 200 cm, C9 – kilka tys. cm, a C10 zależnie od typu lampy i napięcia anodowego maks. 5000 cm. Dławik w obwodzie anodowym lampy w.cz. miał 100 zwojów przewodu 0,2 mm na korpusie o średnicy 2 cm. Opornik R1 miał wartość 2 M $\Omega$ , potencjometr P około 400  $\Omega$ , R2 około 300 k $\Omega$  zależnie od typu lampy, a R3 1 M $\Omega$ . Napięcie zasilające siatkę osłonową (ekran) audionu było doprowadzone przez potencjometr P2 o oporze 100 k $\Omega$  służącym do regulacji reakcji. Nie był to więc ani układ *Schnella* ani *Reinartza*. Ilość zwojów L4 musiała być tak dobrana do typu lampy i napięcia anodowego aby P2 pozwalał na regulację reakcji bez zbytowego obniżania napięcia na siatce. Gdyby nawet z pomocą P1 to nie było możliwe konieczne było zastosowanie zmiennego R2 lub zmiana pojemności C8, albo zastąpienie go przez kondensator zmienny. Transformator wyjściowy nie był konieczny. Tetrody mogły być dowolnego np. baterijnego typu, zalecane o żarzeniu pośrednim pentoda 3 lub 6 W. Do stopni w.cz. SP1AR polecał E442 lub E442A *Philipsa*, NC4B, NCC4 firmy *Sator*, RENS 1264 *Telefunkena*, S412N albo S410N firmy *Triotron* albo AS494 lub AS 495 firmy *Tungsram*.

W odróżnieniu od odbiornika z rys. 2.14.1 zamiast transformatora sprzęgającego audion ze stopniem m.cz. zastosowano sprzężenie pojemnościowe. Możliwe było włączenie tam transformatora jak w poprzednim odbiorniku.

Napięcie anodowe (B2) nie powinno być niższe od 150 V i zależnie od typów lamp mogło dojść do 300 V, napięcia dla siatek ekranujących (B1) powinny odpowiadać danym producenta.

## 2.15. Superheterodyna krótkofalowa SP3FC

W latach trzydziestych XX wieku odbiorniki superheterodynowe to było „coś”, zarówno jeśli chodziło o odbiorniki radiofoniczne jak i amatorskie. Konstruktorem krótkofalowego odbiornika superheterodynowego na zakres 15 – 90 m był SP3FC – Antoni Pańków ze Lwowa. Opis pochodzi z numeru 7-8/1931 *Krótkofalowca Polskiego*. Był to pierwszy amatorski odbiornik superheterodynowy prezentowany w tym miesięczniku.



Rys. 2.15.1. Schemat ideowy odbiornika superheterodynowego SP3FC

W strojonym wzmacniaczu wielkiej częstotliwości pracowała tetroda, która dzięki mniejszej pojemności siatka pierwsza – anoda lepiej izoluje stopień przemiany i heterodynę od anteny. Kondensator 300 – 500 cmw obwodzie antenowym pozwala na lepsze dopasowanie dla anten różnej długości. Drugi

stopień pracował jako mieszacz samodrgający (czyli jako mieszacz i heterodyna zarazem), trzecia i czwarta lampa – tetrody – pracowała w torze pośredniej częstotliwości (zwanej w tekście *średnią częstotliwością*). Detektor pracował na lampie piątej, a szósta – pentoda – stanowiła wzmacniacz małej częstotliwości. Kondensatory obwodu wejściowego i heterodyny C1 i C2 miały pojemność po 200 cm. L1 – L4 były cewkami wymiennymi zależnymi od zakresu odbioru.

Opornik  $r_1$  50  $\Omega$  w obwodzie żarzenia pierwszej lampy służył według autora do regulacji selektywności a w zasadzie wzmocnienia w.cz. (przyp. KD). Podobnie wyglądała sprawa z opornikiem  $r_3$  20  $\Omega$  w obwodzie żarzenia lamp trzeciej do piątej. Opornik  $r_4$  służył jako wyłącznik,  $r_5$  miał oporność 2 M $\Omega$ . R6 – 60 – 100 k $\Omega$  służył do regulacji siły głosu. Filtr F (między stopniem przemiany a pierwszym stopniem p.cz.) miał uzwojenie pierwotne 800 zwojów, a wtórne 1000. Filtr pośredniej częstotliwości T miał oba uzwojenia zawierające po 1000 zwojów.

Dławik DŁ1 miał 2000 zwojów przewodu 0,1 mm z emalii, DŁ2 – 1000 zwojów jak filtry F i T. Mikowe zmienne kondensatory C4 – C8 miały pojemność po 500 cm, a kondensatory stałe C9 – C11 po 1000 cm. C6 i C11 były włączone równolegle z pierwotnym uzwojeniem transformatora T, C5 – równolegle z wtórnym uzwojeniem filtru F, C7 – równolegle z wtórnym uzwojeniem T, a C8 równolegle z dławikiem DŁ II. Pojemności pozostałych kondensatorów: C13 – 5000 cm, C14 – C16 – po 0,25  $\mu$ F, C12 – 250 cm i C17 – 500 cm.

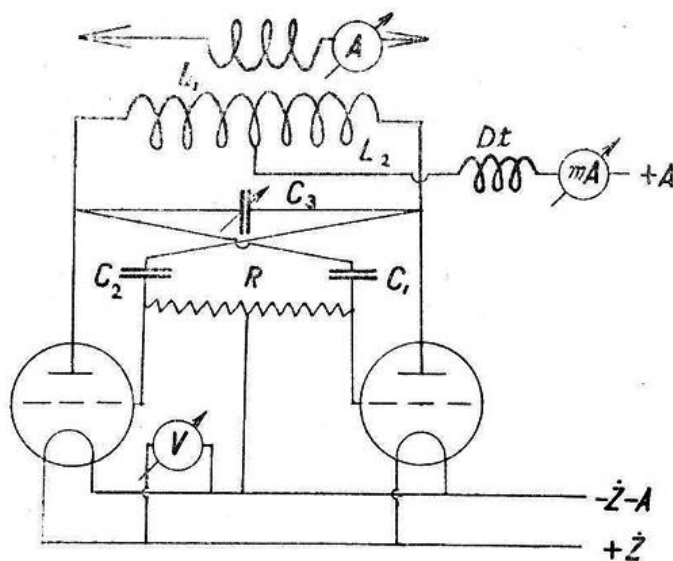
Cewki wymienne, dla zakresu 15 – 40 m

L1 – 1 zwoj, L2 – 3 zwoje, L3 – 2 zwoje, L4 – 3 zwoje;

Dla zakresu 60 – 90 m

L1 – 6 zwojów, L2 – 10 zwojów, L3 – 12 zwojów, L4 – 10 zwojów.

## 2.16. Symetryczne nadajniki telegraficzne

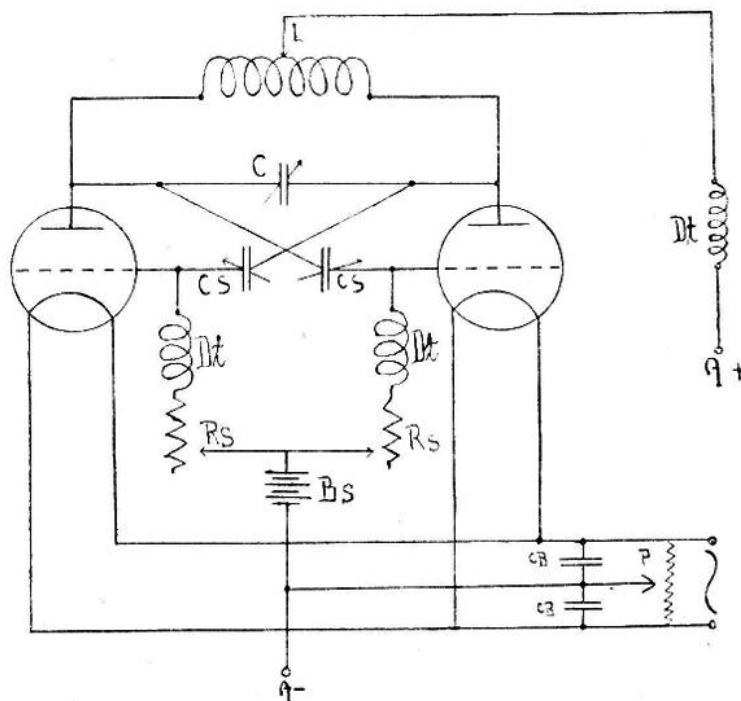


Rys. 2.16.1. Schemat symetrycznego nadajnika SP3FM

Nadajniki są odmianą układu typu „Mesny”, w którym dwie oddzielne cewki siatkową i anodową zastąpiono jedną wspólną. Układ jako prosty w konstrukcji i strojeniu nadawał się zdaniem konstruktorów dla początkujących amatorów. Opis pierwszego z nich, autorstwa Andrzeja Progulskiego SP3FM pochodzi z numeru 7-8/1931 *Krótkofalowca Polskiego*, a opis drugiego, konstrukcji Józefata Sosińskiego (SP1AT z Wełnowca k. Katowic) z nru 11/1931. Układ zapewniał też dobrą stabilność częstotliwości niezbędną w pasmach 20 i 10 m.

Obwód strojony składał się z cewki anodowo-siatkowej L2 i kondensatora C3 (100 – 250 cm). Cewka powietrzna nawinięta nieizolowanym przewodem miedzianym na średnicy 8 cm zawierała 8–12 zwojów zależnie od pojemności i odstępów zwojów. Kondensatory siatkowe C1 i C2 miały pojemności 100 cm. Opornik siatkowy składał się z dwóch oporników sylitowych symetrycznych lub jednego z na rurce trolitowej 2 cm. wyprowadzeniem na środku i miał oporność 10 k $\Omega$ . Dławik zawierał 80 zwojów

drutu izolowanego. Jeśli uzwojenie żarzenia transformatora sieciowego nie posiadało wyprowadzenia na środku oba przewody należało połączyć za pomocą potencjometru P i zablokować jego ślizgacz dwoma kondensatorami 0,5  $\mu\text{F}$ , jak w wielu powyższych konstrukcjach. Nadajnik mógł być kluczowany w dowolny sposób.



Rys. 5

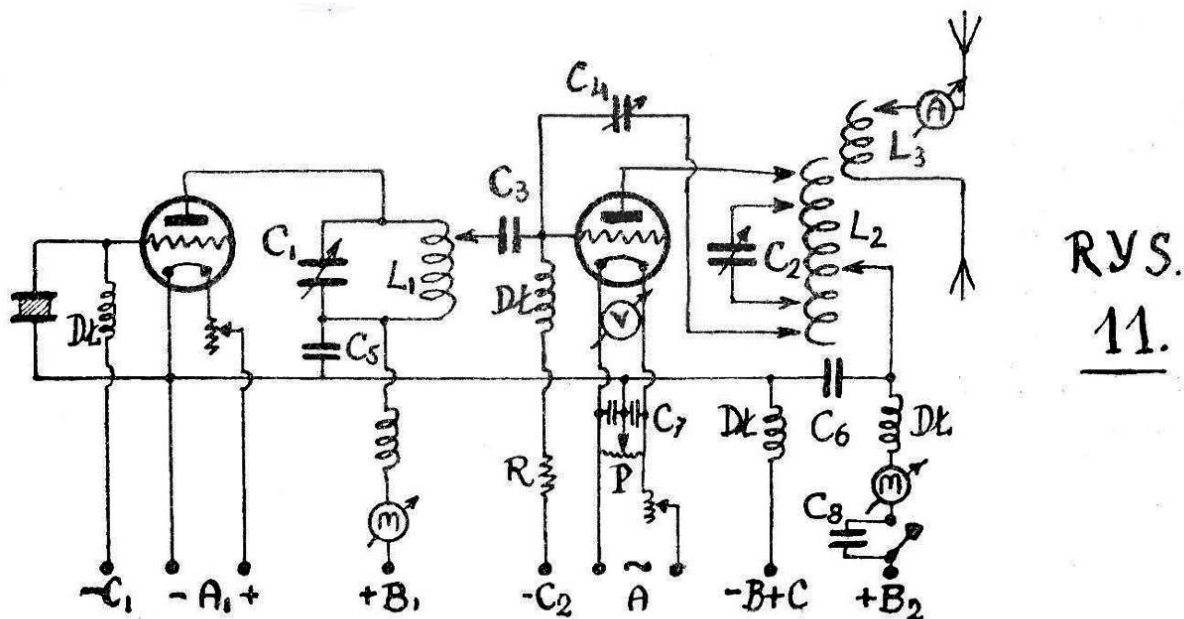
Rys. 2.16.2. Schemat symetrycznego nadajnika Sosińskiego

Elementy układu ze schematu 2.16.2:  $C_s$  – 100–250 cm,  $C$  – kondensator obrotowy 300–500 cm,  $L$  – 7 zwojów dla pasma 7 MHz, 5 zwojów dla pasma 20 m, przewód miedziany 0,5 mm, średnica cewki 9 cm, skok zwojów 20 mm. Dławiki po 80–100 zwojów, oporniki siatkowe  $R_s$  – 15 k $\Omega$ , potencjometr  $P$  – 400  $\Omega$ ,  $B_s$  – bateria siatkowa do 20 V zależnie od typu lampy.

## 2.17. Sterowane kwarcowo nadajniki SP3AR

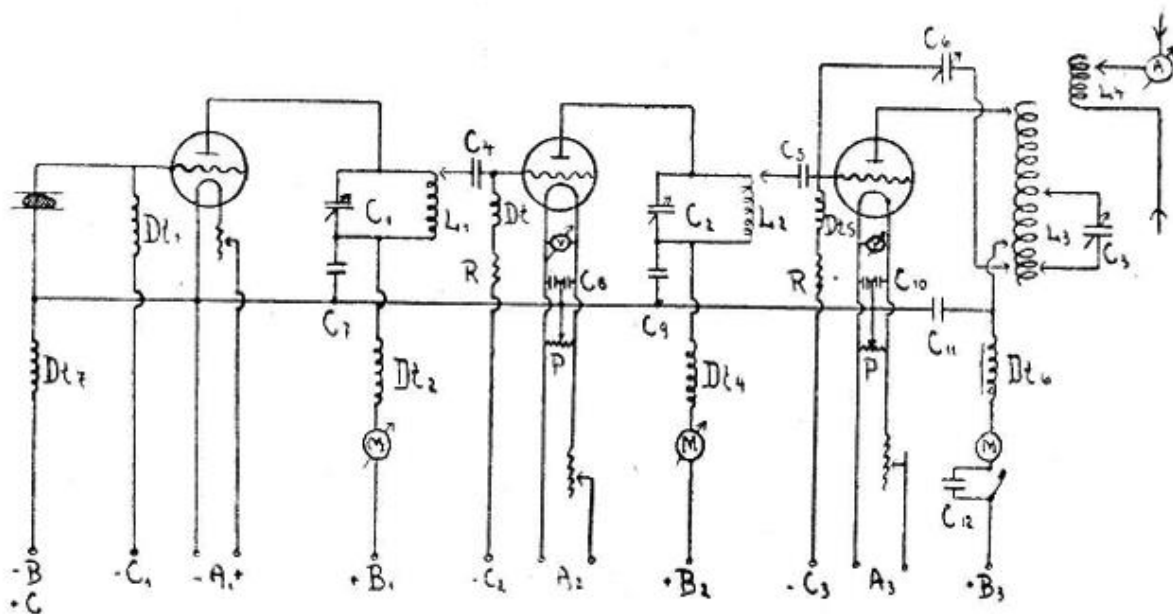
Dwustopniowy nadajnik składał się z generatora kwarcowego w układzie Millera (patrz p. 2.9.1) i wzmacniacza mocy i nosił wówczas oznaczenie C.O.P.A. (ang. *crystal oscillator – power amplifier*). Nadajnik konstrukcji Jana Ziembickiego SP3AR (od 1932 r. SP1AR) został opisany w numerze 7-8/1931 *Krótkofalowca Polskiego*. Nadajnik pracował bez powielania częstotliwości.

Obwód C1L1 był dostrojony do częstotliwości kwarcu. Przykładowo L1 miała 8 zwojów nawiniętych na średnicy 9 cm z odstępami międzyzwojowymi po 12 mm dla kondensatora 200 cm i dla pasma 7 MHz (oznaczanego wówczas jako 7 mc, analogicznie z mc oznaczano pozostałe pasma, nb. nazywane przed wojną i krótko po niej *pasami*). Wartości pozostałych elementów:  $C_2$  – 200 cm,  $L_2$  – liczba zwojów większa o 80% od L1,  $L_3$  – cewka taśmowa płaska o średnicy nieco większej od L2,  $C_3$  – 500 cm,  $C_4$  30 – 100 cm,  $C_5$  i  $C_6$  – 5000 cm,  $C_7$  – po 2000 cm,  $P$  – kilkaset omów,  $D\bar{L}$  – dławiki w.cz. nawinięte przewodem w podwójnej izolacji jedwabnej 0,2 mm na cylindrach o średnicy około 3 cm,  $R$  – do kilkunastu tysięcy omów, miliamperomierze zależne od typu lamp, amperomierz termiczny w.cz. o zakresie zależnym od mocy (1 A) lub żarówka, woltomierz przy drugiej lampie. Moc generatora wynosiła 1/5 mocy wyjściowej. Przykładowe lampy: generator B409, moc 6 W, wzmacniacz TC 04/10 – moc 30 W. Neutralizacja lampy PA nie była konieczna. Nadajnik był kluczowany w obwodzie anodowym drugiej lampy. Klucz był zablokowany kondensatorem 0,1 – 1  $\mu\text{F}$ , ale można było wybrać też inne rozwiązania. Pojedynczy wzmacniacz wyjściowy można było zastąpić też przez przeciwsobny.



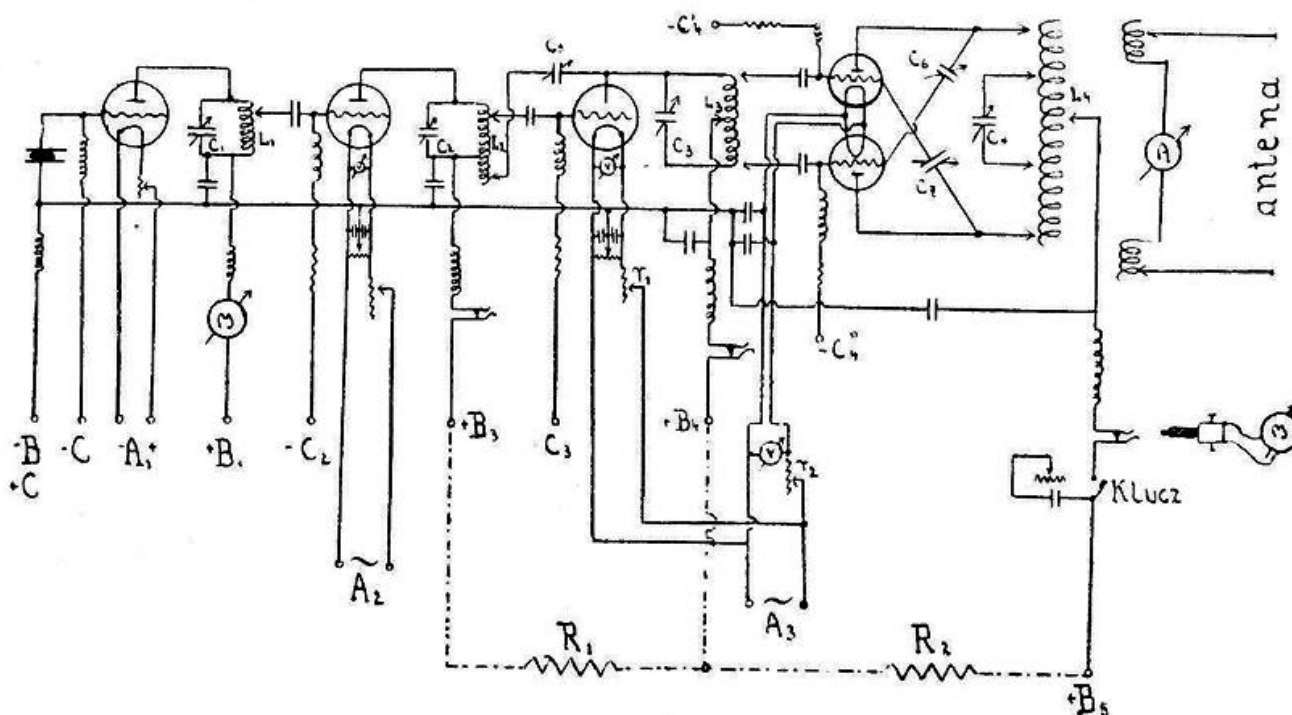
Rys. 2.17.1. Schemat ideowy nadajnika kwarcowego C.O.P.A. SP3AR

Dwa pozostałe warianty zostały opisane przez Ziembickiego w numerze 11/1931 *Krótkofalowca Polskiego*. Wszystkie dane układu z rys. 2.17.2 są identyczne z poprzednim. Kondensator siatkowy lampy końcowej miał pojemność 1000 – 2000 cm. Obwód L1C1 jest dostrojony do częstotliwości podstawowej, a L2C2 i L3C3 – do drugiej harmonicznej. W przypadku dostrojenia tych obu obwodów do częstotliwości podstawowej (kwarcu) nadajnik nosił oznaczenie C.O.P.A.P.A., a powielacz pełnił rolę stopnia sterującego dla stopnia mocy. Uzyskiwano wówczas większą moc wyjściową.



Ryc. 13.

Rys. 2.17.2. Wariant z powielaniem częstotliwości – C.O.F.D.P.A.



Ryc. 15.

Rys. 2.17.3. Wariant o większej mocy z przeciwsobnym stopniem końcowym

W rozwiązaniu z rysunku 2.17.3 dodano przeciwsobny wzmacniacz mocy przez co nadajnik zyskał oznaczenie C.O.F.D.P.A.P.A.P.P. Generator kwarcowy pracował w zakresie 80 m, a pozostałe stopnie 40 m. Zastosowano w nim kolejno lampy B409 (5 W mocy doprowadzonej), TB 04/10 (15 W), TA 1/40 (80 W) i 2 x TA 1,5/75 (350 W). Trzeci stopień posiadał neutralizację siatkową. Nadajnik mógł pracować także w paśmie 20 m, wymagało to odłączenia kondensatora C5 od cewki L2 i dostrojenie obwodów L3C3 i L4C4 do 20 m zamiast do 40 m (rys. 2.17.3). Moce doprowadzone do kolejnych lamp wynosiły 10, 30, 90 i 350 W. Opory anodowe przy mocach doprowadzonych 5, 15, 80, 350 W miały wartości R1 około 10 kΩ, R2 – około 6 kΩ przy napięciu B5 około 1700 V.

Konstruktor zalecał montaż nadajników systemem zwanym wówczas *amerykańskim*, to znaczy na desce (bez płyty czołowej) elementy układu były rozmieszczone tam, gdzie wypadały ze schematu, również dotyczyło to elementów obsługi (regulatorów, przełączników) i mierników.

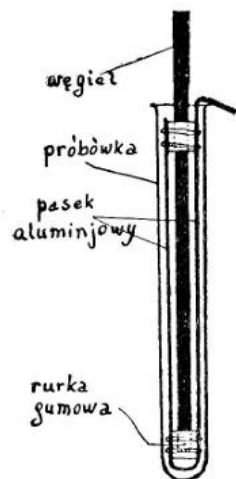
## 2.18. Prostowniki chemiczne

Oprócz typowych rozwiązań prostowników lampowych jedno- lub dwupołówkowych (uwzględnionych na niektórych z przytoczonych schematów) krótkofalowcy eksperymentowali z prostownikami elektrolitycznym. Pierwsze z przedstawionych rozwiązań opublikował SP3AR w numerach 1 i 2/1932 *Krótkofalowca Polskiego*. Prostowniki elektrolityczne były stosowane nawet wcześniej przed prostownikami lampowymi, ale później ich popularność przygasła. Istotnym argumentem przemawiającym za ich stosowaniem była cena niższa niż lamp prostowniczych.

W prostownikach elektrolitycznych były stosowane różne rodzaje elektrod i elektrolitów. Najczęściej były stosowane dwie pary elektrod ołów i aluminium oraz żelazo i aluminium. Od rodzaju elektrolitu zależały natomiast dopuszczalne napięcie wsteczne prostownika, jego opór wewnętrzny i charakterystyka prostowania.

Stosunkowo dobrym rozwiązaniem były elektrolity oparte na kwasie cytrynowym w połączeniu z parą elektrod węgiel i aluminium. W opisywanej konstrukcji za naczynia służyły próbówki, elektroda węglowa była wykonana z okrągłych pręcików z węgla retortowego o średnicach 4 – 6 mm i długości przewyższającej wysokość próbówki o 2–3 cm. Mogły to być również elektrody od używanych wówczas małych lamp łukowych albo elektrody od wyczerpanych baterii. Drugą elektrodę stanowił pasek

aluminiowy o wymiarach zależnych od prostowanego prądu i dobrze wygładzonej powierzchni. Był on umieszczony po obu stronach elektrody węglowej jak to widać na rysunku. Na elektrodę węglową nasunięte były dwie obrączki gumowe, ucięte na przykład z rurki, zapewniające utrzymanie odstępu między nią i elektrodą aluminiową. Odległość między elektrodami powinna była wynosić 3 – 6 mm.



Ryc. 1.

Rys. 2.18.1. Konstrukcja elementu prostowniczego SP3AR

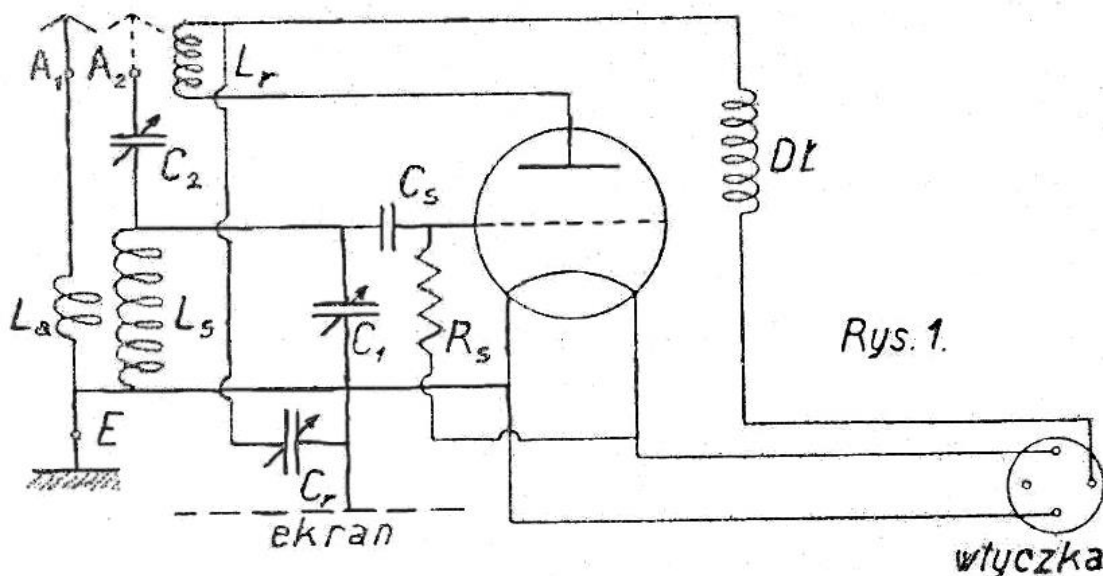
Skład elektrolitu: 1 litr wody destylowanej, 425 g cytrynianu amonowego, 368 g kwasu cytrynowego, 150 g fosforanu amonowego i 8 g cytrynianu potasowego. Ponieważ próbówki miały objętość 20 – 22 cm<sup>3</sup> podana proporcja wystarczyłaby do napełnienia 80 próbek. Należło w podanej proporcji przygotować jedynie potrzebną ilość roztworu. Według drugiego podanego w artykule przepisu elektrolit można było sporządzić jedynie z kwasu cytrynowego (kwasku cytrynowego) w proporcji 350 – 400 g na litr przegotowanej (nawet nie destylowanej) wody. Użycie tego elektrolitu zwiększało jednak oporność wewnętrzną elementu.

Prostownik miał dopuszczalne napięcie wsteczne 160 V i bez dodatkowego chłodzenia dopuszczalny prąd obciążenia 80 mA na 10 cm<sup>2</sup> powierzchni elektrody aluminiowej. Przy intensywnym chłodzeniu prąd obciążenia mógł dochodzić nawet do 4 A na 10 cm<sup>2</sup> powierzchni elektrody. Temperatura roztworu nie powinna przekraczać 50°, a nawet ze względu na trwałość zalecane było nieprzekraczanie 30°. Próbówki można było umieścić w dużym szklanym naczyniu wypełnionym wodą dla poprawy chłodzenia. Elementy prostownicze można było łączyć w szereg lub równolegle w zależności od potrzeb. Spadek napięcia na prostowniku był znaczny i mógł przy maksymalnym prądzie prostowanym dochodzić do 30% całości napięcia. Trwałość elektrolitu przy dopuszczalnym obciążeniu wynosiła kilkadziesiąt amperogodzin. Cena materiału (włącznie z elektrolitem) na jeden element prostowniczy 160 V/100 mA wynosiła około 1 ówczesnego złotego.

Elementy należało poddać normowaniu przed pierwszym użyciem. Polegało ono na włączeniu ogniwa, lub ogniw w szereg z opornikiem ograniczającym prąd do uzwojenia transformatora na 3 – 5 minut, przestrzegając zasady aby na element przypadało napięcie nieprzekraczające 160 V. Po uformowaniu należało do próbówki dolać dowolnej oliwy lub oleju, tak aby wysokość jej słupa wynosiła 3 – 5 mm. Zapobiegało to parowaniu elektrolitu. W ciemności w czasie pracy prostownika wokół elektrody aluminiowej można było zaobserwować niebieskawą poświatę.

Zasadzie pracy prostownika chemicznego („cytrynianowego”), zachodzącym w nim reakcjom chemicznym i zjawiskom fizycznym poświęcony był artykuł M. Chybińskiego z numerów 6 do 8/1932 *Krótkofalowca Polskiego*. W numerze 9/1932 Zygmunt Panzer SP3IY przedstawił obliczenia powierzchni elektrody aluminiowej dla różnych potrzeb. Przy mniejszych powierzchniach elektrodę można było wykonać z drutu o średnicy zapewniającej potrzebną powierzchnię.

## 2.19. Przystawka do odbioru fal krótkich na odbiornikach długo- i średniofalowych



Rys. 2.19.1. Schemat ideowy przystawki krótkofalowej SP1CB

W numerze 12/1933 *Krótkofalowca Polskiego* opisana jest przystawka odbiorcza dla fal krótkich na odbiornikach radiofonicznych nie wyposażonych fabrycznie w ten zakres. Autorem był Lech Rydzewski SP1CB. Ponieważ krótkofalowcy stosowali wówczas i przez jeszcze dłuższy czas po wojnie na fonii modulację AM przystawka nadawała się w jednakowym stopniu do odbioru stacji radiofonicznych i amatorskich.

Przystawka posiadała wtyczkę zrobioną z cokołu starej lampy i pasującą do gniazdka lampy audionu odbiornika. W odbiorniku należało na ten czas wyłączyć odbiór fal długich i średnich.

Wartości elementów: C1 i C2 kondensatory krótkofalowe 100 – 200 cm, C2 – mały neutrodon (trymer) o pojemności około 50 cm, służy do dostrajania anteny, C3 – 250 – 300 cm, opór siatkowy R1 – 1 MΩ. Dławik nawinięty przewodem 0,2 mm w podwójnej izolacji bawełnianej na cylindrze preszpanowym o średnicy 3 cm zawierał 120 zwojów. Lampa: *Tungsrama* LD 410, G 407 lub *Philipsa* A415 albo A409.

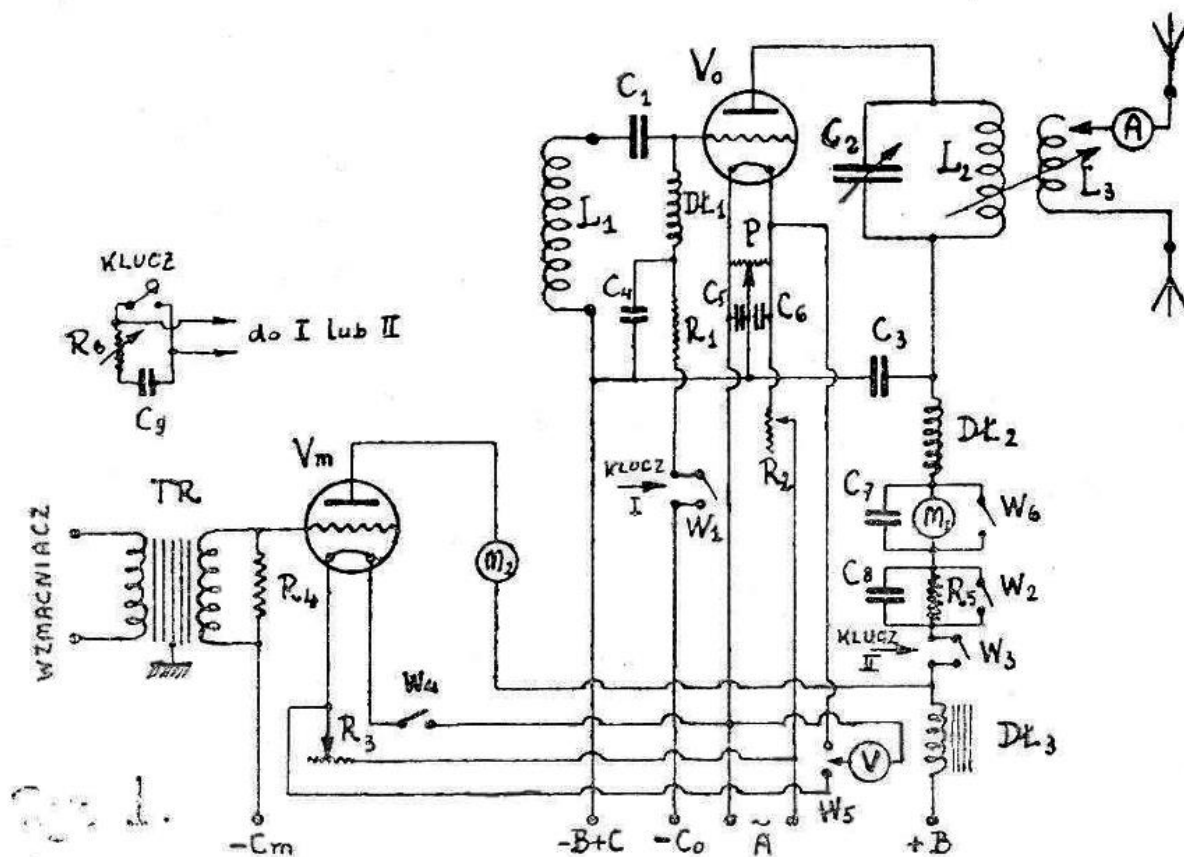
Cewki były nawinięta przewodem 0,8 mm w podwójnej izolacji bawełnianej na cylindrze o średnicy 4 cm. Dla zakresu 15 – 30 m cewka L1 miała 2 zwoje, L2 – 4 zwoje, L3 – 3 zwoje; dla zakresu 30 – 70 m były to odpowiednio 4, 9 i 7 zwojów, dla zakresu 50 – 90 m – odpowiednio 5, 12 i 9 zwojów, a dla zakresu 80 – 120 m – 8, 19, i 15–20 zwojów. Przystawka była zmontowana na desce z płytą czołową z aluminium.

## 2.20. Nadajnik TPFG SP1AR

W numerach kwietniowym do lipcowego *Krótkofalowca Polskiego* z 1934 Jan Ziembicki przedstawił konstrukcję zbudowanego przez siebie nadajnika samowzbudnego T.P.F.G. W artykule autor podkreślał prostotę układu pozwalającą na skonstruowanie go także przez początkujących krótkofalowców, połączenie zalet układów Hartleya i T.P.T.G. oraz możliwość rozbudowy do nadajnika sterowanego kwarcem przez zastąpienie wymiennej cewki L1 rezonatorem kwarcowym. Układ różni się od T.P.T.G. jedynie tym, że obwód siatkowy składał się wyłącznie z cewki (na schemacie L1) i jest niestrojony i temu właśnie zdaniem konstruktora układ zawdzięczał swojej zalety. Cewka ta tworzyła razem z pojemnościami lampy i montażowymi obwód rezonansowy dostrojony do częstotliwości nadawania. Jedynym elementem dostrojczym pozostaje więc kondensator C2 w obwodzie anodowym, mający stosunkowo dużą pojemność 500 cm i przyczyniający się przez to do zwiększenia stabilności częstotliwości i w ten sposób czystości tonu telegraficznego.

W nadajniku zastosowano modulację anodową w układzie dławikowym (Heisinga). Zdaniem konstruktora ważnym powodem była cena niższa niż dla innych układów modulacji. Modulacja Heisinga polega

na tym, że obciążeniem lampy modulatora jest dławik o indukcyjności na tyle dużej, żeby zapewnić przeniesienie najniższych wymaganych częstotliwości modulatorych. Do napięcia anodowego dla połączonej równolegle z modulatorem lampy nadawczej dodaje się więc napięcie modulujące i to zapewnia modulację amplitudy sygnału w.cz. Ten sposób modulacji był początkowo stosowany również w nadajnikach radiofonicznych, m.in. w pierwszym nadajniku radiofonicznym P.T.R. w Warszawie. Na wejściu modulatora włączony był mikrofon węglowy. W późniejszym okresie zamiast modulatora dławikowego stosowano transformator modulacyjny. Szeregowe połączenie lampy modulatora i nadawczej wymagało wyższego napięcia anodowego i było rzadko stosowane przez krótkofalowców.



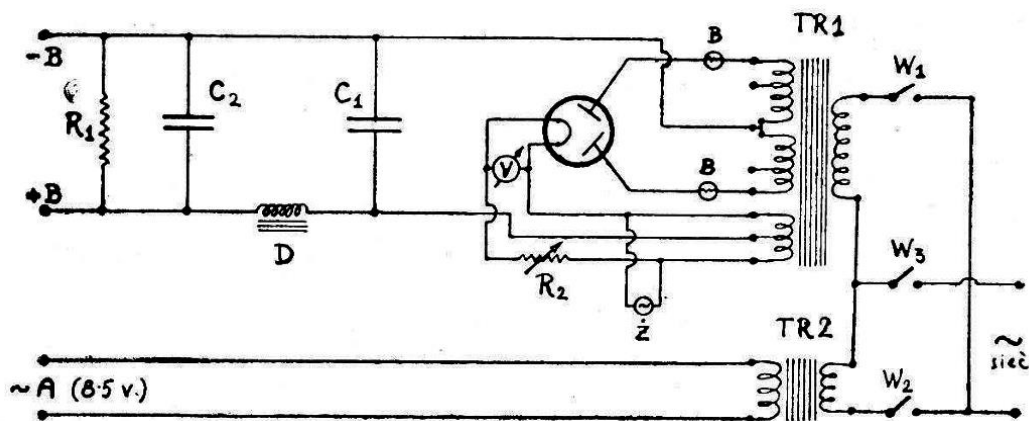
Rys. 2.20.1. Schemat ideowy nadajnika

Wartości elementów: C1 – stały bezindukcyjny 250 cm, C2 – zmienny 500 cm, ze skalą, C3 – 3000 cm bezindukcyjny na 2000 V, C4 – bezindukcyjny 1000 cm, C5 i C6 po 2000 cm, C7 – 2000 cm, C8 – 2  $\mu\text{F}/1500\text{ V}$ , C9 – 0,1  $\mu\text{F}/2000\text{ V}$ , R1 10 k $\Omega/2\text{ W}$ , R2, R3 – opornik żarzenia 2 – 3  $\Omega/4\text{ W}$ ; R4 – bezindukcyjny 100 k $\Omega/1\text{ W}$ , R5 – 5 k $\Omega$ , DŁ1, DŁ2 – dławiki składające się z trzech sekcji przewodu 0,1 – 0,15 mm w izolacji jedwabnej na rurce o średnicy 20 mm, każda sekcja po 50 zwojów, odległości między nimi 10 mm; DŁ3 – dławik modulacyjny o indukcyjności co najmniej 20 H, TR – transformator modulacyjny o przekładni zależnej od wzmacniacza, W1 – W4 – wyłączniki jednobiegunowe, W5 – przełącznik jednobiegunowy woltomierza, W6 zwieracz miliamperomierza M1 przy telegrafii, P – potencjometr 200  $\Omega$ , M1 – miliamperomierz 150 – 200 mA, V – woltomierz 10 V, A – amperomierz cieplny do 1 A; L1 – cewka siatkowa, L2 – anodowa, L3 – antenowa.

Cewki siatkowe L1 nawinięte na cylindrach preszpanowych o długości 5 cm i średnicy 25 mm przewodem 0,25 mm w podwójnej izolacji jedwabnej, orientacyjnie dla lampy PX2100 dla pasma 20 m miała 7 zwojów, dla 40 m – 20 zwojów i dla 80 m – 51 zwojów. Cewki anodowe L2 były nawinięte zwój przy zwojururką miedzianą 6 mm dla pasm 40 i 80 m i 8 mm dla pasma 20 m spłaszczoną na końcach. Dla pasma 20 m cewka miała 3 zwoje, dla 40 m 5 zwoi a dla 80 m – 12 zwoi. Następnie należało rozsunąć zwoje tak aby cewka dla 80 m miała długość 115 mm, dla pasma 40 m odstęp wynosił 4,75 mm, a dla pasma 20 m – po około 20 mm.

Cewka antenowa L3 była nawinięta na tej samej formie co L2 rurką 6 mm i miała 6 zwojów. L2 i L3 były posrebrzane.

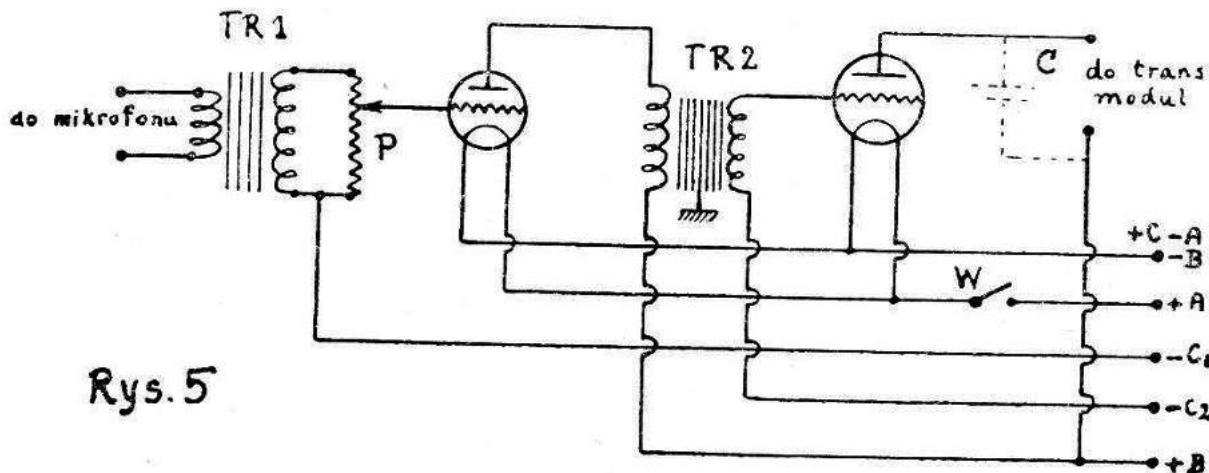
W nadajniku były użyte 15-watowe lampy PX2100 lub 015/400 *Tungsrama*, albo TB 04/10, TC 04/10 lub E408 *Philipsa*. Do modulatora zalecana była lampa PX2500 *Tungsrama*, F704 lub F410 *Philipsa* albo RV218 *Telefunkena*. Zastosowane zostały PX2100 i PX2500 przy napięciu anodowym 500 V dla fonii i telegrafii ze standardową mocą i 600 V na telegrafii ze zwiększoną mocą. W artykule SP1AR podał również szczegóły wykonania transformatora zasilającego, dławików w zasilaczu i całego zasilacza z prostownikiem dwupołówkowym na lampie PV4201 firmy *Tungsram*.



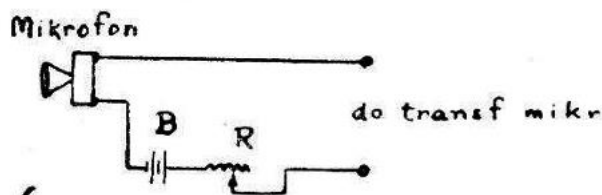
Rys. 4.

Rys. 2.20.2. Schemat ideowy zasilacza

Przy jednostopniowym wzmacniaczu modulacyjnym (patrz rys. 2.20.1) transformator modulatoryjny TR miał przekładnię 1:5 lub 1:6, przy dwustopniowym 1:1 do 1:2,5. TR1 był transformatorem mikrofonowym, TR2 – zwykłym transformatorem m.cz. o przekładni 1:4 lub 1:5. Zalecane były w pierwszym stopniu lampy A415 *Philipsa*, LD41 *Tungsrama*, w drugim B409 lub C4049 *Philipsa* albo L414 lub P430 *Tungsrama*.



Rys. 5



Rys. 6.

Rys. 2.20.3. Schemat ideowy wzmacniacza modulacyjnego

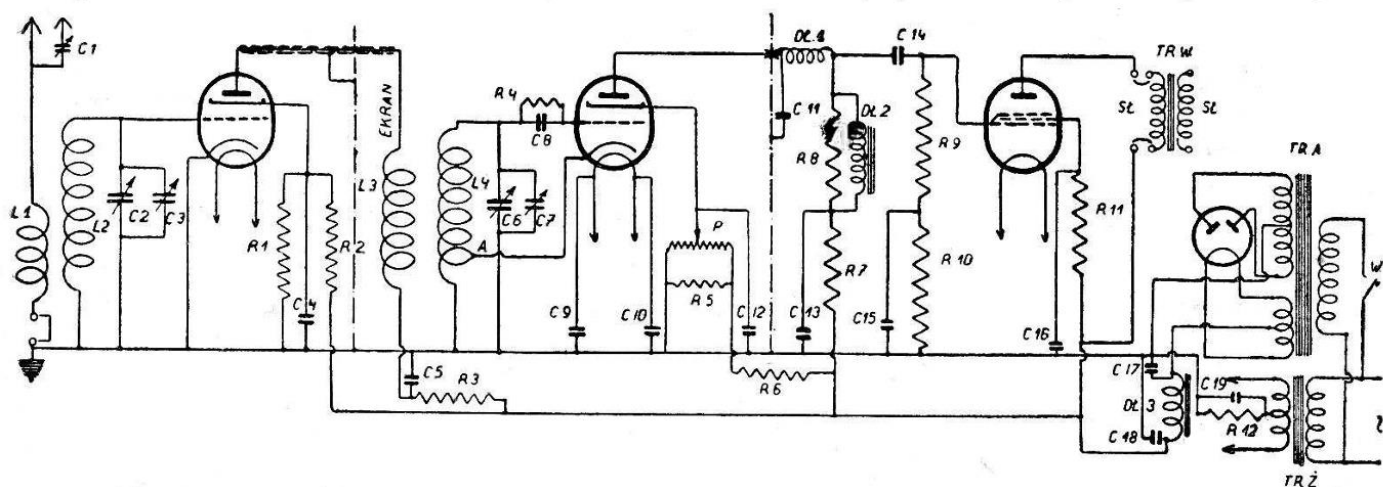
## 2.21. Odbiornik 1-V-1 SP1ED

Mimo oznaczenia podobnego do odbiorników opisywanych powyżej odbiornik Marcellego Sławińskiego SP1ED opublikowany w numerze 6/1934 *Krótkofalowca Polskiego* różni się od nich zastosowaniem tetrod (zwanymi wówczas też ekranówkami lub lampami ekranowymi) w dwóch pierwszych stopniach i pentody we wzmacniaczu niskiej częstotliwości. W odróżnieniu od poprzednich audion pracuje w układzie Hartleya z detekcją siatkową, w którym sprzężenie zwrotne uzyskuje się przez połączenie katody z odczepem cewki obwodu rezonansowego. Napięcie wyjściowe z katody ma tę samą fazę co napięcie na siatce zbędne było więc dodatkowe odwracanie fazy jak w układach o wspólnej katodzie, w których konieczne było włączenie cewki reakcyjnej w przeciwnym kierunku niż siatkowa. W układzie Hartleya niepotrzebna jest w ogóle żadna dodatkowa cewka reakcyjna. Wzmocnienie lampy, a więc i reakcja było regulowana przez zmianę napięcia na siatce ekranującej w zakresie 12 – 30 V. Obwód anodowy był oddzielony od reszty obwodu generatora przez uziemioną dla prądów w.c.z. siatkę ekranującą (nazywaną wówczas również siatką osłonową), a jedyne połączenie następowało przez strumień elektronów w lampie. Był to więc układ nazywany generatorem o sprzężeniu elektronowym, a później także generatorem ECO (ang. *Electron Coupled Oscillator*) – w tym wypadku był to raczej raczej audion ze sprzężeniem elektronowym.

Trzecia lampkaysterowuje słuchawki przez transformator TRW. Interesujące jest połączenie siatki hamującej z siatką sterującą (wewnątrz bańki) zamiast typowo z katodą – spotykane było w niektórych typach ówczesnych lamp.

Odbiornik jest zamontowany w obudowie podzielonej na trzy części za pomocą ekranów aluminiowych. W pierwszej części znajduje się wzmacniacz w.c.z. na lampie AS494 *Tungsrama* z napięciem anodowym 200 V i napięciem siatki osłonowej 100 V, w drugiej audion na lampie na lampie 4100 *Tungsrama*, a w trzeciej wzmacniacz m.c.z. na pentodzie PP416 firmy Tungsram. Dławik Dł2 stanowiło uzwojenie typowego wówczas transformatora m.c.z. o przekładni 1:3 lub 1:5.

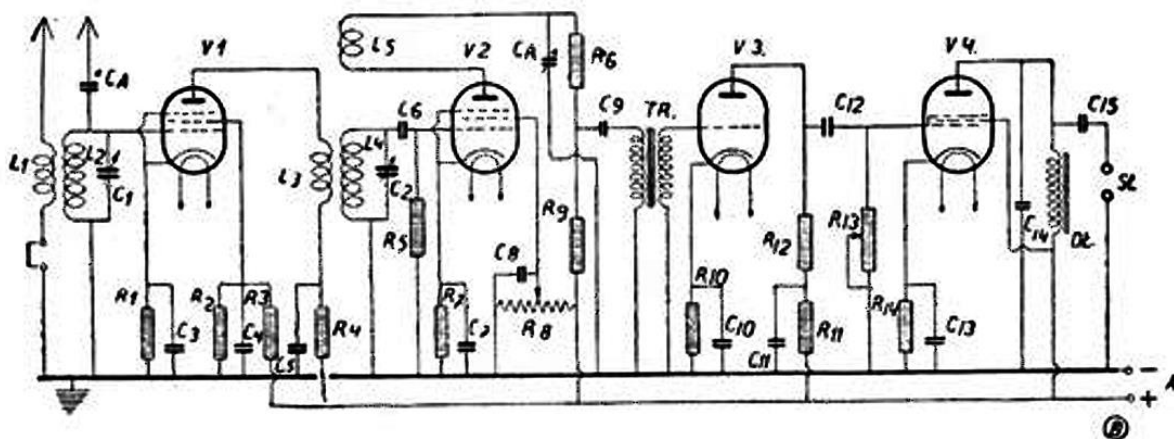
Odbiornik jest zasilany z sieci przez transformatory TRA z prostownikiem dwupołówkowym na lampie PV 495 i transformator żarzenia TRŻ. Obwód żarzenia pobierał 3 A przy napięciu 4 V, a anodowy 40 – 50 mA przy napięciu 200 – 250 V. Stosowanie lamp w prostownikach mostkowych było bardziej skomplikowane, gdyż każda z nich musiała mieć oddzielne uzwojenie żarzenia w transformatorze sieciowym. Sprawa uprościła się dopiero po pojawieniu się półprzewodnikowych diod prostowniczych. Cewki były nawinięte na walcach izolacyjnych o średnicy 40 mm. Na jednym z nich znajdowały się cewki L1 i L2. Na drugim walcu o tej samej średnicy L3 i L4 z odczepem A. Odległość między nimi wpływała na selektywność i wzmocnienie (czułość) odbiornika. Zalecana była odległość 3 – 7 mm. L1 i L3 były nawinięte przewodem 0,15 mm w podwójnej izolacji bawełnianej zwoj obok zwoju a L2 i L4 przewodem 1 mm w podwójnej izolacji bawełnianej z odstępem międzyzwojowym 1 mm.



Rys. 2.21.1. Schemat ideowy odbiornika SP1ED

Dane wymiennych cewek: pasmo 80 m, L1 – 6 zw., L2 – 24 zw., L3 – 20 zw., L4 – 24 zw., z odczepem na 1,5 zwoja od masy; pasmo 40 m, L1 – 5 zw., L2 – 12 zw., L3 – 7 zw., L4 – 12 zw., z odczepem na

1 – 1,5 zwoja; dla pasma 20 m, L1 – 3 zw., L2 – 4 zw., L3 – 3 zw., L4 – 4 zwoje z odczepem na 1 zwoju od masy. Cewki były zamontowane na 5-nóżkowych cokołach lampowych od zużytych lamp. Pozostałe elementy: C1 – neutrodon 25 cm, C2, C6 – 100 – 125 cm zmienny, C3, C7 – neutrodon 15 – 25 cm, C4, C5, C9, C10, C12, C13, C15, C16 – blokujące 0,1  $\mu\text{F}$ , C8, C11 – powietrzny lub mikowy 100 cm, C14 – 10000 cm mikowy, C17, C18 – blokujące 4  $\mu\text{F}$ , C19 – 2  $\mu\text{F}$ . Rozciągnięcie pasm wymagało dołączenia równolegle do C2 i C6 małych neutrodonów (trymerów) C3 i C7. oporniki R1, R2 – 30 k $\Omega$ , R3 – 10 k $\Omega$ , R4 – 2,5 M $\Omega$ , R5 – 5 k $\Omega$ , R6 – 10 k $\Omega$ /5 W, R8 – 0,25 M $\Omega$ , R9 – 0,5 M $\Omega$ , R10 – 0,1 M $\Omega$ , R12 – 1000  $\Omega$ , potencjometr P – 50 k $\Omega$ ; dławik D11 – dławik w.cz., D12 – z uzwojenia transformatora, D13 dławik m.cz. dla 50 mA.



Rys. 1.

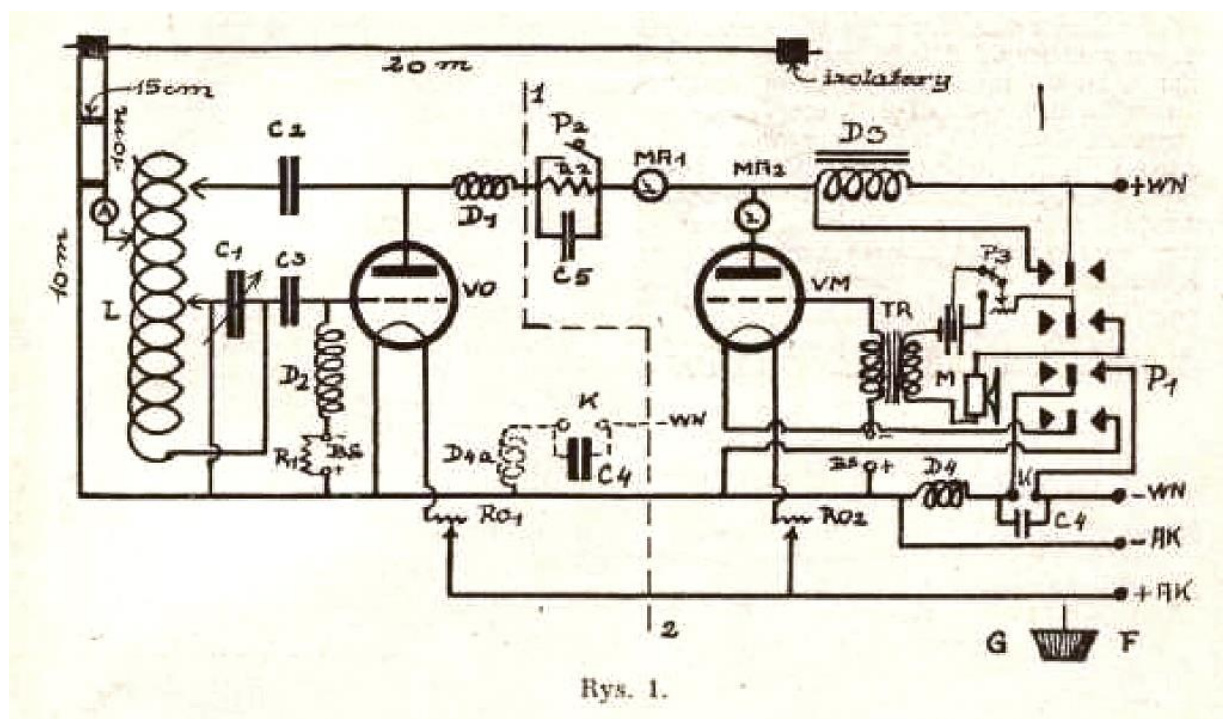
Rys. 2.21.2. Odbiornik SP1HZ na pentodach

W późniejszych konstrukcjach j.np. odbiornik sieciowy 1-V-2 Edwarda Świąsa SP1HZ z numeru 9/1935 *Krótkofalowca Polskiego* coraz częściej stosowano pentody, zwłaszcza w stopniach w.cz. Przykładem jest odbiornik 1-V-1 Jana Sierżęgi, PL380 z numeru 9/1938 *Krótkofalowca*. Był on zrealizowany według schematu SP1ED, z tym, że zastosowano w nim pentodę-selektodę AF3 we wzmacniaczu w.cz., pentodę AF7 w detektorze reakcyjnym (audionie) i AL4 we wzmacniaczu m.cz. W zasilaczu zastosowano podwójną diodę prostowniczą AZ1. Wzmocnienie w.cz. regulowano za pomocą potencjometru w obwodzie katody AF3, a reakcję przez zmianę napięcia siatki ekranującej AF7 w granicach 15 – 30 V. Zmiana zakresów – 10, 20, 40 i 80 m – następowała przez wymianę cewek.

## 2.22. Nadajnik telegraficzno-foniczny dla początkujących

W numerze 8/1934 *Nowego Radjoamatora* (NRA) Stanisław Gozdawa-Piotrowski SP1FN opisał rozwiązanie prostej radiostacji amatorskiej dla początkujących krótkofalowców albo dla krótkofalowców zamieszkałych na niezelektryfikowanej prowincji. Składała się ona z jednolampowego nadajnika z modulacją anodową w układzie Heisinga i odbiornika 0-V-2 o układzie zbliżonym do przedstawionego na schemacie 2.10.3, z tą różnicą, że zamiast dwóch cewek (siatkowej i reakcyjnej) zastosowano jedną wspólną z odczepami. Stacja była przystosowana do zasilania bateryjnego, pracowała już przy 100 V napięcia anodowego (zależało to od typu lampy), ale mimo skromnego rozwiązania w rejonach nie-zelektryfikowanych (i dzięki temu o znikomym poziomie zakłóceń) zapewniała bardzo dobre rezultaty. Do wyboru pracy fonicznej lub telegraficznej służył czterobiegunowy przełącznik P1. Przy pracy wyłącznie telegraficznej można było zrezygnować z części układu oddzielonej linią przerywaną 1 – 2. Dla zapewnienia stabilności powietrzną cewkę L1 należało wykonać bardzo starannie nawijając ją drutem miedzianym o średnicy 4 – 6 mm, potrzebna była długość 8 m. Cewka miała średnicę 9 cm i zawierała 22 zwoje. Zmienny kondensator C1 miał pojemność 100 – 150 cm (na paśmie 80 m – 500 cm) kondensator blokujący C2 – 5000 cm, siatkowy C3 – 500 cm, gaszący iskrę przy kluczkowaniu kondensator C4 – 10000 cm, kondensator blokujący C5 – 5000 cm do 2  $\mu\text{F}$ . Dławik anodowy był nawinięty

przewodem miedzianym 0,2 mm w podwójnej izolacji bawełnianej na cylindrze preszpanowym o średnicy 3 cm i długości 22 cm. Miał on 250 zwojów i był nawinięty w 10 sekcjach po 25 zwojów. Odstępy między sekcjami wynosiły po 5 mm. Jego zadaniem było niedopuszczenie prądów w.cz. do modulatora i baterii zasilających. Dławik siatkowy D2 był nawinięty na cylindrze o średnicy 5 cm przewodem 0,3 mm w podwójnej izolacji bawełnianej i zawierał 120 zwojów. Dławik modulatory D3 był nawinięty na rdzeniu i musiał posiadać dużą indukcyjność. Dławik D4 był nawinięty przewodem 0,5 mm w podwójnym oprzędzie bawełnianym na cylindrze o średnicy 5 cm i zawierał 80 zwojów. Opór siatkowy R1 miał oporność 10 k $\Omega$ , R2 był opornikiem drutowym bezindukcyjnym o obciążalności 10 W o oporności zależnej od prądu anodowego nadajnika. TR był mikrofonowym transformatorem telefonicznym. Uzwojenie pierwotne nawinięte przewodem 0,5 mm w emalii składało się z 340 zwojów i miało oporność 2  $\Omega$ , wtórne 5000 zwojów przewodu 0,15 mm i miało opór 250  $\Omega$ . Oba były nawinięte na rdzeniu otwartym o długości 8 cm. Można było użyć także transformatora dzwonekowego, o przekładni około 1:30, a opór uzwojenia pierwotnego najwyżej 3  $\Omega$ .



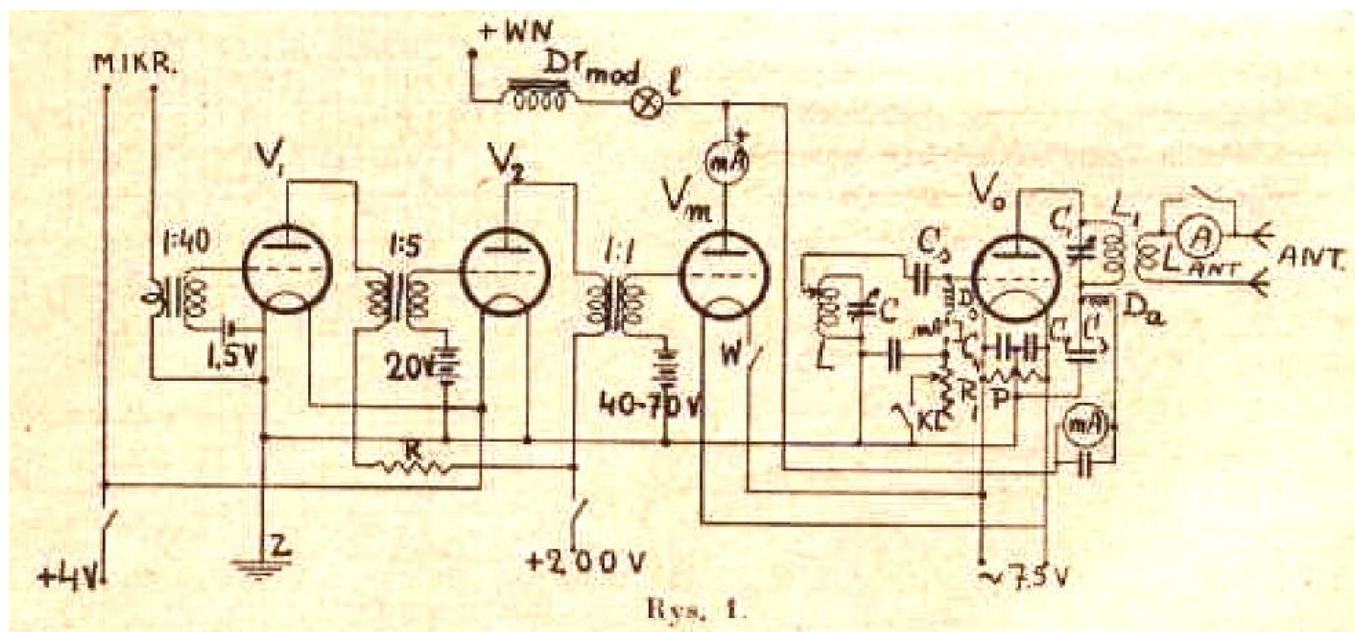
Rys. 2.22.1. Schemat ideowy nadajnika. P1 w pozycji prawej – fonia (F), w pozycji lewej – telegrafia (G)

### 2.23. Nadajnik telegraficzno-foniczny SP1AE z modulacją anodową

Nadajnik opracowany przez Jana Mickiewicza SP1AE z Wołomina, opublikowany w numerze 4/1935 *Nowego Radjoamatora* stanowił przykład bardziej zaawansowanej konstrukcji amatorskiej z tego okresu. Pracował on w opisanym już powyżej układzie T.P.T.G. z obwodami rezonansowymi w siatce i w anodzie. Pracowała w nim lampa Vo PX2100 o mocy admysyjnej 15 W zasilana napięciem anodowym 400 V przez dławik modulatory D<sub>mod</sub> o indukcyjności około 25 H, miliamperomierz i bezpiecznik. Układ charakteryzował się dobrą stabilnością częstotliwości. Modulator zawierał trzy lampy: V1 – LD410, V2 – P430 i lampę mocy V<sub>m</sub> – PX2500 o mocy admysyjnej 25 W. Mikrofon węglowy był włączony przez transformator o typowej przekładni 1:40.

W obwodzie antenowym znajdował się amperomierz termiczny o zakresie 1 A, a oprócz tego w obwodzie anodowym miliamperomierz do pomiaru prądu lampy. Do obwodu siatki był włączony klucz telegraficzny KL. W trakcie pracy telegraficznej modulator był wyłączany przez odłączenie żarzenia lampy wyjściowej V<sub>m</sub>.

W artykule autor proponowała użycie anteny półfalowej zasilanej na końcu, np. anteny Zeppelin. Moc wyjściowa nadajnika wynosiła około 10 W. Cewka antenowa była sprzężona z L1 od strony anody i posiadała amperomierz ciepły ze zwiercem.



Rys. 2.23.1. Schemat nadajnika SP1AE

Nadajnik był zmontowany w szafce o wymiarach 275 x 245 x 400 mm z bakelitową płytą czołową. Kondensator C w obwodzie rezonansowym w siatce miał pojemność 500 cm. Wymienne cewki na pasma 40 i 80 m były nawinięte na rurkach preszpanowych o średnicy 5 cm. Cewka dla pasma 80 m miała 13 zwojów drutu o średnicy 1,5 mm w izolacji bawełnianej z odczepem na 10-tym zwoju. Dla pasma 40 m składała się z 5 zwojów gołego srebrzonego drutu 1,5 mm nawiniętego na 4,5-centymetrowym kawałku rury z odstępami międzyzwojowymi 4 – 5 mm. Cewki były umieszczone na cokolach od zużytych lamp, co ułatwiało ich wymianę. Cewka na pasmo 20 m była nawinięta 2 mm drutem srebrzonym bez cylindra i bez izolacji. Składała się z trzech zwojów z odczepem po drugim zwoju. Kondensator Cs sprzęgający obwód z siatką miał pojemność 500 cm.

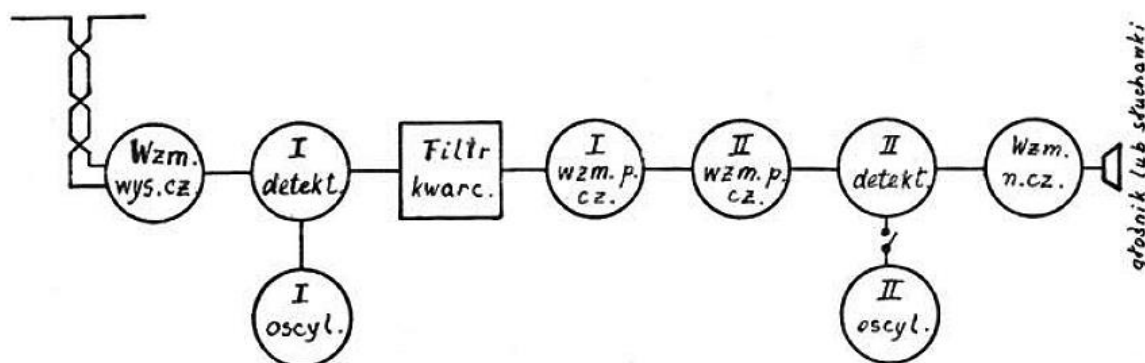
Dławiki siatkowy i anodowy były nawinięte na rurkach o średnicy 2 cm i długościach 8 8 cm przewodem 0,8 mm w emalii. Były one nawinięte w pięciu sekcjach o 15, 20 25 20 i 15 zwojach – w sumie 95 zwojów. Odstępy między ostatnimi 6 zwojami wzrastały od 1 do 5 mm. Kondensator C2 miał pojemność 3000 cm. Konstruktor użył trzech miliamperomierzy – w siatce i w anodach lamp, o zakresach odpowiednio 50, 100 i 150 mA, ale z miliamperomierza siatkowego można było zrezygnować. Kondensator zmienny w obwodzie anody miał pojemność 300 cm. Cewka anodowa nawinięta 3-milimetrowym drutem na średnicy 8,5 mm posiadała dla pasma 80 m 16 zwojów o skoku 7–8 mm, a dla pasma 40 m 7 zwojów o skoku 15 mm. Cewka dla pasma 20 m była wykonana z rurki miedzianej posrebrzanej o średnicy 5 mm i posiadała 4 zwoje o skoku 20 – 25 mm. Cewki były usztywnione paskami bakelitowymi o długości 12 cm dla pasma 80 m, 11,5 cm dla pasma 40 m i 10,5 cm dla pasma 20 m. Cewka antenowa była nawinięta płasko spiralnie i składała się z 3 – 4 zwojów.. Potencjometr P miał oporność 200  $\Omega$ , opornik R – 0,03 M $\Omega$ . Kondensator C4 miał pojemność 2 x 300 cm., C2 – 500 – 1000 cm

Dławik modulacyjny można było wykonać samodzielnie nawijając na rdzeniu z żelaza transformatorowego o małej zawartości krzemu, o przekroju 4 x 4 cm złożonym z izolowanych blach 6500 zwojów przewodu 0,3 mm w emalii. Szczelina wynosiła 1,92 mm. Szczelina powietrzna powodowała linearyzację charakterystyki magnesowania rdzenia i zmniejszała przez to zawartość zniekształceń.

## 2.24. Odbiornik superheterodynowy z filtrem kwarcowym SP1AR

Wzorowany na rozwiązaniach amerykańskich (zwanymi tam „single-signal”) odbiornik superheterodynowy z filtrem kwarcowym po mieszaczu został opublikowany w numerach 7 – 12/1935 i 1 – 3/1936 *Krótkofalowca Polskiego*. Był to ośmiolampowy układ z pojedynczą przemianą częstotliwości i detektorem iloczynowym na lampach europejskich. Zdaniem konstruktora jego czułość odpowiadała 11-lampowym odbiornikom amerykańskim. Odbiornik zawierał jednostopniowy wzmacniacz w.cz. i dwustopniowy wzmacniacz pośredniej częstotliwości około 500 kHz. Pierwszy oscylator pracował w układzie ze sprzężeniem elektronowym, a w stopniach p.cz. użyto pentod. Drugi oscylator i drugi detektor (BFO i detektor iloczynowy według dzisiejszych oznaczeń) były sprzężone w układzie Heisinga. W oscylatorach pracowały tetrody pośrednio żarzone.

Ciekawostką językową jest to, że autor nazywał odbiór lustrzany „odbiciami”. Proponowano wówczas zakres dla częstotliwości pośrednich od 465 kHz do 525 kHz. Po wojnie na zachodzie przyjęła się częstotliwość 455 kHz, w Polsce, aby uniknąć interferencji z drugą harmoniczną częstotliwości stacji Warszawa I (227 kHz) – 465 kHz, a w Związku Radzieckim – 468 kHz (z tolerancjami plus-minus kilka kHz). Krótco przed wojną i przez pewien czas po niej w odbiornikach radiofonicznych stosowana była też częstotliwość pośrednia 120 – 128 kHz lub zbliżona. W konstrukcjach krótkofalarskich stosowano też różne nietypowe częstotliwości pośrednie.



Rys. 1.

Rys. 2.24.1. Schemat blokowy odbiornika. Pierwszy mieszacz nazwano tu pierwszym detektorem

Wzmacniacz w.cz. pracował w typowym układzie z pentodą, a do regulacji jego wzmacnienia służył R3. Indukcyjnie sprzężony z nim był mieszacz nazywany na schematach pierwszym detektorem. Heterodyna była umieszczona w pudełeczku ekranującym. Pracowała ona w układzie ze sprzężeniem elektronowym (nazwanym przez autora „reakcją w katodzie”) – czyli w układzie Hartleya na wtórniku katodowym. Do napędu kondensatora strojeniowego zastosowano przekładnię 1:11. Niskie napięcie siatki ekranującej 50 – 75 V zapewniało większą czystość sygnału. W filtrze kwarcowym konieczne było zastosowanie specjalnie do tego celu produkowanego rezonatora, który charakteryzował się szczególnie niską opornością w rezonansie szeregowym, a wysoką w pozostałym zakresie. Był on włączony równolegle do cewki L9 pierwszego filtru pośredniej częstotliwości. Filtr był umieszczony w oddzielnej przegrodzie ekranującej. Do przełączania filtru służył przełącznik W1. W pozycji środkowej, pokazanej na schemacie, kwarc był włączony w szereg między cewkę L9 i siatkę lampy V4 – pierwszego stopnia p.cz. Odpowiadało to największej selektywności odbiornika, którą można było regulować w sposób ciągły przestrajając kondensatory C1 i C22. W dolnym położeniu W1 kwarc był załączony równolegle do L9 i możliwa była również regulacja selektywności, a w pozycji górnej kwarc był zwarty i o selektywności decydowały filtry LC. Zwarcie kwarcu było konieczne do odbioru fonii. Był on też w pewnym stopniu możliwy przy włączeniu kwarcu równolegle do cewki. W połączeniu szeregowym odbiór fonii nie był możliwy, był to wariant przeznaczony do odbioru telegrafii.

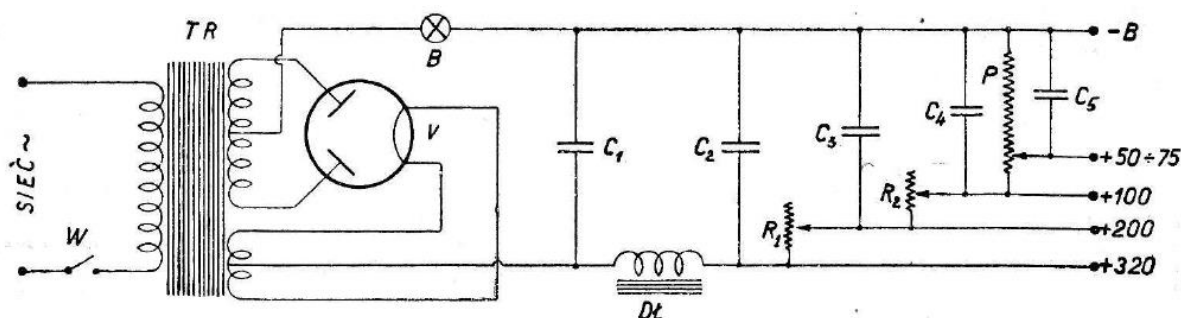
W detektorze iloczynowym pracowała trioda z anodą połączoną równolegle do anody generatora dudniowego – na schemacie II oscylatora. Były one zasilane przez dwa ekranowane dławiki D7 i D8. Jest to więc układ Heisinga, znany z opisywanych powyżej systemów modulacji, dla wielkiej częstotli-

wości. Gniazdko J1 w obwodzie anodowym detektora pozwalało na włączenie słuchawek i pominięcie wzmacniacza m.cz.

Drugi oscylator pracował również w układzie ze sprzężeniem elektronowym na lampie AS494 i był dostrojony do 499 lub do 501 kHz. Był on umieszczony w oddzielnym pudełku ekranującym. Detektor był wyłączany za pomocą W3 podczas odbioru fonii. Siatka ekranująca lampy V7 miała wówczas potencjał zerowy.

Ostatnim stopniem był sprzężony transformatorowo wzmacniacz m.cz. na pentodzie pracującej z wysokim napięciem anodowym i mającej duże wzmocnienie. Dodatkowy filtr RC zawężał pasmo przy odbiorze telegrafii eliminując w ten sposób zakłócenia.

Zmiana zakresów wymagała wymiany cewek., które jak w poprzednich opisach były nawinięte na walcach i zamontowane na płytkach posiadających kontakty ułożone tak jak w cokołach lamp. Odbiornik pokrywał pasma amatorskie 3,5, 7, 14 i 28 MHz.



**RYS.8.**

Rys. 2.24.4. Zasilacz odbiornika

Części użyte w tym zasilaczu (ob. tekst):

TR — transformator  $2 \times 330 \text{ V } 50 \text{ mA}$ ,  
 $2 \times 2 \text{ V } 2 \text{ A}$ .

V — PV4200 (może być też PV4100 lub PV495).

B — bezpiecznik 150 mA.

W — wyłącznik sieciowy.

C<sub>1</sub> — 8  $\mu\text{F}$ , elektrolityczny.

C<sub>2</sub> — 4  $\mu\text{F}$  1000 V.

C<sub>3</sub> — 1  $\mu\text{F}$  750 V.

C<sub>4</sub> — 1  $\mu\text{F}$  750 V,

C<sub>5</sub> — 1  $\mu\text{F}$  750 V.

DL — dławik 55 H 60 mA.

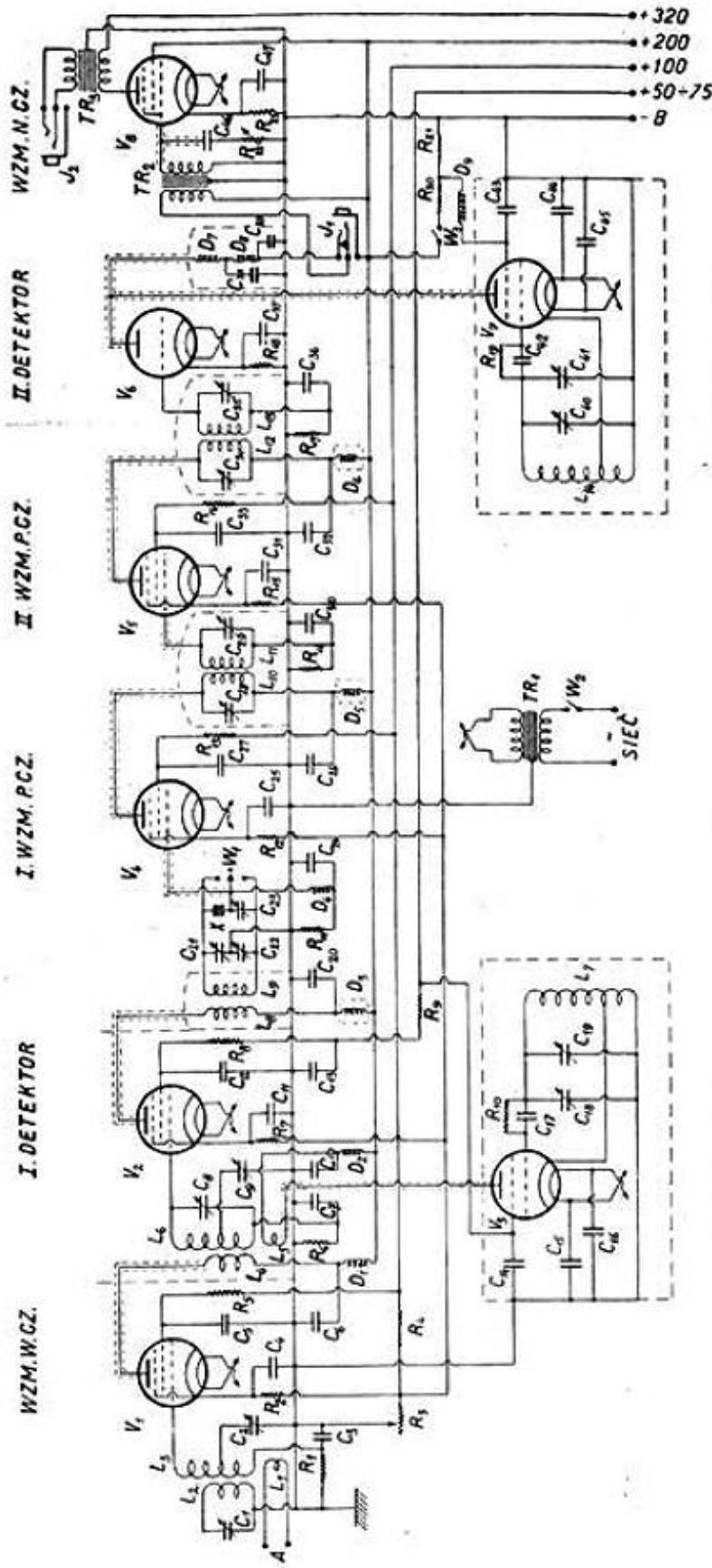
R<sub>1</sub> — 5.000  $\Omega$  6 W z klamerką.

R<sub>2</sub> — 25.000  $\Omega$  6 W z klamerką.

P — potencjometr drutowy, duży model, 90.0000  $\Omega$ .

Zaciski napięciowe odpowiadają końcówkom z rys. 3 (nr. 9/35 „K. P.“). Zacisk „+ 50 ÷ 75“ dostarczać może oczywiście wszelkich innych napięć w granicach od 0 do 100 V.

Fot. 2.24.5. Spis elementów zasilacza



II. OSCYLATOR

RYS. 3.

**SPIS CZĘŚCI:**

- R<sub>23</sub> — 750 Ω, 1 ½ wattowy
- D<sub>1</sub> — dławik 800 zw., pięciosekeyjny, izol. jedwab.
- D<sub>2</sub> — " 800 zw., pięciosekeyjny, izol. jedwab.

- C<sub>25</sub> — 10.000 cm
- C<sub>26</sub> — 10.000 cm
- C<sub>27</sub> — 10.000 cm
- C<sub>28</sub> — 100 cm (trimmer)
- C<sub>29</sub> — 100 cm ( " )

**Tabela nych cewek**

- L<sub>1</sub> — cewka antenowa
- L<sub>2</sub> — " eliminatora
- L<sub>3</sub> — " siatkowa wzm. w. cz.
- L<sub>4</sub> — " pierwotna transf. w. cz.
- L<sub>5</sub> — " anodowa I. oscylatora

Rys. 2.24.2. Schemat ideowy superheterodyny SP1AR

L <sub>6</sub> — wtórna transf. w. cz.	10.000 cm	D <sub>3</sub> — dławik 1000 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>7</sub> — siatkowa i reakcyjna I. oscylatora	10.000 cm	D <sub>4</sub> — " 1500 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>8</sub> — pierwotne uzw. wejściowego transformatora pośr. cz.	10.000 cm	D <sub>5</sub> — " 1000 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>9</sub> — wtórne uzw. wejściowego transformatora pośr. cz.	100 cm (trimmer)	D <sub>6</sub> — " 1000 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>10</sub> } II. transf. pośr. cz.	100 cm ( " )	D <sub>7</sub> — " 2000 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>11</sub> }	1 μF 700 V	D <sub>8</sub> — " 2000 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>12</sub> } III. " " "	10.000 cm	D <sub>9</sub> — " 1000 zw., pięciosekcyjny, izol.
L <sub>13</sub> }	10.000 cm	Wszystkie podane dławiki „Gryf”; uwagi w tekście.
L <sub>14</sub> — cewka siatkowa i reakcyjna II. oscylatora.	10.000 cm	X — kryształ kwarcu ~ 500 kc, specjalny
C <sub>1</sub> — zmienny 50 cm (neutrodon)	1 μF, 700 V	W <sub>1</sub> — przełącznik manetkowy 3 biegun.
C <sub>2</sub> — 100 cm	200.000 Ω, 1/2 watty	W <sub>2</sub> — wyłącznik sieciowy
C <sub>3</sub> — 10.000 cm, bezindukcyjny	500 Ω, 1 1/2	W <sub>3</sub> — wyłącznik pojedynczy
C <sub>4</sub> — 10.000 cm, " "	opór zmienny 2000 Ω, 20 mA	J <sub>1</sub> — jack 2 sprężynowy ze spinaczem
C <sub>5</sub> — 10.000 cm, " "	100.000 Ω, 1 1/2 watty	J <sub>2</sub> — jack 2 " normalny
C <sub>6</sub> — 10.000 cm, " "	5.000 Ω, 1 1/2	TR <sub>1</sub> — transformator żarzeniowy 4 V 9 A
C <sub>7</sub> — 10.000 cm, " "	200.000 Ω, 1/2	TR <sub>2</sub> — transformator n. cz. 1 : 6 opancerz.
C <sub>8</sub> — 30 cm (trimmer)	5.000 Ω, 1 1/2	TR <sub>3</sub> — transformator wyjściowy po pentodzie 8 wattovej na głośnik magnetyczny (słuchawki)
C <sub>9</sub> — zmienny 100 cm, na jednej osi z C <sub>3</sub>	50.000 Ω, 1 1/2	V <sub>1</sub> — HP4100 lub HP4101
C <sub>10</sub> — 10.000 cm, bezindukcyjny	1 megohm, 1 1/2	V <sub>2</sub> — HP4100 lub HP4101
C <sub>11</sub> — 10.000 cm, " "	100.000 Ω, 1 1/2	V <sub>3</sub> — AS494
C <sub>12</sub> — 10.000 cm, " "	200.000 Ω, 1/2	V <sub>4</sub> — HP4100 lub HP4101
C <sub>13</sub> — 1 μF, 700 V	500 Ω, 1 1/2	V <sub>5</sub> — HP4100 lub HP4101
C <sub>14</sub> — 10.000 cm, bezindukcyjny	5.000 Ω, 1 1/2	V <sub>6</sub> — AG495
C <sub>15</sub> — 10.000 cm, " "	200.000 Ω, 1/2	V <sub>7</sub> — AS494
C <sub>16</sub> — 10.000 cm, " "	500 Ω, 1 1/2	V <sub>8</sub> — APP4120
C <sub>17</sub> — 250 cm, " "	5.000 Ω, 1 1/2	A — gniazdzka antenowe (antena tylko 2 feedersowa)
C <sub>18</sub> — zmienny 250 cm	200.000 Ω, 1/2	
C <sub>19</sub> — ~ 30 cm	50.000 Ω, 1 1/2	
C <sub>20</sub> — 10.000 cm	100.000 Ω, 1 1/2	
C <sub>21</sub> — dwa kond. zmienne po 150 cm na jednej osi	50.000 Ω, 1 1/2	
C <sub>22</sub> — zmienny 20 cm (neutrodon)	90.000 Ω, 1 1/2	
C <sub>23</sub> — 10.000 cm		
C <sub>24</sub> — 10.000 cm		

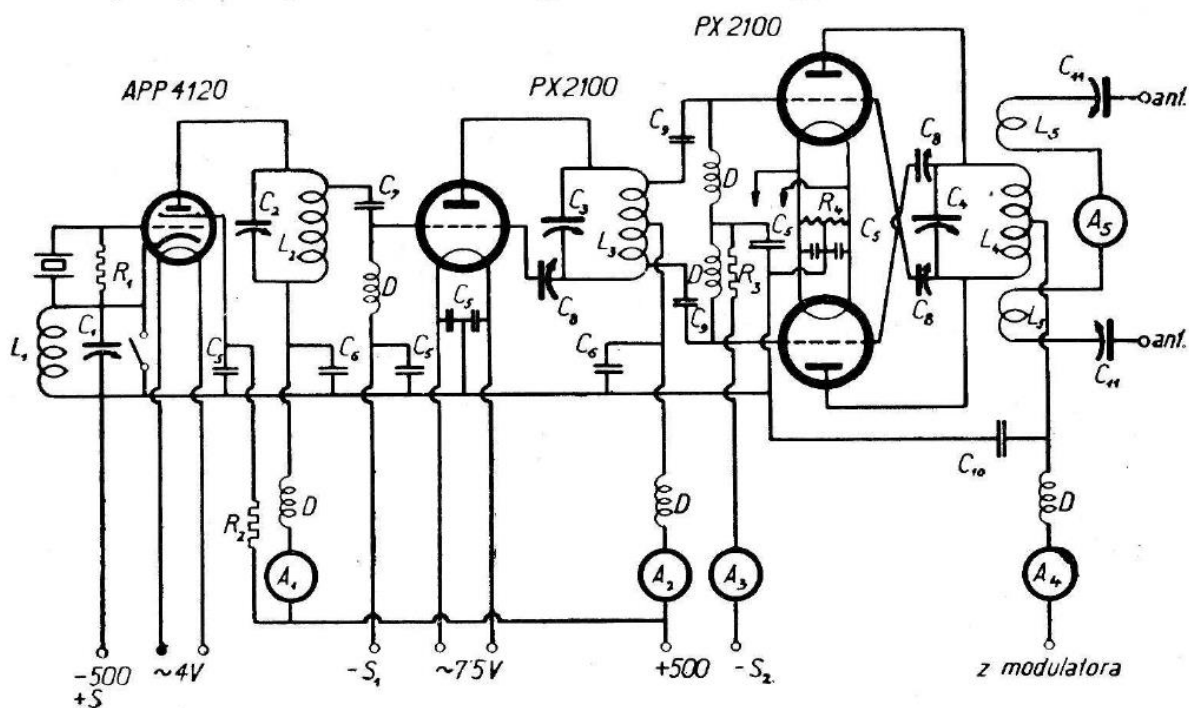
Części nieznanne na szemencie, jak skale, kubki, podstawki lampowe i t. p., oraz materiał montażowy — oczywiście spisem nie objęte!

Fot. 2.24.3. Spis elementów

## 2.25. Trzystopniowy nadajnik SP1FJ z generatorem *tri-tet*

Trzystopniowy nadajnik z generatorem typu *tri-tet* konstrukcji Tadeusza Kopaczka SP3LA i SP1FJ został opisany w numerach 10/1935 i 1/1936 *Krótkofalowca Polskiego*<sup>24</sup>.

Pierwszy stopień był generatorem kwarcowym pracującym na częstotliwości dla pasma 80 lub w układzie *tri-tet* z powielaniem częstotliwości dla pasma 40 m na lampie APP4120 *Tungrama* lub jej odpowiedniku. Drugi stopień pracował jako bufor izolujący generator od stopnia mocy na lampie PX2100 a trzeci stopień był przeciwsobnym wzmacniaczem mocy w klasie C na dwóch lampach PX2100. Moc doprowadzona do ich anod wynosiła 24 W (300 V, 80 mA). Prąd w obwodzie anodowym generatora wynosił 15 mA.



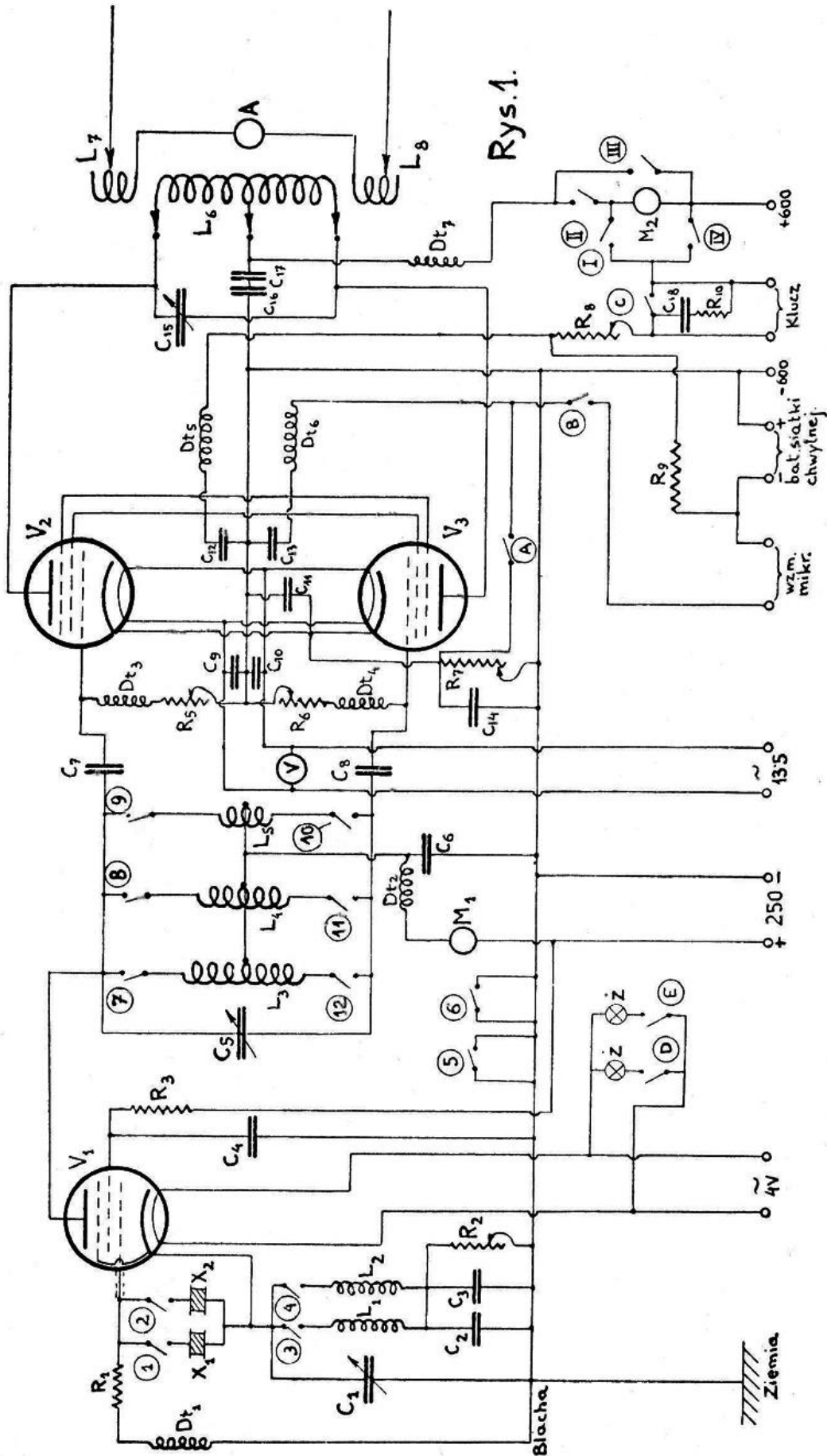
Rys. 17.

Rys. 2.25.1. Nadajnik SP1FJ

Generator pracował w układzie *tri-tet* przy rozwartym wyłączniku zwierającym obwód L1C1. Dla kwarcu drgającego w paśmie 80 m otrzymywany jest na wyjściu (obwodzie L2C2) sygnał w paśmie 40 m. Przy zwartym obwodzie L1C1 generator pracował jako zwykły oscylator kwarcowy dostarczający sygnału w paśmie 80 m. Drugi stopień – separujący – pracował na lampie PX2100 z prądem anodowym 30 – 60 mA. Był dostrojony do częstotliwości nadawania jak wzmacniacz mocy, ale konieczne było większe ujemne napięcie siatki, aby w niej nie płynął prąd. Wzmacniacz mocy w klasie C musiał być tak dostrojony, żeby prąd anodowy wynosił 80 mA. W razie potrzeby należało dobrać sprzężenie antenowe lub wzbudzenie albo ujemne napięcie siatki. Całkowite ujemne napięcie siatki wynosiło około 75 V. Ujemne napięcie powstające na opornikach upływowch siatek (10 kΩ) powodowało, że napięcie ujemne doprowadzone z zewnątrz wynosiło około -55 V. Wzmacniacz wymagał dobrej neutralizacji.

<sup>24</sup> Był on też konstruktorem radiostacji dla Korpusu Kadetów we Lwowie. Ćwiczebna radiostacja nadawała regularne programy radiowe w paśmie 49 m.





Rys. 1.

Uwaga: Przy przerysowywaniu szematu dla kliszarni opuszczono opornik żarzenia  $R_4$ ; znajduje się on w dowolnym przewodzie żarzeniowym 135 V,

Na poprzedniej stronie: Rys. 2.25.5. Schemat ideowy nadajnika dwustopniowego

Uproszczonym wariantem powyższego nadajnika był dwustopniowy nadajnik foniczny z numeru 7 i 8/1938 *Krótkofalowca Polskiego* oznaczany wówczas jako C.O.P.A. złożony z generatora kwarcowego w układzie *tri-tet* na lampie AL2 (C.O.) i przeciwobnego wzmacniacza mocy na lampach OS12/500 (P.A.). Były one zasadniczo przeznaczone dla napięć 500 V, ale krótkofalowcy zasilali je napięciami do 700 V. Napięcie żarzenia wynosiło 4 V.

W odróżnieniu od poprzedniego zastosowano w nim pentody. Wzmacniacz mocy był modulowany w obwodach siatek hamujących (zwanymi wówczas również chwytnymi) i również w ten sam sposób kluczowany. Moc fali nośnej przy modulacji AM wynosiła 6 – 8 W, a dla telegrafii cztery razy więcej czyli ponad 20 W. Do zmiany zakresów – 3,5, 7, 14 MHz – zastosowano w nim czterozakresowy przełącznik o 12 kontaktach zamiast wymiennych cewek. Praca w paśmie 7 MHz była możliwa przy dwóch schematach powielania. Z kwarcem na 14 MHz możliwa była też praca w paśmie 28 MHz. Jak łatwo zauważyć konstrukcje Jana Ziembickiego należały do czołówki w Polsce zarówno pod względem nowoczesności rozwiązań układowych jak i konstrukcyjnych. Na podstawie zachowanych publikacji można także podziwiać jego pracowitość i liczbę zrealizowanych konstrukcji różnych rodzajów.

### Spis części (do rys. 1):

$V_1$ — AL2	$C_6$ — 3000 pF mikowy.
$V_2$ } — OS12/500	$C_7$ } — po 200 pF, mikowe.
$V_3$ }	$C_8$ }
$L_1$ — cewka 3·5 Mcb; 22 zw. drutu 1 mm $\phi$ w emalii, na cylindrze o średnicy 40 mm.	$C_9$ } — po 10.000 pF.
$L_2$ — cewka 7 Mcb; 11½ zw. drutu 1 mm $\phi$ (goły, srebrzony) na cylindrze kalitowym żeberkowanym, $\phi$ zewn. 36 mm.	$C_{10}$ }
$L_3$ — jak $L_1$ , z odgałęzieniem środkowym.	$C_{11}$ — 3000 pF mikowy.
$L_4$ — jak $L_2$ , z odgałęzieniem środkowym.	$C_{12}$ — 10000 pF bezindukcyjny.
$L_5$ — 4 zw. drutu 1 mm $\phi$ (goły, srebrzony) na cylindrze jak $L_4$ .	$C_{13}$ — 2.000 pF mikowy.
$L_6$ — cewka wymienna, powietrzna; odgałęzienie środkowe w postaci trzeciej nóżki, lub w postaci zaczepu przy pomocy krokodyla; $\phi$ wewnętrzne 80 mm; ilości zwojów: pas 3·5 Mc — 26, drutem 2 mm $\phi$ (usztywnienie 3 listewkami), odstępy od osi do osi zwojów 4 mm; pas 7 Mc — 14, rurka 6 mm $\phi$ , odstępy od osi do osi zwojów 10 mm; pas 14 Mc — 7, rurka 6 mm $\phi$ , odstępy od osi do osi zwojów 13 mm.	$C_{14}$ — 1 $\mu$ F 750 V.
$L_7$ } — cewki antenowe, do odchylenia (ob. ryc. 5.); po 4 zwoje drutem 2 do 3 mm $\phi$ , usztywnione listewkami; średnica wewnętrzna cewki około 90 mm, odstępy zwojów takie, by krokodyl antenowy nie wywoływał spięć.	$C_{15}$ — 150 do 200 cm, podwójne odstępy.
$L_8$ }	$C_{16}$ } — po 3000 pF, mikowe.
$C_1$ — 200 cm, normalne odstępy.	$C_{17}$ }
$C_2$ — 1 $\mu$ F 750 V	$C_{18}$ — 0·1 $\mu$ F 2000 V.
$C_3$ — 3000 pF mikowy.	$R_1$ — 20.000 $\Omega$ 1½ W.
$C_4$ — 0·1 $\mu$ F 1000 V.	$R_2$ — 750 $\Omega$ 6 W z klamerką.
$C_5$ — 200 cm, podwójne odstępy.	$R_3$ — 50.000 $\Omega$ 1½ W.
	$R_4$ — 2 $\Omega$ 1·5 A.
	$R_5$ } — po 10.000 $\Omega$ 6 W z klamerką.
	$R_6$ }
	$R_7$ — 1000 $\Omega$ 12 W z klamerką.
	$R_8$ — 20.000 $\Omega$ 12 W z klamerką.
	$R_9$ — 300.000 $\Omega$ 1½ W.
	$R_{10}$ — 1000 $\Omega$ 1½ W.
	$D\bar{L}_1, D\bar{L}_2, D\bar{L}_3, D\bar{L}_4, D\bar{L}_5, D\bar{L}_6, D\bar{L}_7$ — dławiki w. cz., $\phi$ 20 mm, 4 sekcje po 25, 50, 75 i 100 zw., drut 0·15 mm w jedwabiu; odstępy sekcji po 10 mm.
	$X_1$ — kryształ na pas 3·5 Mc.
	$X_2$ — kryształ na pas 7 Mc.
	$Z$ — żaróweczki kolorowe, do sygnalizacji.
	$M_1$ — miliamperomierz Deprez do 50 mA.
	$M_2$ — miliamperomierz Deprez do 150 mA.
	$V$ — woltomierz repulsyjny do 15 V.
	$A$ — amperomierz ciepłkowy lub z termoparą do 1·5 A.

Fot. 2.25.6. Spis elementów z oryginalną pisownią i oznaczeniami

Modulacja w siatkach hamujących nie wymaga praktycznie mocy więc wystarczył dwustopniowy wzmacniacz na triodach AC2 sprzężony transformatorowo i z mikrofonem dynamicznym na wejściu.

Pentoda nadawcza OS 12/500 firmy *Tungsram* miała oddzielne wyprowadzenia siatki hamującej i ekranującej, cokol ceramiczny typu „amerykańskiego” według ówczesnej terminologii i mogła dostarczać do 20 W mocy w.cz. na wyjściu.

**Przełączniki:**

**1) Pasowy:**

Nr. kontaktów:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pas 3·5 Mc: . . . . .	■		■		■	■	■					■
Pas 7 Mc z kryształem 3·5 Mc: . . . . .	■		■		■	■		■			■	
Pas 7 Mc z kryształem 7 Mc.: . . . . .		■		■	■	■		■			■	
Pas 14 Mc: . . . . .		■		■	■	■			■	■		

**2) Miliamperomierza M<sub>2</sub>:**

Nr. kontaktów:	I	II	III	IV
Pomiar prądu anodowego PA:		■		■
Pomiar prądu siatek osłonnych:	■		■	

**3) Fonia — grafia:**

Nr. kontaktów:	A	B	C	D	E
Fonia:		■	■	■	
Grafia:	■				■

Fot.2.25.7. Ustawienia przełączników

**Przełącznik „odbiór — nadawanie“:**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Wyłączone:																
Odbiór:	■	■		■		■	■			■	■					
Nadawanie:			■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Odbiór / nadawanie:			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fot. 2.25.8. Przełącznik nadawanie-odbiór

**2.25.1. Zasada działania generatora tri-tet**

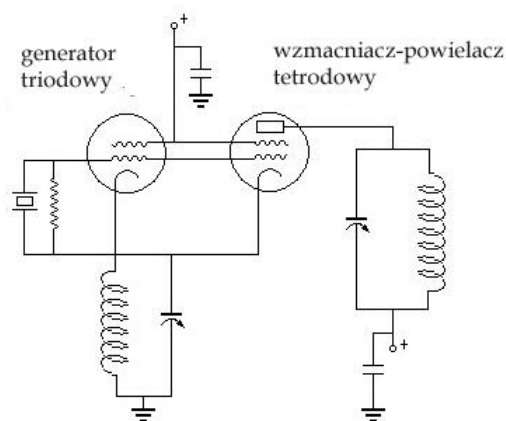
W 1933 roku w QST został opublikowany artykuł Jamesa Lamba, W1CEI, opisujący układ generatora na tetrodzie lub pentodzie w którym lampa pełniła jednocześnie rolę generatora kwarcowego i wzmacniacza z powielaniem częstotliwości<sup>25</sup>. W generatorze katoda lampy, jej siatka sterująca i siatka ekranująca tworzyły triodę pracującą w układzie Hartleya z wtórnikiem katodowym ponieważ katoda jest połączona ze wspólnym punktem (swego rodzaju odczepem) szeregowego układu cewki, a właściwie obwodu LC, i kwarcu (obwód katodowy był dostrojony do częstotliwości leżącej między częstotliwością kwarcu i jej druga harmoniczna i miał dla częstotliwości podstawowej – kwarcu – charakter indukcyjny). Jednocześnie elektrody te razem z anodą tworzą wzmacniacz tetrodowy z obwodem rezonansowym dostrojonym do harmonicznej częstotliwości kwarcu (w praktyce mogła być to druga, trzecia lub czwarta harmoniczna). Rozwiązanie to cieszyło się popularnością przez co najmniej następną dekadę, ponieważ pozwalało na wykorzystanie tego samego rezonatora kwarcowego na dwóch lub więcej pasmach. Ceny rezonatorów kwarcowych były wówczas wysokie jak na kieszenie większości amatorów.

Dostrojenie obwodu katodowego generatora do częstotliwości drgań kwarcu mogło doprowadzić do jego uszkodzenia wskutek zbyt dużej amplitudy drgań.

Ponieważ siatka ekranująca była uziemiona dla prądów zmiennych obwód anodowy był sprzężony z generatorem wyłącznie elektronowo. Był on dostrojony do pożądanej harmonicznej.

Rozwiązanie było oparte na wcześniejszym koncepcie Wiliama Durkina W2DHM opublikowanym w QST w 1932 roku.

<sup>25</sup> Lamb, James J. "A More Stable Crystal Oscillator of High Harmonic Output." QST 6/1933: 30-32.



Rys. 2.25.1.1. Układ *tri-tet* rozrysowany na dwa systemy lampowe dla lepszego zrozumienia zasady pracy

## 2.26. Superheterodyna SP1RG

W numerze 7 i 8/1938 *Krótkofalowca Polskiego* przedstawione jest rozwiązanie superheterodyny konstrukcji Gintera Kaniuta SP1RG pokrywającej amatorskie pasma 80, 40, 20 i 10 m. Jej schemat blokowy jest podobny do opisanej powyżej superheterodyny SP1AR, ale różni się m.in. wykorzystaniem oktody w pierwszym stopniu przemiany. Pozwalało to przy realizacji jednolampowej rozdzielenie stopni mieszacza i heterodyny. Odbiornik posiada wzmacniacz w.cz. na pentodzie AF3, którego obwód wejściowy jest strojony za pomocą kondensatora zmiennego C3 dołączonego do odczepu cewki. Umożliwiało to wygodne rozciągnięcie zakresu strojenia. Z obwodem wejściowym był połączony eliminator dla silnych stacji przeszkadzających w odbiorze (patrz schemat 2.26.1).

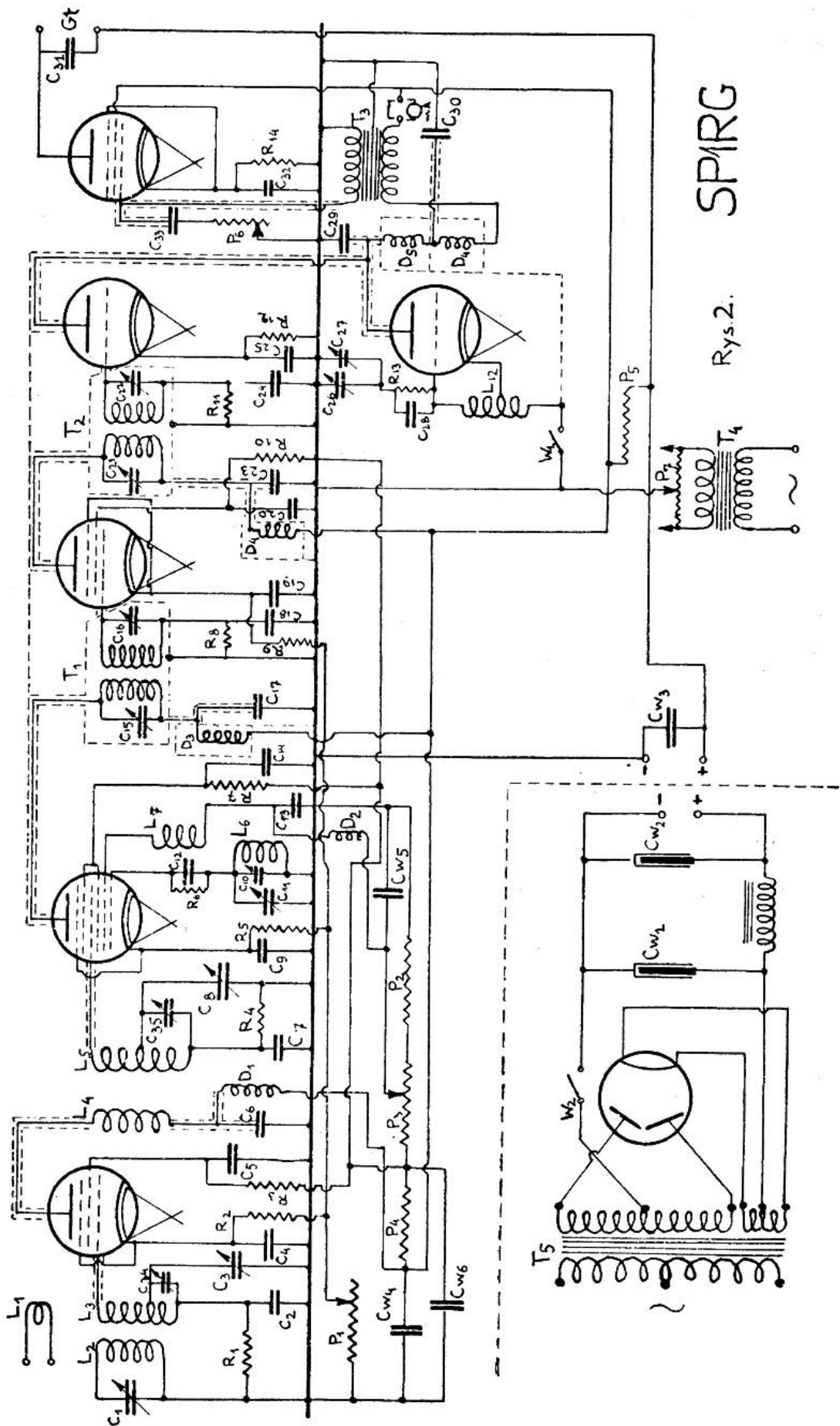
Heterodyna pracowała na triodzie utworzonej z katody, siatki sterującej i siatki drugiej, a jej sygnał w.cz. był sprzężony z górnym systemem lampy przez strumień elektronów. Siatka trzecia była siatką ekranującą dolną triodę od górnego systemu lampy, sygnał odbierany był doprowadzony do drugiej siatki sterującej, czyli siatki czwartej wyprowadzonej u góry lampy. Była ona z kolei odekranowana od anody za pomocą drugiej siatki ekranującej – czyli siatki piątej. Siatka szósta – hamująca – była połączona z katodą jak w pentodach. Obwód heterodyny składał się z cewki L6 i kondensatora zmiennego C10. Jednostopniowy wzmacniacz pośredniej częstotliwości 525 kHz z dwoma obwodami rezonansowymi pracował na pentodzie AF2.

Drugi detektor, czyli detektor iloczynowy dla telegrafii był sprzężony indukcyjnie z obwodem anodowym p.cz. W detektorze i w drugiej heterodynie zastosowano triody E438. Generator pracował w układzie Hartleya i był oczywiście wyłączany przy odbiorze fonii. Odbiornik nie posiadał ARW. Detektor był sprzężony transformatorowo z lampą głośnikową AL4.

Do regulacji wzmocnienia służył potencjometr 1800  $\Omega$  zmieniający ujemne napięcie siatek lamp AF3, AK2 i AF2 – czyli wzmacniacza w.cz., mieszacza i wzmacniacza p.cz.

Całość była zamontowana na chassis z blachy miedzianej o wymiarach 36 x 25 cm o wysokości 6 cm. Napięcie anodowe lampy głośnikowej wynosiło 250 V, a napięcie jej siatki i anodowe pozostałych lamp – 200 V. Pobór prądu żarzenia wynosił około 7 A.

Na następnej stronie schemat ideowy – rys. 2.26.1.



SPIRG

Rys. 2.



80 metrów.					
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
Ilość zwoi	6	20	33	10	32
Grubość drutu	0,2	0,2	0,6	0,2	0,6
Długość cewki	2 mm	22 mm	35 mm	10 mm	35 mm
Odgałęzienie	—	—	18	—	18

40 metrów.					
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
Ilość zwoi	3	10	18	8	14
Grubość drutu	0,15	0,15	0,6	0,15	0,6
Długość cewki	1 mm	18 mm	30 mm	14 mm	28 mm
Odgałęzienie	—	—	7	—	7

20 metrów.					
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
Ilość zwoi	3	6	10	5	9
Grubość drutu	0,15	0,15	0,8	0,15	0,8
Długość cewki	1 mm	20 mm	35 mm	15 mm	35 mm
Odgałęzienie	—	—	3	—	3

10 metrów.					
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
Ilość zwoi	2	1 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/4</sup>	1 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/4</sup>
Grubość drutu	0,15	0,15	1	0,15	1
Długość cewki	1 mm	5 mm	15 mm	5 mm	15 mm
Odgałęzienie	—	—	cała strojona	—	cała strojona

Fot.2.26.3. Dane cewek

	80 m		40 m		20 m	
	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
Ilość zwoi	35	25	12	10	6	6
Grubość drutu	0,5	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6
Długość cewki	20 mm	13 mm	25 mm	23 mm	25 mm	25 mm

Fot. 2.26.4. Dane cewek (c.d.)

## 2.27. Krótkofalowa przystawka z przemianą częstotliwości

Przystawka do odbiornika radiofonicznego konstrukcji Jana Ziembickiego SP1AR i opublikowana w numerze 9/1938 *Krótkofalowca Polskiego* pozwalała na odbiór na nim zakresów krótkofalowych obejmujących pasma radiofoniczne i amatorskie. Przestrajany konwerter, na triodzie-heksodzie ACH1, pokrywał zakres fal krótkich w dwu podzakresach 14 – 39 i 38 – 95 m obejmujących ówczesne pasma radiofoniczne 14, 16, 19, 25, 31, 40 i 50 m oraz pasma amatorskie 20, 40 i 80 m. Jej zakres pracy można było rozszerzyć stosując agregat kondensatorów zmiennych o specjalnej konstrukcji. Można było też powiększyć liczbę podzakresów ponieważ na rynku były już dostępne odpowiednie przełączniki. Heterodyna pracowała na części triodowej lampy – powyżej częstotliwości odbioru, natomiast mieszacz na heksodzie. Obwód wyjściowy był – dla uproszczenia strojenia układu – niestrojony. Konstrukcja przystawki została zaprojektowana tak, aby mogła być łatwo wykonana przez radioamatorów. Całość była zmontowana na niewielkim metalowym chassis. Przystawka była wyposażona we

własny zasilacz, przy czym konstruktor zwrócił dużo uwagi na filtrację napięcia zasilającego aby zapewnić dostateczną stabilność częstotliwości.

Spis elementów:

L1 – 5,5 zwoju przewodu bez izolacji 1 mm na cylindrze trolitulowym<sup>26</sup> o średnicy 25 mm, odstępy międzyzwojowe 2 mm;

L2 – 20 zwojów przewodu 1 mm na takim samym cylindrze o rowkach co 2 mm, i dalszych 5 zwojów przewodem 0,4 mm w izolacji bawełnianej;

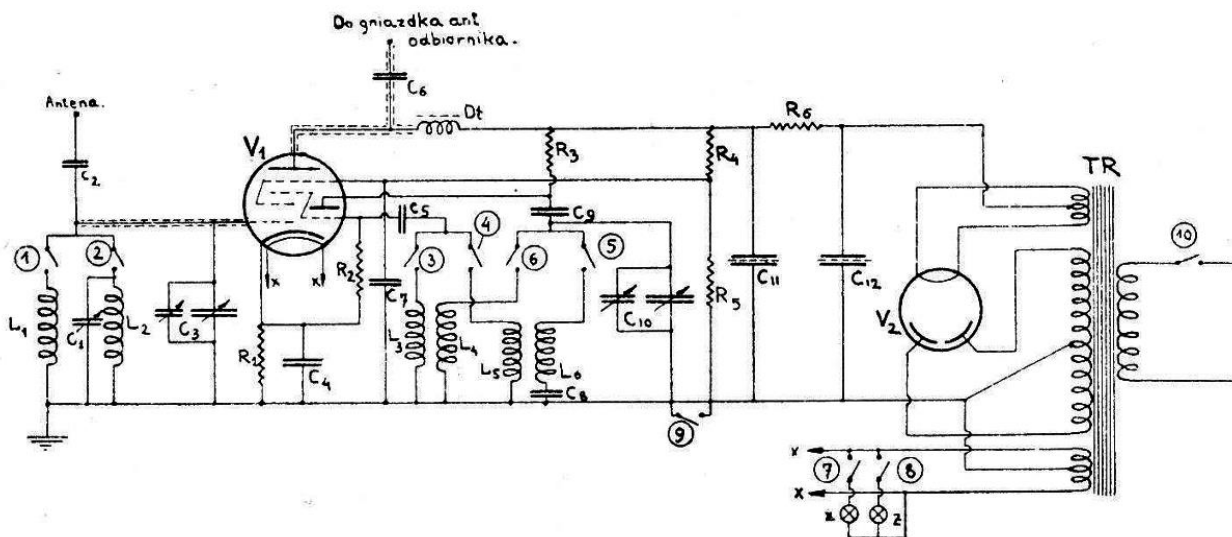
L3 – 5 zwojów przewodem 0,2 mm w podwójnej izolacji jedwabnej z odstępem międzyzwojowym 2 mm, między zwojami L4 na cylindrze trolitulowym o średnicy 25 mm;

L4 – 5 zwojów przewodem nieizolowanym z odstępem 2 mm, na cylindrze L3;

L5 – 11 zwojów przewodem 0,4 mm z odstępem międzyzwojowym 2 mm między zwojami L6 na cylindrze trolitulowym 25 mm;

L6 – 20 zwojów na cylindrze L5, 15 zwojów w rowkach co 2 mm przewodem miedzianym 1 mm i pozostałe 5 zwojów przewodem 0,4 mm w izolacji bawełnianej;

C1 – 50 cm na kalicie, C2, C6 – 50 pF mikowy, C3, C10 – agregat 2 x 500 cm na kalicie, C4 – 0,1  $\mu$ F/750 V, C5 – 100 pF mikowy, C7 – 0,1  $\mu$ F/1000 V, C8 – 1500 pF mikowy, C8 – 1000 pF mikowy, C11, C12 – po 8  $\mu$ F/480 V; R1 – 250  $\Omega$ /0,5 W, R2 – 20 k $\Omega$ , 1,5 W, R3 – 30 k $\Omega$ /1,5 W, R4 – 50 k $\Omega$ /1,5 W, R5 – 25 k $\Omega$ /1,5 W, R6 – 5 k $\Omega$ /1,5 W; D1 – dławik średniofalowy.



Rys. 2.

Rys. 2.27.1. Konwerter krótkofalowy

**Przełącznik :**

Zakres :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
~ 14 ÷ 39 m	■		■			■	■		■	■
~ 38 ÷ 95 m		■		■	■			■	■	■
Wylączone										

Rys. 2.27.2. Przełącznik zakresów

<sup>26</sup> Tworzywo sztuczne otrzymywane z polistyrolu i stosowane głównie w elektronice.

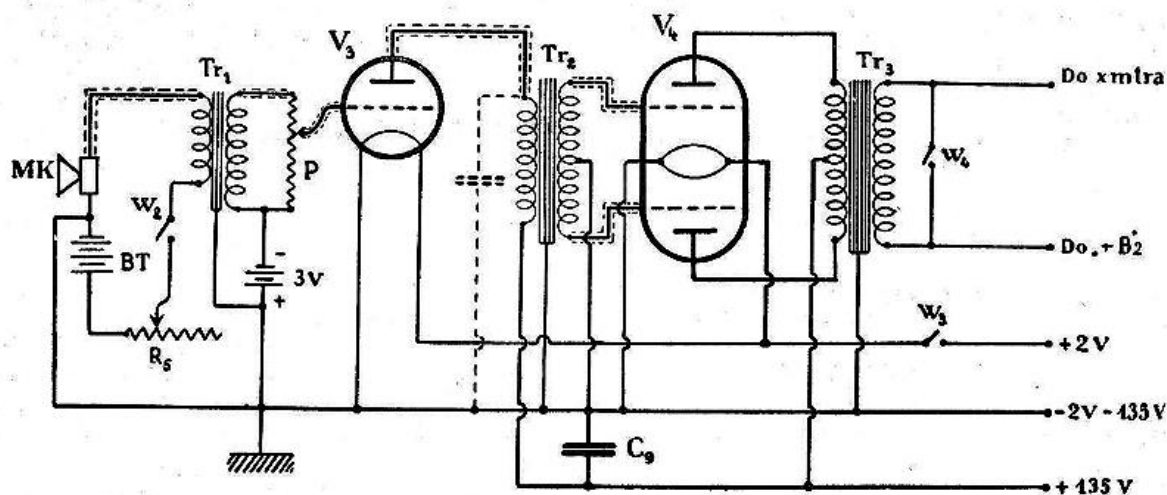


**Spis części (do rys. 1):**

- V<sub>1</sub> — KC3
- V<sub>2</sub> — KDD1
- X — kryształ kwarcu
- R<sub>1</sub> — 20.000 Ω ½ W
- R<sub>2</sub> — 20.000 Ω 6W z klamerką
- R<sub>3</sub> — 3.000 Ω 1½ W
- R<sub>4</sub> — 3.000 Ω 1½ W
- C<sub>1</sub> — 150 cm
- C<sub>2</sub> — 5.000 pF bezindukcyjny
- C<sub>3</sub> — 150 pF mikowy
- C<sub>4</sub> — 150 pF mikowy
- C<sub>5</sub> — 20 cm (neutrodon)
- C<sub>6</sub> — 20 cm (neutrodon)
- C<sub>7</sub> — 100 cm, o ile możliwości z podwójnymi odstępami
- C<sub>8</sub> — 2.000 pF mikowy
- DŁ — dławiki uniwersalne krótkofalowe, np. Ø 20 mm, 4 sekcje w odstępach 8 mm od siebie, 80 + 40 + 20 + 10 zw., drut 0,2 mm w jedwabiu
- A — amperomierz do 0,5 lub 0,25 A (za-

- leżnie od mocy projektowanej i od typu anteny)
- M — miliamperomierz do 50 mA
- W — przełącznik płaski typu 4 × 4
- W<sub>1</sub> — wyłącznik spinający klucz przy fonii, sprzężony z W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> i W<sub>4</sub> z rys. 2; przy nadajniku wyłącznie telegraficznym niepotrzebny
- W<sub>5</sub> — wyłącznik żarzenia
- L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> — cewki wymienne, zob. tabela w tekście
- L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> — cewki antenowe: po 4 zw. drutem gołym Ø 1,5 mm, nawinięte bez korpusu (usztywnienie trzema listewkami z dobrego materiału izolacyjnego; pożądanym trolitul), średnica cewki o 5 mm większa od średnicy L<sub>2</sub>; odstępy zwojów po 2,5 mm (osię zwojów co 4 mm); umocowanie L<sub>3</sub> i L<sub>4</sub> takie, by umożliwić zmianę stopnia sprzężenia z L<sub>2</sub>.

Fot. 2.28.2. Spis elementów



Rys. 2.

Rys. 2.28.3. Schemat modulatora

**Spis części (do rys. 2):**

- V<sub>3</sub> — KC3
- V<sub>4</sub> — KDD1
- TR<sub>1</sub> — transformator mikrofonowy, przystosowany do typu mikrofonu
- TR<sub>2</sub> — transformator wejściowy kl. B, z KC3 na KDD1 (np. „Polton” typ B1N)
- TR<sub>3</sub> — transformator modulatoryjny z lampy KDD1 w kl. B na opory pracy np. 7000, 6000, 4500 i 3500 Ω (pożądane przynajmniej 3 zaczepty w każdym razie); uzwojenie wtórne obciążalne składową stałą; może

- też być transformator modulatoryjny uniwersalny, małej mocy
- MK — mikrofon węglowy
- BT — bateria mikrofonowa
- R<sub>5</sub> — opornik rzędu kilkudziesięciu Ω (zależnie od typu mikrofonu)
- P — 200.000 Ω
- C<sub>9</sub> — 2 μF 750 V
- W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub> — wyłączniki sprzężone ze sobą i z W<sub>1</sub> (rys. 1), stanowiące łącznik przełącznik fonia-grafia

Fot. 2.28.4. Spis elementów

## 2.29. Widmowy częstotłomierz kwarcowy

Opracowany przez prof. dra Janusza Groszkowskiego widmowy częstotłomierz kwarcowy został zaprezentowany we *Wiadomościach i pracach Instytutu Radjotechnicznego w Warszawie* w numerze 6 w tomie II z listopada 1930 r. W związku z wyznaczeniem na konferencji w Hadze nowych granic pasm amatorskich i sformułowaniem wymogu pomiaru przez nich częstotłowości pracy z dokładnością 0,5% (w związku z rosnącą zajętością pasm nie tylko amatorskich ale i sąsiadujących) prof. Groszkowski opracował model częstotłomierza, a właściwie generatora częstotłowości wzorcowych zapewniający wymaganą dokładność pomiaru. Zasada pracy polegała na zmieszaniu sygnału z generatora kwarcowego pracującego w pobliżu pasma 80 m z przestrajonym sygnałem o częstotłowości od kilkudziesięciu do kilkuset kHz. Uzyskiwany w ten sposób sygnał o dokładniejszej i stabilniejszej częstotłowości niż w przypadku generatorów samowzbudnych pracujących na częstotłowości wyjściowej przy zastosowaniu pojedynczego kwarcu, co dla kieszeni krótkofalowców nie było bez znaczenia. Wartości bezwzględne odchyłek i niestabilności generatora samowzbudnego pracującego na niższych częstotłowościach były na tyle nieduże, że zapewniały wymaganą dokładność pomiaru, a właściwie uzyskiwano dokładność lepszą niż 0,1%. Dla wyższych pasm amatorskich do pomiaru wykorzystywano harmoniczne sygnału wyjściowego. Falomierz mógł służyć jako wzorzec do cechowania mniej dokładnych mierników amatorskich.

W opisie przeanalizowano nie tylko wielkości błędów, ale też i źródła ich powstawania. W przytoczonym przykładzie liczbowym założono kwarc o częstotłowości 3470 kHz i generator przestrajany w zakresie 130 – 520 kHz. Ponieważ w wyniku mieszania otrzymywano sygnały o częstotłowości sumy i różnicy obu z nich użytkownik musiał zwrócić uwagę na korzystanie z właściwego z nich.

Ilu krótkofalowców zapoznało się z tym konceptem i zastosowało go w praktyce trudno dzisiaj ocenić ale nie można wykluczyć jego stosowania.

## Literatura i adresy internetowe

Roczniki 1929 – 1939 *Krótkofalowca Polskiego (KP)*, 1923 – 1938 *Przeglądu Radjotechnicznego*, 1934 – 1935 *Nowego Radjoamatora (NRA)*, 1953 – 1970 *Radioamatora (RA)* (od 1961 r. *Radioamatora i Krótkofalowca polskiego – RiK*), 1996 – 2025 *Świata Radio* oraz numery czasopism wymienione w tekście.

- [1] Wilhelm Rotkiewicz „Technika odbioru radiowego”
- [2] „Radioelektronicy”, dysk CD Świata Radio, opracowanie dostępne w Internecie
- [3] „Historia krótkofalarstwa polskiego”, Zbigniew Rybka, Ireneusz Wyporski, Jan Ziembicki, Warszawa 1970, Agencja Wydawnicza „Ruch”
- [4] Lwowski Klub Krótkofalowców, Zarys dziejów, Tomasz Ciepiewski SP5CCC i Georgij Czlianc UY5XE, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008, ISBN 978-83-206-1690-3
- [5] „Poradnik radioamatora”, praca zbiorowa, WKŁ, Warszawa 1977
- [6] „Miniodbiorniki tranzystorowe”, Sławomir Wolszczak, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1969
- [7] „Jak czytać schematy radiowe”, Czesław Klimczewski, Warszawa 1956
- [8] „Poradnik inżyniera radioelektryka”, WNT, Warszawa 1969
- [10] „Układy tranzystorowe dla radioamatorów”, A. Židan, B. Milobar, WKŁ, Warszawa 1978
- [11] „Konstrukcje krótkofalarskie dla zaawansowanych”, Andrzej Janeczek SP5AHT
- [12] „Konstrukcje krotkofalarskie dla początkujących”, Andrzej Janeczek, SP5AHT



**W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” dotychczas ukazały się:**

- Nr 1 – „Poradnik D-STAR”, wydanie 1 (2011), 2 (2015), 3 (2019) i 4 (2021)
- Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS” (2011)
- Nr 3 – „Technika słabych sygnałów” Tom 1 (2011)
- Nr 4 – „Technika słabych sygnałów” Tom 2 (2011)
- Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 1 (2011)
- Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 2 (2011)
- Nr 7 – „Packet radio” (2011)
- Nr 8 – „APRS i D-PRS” (2012)
- Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 1, wydanie 1 (2012)
- Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 2, wydanie 1 (2012)
- Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski” Tom 1 (2012)
- Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 1 (2012)
- Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 2 (2012)
- Nr 14 – „Amatorska radioastronomia” (2012)
- Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR” (2013)
- Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia”, wydanie 1 (2013) i 2 (2017)
- Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy” (2013)
- Nr 18 – „Łączności na falach długich” (2013)
- Nr 19 – „Poradnik Echolinku” (2013)
- Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 1 (2013)
- Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 2 (2013)
- Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie” (2013)
- Nr 23 – „Technika słabych sygnałów” Tom 3, wydanie 1 (2014), 2 (2016) i 3 (2017)
- Nr 24 – „Raspberry Pi w krótkofalarstwie” (2014)
- Nr 25 – „Najpopularniejsze pasma mikrofalowe”, wydanie 1 (2015) i 2 (2019)
- Nr 26 – „Poradnik DMR” wydanie 1 (2015), 2 (2016) i 3 (2019), nr 326 – wydanie skrócone (2016)
- Nr 27 – „Poradnik Hamnetu” wydanie 1 (2015) i 2 (2021)
- Nr 28 – „Budujemy Ilera” Tom 1 (2015)
- Nr 29 – „Budujemy Ilera” Tom 2 (2015)
- Nr 30 – „Konstrukcje D-Starowe” (2015)
- Nr 31 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 3 (2016)
- Nr 32 – „Anteny łatwe do ukrycia” (2016)
- Nr 33 – „Amatorska telemetria”, wydanie 1 (2017) i 2 (2022)
- Nr 34 – „Poradnik systemu C4FM”, wydanie 1 (2017), 2 (2019) i 3 (2021)
- Nr 35 – „Licencja i co dalej” Tom 1 (2017)
- Nr 36 – „Cyfrowa Obróbka Sygnałów” (2018)
- Nr 37 – „Telewizja amatorska” (2018)
- Nr 38 – „Technika słabych sygnałów” Tom 4, wydanie 1 (2018), 2 (2020) i 3 (2022)
- Nr 39 – „Łączności świetlne” (2018)
- Nr 40 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 4 (2018)
- Nr 41 – „Licencja i co dalej” Tom 2 (2018)
- Nr 42 – „Miernictwo” Tom 1 (2019)
- Nr 43 – „Miernictwo” Tom 2 (2019)
- Nr 44 – „Miernictwo” Tom 3 (2019)
- Nr 45 – „Testy sprzętu” Tom 1 (2019)
- Nr 46 – „Testy sprzętu” Tom 2 (2019)
- Nr 47 – „Licencja i co dalej” Tom 3 (2019)
- Nr 48 – „Jonosfera i propagacja fal” (2020)
- Nr 49 – „Anteny krótkofalowe” Tom 1, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 50 – „Anteny ultrakrótkofalowe” Tom 1, wydanie 1 (2020) i 2 (2022)
- Nr 51 – „Anteny krótkofalowe” Tom 2, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 52 – „Anteny ultrakrótkofalowe” Tom 2, wydanie 1 (2020) i 2 (2023)
- Nr 53 – „Anteny mikrofalowe” (2020)

- Nr 54 – „Proste odbiorniki amatorskie” Tom 1 (2020)  
Nr 55 – „Proste odbiorniki amatorskie” Tom 2 (2020)  
Nr 56 – „Proste nadajniki amatorskie” Tom 1 (2021)  
Nr 57 – „Proste nadajniki amatorskie” Tom 2 (2021)  
Nr 58 – „Mini- i mikrokomputery w krótkofalarstwie” Tom 1 (2021)  
Nr 59 – „Mini- i mikrokomputery w krótkofalarstwie” Tom 2 (2021)  
Nr 60 – „DX-y w C4FM” (2021)  
Nr 261 – „Poradnik DMR” Tom 1, z nru 26, wydanie 1 (2021)  
Nr 262 – „Poradnik DMR” Tom 2, z nru 26, wydanie 1 (2021)  
Nr 63 – „Testy sprzętu” Tom 3 (2021)  
Nr 64 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich”, z numerów 9 i 10, wydanie 2 (2022)  
Nr 65 – „Testy sprzętu” Tom 4 (2022)  
Nr 66 – „Mieszanka firmowa” Tom 1 (2023)  
Nr 67 – „Mieszanka firmowa” Tom 2 (2023)  
Nr 68 – „System LoRa”, wydanie 1 (2023), 2 (2024), 3 (2025), 4 (2026)  
Nr 69 – „Poradnik cyfrowego głosu” (2024)  
Nr 70 – „Konstrukcje antenowe” Tom 1, wydanie 1 (2024), 2 (2025), 3 (2026)  
Nr 71 – „Mieszanka firmowa” Tom 3 (2024)  
Nr 72 – „Testy sprzętu” Tom 5 (2024)  
Nr 73 – „Poradnik DMR” Tom 3 (2024)  
Nr 74 – „Mieszanka firmowa” Tom 4 (2025)  
Nr 75 – „Instrukcja obsługi FTDX10 (2025)  
Nr 76 – „Testy sprzętu” Tom 6 (2025)  
Nr 77 – „Historyczna technika krótkofalowców” Tom 1 (2025)  
Nr 78 – „Mieszanka firmowa” Tom 5 (2025)  
Nr 79 – „Historyczna technika krótkofalowców” Tom 2 (2026)  
Nr 80 – „Historyczna technika krótkofalowców” Tom 3 (2026)
- Nr 356 – „Słownik historycznych terminów z elektroniki i radiotechniki” (2020)

**W serii „Biblioteka historii techniki” dotychczas ukazały się:**

- Nr H1 – „Praprzemysł na ziemiach polskich”, Tom 1, wyd. 1 (2024)  
Nr H2 – „Witelon”, wyd. 1 (2024)  
Nr H3 – „Praprzemysł na ziemiach polskich”, Tom 2, wyd. 1 (2025)





