MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
BIBLIOTEKA NAUKOWA
Nr

PRACE INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

NR 91

50 LAT
W SŁUŻBIE POLSKIEJ TELEKOMUNIKACJI
1934 – PIT – 1939 – 1951 – IŁ – 1984

WARSZAWA 1984
WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
BIBLIOTEKA NAUKOWA
Nr .....

SPIS TREŚCI

1. 50 lat w służbie polskiej telekomunikacji 1934 — PIT — 1951 — IŁ — 1984 3
2. Prof. dr inż. Andrzej Zieliński — 50 lat działalności instytutów naukowo-badawczych w resorcie łączności 9
3. Prace badawcze 1934—1984 (opracowanie zbiorowe) 21

СОДЕРЖАНИЕ

1. 50 лет в службе польской электросвязи 1934 г. — ПИТ — 1951 г. — — ИЛ — 1984 г. 3
2. Проф. д.т.н. инж. Аидрей Зелински — 50 лет в деятельности научно-исследовательских институтов ведомства связи 9
3. Научно-исследовательские работы 1934—1984 (коллектив авторов) . . . 21

CONTENTS

1. 50 years in service of Polish telecommunications 1934 — PIT — 1951 — — IŁ — 1984 3
2. Professor Andrzej Zieliński Dr. Sc. Eng. — 50 years of activities of research institutes in PTT 9
3. Research 1934 — 1984 (collective paper) 21

TABLEAU DE MATIÈRES

1. Cinquant ans au service de la télécommunication polonaise 1934 — L'Institut National des Télécommunications — 1951 — L'Institut des Télécommunications — 1984 3
2. Professeur docteur ingénieur Andrzej Zieliński — 50 ans de l'activité des instituts d'études et de recherches scientifiques assujettis au Ministère des Télécommunications 9
3. Recherches scientifiques 1934—1984 (rédaction collective) 21

INHALTVERZEICHNIS

1. 50 Jahre im Dienste des polnischen Fernmeldewesens 1934 — PIT — 1951 — IŁ — 1984 3
2. Prof. dr ing. Andrzej Zieliński — 50 Jahre der Tatigkeit der Forschungsinstitute in Fernmelderessorte (in PTT) 9
3. Forschungsarbeiten 1934 — 1984 (Sammelbearbeitung) 21

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRACE INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

NR 91

WARSZAWA 1984

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

Komitet Redakcyjny
Redaktor Naczelny — prof. mgr inż. Lesław Kędzierski

Redaktorzy działów:
doc. mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko,
doc. dr inż. Krystyn Plewko (Z-ca Redaktora Naczelnego)

Adres Redakcji:
Instytut Łączności, 04-894 Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

© Copyright by Instytut Łączności, Warszawa 1984

ISSN 0020-451X

Opracowano w Dziale Wydawniczym Instytutu Łączności
Wydawnictwo nieperiodyczne

50 lat

w służbie polskiej telekomunikacji

1934 — PIT — 1951 — IŁ — 1984

W lutym 1984 roku minęło pięćdziesiąt lat działalności instytutów naukowo-badawczych w resorcie łączności. W roku 1934 utworzono Państwowy Instytut Telekomunikacyjny, który w 1951 roku został przekształcony w działający do dzisiaj Instytut Łączności.

Niniejszy numer „Prac Instytutu Łączności" wydano z okazji tego jubileuszu.

W pierwszej części numeru dyrektor Instytutu Łączności prof. dr inż. Andrzej Zieliński przedstawił historię powstania Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego oraz jego przekształcenie w Instytut Łączności, a także rozwój i zasadniczy dorobek obu instytutów w okresie pięćdziesięciu lat ich istnienia. Nakreślił również główną tematykę prac Instytutu Łączności w najbliższej i nieco dalszej przyszłości.

Druga część — zbiorowa — stanowi zwięzły przegląd wyników prac badawczych, konstrukcyjnych i wdrożeniowych, w okresie minionego półwiecza, prowadzonych tak w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym jak i w Instytucie Łączności.

REDAKCJA

50 лет

в службе польской электросвязи

1934 г. — ПИТ — 1951 г. — ИЛ — 1984 г.

В феврале 1984 г. отмечен юбилей пятидесятилетия деятельности научно-исследовательских институтов ведомства связи ПНР. В 1934 г. был организован Государственный институт связи (Państwowy Instytut Telekomunikacyjny — PIT), который в 1951 г. был переорганизован в работающий до настоящего времени Институт связи (Instytut Łączności — IŁ).

Настоящий номер „Работы института связи" (Prace Instytutu Łączności) издается по случаю этого юбилея.

В первой части номера — директор Института связи проф. д.т.н. инж. Андрей Зелински представил историю создания Государственного института связи (PIT) и его переорганизации в Институт связи (IŁ), а также развитие и основные достижения обоих институтов в период пятидесятилетия их существования. Представил также главную тематику работ Института связи, которые будут проводится в ближайшее время и несколько дальнейшем будущим.

Вторая часть — коллективная содержит представление в сжатом виде результатов исследовательских и конструкционных работ проведенных в истекшее пятидесятилетие в Государственном институте связи (PIT) и в Институте связи (IŁ).

РЕДАКЦИЯ

50 Years

in the Service of the Polish Telecommunication

1934 — PIT — 1951 — IŁ — 1984

In february, 1984 was celebrated the 50-th anniversary of the activities of research institutes subordinated to the Ministry of Post and Telecommunications. In 1934 was established the State Institute of Telecommunications (Państwowy Instytut Telekomunikacyjny — PIT), and next in 1951, it was transformed into, existing till now the Institute of Telecommunications (Instytut Łączności — IŁ).

This issue of the Journal of the Institute of Telecommunications (Prace Instytutu Łączności) is just devoted to this anniversary.

In the first part of the issue professor Andrzej Zieliński, the director of the Institute describes the history of establishing of the State Institute of Telecommunication, and its transformation into the Institute of Telecommunications. In this part, the development and the basic achievements of both Institutes during the 50 years of their existence, as well as main topics of works of the Institute of Telecommunications for the nearest and further future, are also presented.

The second, collective part of the issue, contains a short review of the results of research and the development undertaken during past half-century in both the State Institute of Telecommunications and the Institute (PIT) of Telecommunications (IŁ).

EDITORIAL BOARD

Cinquante ans

au service de la télécommunication polonaise

1934 — PIT — 1951 — IŁ — 1984

En février 1984 on a célébré le cinquantième anniversaire de l'activité des instituts de recherches assujettis au Ministère des Télécommunications.

L'Institut National des Télécommunications (Państwowy Instytut Telekomunikacyjny — PIT) a été fondé en 1934 et ensuite, en 1951, il a été transformé en L'Institut des Telecommunications (Instytut Łączności — IŁ), existant jusqu'à présent.

Le présent numéro de „Travaux de l'Institut des Télécommunications" (Prace Instytutu Łączności) a été publié à l'occasion de cet anniversaire.

Dans la première partie de cette publication le directeur en chef de l'IŁ, professeur dr Andrzej Zieliński a présenté l'histoire de la fondation de PIT et sa transformation en IŁ. Il a aussi décrit le developpement des deux Instituts et la réalisation de leurs travaux pendant cinquante ans de leur éxistance. Il a présenté egalement les tâches principales de l'IŁ à l'avenir.

La deuxième partie de „Travaux" — élaborée par de nombreaux auteurs — est une courte revue des résultats des recherches et des constructions dans le domaine de télécommunications, obtenus au cours du dernier demi — siècle part l'Institut National des Telecommunication (PIT) et par l'Institut des Télécommunications (IŁ).

RÉDACTION

50 Jahre

im Dienste des polnischen Fernmeldewesens

1934 — PIT — 1951 — IŁ — 1984

Im Februar 1984 vergingen 50 Jahre der Tätigkeit der Forschungsinstitute auf dem Fernmeldegebiet. Im Jahre 1934 wurde des Staatliche Institut für fernmeldewesen (Państwowy Instytut Telekomunikacyjny PIT) gegründet, das im Jahre 1951 in das bis heute wirkende Institut für Fernmeldewesen (Instytut Łączności — IŁ) umgebildet wurde.

Das Heft der „Arbeiten des Institutes für Fernmeldewesen" (Prace Instytutu Łączności) wurde bei dieser Gelegenheit herausgegeben.

In dem ersten Teil des Heftes stellt der Direktor des Institutes für Fernmeldewesen Prof. dr. ing. Andrzej Zieliński die Geschichte der Entstehung des Staatlichen Institutes für Fernmeldewesen und seine Umbildung in das Institut für Fernmeldewesen, wie auch die Entwicklung und grundsätzliche Errungenschaften der beiden Institute während deren 50-Jährigen Bestehens dar. Er schildert auch die Grundthematik der Arbeiten des Institutes für Fernmeldewesen in nächster und etwas späterer Zukunft.

Der zweite Sammelteil bildet einen kurzgefassten Überblick der Resultate der in beiden Instituten während des vorgangenen halben Jahrhunderts geführten Forschungs-, Konstruktions- und Einleitungsarbeiten.

REDAKTION

Prof. dr inż. *Andrzej Zieliński*

50 LAT DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTÓW NAUKOWO-BADAWCZYCH W RESORCIE ŁĄCZNOŚCI

Tradycje badań naukowych w dziedzinię telekomunikacji w Polsce sięgają roku 1919, kiedy to Szef Wojsk Łączności powołał Wojskowe Laboratorium Telegraficzne, zlokalizowane na Politechnice Warszawskiej. W pierwszych latach po odzyskaniu w 1918 roku niepodległości, prace badawcze dotyczące telekomunikacji były prowadzone głównie przez laboratoria wojskowe, przede wszystkim przez Zakład Badań Sprzętu Łączności, włączony w 1928 roku do Instytutu Badań Inżynierii, w którym zorganizowano Laboratorium Radiotechniczne pod kierunkiem prof. Janusza Groszkowskiego.

Potrzeby cywilne spowodowały utworzenie w 1926 r. pierwszej komórki badawczej w resorcie łączności (wówczas — resorcie poczt i telegrafów), a mianowicie: Laboratorium Teletechnicznego Ministerstwa Poczt i Telegrafów. W maju 1929 r. nastąpiło uroczyste otwarcie, powstałego z inicjatywy społecznej, Instytutu Radiotechnicznego w Warszawie, którego dyrektorem został prof. Janusz Groszkowski, a jego zastępcą prof. Dymitr Sokolcow. Instytut ten miał w swym dorobku opracowanie i wykonanie przyrządów pomiarowych, wiele ekspertyz oraz publikacji krajowych i zagranicznych. Jednym z najbardziej cennych jego osiągnięć było opracowanie metod pomiarowych i aparatury do określania częstotliwości wzorcowych, co umożliwiło udział Instytutu Radiotechnicznego — jako jednej z pięciu placówek europejskich — w międzynarodowych pomiarach wzorców częstotliwości zorganizowanych na zlecenie Międzynarodowej Naukowej Unii Radiowej (URSI).

W 1933 roku Sejm podjął uchwały o rozbudowie dalekosiężnej sieci kablowej, o automatyzacji łączności telefonicznej i o rozwoju radiofonii. Te zamierzenia oraz obserwowany szybki rozwój telekomunikacji na świecie, wykazały konieczność stworzenia nowego, silnego ośrodka badawczego, który stanowiłby zaplecze naukowe rozwoju telekomunikacji w Polsce, a więc skupiałby w jednej instytucji problematykę badań o randze ogólnokrajowej, zarówno z telekomunikacji przewodowej jak i bezprzewodowej.

Takim ośrodkiem stał się Państwowy Instytut Telekomunikacyjny (PIT) powołany do życia Rozporządzeniem Ministra Poczt i Telegrafów z dnia 20 lutego 1934 r. Instytut ten powstał w wyniku połączenia działających dotychczas Laboratorium Teletechnicznego i Instytutu Radio-

technicznego. Podlegał on bezpośrednio Ministrowi Poczt i Telegrafów, a wydatki związane z jego utrzymaniem pokrywane były w zasadzie przez Państwowe Przedsiębiorstwo Polska Poczta, Telegraf i Telefon. Dyrektorem Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego został dotychczasowy dyrektor Instytutu Radiotechnicznego prof. Janusz Groszkowski. Instytut mieścił się w Warszawie przy ul. Ratuszowej 11. Do statutowych zadań PIT należało prowadzenie prac z dziedziny telekomunikacji oraz współpraca nad zagadnieniami zmierzającymi do rozwoju produkcji krajowej w dziedzinie przemysłu telekomunikacyjnego z uwzględnieniem potrzeb obrony państwa, a w szczególności: opracowywanie modeli oraz unifikowanie urządzeń telekomunikacyjnych, jak również ustalanie norm i sposobów ich zastosowania, śledzenie i badanie wynalazków oraz ulepszeń i ich opiniowanie z punktu widzenia zastosowań i eksploatacji, nadzór fachowo-techniczny nad urządzeniami telekomunikacyjnymi państwowymi lub kontrolowanymi przez państwo, współpraca z przemysłem elektrotechnicznym i telekomunikacyjnym, prowadzenie badań z dziedziny telekomunikacji, przygotowywanie materiałów na międzynarodowe kongresy i zjazdy oraz branie w nich udziału, ogłaszanie wyników prac i badań Instytutu, wydawanie publikacji naukowych i podręczników z dziedziny telekomunikacji, jak również kompletowanie zbiorów z tych dziedzin.

Do wykonania powyższych zadań utworzono w PIT wydziały:

— Wydział Teletechniki, prowadzony przez inż. Konstantego Dobrskiego, obejmujący działy: aparatów telefonicznych, kontroli przewodów międzymiastowych, telefonii wielokrotnej, telegrafii, wzmacniaków, automatów telefonicznych, pomiarów bieżących, sprzętu pomocniczego, normalizacji, konstrukcyjny, a także utworzone później działy: kablowy i sieci międzymiastowych;
— Wydział Radiotechniki, kierowany bezpośrednio przez dyrektora Instytutu prof. J. Groszkowskiego, obejmujący działy: kontroli nadawań, lamp elektronowych, materiałów piezoelektrycznych i magnetycznych, probierczy oraz utworzony w 1935 roku dział telewizji;
— utworzony w 1938 roku Wydział Wojskowy, kierowany przez majora I. Harskiego.

Rozwój Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego był bardzo szybki. W 1934 roku Instytut zatrudniał ok. 90 pracowników, w tym ok. 65 osób personelu inżynieryjno-technicznego, natomiast w 1939 roku w PIT pracowało 350 osób, w tym ok. 200 osób personelu inżynieryjno-technicznego.

W wyniku, w wielu przypadkach, pionierskiej działalności PIT w latach 1934—1939 rozwiązano szereg zagadnień telekomunikacji o dużym znaczeniu praktycznym i naukowym. Należy tu wymienić opracowanie

urządzeń telefonii nośnej jedno- i trzykrotnej, urządzeń telefonii nośnej na liniach wysokiego napięcia, urządzeń telegrafii 12-krotnej, półautomatycznych i automatycznych wiejskich central telefonicznych, opracowanie i wykonanie pierwszej w kraju, a jednej z niewielu wówczas w Europie linii radiowej Gdynia-Jurata z zastosowaniem magnetronów własnej konstrukcji, opracowanie generatorów wzbudzających o dużej stałości częstotliwości dla krajowych nadawczych stacji radiofonicznych z oscylatorami kwarcowymi wykonanymi również w Instytucie, opracowanie wzorca częstotliwości wysokiej jakości, opracowanie nadawczo-odbiorczych urządzeń telewizyjnych i wyposażenie w nie pierwszej doświadczalnej stacji telewizyjnej w Warszawie. Państwowy Instytut Telekomunikacyjny prowadził też systematyczną kontrolę częstotliwości polskich radiostacji nadawczych, a użytkownicy sprzętu telekomunikacyjnego w znacznym stopniu korzystali z ekspertyz i konsultacji PIT. Wyniki prac badawczych były publikowane w czasopismach krajowych i zagranicznych, stanowiąc w wielu przypadkach cenny wkład do światowego rozwoju telekomunikacji i radiotechniki. PIT wydawał własne czasopismo „Wiadomości i Prace Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego".

Działalność Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego została przerwana w pierwszych dniach września 1939 roku. Wielu spośród pracowników PIT oddało swe umiejętności i doświadczenie podziemnej walce z okupantem. Znaczna część pracowników PIT znalazła się poza granicami kraju, gdzie brała czynny udział w pracach konstrukcyjnych i produkcyjnych, służących walce z hitleryzmem. Można tu wymienić udział w konstrukcji urządzeń radarowych, autorstwo wykrywacza min dla armii angielskiej, prace nad fotorezystorami na podczerwień, a w kraju — akcję rozszyfrowywania konstrukcji i wyposażenia elektronicznego pocisków rakietowych V2. Oprócz tego, wiele uwagi poświęcono szkoleniu specjalistów, nawet w obozach jenieckich. W najcięższych latach okupacji przygotowywano plany i materiały do serii książek, która ukazała się wkrótce po wojnie pod nazwą „Biblioteka Wiedzy Telekomunikacyjnej".

Państwowy Instytut Telekomunikacyjny wznowił swoją działalność jesienią 1944 roku, bezpośrednio po wyzwoleniu prawobrzeżnej Warszawy, zajmując się początkowo głównie odbudową własnego wyposażenia, zdemontowanego i wywiezionego przez Niemców. Na czele Instytutu stanął od września 1944 r. doc. dr Wiesław Fijałkowski, a od maja 1945 r. ponownie — prof. Janusz Groszkowski. W końcu 1945 roku w PIT pracowały już 204 osoby, w tym kadra naukowa i techniczna liczyła 74 osoby, a personel warsztatowy — 79 osób. W 1950 roku zatrudnienie w Instytucie przekroczyło 500 osób, zgrupowanych w działach badawczych i technicznych obejmujących niemal wszystkie specjalności telekomunikacyjne. Organizacyjnie PIT podlegał Ministrowi Poczt i Telegrafów. Tematyka

prac PIT w latach 1945—1951 była w zasadzie kontynuacją, z pewnym rozszerzeniem, działalności przedwojennej, w zakresie telekomunikacji przewodowej, radiokomunikacji, budowy przyrządów pomiarowych, elementów układów telekomunikacyjnych oraz elektroniki ogólnej. Przystąpiono do szkolenia nowych kadr technicznych przez uruchomienie w PIT: liceum telekomunikacyjnego, kursów monterskich i kursów dla radiotelegrafistów. Zorganizowano także wykłady i laboratoria dla trzeciego i czwartego roku studiów Oddziału Telekomunikacji Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej, a w następnych latach zorganizowano kurs inżynierski dla pracowników telekomunikacji. W 1949 r. powstał Oddział PIT w Gdańsku, a w 1950 r. założono Oddział PIT we Wrocławiu. Do ważniejszych osiągnięć PIT w latach 1944—1951 należy zaliczyć: opanowanie naukowych i technologicznych problemów lamp elektronowych, mikrofalowych i oscyloskopowych, zorganizowanie produkcji oscylatorów piezoelektrycznych, opracowanie urządzeń studyjnych i nadawczych doświadczalnej stacji telewizyjnej, uruchomienie ośrodka pomiarów częstotliwości polskich stacji nadawczych, natężeń pól sygnałów odbieranych i poziomu zakłóceń odbioru radiowego, opracowanie i wykonanie znacznej liczby przyrządów pomiarowych dla Ministerstwa Poczt i Telegrafów, dla przemysłu i dla wyposażenia własnych laboratoriów.

Zarządzeniem Ministra Poczt i Telegrafów z dnia 18 września 1951 r. oraz Ministra Przemysłu Ciężkiego z dnia 19 czerwca 1951 r. Państwowy Instytut Telekomunikacyjny został podzielony na dwa samodzielne ośrodki naukowo-badawcze: Instytut Łączności i Instytut Przemysłowy Telekomunikacji (który zarządzeniem Ministra Przemysłu Ciężkiego z dnia 4 września 1951 r. zmienił nazwę na Przemysłowy Instytut Telekomunikacyjny). Instytut Łączności został podporządkowany Ministrowi Poczt i Telegrafów, natomiast Przemysłowy Instytut Telekomunikacyjny — Ministrowi Przemysłu Ciężkiego. Głównym zadaniem Instytutu Łączności, jedynej w resorcie placówki naukowo-badawczej, stało się zgodnie z zarządzeniem o utworzeniu IŁ „prowadzenie w dziedzinie eksploatacji urządzeń radio- i teletransmisyjnych prac naukowo-badawczych, mających na celu racjonalne wykorzystanie istniejących urządzeń telekomunikacyjnych i stałe podnoszenie ich stanu technicznego oraz opracowanie koncepcji nowych sieci i urządzeń telekomunikacyjnych". Podział PIT spowodował, że pozostający w resorcie poczt i telegrafów Instytut Łączności stał się niewielką jednostką naukowo-badawczą, dysponującą skromną bazą lokalową i techniczną, zatrudniającą 94 pracowników, w tym 70 pracowników inżynieryjno-technicznych. Siedzibą Instytutu Łączności był nadal dawny gmach PIT przy ul. Ratuszowej 11. W instytucie działały zakłady naukowo-badawcze: teletransmisji przewodowej, techniki łączenia, radiokomunikacji, urządzeń zasilających i miernictwa, a od roku 1952 — tele-

wizji i kablowy. Pierwszym dyrektorem IŁ był w latach 1951—1953 mgr inż. Stefan Felman, a jego następcą był w latach 1953—1958 doc. Tadeusz Rzymkowski. W latach 1952—1956 nastąpił szybki rozwój organizacyjny Instytutu, w wyniku czego utworzono nowe zakłady, zajmujące się zagadnieniami elektroakustyki, rozgłaszania przewodowego, telegrafii, komunikacji mikrofalowej, propagacji fal, budownictwa łączności oraz techniki i organizacji poczty. W roku 1956 dotychczasowy Ośrodek Badawczo-Doświadczalny Urządzeń Nadawczych i Techniki Antenowej we Wrocławiu zostaje przekształcony w oddział Instytutu Łączności, zajmujący się głównie zagadnieniami anten nadawczych i zakłóceń radioelektrycznych. W tym okresie powstaje w IŁ Samodzielna Pracownia Elektroniki oraz Ośrodek Doświadczalny Półprzewodników, zajmujący się otrzymywaniem germanu i elementów półprzewodnikowych z germanu. Ośrodek ten, decyzją Komisji Partyjno-Rządowej do spraw reorganizacji instytutów naukowo-badawczych, został przekazany w 1958 roku resortowi przemysłu maszynowego, gdzie dał początek Zakładowi Produkcyjnemu Elementów Półprzewodnikowych. Bardzo duże znaczeie miało utworzenie w 1954 r. w IŁ zakładu doświadczalnego, którego celem było wykonywanie prac konstrukcyjno-warsztatowych oraz modeli i małych serii urządzeń. Komórka ta istnieje obecnie jako Oddział Konstrukcyjno-Warsztatowy. Ponieważ pomieszczenia przy ul. Ratuszowej stały się niewystarczające, w 1955 roku rozpoczęto budowę nowego obiektu w Miedzeszynie, do którego Instytut przeniósł się w 1958 roku, dzięki czemu stało się możliwe dalsze rozszerzenie zakresu prac i stanu osobowego IŁ. W latach 1958—1970 dyrektorem IŁ był prof. Zenon Szpigler. Głównymi wydarzeniami w rozwoju organizacyjnym IŁ w tym okresie były: powstanie w 1962 roku Oddziału IŁ w Gdańsku, zajmującego się zagadnieniami radiokomunikacji, telegrafii, teletransmisji przewodowej, telekomutacji i akustyki oraz powstanie nowych zakładów naukowo-badawczych zajmujących się zagadnieniami badań materiałów, elementów i urządzeń telekomunikacyjnych, sieci telekomunikacyjnych, transmisji i przetwarzania danych, ekonomiki łączności oraz normalizacji. W 1968 roku wydzielono z IŁ Zakład Techniki i Organizacji Pracy Poczty, który stał się zaczątkiem nowej, samodzielnej komórki naukowo-badawczej resortu łączności — Centralnego Ośrodka Organizacji i Mechanizacji Poczty (obecny Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Poczty).

W okresie pierwszych dwudziestu lat (1951—1971) działalności IŁ, stanowiącej kontynuację działalności Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego, zrealizowano wiele oryginalnych opracowań naukowo-badawczych i technicznych dotyczących systemów i urządzeń łączności. Instytut Łączności w szerokim zakresie współpracował z przemysłem przy wdrażaniu nowych urządzeń do produkcji, opracowując wymagania na

urządzenia i systemy telekomunikacyjne, modele urządzeń oraz metody pomiarowe do kontroli ich parametrów technicznych. W tym okresie Instytut Łączności miał wiele osiągnięć naukowo-badawczych dotyczących teletransmisji przewodowej, telekomunikacji, telewizji, radiofonii, miernictwa, urządzeń zasilających i innych dziedzin telekomunikacji oraz poczty. Pionierskimi pracami Instytutu Łączności były między innymi:

— wybudowanie doświadczalnej stacji telewizyjnej w IŁ i opracowanie nadajników telewizyjnych, co zapoczątkowało rozwój telewizji w Polsce;
— wybudowanie studia telewizji kolorowej w IŁ, co przyczyniło się do wdrożenia do eksploatacji telewizji kolorowej;
— opracowanie metod otrzymywania germanu z surowców krajowych, a następnie wyprodukowanie próbnych serii tranzystorów, diod ostrzowych i warstwowych oraz fotodiod, co zapoczątkowało produkcję elementów półprzewodnikowych w Polsce;
— opracowanie urządzeń służących do emisji transmisji stereofonicznych;
— utworzenie i prowadzenie eksploatacji krajowej częstotliwości wzorcowej;
— opracowanie pierwszego w Polsce cyfrowego systemu teletransmisyjnego.

O dorobku Instytutu Łączności w tym okresie świadczy otrzymanie przez jego pracowników w latach 1952—1970 sześciu nagród państwowych za: opracowanie nowego typu kabla telefonicznego o zmniejszonej pojemności skutecznej torów (prof. Zenon Szpigler i prof. Józef Wójcikiewicz), opracowanie i uruchomienie produkcji skrzyń wydłużających RC (prof. Józef Wójcikiewicz, inż. Edward Bobiński, inż. Jerzy Bralewski), działalność w stworzeniu podstaw telewizji w Polsce oraz opracowanie urządzeń telewizyjnych (zespół pod kier. prof. Lesława Kędzierskiego w składzie: prof. Tadeusz Bzowski, doc. Andrzej Kiełkiewicz, doc. dr Stanisław Ogulewicz, inż. Jerzy Jabłczyński, inż. Karol Mori), opracowanie sposobu i urządzenia wybierania abonentów przyłączonych do wspólnego łącza telefonicznego (mgr inż. Jerzy Dudek, mgr inż. Lucjan Rydz, mgr inż. Witold Świerczewski), tranzystoryzację teletransmisyjnych traktów liniowych (zespół pod kier. prof. Feliksa Błockiego w składzie: mgr inż. Zygmunt Rostkowski, mgr inż. Jerzy Miłek, inż. Feliks Godlewski, mgr inż. Mieczysław Kowalski, mgr inż Stefan Łysakowski, mgr inż. Anna Miłek oraz pracownik WZT TELKOM-TELETRA — mgr inż. Bogdan Czajka) oraz za opracowanie urządzeń telegrafii wielokrotnej TgF 24/48 (współpracujący z zespołem TELKOM-TELETRY dr inż. Ryszard Krajewski). Ponadto w latach 1966—1970 pracownicy IŁ uzyskali nagrody zespołowe Przewodniczącego Komitetu Nauki i Techniki za prace do-

tyczące zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, systemu telefonicznego o modulacji impulsowo-kodowej, urządzeń przeciwkorozyjnej ochrony katodowej oraz krzyżowych central telefonicznych.

Kolejny etap rozwoju Instytutu Łączności rozpoczął się w 1971 roku, gdy Instytutowi powierzono rolę koordynatora i jednego z głównych wykonawców prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie telekomunikacji, wyrażającą się realizacją i koordynacją problemu węzłowego dotyczącego rozwoju telekomunikacji, problemów resortowo-branżowych oraz uczestnictwa w realizacji problemów rządowych. Najważniejszymi wydarzeniami organizacyjnymi, jakie miały miejsce w IŁ w latach siedemdziesiątych były:

— utworzenie w 1971 roku w ramach IŁ Resortowego Ośrodka Elektronicznego Przetwarzania Danych (wyposażonego obecnie w maszynę cyfrową R32), dzięki czemu stało się możliwe wprowadzenie do badań Instytutu metod komputerowych,
— włączenie w 1972 roku do IŁ Zakładu Badań i Studiów Teletechniki, co nastąpiło w wyniku przekazania do resortu łączności przemysłu telekomunikacyjnego;
— utworzenie Oddziału IŁ w Pułtusku zajmującego się małoseryjną produkcją urządzeń telekomunikacyjnych;
— utworzenie w 1979 roku Samodzielnej Pracowni Telekomunikacji Optycznej.

Powyższe czynniki wpłynęły na znacznie silniejsze związanie się IŁ z zakładami przemysłowymi produkującymi urządzenia telekomunikacyjne, a także na bardzo duży rozwój produkcji własnej IŁ, co nastąpiło szczególnie po roku 1981, w związku z wprowadzeniem w IŁ zasad samofinansowania. Obecnie w IŁ pracuje około 1100 osób.

W latach 1970—1980 Instytutem Łączności kierował prof. Andrzej Zieliński. W okresie od 1 maja 1980 r. do 31 stycznia 1981 r. dyrektorem IŁ był prof. Edward Kowalczyk, następnie do 11 czerwca 1981 r. pełnił te obowiązki prof. Władysław Majewski, a dalej do 16 września 1981 r. — mgr inż. Jerzy Węcławek. Od 17 września 1981 r. powrócił na stanowisko Dyrektora Naczelnego IŁ prof. Andrzej Zieliński.

Do ważniejszych osiągnięć Instytutu Łączności w latach 1971—1983 można zaliczyć:

— opracowanie urządzeń traktów liniowych systemów telefonii nośnej TN-300 i TN-960 i wdrożenie ich do produkcji oraz znaczne zaawansowanie opracowania urządzeń systemu telefonii nośnej TN-2700 (wspólnie z Politechniką Warszawską i Państwowymi Zakładami Teletransmisyjnymi — TELKOM-PZT w Warszawie);
— opracowanie urządzeń systemów telefonii impulsowo-kodowej TCK-24, TCK-30/32, TCC-120 i wdrożenie ich do produkcji (wspólnie z zakła-

Rys. 1. Prof. dr inż. Janusz Groszkowski — pierwszy dyrektor PIT oraz prof. dr inż. Andrzej Zieliński — obecny dyrektor IŁ

dami TELKOM-TELETRA w Poznaniu), a także podjęcie opracowania systemu TCC-480;

— opracowanie urządzeń telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym systemu TgC-240 i urządzeń telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym kanałów TgF-24 i TgF-120 i wdrożenie ich do produkcji (wspólnie z TELKOM-TELETRA);

— opracowanie i wykonanie modelu użytkowego elektronicznej centrali telegraficzno-teleinformatycznej ze sterowaniem programowanym — ECTT;

— opracowanie, wykonanie i wdrożenie do eksploatacji rodziny systemów ABA, służących do automatycznych pomiarów telefonicznych łączy międzymiastowych i opracowanie urządzeń systemu ATME-2 służących do automatycznych badań łączy międzynarodowych;

— opracowanie i uruchomienie produkcji automatów pomiarowych telegraficznych łączy międzycentralowych typu TAP-M;

— opracowanie urządzenia radiotelefonicznego stacjonarnego łącza abonenckiego;

— opracowanie i przygotowanie do produkcji urządzenia systemu radiokomunikacji ruchomej w pasmie 160 MHz;

— opracowanie systemu bezprzewodowego poszukiwania osób, wykorzy-

stując do tego celu emisję sygnałów dodatkowych towarzyszących transmisji programu radiofonicznego FM;
— opracowanie i wyprodukowanie urządzenia do liczenia głosów w Sejmie PRL.

Ponadto opracowano i wdrożono do produkcji wiele typów urządzeń pomiarowych i urządzeń zasilających oraz urządzeń pomocniczych niezbędnych do prawidłowego działania i eksploatacji krajowych sieci telekomunikacyjnych.

W omawianym wyżej okresie pracownicy IŁ uzyskali wiele nagród za wyniki swych prac badawczo-rozwojowych. W roku 1974 zespół pod kier. prof. F. Błockiego w składzie. mgr inż. Zygmunt Rostkowski, mgr inż. Jerzy Miłek, mgr inż. Witold Busz, mgr inż. Lech Kosiarek, mgr inż. Andrzej Nowak, mgr inż. Józef Skorupowski oraz pracownicy WZT TELKOM-TELETRA — mgr inż. Bogdan Czajka, mgr inż. Mateusz Czygrinow, mgr inż. Czesława Ustasiak i mgr inż. Witold Wienskowski, otrzymał nagrodę państwową II stopnia za opracowanie i wdrożenie do produkcji nowego teletransmisyjnego systemu o modulacji impulsowo-kodowej. Otrzymano też liczne nagrody Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki i Ministra Łączności.

Przy Instytucie Łączności działa od 1954 roku Rada Naukowa, będąca ciałem opiniodawczym i doradczym w sprawach kierunków i metod działalności Instytutu. Rada Naukowa grupuje wybitnych naukowców i specjalistów z dziedziny telekomunikacji, a od początku jej istnienia aż do roku 1982 przewodniczył jej prof. Janusz Groszkowski. Od kwietnia 1982 roku przewodniczącym Rady Naukowej jest prof. Wojciech Oszywa. Od 1967 r. Rada Naukowa IŁ uzyskała prawo nadawania stopni doktorskich i w ramach tych uprawnień nadano 27 osobom stopnie doktorów nauk technicznych.

Instytut Łączności obok prac naukowo-badawczych prowadzi działalność wynikającą z jego roli centralnej jednostki zaplecza badawczego resortu łączności. Do takich prac należy, prowadzona przez Centralną Izbę Pomiarów Telekomunikacyjnych (CIPT), legalizacja narzędzi pomiarowych resortu łączności i aparatury wysokiej klasy. CIPT sprawuje nadzór nad Telekomunikacyjnymi Izbami Pomiarowymi przy Dyrekcjach Okręgowych Poczty i Telekomunikacji oraz przy Głównym Urzędzie Telekomunikacji Międzymiastowej, a także nad izbami pomiarowymi zakładów produkcyjnych zgrupowanych w resorcie łączności.

Komórką działającą dla potrzeb pracowników IŁ i wszystkich instytucji interesujących się telekomunikacją jest Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej. Wydaje on 3 czasopisma: „Prace Instytutu Łączności", „Biuletyn Informacyjny" (dawniej — „Problemy Łączności") i „Przegląd Dokumentacyjny Łączności". Działalność in-

formacyjna BOINTE bazuje na wykorzystywaniu opracowanego w IŁ i uruchomionego w 1975 roku komputerowego systemu wyszukiwania informacji z zakresu telekomunikacji. Instytut Łączności prowadzi również działalność normalizacyjną, opracowując normy dotyczące w szczególności struktury, parametrów i metod badań sieci telekomunikacyjnych, parametrów i metod badań anten nadawczych i odbiorczych oraz dopuszczalnych poziomów i metod badań zakłóceń radioelektrycznych.

Bardzo duży jest wkład IŁ w działalność szkoleniową, co wyraża się udziałem jego pracowników jako wykładowców na kursach organizowanych przez Ministerstwo Łączności, a także w organizowaniu kursów dla pracowników resortu w zakresie nowoczesnych urządzeń i systemów telekomunikacyjnych.

Instytut prowadzi szeroką współpracę z zagranicą posiadając kontakty dwustronne z podobnymi instytutami w ZSRR, Czechosłowacji, NRD, Bułgarii, na Węgrzech, we Francji i Włoszech, a także czynnie uczestnicząc w pracach organizacji międzynarodowych takich jak RWPG, OWŁ, INTERKOSMOS, INTERSPUTNIK, CCITT, CCIR, OIRT i CISPR.

Wychodząc ze znanych dziś przesłanek naukowo-technicznych, tj. biorąc pod uwagę stan nauki i techniki na świecie, doświadczenia własne środowiska Instytutu Łączności oraz potencjalne potrzeby krajowej telekomunikacji, można z pewnym prawdopodobieństwem określić główne dziedziny i zasadniczą tematykę prac Instytutu Łączności w najbliższej i nieco dalszej przyszłości. Tematykę tę można scharakteryzować przez wskazanie wymienionych poniżej szczególnie ważnych kierunków działania.

1. **Rozwój technik optoelektronicznych.** W tym zakresie w latach najbliższych oczekuje nas bezpośrednie — początkowo eksperymentalne, następnie użytkowe — wprowadzenie do sieci krajowej kolejnych systemów telefonii PCM o przepływności binarnej do 140 Mbit/s. Obok tego, lecz z pewnym opóźnieniem w stosunku do telefonii, oczekiwać należy zastosowania systemów optoelektronicznych w transmisji danych, w telewizji i wreszcie w szerokopasmowych sieciach abonenckich.

2. **Mikroprocesoryzacja systemów telekomunikacyjnych.** W tym obszarze tematycznym należy szczególnie oczekiwać zastosowania mikroprocesorów w systemach telekomunikacyjnych: telefonicznych (zwłaszcza E10), telegraficznych i teleinformatycznych. Także ważnym jest zagadnienie zastosowania systemów mikroprocesorowych do automatyzacji procesów badaniowo-eksploatacyjnych oraz sterowania siecią telekomunikacyjną.

3. **Zastosowanie technik satelitarnych.** W zakresie telekomunikacji satelitarnej tematami szczególnie interesującymi Instytut Łączności jest bezpośredni — z wykorzystaniem satelitów — przekaz transmisji telewizyjnych i radiofonicznych. Warto podkreślić, że w obszarze telekomunikacji

satelitarnej, zwłaszcza obecnie, wymagana jest intensywna i skuteczna współpraca międzynarodowa.

4. **Techniki komputerowe.** Interesujące perspektywy prac badawczych stwarza zastosowanie w telekomunikacji elektronicznej techniki komputerowej w pracach prognostycznych i planistycznych dotyczących optymalizacji rozwoju sieci telekomunikacyjnych oraz w dziedzinie racjonalizacji zarządzania procesami gospodarczymi w eksploatacji telekomunikacji.

Podsumowując powyższe, za główną perspektywę działań Instytutu Łączności uznać należy zespół prac naukowych i badawczo-rozwojowych ukierunkowanych przede wszystkim na systemy cyfrowe w teletransmisji i telekomutacji z wykorzystaniem nowoczesnych osiągnięć mikroelektroniki i optoelektroniki.

Realne perspektywy rozwojowe Instytutu Łączności w najbliższych i dalszych latach są w głównej mierze uzależnione od dynamiki ilościowego rozwoju polskiej telekomunikacji i od wzrostu potencjału produkcyjnego krajowego przemysłu telekomunikacyjnego. Wdrożona obecnie w naszym kraju reforma gospodarcza stwarza dla tych dziedzin gospodarki narodowej pomyślne perspektywy rozwojowe, co winno korzystnie oddziaływać na stały racjonalny rozwój badań w telekomunikacji. Stwarza to więc przesłanki dalszego rozwoju Instytutu Łączności.

Jakkolwiek już od roku 1972 Instytut Łączności działa na podstawie zasad rachunku gospodarczego, to obecna reforma wymóg ten podkreśla przez ścisłe zastosowanie do Instytutu zasady samofinansowania się. W tych nowych warunkach Instytut Łączności potwierdza i uzasadnia swoją przydatność i zamierza dalej swoją pracą oddziaływać aktywnie na rozwój polskiej telekomunikacji.

PRACE BADAWCZE
1934—1984

Spis treści

1. Sieci telekomunikacyjne 21
2. Teletransmisja przewodowa 24
3. Telekomunikacyjne linie przewodowe 27
4. Telekomunikacja światłowodowa 32
5. Komutacja telefoniczna 37
6. Elektroakustyka telekomunikacyjna 41
7. Telegrafia 45
8. Teleinformatyka 48
9. Miernictwo i automatyzacja badań sieci telefonicznej 51
10. Metrologia 56
11. Radiokomunikacja i radiofonia 58
12. Telewizja 71
13. Propagacja fal radiowych 81
14. Anteny 92
15. Zwalczanie zakłóceń radioelektrycznych 98
16. Energetyka łączności 102
17. Elektroniczne przetwarzanie danych 106
18. Niezawodność i unifikacja elementów oraz urządzeń telekomunikacyjnych 109
19. Działalność produkcyjna i doświadczalna 111

1. SIECI TELEKOMUNIKACYJNE

Tematyką sieci telekomunikacyjnych Instytut Łączności zajmuje się od 1962 roku. Utworzono wtedy Pracownię Sieci Telekomunikacyjnych, która następnie została w roku 1966 przekształcona w działający do dzisiaj Zakład Sieci Telekomunikacyjnych.

W tym okresie kierunki prowadzonych badań obejmowały:

— wybrane zagadnienia systemów telekomunikacyjnych,
— prognozy rozwoju nauki i techniki telekomunikacyjnej,
— programy rozwoju sieci telekomunikacyjnych państwa,
— teorię ruchu telekomunikacyjnego.

W latach 1966—1970 główne kierunki działalności zakładu koncentrowały się na opracowaniu wymagań na niektóre systemy telefonii wielokrotnej, krajowego planu transmisji i aparatury do automatyzacji badań łączy międzymiastowych, a także badań własności aparatów telefonicznych.

W latach 1971—1976 działalność zakładu ewoluowała w kierunku za-

gadnień teoretycznych i aspektów użytkowych programowania wieloletniego rozwoju sieci telekomunikacyjnej, co wyraziło się podjęciem:

— opracowań prognoz rozwoju nauki i techniki w dziedzinie telekomunikacji i współdziałania z Centralnym Ośrodkiem Planowania i Organizacji Zarządzania PPTT w zakresie opracowania prognoz rozwoju łączności;
— opracowań techniczno-ekonomicznych programów rozwoju sieci telekomunikacyjnej państwa, w tym sieci telefonicznych, radiokomunikacyjnych i teleinformatycznych oraz sieci teletransmisyjnej;
— studiów i prac naukowo-badawczych w dziedzinie teorii sieci telekomunikacyjnych i jej zastosowań praktycznych, a w szczególności w zakresie zagadnień modelowania, symulowania i optymalizacji sieci, analiz techniczno-ekonomicznych rozwoju sieci oraz metod prognozowania i programowania rozwoju sieci;
— studiów oraz prac naukowo-badawczych w dziedzinie teorii ruchu telekomunikacyjnego i jej zastosowań praktycznych, a w szczególności zagadnień opisu modeli matematycznych generacji i rozpływu ruchu.

Jednocześnie w zakładzie zanikała stopniowo tematyka systemowa, którą przejmowały sukcesywnie inne zakłady. I tak, problematykę związaną z aparaturą do automatyzacji badań międzymiastowych łączy telefonicznych przekazano Zakładowi Miernictwa i Automatyzacji Badań, a badania własności aparatów telefonicznych przejął Zakład Elektroakustyki. Kontynuowano natomiast badania w zakresie krajowego planu transmisji.

W latach 1974—1976 podjęto badania i prace aplikacyjne w zakresie wykorzystania techniki komputerowej do rozwiązywania zagadnień będących przedmiotem zainteresowań naukowo-badawczych zakładu. W tym okresie opracowano, przy współpracy z Resortowym Ośrodkiem Elektronicznego Przetwarzania Danych, m.in. pierwszy w kraju system komputerowy do modelowania wieloletnich procesów rozwojowych sieci telekomunikacyjnej państwa. System ten umożliwiał, z uwzględnieniem danych dotyczących rozwoju demograficznego i gospodarczego kraju, prognozowanie wielkości generowanego ruchu telekomunikacyjnego i jego rozpływu, a także programowanie rozmieszczenia łączy sieci wtórnych w sieci teletransmisyjnej oraz określanie na tej podstawie struktury i konfiguracji sieci linii przewodowych i linii radiowych (w zakresie ograniczonym do sieci międzymiastowej). Został on praktycznie wykorzystany m.in. do opracowania dwóch dokumentów, a mianowicie „Wstępnej koncepcji rozwoju sieci linii radiowych w Polsce do roku 1990" (przy współpracy z Biurem Studiów i Projektów Radia i Telewizji) oraz „Urealnionej koncepcji rozwoju sieci międzymiastowej i międzynarodowej dla stanu na

okres lat 1990—1995" (przy współpracy z Centralnym Ośrodkiem Planowania i Organizacji Zarządzania PPTT).

Z innych ważniejszych prac wykonanych w latach 1974—76 zasługują na uwagę: opracowanie dotyczące prognozy rozwoju nauki i techniki w dziedzinie telekomunikacji do 1990 r. oraz opracowanie planu transmisji dla krajowej sieci teletransmisyjnej.

Ukierunkowanie działalności zakładu w latach od 1977—1983 w zasadzie nie uległo zmianie. Działalność ta koncentruje się na problematyce długoterminowego prognozowania i programowania rozwoju sieci telekomunikacyjnych, przy jednoczesnym prowadzeniu prac nad doskonaleniem narzędzi metodycznych służących temu celowi i pogłębianiu podstaw teoretycznych, głównie w dziedzinie teorii ruchu telekomunikacyjnego i technik komputerowych.

W ramach prac programistycznych warto odnotować dwa ważne opracowania, jakie powstały w tym okresie (przy współpracy Centralnego Ośrodka Planowania i Organizacji Zarządzania PPTiT), a mianowicie: „Program przyspieszonej automatyzacji międzymiastowej sieci telekomunikacyjnej" (1978 r.) i „Program rozwoju telekomunikacji w Polsce do roku 2000" (1981 r.). To ostatnie opracowanie, składające się z programów częściowych, obejmujących wszystkie dziedziny telekomunikacji oraz syntetycznego raportu końcowego, nakreślało zarys programu rozwoju całej dziedziny w perspektywie 20 lat na podstawie ówcześnie aktualnych wskaźników i prognoz rozwoju gospodarczego, demograficznego i społecznego kraju.

Jednocześnie rozwijano i unowocześniano metody komputerowego modelowania sieci. Opracowany w poprzednich latach system komputerowy został dostosowany do komputera R-32 i wzbogacony o zespół programów służących modelowaniu i optymalizacji sieci radioliniowych.

Opracowano również podsystem komputerowy do modelowania i techniczno-ekonomicznej optymalizacji sieci telegraficzno-teleinformatycznej. Podsystem ten został wykorzystany praktycznie w latach 1982—83 do weryfikacji koncepcji technicznej przyszłościowej sieci telegraficznej, opracowanej w Zakładzie Telegrafii.

Istotnym wkładem Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych w tę koncepcję było opracowanie w roku 1983 projektu planu numeracji skojarzonej, krajowej sieci telegraficzno-teledacyjnej (arytmicznej do 300 Bd) wraz z wytycznymi jego realizacji.

Począwszy od roku 1980 tematyka prac badawczych zakładu uległa dalszemu poszerzeniu, dzięki podjęciu problematyki sieci wiejskich. Sprawiło to, że obecny zakres prac obejmuje swoim zasięgiem zarówno problematykę budowy telefonicznej sieci międzymiastowej, jak też i sieci strefowych.

W ostatnim okresie, uwzględniając potrzeby resortu, podjęto badania nad problematyką perspektyw rozwoju i wdrażania do sieci krajowej technik optotelekomunikacyjnych.

2. TELETRANSMISJA PRZEWODOWA

Od początku istnienia Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego prowadzono prace naukowo-badawcze i rozwojowe w dziedzinie teletransmisji przewodowej. W działalności tej można wyróżnić następujące zasadnicze kierunki:

— prace w zakresie teletransmisyjnych systemów naturalnych,
— prace w zakresie teletransmisyjnych systemów wielokrotnych analogowych (z podziałem częstotliwościowym kanałów),
— prace w zakresie teletransmisyjnych systemów wielokrotnych cyfrowych (o modulacji impulsowo-kodowej).

2.1. Naturalne systemy teletransmisyjne

W pierwszym przedwojennym okresie opracowano i wykonano wzmacniaki polowe, wzmacniaki radiowe, filtry oraz transformatory. W okresie powojennym, w latach sześćdziesiątych, prowadzono studia dotyczące urządzeń łączności służbowej i zdalnego nadzoru dla linii radiowych, zakończone opracowaniem wymagań technicznych.

2.2. Wielokrotne analogowe systemy teletransmisyjne

W okresie przedwojennym, tj. do 1939 r., opracowano i wykonano urządzenia telefonicznego systemu nośnego jednokrotnego w wersji przewoźnej z częstotliwością nośną utajoną 6 kHz. Opracowano oraz wykonano także urządzenia i uruchomiono zestroje trzykrotnej telefonii nośnej na trzech liniach napowietrznych w relacjach Warszawa — Wilno, Warszawa — Kowel i Kraków — Zakopane.

W latach 1944—1951 prowadzono prace nad urządzeniami telefonii nośnej energetycznej — na napowietrznych liniach energetycznych wysokiego napięcia, które to urządzenie następnie wdrożono do produkcji w Wielkopolskich Zakładach Produkcji Pomocniczej Łączności (WZPPŁ) w Poznaniu. Ponadto w okresie tym opracowano nadajniki i odbiorniki zewu 500/20.

W latach 1951—1954 opracowano, przy współudziale Politechniki Warszawskiej i WZPPŁ w Poznaniu, lampowe urządzenie przelotowych stacji wzmacniakowych, zdalnie zasilanych prądem przemiennym oraz urządze-

nia końcowe telefonicznego systemu 12-krotnego, przeznaczone do pracy na liniach dwukablowych. Produkcję tych urządzeń podjęto w WZPPŁ w Poznaniu. W latach 1956—1960 opracowano przy ścisłej współpracy z Państwowymi Zakładami Teletransmisyjnymi (PZT) w Warszawie koncepcję i dokumentację lampowych urządzeń systemu nośnego 60-krotnego (TN60) dla linii dwukablowych. Urządzenia tego sytemu zostały wykonane w PZT i zainstalowane na jednej z linii kablowych.

Dalsze opracowania oparte były na nowych elementach półprzewodnikowych. Opracowano więc przy ścisłej współpracy z WZT TELKOM-TELETRA w Poznaniu pierwsze w Polsce tranzystorowe urządzenia traktu liniowego telefonicznego systemu 24-krotnego typu SWNT-2 dla linii dwukablowych oraz systemu 12-krotnego typu SWNT-1 dla linii jednokablowych, a także urządzenia zdalnego zasilania i kontroli (ZZK-2 i ZZK-1) dla tych traktów liniowych. Produkcję urządzeń uruchomiono w WZT TELKOM-TELETRA w Poznaniu i zainstalowano na kilkudziesięciu liniach kablowych.

Następnie opracowano wymagania techniczno-eksploatacyjne na tranzystorowe urządzenia traktu liniowego systemu telefonii nośnej 60-kanałowej dla linii dwukablowych, a także przy współpracy z WZT TELKOM-TELETRA opracowano nieobsługiwane, zdalnie zasilane stacje wzmacniakowe tego systemu (SWNT-60) oraz stojaki zdalnego zasilania i kontroli ZZK-60. Seryjną produkcję tych urządzeń uruchomiono w WZT TELKOM-TELETRA w 1970 r. W końcu lat sześćdziesiątych opracowano i przeprowadzono badania eksploatacyjne kompandorów telefonicznych, których produkcję uruchomiono w PZT.

W pierwszej połowie lat siedemdziesiątych opracowano przy współpracy z PZT oraz z Politechniką Warszawską i Gdańską, urządzenia traktu liniowego analogowego systemu 300 i 960-krotnego (TN300 i TN960) dla kabli współosiowych. Urządzenia te zostały wdrożone do produkcji w PZT i eksploatacji w telekomunikacyjnej sieci resortu łączności.

W drugiej połowie lat siedemdziesiątych opracowano również przy współpracy z PZT i Politechniką Gdańską prototyp stojaka urządzeń przemiany grup wtórnych (SPGW) przeznaczonych dla wysokokrotnych systemów teletransmisyjnych pracujących zarówno na liniach kablowych, jak i radiowych. Produkcję tych urządzeń uruchomiono w PZT.

W drugiej połowie lat siedemdziesiątych podjęto prace nad analogowym systemem 2700-krotnym dla kabli współosiowych normalno- i małowymiarowych, przeznaczonym do zwielokratniania magistralnych linii o dużej przepustowości. W ramach tego tematu opracowano koncepcje i szczegółowe wymagania techniczno-eksploatacyjne na urządzenia traktu liniowego tego systemu oraz zaprojektowano i wykonano modele urządzeń korekcyjnych. Ponadto przystąpiono do opracowania, przy współpra-

cy z PZT i Politechniką Gdańską, stojaka urządzeń przemiany grup trójnych i czwórnych (SPGTiCz), przeznaczonych do stosowania na liniach o dużej przepustowości, zarówno kablowych jak i radiowych. W 1983 r. wykonano projekt techniczny i model użytkowy tych urządzeń, a prototypy urządzeń traktu liniowego systemu TN2700 zostały opracowane i wykonane w PZT również w 1983 r. Obecnie urządzenia te są badane na linii doświadczalnej IŁ — GUTM.

2.3. Cyfrowe systemy teletransmisyjne

Prace badawcze w zakresie teletransmisyjnych systemów cyfrowych podjęto w Instytucie Łączności w drugiej połowie lat sześćdziesiątych. W pierwszym etapie opracowano urządzenia systemu telefonii 24-krotnej z modulacją impulsowo-kodową (PCM24). Dokumentacja szkicowa tych urządzeń wraz z ich modelami została przekazana w 1970 r. do WZT TELKOM-TELETRA, gdzie uruchomiono ich produkcję. W wyniku kontynuacji dalszych prac w tym zakresie opracowano na początku lat siedemdziesiątych urządzenia systemu PCM telefonii 30-krotnej, wg zaleceń CCITT, które obecnie produkowane są w WZT TELKOM-TELETRA pod nazwą TCK30.

Następnie opracowano urządzenia stystemu PCM o krotności 120 (stanowiącego drugi stopień zwielokrotnienia PCM), przeznaczone do pracy na kablach symetrycznych typu „pęczkowego". Dokumentację szkicową tych urządzeń przekazano w 1976 r. do WZT TELKOM-TELETRA, gdzie na tej podstawie opracowano i wykonano prototypy urządzeń TCC120. Są one badane na linii doświadczalnej.

Pod koniec lat siedemdziesiątych podjęto prace nad systemem PCM o krotności 480 (TCC480) stanowiącym trzeci stopień zwielokrotnienia PCM. System ten przeznaczony jest do stosowania na liniach współosiowych małowymiarowych. Modele użytkowe krotnicy i urządzeń traktu liniowego tego systemu zostały wykonane w 1983 r. i przekazane do PZT w celu uruchomienia produkcji.

Rozwijanie systemów cyfrowych, ich stopniowe wprowadzanie do produkcji i eksploatacji stworzyło konieczność opracowania specjalistycznej aparatury pomiarowej do badań kontrolnych tych systemów. Prace w tym zakresie podjęto na początku lat siedemdziesiątych i dotychczas opracowano następujące specjalistyczne przyrządy pomiarowe, niezbędne do uruchamiania oraz utrzymania urządzeń końcowych i traktów liniowych systemów cyfrowych:

— miernik zaburzeń biegunowości MZB-2 (przeznaczony do badania systemów TCK24 i TCK30),

— miernik zaburzeń biegunowości MZB-3 (przeznaczony do badania systemu TCC120),
— symulator kodu SK-120,
— analizator sygnału cyfrowego ASC-1 (TCK30),
— generator sygnału cyfrowego GSC-1 (TCK30),
— urządzenia kontroli cyklicznej UCK-ZCC120.

Produkcję tych urządzeń uruchomiono w PZT.

3. TELEKOMUNIKACYJNE LINIE PRZEWODOWE

Problematyka telekomunikacyjnych linii przewodowych była w PIT podejmowana już od początku jego istnienia. Można ją podzielić na następujące kierunki:
— przewodowe linie napowietrzne,
— linie kablowe,
— osprzęt i urządzenia liniowe, metody montażu linii,
— zabezpieczanie linii przewodowych przed przepięciami i przed korozją.

3.1. Przewodowe linie napowietrzne

W okresie przedwojennym działalność w tym kierunku ograniczona była do kontroli przewodów międzymiastowych. Polegała na badaniach i ocenie linii napowietrznych, które to prace umożliwiły uruchomienie na kilku liniach systemów telefonicznych trzykrotnych.

Dalsze poważniejsze badania w zakresie linii przewodowych były kontynuowane przez Instytut Łączności po 1951 r. Działalność ta skupiła się głównie na teorii i opracowaniu wytycznych przepleceń przewodów linii napowietrznych, pozwalających na wprowadzenie na linie urządzeń nośnych systemu 12-krotnego. Prowadzono także pomiary elektrycznych parametrów linii napowietrznych oraz opracowano ocenę trwałości przewodów linii.

Opracowano również wytyczne budowy napowietrznych linii rozgłaszania przewodowego (1955 r.) oraz linii telekomunikacyjnych z kabli nadziemnych, podwieszanych na wspólnej podbudowie z liniami elektroenergetycznymi niskich napięć.

3.2. Telekomunikacyjne linie kablowe

Prace w tej dziedzinie rozpoczęto w 1951 r. Instytut prowadził szczegółowe badania i oceny prototypowych kabli współosiowych, wdrażanych do produkcji w Fabrykach Kabli w Krakowie i Ożarowie, a następnie innych typów nowoczesnych kabli telekomunikacyjnych. Szeroko prowa-

dzone były badania i pomiary kabli oraz przewodów telekomunikacyjnych w zakresach od częstotliwości akustycznych do najwyższych częstotliwości systemów wielokrotnych analogowych, a potem także cyfrowych. Opracowano szereg metod pomiarowych torów kablowych i lokalizacji uszkodzeń kabli. W latach 1954—56 opracowano i wykonano w Instytucie Łączności mostkowe mierniki sprzężeń zespolonych, które powielono następnie w warsztatach IŁ, z przeznaczeniem dla budownictwa telekomunikacyjnego do symetryzacji linii kablowych, dla teletransmisyjnych systemów nośnych 24 i 60-krotnych.

Prowadzone były także prace związane z kontrolą ciśnieniową kabli telekomunikacyjnych. Opracowano oporniki pneumatyczne, oraz wykonanano przyrządy do pomiarów parametrów pneumatycznych kabli i oporników. Prace te w 1976 r. przejęte zostały przez Centralne Laboratorium Telekomunikacji Międzymiastowej GUTM.

Tematyka linii kablowych i ich montażu została w marcu 1982 r. przeniesiona do Zakładu Doświadczalnego Budownictwa Łączności, gdzie jest obecnie kontynuowana.

3.3. Telekomunikacyjny osprzęt liniowy i urządzenia liniowe

Jedną z pierwszych prac tego tematu, rozpoczętą w 1951 r., było opracowanie i wykonanie prototypów oraz wyprodukowanie zespołów wydłużających RC i skrzyń z tymi zespołami, wraz z produkcją niezbędnych kondensatorów polistyrenowych, nazywanych popularnie kondensatorami styrofleksowymi. Opracowanie technologii produkcji kondensatorów, jak i pełnego zestawu urządzeń potrzebnych do ich wytwarzania umożliwiło wdrożenie do masowej produkcji tych kondensatorów w Zakładach TELPOD w Krakowie już w 1952 r. Za opracowanie i wdrożenie do produkcji skrzyń RC zespół pracowników IŁ otrzymał w 1953 r. Nagrodę Państwową.

Dalej prowadzone były badania i modernizacja osprzętu dla linii napowietrznych, a zwłaszcza izolatorów teletechnicznych porcelanowych i szklanych, co pozwoliło producentowi na ich eksport do RFN. Opracowano także wiele norm resortowych na osprzęt dla linii napowietrznych.

Skonstruowano i wykonano prototypy oraz uruchomiono produkcję głowic do kabli miejscowych, puszek kablowych i skrzynek kablowych i szaf z tworzyw sztucznych. Opracowano także technologię montażu i budowy kanalizacji kablowej z rur z polichlorku winylu.

W połowie lat siedemdziesiątych skonstruowano i wykonano osprzęt do mocowania i zawieszania kabli samonośnych w liniach nadziemnych.

W 1975 r. tematyka prac z zakresu technologii budownictwa łączności przekazana została do jednostek podległych Zjednoczeniu Budownictwa Łączności.

3.4. Zabezpieczanie linii przewodowych

3.4.1. Zabezpieczanie przed przepięciami, pochodzącymi od oddziaływań elektroenergetycznych jak i wyładowań atmosferycznych

Badania, obliczenia i metodykę zabezpieczania linii napowietrznych i kablowych, a także central komutacyjnych rozpoczęto w 1954 r. Temat ten prowadzony jest konsekwentnie aż do dnia dzisiejszego. Oprócz opracowania ogólnokrajowych wytycznych o ochronie linii napowietrznych i kablowych, Instytut był inicjatorem prac nad elementami zabezpieczającymi i doprowadził m. in. do uruchomienia produkcji odgromników gazowanych o dużej wytrzymałości udarowej, a następnie odgromników gazowanych bimetalowych oraz aktualnie opracowywanych odgromników miniaturowych.

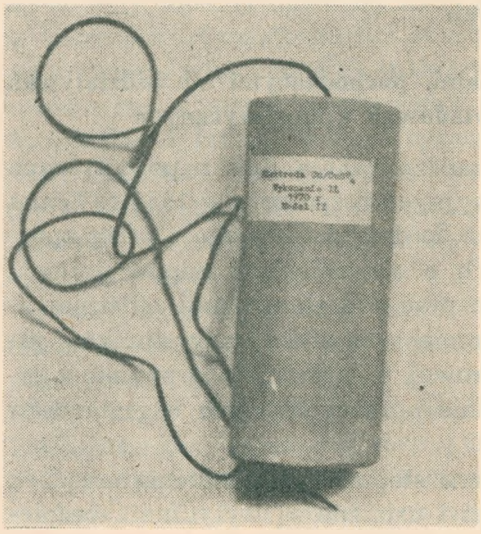
Prowadzone są także badania i ocena stopnia zabezpieczenia urządzeń teletransmisyjnych przed przepięciami i ustalane są wytyczne zabezpieczania urządzeń. Do badań elementów i układów zabezpieczających opracowano i wykonano prototyp miernika zapłonu odgromników i rezystancji izolacji opraw. Miernik ten wdrożono do produkcji w Okręgowych Warsztatach Poczty i Telekomunikacji w Lublinie. Poza tym opracowano i wykonano wiele przyrządów badawczo-pomiarowych, stanowiących wyposażenie pracowni do badań w tym zakresie, a w szczególności do pełnych badań parametrów odgromników.

3.4.2. Ochrona przed korozją

Badania, pomiary i opracowywanie wytycznych ochrony linii telekomunikacyjnych przed korozją rozpoczęto w 1953 r. Wykonywano badania i pomiary zagrożeń linii kablowych sieci miejscowych, głównie przez prądy błądzące, a następnie opracowano wytyczne ochrony kabli za pomocą drenażu elektrycznego. Dalsze prace w tym zakresie zostały szeroko rozwinięte i objęły badania elektrochemicznej korozji ołowianych powłok kablowych i metody czynnej ochrony ich przed korozją. Opracowano wiele wytycznych oraz skonstruowano urządzenia ochrony katodowej kabli, m. in. urządzenia drenażu zaporowego (1960 r.), stacje katodowe, urządzenia drenażu wzmocnionego, protektory, uziomy anodowe do ochrony katodowej z zewnętrznym źródłem prądu (opatentowane), a następnie stacje katodowe do ochrony cystern SWN.

Na rys. 2÷5 pokazano przykładowo sprzęt pomiarowy i urządzenia ochrony przed korozją.

Merytoryczne osiągnięcia grupy badawczej doprowadziły w 1964 r. do powierzenia przez Komitet Nauki i Techniki Instytutowi Łączności roli

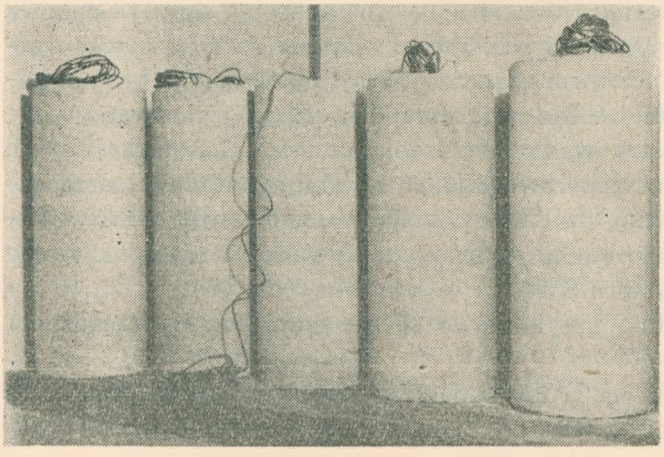


Rys. 2. Elektroda siarczano-miedziowa przeznaczona do instalowania w ziemi do oceny stanu zagrożenia kabli przed korozją (patent IŁ)

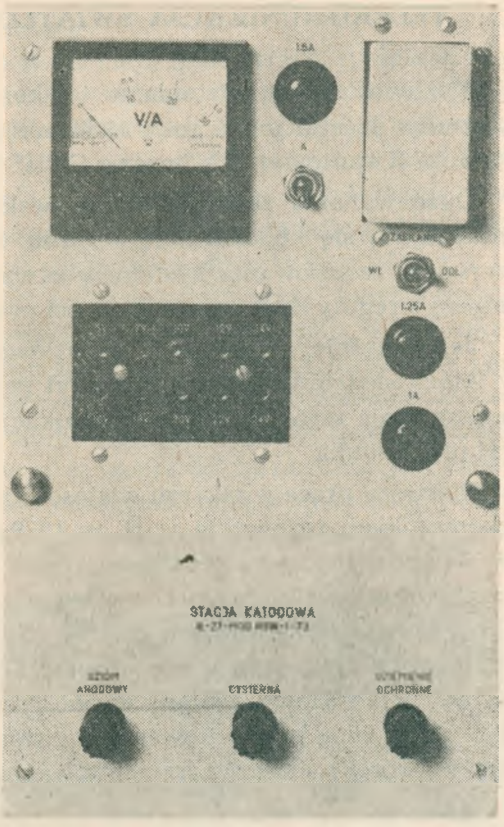
wiodącej w kraju w zakresie elektrochemicznej ochrony metalowych konstrukcji.

Dalsze prace (1968—1970) dotyczyły metod i przyrządów pomiarowych. Opracowano metody badania zagrożenia korozyjnego i ocenę agresywności gleb na trasie linii kablowych, opracowano i wykonano miliwoltomierze do pomiaru potencjałów kabli, niepolaryzujące elektrody odniesienia (patent) i inne.

Opracowano również wytyczne projektowania ochrony linii przed korozją, instalowania, montażu i eksploatacji urządzeń ochrony.

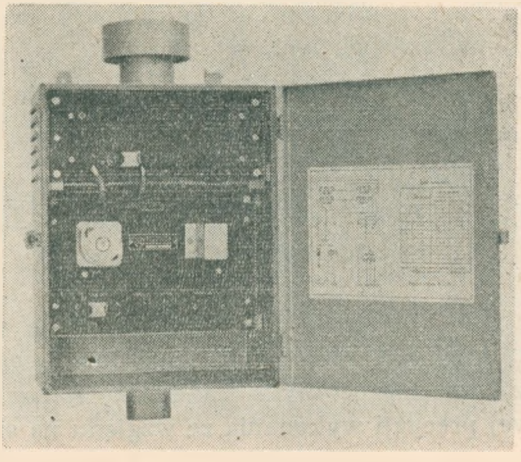


Rys. 3. Protektory magnezowe do ochrony powłok kabli przed korozją



Rys. 4. Widok stacji katodowej do ochrony przed korozją stalowych cystern nieobsługiwanych stacji wzmacniakowych

Prowadzone są także badania nad ochroną aluminiowych powłok kablowych przed korozją oraz badania skuteczności i szczelności stosowanych osłon ochronnych z tworzyw sztucznych.



Rys. 5. Urządzenie drenażu zaporowego do ochrony powłok kablowych przed szkodliwym oddziaływaniem prądów błądzących

4. TELEKOMUNIKACJA ŚWIATŁOWODOWA

Możliwość wykorzystania w telekomunikacji fal optycznych Instytut Łączności docenił już w roku 1969 inicjując współpracę z Instytutem Elektroniki Kwantowej WAT oraz z CNIIS (ZSRR).

Duże wahania zasięgu odbioru wskutek tłumienia wnoszonego przez zmieniającą się koncentrację aerozoli w powietrzu nie rokowały jednak szerszego zastosowania systemów otwartych w telekomunikacji, wymagającej z reguły dużej niezawodności pracy.

Jednocześnie, wynalazek światłowodów z włókna krzemionkowego w latach siedemdziesiątych stworzył perspektywę bardzo korzystnego ich zastosowania zarówno w telekomunikacji jak i w wielu innych dziedzinach techniki i nauki.

Pierwsze prace z zakresu zastosowania techniki światłowodowej w telekomunikacji rozpoczęto w IŁ w 1979 r. Podjęcie tych prac było możliwe dzięki rozpoczęciu doświadczalnego wytwarzania światłowodów i eksperymentalnych kabli światłowodowych w Instytucie Chemii UMSC w Lublinie oraz w Laboratorium OLPiT. Wytwarzane światłowody mają znormalizowane rozmiary (50 μm rdzeń i 125 μm średnica zewnętrzna), to znaczy są wielomodowe. Zmiany współczynnika załamania w przekroju światłowodu są typu gradientowego. Pozwala to więc na uzyskanie optymalnej częstotliwości szerokości transmitowanego pasma informacyjnego.

Kierunki prac prowadzonych w IŁ dotyczą:

1) złączy wtykowych rozłączalnych i zgrzewanych, sprzęgaczy kierunkowych, przełączników i rozgałęźników dla światłowodów;
2) metod pomiarowych oraz stanowisk do pomiaru parametrów transmisyjnych, optycznych i geometrycznych światłowodów, a także urządzeń pomiarowych do pomiaru parametrów transmisyjnych kabli światłowodowych w terenie;
3) urządzeń cyfrowych i analogowych systemów światłowodowych oraz ich wdrażania do produkcji.

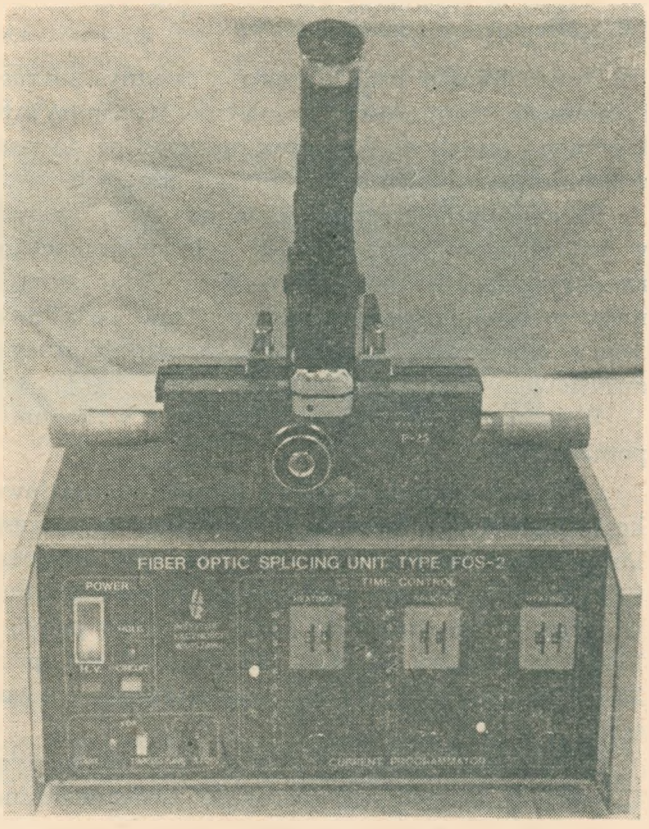
4.1. Opracowywanie złączy światłowodowych i innych biernych elementów systemów światłowodowych

Złącza światłowodowe dzielimy na wtykowe, pozwalające na wielokrotne (bez zmiany strat) łączenie i ich rozłączanie oraz na zgrzewane w łuku elektrycznym, stanowiące złącza stałe. Złącza wymagają wyjątkowej precyzji wykonania ze względu na silnie rosnące straty mocy optycz-

nej z chwilą przekroczenia bardzo małych dopuszczalnych tolerancji niedopasowania (rzędu paru mikrometrów).

Złącza opracowane i wykonane w IŁ mają małe straty, spełniając wymagania stawiane przez systemy światłowodowe. Osiągnięto to w wyniku opracowania wyjątkowo precyzyjnej konstrukcji i technologii wytwarzania tych złączy. Prace te nie były łatwe ze względu na bardzo małą średnicę rdzenia światłowodu i bardzo małe dopuszczalne tu tolerancje. Niedokładna obróbka czołowych powierzchni przekrojów światłowodów wpływa również bardzo silnie na wzrost strat mocy optycznej w złączu.

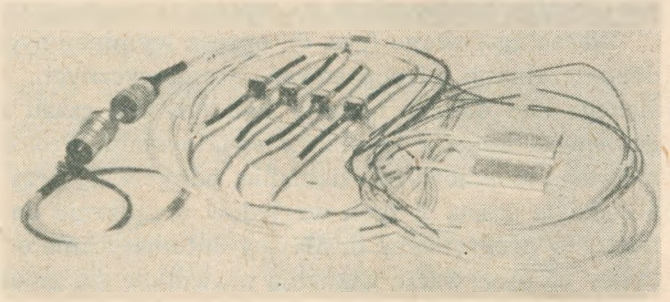
Złącza zgrzewane (rys. 6), oprócz wymienionych wyżej bardzo małych dopuszczalnych niedopasowań geometrycznych, wymagają ściśle określonego (dla danego rodzaju światłowodu) czasu i prądu łuku przy podgrzewaniu końców odcinków światłowodu. Proces zgrzewania oraz późniejszego stopniowego oziębiania, odbywa się przy tym w bardzo krótkim przedziale czasu. Z tych względów urządzenie do zgrzewania jest zaopatrzone w programator działający automatycznie oraz w mikroskop pozwalający na obserwację wizualną prawidłowości położenia zgrzewanych koń-



Rys. 6. Półautomatyczne i programowane urządzenie do wykonywania złącz zgrzewnych

ców światłowodów w trzech płaszczyznach. Do prawidłowego przecinania światłowodów i dokładnej obróbki ich czołowych powierzchni zostały opracowane również odpowiednie urządzenia.

Wykonywane są również złącza wtykowe (rys. 7) na kilka światłowodów dopasowane do dostarczonych kabli. W dziedzinie złączy wtykowych i urządzeń do procesu zgrzewania światłowodów Instytut Łączności jest w kraju monopolistą.



Rys. 7. Złącze wtykowe na kilka światłowodów, złącze wtykowe pojedyncze i zgrzewane oraz sprzęgacze światłowodowe

4.2. Miernictwo światłowodowe

Drugi, bardzo pracochłonny i trudny, zakres prac stanowią metody i stanowiska pomiarowe parametrów transmisyjnych, optycznych i geometrycznych światłowodów oraz przyrządów do pomiarów zainstalowanych w terenie kabli i systemów światłowodowych.

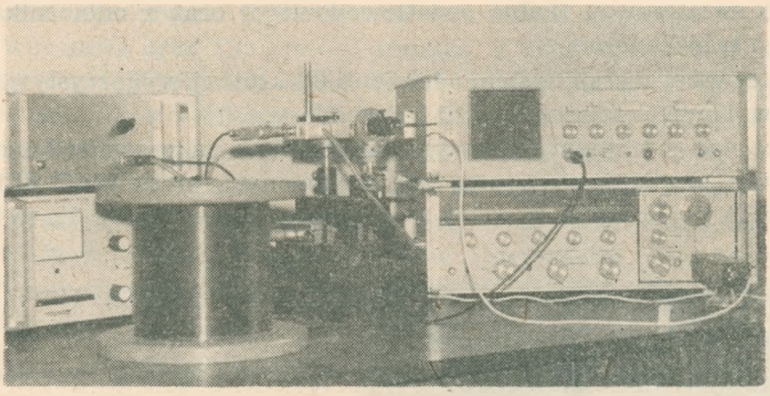
Parametry techniczne, jakie powinny być, między innymi, mierzone w światłowodowych systemach telekomunikacyjnych są następujące: parametry transmisyjne, odporność na różne czynniki oddziaływania mechanicznego oraz wpływ otoczenia na kable światłowodowe w terenie. Oprócz tego należy również określać niezawodność pracy podzespołów i systemów światłowodowych.

W latach 1980—1983 opracowano i wykonano następujące stanowiska pomiarowe:

1. Stanowisko do pomiaru tłumienia światłowodów (w dB/km), w funkcji długości fali optycznej zmienianej w zakresie od 0,6 μm do 1,7 μm. Pomiar jest dokonywany tzw. metodą dwuodcinkową zaleconą przez CCITT jako metoda najbardziej dokładna. Stanowisko jest zaopatrzone w cyfrowy wskaźnik i drukarkę wyników pomiarów. Układ zapewnia dokładność pomiaru od ±0,1 dB do ±0,5 dB, przy dynamice pomiaru do 35 dB. Zmianę długości fali uzyskuje się przez zastosowanie monochromatora.

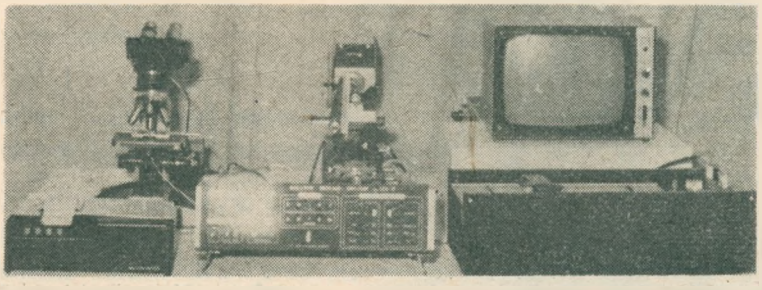
2. Zautomatyzowany zestaw do pomiaru dyspersji w funkcji częstotliwości, tj. do pomiaru szerokości transmitowanego pasma częstotliwości

(rys. 8). Zakres pracy urządzenia do 500 MHz. Służy ono do prac badawczych oraz pomiarów w terenie. Zestawem tym zmierzono m. in. szerokości transmitowanych pasm częstotliwości światłowodów w kablu zainstalowanym w Łodzi.



Rys. 8. Stanowisko do automatycznych pomiarów dyspersji światłowodowej

3. Zestaw do pomiaru zmiany współczynnika załamania w przekroju światłowodu oraz geometrii rdzenia (rys. 9). Zestaw składa się z analizatora amplitudy (proporcjonalnej do stosunku mocy promieniowania w bliskim polu w mierzonym punkcie, do mocy w środku przekroju), kame-



Rys. 9. Zestaw do pomiaru zmiany współczynnika załamania i średnicy rdzenia światłowodów

ry telewizyjnej uczulonej na podczerwień, monitora telewizyjnego, drukarki wyników oraz rejestratora w płaszczyźnie XY. Potrzebne parametry wyznacza się dokonując obróbki wyników na maszynie cyfrowej, według ustalonego programu.

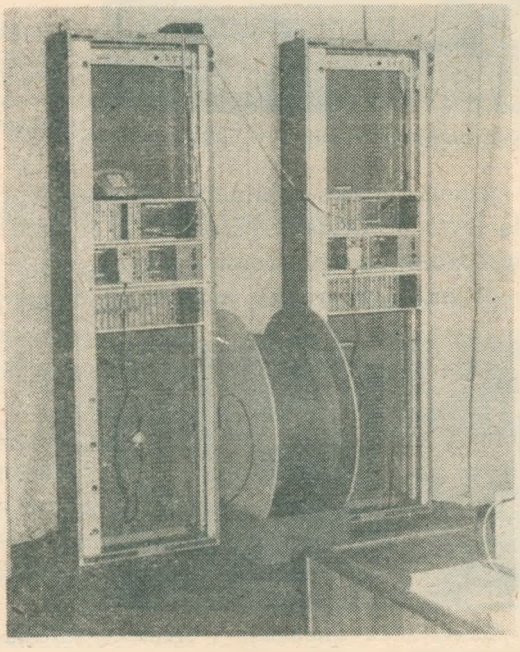
4.3. Prace dotyczące systemów światłowodowych

Dotychczas prowadzone prace dotyczyły (prawie wyłącznie) telefonicznych systemów cyfrowych, początkowo 30-krotnych, a ostatnio 120 i 480-krotnych.

Cyfrowy system światłowodowy składa się z transkodera zmieniającego sygnały bipolarne na unipolarne, nadajnika, tj. źródła promieniowania z układami regulacji wzbudzenia i stabilizacji mocy wysterowania modulatora i sprzęgacza optycznego do wprowadzenia strumienia świetlnego do światłowodu (kabla światłowodowego) oraz z odbiornika z odwrotnym transkoderem.

W pierwszej wersji systemu telefonii 30-krotnej wykorzystywano kod HDB3, w drugiej zastosowano już transkodery.

Prace nad systemem cyfrowym 120-krotnym są prowadzone z wykorzystaniem prototypowych urządzeń wykonanych przez WZT TELKOM-TELETRA w Poznaniu (rys. 10). Podzespoły opracowane w IŁ są rozmia-



Rys. 10. System światłowodowy dla telefonii 120-krotnej typu TCC-120

rami dostosowane do wymienionego prototypu i wykonane w postaci dodatkowych wkładów. System był już wstępnie wypróbowany przy współpracy z centralą typu E10 (a więc w połączeniach miejscowych i miejskich). Długość kabla światłowodowego wynosiła w tym przypadku 4 km. System ten został zainstalowany jako doświadczalny w Łodzi w 1984 r.

Instytut Łączności jest współorganizatorem sympozjów na temat światłowodów odbywających się w Polsce, a poza tym współpracuje z RWPG przy ustalaniu warunków technicznych na systemy światłowodowe, w zakresie metod i przyrządów pomiarowych dla techniki światłowodowej, a także w zakresie słownictwa światłowodowego.

5. KOMUTACJA TELEFONICZNA

W Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym badania w dziedzinie komutacji telefonicznej podjęto od początku jego istnienia. W wyniku tych badań opracowano m.in. system wybierania zdalnego w relacjach Łódź—Warszawa oraz Kraków—Warszawa, a także opracowano półautomatyczne centrale wiejskie, które zostały zainstalowane w okręgu Rembertów—Sulejówek—Miłosna—Wesoła—Okuniew. Po wojnie podjęto prace w zakresie komutacji telefonicznej na szerszą skalę w PIT, a następnie, od 1954 roku, w Instytucie Łączności. W roku 1972, w związku z przejęciem przez Ministerstwo Łączności przemysłu teletechnicznego do IŁ włączono część Zakładu Badań i Studiów Teletechniki. Fakt ten ukształtował przemysłowo-eksploatacyjny charakter prac w zakresie komutacji telefonicznej.

Badania w zakresie komutacji obejmowały następujące kierunki:

— wdrożenia do produkcji i eksploatacji nowych urządzeń komutacyjnych,
— systemy sygnalizacji telefonicznej,
— wdrożenia do produkcji i eksploatacji komutacyjnych systemów licencyjnych,
— prace ogólnosystemowe,
— metody eksploatacji.

5.1. Badania dotyczące zagadnień wdrażania do produkcji i eksploatacji nowych urządzeń komutacyjnych

W okresie powojennym prace łączyły się przede wszystkim z odbudową central telefonicznych, a następnie z wprowadzeniem do sieci nowego typu central telefonicznych systemu Strowger'a 32 AA oraz 32 AB. W pierwszym okresie dotyczyło to Warszawskiego Węzła Telefonicznego oraz Katowickiego Węzła Telefonicznego. Ważnym etapem prac było współuczestniczenie w opracowaniu międzymiastowych central ręcznych typów U50, U56, U57. W latach sześćdziesiątych przy udziale IŁ wdrożono do eksploatacji w Bydgoszczy, Warszawie i Katowicach nowy typ central międzymiastowych półautomatycznych systemu W58, w rozwiązaniu których zastosowano wybieraki motorowe. Następnym etapem rozwoju central telefonicznych, który miał wpływ na zakres prac w Instytucie Łączności, było wprowadzenie do produkcji, a także eksploatacji, opracowanych w kraju central systemu krzyżowego K-65, K-66 oraz central wiejskich KW. Instytut Łączności opracował: wymagania techniczno-eksploatacyjne na te centrale, analizy rozwiązań schematowych, kon-

cepcję central, tablice obliczania organów połączeniowych. Przeprowadzano też odpowiednie badania eksploatacyjne oraz wydawano oceny resortowe. Równocześnie wykonywano prace z zakresu modernizacji central systemu Strowger'a opracowując m.in. modele rejestru przekaźnikowego dla central miejskich.

Wiele prac dotyczyło metod utrzymania i konserwacji central telefonicznych, a także opracowywania urządzeń badaniowo-kontrolnych.

5.2. Badania z zakresu systemów sygnalizacji

Jednym z ważniejszych obszarów badań były prace dotyczące współpracy central między sobą, a więc sygnalizacji komutacyjnej. Przeprowadzono szereg badań sygnalizacji kodowej oraz opracowano koncepcję sygnalizacji wieloczęstotliwościowej dla polskiej sieci telefonicznej. Opracowania Instytutu znalazły zastosowanie w sieci central międzymiastowych W58 i systemu miasto—miasto oraz systemu stolica—stolica. Najnowsze prace z tego zakresu dotyczą opracowania wymagań na wykorzystanie kodu CCITT-R2 w sieci krajowej. Zagadnienia kodu wieloczęstotliwościowego R2 były tematem prac związanych z wybudowaniem elektronicznej centrali międzynarodowej MNAA-E10 w Warszawie. Opracowano algorytmy dla sygnalizacji rejestrowej R2 oraz przetwarzanie sygnalizacji liniowej w tej centrali międzynarodowej.

Zespół pracowników Instytutu Łączności uczestniczył w opracowaniu i badaniach systemu sygnalizacji przy wprowadzaniu centrali E10 do sieci Vlasim w CSRS. W ramach tych prac opracowano szereg translacji i wykonano modele do współpracy z różnymi systemami central istniejących dotychczas w sieci.

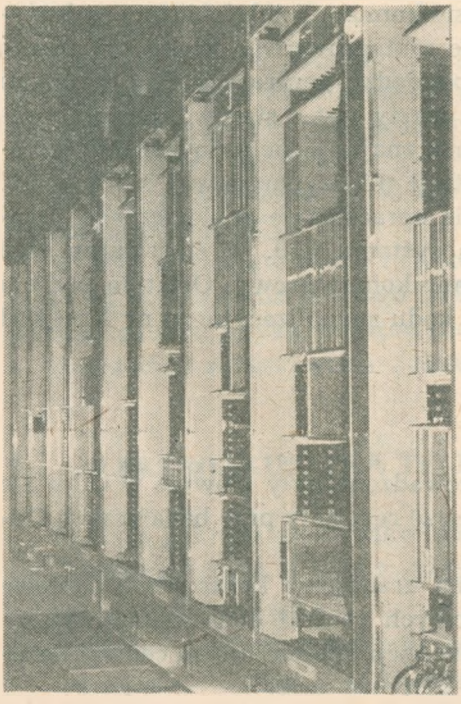
5.3. Badania dotyczące zagadnień wdrażania do produkcji i eksploatacji komutacyjnych systemów licencyjnych

Wydarzeniem mającym duży wpływ na charakter prac z zakresu telekomutacji było kupienie w 1972 r. przez resort łączności dwóch licencji na systemy komutacyjne we Francji. Jedna licencja dotyczyła systemu krzyżowego Pentaconta, natomiast druga — systemu elektronicznego z podziałem czasowym kanałów E10. W owym czasie PRL stała się drugim krajem w Europie produkującym seryjnie elektroniczny system komutacyjny z rozdziałem czasowym kanałów. W ramach RWPG do dnia dzisiejszego wyłączność ta pozostaje dalej faktem.

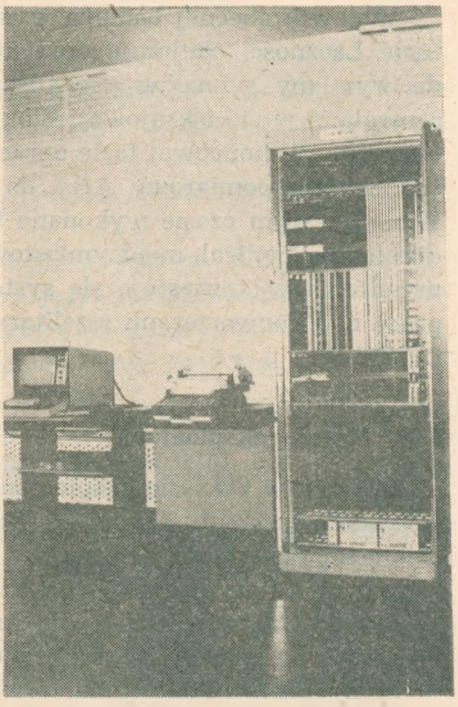
W ramach prac przedlicencyjnych w Instytucie łączności opracowano wymagania techniczno-eksploatacyjne, przeprowadzono analizy wielu roz-

wiązań centrał telefonicznych produkowanych na świecie. Z chwilą podjęcia produkcji współpracowano z fabrykami wdrażającymi systemy licencyjne, w szczególności dotyczyło to systemu E10. Zakres współpracy był szeroki — poczynając od badań elementów, a kończąc na ocenie technicznej pierwszych central licencyjnych m.in. Pentaconta we Wrocławiu i E10 w Poznaniu-Winogrady. Specjaliści Instytutu Łączności uczestniczą nadal w ocenach różnych typów central miejskich, międzymiastowych, a także ostatnio w ocenie centrali międzynarodowej MNAA-E10 w Warszawie (produkcji WZT TELKOM-TELETRA) oraz centrali abonenckiej SPC (produkcji TELKOM-ZWUT).

Prowadzone są także prace postlicencyjne, w ramach których opracowano reduktor łączy (koncentrator 60/8) oraz szereg typów translacji. W ramach prac poznawczych opracowano i wykonano modele sterowania mikroprocesorowego dla koncentratora CSAL systemu E10, a także systemu mikroprocesorowego w przeliczniku centrali E10. Instytut Łączności został wyposażony w sieć modelową systemu E10, gdzie przeprowadza się badania nowych rozwiązań oraz szkoli personel eksploatacyjny (rys. 11 i 12).



Rys. 11. Sala komutacyjna sieci modelowej systemu E10 w IŁ



Rys. 12. Fragment Centrum Eksploatacji Technicznej sieci modelowej systemu E10 w IŁ

5.4. Prace ogólnosystemowe

Prace te związane były przede wszystkim z wprowadzaniem coraz to nowych typów i rodzajów central telefonicznych do sieci krajowej. I tak opracowano analizę możliwości uprzywilejowania ruchu międzymiastowego w centralach wiejskich systemu Strowger'a, przeprowadzono analizę rozwiązań schematowych stopni komutacyjnych i urządzeń sterujących central miejscowych systemu krzyżowego, opracowano tablicę do obliczania organów połączeniowych w systemach krzyżowych, a także koncepcję systemu telefonicznego central miejskich z wybierakami krzyżowymi.

Po zakupie licencji opracowano koncepcję stosowania licencyjnych systemów Pentaconta i E10 w sieci krajowej oraz systemu E10 do rozwoju „starych" rejonów wielkich miast. W ramach prac przyszłościowych opracowano zasady wdrażania cyfrowych systemów komutacyjnych do rozbudowy sieci telefonicznych strefowych. Poza tym opracowano koncepcję zintegrowanego systemu telekomunikacyjnego oraz wykonano analizę rozwiązań nowoczesnego systemu komutacyjnego ITT-1240.

W Instytucie Łączności został opracowany, wykonany i włączony do pracy w Głównym Urzędzie Telekomunikacji Międzymiastowej automat zegarynki telefonicznej.

W chwili obecnej badania w zakresie komutacji telefonicznej w Instytucie Łączności obejmują opracowanie zintegrowanego bloku cyfrowego do wymiany sygnałów sygnalizacji pomiędzy centralami E10 i innymi centralami w sieci krajowej. Blok ten oparty jest o sterowanie mikroprocesorowe. W końcowej fazie opracowania znajduje się urządzenie dołączające system pomiarowy ABA do centrali międzynarodowej MNAA-E10. W najbliższym czasie wykonane będzie opracowanie analogicznego urządzenia dla central międzymiastowych systemu E10. W sterowaniu tego urządzenia wykorzystuje się system minikomputerowy. Ostatnio podjęto pracę nad konwerterami satelitarnego kodu sygnalizacyjnego nr 5 na kod CCITT-R2.

5.5. Metody eksploatacji

Badania w zakresie eksploatacji prowadzone były głównie w Oddziale Gdańskim Instytutu Łączności. Ważniejsze rezultaty prac badawczych Oddziału tej działalności obejmują:

— warunki i wymagania techniczne na urządzenia kontrolno-badaniowe dla central wiejskich i dla krzyżowych central abonenckich,
— zasady organizacji i instrukcje eksploatacji telefonicznych central licencyjnych E10 i Pentaconta,
— opracowanie telefonicznego urządzenia zespołowego, przyrządu do badania tarcz numerowych oraz analizatora połączeń telefonicznych,

— analizę niezawodności eksploatacyjnej telefonicznych urządzeń transmisyjnych i komutacyjnych ze wskazaniami zabiegów poprawiających jakość tych urządzeń.

5.6. Wdrażanie języków CCITT

W Instytucie Łączności rozpoczęto w latach siedemdziesiątych również prace nad zagadnieniami języków programowania systemów komutacyjnych. Są to trzy języki programowania, zalecane przez CCITT:

1. Język SDL — język wymagań i opisu (ang. **S**pecification and **D**escription **L**anguage) jest przeznaczony do opisu wymagań funkcjonalnych urządzeń telekomutacyjnych, opisu działania tych urządzeń, a także do opisu zachodzących w nich wewnętrznych procesów logicznych.

2. Język CHILL — język programowania wysokiego poziomu (ang. **C**CITT **H**igh **L**evel **L**anguage) ma właściwości odpowiadające specyficznemu zastosowaniu, jakim jest tworzenie różnorodnego oprogramowania niezbędnego w urządzeniach telekomunikacyjnych.

3. Język MML — język dialogowy (ang. **M**an **M**achine **L**anguage) jest językiem przeznaczonych do komunikowania się obsługi z urządzeniami telekomutacyjnymi przy ich użytkowaniu i utrzymaniu, a także przy instalowaniu tych urządzeń.

Rozpoczęte prace pozwoliły na próby zastosowania języka SDL. Opracowano mianowicie metodologię projektowania systemu, opartą na ideach wspólnych z językiem SDL oraz stworzono język CSDL, służący do praktycznej realizacji projektów.

W 1981 r. wdrożono język MML do modelu centrali telegraficzno-teleinformatycznej ECTT.

W 1982 r. podjęto prace nad kompilatorem języka CHILL, rozpoczynając od opracowania prostego podzbioru języka o nazwie O-CHILL oraz translatora tego języka, realizowanego przy użyciu maszyną SM3.

Przewiduje się oczywiście dalsze prace nad tymi językami.

6. ELEKTROAKUSTYKA TELEKOMUNIKACYJNA

Prace z zakresu elektroakustyki rozpoczęto w Państwowym Instytucie Telekomunikacji w 1934 r., przyjmując jako główne kierunki:

— aparaty telefoniczne,
— elektroakustyczne urządzenie informujące.

Od 1934 r. do 1939 r. w dziedzinie aparatów telefonicznych prowadzone były prace nad polepszeniem parametrów transmisyjnych aparatu, ze szczególnym uwzględnieniem parametrów elektroakustycznych wkładek

mikrofonowych i słuchawkowych. Natomiast w dziedzinie elektroakustycznych urządzeń informujących opracowano i wykonano telefoniczny zegar mówiący z optycznym zapisem słownej informacji czasu oraz pogodynkę — automat informujący abonentów telefonicznych o aktualnej i przewidywanej sytuacji meteorologicznej.

Kontynuację działalności Państwowego Instytutu Telekomunikacji z zakresu elektroakustyki rozpoczęto w Instytucie Łączności w 1955 r. Jako główne kierunki działalności przyjęto:

— miernictwo elektroakustyczne wraz z telefonometrią,

— urządzenia elektroakustyczne,

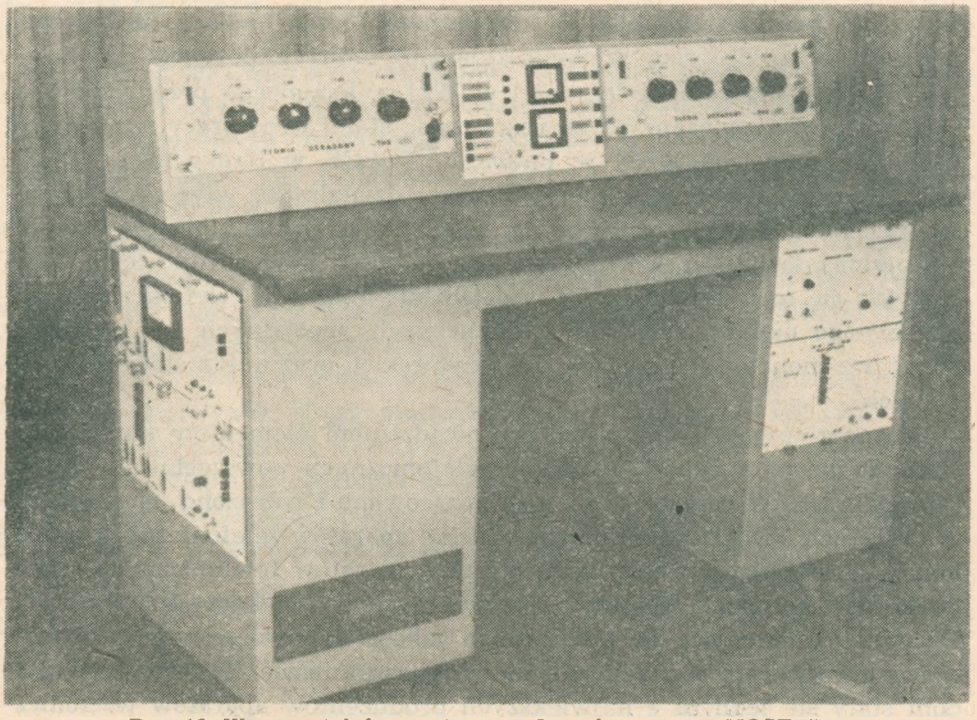
— przetworniki elektroakustyczne.

W dziedzinie miernictwa elektroakustycznego i telefonometrii w okresie 1955—1960 prowadzono prace nad obiektywizacją metod pomiarowych tłumienności odniesienia aparatów telefonicznych oraz studia nad subiektywną metodą pomiarową tłumienności równoważnej wyrazistości AEN. Zaprojektowano i wykonano modele laboratoryjnych oraz przenośnych mierników tłumienności odniesienia aparatów telefonicznych.

W latach 1961—1970 nawiązano współpracę z XII Komisją Studiów CCITT ds. Jakości Transmisji Telefonicznej oraz z Laboratorium CCITT w Genewie. Prowadzono również prace nad zorganizowaniem krajowego ośrodka telefonometrycznego. W ramach tych prac opracowano projekt i wykonano wzorzec telefonometryczny I rzędu systemu NOSFER, który został zalegalizowany w 1965 r. w Laboratorium CCITT w Genewie. Równocześnie wyszkolono ekipę operatorów do obsługi wzorca, która przeprowadzała pomiary związane z legalizacją telefonometrycznych wzorców roboczych, dla potrzeb zakładów produkcyjnych oraz pomiary tłumienności odniesienia i wyrazistości aparatów telefonicznych. Pomiary tłumienności odniesienia oraz wyrazistości obejmowały wszystkie nowe typy aparatów telefonicznych mających być dopuszczonych do produkcji, jak również prowadzono okresowe badania kontrolne produkcji bieżącej aparatów telefonicznych.

W latach 1970—1980 w ramach modernizacji krajowego ośrodka telefonometrycznego opracowano i wykonano (z wykorzystaniem elementów półprzewodnikowych) nowy typ wzorca telefonometrycznego I rzędu systemu NOSFER (rys. 13), który zalegalizowano w Laboratorium CCITT w Genewie w 1978 r. Równolegle, prowadzone były prace nad zwiększeniem dokładności subiektywnych i obiektywnych metod pomiaru tłumienności odniesienia oraz nad wprowadzaniem nowych obiektywnych metod oceny jakości transmisji telefonicznej.

W dziedzinie urządzeń elektroakustycznych w okresie 1955—1960 rozpoczęto prace nad zastosowaniem nośników magnetycznych w telefonicz-



Rys. 13. Wzorzec telefonometryczny I rzędu systemu NOSFER

nych zegarach mówiących. W ramach tych prac opracowano i wykonano model nowego typu telefonicznego zegara mówiącego z magnetycznym zapisem dźwięku. Zapoczątkowało to wprowadzenie do eksploatacji nowych typów telefonicznych zegarów mówiących z nośnikiem magnetycznym, które zastąpiły znacznie kosztowniejsze i trudniejsze w eksploatacji telefoniczne zegary mówiące z zapisem optycznym.

W latach 1960—1970 prowadzono prace nad innymi typami automatów informacyjnych wykorzystujących system zapisu magnetycznego. Jedną z tych prac było opracowanie i wdrożenie do produkcji seryjnej w Zakładach Radiowych im. Kasprzaka telefonicznego automatu zgłoszeniowo-informacyjnego.

W dziedzinie przetworników elektroakustycznych w okresie 1955—1960 r. prowadzono prace nad opracowaniem nowego typu głośnika o wysokiej sprawności, mikrofonów specjalnych dla stanowisk telefonistek w międzymiastowych centralach telefonicznych oraz prace dotyczące przetworników elektroakustycznych o małych zniekształceniach linearnych i nielinearnych.

Prowadzono również prace (1960—1970) nad polepszeniem parametrów wkładek mikrofonowych i słuchawkowych oraz opracowano metodę po-

lepszenia parametrów elektroakustycznych mikrofonów różnicowych, przeznaczonych do pracy w pomieszczeniach o dużym poziomie hałasu.

Włączenie do resortu łączności w 1971 r. krajowego przemysłu teleelektrycznego i związane z tym rozpoczęcie stałej współpracy z zakładami produkcyjnymi, jak RWT w Radomiu, TELOS w Krakowie i TELFA w Bydgoszczy, znacznie rozszerzyło zakres działalności, gdyż obok problemów eksploatacyjnych pojawiły się problemy związane z bieżącą produkcją przemysłową oraz wdrażaniem do produkcji nowych opracowań. Zaznaczyło się to w szczególności w dziedzinie aparatów telefonicznych powszechnego użytku, aparatów telefonicznych, specjalnych, jak automaty wrzutowe monetowe, urządzeń dyspozytorskich oraz automatów informacyjnych.

Rozpoczęto także prace nad wprowadzeniem elementów elektronicznych do nowych typów aparatów telefonicznych powszechnego użytku i specjalnych. W ramach tych prac opracowano i wdrożono do produkcji w zakładach TELOS w Krakowie rodzinę aparatów telefonicznych zespolonych, zastępującą przestarzałe systemy aparatów telefonicznych sekretarsko-dyrektorskich. Współpraca z przemysłem dała korzystne rezultaty. Działania zmierzające do podnoszenia jakości i nowoczesności wyrobów spowodowały wejście przemysłu na rynki zagraniczne. Zakłady RWT Radom stały się jednym z największych producentów aparatów telefonicznych w Europie.

W celu zwiększenia konkurencyjności aparatów telefonicznych na rynkach zagranicznych w końcu lat siedemdziesiątych rozpoczęto prace nad opracowaniem elektronicznego aparatu telefonicznego z wybieraniem klawiszowym. W ramach tej pracy opracowano projekt i wykonano model laboratoryjny elektronicznego aparatu telefonicznego z wybieraniem klawiszowym. Obecnie, przy współpracy z ITE CEMI jest przygotowywana produkcja seryjna układów scalonych do ww. aparatu. Jednocześnie rozpoczęto prace nad opracowaniem samoinkasujących bezmonetowych aparatów telefonicznych z kartami optycznymi.

W dziedzinie przetworników elektroakustycznych w latach 1970—1983 prowadzono prace nad miniaturyzacją przetworników oraz wprowadzeniem nowych typów przetworników elektroakustycznych. W ramach tych prac opracowano i wdrożono do produkcji miniaturowy przetwornik odwracalny W81, przeznaczony do elektronicznego aparatu telefonicznego oraz przetwornik sygnalizacyjny do tegoż aparatu. Prowadzono też prace nad zbadaniem możliwości zastosowania elementów piezoceramicznych jako przetworników elektroakustycznych w elektronicznych aparatach telefonicznych. Badania dały wyniki pozytywne. W ostatnim okresie rozpoczęto prace nad określeniem niezawodności aparatów telefonicznych, ze szczególnym uwzględnieniem elektronicznych aparatów telefonicznych.

7. TELEGRAFIA

Dziedzina telegrafii była rozwijana w Instytucie już w okresie międzywojennym, kiedy to w 1936 r. w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym opracowano urządzenia 12-kanałowej telegrafii wielokrotnej z modulacją amplitudy i zastosowano je na łączu telefonicznym Warszawa—Katowice. Również w tym okresie PIT opracował urządzenie telegrafii podakustycznej i wykonał konstrukcję serii przekaźników telegraficznych oraz uczestniczył w pracach Państwowych Zakładów Tele- i Radiotechnicznych nad konstrukcją dalekopisu, którego serię próbną przekazano do użytku resortowi łączności w 1939 r.

Po 1945 r. badania w dziedzinie telegrafii były kontynuowane w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, a następnie od 1951 r. — w Instytucie Łączności. Od 1962 r. tematyka ta została zlokalizowana w Oddziale Instytutu Łączności w Gdańsku.

Rezultaty działalności badawczej Oddziału IŁ znalazły praktyczne zastosowanie w podstawowych działach telegrafii:

— transmisji,
— komutacji,
— miernictwie.

7.1. Transmisja telegraficzna

W zakresie transmisji telegraficznej osiągnięcia Oddziału IŁ wyrażają się współdziałaniem z WZT TELKOM-TELETRA nad uruchomieniem wytwarzania urządzeń telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym, z podziałem czasowym oraz nad optymalizacją podzespołów telegrafii wielokrotnej (filtry).

7.2. Komutacja telegraficzna

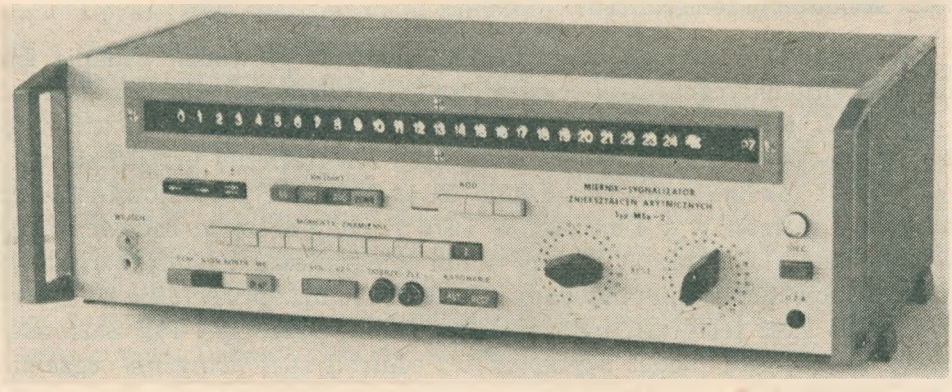
W zakresie komutacji telegraficznej Instytut prowadził badania istniejącej automatycznej sieci telegraficznej, a zwłaszcza badania zagadnień ruchowych, taryfikacyjnych i sygnalizacyjnych. Opracowano elektroniczną abonencką translację telegraficzną oraz telegraficzne urządzenie wieloadresowe (okólnikowe). Urządzenie to jest obecnie produkowane przez okręgowe warsztaty w Lublinie. W 1976 r. podjęto prace badawczo-rozwojowe nad elektronicznymi centralami telegraficzno-teleinformatycznymi ze sterowaniem programowanym — ECTT, które przewiduje się wprowadzić do sieci telegraficznych w latach 1986—1990 (rys. 14). Zainstalowany w Gdańsku model użytkowy tej centrali zdał pomyślnie egzamin eksploatacyjny.

Rys. 14. Model użytkowy elektronicznej centrali telegraficzno-teleinformatycznej ECTT

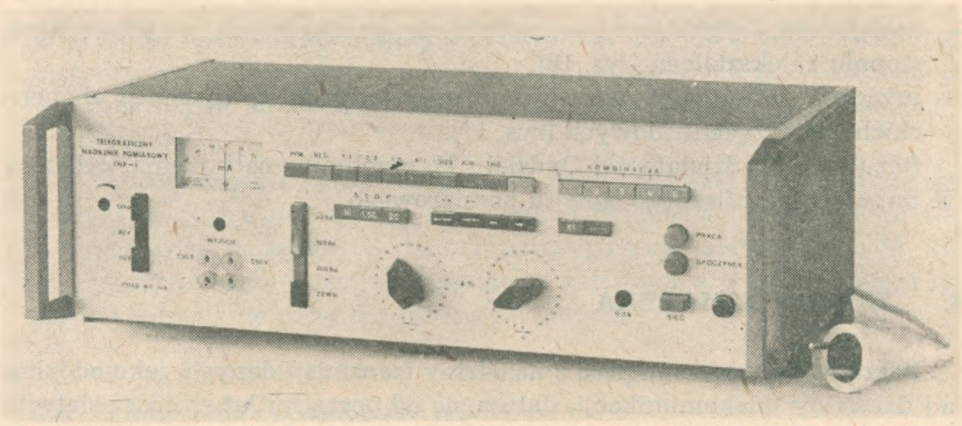
7.3. Miernictwo telegraficzne

W dziale miernictwa telegraficznego osiągnięcia Oddziału IŁ wyrażają się opracowaniem, wytworzeniem warsztatowym i wprowadzeniem do praktyki eksploatacyjnej w sieci resortu łączności i w sieciach innych resortów:

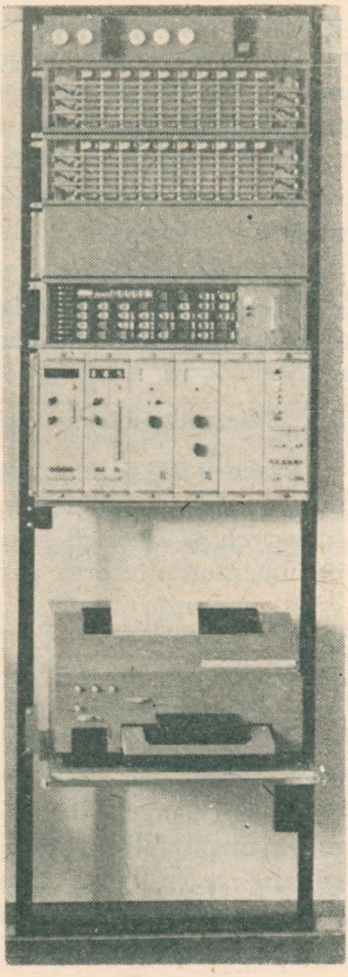
— mierników-sygnalizatorów zniekształceń sygnałów telegraficznych (rys. 15),



Rys. 15. Miernik — sygnalizator zniekształceń sygnałów telegraficznych MSa-2



Rys. 16. Telegraficzny nadajnik pomiarowy TNP-1



Rys. 17. Telegraficzny automat pomiarowy TAP

— nadajników sygnałów telegraficznych pomiarowych o wzorcowym stopniu zniekształceń (rys. 16),
— urządzeń do automatycznych pomiarów łączy telegraficznych abonenckich i międzycentralowych (rys. 17).

Rezultaty tej działalności Oddziału IŁ wyeliminowały niemal całkowicie import telegraficznego sprzętu pomiarowego.

8. TELEINFORMATYKA

Zaczątki prowadzenia prac z dziedziny transmisji danych, jako oddzielnej dziedziny telekomunikacji, datują się od początku lat sześćdziesiątych. Była to dziedzina nowa, nie mająca tradycji historycznych, poza doświadczeniami uzyskanymi z dziedziny telegrafii, którą niekiedy uważa się jako poprzedniczkę transmisji danych i teleinformatyki.

Głównym zadaniem, jakie zostało wówczas postawione, było udzielenie odpowiedzi na pytanie: czy istniejąca krajowa sieć telekomunikacyjna umożliwia transmisję danych i jaka będzie jej jakość w porównaniu z sieciami innych krajów?

W miarę rozwoju tej tematyki, kierunki prowadzonych badań obejmowały:
— miernictwo transmisji danych,
— transmisję sygnałów danych,
— systemy i sieci transmisji danych.

8.1. Miernictwo transmisji danych

Prace z zakresu miernictwa transmisji danych obejmowały głównie opracowanie: kompleksowych programów badań łączy trwałych i komutowanych w sieciach telegraficznej i telefonicznej, metod pomiarowych, dokumentowania oraz przetwarzania uzyskanych wyników umożliwiających ich oszacowanie i porównanie. Pomiary były wykonywane przez służby eksploatacyjne DOPiT i GUTM.

W tym też czasie IŁ rozpoczął stałą współpracę z ówczesnym Instytutem Teleelektroniki Politechniki Warszawskiej w zakresie opracowania konstrukcji unikalnych urządzeń i zestawów badaniowych do pomiarów oraz analizy parametrów przyjętych jako reprezentatywne dla specyfiki transmisji danych (np. stopa błędów, rozkłady błędów, przerwy w transmisji, zniekształcenia czasowe sygnału, zakłócenia impulsowe itp.). Opracowane przez ITPW urządzenia pomiarowe są powszechnie stosowane przez służby eksploatacyjne PTT i laboratoria w kraju.

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na potwierdzenie przydatności kra-

jowej sieci telekomunikacyjnej do transmisji danych (z niewielkimi ograniczeniami co do szybkości w niektórych szczególnych przypadkach) oraz na stwierdzenie braku drastycznych różnic w porównaniu z sieciami innych krajów.

Dla zaspokojenia bieżących potrzeb służb pomiarowo-eksploatacyjnych resortu łączności opracowano i wykonano przenośne zestawy pomiarowe, a mianowicie: nadajnik tekstu pomiarowego i symulator styku S2, które są wykorzystywane przy czynnościach związanych z uruchamianiem łączy dla użytkowników urządzeń transmisji danych.

8.2. Transmisja sygnałów danych

Mimo pozytywnej oceny sieci telekomunikacyjnej rozwój transmisji danych w Polsce był ograniczony z powodu trudności w nabywaniu dość złożonych i drogich urządzeń konwersji sygnału, umożliwiających przekształcenie ziarnistego sygnału danych na sygnał analogowy przystosowany do przekazywania poprzez kanały telekomunikacyjne, głównie kanały telefoniczne. Urządzenia te można było otrzymać wyłącznie za dewizy i to z drugiego obszaru płatniczego. Ta sytuacja wymagała ukierunkowania prac IŁ na opracowanie i wdrożenie do produkcji tego rodzaju urządzeń.

W początkowym okresie rozwoju transmisji danych dominowały urządzenia o małych szybkościach transmisji, tj. od 50 do 200 bit/s, gdyż większość urządzeń końcowych przystosowanych do współpracy z siecią konstruowano na zasadach podobnych do konstrukcji dalekopisu (klawiatury i drukarki elektromechaniczne). Dla zapewnienia współpracy z siecią niezbędne było wdrożenie do produkcji urządzeń konwersji sygnałów, pokrywających zakres małych szybkości transmisji.

Na początku lat siedemdziesiątych opracowano następujące podstawowe urządzenia w tym zakresie, spełniające międzynarodowe zalecenia CCITT:

a) konwertor telegraficzny (TgF), przewidziany do współpracy z łączem telegraficznym do 200 bit/s, wyposażony w znormalizowany styk S2;
b) modem 200, przewidziany do współpracy z powszechną siecią telefoniczną, umożliwiający dwukierunkową jednoczesną (dupleksową) transmisję danych w łączu telefonicznym (modem ten umożliwia również transmisję danych do 300 bit/s).

Instytut Łączności, jako jednostka resortu łączności koordynująca działalność w zakresie transmisji danych na terenie kraju, nawiązał współpracę z Instytutem Teleelektroniki Politechniki Warszawskiej w zakresie opracowań dalszych typów modemów, tym razem o średnich szybkościach

modulacji, przewidzianych do pracy w kanałach sieci telefonicznej w zakresie od 2400 bit/s. Opracowane przez ITPW modemy zostały wdrożone do produkcji. Od 1976 r. produkowano w kraju w zasadzie podstawowy typoszereg modemów do stosowania w powszechnej sieci telefonicznej. A jednak wielu użytkowników importowało wciąż modemy z drugiego obszaru płatniczego. Z tego powodu, w celu zapobieżenia instalowaniu w sieci telekomunikacyjnej urządzeń o parametrach sprzecznych z zaleceniami CCITT oraz z warunkami pracy wymaganymi przez sieć krajową, resort łączności wprowadził obowiązek uzyskiwania (przez firmy produkujące) świadectwa dopuszczenia (homologacji), oferowanego typu modemu lub innego urządzenia, przeznaczonego do pracy w krajowej sieci telekomunikacyjnej. Jednocześnie powierzono Instytutowi Łączności prowadzenie kompleksowych badań homologacyjnych i wydawanie odpowiednich świadectw. Instytut Łączności do chwili obecnej przeprowadził badania homologacyjne (i ocenił) około pięćdziesięciu typów modemów oferowanych do sprzedaży przez dziewięć firm, głównie zachodnich (np. Racal-Milgo, IBM, TRT, SAT, SRT-ITT i inne).

W miarę rozwoju technologii i technik transmisyjnych w dziedzinie transmisji danych możliwe było opracowanie w Instytucie Łączności nowych urządzeń konwersji sygnału uzupełniających szereg urządzeń już produkowanych. Należą do nich:

a) asynchroniczny konwerter podstawowy (AKP-4800), umożliwiający transmisję na fizycznych torach kablowych w zakresie szybkości od 0 do 4800 bit/s;
b) synchroniczny konwerter podstawowy (CSKP-9600), umożliwiający transmisję danych na fizycznych torach kablowych w zakresie szybkości od 600 do 9600 bit/s;
c) rozgałęźnik liniowy, umożliwiający pracę urządzeń transmisji danych w układzie wielopunktowym.

Przyrządy te są produkowane przez Oddział IŁ w Pułtusku.

W ostatnich latach i obecnie są prowadzone prace projektowe i konstrukcyjne, których celem jest opracowanie podstawowych urządzeń dla synchronicznej sieci teleinformatycznej z komutacją kanałów. Kierunek prac wynika z opracowanej wcześniej koncepcji technicznej takiej sieci. Są już zaawansowane prace nad urządzeniami transmisyjnymi dla łączy abonenckich, teledacyjnymi wzywakami abonenckimi i urządzeniami do transmisji danych w przęsłach pierwotnogrupowych, ze zwielokrotnieniem czasowym kanału 64 kbit/s. W ramach tych prac są rozwiązywane nowe problemy dotyczące: synchronizacji sieciowej, współpracy plezjochronicznej węzłów sieci oraz optymalizacji kodów transmisyjnych.

8.3. Systemy i sieci transmisji danych

Działalność Instytutu Łączności w zakresie systemów i sieci transmisji danych rozwijała się w sposób zależny od objawiających się wówczas zmiennych tendencji rozwojowych, zwłaszcza w zakresie sieci. Obejmowała ona dwie grupy prac:

1) prace mające charakter poznawczy, badające obiekty eksperymentalne,
2) prace perspektywiczne, których zakres wynikał z bliskoperspektywicznych prognoz rozwojowych, szczególnie w dziedzinie sieci transmisji danych.

W pierwszej grupie prac można wyróżnić:

— eksperymenty zdalnej komunikacji z wybranymi obiektami na terenie Warszawy (np. z Centrum Obliczeniowym PAN; poczta automatyczna),
— zorganizowanie eksperymentalnej magistrali teleinformatycznej na trasie Gdańsk — Warszawa — Katowice.

W ramach prac w grupie drugiej opracowano wiele koncepcji utworzenia powszechnej sieci teleinformatycznej oraz programów rozwoju teleinformatyki.

Oprócz działalności podstawowej wykonuje się doraźne prace zgłaszane przez instytucje resortowe i pozaresortowe. Są to zarówno prace o charakterze konstrukcyjnym, jak i prace o charakterze ekspertyz. Jako przykład prac konstrukcyjnych może tu służyć system urządzeń ARGO do zliczania głosów w Sejmie PRL, wykonany na zlecenie Kancelarii Sejmu PRL.

9. MIERNICTWO I AUTOMATYZACJA BADAŃ SIECI TELEFONICZNEJ

Miernictwo telekomunikacyjne należało do tych zagadnień, którymi — najpierw Państwowy Instytut Telekomunikacyjny, a następnie Instytut Łączności — zajmowały się od zarania swego istnienia. W okresie działania PIT, w latach 1934—1939 opracowano i wykonano wiele przyrządów pomiarowych dla potrzeb, między innymi: PZT, Ministerstwa Poczt i Telegrafów oraz Państwowej Fabryki Kabli w Ożarowie. W czasie powojennej działalności PIT, a od 1951 r. w Instytucie Łączności prowadzone prace obejmowały:

— przyrządy i metody pomiarowe,
— automatyzację badań sieci łączy telefonicznych.

9.1. Parzyrządy i metody pomiarowe

W latach 1951—1971 opracowano nowe przyrządy pomiarowe do utrzymania rozwijającej się sieci łączności systemów symetrycznych, metody i układy pomiarowe do badań urządzeń systemów niesymetrycznych oraz stanowiska pomiarowe do badań aparatury Instytutu Łączności.

Najbardziej znaczące osiągnięcia w zakresie opracowań konstrukcyjnych w tym okresie, to przede wszystkim opracowanie i wykonanie:
— lokalizatorów uszkodzeń linii napowietrznych (1953 r.);
— przyrządów do automatycznego badania izolacji kabli (1953 r.);
— wzmacniacza pomiarowego 1 kHz, 10 kHz i 100 kHz (1953 r.);
— miernika poziomu na zakres częstotliwości od 50 do 300 000 Hz (1954 r.);
— generatora wzorcowego dla telefonii nośnej na zakres częstotliwości od 4 do 108 kHz (1954 r.);
— przyrządu do dobierania równoważników dla torów telekomunikacyjnych (1954 r.);
— układu do pomiaru odcinków fabrykacyjnych kabli dla telefonii nośnej 600 kHz (1954 r.);
— lokalizatorów uszkodzeń linii kablowych dla kabli pupinizowanych oraz niepupinizowanych (1954 r., 1956 r.);
— mostka oporności pozornej do 12 kHz w układzie Feista i Haaka (1957 r.);
— układów pomiarowych do badania kabla koncentrycznego (1957 r.);
— wzorcowych stanowisk pomiarowych oporności, indukcyjności własnej, pojemności i kąta stratności (1959 r.);
— przyrządu do wykrywania uszkodzeń kabla doziemnego w powłoce polichlorowinylowej (1960 r.);
— pomiarowego wzmacniacza szerokopasmowego na zakres częstotliwości od 60 kHz do 100 MHz (1961 r.);
— mostka do pomiaru indukcyjności z nasyceniem prądem stałym (1964 r.);
— selektywnego miernika poziomu do częstotliwości 620 kHz (1966 r.);
— zestawu do pomiaru tłumienności przesłuchowej (1966 r.);
— generatora dudnieniowego do częstotliwości 620 kHz (1967 r.);
— psofometru (1967 r.).

Opracowano także stanowiska do pomiaru: rezystancji prądem stałym, pojemności i stratności, indukcyjności, dobroci, impedancji w zakresie częstotliwości do 1 MHz, tłumienności prądem stałym i przemiennym do częstotliwości 1 MHz, napięcia i prądu stałego oraz przemiennego o częstotliwości 50 Hz, sinusoidalnego napięcia przemiennego do częstotliwości

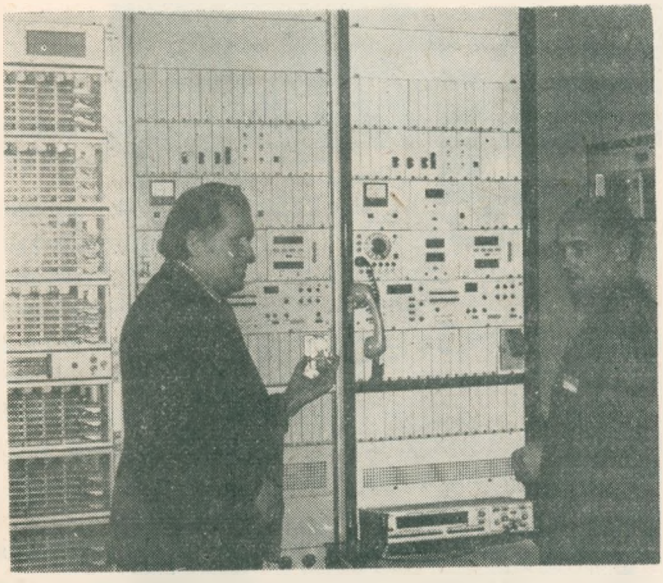
1 MHz, poziomu do częstotliwości 600 kHz, częstotliwości do 10 MHz oraz zniekształceń nielinearnych (lata 1966—1971).

W latach 1961—1970 nastąpiła intensyfikacja badań metrologicznych, wyrażająca się opracowaniem w IŁ wielu metod pomiarowych i wykonaniem wzorcowych stanowisk pomiarowych dla potrzeb resortu.

9.2. Automatyzacja badań sieci łączy telefonicznych

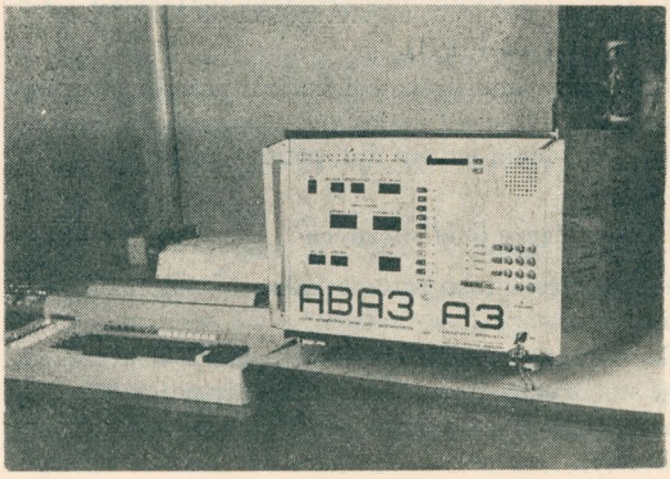
Najbardziej znaczące osiągnięcia Instytutu w zakresie automatyzacji badań to przede wszystkim:

— opracowanie kompleksowej organizacji pomiarów łączy i urządzeń w zautomatyzowanej, międzymiastowej sieci telefonicznej (1972 r.);
— opracowanie, wykonanie (przy współpracy z przemysłem) i wdrożenie (1976—1977) do eksploatacji automatycznej aparatury badaniowej systemu ABA-2 (rys. 18) dla krajowej sieci międzymiastowej w ruchu „miasto—miasto";

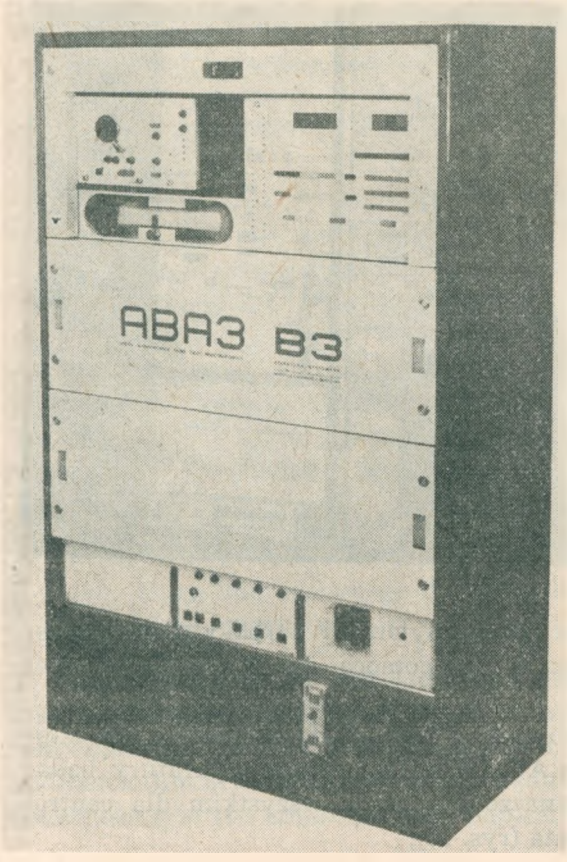


Rys. 18. Stojak (dwa egzemplarze) urządzenia sterującego A2 systemu ABA-2

— opracowanie oprogramowania do przesyłania i obróbki statystycznej wyników pomiarów, uzyskanych za pomocą aparatury badaniowej ABA-2 (1976 r.);
— opracowanie, wykonanie i wdrożenie (1979 r.), do eksploatacji w czterech centralach licencyjnych ACMM automatycznej aparatury badaniowej sytemu ABA-3 przeznaczonej przede wszystkim dla central systemu krzyżowego Pentaconta (rys. 19);

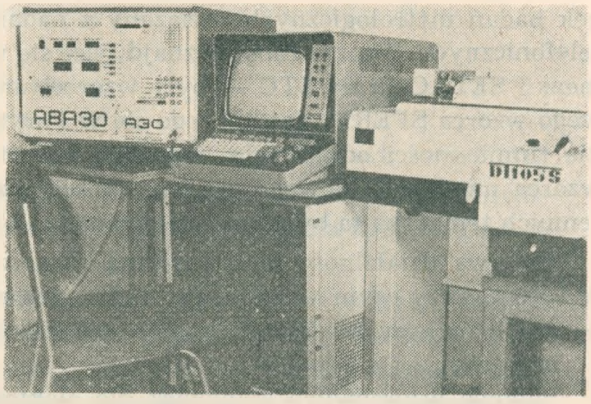


Rys. 19. Aparatura sterująca A3 systemu ABA-3



Rys. 20. Aparatura sterowana B3 systemu ABA-3

— opracowanie, wykonanie i wdrożenie (1983 r.) do eksploatacji urządzeń sterowanych B31, B32 do zdalnych pomiarów w systemie ABA-30 (również w ABA-3 — rys. 20);
— opracowanie, wykonanie i wdrożenie (1983 r.) w centrali międzynarodowej w Warszawie urządzeń sterowanych BMa i BMb systemu ATME-2P;
— opracowanie, wykonanie i zbadanie (1983 r.) w warunkach laboratoryjnych prototypu urządzenia sterującego A30 (opartego na mikroprocesorze), wchodzącego w skład systemu ABA-30 (rys. 21);



Rys. 21. Aparatura sterująca A30 systemu ABA-30

— opracowanie, wykonanie i zbadanie (1983 r.) w warunkach laboratoryjnych prototypu urządzenia sterującego AM systemu ATME-2P.

Niezależnie od opracowań sprzętu dla sieci polskiej opracowano również urządzenia dla sieci zagranicznych, a mianowicie:
— uruchomiono (1982 r.) w sieci Ludowej Republiki Bułgarii doświadczalny węzeł badaniowy łączy międzymiastowych, wyposażony w system ABA-2 (ocena próbnej eksploatacji — pozytywna);
— wdrożono (1980 r.) w sieci czechosłowackiej urządzenia sterowane B3 systemu ABA-3, do współpracy z urządzeniem sterującym firmy L.M. Ericsson.

Ponadto opracowano i wykonano w zakresie zdalnej kontroli obiektów i automatycznej rejestracji obecności:
— urządzenia systemów ARO-10 i ARO-100 do automatycznej rejestracji czasu pracy;
— urządzenia systemu AKOR do kontroli ruchu obiektów ruchomych;
— urządzenia kontroli obiektów specjalnych systemu REKO.

Instytut również inicjuje opracowywanie i opracowuje wymagania techniczno-eksploatacyjne na nowoczesne przyrządy pomiarowe dla potrzeb resortu łączności.

10. METROLOGIA

Badania z dziedziny metrologii telekomunikacyjnej podjęto w kraju w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym w 1934 r. Były to prace związane z budową i utrzymywaniem państwowego wzorca częstotliwości. Wzorzec ten był okresowo porównywany ze wzorcami częstotliwości utrzymywanymi przez zagraniczne laboratoria metrologiczne. Wyniki porównań dowiodły, że względne odchylenia częstotliwości wzorca PIT od średniej wartości częstotliwości otrzymywanej przez laboratoria zagraniczne były rzędu 1.10^{-7}. W PIT powstał i rozwinął się także nowy kierunek badań metrologicznych, związany z badaniami właściwości aparatów telefonicznych. Wzorce robocze znajdujące się w PIT — SATEM firmy Siemens i SETAC firmy STC — były wzorcowane względem międzynarodowego wzorca SFERT znajdującego się w Paryżu. Pozwalało to na określenie tłumienności odniesienia badanego aparatu telefonicznego względem wzorca międzynarodowego, z niepewnością rzędu 0,1 N. W latach powojennych tematyka ta była kontynuowana w PIT i IŁ.

Właściwą działalność metrologiczną rozpoczęto w Instytucie Łączności w 1959 r., przy czym kierunki prowadzonych badań obejmowały:

— organizację w resorcie łączności tzw. Telekomunikacyjnej Służby Pomiarowej,
— budowę wzorcowych stanowisk dla elektrycznych i telekomunikacyjnych wielkości podstawowych,
— miernictwo statystyczne.

10.1. Telekomunikacyjna Służba Pomiarowa

Dla zapewnienia w resorcie łączności jednolitości miar i rzetelności narzędzi pomiarowych, Ministerstwo Łączności powołało w 1960 r. resortową służbę, tzw. Telekomunikacyjną Służbę Pomiarową (TSP).

Instytutowi Łączności powierzono zadanie zorganizowania tej służby, a w szczególności stworzenie bazy technicznej do wzorcowania precyzyjnych przyrządów pomiarowych resortu łączności. W 1961 r. zostało podpisane porozumienie pomiędzy Głównym Urzędem Miar a Instytutem Łączności nadające IŁ odpowiednie uprawnienia związane z budową i utrzymywaniem wzorców.

W późniejszym okresie, w wyniku opracowania nowych wzorców i stanowisk wzorcowych, Instytut Łączności uzyskał od państwowej administracji miar rozszerzone uprawnienia legalizacyjne. Działalnością TSP objęto również zakłady przemysłowe zgrupowane w Zjednoczeniu Przemysłu Teleelektronicznego TELKOM. Znaczący udział IŁ oraz izb terenowych w działalności metrologicznej na terenie kraju doprowadził w 1977

roku do podpisania porozumienia w sprawie współpracy w dziedzinie metrologii między Ministerstwem Łączności oraz Polskim Komitetem Normalizacji i Miar.

10.2. Stanowiska wzorcowe

Działalność badawcza w pierwszym okresie dotyczyła opracowania i budowy w IŁ wzorcowych stanowisk dla podstawowych wielkości elektrycznych oraz kontrolnych stanowisk pomiarowych w Telekomunikacyjnych Izbach Pomiarowych (TIP) — terenowych placówkach TSP. Opracowano dokumentację metrologiczną na stanowiska kontrolne dla:
— napięcia i prądu stałego,
— oporu elektrycznego dla prądu stałego,
— pojemności i indukcyjności (przy 1 kHz),
— napięcia, poziomu i impedancji (w zakresie częstotliwości do 1 MHz).

Wdrożenie tych stanowisk do pracy doprowadziło do uzyskania od państwowej administracji miar uprawnień legalizacyjnych dla Instytutu Łączności oraz dla TIP.

Rozwój elektroniki i telekomunikacji spowodował wzrost dokładności użytkowych i kontrolnych narzędzi pomiarowych, zmieniając zasady i sposoby ich konstrukcji, przez co zmieniły się również kierunki działalności metrologicznej IŁ w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych.

Rozszerzono zakres częstotliwościowy stanowisk pomiarowych do pomiaru: napięć, poziomów napięć, tłumienności i impedancji do 100 MHz. Zbudowano precyzyjne narzędzia pomiarowe, samodzielne bądź wchodzące w skład zautomatyzowanych stanowisk pomiarowych. W tym zakresie wykonano, np. modele i krótkie serie wzorcowych analogowych mierników poziomu — kontrolnych przyrządów TIP i cyfrowych mierników mocy średniej. Ponadto wykonano model kalibratora napięcia stałego i kalkulatora programowanego sterującego pracą stanowiska do sprawdzania cyfrowych przyrządów pomiarowych, np. multimetrów.

10.3. Miernictwo statystyczne

W latach 1957—1970 zaprojektowano i wykonano uniwersalną, jeśli rozpatrywać jej zastosowanie, aparaturę do statystycznej analizy wolnozmiennych przebiegów elektrycznych. Pozwalała ona na analizę amplitudowo-czasową bezpośrednio obserwowanych lub zarejestrowanych na taśmie magnetycznej przebiegów elektrycznych. Przy zastosowaniu różnego rodzaju przetworników aparatura ta była pomocna w rozwiązywaniu wielu telekomunikacyjnych problemów badawczych, a także problemów z innych dziedzin techniki.

W latach siedemdziesiątych prowadzono studia dotyczące metod pomiaru i aparatury pomiarowej do badań sygnałów losowych występujących w telekomunikacji. Prace te, będące kontynuacją wieloletnich badań związanych z pomiarami statystycznymi, stanowią oryginalny wkład polskiej myśli technicznej w tej dziedzinie.

11. RADIOKOMUNIKACJA I RADIOFONIA

Badania z zakresu radiokomunikacji i radiofonii były prowadzone w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym zarówno w okresie przedwojennym, jak i w okresie powojennym. Kontynuowano je również w Instytucie Łączności.

Kierunki prowadzonych wówczas badań obejmowały problematykę związaną z:

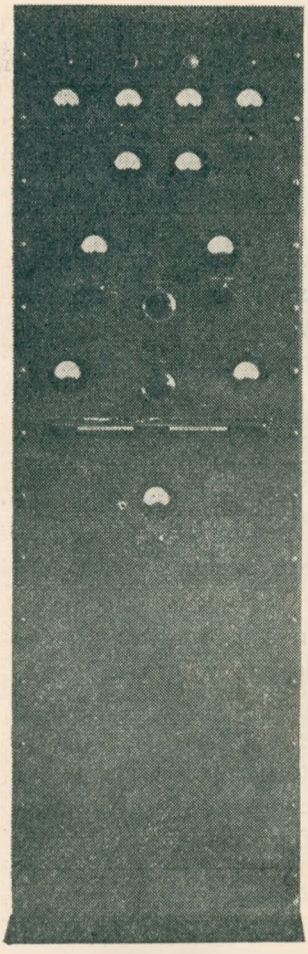
1) generacją i stabilizacją częstotliwości,
2) radiofonią,
3) kontrolą emisji radiowych,
4) radiokomunikacją ruchomą lądową i morską,
5) liniami radiowymi,
6) łącznością satelitarną,
7) wykorzystywaniem sieci nadajników radiofonicznych do celów przywoławczych.

11.1. Badania dotyczące generacji i stabilizacji częstotliwości

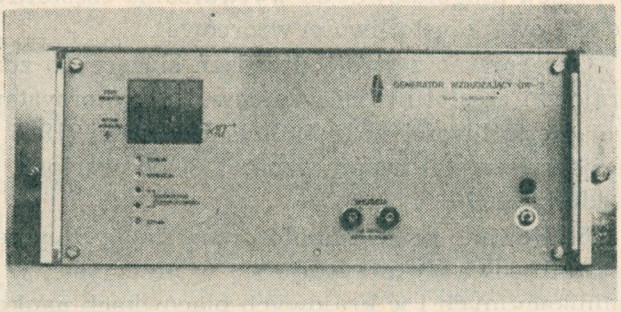
Badania i opracowania związane z generacją i stabilizacją częstotliwości były prowadzone w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym od chwili jego powstania i są nadal kontynuowane w Instytucie Łączności.

W latach 1934—1939 opracowano i wykonano serię generatorów wzbudzających do krajowych stacji radiofonicznych (rys. 22), o bardzo wysokiej w ówczesnym okresie stałości częstotliwości. Wyniki badań odchyleń częstotliwości nośnych krajowych radiofonicznych stacji nadawczych wyposażonych w te generatory wykazały odchylenia częstotliwości ok. 1 Hz od częstotliwości nominalnych, co było poważnym osiągnięciem technicznym w tym okresie.

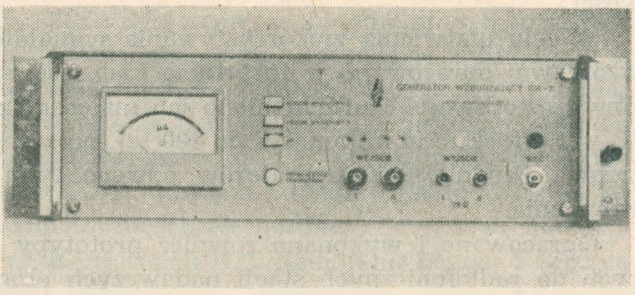
Opracowano również szereg kwarcowych wzorców częstotliwości dla różnych odbiorców krajowych. Generatory wzbudzające i wzorce kwarcowe były wyposażone w rezonatory kwarcowe również wytwarzane w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym. Wytwarzanie rezonatorów z kwarcu naturalnego jak i hodowanego prowadzono również w PIT po wojnie, przy czym w okresie 1945—1951 r. stanowiły one wyposażenie



a



b



Rys. 23. Generator wzbudzający dla średniofalowych synchronizowanych stacji radiofonicznych:
a) panel generacyjny, b) panel przełączający

Rys. 22. Generator wzbudzający typu GW3 opracowany i wykonany w PIT w 1937 r.

budowanych w PIT generatorów wzbudzających do radiofonicznych stacji nadawczych długo-, średnio- i krótkofalowych, a także nadawczych urządzeń radiokomunikacyjnych.

W zakresie kwarcowych urządzeń pomiarowych opracowywano i wykonywano wzorce kwarcowe i generatory interpolacyjne do pomiarów częstotliwości, falomierze oraz precyzyjne regulatory temperatury.

W Instytucie Łączności opracowano i uruchomiono w 1968 r. stanowisko częstotliwości wzorcowej wyposażone początkowo w kwarcowe generatory wzorcowe, a następnie w 1974 r. w laboratoryjny model atomowego cezowego wzorca częstotliwości oraz w precyzyjne wzorcowe generatory kwarcowe.

Uruchomiono również emisję sygnałów krajowej częstotliwości wzorcowej, wykorzystując stanowisko wzorcowej częstotliwości w radiofonicz-

nej stacji długofalowej do wytwarzania częstotliwości nośnej tej stacji jako krajowej częstotliwości wzorcowej.

Opracowano zestroje urządzeń służące do zdalnej kontroli i regulacji krajowej częstotliwości wzorcowej z wykorzystaniem stanowiska wzorcowej częstotliwości w Instytucie Łączności (1983 r.). Względne odchylenia krajowej częstotliwości wzorcowej od wartości nominalnej (227 kHz) są rzędu kilku 10^{-10}.

Emitowane przez radiofoniczną stację długofalową sygnały wzorcowej częstotliwości wykorzystuje się w przemyśle, w eksploatacji sieci telekomunikacyjnych i w krajowych placówkach naukowych — do kontroli częstotliwości lokalnych wzorców wtórnych lub innych źródeł częstotliwości.

W celu ułatwienia wykorzystywania sygnałów krajowej częstotliwości wzorcowej opracowano w Instytucie Łączności szereg typów komparatorów częstotliwości i uruchomiono ich małoseryjną produkcję w Oddziale IŁ w Pułtusku (od kilkunastu do 200 szt. poszczególnych typów komparatorów). Produkcja komparatorów nowego typu jest obecnie w trakcie wdrażania.

Opracowano i wykonano również prototypy generatorów wzbudzających do radiofonicznych stacji nadawczych pracujących w grupach stacji synchronizowanych w zakresie średniofalowym (rys. 23a, b). Wyprodukowano serię tych generatorów i uruchomiono je w 1978 r. w stacjach synchronizowanych. Wymagana dokładność częstotliwości tych stacji (rzędu 5.10^{-9}), jest utrzymywana dzięki automatycznej korekcji generatorów wzbudzających z wykorzystywaniem sygnałów krajowej częstotliwości wzorcowej.

11.2. Badania z zakresu radiofonii

W Instytucie Łączności opracowano analizę systemów stereofonicznych, przeprowadzono badania wybranego systemu stereofonii z częstotliwością pilotującą, który przewidziano do stosowania w kraju.

Opracowano modele koderów do stacji nadawczej, modele laboratoryjne urządzeń odbiorczych oraz szereg unikalnych modeli urządzeń pomiarowych, za pomocą których zbadano parametry systemu i określono wymagania techniczne na poszczególne urządzenia systemu. Wyniki tych badań umożliwiły wprowadzenie systemu stereofonicznego do eksploatacji.

Podjęto również badania nad wielowymiarowym przekazywaniem obrazu dźwiękowego (m. in. nad kwadrofonią). Opracowano modele kodera 4-kanałowego oraz modele laboratoryjne kilku wariantów odbiorników. Przeprowadzono badania związane z określeniem współczynników

ochronnych przy transmisjach złożonych sygnałów oraz z określeniem podatności systemu na zakłócenia. Przeprowadzono także próbne emisje sygnałów z wykorzystaniem opracowanych modeli i stacji nadawczej UKF-FM w Warszawie i we Wrocławiu. Wyniki tych badań przedstawiono w dokumentach prezentowanych IV Grupie Studiów OIRT. Próbne emisje demonstrowano przy tym na konferencjach krajowych. Po przeanalizowaniu trudności związanych z wprowadzeniem takiego systemu w radiofonii dalszych badań nie prowadzono.

W związku z sygnalizowanymi przez organizacje międzynarodowe możliwościami zastąpienia systemu dwuwstęgowego w radiofonii długo-, średnio- i krótkofalowej przez systemy jednowstęgowe o modulacji amplitudowej podjęto więc w IŁ z kolei badania różnych systemów jednowstęgowych. W wyniku analizy takich systemów za przedmiot badań bardziej szczegółowych obrano system jednowstęgowy z całkowicie wytłumioną jedną wstęgą boczną. Opracowano modele urządzeń nadawczych i odbiorczych, które posłużyły do określenia parametrów technicznych badanego systemu. Wyniki badań przedstawiono w 1974 r. w dokumentach na międzysesyjnych konferencjach CCIR. Na tym badania systemów radiofonii jednowstęgowej w Instytucie Łączności zakończono.

Należy nadmienić, że na Konferencji UIT Radiofonii Długo- i Średniofalowej (Genewa 1974/1975) rozpatrywano zagadnienie wdrożenia systemów jednowstęgowych w latach dziewięćdziesiątych oraz prowadzenie próbnych emisji w latach osiemdziesiątych. Natomiast zagadnienie stosowania emisji jednowstęgowych w radiofonii krótkofalowej rozpatrywano na I sesji Światowej Administracyjnej Konferencji Radiofonii Krótkofalowej (Genewa, styczeń 1984).

W zakresie radiofonicznej techniki nadawczej podjęto badania nad wykorzystaniem klasy D we wzmacniaczach wielkiej i małej częstotliwości nadajników małej mocy. Opracowano i zbadano użytkowe modele wzmacniaczy i członów wzbudzających do nadajników pracujących w zakresie średniofalowym, a w 1983 r. model nadajnika radiofonicznego o mocy wyjściowej 1 kW, w pełni stranzystoryzowanego, z zastosowaniem układów klasy D.

W celu polepszenia skuteczności emisji radiofonicznych stacji nadawczych w zakresie krótkofalowym opracowano urządzenia przeznaczone do toru modulującego rozgłośnia — radiostacja, umożliwiające odpowiednie kształtowanie wstęgi częstotliwości i kompresję dynamiki. Na podstawie wyników badań opracowano w 1978 r. małą serię tych urządzeń, które zastosowano w nadawczym centrum krótkofalowym programów dla zagranicy.

W zakresie miernictwa opracowano: metody i urządzenia do pomiaru niepożądanych emisji nadajników radiofonicznych i radiokomunikacyj-

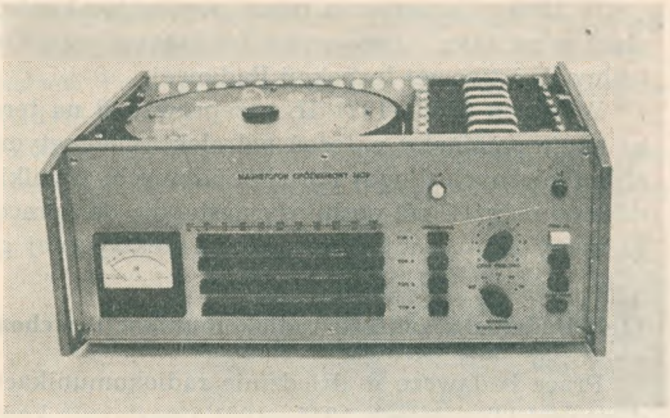
nych dużej mocy, metody i model użytkowy do pomiaru szerokości pasma emisji radiowych (stosownie do przyjętych definicji szerokości pasma w CCIR), metody i urządzenia do pomiaru szumów własnych typu FM w nadajnikach radiowych i szumów własnych typu AM w nadajnikach o modulacji częstotliwościowej. Opracowano również modele mierników przesunięć fazowych w urządzeniach nadawczych radiofonicznych dużej mocy. Wyniki prac wykorzystano w krajowej służbie częstotliwości wzorcowej.

W dziedzinie radiofonii część prac prowadził również Oddział IŁ w Gdańsku. Objął on swą działalnością badawczą zagadnienia rozwoju teletransmisyjnych przewodowych sieci radiofonicznych, usprawnienia istniejących sieci rozgłaszania przewodowego oraz rozwoju przewodowego rozsyłania programów radiodyfuzyjnych do budynków i osiedli mieszkaniowych. Z zakresu teletransmisyjnych sieci radiofonicznych istotnym osiągnięciem jest przede wszystkim opracowanie, wykonanie oraz wprowadzenie do sieci telekomunikacyjnej w kraju urządzeń teletransmisyjnych przeznaczonych do tworzenia kanałów transmisji dźwięku o szerokości pasma częstotliwości do 7 kHz, 10 kHz i do 15 kHz. Wykorzystując urządzenia o szerokości pasma częstotliwości do 10 kHz utworzono w kraju w latach 1970—1975, nową sieć znormalizowanych łączy radiofonicznych, a począwszy od 1980 r. uruchomiono — opierając się na urządzeniach o pasmie częstotliwości do 15 kHz — krajową przewodową sieć radiofoniczną, umożliwiającą transmisje stereofoniczne w IV programie Polskiego Radia.

Opracowane urządzenia teletransmisyjne dla radiofonii zostały przyjęte za podstawę do opracowania przez OIRT oraz przez Stałą Komisję Łączności RWPG odpowiednich zaleceń międzynarodowych dotyczących tych zagadnień.

Prace Instytutu Łączności nad usprawnieniem sieci rozgłaszania przewodowego obejmowały zagadnienia automatyzacji obsługi tych sieci. W miarę jednak zanikania w kraju tych sieci, podjęto badania nad usprawnianiem metod i środków nagłaśniania pomieszczeń i przestrzeni otwartej. Wykonano także wzmacniacze nagłośnieniowe dużej mocy oraz kolumny dźwiękowe, które wdrożono do produkcji w zakładach TONSIL we Wrześni. Opracowano również magnetofon opóźnieniowo-podgłosowy, którego serię wyprodukowano w warsztatach Oddziału i przekazano resortowym służbom nagłośnieniowym (rys. 24).

Począwszy od 1975 r. podjęto prace badawczo-rozwojowe nad przewodowym rozprowadzaniem programów radiodyfuzyjnych do budynków i osiedli mieszkaniowych. Skoncentrowanie w Gdańsku produkcji urządzeń antenowych instalacji zbiorowych stworzyło warunki bezpośredniego współdziałania w tej dziedzinie IŁ z przemysłem (tj. GZT TELMOR).



Rys. 24. Magnetofon opóźnieniowo-pogłosowy MOP

Dotychczasowe prace IŁ we współdziałaniu z GZT TELMOR umożliwiły seryjną produkcję urządzeń antenowych instalacji zbiorowych budynkowych oraz przygotowanie się do opracowywania urządzeń wielkich antenowych instalacji zbiorowych (osiedlowych).

11.3. Kontrola emisji radiowych

Od początku działania Państwowego Instytutu Telekomunikcyjnego prowadzono pomiary odchyleń od wartości nominalnych częstotliwości nośnych stacji radiowych (krajowych i zagranicznych). Stacja kontroli emisji PIT dysponowała początkowo wzorcem kamertonowym, który wkrótce zastąpiono wzorcem kwarcowym (1935 r.) o niedokładności względnej rzędu 1.10^{-7}. Należy wspomnieć, że już w Instytucie Radiotechnicznym w Warszawie wykonywano pomiary częstotliwości stacji nadawczych, a w 1931 r. przeprowadzono międzynarodowe pomiary porównawcze krajowych wzorców częstotliwości przy udziale W. Brytanii, Francji, Niemiec, Włoch i Polski, z niedokładnością względną 1.10^{-6}.

W latach 1945—1951 istniejąca w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym stacja kontroli emisji przeprowadzała pomiary częstotliwości stacji radiofonicznych i radiokomunikacyjnych.

Po 1951 r. rozszerzono zakres działalności stacji, rozszerzono pomiary natężeń pól elektromagnetycznych i szerokości pasma częstotliwości emisji. Na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych uzupełniono program badań o pomiary i obserwacje kontrolne, związane z oceną jakości technicznej emitowanych przez warszawską stację telewizyjną sygnałów i obrazów telewizyjnych, oraz obserwacje usterek technicznych w odbiorze sygnałów telewizyjnych. Dane te wykorzystywano w eksploatacji do określania i usuwania przyczyn występujących usterek.

W 1968 r. przerwano prace pomiarowo-kontrolne w Instytucie Łączności w związku z przejęciem tej funkcji przez Ośrodek Pomiarowo-Kontrolny Państwowej Inspekcji Radiowej.

W latach 1968—1971 IŁ przeprowadził na terenie całego kraju szeroką akcję pomiarów natężeń pól elektromagnetycznych nadawczych stacji radiofonicznych długo- i średniofalowych. Wyniki dziesiątków tysięcy pomiarów natężeń pól posłużyły następnie do opracowania pierwszej w kraju mapy skutecznej przewodności elektrycznej gruntów terenów Polski.

11.4. Badania z zakresu radiokomunikacji ruchomej lądowej i morskiej

Prace badawcze w dziedzinie radiokomunikacji ruchomej lądowej podjęto w PIT w latach 1945—1951 i następnie kontynuowano w Instytucie Łączności. W początkowym okresie opracowano koncepcję sieci resortowych dyspozytorskich indywidualnych i zbiorowych oraz wytyczne projektowania takich sieci. W sieciach tych przewidywano przy tym wykorzystywanie nadawczo-odbiorczych urządzeń simpleksowych.

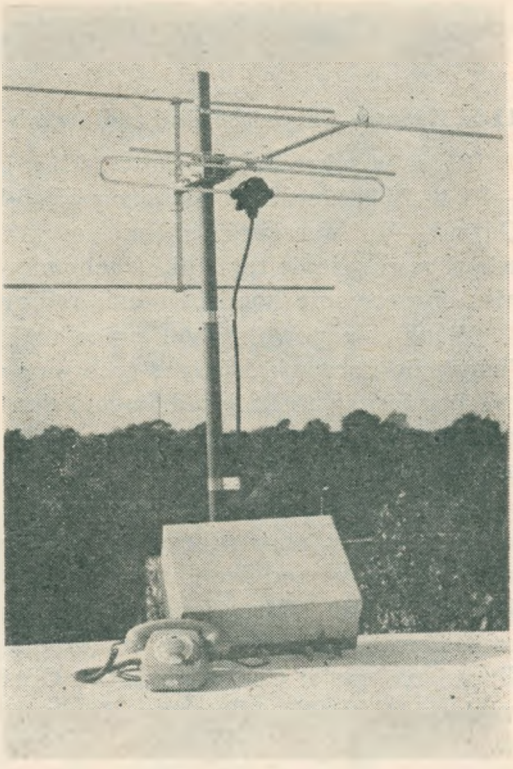
W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych przeprowadzono badania związane z rozeznaniem własności eksploatacyjnych i celowością wykorzystania zakresu częstotliwości około 300 MHz w lądowej radiokomunikacji ruchomej. Opracowano modele użytkowe urządzeń radiotelefonicznych oraz wymagania techniczno-eksploatacyjne dla urządzeń w omawianym zakresie częstotliwości, a także i w innych zakresach częstotliwości stosowanych w ruchomej radiokomunikacji lądowej.

W latach 1973—74 opracowano z kolei koncepcję ogólnokrajowej ruchomej radiotelefonicznej sieci użytku publicznego, powiązanej z siecią telekomunikacyjną. W celu zbadania prawidłowości przyjętych rozwiązań dotyczących zamierzonego wdrożenia w pierwszym etapie sieci w zakresie częstotliwości 160 MHz (zakładając realizację połączeń przez operatorów), opracowano modele stacji bazowych, modele użytkowe stacji przewoźnych oraz łącznic radiotelefonicznych (wspólnie z GUTM) oraz uruchomiono sieć eksperymentalną w wybranych rejonach kraju (Gdańsk, Olsztyn, Warszawa, Łódź). Sieć ta, zgodnie z założeniami, miała być wyposażona w selektywne wywoływanie abonentów i wyposażona w urządzenia dupleksowe. Opracowano także dokumentację na wykonanie małej serii urządzeń przewoźnych oraz wykonano prototypy stacji bazowych. Przeprowadzono badania sieci eksperymentalnej, które zakończono w 1983 r.

Wykorzystując urządzenia radiotelefoniczne produkowane przez przemysł opracowano modele urządzeń jednokanałowego radiotelefonicznego stałego łącza abonenckiego (pomiędzy abonentem i centralą telefoniczną), które spełniało wszystkie warunki techniczne wymagane dla łączy

abonenckich (rys. 25). Na podstawie wyników przeprowadzonych badań oraz opracowanej dokumentacji zakłady RADMOR uruchomiły w 1975 r. produkcję takich urządzeń. Urządzenia te produkują również Kolejowe Zakłady Automatyki (Gdynia).

W 1983 r. podjęto z kolei prace nad koncepcją rozwiązania, oraz (przy współpracy z przemysłem) nad laboratoryjnymi układami radiotelefonicz-



Rys. 25. Kompletne wyposażenie telefonicznej stacji abonenckiej

nego stałego łącza abonenckiego wielokanałowego (w pierwszym etapie — czterokanałowego), które powinno ułatwić rozwiązanie zagadnień telefonizacji wsi. Opracowany zestaw modelowych urządzeń został poddany badaniom rozpoczętym w 1984 r.

Od 1962 r. w Oddziale Gdańskim IŁ były prowadzone badania nad metodami oraz środkami usprawnienia i rozwoju radiokomunikacji morskiej.

W wyniku tej działalności opracowano:

— koncepcję i programy poprawy warunków bezpieczeństwa statków poprzez rozbudowę radiowego ośrodka nasłuchowego na wyspie Wolin, dla którego wykonano szereg elementów wyposażenia odbiorczego;

— dodatkowe zespoły do nadajników i odbiorników radiokomunikacyjnych, produkowanych przez GZE UNIMOR, które umożliwiają stosowanie łączności dalekopisowej w radiokomunikacji morskiej;
— metodykę badań oraz opracowano i wykonano serię urządzeń pomiarowych do kontroli sprzętu nadawczego na statkach i w radiostacjach nadbrzeżnych;
— modele użytkowe urządzeń niezbędnych do automatyzacji połączeń w radiokomunikacji morskiej (układy selektywnego wywołania systemem cyfrowym i układy detekcji oraz korekcji błędów).

11.5. Badania dotyczące linii radiowych

Prace w zakresie linii radiowych prowadzone już były w latach 1934—39 w PIT. Opracowano koncepcję 6-kanałowej linii radiowej na trasie Gdynia—Hel w zakresie fal metrowych oraz wykonano urządzenia stanowiące wyposażenie tej linii, uruchomionej w połowie 1936 r. Podjęto również opracowanie koncepcji linii radiowej na trasie Warszawa—Łódź.

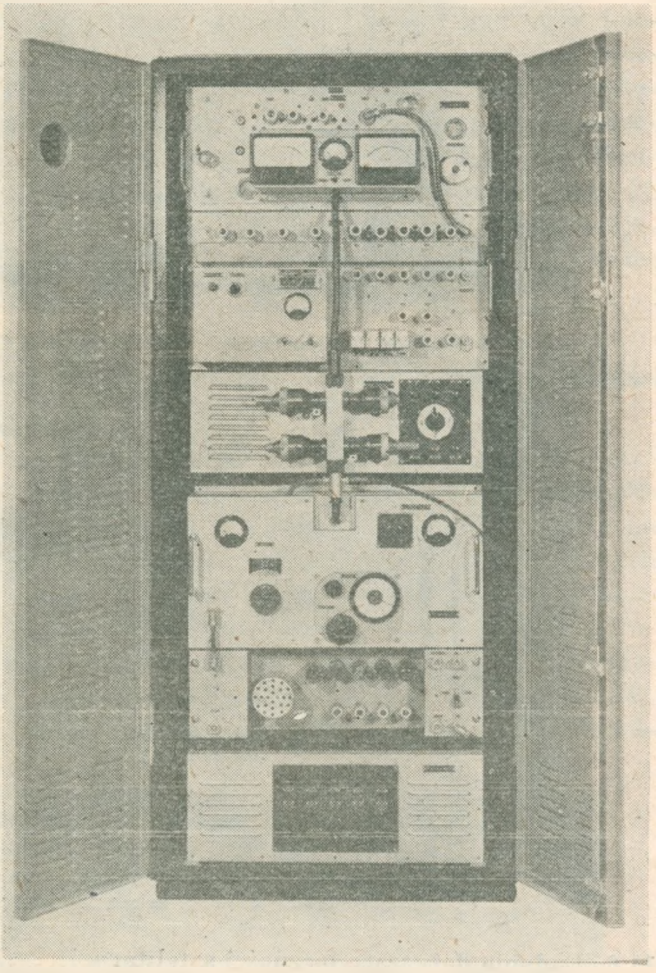
W okresie powojennym prace nad liniami radiowymi wznowiono w Instytucie Łączności. Zakres tych prac obejmował: wybór i ustalenie metod pomiarowych linii radiowych, opracowanie modeli urządzeń i badania ich charakterystyk technicznych, w celu ustalenia wymagań techniczno-eksploatacyjnych.

Prowadzono prace dotyczące opracowania i wykonania modeli użytkowych urządzeń stanowiących wyposażenie jednostkowej 6-kanałowej linii radiowej o modulacji impulsowej, pracującej w zakresie częstotliwości ok. 150/170 MHz. Koncepcja tej linii była jeszcze opracowana przed podziałem PIT. Opracowane urządzenia wykorzystano do budowy linii radiowej na trasie: Centralne Biuro Operacyjne (Warszawa) Grodzisk Mazowiecki Ośrodek Odbiorczy. Linię oddano do doświadczalnej eksploatacji w 1953 r. wykorzystując ją do transmisji przede wszystkim sygnałów telegraficznych z Ośrodka w Grodzisku do C.B.O. Zebrane doświadczenia z pracy tej linii wykorzystano w pracach badawczych nad modelami urządzeń 12-kanałowej impulsowej linii radiowej, częściowo już stranzystorowanej i pracującej w zakresie częstotliwości ok. 1,5 GHz (rys. 26). Prace nad tymi modelami zakończono w 1963 r. a urządzenia wykorzystano do uruchomienia linii radiowej na trasie pomiędzy Instytutem Łączności i GUTM. Umożliwiło to włączenie centrali automatycznej IŁ do sieci miejskiej. Linia ta pracowała do 1967 r.

Dalsze badania dotyczyły wyboru optymalnych systemów i zestrojów linii radiowych z zastosowaniem modulacji impulsowo-kodowej. Opracowano wymagania techniczno-eksploatacyjne na różne rodzaje linii radiowych przeznaczone do transmisji sygnałów telefonicznych o różnych krot-

nościach oraz sygnałów telewizyjnych, na zakresy częstotliwości ok. 2 GHz i ok. 11 GHz dla sieci okręgowych i wewnątrzwojewódzkich.

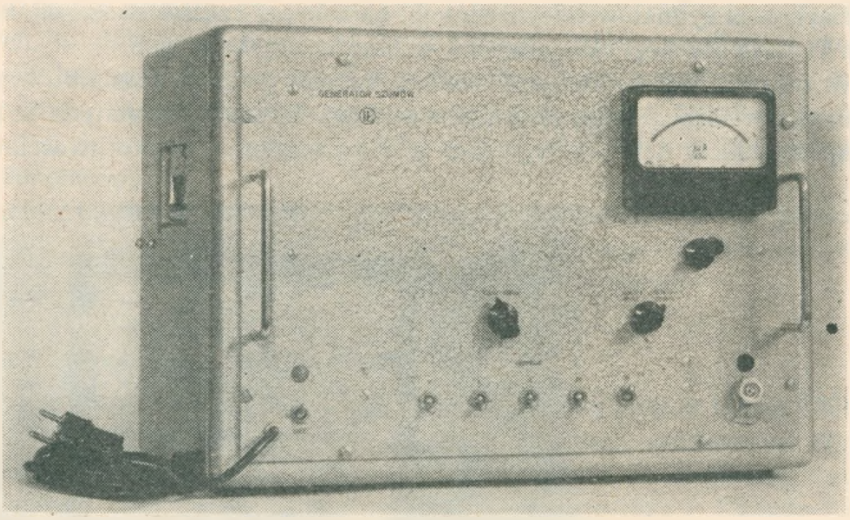
W zakresie miernictwa opracowano metodę pomiaru stosunku sygnału do szumu w torach radiowych i przewodowych, przystosowanych do transmisji sygnałów telefonicznych, o zwielokrotnieniu częstotliwościowym,



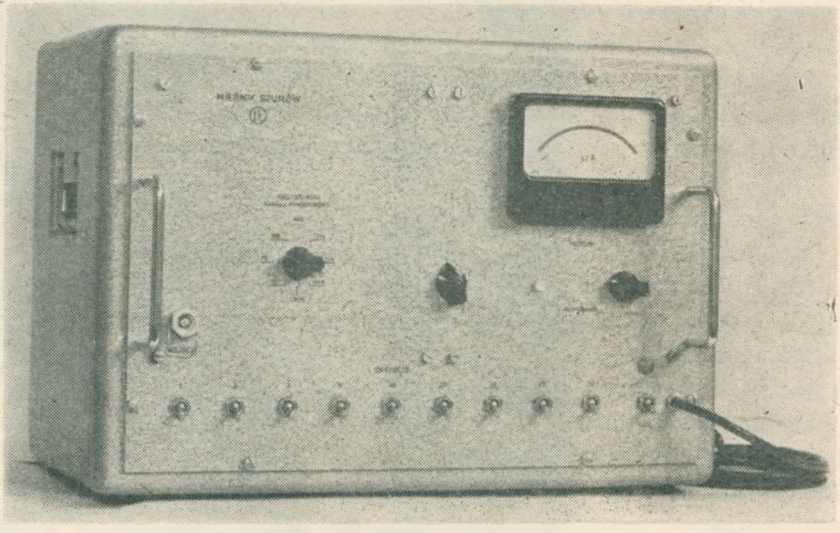
Rys. 26. Urządzenie nadawczo-odbiorcze w.cz. 12-kanałowej linii radiowej w modulacji impulsowej

z zastosowaniem generatora szumu białego jako źródła sygnału zastępującego sygnały telefonii wielokrotnej (rys. 27a, b). Opracowano również model i prototyp przyrządu do pomiarów zniekształceń impulsowania. Opracowania te posłużyły do wdrożenia seryjnej produkcji tych przyrządów. Prace w dziedzinie linii radiowych zostały w IŁ zakończone pod koniec lat siedemdziesiątych, gdyż przerwane zostały przez przemysł krajowy prace nad opracowaniem modeli urządzeń linii radiowych.

a)



b)



Rys. 27. Zestaw do pomiaru szumów:
a) generator szumów, b) miernik szumów

11.6. Badania dotyczące łączności satelitarnej

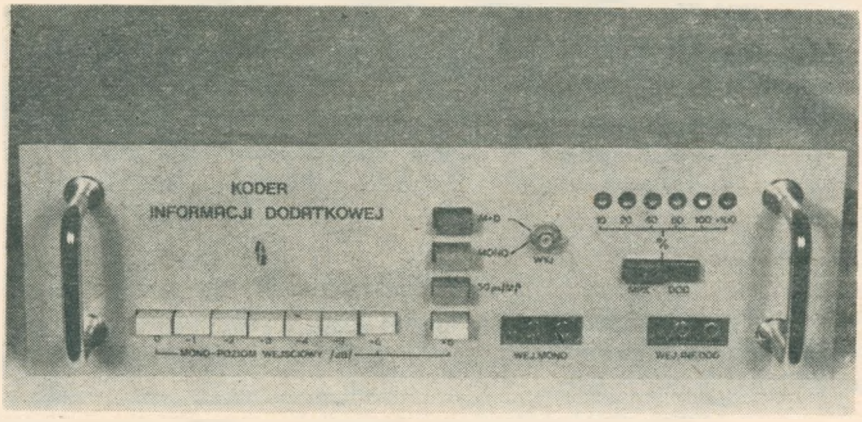
Prace w tej dziedzinie podjęto w Instytucie Łączności w 1972 r. Pierwsze badania dotyczyły zagadnień związanych z lokalizacją w Polsce naziemnej stacji satelitarnej w systemie INTERSPUTNIK, przy czym przeprowadzono również analizę techniczno-ekonomiczną budowy takiej stacji naziemnej w kraju.

Powierzenie stronie polskiej (Instytutowi Łączności) roli koordynatora współpracy w temacie dotyczącym radiodyfuzji satelitarnej w planie prac

stałej Grupy Roboczej ds. Łączności Kosmicznej programu INTERKOSMOS spowodowało podjęcie prac związanych z opracowaniem koncepcji systemu radiodyfuzji satelitarnej dla krajów socjalistycznych, w zakresie częstotliwości ok. 12 GHz. Za przedmiot własnych prac badawczych wybrano opracowanie urządzenia odbiorczego przeznaczonego do bezpośredniego odbioru sygnałów telewizyjnych z satelity radiodyfuzyjnego. Model takiego urządzenia, umożliwiającego jednoczesny odbiór sygnałów telewizyjnych w pięciu przydzielonych Polsce kanałach radiowych i przeznaczonego przede wszystkim do wykorzystywania w antenowych instalacjach zbiorowych, został opracowany w 1982 r. W 1983 r. przeprowadzono badania tego modelu na trasie eksperymentalnej Pałac Kultury i Nauki — Instytut Łączności. W badaniach wykorzystano opracowane w IŁ symulatory, tzn. urządzenia stanowiące źródła sygnałów odpowiadających warunkom, jakie przewiduje się uzyskać przy odbiorze sygnałów telewizyjnych z satelity radiodyfuzyjnego.

11.7. Wykorzystanie sieci stacji radiofonicznych do celów przywoławczych

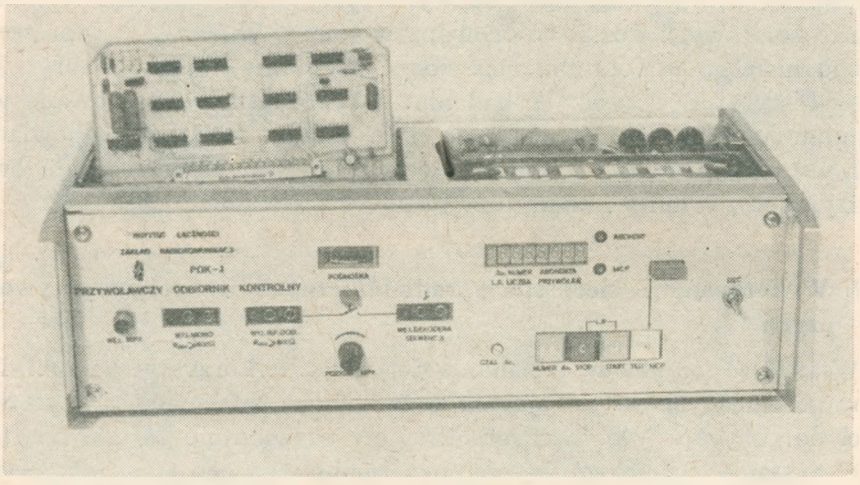
W 1973 r. podjęto w IŁ badania dotyczące wykorzystywania sieci stacji radiofonicznych do przesyłania dodatkowych informacji, a w szczególności do celów przywoławczych. Przyjęte rozwiązanie zostało oparte na wykorzystaniu zwielokrotnionego toru radiofonicznego stacji nadawczych radiofonii UKF-FM do jednoczesnej emisji zarówno sygnałów radiofonicznych jak i sygnałów dodatkowych informacji metodą analogową i cyfrową. W celu zbadania takiego systemu opracowano i zbadano model kodera informacji dodatkowej, zwielokrotniającego sygnał modulujący (rys. 28). Wykonano również i zbadano modele przystawki przywoławczej do od-



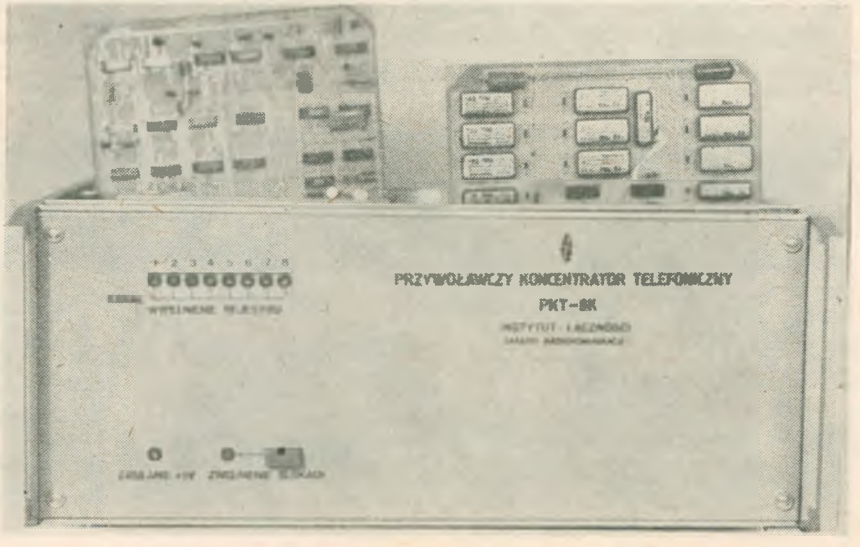
Rys. 28. Koder informacji dodatkowej

biornika samochodowego, model użytkowy odbiornika przywoławczego (rys. 29) oraz modele użytkowe przenośnych odbiorników przywoławczych.

Ponadto, do transmisji sygnałów przywoławczych wysyłanych przez abonentów centrali automatycznej opracowano model użytkowy ośmiokanałowego koncentratora telefonicznego (rys. 30), modele urządzeń stanowiących wyposażenie centrali przywoławczej (generator sygnałów przywoławczych, odbiornik kontrolny, adapter telegraficzny) i przeprowadzo-



Rys. 29. Przywoławczy odbiornik kontrolny



Rys. 30. Przywoławczy koncentrator telefoniczny

no próby współpracy tych urządzeń z odpowiednio oprogramowanym komputerem MERA 303. Zestaw ten umożliwia również wysyłanie sygnałów przywoławczych z krajowej sieci teleksowej.

Po odpowiednim przystosowaniu łącza telefonicznego pomiędzy Instytutem Łączności i Radiofonicznym Ośrodkiem Nadawczym „Raszyn" — uruchomiono eksperymentalną emisję sygnałów przywoławczych z wykorzystaniem radiofonicznej stacji UKF-FM programu III Polskiego Radia (sieci monofonicznej). Od maja 1982 r. prowadzono ciągłe emisje sygnałów dodatkowych (przywoławczych i informacyjnych) przesyłanych z Instytutu Łączności oraz obserwacje niezawodności i jakości odbioru tych sygnałów w okolicach Warszawy.

Obecnie prowadzone prace badawcze mają na celu zbadanie możliwości transmisji danych z szybkością 1200 bit/s w zwielokrotnionym torze stereofonicznym stacji radiofonicznych UKF-FM.

W celu rozeznania własności systemów i ewentualnego wyboru systemu emisji informacji drogowej dla kierowców opracowano modele urządzeń kodujących i urządzeń odbiorczych zarówno w wersji stosowanej w niektórych krajach Europy Zachodniej (system ARI), jak i w wersji opartej na wykorzystaniu zwielokrotnionego toru monofonicznego z automatycznym włączaniem i wyłączaniem kanału dodatkowej informacji drogowej. Przeprowadzono badania opracowanych modeli oraz próby terenowe odbioru sygnałów informacji drogowej.

Dokonano również (na zlecenie energetyki) próby przesyłania w kanale dodatkowym zwielokrotnionego toru radiofonicznego UKF-FM sygnałów sterowniczych obiektami energetycznymi.

12. TELEWIZJA

Systematyczne badania z dziedziny telewizji podjęto w kraju w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym (PIT) w 1935 r. i (z wyjątkiem okresu okupacji) są one prowadzone do dziś.

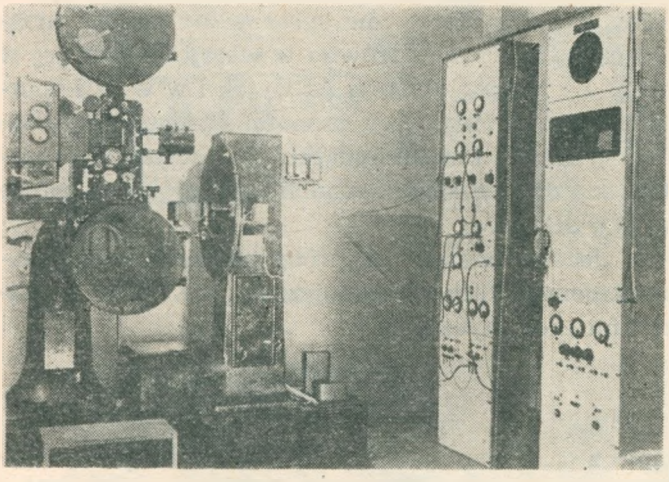
W tym okresie kierunki prowadzonych badań obejmowały:
— systemy i urządzenia telewizji czarno-białej,
— systemy telewizji kolorowej,
— systemy i urządzenia telewizji cyfrowej,
— miernictwo telewizyjne.

12.1. Badania z zakresu telewizji czarno-białej

Badania systemów i opracowywanie urządzeń telewizji czarno-białej były prowadzone w latach 1935—1939 i 1947—1955. Obejmowały one dwa zasadniczo różne kierunki. Jeden z nich dotyczył telewizji mechaniczno-elektronowej, drugi — telewizji całkowicie elektronowej.

W latach 1935—1937, ze względu na okres prowadzonych badań, prace dotyczyły systemów telewizji niskiej jakości początkowo systemu 90-liniowego, a następnie 120-liniowego. Analiza obrazu była przy tym dokonywana za pomocą tzw. tarczy Nipkowa, natomiast synteza obrazu zachodziła już przy użyciu, w zasadzie typowego kineskopu o średnicy ekranu rzędu 30 cm. Opracowywane wówczas kineskopy odróżniały się od obecnych tym, że zarówno skupianie, jak i odchylanie wiązki elektronowej kineskopu odbywało się elektrostatycznie, co znacznie utrudniało konstrukcję odbiornika.

Po rozwiązaniu podstawowych zagadnień, takich jak: technologia wykonania tarcz wybierających *), metoda mieszania sygnałów wizyjnych i synchronizujących oraz sposoby dopasowywania członów wyjściowych sygnału wizyjnego do współosiowego kabla przesyłowego, został opracowany komplet urządzeń do nadawania filmów kinematograficznych. Opracowane urządzenia stanowiły wyposażenie telewizyjne pierwszej w Polsce Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej, uruchomionej w 1937 r.**) w Gmachu „Prudential" w Warszawie (dziś hotel „Warszawa").



Rys. 31. Urządzenia telekinematograficzne, stanowiące wyposażenie Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej w gmachu „Prudential" w Warszawie

Na rys. 31 pokazano 120-liniowy zestaw urządzeń do nadawania filmów kinematograficznych, łącznie z kontrolą nadawanego obrazu i towarzyszącego dźwięku.

*) Obejmowała ona sposób przebijania sześciokątnych otworów o średnicy koła opisanego 0,15 mm i rozmieszczania ich na tarczy za pomocą mikroskopu.

**) Nadajniki w.cz. sygnałów obrazu i dźwięku wraz z antenami nadawczymi były opracowane w „Polskim Radio", które po uruchomieniu stacji prowadziło badania eksploatacyjne.

W latach 1935—1939, po uruchomieniu Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej, podjęto już badania nad telewizją całkowicie elektronową o standardzie 343-liniowym. Wyniki tych badań pozwoliły z kolei na opracowanie urządzeń toru telewizyjnego, który miał być przeznaczony zarówno do pracy studyjnej, jak i pozastudyjnej. Prace konstrukcyjne nad zestawem urządzeń toru kamerowego praktycznie były już na ukończeniu, lecz wybuch wojny uniemożliwił ich zakończenie.

W tym okresie dla prowadzenia własnych badań o charakterze eksploatacyjnym opracowano również nadajnik telewizyjny o mocy wyjściowej 200 W z zastosowaniem szerokopasmowej modulacji szeregowej, która stanowiła wówczas nowość.

Prace nad systemami całkowicie elektronowymi i urządzeniami telewizji czarno-białej wznowiono w reaktywowanym Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym w 1947 roku.

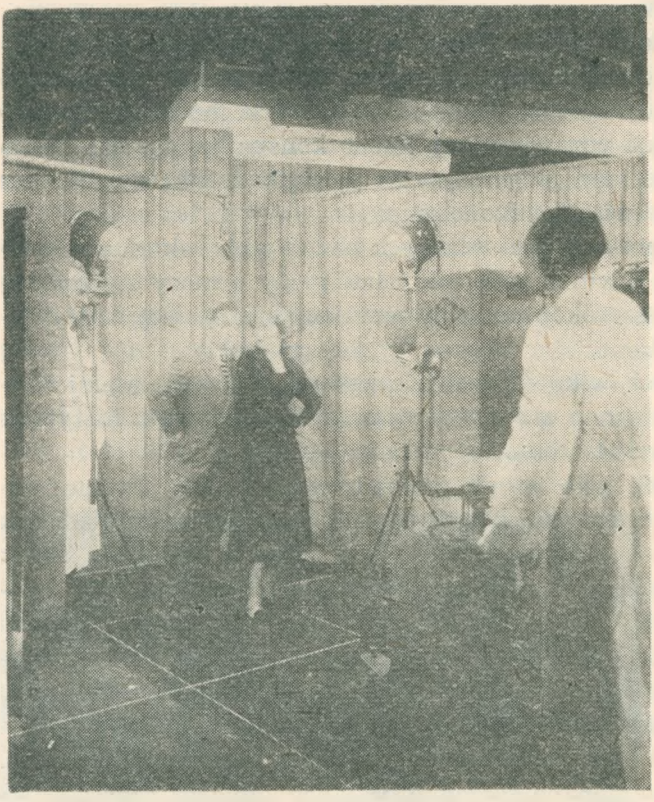
W latach 1947—1949, jako wynik prowadzonych badań, uwzględniających również i doświadczenia przedwojenne, opracowano urządzenia studyjnego toru kamerowego systemu 441-liniowego, a następnie wobec ogólnoeuropejskiej tendencji normalizacji dla Europy systemu 625-liniowego podjęto badania również i nad tym systemem. Po opracowaniu toru kamerowego i w wyniku przeprowadzenia demonstracji dla władz podjęto decyzję wybudowania Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej Instytutu Łączności, zdolnej do nadawania programów z wybudowanego studio o powierzchni ok. 70 m², wraz z koniecznym zapleczem eksploatacyjnym.

Opracowano więc i wykonano dwa studyjne tory kamerowe wraz z niezbędnym wyposażeniem sterującym i kontrolnym, urządzeniami reżyserskimi oraz nadajnikiem telewizyjnym na zakres fal metrowych, z niezbędną kontrolą i zespołem antenowym, zlokalizowanym w wieżowcu znajdującym się naprzeciw IŁ (rys. 32, 33, 34).

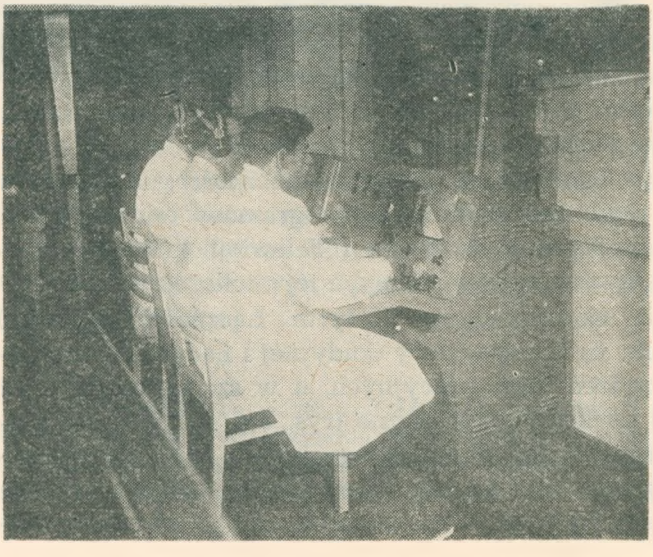
Transmisja sygnałów telewizyjnych pomiędzy studio i nadajnikiem odbywała się za pomocą kabli współosiowych wyposażonych w odpowiednie wzmacniacze i korektory zniekształceń.

Doświadczalna Stacja Telewizyjna Instytutu Łączności rozpoczęła w październiku 1952 r. regularne nadawanie programów telewizyjnych, przygotowywanych przez Komitet ds. Radia i Telewizji, które były odbierane na terenie całej Warszawy i najbliższych jej okolic.

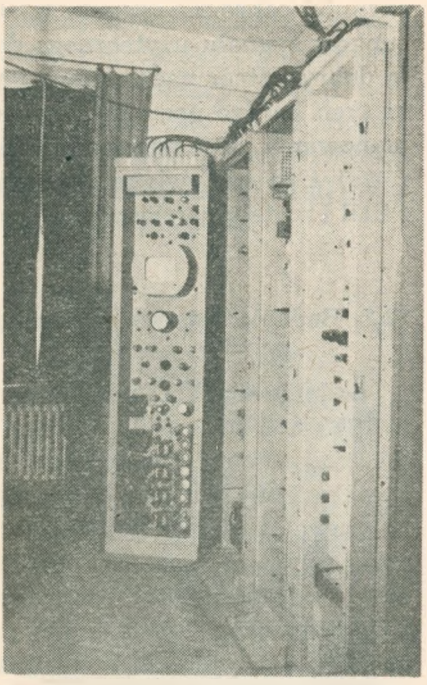
Telewizyjne badania eksploatacyjne Instytut Łączności prowadził przez dwa lata. Następnie, całość aparatury studyjnej i nadawczej uzupełnionej przez szereg urządzeń eksploatacyjnych, a w szczególności przez opracowane urządzenia telekinomatograficzne (rys. 35), została przekazana do specjalnie zorganizowanego (niezależnego już od IŁ) Doświadczalnego Ośrodka Telewizyjnego. Był on już przeznaczony wyłącznie do nadawania programów telewizyjnych. Uruchomienie całego ośrodka zosta-



Rys. 32. Fragment studia telewizyjnego Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej Instytutu Łączności



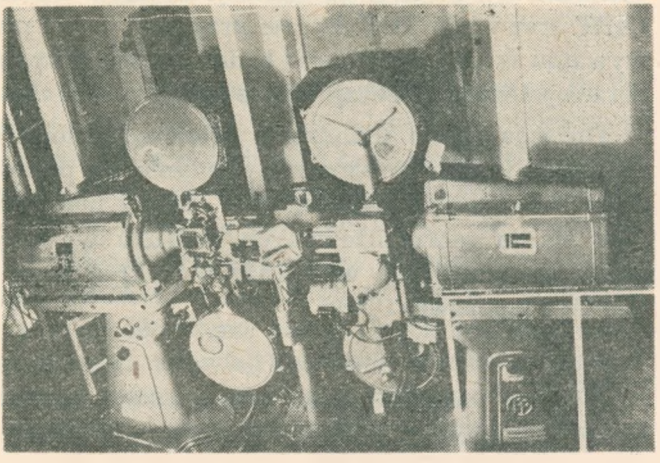
Rys. 33. Pokój kontrolny Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej Instytutu Łączności



Rys. 34. Urządzenia sterowania i kontroli Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej Instytutu Łączności

ło przeprowadzone przez specjalistów IŁ, a trzon kadrowy tego ośrodka stanowili pracownicy IŁ, którzy zostali przeniesieni do pracy w DOT.

Rozpoczęcie w Polsce eksploatacji telewizji stworzyło konieczność opracowania planu pokrycia kraju zasięgiem odbioru telewizyjnego, czyli opracowania planu sieci nadajników telewizyjnych. Jednym z najważniejszych parametrów technicznych potrzebnych do planowania sieci są tzw. współ-



Rys. 35. Urządzenie telekinematograficzne, opracowane dla Doświadczalnego Ośrodka Telewizyjnego w Warszawie

czynniki ochronne sygnału telewizyjnego, czyli wartości wymaganych stosunków sygnału użytecznego do sygnałów zakłócających, które zapewniają dobry odbiór nadawanego programu. Prace te podjęto w 1955 r. Wyniki tych bardzo pracochłonnych prac były nie tylko wykorzystane do zaplanowania sieci nadajników telewizji czarno-białej w kraju, leczy były również przedstawiane w organizacjach międzynarodowych, a głównie w CCIR i zostały zamieszczone w odpowiednim Zaleceniu CCIR.

12.2. Badania dotyczące telewizji kolorowej

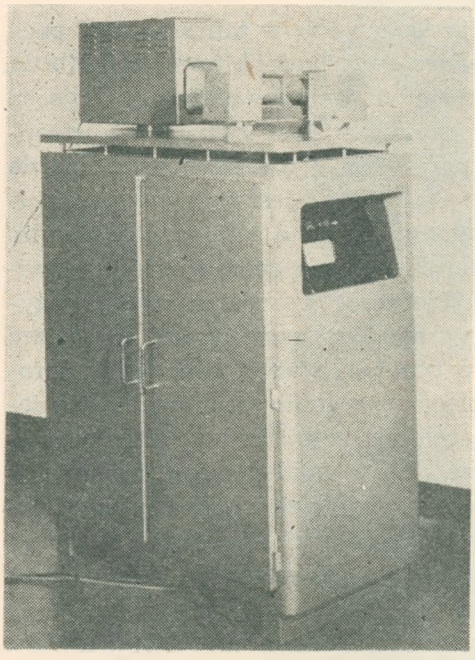
Badania z zakresu telewizji kolorowej podjęto w Instytucie Łączności w 1955 r. Kierunek ich jednak był inny, niż badań telewizji czarno-białej prowadzonych w poprzednich okresach. Ponieważ w skali światowej istniał szereg propozycji międzynarodowej normalizacji systemu telewizji kolorowej, prace prowadzone w IŁ miały więc przede wszystkim na celu porównywanie własności poszczególnych systemów, aby określić ich przydatność do eksploatacji w warunkach krajowych. Prace te były włączone do ogólnoeuropejskich badań proponowanych systemów, organizowanych na dużą skalę przede wszystkim przez CCIR i UER. Badania te obejmowały uzyskiwaną jakość obrazów kolorowych (również z zapisu na taśmie magnetycznej), odporność badanych systemów i urządzeń na zakłócenia oraz na charakterystyczne zniekształcenia, a w szczególności na zniekształcenia, występujące przy transmisjach sygnałów telewizji kolorowej na duże odległości *). Badaniom podlegały przede wszystkim systemy NTSC w wersji europejskiej, tzn. 625-liniowej i przy 50 półobrazach na sekundę oraz różne wersje systemu SECAM.

Wyniki badań prowadzonych w IŁ były przedstawione jako dokumenty administracji PRL w 11 Komisji Studiów CCIR, w III Grupie Studiów OIRT oraz w OWŁ. Były one przy tym brane pod uwagę przy podsumowywaniu w CCIR wyników badań ogólnoeuropejskich, a więc i przy wyborze systemów telewizji kolorowej.

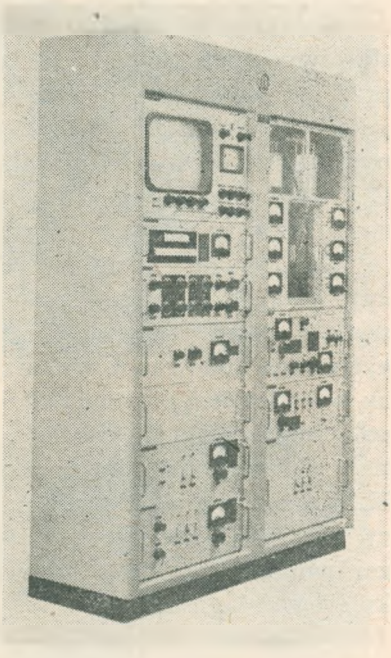
Opracowywane urządzenia telewizji kolorowej miały charakter pomocniczy i były przeznaczone jedynie do prowadzenia badań. Należały do nich np. takie urządzenia jak: rzutnik przezroczy kolorowych (rys. 36), jako źródło znormalizowanych obrazów wykorzystywanych przy badaniach, urządzenia do wprowadzania określonych zniekształceń sygnałów telewizji kolorowej i inne.

*) Np. na trasach: Londyn — Paryż — Warszawa — Moskwa czy Warszawa — Katowice — Lwów — Kijów — Moskwa — Leningrad, Kaliningrad — Warszawa.

Niezależnie od tego, w celu zdobycia pewnych doświadczeń związanych z odbiorem sygnałów telewizji kolorowej w mieście, opracowano i wykonano nadajnik telewizyjny o mocy promieniowanej rzędu 1 kW, pracujący w zakresie fal decymetrowych i przeznaczony do nadawania sygnałów telewizji kolorowej. Nadajnik ten wraz z anteną został zainstalowany w gmachu Instytutu Łączności w Miedzeszynie (rys. 37), skąd przez kilka miesięcy nadawano proste programy telewizji kolorowej.



Rys. 36. Rzutnik przezroczy kolorowych



Rys. 37. Nadajnik telewizyjny Doświadczalnej Stacji Telewizyjnej Instytutu Łączności

Prace związane z telewizją kolorową są zresztą prowadzone w IŁ do dziś. Dotyczą one obecnie podstaw technicznych planowania telewizyjnych sieci nadawczych, tzn. weryfikacji tych sieci zaplanowanych poprzednio dla telewizji czarno-białej oraz ewentualnego przystosowywania ich do warunków stawianych przez telewizję kolorową. Prace te obejmują dwa główne zagadnienia: określenie współczynników ochronnych sygnału telewizji kolorowej systemu SECAM, w zależności od różnych oddziaływujących nań wpływów, a także określenie minimalnych wartości natężenia pola odbieranego sygnału w.cz. telewizji kolorowej w różnych warunkach jego odbioru i dla różnych typów odbiorników będących w eksploatacji w kraju.

12.3. Badania dotyczące telewizji cyfrowej

Prace nad cyfryzacją systemów telewizyjnych podjęto w Instytucie Łączności w 1973 r. Po okresie rozpoznawczym, tzn. począwszy od 1975 r. prowadzi się już badania systematyczne. Badania te dotyczyły bądź dotyczą podstawowych zagadnień cyfryzacji systemów telewizyjnych, a w szczególności: próbkowania sygnałów składowych całkowitego sygnału telewizji kolorowej, sposobów kwantowania tych sygnałów oraz ich kodowania za pomocą modulacji impulsowo-kodowej.

Wyniki tych badań pozwoliły na zaproponowanie w ramach OIRT podstawowych parametrów systemu cyfrowego o prędkości bitowej 216 Mbit/s, przeznaczonego dla ośrodków telewizyjnych i zapewniającego wysoką jakość obrazu na wyjściu ośrodka. Propozycja ta, w ramach dwustronnych porozumień OIRT-UER, została przez obie organizacje zgłoszona do CCIR i została zatwierdzona jako Zalecenie CCIR. Jest to pierwsze w historii rozwoju telewizji zalecenie systemowe CCIR o zasięgu światowym.

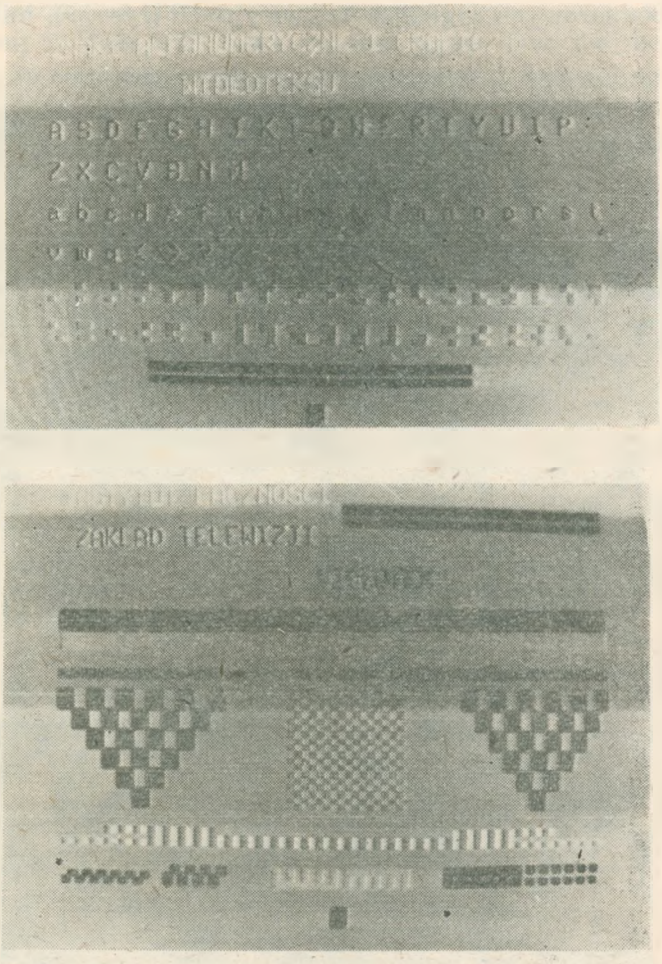
Dla potrzeb transmisyjnych tak szerokie pasmo częstotliwości telewizyjnego sygnału cyfrowego nie może być obecnie w praktyce wykorzystywane, prowadzi się więc obecnie badania nad tzw. oszczędnymi sposobami cyfrowego kodowania, wykorzystując w tym celu statystyczne cechy obrazu telewizyjnego, umożliwiające usunięcie z sygnału wizyjnego nadmiaru informacji (czyli zmniejszenie jego redundancji) bez obniżania ocenianej subiektywnie jakości odtwarzanego obrazu analogowego. Badania w IŁ koncentrują się obecnie na tzw. wewnątrzpolowej, różnicowej modulacji impulsowo-kodowej, opartej o optymalny algorytm tworzenia prognoz, zarówno dla sygnałów luminancji obrazu jak i dla sygnałów różnicowych kolorowości obrazu.

Wyniki tych badań pozwoliły już na opracowanie propozycji telewizyjnego standardu cyfrowego dla transmisji sygnałów telewizji kolorowej do radiodyfuzyjnego satelity i ich odbioru na Ziemi. Proponowany system o prędkości bitowej rzędu 70 Mbit/s wykorzystuje dwa standardowe kanały satelitarne. Modele odpowiedniego kodera i dekodera znajdują się obecnie w opracowaniu.

Ostatnio podjęto również prace nad perspektywicznymi systemami telewizji kablowej opartymi o telewizyjną technikę cyfrową i z wykorzystaniem światłowodów. Prace te są prowadzone w ramach współpracy naukowo-technicznej krajów członków RWPG, w związku z podpisaniem przez resort łączności odpowiedniego porozumienia w ramach Sekcji Nr 7 SK PRE/RWPG.

Instytut prowadzi także badania dotyczące celowości wprowadzenia w kraju systemu wideoteks, tzn. systemu umożliwiającego odtwarzanie sygnałów znaków alfanumerycznych i graficznych na ekranie odbiornika

telewizyjnego, przesyłanych liniami telefonicznymi ze specjalnie utworzonych banków informacji. Opracowano zestaw modelowych urządzeń wideoteksowych (rys. 38a, b), które będą wykorzystywane do odpowiednich demonstracji. Na podstawie przeprowadzonych demonstracji przewiduje się następnie ankietyzację w sprawie celowości wprowadzenia takiej nowej usługi w ramach działalności resortu łączności.



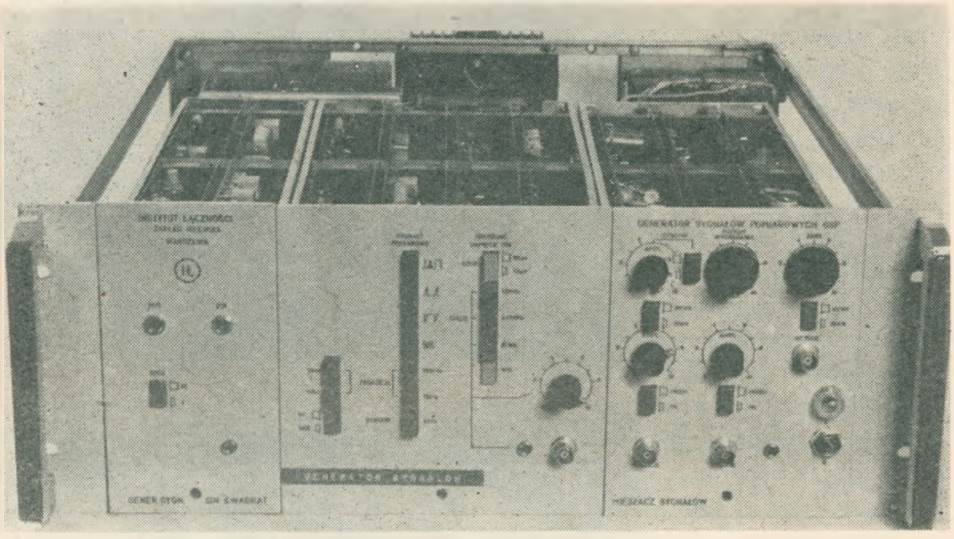
Rys. 38. Przykłady odtwarzania informacji w urządzeniach wideoteksowych
a) znaki alfanumeryczne
b) proste rysunki

12.4. Prace z zakresu miernictwa telewizyjnego

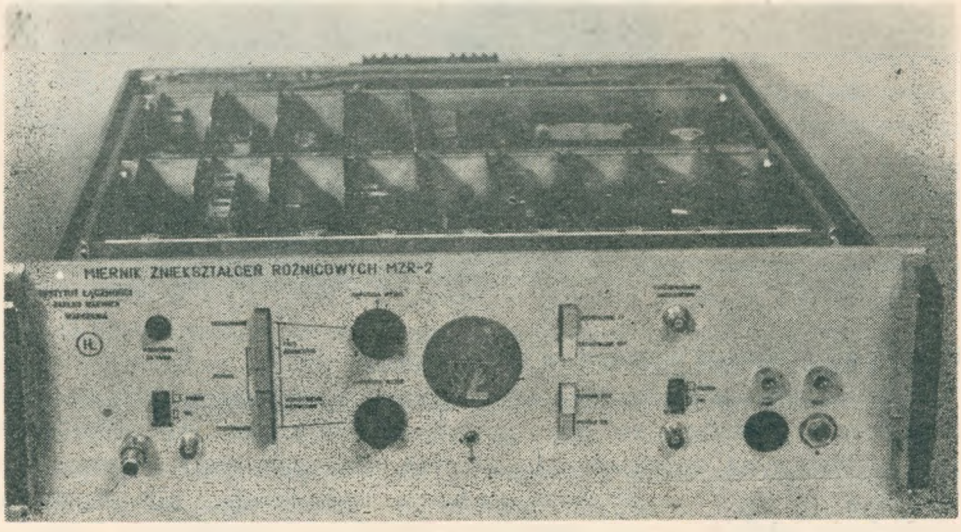
Prace z zakresu miernictwa telewizyjnego były prowadzone zarówno w okresie przedwojennym, jak i po wojnie. Większość tych opracowań była wykonywana najczęściej dla potrzeb własnych, jako wyposażenie pomiarowe niezbędne do prowadzenia badań. Były to więc: mierniki fazy, oscyloskopy telewizyjne czy generatory sygnałów sinusoidalnych lub im-

pulsowych. Podobne przyrządy, oparte zresztą o inne zasady, opracowywano również i w powojennym okresie działania PIT, kiedy nie można było ich kupić.

W latach siedemdziesiątych opracowano również wraz z odpowiednią dokumentacją kilka specjalistycznych przyrządów pomiarowych na zamówienie fabryk radiowych i telewizyjnych. Były to: generator typowych pomiarowych sygnałów telewizyjnych (rys. 39), miernik zniekształceń fa-



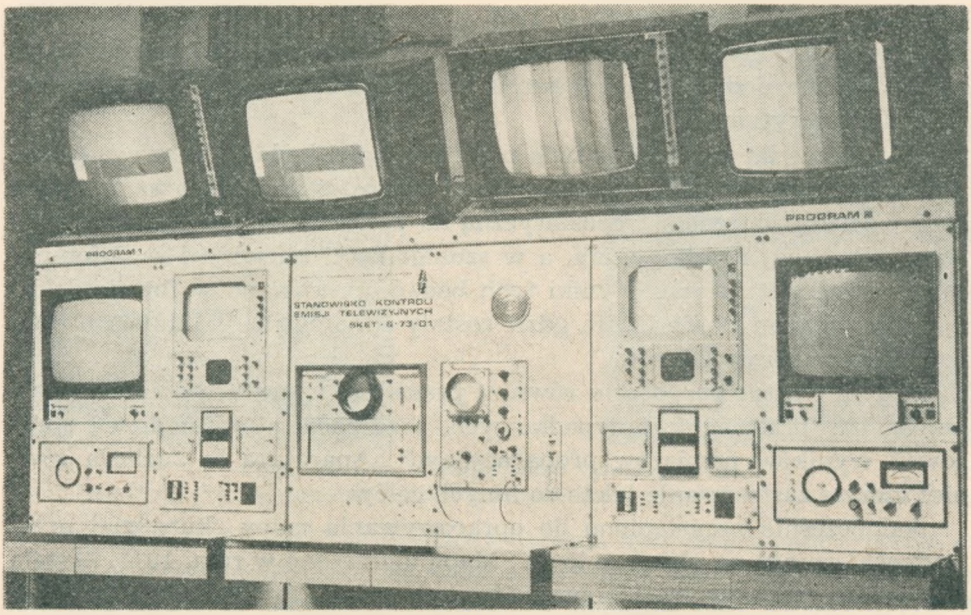
Rys. 39. Generator pomiarowych sygnałów telewizyjnych



Rys. 40. Miernik zniekształceń fazy różnicowej i wzmocnienia

zy różnicowej i wzmocnienia różnicowego (rys. 40) oraz kilka sztuk analizatora wstęg bocznych modulacji nadajnika telewizyjnego, opartego o analizę widmową badanego sygnału.

Oprócz tego, jako wyposażenie stacji kontroli emisji telewizyjnych zorganizowanej w IŁ, zostały opracowane niektóre specjalistyczne przyrządy pomiarowe, wśród nich miernik głębokości modulacji sygnału wizyjnego oraz miernik nachylenia zboczy impulsów synchronizujących, a na zamówienie Państwowej Inspekcji Radiowej została opracowana i wykonana aparatura kontroli parametrów technicznych emisji telewizyjnych oraz oceny jakości nadawanych w Warszawie obrazów telewizyjnych. Zestaw ten (rys. 41) został zainstalowany w ośrodku pomiarowym PIR w Porębie Leśnej.



Rys. 41. Stanowisko kontroli emisji telewizyjnych

13. PROPAGACJA FAL RADIOWYCH

Badania z zakresu propagacji fal radiowych prowadzono w pewnym zakresie już w początkowym okresie działalności Państwowego Instytutu Telekomunikacji. Były to próby generacji, wypromieniowywania i odbioru w odległościach ok. 1 km fal o długości rzędu 80 cm. Miały one w tym okresie głównie charakter poznawczy.

Systematyczne natomiast badania propagacji fal radiowych podjęto w Instytucie Łączności dopiero w 1955 r., zarówno w Warszawie jak i w Od-

dziale Wrocławskim IŁ. Prace te dotyczyły propagacji fali powierzchniowej w zakresie długo- i średniofalowym nad terenem niejednorodnym o zróżnicowanych elektrycznie parametrach podłoża. Wyniki tych prac wykorzystano przy wyborze lokalizacji stacji radiofonicznych.

Eksperymentalne badania propagacyjne wymagają z reguły rozbudowanej i często skomplikowanej aparatury pomiarowej, nie zawsze dostępnej w handlu. Niezależnie więc od samego procesu badawczego propagacji fal jest niezbędne opracowywanie często unikalnej aparatury pomiarowej, co stanowi konieczne przygotowanie do rozpoczęcia właściwych badań, które z reguły trwają długo ze względu na zbieranie statystycznego materiału, obejmującego często wieloletnie obserwacje oraz rejestrację mierzonych wielkości.

W Warszawie podjęto systematyczne badania propagacji jonosferycznej, przy czym uruchomiono w 1958 r. stację sondowań jonosfery, przekształconą następnie w obserwatorium jonosferyczne, które pracuje do dziś w trybie całodobowym i przesyła wyniki do Światowego Centrum Danych Jonosferycznych.

W połowie lat sześćdziesiątych podjęto z kolei badania zakłóceń powodowanych naturalnymi wyładowaniami atmosferycznymi oraz pierwsze badania nad propagacją troposferyczną na potrzeby radiokomunikacji ruchomej lądowej i radiodyfuzji, a w szczególności telewizji i radiofonii w zakresie fal metrowych. Wyniki tych badań opracowano w formie dokumentów zgłoszonych do CCIR, gdzie zostały odnotowane w bibliografii odpowiedniego sprawozdania.

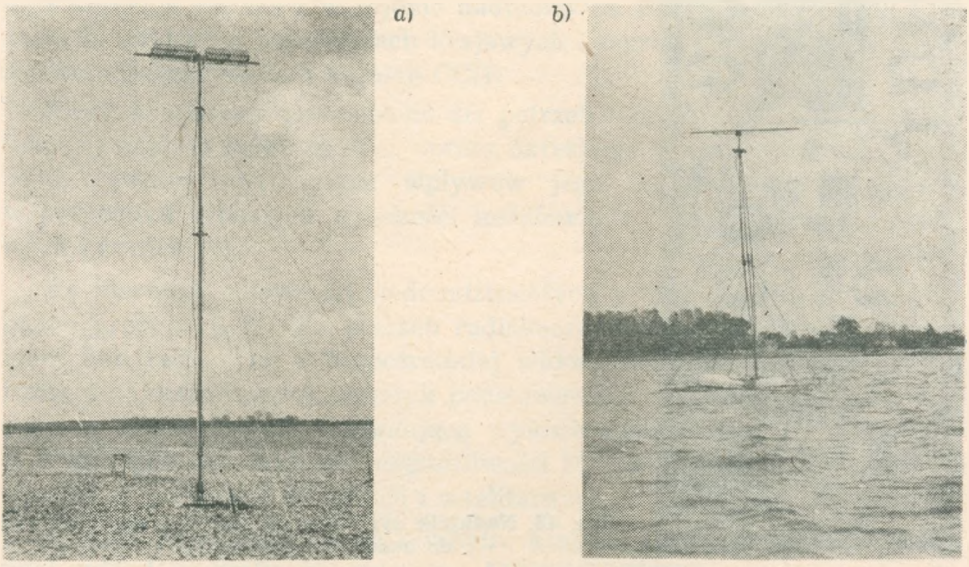
W tym okresie rozpoczęto również prace nad aparaturą do statystycznej analizy przebiegów przypadkowych, przeznaczoną do analizy i opracowań wyników pomiarów propagacyjnych. Aparatura ta znalazła również szersze zastosowanie także do innych celów.

Jednocześnie przystąpiono do opracowywania mapy skutecznej przewodności gruntu na obszarze kraju. Mapę ukończono w roku 1971. Została ona wykorzystana w pracach przygotowawczych do Regionalnej Konferencji Administracyjnej (1975 r.) poświęconej rewizji planu sieci radiofonii średnio- i długofalowej. W tym samym celu prowadzono także badania propagacji jonosferycznej fal średnich w zakresie odległości do 300 km, istotnych ze względu na planowanie radiofonicznych sieci stacji synchronizowanych. Badania te zakończono wnioskami dotyczącymi udziału warstwy E_s w propagacji, co umożliwiło korygowanie dotychczasowych poglądów na ten temat.

Na początku lat siedemdziesiątych, wobec szybkiej rozbudowy telewizyjnej nadawczej sieci radiodyfuzyjnej zakresu fal decymetrowych, podjęto w IŁ badania dotyczące propagacji tego zakresu fal radiowych.

Jako przygotowanie pomiarowe zbudowano w tym okresie nadajnik

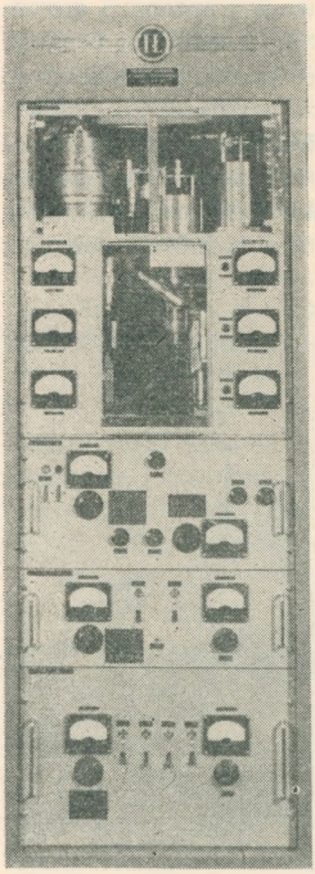
pracujący na częstotliwości ok. 500 MHz, który wraz z anteną o dużym zysku zapewniał stabilną emisję sygnału pomiarowego o mocy rzędu 8 kW (rys. 43), a także opracowano metodę precyzyjnego pomiaru odbieranych sygnałów. Specjalną uwagę poświęcono przy tym wyznaczaniu dokładnych parametrów systemów antenowych (rys. 42). Badania dotyczyły określania charakterystyk czasowej zmienności natężenia pola, wywoływanej czynnikami meteorologicznymi (wielko- i małoskalowymi) oraz rozkładów terenowych, warunkowanych nieregularnością i różnorodnością pokrycia powierzchni Ziemi.



Rys. 42. Wzorcowanie anten pomiarowych:
a) stanowisko na lądzie b) stanowisko na wodzie

W latach 1971—1975 prowadzone badania były skierowane głównie na określanie propagacyjnych podstaw planowania sieci radiokomunikacyjnych, a zwłaszcza podstaw projektowania obiektów sieci radiodyfuzyjnych w IV/V zakresach fal decymetrowych. Celem tych prac było przy tym określanie wpływu zabudowy miejskiej i wielkomiejskiej na rozkłady natężenia pola, dla ustalenia zasad oraz współczynników pozwalających korygować zasięgi stacji obejmujących większe aglomeracje miejskie i szacowanych uprzednio na podstawach uśrednionych. Wyniki tych prac znalazły trwałe odbicie w materiałach CCIR i zostały wprowadzone do Sprawozdania nr 239 CCIR.

W tym samym czasie prowadzono również szeroką akcję pomiarową przy określaniu faktycznych zasięgów istniejących stacji, typowaniu optymalnych lokalizacji planowanych do budowy obiektów nadawczych, w szczególności na południu kraju, gdzie czynniki orograficzne w specy-



Rys. 43. Nadajnik sygnałów IV zakresu częstotliwości do badań propagacyjnych

ficzny sposób rzutują na ukształtowanie obszarów objętych zasięgiem odbioru stacji, przy wymaganym poziomie odbieranego sygnału.

Badania dotyczące weryfikacji podstaw obliczania zasięgów stacji w rejonach górskich doprowadziły między innymi (poprzez wybór optymalnych lokalizacji) do poważnych oszczędności inwestycyjnych w rozwiązaniach głównej i pomocniczej sieci nadawczych stacji telewizyjnych w IV zakresie częstotliwości. Pozwoliły one również opracować dokument zgłoszony do organizacji OIRT przedstawiający oryginalną metodę obliczeniową, która weszła do metodyki planowania sieci nadawczej zakresu fal decymetrowych (Zalecenie OIRT Nr 88).

W uzupełnieniu prac nad weryfikacją podstaw planowania sieci radiodyfuzyjnych w zakresach fal decymetrowych przeprowadzono również badania minimalnych wartości natężenia pola użytecznych dla odbioru abonenckiego. Wyniki tych badań pozwoliły na bardziej oszczędne planowanie sieci nadawczej i zwiększenie efektywności wykorzystywanego widma.

Równolegle, w ramach współpracy z instytutem RFZ (NRD) podjęto badania czasowych rozkładów natężenia pola na trasach morskich i mieszanych rejonu południowego Bałtyku. Obustronny wkład w wyposażenie tras pomiarowych pozwolił znacznie zredukować koszty pracy obejmującej cykl sześcioletni.

Wyniki wspólnie prowadzonych pomiarów wykazały znaczące zróżnicowanie klimatyczne tego obszaru, w porównaniu z uśrednionymi danymi europejskimi. Pozwoliło to wprowadzić odpowiednie korekcje charakterystyk natężenia pola zawartych w materiałach CCIR (Zalecenie Nr 370) oraz korekcję zasięgów w rejonie nadmorskim. Podsumowanie tych prac znalazło odbicie w publikacjach krajowych i zagranicznych oraz w dokumencie zgłoszonym do 5 Komisji CCIR.

Prace pomiarowe prowadzone dla potrzeb radiokomunikacji ruchomej lądowej miały z kolei na celu, oprócz określenia wpływów zabudowy terenu, również wyznaczenie wpływów jego zadrzewienia (zalesienia), w przypadku typowych wysokości instalowania anten na stacjach bazowych i ruchomych.

Na pierwszą połowę lat siedemdziesiątych przypadł również początek badań propagacji fal dla potrzeb radiokomunikacji stałej z wykorzystaniem linii radiowych o bezpośredniej widoczności. Badania te stanowią jedną z najważniejszych tematyk podstawowych ujętych problemem węzłowym i resortowym, obejmującą wykorzystanie fal centymetrowych (a w szczególności zakresów częstotliwości 10÷30 GHz) dla służb realizowanych w systemach ziemskich i satelitarnych.

W roku 1973 Polska wraz z innymi krajami socjalistycznymi zgłosiła swój udział w realizacji programu INTERKOSMOS, mającego na celu wprowadzenie do eksploatacji i zagospodarowanie zakresów częstotliwości powyżej 10 GHz, przewidzianych tak dla radiokomunikacji stałej, jak dla radiodyfuzji satelitarnej. Określenie warunków propagacji w tych zakresach częstotliwości wymaga uwzględniania zjawisk dotychczas nieistotnych przy mniejszych częstotliwościach, a mianowicie efektów tłumienia absorpcyjnego i depolaryzacji sygnału, wywołanych opadami deszczu na trasie i zależnych od intensywności opadu.

Z podziału prac przygotowawczych do podjęcia kompleksowych badań na międzynarodowym poligonie doświadczalnym zlokalizowanym w Dubnej (ZSRR) Polsce przypadło w udziale opracowanie i dostarczenie rozbudowanego systemu do wielopuktowych synchronicznych pomiarów natężenia opadów. Wynikiem uznania dla strony polskiej, wyrażonego przez kierownictwo poligonu i koordynatora tematu, było powołanie przedstawiciela Instytutu na naukowego kierownika jednego z podstawowych eksperymentów, jakim jest wyznaczenie przestrzenno-czasowych rozkładów

natężenia opadów i związanych z tym rozkładów parametrów propagacyjnych, przy różnych częstotliwościach zakresu 10÷30 GHz na trasach ziemskich oraz na trasie satelitarnej. Eksperyment ten znajduje się obecnie w stadium realizacji i zgodnie z planem i metodyką pomiaru opracowaną przez IŁ, przewiduje się, że będzie on kontynuowany jeszcze przynajmniej przez okres 3 lat.

W ramach realizowanego programu podjęto również prace nad uruchomieniem w Instytucie punktu odbiorczego sygnałów doświadczalnych wysyłanych przez satelitę. Uruchomienie stanowiska jest przewidywane w jesieni bieżącego roku. Jednocześnie w ramach kompleksowych badań radioklimatu uruchomiono dokładne pomiary intensywności opadów w wybranych punktach kraju, wytypowanych na podstawie mapy szacowanych wartości tego parametru, wykonanej przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Prace nad określeniem radioklimatu kraju w ostatnich dwóch latach zostały rozszerzone o wyznaczenie wskaźnika refrakcji i jego gradientu w warstwach troposfery do 3 km, w szczególności w warstwie przyziemnej, decydującej o zanikach wielodrogowych sygnału na trasach ziemskich linii radiowych.

Obliczania tych wskaźników oraz ich statystykę (niezbędną do określania parametrów linii o dużych wymaganiach niezawodnościowych) wykonano na podstawie danych z sondowań atmosfery prowadzonych na terenie kraju przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

W chwili obecnej na terenie Instytutu zlokalizowany jest również punkt odbiorczy doświadczalnej linii radiowej pracującej w zakresie częstotliwości 18 GHz. Trasa tej linii w najbliższym czasie będzie zorientowana na azymut doświadczalnego satelity INTERKOSMOS, przy czym oprócz pomiarów i rejestracji intensywności opadów w bezpośrednim sąsiedztwie punktu odbiorczego jest przewidziane także rozstawienie dalszych deszczomierzy wzdłuż całej trasy pomiarowej.

Badania radioklimatyczne prowadzone na terenie Instytutu obejmują ponadto pomiary temperatury, wilgotności i ciśnienia powietrza oraz szybkości i kierunku wiatru, które mają wpływ na formowanie się zjawisk opadowych. System pomiarowy obejmujący czujniki do pomiaru omawianych wielkości jest sterowany za pomocą minikomputera MERA 400, współpracującego z urządzeniem Inteldigit. Opracowane programy przewidują próbkowanie wielkości mierzonych w odstępach czasu odpowiednich do spodziewanych zmienności przebiegów, rejestrację ich w pamięci komputera oraz sporządzanie rozkładów czasowych i wzajemnych zależności regresyjnych pomiędzy mierzonymi wielkościami.

Do prowadzenia badań propagacyjnych było niezbędne opracowanie i budowa aparatury pomiarowej często unikalnej bądź niedostępnej w warunkach krajowych. Opracowania te (poza wspomnianymi już źró-

dłami stabilnych sygnałów pomiarowych) obejmowały zestawy, umożliwiające automatyczną rejestrację wartości mierzonych, z wykorzystaniem nośników w postaci perforowanych tasiemek papierowych bądź taśm magnetycznych, z przeznaczeniem ich do dalszej obróbki za pomocą techniki elektronicznego przetwarzania danych.

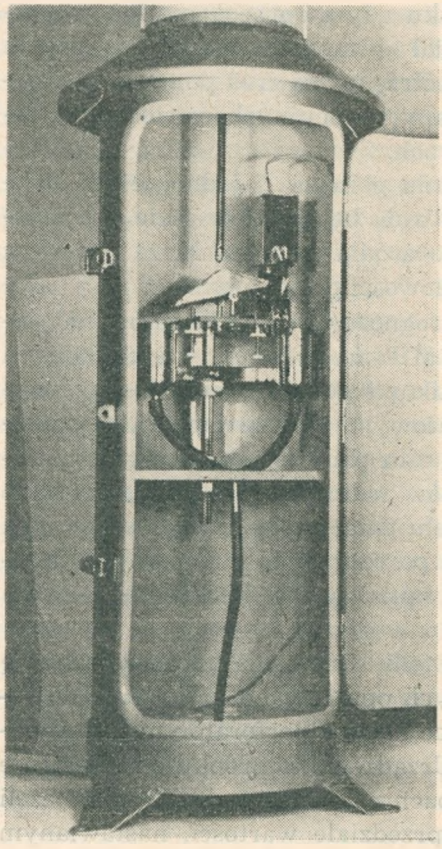
Dla potrzeb badań propagacyjnych wykonano więc w Instytucie Łączności aparaturę do automatycznej rejestracji na taśmie perforowanej przebiegów natężenia pola, mierzonych podczas ruchu wozu pomiarowego, oznaczoną nazwą „Prokol 201". W związku z tym opracowano też programy na maszynę R-32 pozwalające materiał — zarejestrowany przy użyciu „Prokola" i wczytywany łącznie ze współrzędnymi tras pomiarowych — przetwarzać do postaci numerycznej mapy pozycyjnych wartości rozkładów natężenia pola w mierzonych obszarach.

Mapa taka daje obraz osiąganego stanu pokrycia i jednocześnie efektywności inwestycji już zrealizowanych bądź będących w fazie projektowania — z wykorzystaniem zastępczego źródła sygnału. Może być więc ona wygodnym kryterium oceny prawidłowości projektów.

Prace nad udoskonalaniem metod prognozowania przebiegów natężenia pola o częstotliwości większej od 30 MHz nad terenem nieregularnym wymagały dysponowania nie tylko wynikami pomiarowymi dostarczonymi przez „Prokol", ale również i wariantowymi obliczeniami uwzględniającymi rzeczywiste profile tras. W tym celu podjęto prace nad komputeryzacją wyznaczania profili (i przebiegów natężenia pola) i opracowano pierwsze fragmenty numerycznego modelu rzeźby terenu dla testowanych obszarów. Nawiązano również wstępne porozumienie z Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii w sprawie opracowania takiego modelu dla całego kraju.

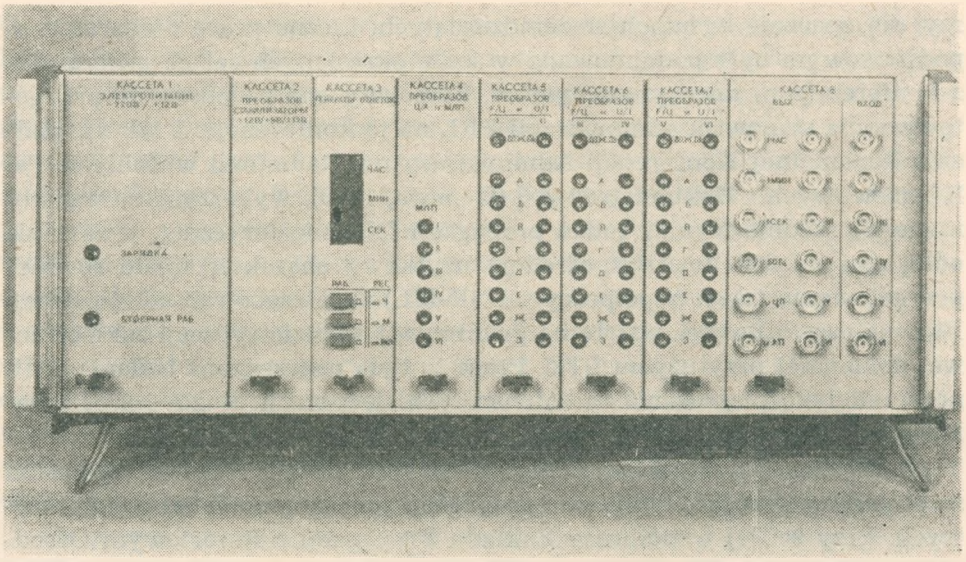
Do badań niezawodności linii radiowych, umożliwiających rejestrację krótkotrwałych zaników interferencyjnych opracowano urządzenie do rejestracji tych przebiegów, współpracujące także z perforatorem taśmy papierowej (oznaczone symbolem PP-10). Urządzenie to próbkuje i rejestruje wielkość mierzoną w wybranych odstępach czasu (co 1 do 10 min) jeżeli znajduje się ona w ustalonym z góry przedziale wartości, nastawianym w pewnych granicach. Po przekroczeniu nastawionych granic przedziału wartości próbkowanie sygnału i rejestracja odbywa się w rytmie co 0,5 do 5 s. W takie urządzenia od 3 lat jest wyposażone 6 tras linii radiowych o częstotliwościach pracy 6 GHz i o długościach skoku od 35 do 70 km. W celu określenia związku pomiędzy długością przęsła linii i jej niezawodnością są wyznaczane rozkłady wartości mierzonej w przedziałach godzinowych, miesięcznych i rocznych oraz regresja tłumień względem długości trasy. Przetwarzanie pomierzonego materiału odbywa się za pomocą odpowiednich programów, przy użyciu komputera R-32.

Współpraca międzynarodowa w ramach programu INTERKOSMOS i wynikające z niej zadania doprowadziły do konieczności opracowania systemu pomiarowego średnich-minutowych wartości natężenia opadu, z zastosowaniem czujników przechyłowych (rys. 44) i układu sześciokanałowego przetwornika impulsowo-analogowego (rys. 45). System ten jest przystosowany do współpracy z minikomputerem „Robotron" produkcji NRD. Powiązanie czujników z centralną jednostką jest obecnie realizo-



Rys. 44. Czujnik urządzenia do pomiaru intensywności opadu deszczu (typu przechyłowego z głowicą optoelektroniczną)

wane za pomocą łączy przewodowych lub na drodze bezprzewodowej. Praca układu odbywa się w czasie rzeczywistym. W celu jednak możliwości rejestracji autonomicznej w punktach nie związanych z komputerem opracowano również urządzenia z rejestracją magnetyczną, wykorzystującą pamięć kasetową i sterowanie zapisu przez zegar kwarcowy. Urządzenia te mogą pracować bezobsługowo, przy czym czas zapisu kasety zależnie od częstotliwości występowania opadów wynosi w warunkach krajowych przeciętnie od jednego do dwóch miesięcy. Odczyt zakodowanych warto-



Rys. 45. Sześciokanałowy przetwornik impulsowo-analogowy systemu pomiarowego opadu deszczu

ści zarejestrowanych na taśmie kasety odbywa się w czasie potrzebnym do normalnego odegrania kasety i po przepisaniu na taśmę perforowaną jest wprowadzany do komputera R-32, gdzie na podstawie specjalnie opracowanego programu ASTAT poddawany jest obróbce statystycznej.

Inny kierunek działalności IŁ dotyczy problematyki kompatybilności służb radiokomunikacyjnych i obejmuje opracowywanie metod i metodyk planowania oraz projektowania sieci stacji nadawczych. Są to więc prace stosowane, wykorzystujące wyniki działalności pierwszego rodzaju.

Działalność ta jest ważna dla planowanego rozwoju służb radiofonicznych, telewizyjnych i radiokomunikacji ruchomej. Wyniki prac są wykorzystywane w uzgodnieniach międzynarodowych, mających na celu zapewnienie niezakłóconej pracy polskim służbom radiokomunikacyjnym.

Działalność IŁ dotycząca planowania sieci została rozpoczęta już w połowie lat sześćdziesiątych, gdy zostały wypracowane podstawy propagacyjne, które posłużyły do projektowania sieci stacji radiofonicznych w zakresie fal metrowych (opracowanych przez Biuro Studiów i Projektów Radia i Telewizji).

Ponadto IŁ brał bezpośredni udział we współpracy krajów OWŁ, uczestnicząc w wymianie doświadczeń w zakresie podstaw technicznych i metod planowania sieci służb ruchomych lądowych. Na wynikach tych doświadczeń opierały się następnie uzgodnienia przy wykorzystywaniu częstotliwości dla tych służb w rejonach przygranicznych.

Zakres działalności związanej ze współpracą międzynarodową rozsze-

rzył się znacznie w latach siedemdziesiątych. Liczne prace o charakterze podstawowym były podejmowane w ściśle określonych celach związanych z konferencjami międzynarodowymi. Stanowiły one podstawę do przygotowywania stanowisk administracji PRL na te konferencje. I tak np. podczas Regionalnej Konferencji Administracyjnej Radiofonii w Zakresie Fal Kilometrowych i Hektometrowych (Genewa, 1975), wykorzystano wspomniane poprzednio wyniki badań propagacji fali jonosferycznej, w zakresie odległości do 300 km. Bezpośrednio użytkowy charakter miało również przygotowanie (przy współpracy z DSR-MŁ) zapotrzebowań administracji PRL na częstotliwości, oparte na gruntownej analizie sytuacji zakłóceniowej dokonanej przy użyciu ETO. Praca ta była poprzedzona badaniami IŁ nad metodyką planowania radiofonicznych sieci stacji długo- i średniofalowych.

W pierwszej połowie lat siedemdziesiątych została również wykonana seria prac obejmująca obliczanie propagacji jonosferycznej fal dekametrowych. Przy ścisłej współpracy Zakładu Propagacji z Resortowym Ośrodkiem Elektronicznego Przetwarzania Danych został opracowany system informatyczny KOMP, udoskonalony w latach następnych i stosowany dotąd pod nazwą KOMPHARD.

W drugiej połowie lat siedemdziesiątych nastąpiła intensyfikacja prac z zakresu kompatybilności sieci służb radiofuzyjnych i radiokomunikacyjnych w zakresach częstotliwości powyżej 30 MHz.

Zostały mianowicie częściowo zaktualizowane metodyki planowania sieci stacji telewizyjnych w zakresach fal metrowych i decymetrowych oraz stacji radiofonicznych UKF FM, które były opracowane przez OIRT na początku lat sześćdziesiątych. Przepracowano również ramowy rozdział kanałów dla służby ruchomej lądowej w zakresie 300 MHz. Zapoczątkowano także prace nad planowaniem sieci radiokomunikacji ruchomej lądowej w zakresie 450 MHz.

Instytut Łączności wziął również udział w pracach przygotowawczych do Światowej Administracyjnej Konferencji Radiokomunikacyjnej — Genewa, 1979.

W połowie lat siedemdziesiątych do planowania sieci stacji radiowych włączył się Oddział Wrocławski IŁ, podejmując prace z zakresu gospodarki widmem. Opracowane zostały komputerowo wspomagane metody planowania sieci stacji telewizyjnych. W ramach tych prac opracowano plany stacji telewizyjnych małej mocy dla podgórskich obszarów kraju (Bieszczady, Podhale, Dolny Śląsk).

Jednocześnie prowadzi się tam obecnie szereg prac o charakterze teoretycznym o istotnym znaczeniu dla optymalnego doboru parametrów sieci radiodyfuzyjnych. W ramach tych prac opracowano symulacyjny model sieci telewizyjnych stacji uzupełniających, który za pomocą maszyny

cyfrowej pozwala analizować wybrane parametry projektowanej (lub już istniejącej) sieci. Stanowi to istotne i wygodne narzędzie usprawniające proces planowania i weryfikacji sieci, szczególnie z punktu widzenia kompatybilności elektromagnetycznej. Został też opracowany, uruchomiony i przetestowany konwersacyjny system komunikacji użytkownika z modelem symulacyjnym. System ten — pod nazwą DEMON — jest zbiorem programów umożliwiających tworzenie z różnych modułów funkcjonalnych modelu symulacyjnego konkretnych wersji sieci i analizę ich własności. Użytkownik prowadzi dialog z modelem symulacyjnym za pośrednictwem monitora ekranowego i/lub drukarki mozaikowej. Opracowano również kilka algorytmów i szereg programów komputerowych dla doboru kanałów w sieci stacji telewizyjnych małej mocy. Metodyka obejmuje wyznaczanie minimalnej i maksymalnej mocy stacji w przydzielonym kanale, z uwzględnieniem przesunięcia częstotliwości nośnych oraz określenia stosunku sygnału użytecznego do sygnałów zakłócających.

Do pełnej (komputerowej) analizy kompatybilności elektromagnetycznej w sieciach stacji telewizyjnych niezbędne są ponadto informacje o parametrach urządzeń: odbiorników telewizyjnych i anten stacji nadawczych oraz dane o lokalizacji nadajników. Z tej grupy zagadnień zrealizowano między innymi następujące prace: modele odbiorników telewizyjnych jako źródeł zakłóceń oraz jako urządzeń wrażliwych na niepożądane emisje. Modele te określono na podstawie badań eksperymentalnych i teoretycznej analizy własności krajowych odbiorników telewizyjnych, opisano je równaniami regresji liniowej, podającymi oczekiwane wartości modelowanych parametrów odbiorników (np. poziom zakłóceń heterodynowych, odporność intermodulacyjną itp.) w funkcji częstotliwości. W przypadku modeli opisujących wrażliwość odbiorników na zakłócenia (lub zamiennie odporność na zakłócenia) uwzględnione zostały różne drogi przenikania zakłóceń do odbiorników (od bezpośredniego oddziaływania pola w.cz. na wewnętrzne obwody odbiornika, poprzez obwody wejściowe z linii antenowej oraz od napięć i prądów w przewodach zasilania sieciowego). Opracowano również metodę cyfrowego zapisu danych o charakterystykach anten nadawczych stacji telewizyjnych i stacji UKF FM. Na podstawie tej metody jest tworzony zbiór danych o charakterystykach rzeczywistych anten krajowych.

Skomputeryzowane metody planowania sieci telewizyjnych nadajników uzupełniających małej mocy wymagają opracowania numerycznego modelu rzeźby terenów. Przy współpracy Instytutu Geografii Uniwersytetu Wrocławskiego opracowuje się zbiór danych o rzeźbie terenu całej Polski w siatce co 0,25 — 0,5 — 1,0 km. Praca ta obecnie dobiega końca i do czasu opracowania dokładnej mapy numerycznej w siatce co 5″ (pracę tę podjęto przy współpracy z Centrum Informatycznym Geodezji i Kar-

tografii w Warszawie) będzie wykorzystywana do maszynowych obliczeń przy planowaniu sieci radiodyfuzyjnych, w szczególności uzupełniającej sieci stacji telewizyjnych małej mocy.

W ostatnim okresie IŁ rozpoczął również badania nad ważnymi obecnie dla resortu łączności zagadnieniami planowania radiofonii UKF-FM w zakresie częstotliwości 87,5÷108 MHz, radiokomunikacji ruchomej lądowej i radiofonii krótkofalowej.

14. ANTENY

Systematyczne badania dotyczące anten radiowych rozpoczęto w Instytucie Łączności w 1956 r.

Kierunki prowadzonych prac obejmowały:

— badania i opracowywanie anten nadawczych dla radiofonii, radiokomunikacji i telewizji,
— badania i opracowywanie anten odbiorczych i pomiarowych,
— opracowywanie systemów antenowych dla radiokomunikacji ruchomej,
— opracowywanie metod i specjalistycznych przyrządów pomiarowych dla potrzeb techniki antenowej,
— opracowywanie norm z zakresu anten radiowych.

Ze względu na specyfikę techniki antenowej badania i opracowania prowadzone w Instytucie Łączńści obejmowały z reguły pełny cykl rozwojowy, tzn.:

a) opracowywanie koncepcji systemu antenowego,
b) opracowywanie modeli podstawowych urządzeń,
c) wykonanie, uruchomienie i badanie opracowywanych urządzeń,
d) opracowywanie, w miarę potrzeby specjalnych metod pomiarowych.

14.1. Prace z zakresu nadawczych anten dla radiofonii, radiokomunikacji i telewizji

W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych tematyka prac Instytutu Łączności obejmowała profesjonalne anteny nadawcze dla nowo powstających i modernizowanych ośrodków radiokomunikacyjnych zakresu dekametrowego. Opracowano między innymi koncepcje nadawczych anten logarytmicznie-okresowych oraz szerokopasmowych wieloelementowych anten ścianowych z wiązką główną charakterystyki promieniowania sterowaną elektronicznie. Na podstawie opracowanych koncepcji powstało wiele projektów anten, stanowiących wyposażenie ośrodków radiokomunikacyjnych.

Z tematyki antenowej prowadzono również badania dotyczące powstawania wyładowań łukowych w.cz. na izolatorach odciągów anten unipolowych zakresu długo- i średniofalowego, w przypadku ich zasilania mocą rzędu setek kilowatów. Na podstawie przeprowadzonych badań wykryto przyczynę powstawania łuków oraz opracowano metodykę zapobiegania ich powstawaniu. Wyniki badań zostały wykorzystane podczas projektowania anteny średniofalowej dla ośrodka nadawczego w Koszęcinie.

Na początku lat siedemdziesiątych powstała koncepcja wykorzystywania w radiofonii średniofalowej (w porze nocnej) — fali spolaryzowanej poziomo. Zapewnia to kilkakrotnie niższy poziom zakłóceń interferencyjnych, aniżeli w przypadku fali spolaryzowanej pionowo. Koncepcja ta została poparta serią eksperymentów przeprowadzonych w rozmaitych warunkach zabudowy miejskiej.

W tym okresie rozpoczęto w IŁ prace badawcze nad telewizyjnymi nadawczymi systemami antenowymi na IV i V zakres częstotliwości. Badania dotyczyły anten szczelinowych i anten krzyżowych. Zbudowano szereg modeli anten szczelinowych oraz opracowano dwie anteny krzyżowe, z których jedna pracowała w IV zakresie częstotliwości, a druga w drugim kanale telewizyjnym. Antena na 2 kanał została zainstalowana na jednym z budynków Wrocławia i służy do emisji II programu telewizyjnego.

Następnie, przystąpiono w Instytucie Łączności do opracowania po raz pierwszy w Polsce szerokopasmowej nadawczej anteny telewizyjnej dużej mocy na IV/V zakres częstotliwości. Opracowany system antenowy umożliwia pracę 2 nadajników na wspólną antenę, co w tym okresie było poważnym osiągnięciem. Wykonano dwa systemy antenowe tego typu i zainstalowano w obiektach na Świętym Krzyżu w 1974 r. i na Śnieżnych Kotłach w 1976 r.

W latach 1965—67 opracowano w IŁ również cały typoszereg anten i systemów antenowych dla pomocniczych stacji telewizyjnych małej mocy.

Z tematów opracowywanych przez Oddział Wrocławski IŁ należy wymienić także prace związane z kompatybilnością anten zakresu dekametrowego w ośrodkach radiokomunikacyjnych. Badania prowadzone w IŁ dotyczą wzajemnego oddziaływania anten na siebie. W ramach tego tematu opracowano oryginalną metodę pomiarowo-analityczną wyznaczania charakterystyk wypadkowych promieniowania anten w ośrodkach radiokomunikacyjnych. Została ona sprawdzona w sposób eksperymentalny w jednym z nadmorskich ośrodków radiokomunikacyjnych. Metoda ta umożliwia nie tylko dokonanie oceny rzeczywistych charakterystyk anten zainstalowanych w obiektach, ale także określenie przyczyn odstępstwa charakterystyk rzeczywistych od charakterystyk projektowanych.

W latach siedemdziesiątych podjęto w IŁ prace związane z pomiarami charakterystyk promieniowania anten za pomocą śmigłowca. Powołano przy tym tzw. Latające Laboratorium Kontrolno-Pomiarowe LALKOP (rys. 46). Prace tego laboratorium obejmują: rutynowe pomiary charak-

Rys. 46. Latające Laboratorium Kontrolno-Pomiarowe (LALKOP)

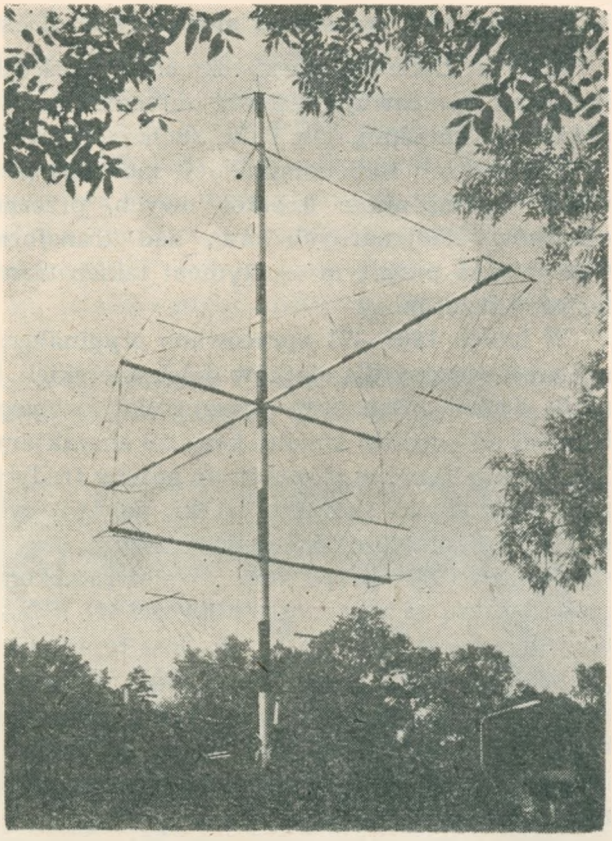
terystyk anten (na terenie całego kraju) oraz prace rozwojowe, doskonalące metody pomiarowe, metody nawigacji, a także automatyzację pomiarów itp.

14.2. Prace z zakresu profesjonalnych anten odbiorczych i pomiarowych

Z zakresu profesjonalnych anten odbiorczych opracowano w IŁ anteny odbiorcze dla ośrodków radiokomunikacyjnych zakresu dekametrowego. W szczególności badano i opracowywano szerokopasmowe anteny typu logarytmiczno-okresowego.

Dla potrzeb Państwowej Inspekcji Radiowej Instytut Łączności opracował i wykonał komplet anten odbiorczych, przeznaczonych do kontroli emisji radiowych (rys. 47) w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 1250 MHz. Oprócz tego, dla potrzeb PIT IŁ opracował również metodę pelengacji źródeł promieniowania z wykorzystaniem efektu Dopplera.

Dla wyposażenia Latającego Laboratorium Kontrolno-Pomiarowego LALKOP IŁ opracował również i wykonał zespół anten pomiarowych przeznaczonych dla zakresu częstotliwości od 100 kHz do 1000 MHz, przystosowanych do pomiarów charakterystyk promieniowania anten za pomocą śmigłowców.



Rys. 47. Antena pomiarowa dla zakresu częstotliwości 0,1÷30 MHz

Dla potrzeb krótkofalowych radiokomunikacyjnych ośrodków odbiorczych IŁ prowadził także badania nad zdalnym przełączaniem sygnałów antenowych do wejść wielu odbiorników. Opracowano oryginalne układy i urządzenia, umożliwiające korzystanie z tej samej anteny przez wiele odbiorników.

W roku 1967 opracowano np. układ krzyżujących się ze sobą linii z falą bieżącą, na podstawie którego ZPA ZARAT produkował rozdzielacze komutujące.

W roku 1972 została opatentowana nowa zasada komutacji, wykorzystująca aktywną transformację oporności oraz przełącznik kontaktronowy. Opracowanie to było wykorzystywane przez ZDR RADMOR w Gdyni i ZPA ZARAT we Wrocławiu przy produkcji komutatorów typu KAO. Po zunifikowaniu konstrukcji w 1976 roku powstał duży komutator typu KKK-3 (30 anten × 40 odbiorników), który wdrożono do produkcji w Instytucie Łączności (Oddział w Pułtusku), gdzie po ostatecznej modyfikacji jest wykonywany do chwili obecnej jako komutator KKAO-75.

14.3. Prace nad systemami antenowymi dla radiokomunikacji ruchomej

Instytut Łączności począwszy od lat sześćdziesiątych prowadzi również badania i opracowuje systemy antenowe zarówno dla ruchomej radiokomunikacji morskiej, jak i dla ruchomej radiokomunikacji lądowej.

Dla potrzeb radiokomunikacji morskiej prowadzono badania nad nowymi typami anten krótkofalowych, przeznaczonych dla nadawczych ośrodków stacjonarnych oraz nad transformatorami krótkofalowymi. Opracowano przy tym asortyment takich transformatorów, zarówno małej jak i dużej mocy.

W latach 1969—71 opracowano oryginalny, nadawczy system antenowy przeznaczony dla statków dalekomorskich. System ten składa się z zespołu dwóch anten oraz przesuwnika fazowego, umożliwiającego (w zależności od potrzeb) zmianę kształtu charakterystyki promieniowania. Zaletą tego systemu w stosunku do anteny tradycyjnej było wyeliminowanie miejsc zerowych charakterystyki, powstających w wyniku interferencji biernych elementów pokładowych statku.

W roku 1981 opracowano również radiokomunikacyjną antenę nadawczo-odbiorczą na zakres częstotliwości 410 kHz — 30 MHz, przeznaczoną dla dużych jednostek pływających. Jest to antena spełniająca obecne wymagania elektryczne i eksploatacyjne. Wykonany prototyp takiej anteny przez Ostródzkie Zakłady Okrętowe pomyślnie przeszedł kompleksowe badania elektryczne i eksploatacyjne. Antena ta może być z powodzeniem instalowana na statkach zarówno krajowych, jak i na statkach zagranicznych.

Dla potrzeb radiokomunikacji ruchomej lądowej prowadzono w IŁ prace nad uruchomieniem w kraju sieci radiokomunikacji ruchomej lądowej pracującej w zakresie częstotliwości 160 MHz. Opracowano dla tej sieci nadawczo-odbiorcze systemy antenowe przeznaczone dla stacji bazowych. Była to praca wieloletnia realizowana w latach 76—83. Zbudowano kilka systemów antenowych i zainstalowano je w wyznaczonych stacjach bazowych, stnowiących tzw. radiotelefoniczną sieć eksperymentalną.

14.4. Opracowywanie metod i specjalistycznych przyrządów pomiarowych

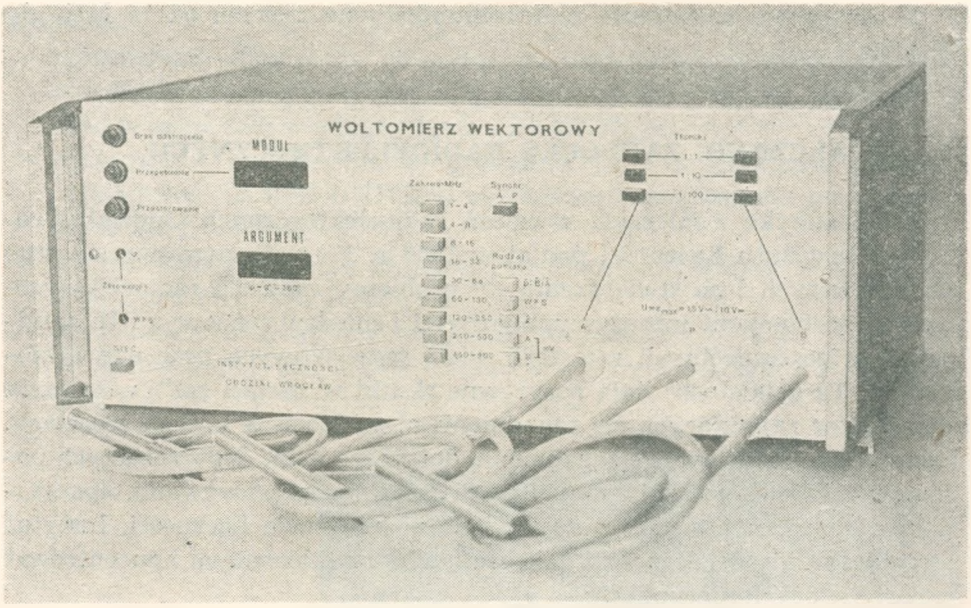
Dla potrzeb techniki antenowej jest opracowywana koncepcyjnie i układowo oraz wykonywana unikalna aparatura pomiarowa, ze szczególnym uwzględnieniem pomiaru dopasowania. Przyrządy te oprócz funkcji podstawowej są również wykorzystywane do innych pomiarów, np.: wyznaczania parametrów linii przesyłowych, pomiaru napięć w.cz., pomiaru przesunięcia fazowego, wyznaczania elementów macierzy rozproszenia itp.

W latach sześćdziesiątych opracowano wektoroskop WA-3, pracujący w zakresie częstotliwości od 0,3 MHz do 100 MHz, umożliwiający pomiar

zespolonych wartości stosunku napięć przez pomiar modułu oraz argumentu. Wynik pomiaru jest odczytywany z wykresu biegunowego lub wykresu Smitha. Przyrząd produkowano w małych seriach.

W latach 1967—72 opracowano wobulograf WG-1, pracujący w zakresie częstotliwości od 47,5 MHz do 670 MHz. Przyrząd składa się z odbiornika pomiarowego oraz generatora w.cz. przestrajanych synchronicznie. Generator wyposażono w układ automatycznej regulacji częstotliwości poza pętlą pomiarową oraz w układ stabilizacji poziomu sygnału. Odczyt wyniku pomiaru odbywa się na wbudowanym mierniku. Istnieje również możliwość rejestracji wyniku pomiaru.

W latach siedemdziesiątych opracowano z kolei wektoroskop, którego jednostką centralną jest woltomierz wektorowy MAF-5 (rys. 48), pracu-



Rys. 48. Woltomierz wektorowy typu MAF-5

jący w zakresie częstotliwości 1 MHz do 800 MHz. Przyrząd pracuje w układzie automatycznego poszukiwania sygnału mierzonego oraz utrzymywania dostrojenia. Dwukanałowy selektywny woltomierz umożliwia przeprowadzenie pomiaru napięcia w każdym kanale, ich wzajemnego stosunku jako wartości zespolonej, jak również bezpośrednie wyznaczanie współczynnika odbicia, współczynnika fali stojącej oraz impedancji. Wynik pomiaru wyświetla się cyfrowo. Wektoroskop jest produkowany jednostkowo dla potrzeb służb resortu łączności i innych resortów. Obecnie

trwa modyfikacja woltomierza wektorowego MAF-5 wprowadzająca automatyzację sterowania oraz przetwarzanie wyników pomiarów. Zmodyfikowany przyrząd będzie wyposażony w urządzenia dopasowujące, umożliwiające współpracę z minikomputerem systemu IEC-BUS.

14.5. Prace z zakresu normalizacji

Od 1974 r. Instytut Łączności rozpoczął również działalność normalizacyjną w zakresie anten nadawczych i profesjonalnych anten odbiorczych pracujących w zakresie częstotliwości do 1000 MHz. Opracowano następujące normy:

1. Anteny telewizyjne I, II, III, IV i V zakresu częstotliwości oraz anteny radiofoniczne UKF FM dla sieci głównej i sieci stacji małej mocy.

2. Antenowe urządzenia radiokomunikacyjne zakresu od 14 MHz do 30 MHz.

15. ZWALCZANIE ZAKŁÓCEŃ RADIOELEKTRYCZNYCH

Problematykę zwalczania zakłóceń radioelektrycznych Oddział Wrocławski Instytutu Łączności podjął w 1956 r. Po wstępnym okresie prac rozpoznawczych i po stwierdzeniu, że problemy zakłóceń radioelektrycznych są problemami interdyscyplinarnymi i międzybranżowymi IŁ zainicjował w poszczególnych resortach wiele szczegółowych prac nad zakłóceniami. Ta działalność dała pozytywne skutki w postaci zaktywizowania specjalistów zajmujących się zagadnieniami zakłóceń w innych resortach. Jednocześnie, podstawowe zagadnienia dotyczące m.in. dopuszczalnych poziomów zakłóceń, rozwoju metod pomiarowych, opracowywania aparatury specjalistycznej zostały pozostawione w Instytucie Łączności. Instytut Łączności swoją działalność z zakresu walki z zakłóceniami koncentrował na następujących kierunkach:

— badaniu źródeł zakłóceń,

— sposobach i środkach tłumienia zakłóceń radioelektrycznych u źródeł ich powstawania i na drodze ich rozchodzenia się,

— wdrażaniu metod pomiarowych i opracowaniu specjalistycznych urządzeń do pomiarów zakłóceń oraz odpowiedniej aparatury do ich sprawdzania (homologacji na zgodność z wymaganiami),

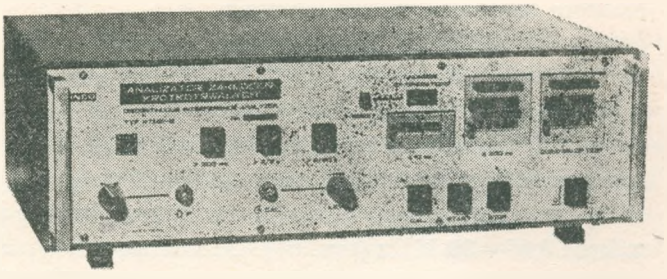
— pracach z zakresu normalizacji metod miernictwa zakłóceń radioelektrycznych i określaniu dopuszczalnych poziomów zakłóceń.

W wyniku prowadzonych prac:

a) wprowadzono w kraju przepisy normalizacyjne, w pełni nadążające za trendami światowymi, w zakresie metod pomiarowych, aparatury pomiarowej i sposobów zwalczania zakłóceń. IŁ brał również aktywny udział w pracach normalizacyjnych RWPG, będąc autorem szeregu projektów norm (m.in. normy dotyczącej specjalistycznej aparatury pomiarowej), obowiązujących obecnie we wszystkich krajach RWPG, a poza tym w ramach współpracy z OWŁ, SKŁ, CISPR i CCIR;
b) opracowano i opanowano w kraju produkcję aparatury do pomiarów przemysłowych zakłóceń radioelektrycznych; Polska stała się jednym z dwóch producentów takiej aparatury w krajach RWPG, całkowicie zaspokajając własne potrzeby i prowadząc znaczny eksport;
c) uruchomiono krajową produkcję podzespołów i filtrów do zmniejszania zakłóceń, eliminując import i zaspokajając potrzeby krajowe.

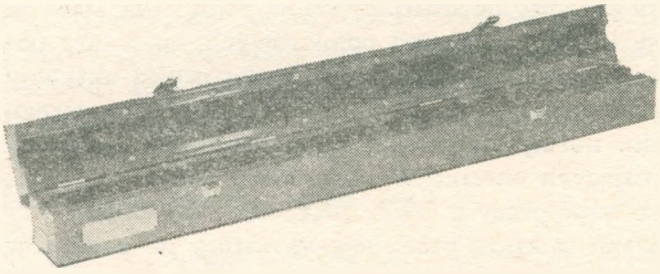
Spośród ważniejszych prac konstrukcyjnych z tego zakresu można tu wymienić:

— opracowanie stanowiska do badań charakterystyk podzespołów przeciwzakłóceniowych przy wielkiej częstotliwości (1963 r.), które wdrożono w zakładach produkcyjnych ZPE UNITRA;
— opracowanie i wdrożenie do produkcji (przy współudziale zakładów przemysłowych ZPE UNITRA) niezbędnego asortymentu podzespołów przeciwzakłóceniowych;
— opracowanie generatora impulsów wzorcowych i wdrożenie go do produkcji w ZPAE INCO (1964 r.);
— opracowanie generatorów impulsów wzorcowych 0,316 μVs i 0,44 μVs do sprawdzania mierników zakłóceń i wdrożenie ich do produkcji w ZPAE INCO i eksploatacji w PIR (1967 r.);



Rys. 49. Analizator zakłóceń krótkotrwałych

— opracowanie miernika zakłóceń krótkotrwałych i wdrożenie go do produkcji w ZPAE INCO; było to w tym okresie urządzenie (rys. 49) unikalne w skali światowej;
— opracowanie metodyki i urządzenia do pomiarów mocy zakłóceń (cęgi MDS — rys. 50); zostały one wprowadzone do Polskich Norm oraz wdrożone do produkcji w ZPAE INCO (1974 r.) i stosowane są w PIR;



Rys. 50. Cęgi absorpcyjne do pomiaru mocy zakłóceń radioelektrycznych

— opracowanie metody i stanowiska pomiarowego do badania skuteczności tłumienia zakłóceń radioelektrycznych w instalacji zapłonowej silników spalinowych, przekazanie do Przemysłowego Instytutu Motoryzacji (1969 r.) oraz wprowadzenie do RWPG i CISPR odpowiednich zaleceń;
— opracowanie przyrządów i stanowiska do pomiarów głównych parametrów elektrycznych mierników zakłóceń radioelektrycznych, na zakresy 0,15—30 MHz i 30—300 MHz;
— opracowanie zestawu do rejestracji zakłóceń radioelektrycznych oraz miernika zakłóceń o rozszerzonej dynamice i przekazanie do PIR (1969 r.).

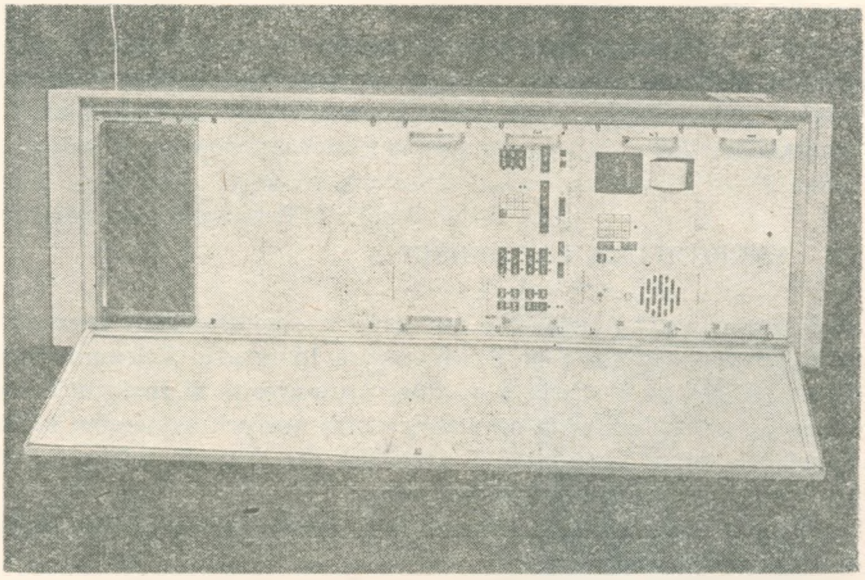
Ponadto zostały rozpoczęte wieloletnie statystyczne badania poziomów zakłóceń przemysłowych na terenie PRL (1972 r.), z uwzględnieniem typowych rejonów o różnym stopniu uprzemysłowienia.

Prace dotyczące zakłóceń radioelektrycznych były wielokrotnie nagradzane przez Ministra Łączności oraz Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki.

Istotną grupą zagadnień omawianych wyżej są prace poświęcone pomiarom zakłóceń przemysłowych.

Oprócz omówionego wcześniej szeregu urządzeń służących do kontroli parametrów mierników zakłóceń, specjalistycznych urządzeń związanych z pomiarami zakłóceń przemysłowych takich jak: np. sieci sztuczne, transformatory prądowe wielkiej częstotliwości, cęgi absorpcyjne, przystawki antenowe itp., Oddział Wrocławski Instytutu podjął prace z zakresu automatyzacji pomiarów. Opracowano automatyczny odbiornik pomiarowy na zakres 0,15—30 MHz (rys. 51). Odbiornik ten wraz z automatycznym układem antenowym oraz mikrokomputerem TRS-80 stanowi w pełni zautomatyzowany system pomiarowy. Aktualnie system ten znajduje się w Centralnej Stacji Kontroli Emisji Radiowych.

Doświadczenie nabyte w toku realizacji wyżej wspomnianego systemu pomiarowego pozwoliło na podjęcie się realizacji nowej wersji automatycznego odbiornika pomiarowego na rozszerzony zakres 10 kHz — 30 MHz, z zastosowaniem wewnętrznego mikroprocesorowego sterowa-



Rys. 51. Model automatycznego odbiornika pomiarowego

nia oraz z możliwością współpracy z zewnętrznym mikrokomputerem. Odbiornik jest obecnie opracowywany przy współpracy z Zakładami ZPAE INCO we Wrocławiu. Przewiduje się, że seryjna produkcja tego odbiornika pomiarowego rozpocznie się w roku 1986.

Jednym z podstawowych zadań Instytutu jest, jak już wspomniano, koordynacja naukowo-rozwojowych prac w kraju w zakresie ochrony przed zakłóceniami przemysłowymi, z uwzględnieniem również prac organizacji międzynarodowych zajmujących się tymi zagadnieniami.

Niezależnie od szeregu inicjatyw koordynacyjnych podjętych i realizowanych w skali kraju, należy również zwrócić uwagę na udział specjalistów z instytutu w organizowaniu i uczestniczeniu w Międzynarodowym Sympozjum Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu. Tematyka Sympozjum obejmuje szeroki krąg zagadnień z dziedziny ochrony środowiska elektromagnetycznego przed niepożądanymi emisjami, bezkolizyjnej pracy różnorodnych urządzeń w zakłóconym środowisku, gospodarki widmem elektromagnetycznym itp. Wśród omawianych tematów znajdują się tu takie problemy, jak: odporność urządzeń na zakłócenia, zmniejszanie wpływu zakłóceń przez odpowiednie projektowanie urządzeń, metody pomiarów i aparatura pomiarowa. Wrocławskie sympozjum uzyskało poparcie szeregu międzynarodowych organizacji takich, jak: URSI, CISPR, IEC, a także poparcie stowarzyszeń elektryków i elektroników wielu krajów, np. Japonii, Francji, RFN, USA, Włoch, ZSRR, Bułgarii

i CSRS. W sympozjach bierze udział przeciętnie po kilkuset polskich specjalistów i kilkudziesięciu zagranicznych. Organizowanie takiego sympozjum w Polsce umożliwia szerszym kręgom specjalistów z kraju i z krajów socjalistycznych nawiązanie kontaktów ze specjalistami z krajów zachodnich.

16. ENERGETYKA ŁĄCZNOŚCI

Prace naukowo-badawcze związane z zagadnieniami energetyki łączności były prowadzone w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym od chwili jego powstania i są dalej prowadzone w Instytucie Łączności. Polegają one głównie na opracowywaniu nowych systemów zasilania, siłowni telekomunikacyjnych i urządzeń dla potrzeb telekomutacji, teletransmisji, telegrafii i linii radiowych.

W całokształcie prowadzonych prac można wyróżnić dwa podstawowe kierunki:

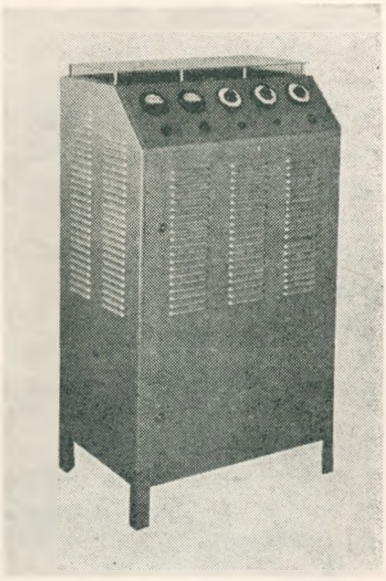
— zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych prądem stałym,
— zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych prądem przemiennym.

16.1. Zasilanie urządzeń prądem stałym

W pierwszym okresie działalności prowadzono prace przede wszystkim dla potrzeb eksploatacji. Zostały opracowane i wdrożone do eksploatacji w okresie od 1934 r. do 1939 r., w 27 miastach Polski, zespoły prostownikowe do zasilania central telegraficznych. Opracowano także zespoły prostownikowe do zasilania central telefonicznych. Zostały one zainstalowane w 10 miastach Polski. Ponadto wynikiem prowadzonych badań były urządzenia prostownikowe do zasilania aparatów telegraficznych na stacjach kolejowych oraz zespoły prostownikowe do zasilania telefonicznych aparatów szeregowych.

Po zakończeniu drugiej wojny światowej rozwijano prace dla potrzeb eksploatacji, w głównej mierze przez wprowadzanie do istniejących zespołów prostownikowych układów stabilizacji napięciowej. Od 1951 r. zakres prac rozszerza się i obejmuje nie tylko unowocześnienie istniejących, ale także opracowywanie nowych systemów zasilania oraz zespołów prostownikowych i siłowni dla central telefonicznych. Dla zasilania central telefonicznych opracowano zespoły prostownikowe selenowe na napięcie 50 V i natężenia prądów: 40 A, 100 A i 250 A ze stabilizacją za pomocą regulatorów tocznych. Zostały one wdrożone do produkcji w Bielawskiej Fabryce Prostowników. Na podstawie powyższych zespołów prostownikowych i tablic rozdzielczych opracowano systemy umożliwiające kompleto-

wanie siłowni telekomunikacyjnych na prąd 200 A, 600 A i 1000 A. Rozwój prac nad magnetycznymi układami stabilizacji spowodował opracowanie zespołów prostownikowych na napięcie 50 V i natężenia prądów 4 A, 10 A i 16 A (patrz rys. 52) do zasilania abonenckich central telefonicznych, które w następnych latach zostały zastąpione przez zespoły prostownikowe typu TAB. Opracowano też zespoły prostownikowe w układzie stabilizacji awostatowej (TNA, TAB, TNC, TND).



Rys. 52. Zespół prostowników 50 V 16 A do zasilania abonenckich central telefonicznych

W latach sześćdziesiątych w wyniku rozwoju elementów półprzewodnikowych, takich jak: diody, tranzystory i tyrystory, rozpoczęto badania związane z ich zastosowaniem do urządzeń zapewniających bezprzerwowe zasilanie i stabilizację napięć przemiennych lub stałych oraz umożliwiających przetwarzanie napięć stałych na stałe lub przemienne o określonych częstotliwościach. Prace naukowo-badawcze zainicjowały produkcję w WZT TELETRA i ZARAT — Toruń przetwornic tranzystorowych stosowanych w centralach telefonicznych i stacjach wzmacniakowych, dostarczających napięć licznikowych, zasilania rezerwowego lampek sygnalizacyjnych w CMM, zdalnego zasilania stacji wzmacniakowych, zdalnego wybierania lub stanowiących źródła prądów zewowych. Rozpoczęto także opracowanie urządzeń zasilających do aparatury badaniowej ABA i innych.

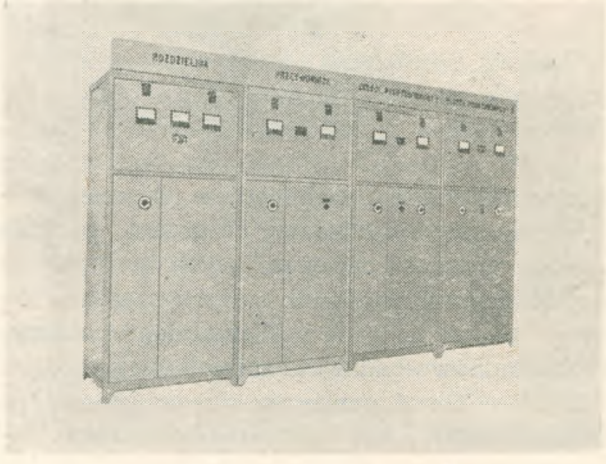
Potrzeba rozwiązania zasilania central abonenckich w sposób nowoczesny, o parametrach konkurencyjnych z wyrobami zagranicznymi, doprowadziła w efekcie do opracowania typoszeregu prostowników w jedno-

litym układzie buforowo-różnicowym z tranzystorowo-transduktorową stabilizacją napięcia i prądu wyjściowego. Prostowniki te zostały oznaczone symbolem typu TAB. Były to prostowniki na napięcia 50 V i 60 V oraz natężenia prądów 4 A, 10 A, 40 A i 100 A.

Wykorzystanie tyrystorów umożliwiło opracowanie przetwornicy dodawczej, wchodzącej w skład siłowni 60 V/400 A z możliwością łączenia do trzech siłowni dla zasilania central typu K-66 o poborze prądu do 1200 A.

W okresie od 1972 r. opracowano nowoczesne urządzenia zasilające z zastosowaniem logicznych układów scalonych TTL i układów hybrydowych, scalonych regulatorów napięcia, rdzeni ferrytowych i z wykorzystaniem obwodów drukowanych. Zastosowano też podwyższoną do 24 kHz częstotliwość przetwarzania. Powyższe układy umożliwiły opracowanie urządzeń zasilających o parametrach techniczno-eksploatacyjnych na poziomie europejskim. Przyjęcie takich rozwiązań stanowiło podstawę do opracowania systemu zasilania teletransmisyjnych urządzeń systemu cyfrowego TCK 30, produkowanego przez WZT TELETRA oraz koncentratora telefonicznego 60/8 produkowanego przez zakłady TELFA.

Zakup licencji na centrale telefoniczne typu E10 i Pentaconta bez urządzeń zasilających postawił przed zespołem badawczym dodatkowe poważne



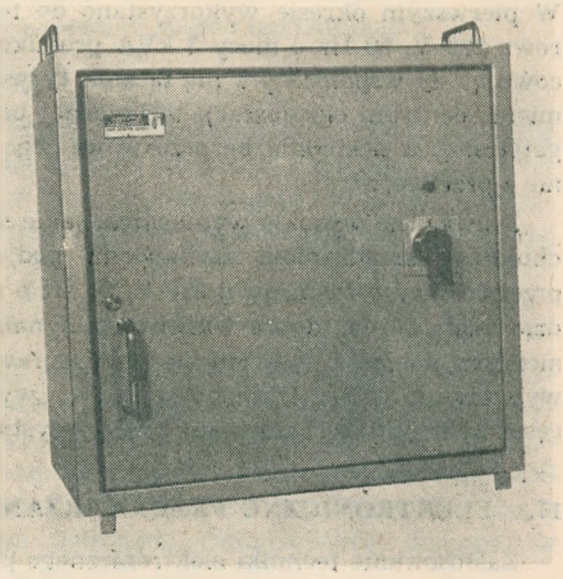
Rys. 53. Siłownia telekomunikacyjna typu SCB-48/400

zadanie, tzn. opracowanie siłowni do zasilania tych centrali. Opierając się na wcześniej wykonanym przez zakłady BESTER prototypie siłowni TSB 50 V/400 A i wprowadzając w nim niezbędne zmiany, opracowano siłownię SCB 48 V/400 A (rys. 53) z możliwością rozbudowy do 1200 A, która aktualnie jest produkowana przez zakłady TELZAS także na eksport do KDL. Dalsze prace w tym zakresie umożliwiły opracowanie typoszeregu siłowni telekomunikacyjnych prądu stałego 48/60 V na prąd 10 A, 20 A,

40 A i 100 A (typu SCD, produkowanych przez zakłady TELZAS) do zasilania abonenckich central telefonicznych, a także siłowni STB 24 V—20 A i 40 A do zasilania urządzeń teletransmisyjnych. Do zasilania teletransmisyjnych stacji wzmacniakowych opracowano siłownie STA 24 V/160 A.

Prace naukowo-badawcze w zakresie stabilizacji i sterowania cyfrowego spowodowały opracowanie zespołu prostownikowego 48 V, 630 A, natomiast prace w zakresie generacji, stabilizacji i prostowania za pomocą diod szybkich i diod Schotky'ego umożliwiły w 1982 r. opracowanie zespołu przetwornic dodawczych o prądzie od 0 do 1200 A. Powyższe podzespoły stanowiły podstawę opracowania siłowni telekomunikacyjnej prądu stałego 48 V/4800 A do zasilania dużych central telefonicznych, wdrażanej obecnie do produkcji w zakładach TELZAS.

Zmniejszenie energochłonności oraz możliwość wyeliminowania deficytowych baterii akumulatorów stworzyły warunki do opracowania urządzenia do bezbateryjnego zasilania odbiorów, w tym abonenckich central telefonicznych, instalowanych w mniej ważnych obiektach. Opracowano zespoły prostownikowe 48 V—10A i 20 A (rys. 54).



Rys. 54. Zespół prostownikowy do bezbateryjnego zasilania odbiorów typu PDE-48/20

Zmniejszenie energochłonności, gabarytów, modułowość budowy, możliwość budowy siłowni telekomunikacyjnych na różne napięcia i prądy, a także zastosowanie najnowszych rozwiązań układowych i systemowych w zespole prostownikowym i przetwornicach było podstawą podjęcia prac nad modelem użytkowym siłowni uniwersalnej. Zakończenie powyższych prac przewiduje się w 1985 r.

16.2. Zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych prądem przemiennym

Prace naukowo-badawcze związane z zagadnieniami zasilania urządzeń prądem przemiennym podjęto w 1948 r. W pierwszej kolejności rozwiązano problemy związane z zagadnieniami stabilizacji ferrorezonansowej. Pozwoliło to na opracowanie i wykonanie typoszeregu stabilizatorów napięcia przemiennego o mocy od 120 do 1200 VA. Następnie opracowano i wykonano stabilizatory napięcia przemiennego o mocy 2, 3 i 4 kVA w układzie stabilizacji transduktorowo-tranzystorowej.

Od 1965 r. rozpoczęto pionierskie w krajach RWPG prace nad zastosowaniem tyrystorów do przetwarzania prądu stałego na przemienny. Efektem prac naukowo-badawczych w tym zakresie było opracowanie przetwornic o stabilizowanym napięciu wyjściowym 220 V, 50 Hz i mocach: 0,75; 3; 4 i 16 kVA. Zostały one wdrożone do produkcji w zakładach EFA w latach 1971—1973.

Wraz z wdrażaniem do eksploatacji elektronicznych central telefonicznych E10, zrodził się problem opracowania gwarantowanego źródła napięcia przemiennego, przeznaczonego do zasilania centrum eksploatacji technicznej, którego podstawowym wyposażeniem jest maszyna cyfrowa. W pierwszym okresie wykorzystano do tego celu przetwornicę tyrystorową 220 V, 50 Hz o mocy 3 kVA produkowaną w zakładach EFA, opracowując do współpracy z nią łącznik tyrystorowy. Umożliwia on uruchomienie centrum eksploatacji technicznej bezpośrednio z sieci elektroenergetycznej, a następnie bezprzerwowe jego przełączenie na ciągłe zasilanie z przetwornicy.

Z uwagi na wysokie wymagania, jakie stawia centrum eksploatacji technicznej urządzeniom zasilającym podjęto prace nad opracowaniem przetwornicy tyrystorowej 220 V, 50 Hz o mocy 6 kVA. Przetwornica będzie miała bardzo dobre właściwości dynamiczne, małą zawartość harmonicznych napięcia wyjściowego, dużą sprawność oraz dokładność napięcia wyjściowego $\pm 1\%$. Dla uzyskania tych wymagań zastosowano mikroprocesor kontrolujący i sterujący pracą tyrystorów.

17. ELEKTRONICZNE PRZETWARZANIE DANYCH

Zastosowanie techniki elektronicznego przetwarzania danych i obliczeń numerycznych z wykorzystaniem elektronicznych maszyn cyfrowych rozpoczęło się w IŁ od chwili utworzenia Resortowego Ośrodka EDP i wyposażenia go w maszynę cyfrową ODRA 1304, to jest od połowy 1971 r.

Zasadnicze kierunki działalności Ośrodka w zakresie prac projektowo-programistycznych wykrystalizowały się już w pierwszych latach jego funkcjonowania i w różnym stopniu były rozwijane w latach późniejszych.

Obejmowały one:
— zagadnienia obliczeń radiokomunikacyjnych,
— zagadnienia planowania sieci telekomunikacyjnych,
— systemy ewidencyjno-wyszukiwawcze,
— programy usługowe dla obliczeń inżynierskich,
— usługi projektowo-programistyczne i obliczeniowe.

Prace te były prowadzone zarówno dla potrzeb badawczych Instytutu Łączności, jak i dla potrzeb różnych innych jednostek resortu łączności. Ponadto, Ośrodek wykorzystywał również posiadany sprzęt i kadrę do szerokiego świadczenia usług dla jednostek poza resortowych.

W roku 1977 zainstalowano w Instytucie Łączności nową maszynę cyfrową Jednolitego Systemu R-32, mającą szersze możliwości obliczeniowe, lecz wymagającą odpowiedniego dostosowania dotychczas opracowanych i użytkowanych programów. Umiejętność takiej konwersji oprogramowania może się okazać już w najbliższych latach bardzo cenna, w związku z przewidywaną w wielu jednostkach informatycznych resortu łączności zmianą posiadanych EMC ODRA na EMC Riad.

Po wymianie maszyny zasadnicze kierunki działań Ośrodka znalazły swój wyraz w prowadzonych pracach, które dla poszczególnych dziedzin tematycznych można scharakteryzować w sposób następujący:

1. Obliczenia radiokomunikacyjne

Opracowane oprogramowanie obliczeń radiokomunikacyjnych pozwoliło na prowadzenie tych obliczeń dla potrzeb Instytutu Łączności i służb radiowych resortu. Zgromadzono w tym zakresie bogatą bibliotekę oprogramowania, obecnie modernizowanego dla zwiększenia jego funkcjonalnych możliwości.

2. Planowanie sieci telekomunikacyjnych

Prowadzone w specjalistycznych zakładach naukowo-badawczych Instytutu prace nad metodyką planowania sieci spowodowały opracowanie programów z tej dziedziny, pozwalających na określenie optymalnych rozwiązań sieciowych. Opracowano m.in. oprogramowanie systemu KOSMOS z ewentualnymi przykładami programów. Obecnie są podejmowane prace nad oprogramowaniem systemu obliczania rzeczywistych przepływów ruchu informacyjnego w sieci o dowolnym grafie ORIS.

3. Systemy ewidencyjno-wyszukiwawcze

Opracowany jako jeden z pierwszych w kraju system wyszukiwania informacji naukowo-technicznej SWIT, eksploatowany do dzisiaj, pozwala na sporządzanie w wybranym zakresie wyciągów bibliograficznych. Gromadzone materiały źródłowe dotyczą wszystkich dziedzin telekomunika-

cji. Prowadzone uprzednio prace nad systemem gospodarowania aparaturą naukową i pomiarowo-kontrolną z wykorzystaniem EMC stanowią podstawę do opracowywanego obecnie projektu uniwersalnego systemu tego typu, który mógłby być wykorzystany w zainteresowanych ośrodkach wyposażonych w różne maszyny cyfrowe.

4. Obliczenia inżynierskie i prace usługowe

W zakresie obliczeń inżynierskich opracowano wiele programów obliczeniowych, potrzebnych nie tylko w działalności naukowo-badawczej Instytutu Łączności, lecz także i innych jednostek resortu łączności. Wykonano wiele prac związanych z obliczeniami filtrów, projektowaniem rozmieszczenia elementów na płytkach obwodów drukowanych itp. W ramach prac usługowych opracowano pomocnicze programy dla potrzeb koordynacji planów i programów prac naukowo-badawczych KORPLAN, a także eksploatowano zakupiony system związany z obliczeniami wynagrodzeń pracowniczych PŁACE. System ten okazał się już dzisiaj zupełnie niewystarczający, w związku z czym opracowano w ośrodku własny system PŁACOWO-KADROWY. Usługi projektowo-programistyczne i obliczeniowe obejmują dużą liczbę przeważnie drobnych prac projektowo-programistycznych oraz dzierżawę czasu zestawu R-32 na potrzeby zakładów naukowo-badawczych Instytutu i innych użytkowników.

Działalność koordynacyjna ośrodka była prowadzona przez wiele lat przez specjalnie zorganizowaną w tym celu pracownię. Działalność ta stopniowo wygasała, aby w 1982 roku zaniknąć całkowicie. Rozwinęła się jednak na nowo w 1983 roku, koncentrując się wokół: stworzenia w ośrodku zespołu zdolnego do stymulowania prac i merytorycznej pomocy innym ośrodkom obliczeniowym resortu, oceny kierunków rozwojowych informatyki w kraju i na świecie, a także formułowania wymagań techniczno-eksploatacyjnych oraz zasad testowania sprzętu i systemów informatycznych, przewidzianych do stosowania w resorcie łączności. Do istotnych zadań takiego zespołu należeć ma także formułowanie zadań dla zaplecza naukowo-badawczego informatyki resortowej, których rozwiązanie jest niezbędne dla prawidłowego jej rozwoju. W obecnej chwili takim zadaniem jest m.in. budowa i eksploatacja eksperymentalnego systemu lokalnego i zdalnego wielodostępu do EMC Riad, dla zapewnienia obsługi służb radiowych resortu oraz praktycznej weryfikacji własności użytkowych takiego systemu z punktu widzenia jego wykorzystania w ośrodkach obliczeniowych resortu.

Udziału ośrodka wymaga także formułowany obecnie program mikroprocesoryzacji urządzeń telekomunikacyjnych. Wstępną postać takiego programu przygotował ośrodek w 1983 roku, a obecnie bierze aktywny udział w opracowywaniu jego ostatecznej wersji.

18. NIEZAWODNOŚĆ I UNIFIKACJA ELEMENTÓW ORAZ URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH

Prace w tym zakresie zostały rozpoczęte przez Instytut Łączności w 1958 r. Obejmowały one następujące zagadnienia: unifikację, trwałość i niezawodność sprzętu oraz aparaturę badaniową.

18.1. Prace w zakresie unifikacji

Prace te dotyczą zagadnień związanych z wdrażaniem do produkcji urządzeń telekomunikacyjnych. Obejmują one zarówno ogólne sposoby rozwiązań urządzeń, jak również i szczegółowe rozwiązania wewnętrzne dotyczące stosowanych elementów oraz podzespołów mechanicznych i elektronicznych. Celem tych prac jest przygotowanie urządzeń do produkcji w taki sposób, aby można je wytwarzać dostatecznie tanio, z dostosowaniem się do coraz nowszych technologii umożliwiających produkcję nowoczesnych urządzeń. Tematyka tych prac obejmowała:

a) unifikację i typizację ogólnych rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń;
b) unifikację i honologację elementów oraz podzespołów produkcji krajowej i zagranicznej; w ostatnich latach między innymi przeprowadzono badania nad możliwością stosowania elementów i podzespołów krajowych w urządzeniach centrali systemu E10. W regularnych odstępach czasu są opracowywane listy preferencyjne na elementy i podzespoły elektroniczne;
c) unifikację i typizację podzespołów mechanicznych w urządzeniach elektronicznych;
d) stymulowanie wprowadzania nowoczesnych technologii oraz współpracę w tym zakresie z teleelektronicznymi zakładami produkcyjnymi.

18.2. Prace w zakresie trwałości i niezawodności sprzętu

Prowadzone prace dotyczyły elementów, podzespołów oraz urządzeń. Tematyka tych prac obejmowała:

a) badania nad wpływem środowiska na pracę urządzeń telekomunikacyjnych; wykonywano je przy współpracy z Instytutem Kształtowania Środowiska, przy czym objęły one szereg obiektów telekomunikacyjnych położonych w różnych strefach zagrożenia; wnioski z tych badań służyły do opracowania wytycznych dla służb projektowych i eksploatacyjnych resortu łączności;
b) szacowanie niezawodności urządzeń „a priori" na etapie ich projektowania, a także opracowywanie nowych metod szacowania tej niezawodności;

c) jakość i niezawodność eksploatacyjną elementów i podzespołów oraz urządzeń telekomunikacyjnych; opracowana została metodologia: badań niezawodności eksploatacyjnej, zbierania danych statystycznych, jak też sposobów analizy niezawodności eksploatacyjnej;
d) wpływ środowiska na pracę elementów i podzespołów, w tym również elementów stykowych oraz przewodowych; badania objęły wpływ warunków środowiskowych, a także doboru tworzyw i materiałów stosowanych w produkcji oraz eksploatacji w celu wyeliminowania najbardziej szkodliwych z nich;
e) badania nowych technologii związanych z wpływem środowiska. W ramach tych prac wykonano badania nad możliwością wprowadzenia do eksploatacji drutów stalowych aluminiowanych, badania różnych powłok galwanicznych zastępujących stosowane w złączach powłoki złote, opracowano technologię obwodów drukowanych dwustronnych oraz technologię łączenia rur z polichlorku winylu, stosowanych w kanalizacji kablowej; wyniki prac zostały zastosowane w wielu rozwiązaniach konstrukcyjnych nowego sprzętu telekomunikacyjnego.

18.3. Prace w zakresie aparatury badaniowej

Z dziedziną trwałości i niezawodności sprzętu jest związane zapotrzebowanie na specjalistyczną aparaturę do prowadzenia badań podzespołów i urządzeń. W wielu przypadkach brak możliwości zakupu odpowiedniej aparatury powodował własne opracowania takiej aparatury. Aparatura specjalistyczna była opracowywana i wytwarzana zarówno dla potrzeb wewnętrznych IŁ, jak też i dla potrzeb współpracującego przemysłu teleelektronicznego. Ważniejsze opracowania z tego zakresu obejmują:

a) aparaturę do badań trwałości i niezawodności podzespołów stykowych (przekaźników, kontaktronów, wybieraków itp.);
b) aparaturę do badań parametrów elementów stykowych;
c) aparaturę do badań trwałości i niezawodności podzespołów aparatów telefonicznych, w tym także urządzenia do badań parametrów telefonicznych tarcz numerowych;
d) opracowanie i wdrożenie do produkcji zestawu pomiarowego do pomiaru potencjałów elektrochemicznych do badań korozyjnych w terenie;
e) aparaturę do półautomatycznych badań wysokonapięciowych podzespołów automatyki przemysłowej;
f) opracowania testerów do technologicznego testowania bloków urządzeń, dla potrzeb resortu łączności i innych resortów;
g) skomputeryzowaną aparaturę do zbierania i wstępnej analizy danych na stanowiskach badawczych;

h) skomputeryzowaną aparaturę do prowadzenia zautomatyzowanych podstawowych badań niezawodności linii radiowych (wytworzono przy tym serię zestawów takiej aparatury);
i) opracowanie elektronicznej aparatury dla krajowych wzorców długości i prostoliniowości przy współpracy z Polskim Komitetem Normalizacji Miar i Jakości.

19. DZIAŁALNOŚĆ PRODUKCYJNA I DOŚWIADCZALNA

W okresie 1934—1939 doceniając znaczenie bazy warsztatowej w realizacji prac badawczych zorganizowano dość silne jak na owe czasy zaplecze techniczne. W skład tego zaplecza wchodziły następujące samodzielne komórki:

1. Dział Konstrukcyjno-Warsztatowy,
2. Dział Półfabrykatów,
3. Pracownia Oscylatorów Kwarcowych.

Samodzielny Dział Konstrukcyjno-Warsztatowy pracował wyłącznie na potrzeby laboratoriów naukowo-badawczych Instytutu.

Dział Półfabrykatów jak również Pracownia Oscylatorów Kwarcowych, po zaspokojeniu zapotrzebowania na podzespoły laboratoriów PIT, wykonywały także prace i dla innych jednostek gospodarczych. Wykonywano np. w znacznych ilościach rdzenie zwijane toroidalne, rdzenie płaszczowe z blach krzemowych i permalloyowych, transformatory różnych typów, dla ówczesnych Państwowych Zakładów Teletransmisyjnych i dla Fabryki Kabli w Ożarowie, która była również producentem skrzyń pupinizacyjnych. Wzorce pojemności, kondensatory dekadowe, oporniki dekadowe, filtry pasmowe były wykonywane dla Politechniki Lwowskiej, MPiT, dla laboratoriów „Lotu", firmy „Teta" i innych.

W okresie sześcioletniego istnienia Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego, w latach 1934—1939, opierając się na opracowaniach laboratoriów naukowo-badawczych, wykonano w zapleczu technicznym następujące ważniejsze urządzenia:

1. Z dziedziny teletechniki:

— pięć kompletów urządzeń telefonicznego systemu nośnego trójkrotnego wraz z wzmacniakami przelotowymi i urządzeniami zasilającymi do wzmacniaków,
— cztery urządzenia przenośne bateryjne telefonicznego systemu 1+1 na lampach miniaturowych i wzmacniaki do nich typu polowego,
— przystawki abonenckie do dalekopisów,

— urządzenia wybierania zdalnego na 6-torach w relacji Warszawa—Łódź,
— sześć sztuk zegarynek z zapisem optycznym,
— automaty do zapowiadania pogody,
— prostownikowe urządzenia zasilające,
— 15 sztuk łącznic telefonicznych trzy-stanowiskowych do celów specjalnych,
— urządzenia telegraficznego systemu nośnego,
— przyrządy pomiarowe — psofometry, mostki „Owena", wzmacniacze laboratoryjne itp.

2. Z dziedziny radiotechniki:

— aparaty przenośne do widzenia po ciemku tzw. noktowizory,
— radiostacje dupleksowe na zakres fal decymetrowych,
— stacje nadawcze radiofoniczne średniofalowe,
— urządzenia specjalne, jak np. encefalografy do badania mózgu i inne.

Warto podkreślić, że do zadań zaplecza technicznego należało tylko opracowanie konstrukcji mechanicznych i montaż urządzeń, natomiast uruchomienie ich i pomiary kontrolne należały do laboratoriów.

Dla zobrazowania ilości prowadzonych prac w PIT w latach 1934—1939 wystarczy wspomnieć, że na potrzeby laboratoriów wykonywano rocznie ponad 2000 szt. cewek i transformatorów różnych typów, ponad 3000 szt. kondensatorów mikowych na żądaną wartość w zakresach od 50 pF do 100.000 pF i z dokładnością 0,1%, ponad 2000 szt. oporów drutowych oraz kilkaset filtrów elektrycznych na różne pasma częstotliwości. Cewki i kondensatory wykonywane były głównie na rdzeniach produkcji własnej. Produkowano więc pięć wielkości rdzeni kubkowych proszkowych zwanych ferrytowymi, pięć wielkości rdzeni płaszczowych wycinanych z blach transformatorowych krzemowych lub z blach permalloyowych oraz cztery wielkości rdzeni toroidalnych z blach krzemowych przeznaczonych głównie na sieciowe transformatory zasilające o małym rozproszeniu. Projektowanie cewek, transformatorów telekomunikacyjnych, sieciowych i filtrów elektrycznych było ułatwione dzięki systematycznie opracowanym w Dziale Studiów Teletechniki PIT tak zwanym komunikatom, w których podawano uproszczone wzory, nomogramy i inne materiały ułatwiające prace projektowe.

W okresie powojennym od września 1944 r. do końca 1945 r. Instytut praktycznie nie miał zaplecza warsztatowego. W tym czasie pracownicy PIT wspólnie z pracownikami dawnego PZT (którzy w pierwszych latach po wyzwoleniu mieli swoją siedzibę również na ul. Ratuszowej) zajmowali się głównie remontem różnego rodzaju central telefonicznych.

Oddział Konstrukcyjno-Warsztatowy został utworzony dopiero w 1946 r. Wcześniejsze zorganizowanie zaplecza konstrukcyjno-warsztatowego nie było możliwe z uwagi na brak pomieszczeń oraz brak możliwości wyposażenia warsztatów w maszyny i urządzenia. W pierwszych latach prace konstrukcyjno-warsztatowe koncentrowały się głównie na opracowaniu przyrządów pomiarowych i urządzeń na potrzeby własne laboratoriów.

Rozwój Oddziału Konstrukcyjno-Warsztatowego nastąpił w drugiej połowie 1947 r. i w tym okresie powstały wszystkie niezbędne działy warsztatowe, takie jak: ślusarnia, blacharnia, spawalnia, obróbka skrawaniem, lakiernia i galwanizernia, a w dziele elektrycznym — warsztat montażowy i nawijalnia. Zorganizowane zostało również biuro opracowań konstrukcji mechanicznych. Oddział Konstrukcjno-Warsztatowy pracował wówczas wyłącznie na potrzeby komórek naukowych PIT.

W roku 1951 w wyniku podziału PIT na Przemysłowy Instytut Telekomunikacji i Instytut Łączności całe zaplecze konstrukcyjno-warsztatowe pozostało w PIT.

W latach 1951—1953 IŁ nie miał ani warsztatów na skalę swoich potrzeb, ani biura konstrukcyjnego. W tym okresie korzystano z warsztatów mechanicznych Zakładów Produkcji Pomocniczej Łączności „Łł", znajdujących się na tym samym terenie. Drobne prace mechaniczne były robione w niewielkim warsztacie ślusarskim, zatrudniającym zaledwie kilku pracowników. Prace montażowe wykonywano bezpośrednio w laboratoriach badawczych, które zatrudniały również monterów. Taki system pracy okazał się niedogodny i hamujący realizację prac naukowo-badawczych. W roku 1954 został więc utworzony Zakład Doświadczalny, w którym między innymi w zakresie nowych wdrożeń produkcyjnych prowadzono np. prace badawcze nad opracowaniem i uruchomieniem produkcji półprzewodników. Produkcję tę przekazano w 1959 r. do Zakładów TEWA.

Działalność Zakładu Doświadczalnego w kierunku doświadczalno-produkcyjnym rozpoczęła się już w okresie poprzedzającym przejęcie przez resort łączności zakładów produkcyjnych ówczesnego Zjednoczenia TELKOM, przygotowując w ten sposób grunt pod działalność przemysłową resortu od strony zaplecza naukowo-badawczego.

Dążenie do przeobrażeń wynikających z nowych zadań resortu i instytutu doprowadziły do przekształcenia dawnego organizmu o charakterze instytutu eksploatacyjnego w placówkę naukowo-badawczą obejmującą profil zadań, spoczywających na instytucie resortowym o charakterze przemysłowo-eksploatacyjnym.

Lata siedemdziesiąte przyniosły dynamiczny rozwój doświadczalnej części Instytutu Łączności, przy czym rozbudowano zaplecze produkcyjno-doświadczalne. W 1973 roku został powołany Oddział IŁ w Pułtusku, który zaczął swoją statutową działalność w 1974 roku.

W przeciągu ostatnich lat dokonano również istotnych przeobrażeń w Oddziale Konstrukcyjno-Warsztatowym IŁ mających na celu utworzenie komórki modelowo-prototypowej z szerokimi możliwościami działalności produkcyjnej, uczestniczącej wspólnie z zakładami naukowo-badawczymi w realizacji ich prac o charakterze urządzeniowym. Uzyskano w ten sposób komórkę wykonawczą silnie związaną z głównym nurtem prac IŁ, a przez wyposażenie jej w nowoczesny park maszynowo-aparaturowy uzyskano warunki dla produkcji małoseryjnej wyrobów o wysokiej jakości i nowoczesności.

W roku 1977 otwarto z kolei w centrali IŁ nowoczesny pawilon zawierający całą linię technologiczną dla produkcji obwodów drukowanych jedno- i dwustronnych i zorganizowano Dział Obwodów Drukowanych. Dzięki utworzeniu tego działu Instytut Łączności stał się posiadaczem jednego z nowocześniejszych tego typu obiektów w Polsce i zyskał potencjalną możliwość wypuszczenia na rynek wyrobów o wysokich parametrach konstrukcyjnych.

Przeorganizowano również zaplecze wykonawcze Oddziału IŁ w Gdańsku, tworząc Wydział Konstrukcyjno-Wdrożeniowy (WKW). Intencją przeprowadzonych zmian jest wzmocnienie produkcyjnego potencjału WKW, a także zapewnienie pełnej obsługi zakładów naukowo-badawczych z terenu Oddziału IŁ w Gdańsku, w zakresie nie tylko modelowo-wykonawczym, lecz i dokumentacyjnym oraz stworzenie dla oddziału gdańskiego płaszczyzny współpracy z przemysłem wielkoseryjnym.

Ścisłe powiązanie przedsięwzięć pomiędzy komórkami doświadczalnymi Warszawy, Pułtuska i Gdańska zwiększyło efektywność pracy tych komórek. Lepsze wyposażenie ich w aparaturę i maszyny, przy zapewnieniu dopływu własnej dokumentacji bazującej na zunifikowanych nowoczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych oraz na preferowanych typoszeregach elementów i podzespołów, dało efekty w jakości wyrobów IŁ.

Problem dalszego rozwoju bazy doświadczalnej nabiera obecnie nowych wartości zwłaszcza w obliczu deficytu kontrolno-pomiarowej aparatury telekomunikacyjnej w resorcie łączności, której niedobór wymaga angażowania również nakładów na import. Jednocześnie podjęcie produkcji tej aparatury przez Instytut Łączności poza zaspokojeniem potrzeb resortowych rokuje realne nadzieje na wprowadzenie tych wyrobów na rynki zagraniczne.

Osiągnięcia Instytutu Łączności w działalności doświadczalnej i produkcyjnej:

a) Oddział Konstrukcyjno-Warsztatowy w Warszawie (OKW)

Zakres działania Oddziału Konstrukcyjno-Warsztatowego obejmuje świadczenie usług zakładom naukowo-badawczym Instytutu w zakresie wykonawstwa modeli i prac warsztatowych, a także jednostkową i małoseryjną produkcję urządzeń telekomunikacyjnych oraz różnego rodzaju sprzętu teleelektronicznego, głównie dla potrzeb resortu łączności.

Oddział Konstrukcyjno-Warsztatowy realizuje całościowo we własnym zakresie wykonawstwo następujących grup prac:
— mechaniczne, a w tym: ślusarskie, spawalnicze, galwanizerskie, lakiernicze, stolarskie, blacharskie i obróbki wiórowej;
— elektryczne, a w tym: montaż, okablowania i nawijanie;
— wykonawstwo obwodów drukowanych jedno- i dwustronnych, a w tym: wykonawstwo matryc, prace chemiczne i fotochemigraficzne, sitodruk, wiercenie płytek i ich obróbkę mechaniczną.

Asortyment produkcyjny OKW w ostatnich latach obejmował m.in.:
— telefoniczne automaty informacyjne TAI-5,
— słowne urządzenia sygnałowe SUS-3 i SUS-4,
— generatory sygnałów tonalnych GSS,
— aparaturę do badań łączy międzymiastowych ABA-3,
— testery paneli logicznych MELOG i Tetelog,
— mierniki mocy średniej MMs-1,
— wózki badaniowe PWL, PWG, PWT,
— mierniki czasu trwania rozmów międzymiastowych MCTR-1,
— urządzenia badaniowe do RSŁA,
— przystawki całkujące PC-3,
— czytnik wskazań liczników CWLT-1,
— urządzenia do fotografowania liczników,
— testery do aparatów wrzutowych (typu A i B),
— przystawki badaniowe do aparatów wrzutowych,
— sprzęgacze kierunkowe.

Począwszy od 1984 roku OKW podejmuje również produkcję nowej wersji (mikroprocesorowej) aparatury do badania łączy międzymiastowych ABA-30. Instytut Łączności otrzymał również zapytania ofertowe z zagranicy w sprawie tego systemu i możliwości jego dostaw.

Utworzenie w Instytucie Łączności Działu Obwodów Drukowanych umożliwiło produkcję:
1) obwodów drukowanych jednostronnie i dwustronnie bez metalizacji otworów oraz dwustronnie drukowanych z metalizacją otworów,

2) fotomatryc,
3) klisz negatywowych i pozytywowych w dowolnej skali odwzorowania,
4) opisów sitodrukowych na dowolnym materiale o powierzchni płaskiej.

Na podkreślenie zasługuje fakt zastosowania przy trawieniu płyt zamkniętego obiegu wody płuczącej. Pozwoliło to zmniejszyć 30-krotnie zużycie wody oraz uzyskać dużą oszczędność odczynników trawiących (odczynnik jest regenerowany). Wyeliminowano również w procesie produkcji ścieki technologiczne, co ma duże znaczenie w ochronie środowiska naturalnego.

W stosunku do starych metod produkcji obwodów drukowanych, jakie były stosowane w IŁ, nowe urządzenia umożliwiają większą precyzję wykonania, zwielokrotniają moc produkcyjną i w radykalny sposób poprawiają warunki pracy. Produkcja Działu jest przeznaczona:
— dla zakładów naukowo-badawczych IŁ do prac urządzeniowych,
— dla działalności doświadczalnej i produkcji małoseryjnej zaplecza Instytut, tj. Oddziału Konstrukcyjno-Warsztatowego w Warszawie, Wydziału Konstrukcyjno-Wdrożeniowego w Gdańsku i Oddziału IŁ w Pułtusku,
— dla zakładów przemysłowych zgrupowanych w Zrzeszeniu Przemysłu Teleelektronicznego TELKOM, głównie dla prac nowo wdrażanych w tych przedsiębiorstwach.

Ponadto w ramach wolnych mocy produkcyjnych przewiduje się świadczenie usług dla innych pokrewnych instytutów i wyższych uczelni.

b) Oddział w Pułtusku

Oddział w Pułtusku prowadzi samodzielną działalność produkcyjną wypuszczając wyroby finalne uruchomione, przebadane i opatrzone gwarancją producenta. Program produkcyjny Oddziału IŁ w Pułtusku na przestrzeni lat 1975—1983 wzrósł ilościowo i wartościowo, czego odzwierciedleniem był wzrost dochodów płynących ze zrealizowanego planu sprzedaży; produkcja Oddziału IŁ w Pułtusku stawała się z roku na rok produkcją bardziej skomplikowaną zawierającą w swym asortymencie coraz szlachetniejsze wyroby elektroniczne.

Asortyment produkcyjny Oddziału Pułtuskiego obejmował w ostatnich latach m.in. następujące pozycje:
— krótkofalowe komutatory antenowe KKK-3,
— cyfrowe komparatory częstotliwości CKC-1 oraz CKC-2,
— mierniki parametrów impulsowania tarcz telefonicznych MIT,
— stacje ochrony katodowej NSW,
— wzmacniacze akustyczne WAM-100 i WAM-200,

— akustyczne próbniki fazy APF-1,
— elektroniczne próbniki tarcz numerowych EPTN,
— generatory wzbudzające GW-1,
— asynchroniczne konwertery podstawowe AKP-4800,
— synchroniczne konwertery niskonapięciowe SKP-9600,
— przyrządy do pomiaru małych oporności PRS-1,
— symulatory kodu SK-120,
— mierniki zaburzeń biegunowości MZB-3,
— mierniki czasu trwania rozmów międzymiastowych MCTR,
— oscyloskopowe multipleksery OMC-8.

W najbliższych latach w Oddziale Pułtuskim IŁ będzie wdrożonych do produkcji wiele nowych urządzeń i systemów telekomunikacyjnych. Sprawą dla Instytutu Łączności niezmiernie istotną jest więc rozbudowa Oddziału w Pułtusku.

c) Wydział Konstrukcyjno-Wdrożeniowy w Gdańsku

Wydział ten stanowi komórkę zaplecza doświadczalno-produkcyjnego Oddziału Instytutu Łączności w Gdańsku. Struktura organizacyjna zaplecza doświadczalno-produkcyjnego w Gdańsku jest podobna do struktury OKW w Warszawie. Profil produkcyjny WKW Gdańsk od lat był ukierunkowany głównie na aparaturę telegraficzną, a wśród niej wyróżniają się przyrządy i automaty badaniowe.

Asortyment produkcyjny WKW Gdańsk na przestrzeni lat obejmował m.in.:

— telegraficzne automaty pomiarowe TAP A, TAP M, TAP W,
— mierniki zniekształceń telegraficznych MSZa-1,
— telegraficzne nadajniki pomiarowe TNP-1,
— magnetofony opóźnieniowe,
— analizatory połączeń telefonicznych ARTUS.

Asortyment produkcji na przestrzeni tych lat zmienił się w niewielkim stopniu. Część z produkowanych wyrobów przekazano do produkcji w Pułtusku (wzmacniacze WAM), zaś na to miejsce wprowadzono nowe mutacje produkowanych w większych seriach automatów i przyrządów kontrolno-pomiarowych dla telegrafii.

Zmianą jakościowo najbardziej istotną jest, i w najbliższych latach będzie, przygotowanie się do produkcji, a następnie produkcja elektronicznych central telegraficzno-teleinformatycznych (ECTT), opracowywanych w Oddziale Gdańskim, opartych technologicznie i konstrukcyjnie o sprzęt licencyjnych central E10. Przedsięwzięcie to jest najpoważniejszym zadaniem, jakiego podjęło się zaplecze doświadczalno-produkcyjne Instytutu Łączności.

Wartość produkcji sprzedanej zaplecza produkcyjno-doświadczalnego IŁ w ostatnich latach wykazała dużą dynamikę. W wyrobach produkowanych przez Instytut Łączności wyeliminowano praktycznie w 100% import materiałów. Również działalność Działu Obwodów Drukowanych w przeważającej części oparto o zamienniki krajowe osiągalne na rynku polskim.

W opracowaniu artykułu „Prace badawcze 1934—1984" udział wzięli: inż. Edward Bobiński, mgr inż. Wiktor Brzeziński, doc. dr inż. Andrzej Hildebrandt, mgr inż. Ryszard Issakiewicz, mgr inż. Bolesław Jasiński, doc. mgr inż. Henryk Kalita, mgr inż. Jan Karpeta, prof. mgr inż. Lesław Kędzierski, mgr inż. Ryszard Klimkiewicz, mgr inż. Mieczysław Kowalski, dr inż. Julian Kowar, dr inż. Andrzej Kożuchowski, mgr inż. Stanisław Kudelski, inż. Zdzisław Kuśmirek, doc mgr inż. Adam Moniuszko, doc. dr inż. Stanisław Ogulewicz, dr inż. Mirosław Pietranik, mgr inż. Andrzej Stagrowski, mgr inż. Zbigniew Szklarczyk, dr inż. Andrzej Wilk, mgr inż. Tadeusz Zagrobelny, mgr inż. Andrzej Zejdel, prof. dr inż. Andrzej Zieliński.

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI,
WARSZAWA 1984

Wydanie 1. Nakład 750 + 60 egz. Ark. wyd. 7. Ark. druk. 7,5 (9,98 A). Oddano do składu w lipcu 1984. Podpisano do druku i druk ukończono w listopadzie 1984. Papier druk. sat. V kl. 70 g 71×100 cm. Zam. P/90/84. K/9496.

Poznańskie Zakł. Graf. im. M. Kasprzaka. Zam. 70544/84