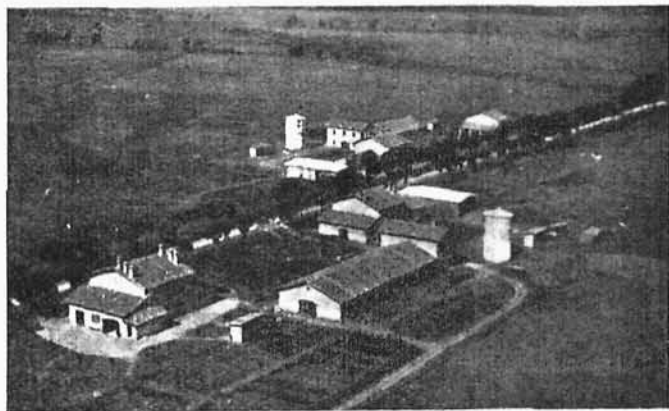


Prócz ośrodków rolniczych dla produkcji mleka założono jeszcze 24 samodzielnych farm dla wyłącznej produkcji owoców i winogron.

Wartość produkcji na obszarze będącym własnością spółki bankowej wynosiła: w 1925 r. — 1,3 mil., 1931 r. — 19,0 mil., zaś po zakończeniu prac i pełnym zagospodarowaniu — 35,0 mil. lirów.

Koszty robót melioracyjnych łącznie z wykonaniem urządzeń irygacyjnych i budową dróg preliminowano w kwocie 83, 7 mil. lirów, przyczem państwo



Ryc. 8. Budynki mieszkalne i gospodarcze w Maccarese

i prowincja miały pokryć wydatki w 87,5%, stosownie do ustawy dla podobnych przedsiębiorstw w Agro Romano. Do tego dochodzą jeszcze koszty zakupu gruntów, budowy wodociągów i budynków gospodarczych, adaptacji rolniczej i strat w zbiorach podczas budowy. Na budowę wodociągu i budynków udzieliły władze państwowe pożyczki na 2,5% zwrotnej w 50-ciu latach.

Rzeczywistych kosztów budowy nie podają źródła włoskie poza rozdziałem sumarycznych kosztów na poszczególne grupy, a mianowicie:

1. Kupno gruntów	25%
2. Budowle melioracyjne wraz z głównymi urządzeniami dla nawodnienia i drogi	20%
3. Budynki i wodociągi	25%
4. Adaptacje rolnicze gruntu i dla nawodnień	30%

LITERATURA

1. La Bonifica integrale di Maccarese. Ed. Consiglio d'Amministrazione della „Maccarese“. Roma 1930 — VIII.
2. Joachim v. Oppen: Mussolini und die italienische Landwirtschaft. II. Aufl. 1930.
3. Dr. W. Busse: Maccarese. Ein Meliorationswerk in Latium. Beiträge zur Förderung der Landeskultur, H. 3.
4. A. Friedrich: Kulturtechnischer Wasserbau. I. Bd. 1912.

Inż. K. CYBULSKI i Inż. T. EGIEJMAN.

678.7

O KAUCZUKU ERYTRENOWYM

Sprawa syntezy kauczuku wyszła poza obręb prac czysto naukowych w pierwszych latach XX-go wieku, kiedy rosnące zapotrzebowanie kauczuku wraz z wysokimi jego cenami zwróciły na to zagadnienie uwagę przemysłu.

Dotychczas surowca tego dostarczały drzewa kauczukowe, rosnące dziko — przede wszystkim w Brazylii, w dorzeczu Amazonki, potem zaczęło wchodzić tu w grę także i Kongo Belgijskie, które jednak produkowało kauczuk znacznie gorszy od brazylijskiego. Mimo, że rosły tam (zwłaszcza nad Amazonką) całe lasy kauczukowe, pokrywające olbrzymie obszary, jednak, ze względu na trudności komunikacyjne i rabunkową przeważnie eksploatację, podaż kauczuku nie mogła nadążyć za wciąż rosnącym popytem. Wynikiem była zwyżka cen kauczuku (w latach 1905—1910), co spowodowało — prócz wspomnianego zainteresowania możliwościami jego syntezy — olbrzymi rozwój plantacji drzew kauczukowych. W krótkim czasie zapanał na rynku niepodzielnie kauczuk plantacyjny, którego produkcja niebawem przekroczyła istniejące zapotrzebowanie. W rezultacie ceny kauczuku zaczęły szybko spadać — w ciągu lat 1910—1921 obniżyły się 14-krotnie. Dla rozpoczętych w latach 1906—1907 prób otrzymywania syntetycznego kauczuku było to bardzo poważnym hamulcem, to też w pierwszych latach powojennych próby te ustały niemal zupełnie.

Lecz wcześniej już zaczęły tu oddziaływać, poza ekonomicznymi, czynniki innego rodzaju. W czasie wojny blokada angielska postawiła Niemcy wobec bra-

ku kauczuku, który był do prowadzenia wojny już wówczas niezbędny. To też wbrew względom ekonomicznym i technicznym, rozpoczęto na skalę przemysłową produkcję niedostatecznie jeszcze opracowanego kauczuku syntetycznego z własnych surowców. Ten, tzw. „kauczuk wojenny“, oddał Niemcom pewne usługi, pozostawiał jednak pod względem jakości dużo do życzenia i z końcem wojny przestał być wytwarzany.

Drugi okres badań nad syntezą kauczuku wywołał w r. 1925 raptowny wzrost cen kauczuku, spowodowany ograniczeniem produkcji na skutek umowy między producentami (tzw. plan Stevensona, 1922 r.). Lecz, gdy w parę lat później w r. 1928 plan ten zalał się i ceny kauczuku jeszcze bardziej spadły (w r. 1932 cena była 80 razy niższa niż w r. 1910), nie przerwano już, pamiętając doświadczenia wojenne Niemiec, prac badawczych, które też doprowadziły kilka lat temu do rozpoczęcia fabrykacji syntetycznego kauczuku w Rosji, w Stanach Zjednoczonych i Niemczech, a obecnie w Polsce i w Japonii.

Kauczuk ten pod względem ceny nie może, przynajmniej obecnie, konkurować z naturalnym, jednak produkcja ta jest przez poszczególne państwa popierana i fabryki sztucznego kauczuku powstają w coraz to nowych krajach. Przyczyn tego zjawiska jest kilka. Jedną z nich to — dążenie do samowystarczalności i samodzielności gospodarczej. Drzewa kauczukowe wymagają bowiem klimatu tropikalnego, to też produkcja kauczuku naturalnego jest niemal zmonopoli-

zowana przez trzy państwa: Anglię, Holandię i Francję. (W ostatnich latach i St. Zjedn. założyły plantacje w Liberii i Brazylii, których eksploatacja zaczęła się w 1940 r.). Wobec dużego i wciąż rosnącego znaczenia tego surowca (zużycie światowe kauczuku w roku 1937 wyniosło 1 085 000 ton) zrozumiałą jest rzeczą, że inne państwa chcą się od tego monopolu uwolnić, chcą się uniezależnić od ciągłych wahań cen kauczuku, które są nieuniknione ze względu na trudność dostosowania podaży do popytu — drzewa kauczukowe bowiem wymagają przed rozpoczęciem eksploatacji 5 do 6-letniego wstępnego okresu wegetacyjnego, chcą wreszcie pieniądze wywożone pod postacią płaconych za kauczuk dewiz zatrzymać w kraju, ożywić za nie swoje życie gospodarcze.

To dążenie do samowystarczalności jest szczególnie ważne, jeżeli na sprawy te spojrzymy z perspektywy przyszłej wojny. Walcząca armia zużywa dziś olbrzymie ilości kauczuku na: opony i dętki samochodowe i lotnicze, maski przeciwgazowe, skrzynki do akumulatorów, kable telefoniczne, powłoki gumowe balonów, rolki do czołgów itd. itd., zaś dowóz jego z plantacji może być w czasie wojny uniemożliwiony.

Dlatego też państwa, które nie posiadają własnego kauczuku naturalnego, a chcą mieć możliwość samodzielnego prowadzenia wojny, w oparciu wyłącznie o własne gospodarstwo, muszą rozejrzeć się za innymi źródłami tego surowca. Poza syntezą chemiczną może tu wchodzić w grę uprawa roślin kauczukodajnych, udających się w klimacie umiarkowanym, względnie aklimatyzacja drzew kauczukowych, oraz regeneracja kauczuku zużytego.

Poszukiwania nowych roślin kauczukodajnych (Rosja, Stany Zjednoczone, Polska, Włochy), mimo, że dały poważny dorobek naukowy, praktycznie jednak zagadnienia nie rozwiązały, gdyż z powodu wysokich wymagań tych roślin co do gleby i pielęgnacji oraz małej wydajności kauczuku z jednostki powierzchni gruntu przemysłowa uprawa ich jest bardzo kosztowna, poza tym jakość otrzymywanego kauczuku pozostawia dużo do życzenia. Podobnie nie dały pozytywnych wyników próby aklimatyzacji drzew kauczukowych rosnących dobrze tylko w klimacie tropikalnym.

Przemysł regeneracji kauczuku rozwija się już od kilkunastu lat (U. S. A., Rosja, Francja, Niemcy, ostatnio w Polsce) i tak np. w okresie powojennego wzrostu cen kauczuku w r. 1928 w St. Zjednoczonych, trzecia część ogólnego zużycia przypadła na kauczuk regenerowany. Jednak, nawet jeśli pominąć niższą jakość wyrobów z regeneratu, jasnym jest, że regeneracja może zmniejszyć zapotrzebowanie na kauczuk, ale nie może w żaden sposób zastąpić jego produkcji czy dowozu.

Poza względami ekonomicznymi i obronnymi, do dzisiejszego zainteresowania syntetycznym kauczukiem przyczyniają się jego własności techniczne. Nie udało się otrzymać syntetycznie kauczuku identycznego z naturalnym, okazało się natomiast, że niektóre

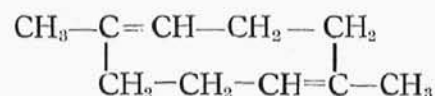
z produkowanych materiałów, ustępując kauczukowi naturalnemu pod względem uniwersalności, mają pewne specyficzne, nader cenne, własności, jak np. większą od kauczuku naturalnego odporność na oleje i rozpuszczalniki, na starzenie się, na podwyższoną temperaturę, mniejszą ścieralność itd. Własności te oraz możliwość wpływania na nie w pewnym stopniu podczas produkcji kauczuku syntetycznego, rozszerzając już dzisiaj zakres zastosowań kauczuku, pozwalają przewidywać otworzenie się przed nim w przyszłości perspektyw o wiele rozleglejszych od możliwości kauczuku naturalnego.

Rozdział wstępny historii zagadnienia syntezy kauczuku stanowią badania nad budową kauczuku naturalnego. Skład chemiczny kauczuku badał pierwszy *Faraday*. Już w r. 1826 stwierdził on, że jest to węglowodór i przypisywał mu wzór $C_{10}H_{16}$. Ponieważ badania produktów destylacji rozkładowej kauczuku (*Bouchardat sen.* 1837, *Himly* 1847, *Wilams* 1860) wykazały, że jednym z głównych produktów jest tu izopren, węglowodór C_5H_8 o wzorze strukturalnym $CH_2=C \cdot CH_3 - CH=CH_2$ nasuwała się myśl, że substancja kauczukowa zbudowana jest z cząsteczek izoprenu. Badania *Wiliams'a* (1860), *Bouchardat'a* jun. (1879) i innych, wykazały, że izopren pozostawiony dłuższy czas w spokoju w temperaturze zwykłej lub nieco podwyższonej, gęstnieje, a następnie zamienia się w masę przypominającą kauczuk. Polega to na łączeniu się z sobą pewnej liczby cząsteczek C_5H_8 na jedną dużą cząsteczkę związku $(C_5H_8)_x$. Ponieważ proces taki nazywamy polimeryzacją, można więc kauczuk nazwać polimerem izoprenu.

Dla zupełnego wyjaśnienia chemicznej budowy kauczuku należałoby odpowiedzieć jeszcze na dwa pytania: z ilu cząsteczek izoprenu składa się cząsteczka kauczuku, czyli, jak duże jest x , i jak cząsteczki te są ze sobą połączone?

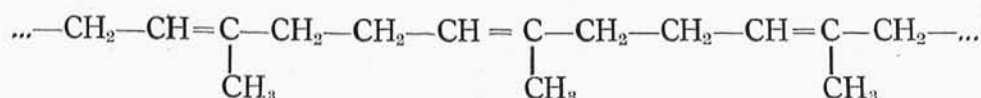
Na oba te pytania nie mamy dotąd zupełnie pewnej odpowiedzi, mimo wielu badań *Harries'a*, *Pummerer'a*, *Barrows'a*, *Lebiediewa*, *Staudinger'a* i innych.

Harries, jeden z najbardziej zasłużonych dla sprawy syntezy kauczuku badaczy, w roku 1911 ogłosił tezę, że cząsteczka kauczuku zbudowana jest z zespołów, składających się z dwóch cząsteczek izoprenu połączonych z sobą pierścieniowo



przy czym owe zespoły łączyć się miały za pomocą innych sił — nie natury chemicznej. W następnych latach *Harries* doszedł do wniosku, że liczba cząsteczek izoprenu, tworzących te elementarne zespoły, jest większa od 2 i wynosi 5 do 8.

Późniejsi badacze przyjmowali jednak dla kauczuku naturalnego wzory łańcuchowe przy współudziale wyłącznie zwykłych wiązań chemicznych. Wzór *Staudinger'a* (1920) jest następujący:



przy czym ciężar cząsteczkowy kauczuku wynosi według tego badacza 50 000 do 180 000, co odpowiada wartości dla $X = 750$ do 2 600; cząsteczki izoprenu mają być połączone za pomocą zwykłych sił wartościowości chemicznych w jeden długi łańcuch. Jednak, zwłaszcza w kwestii struktury cząsteczki, jest tu dużo jeszcze punktów do wyjaśnienia.

Wspomniane wyżej doświadczenia nad polimerizacją izoprenu można uważać za pierwsze próby syntezy kauczuku, przy czym zaszczytną nazwę pierwszego kauczuku syntetycznego należałoby ze względu na jego własności — przyznać produktowi otrzymanemu przez Bouchardat'a. Wielu chemików zajmowało się jeszcze polimerizacją izoprenu, mając na celu otrzymanie substancji identycznej pod względem chemicznym, a co za tym idzie, i fizycznym z kauczukiem naturalnym.

W miarę jednak dalszych badań przekonano się, że proces polimerizacji jest niezwykle skomplikowany, zależy od najrozmaitszych czynników i świadomie kierowanie nim w sensie otrzymania produktu o pewnych, z góry określonych własnościach, jest bardzo trudne. W szczególności nie udało się nikomu po dziś dzień otrzymać na drodze syntezy chemicznej kauczuku identycznego z naturalnym, nazwa więc „kauczuk syntetyczny” jest nieściśła, rozumiemy pod nią obecnie syntetycznie otrzymaną substancję, zbliżoną do kauczuku naturalnego pod względem chemicznej budowy i własności oraz mogącą zastępować go w jego zastosowaniach.

W zeszłym jeszcze stuleciu przekonano się (Marintza, Coutourier, Kondakow), że dwumetylobutadien $\text{CH}_2 = \text{C} \cdot \text{CH}_3 - \text{C} \cdot \text{CH}_3 = \text{CH}_2$, związek spokrewniony z izoprenem, tak samo może polimerizować, tworząc substancję podobną do kauczuku, następnie koło roku 1910 odkryto (Lebediew, Harries), że tę samą własność posiada erytren (butadien — 1,3) węglowodór o wzorze $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$, którego pochodnymi są zarówno izopren, jak dwumetylobutadien. Badania szły teraz w kierunku znalezienia dróg taniego otrzymywania tych węglowodorów i opracowania metod polimerizacji, dających produkt o korzystnych własnościach. Ważnym odkryciem było tu zastosowanie w r. 1919 jednocześnie przez Matthews'a i Harries'a, jako katalizatora przy polimerizacji, metalicznego sodu.

W międzyczasie sprawą syntezy kauczuku zainteresował się przemysł. W roku 1906 niemiecka firma Bayer & Co zdecydowała się na propozycję F. Hoffmann'a sfinansować jego badania, mające na celu teoretyczne i praktyczne opracowanie zagadnienia sztucznego kauczuku. Jako węglowodór wyjściowy do syntezy stosowano zarówno izopren, jak erytren i dwumetylobutadien. W roku 1909 wypróbowano pierwszą partię syntetycznego kauczuku z izoprenu (w postaci zrobionych z niego opon), jednak z wynikiem ujemnym. Jeszcze w r. 1914, kiedy wybuch wojny i blokada angielska odcięły Niemcom dowóz kauczuku naturalnego, prace badawcze nie były ukończone. Pomimo to, zdecydowano się rozpocząć produkcję fabryczną kauczuku z dwumetylobutadienu, ponieważ, badania nad nim były stosunkowo dalej posunięte, niż nad

kauczukiem izoprenowym i erytrenowym.

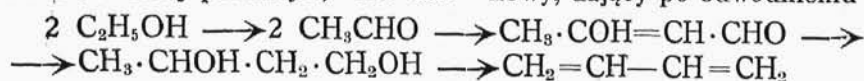
Surowcem wyjściowym był aceton, z którego otrzymywano przez redukcję pinakon, dający po odwodnieniu dwumetylobutadien:



Drogą kilkumiesięcznej polimerizacji, zachodzącej pod wpływem ogrzewania (do 30°, względnie 70°), otrzymywano z niego tzw. kauczuk metylowy lub „wojenny” (Kriegskautschuk), w gatunkach H i W który stosowano głównie do wyrobu skrzynek akumulatorowych do łodzi podwodnych (gatunek H) i na opony (gatunek W). Do pierwszego celu nadawał się dobrze: zrobiona z niego twarda guma była dobrym izolatorem, odpornym na działanie kwasu siarkowego, opony natomiast z kauczuku wojennego pozostawiały bardzo dużo do życzenia, zwłaszcza były bardzo mało odporne na mrozy. Zasadniczą wadą kauczuku metylowego była niedostateczna elastyczność, będąca przecież najistotniejszą własnością kauczuku, to też produkcja ta, prowadzona przez fabrykę firmy Bayer w Leverkusen, po wojnie została zaniechana.

W Anglii zainteresowała się kauczukiem syntetycznym firma Strange and Graham Limited w 1909 r. W wyniku badań F. E. Matthews'a i W. H. Perkin'a oraz innych, opracowano metodę otrzymywania sztucznego kauczuku erytrenowego, w celu produkcji którego utworzono specjalną spółkę Syntetic Products Co. Metoda polegała na wytwarzaniu alkoholu butylowego ze skrobi przez fermentację, odwodnienie, następnie chlorowanie otrzymanego w ten sposób β-butyleny na dwuchlorobutan, z którego pod odszczepieniu chlorowodoru otrzymywano erytren. Erytren ten, po oczyszczeniu przez wytworzenie związku z dwutlenkiem siarki (sulfonu) i następnie rozłożenie go po przekrystalizowaniu, poddawano polimerizacji sodowej, przy czym sól był umieszczany nie w ciekłym erytreńcu lecz w jego parach. W r. 1912 wybudowano fabrykę alkoholu butylowego (i acetonu), o zdolności produkcyjnej 20 ton tygodniowo, a następnie instalację półtechniczną do wytwarzania erytrenu i kauczuku erytrenowego, o zdolności produkcyjnej do 2 Kg kauczuku dziennie. Próbkę jego posiadały dobre własności techniczne, do przemysłowej jednak produkcji nie doszło z powodu wybuchu wojny, a także niechęci angielskich producentów kauczuku naturalnego.

W następnych latach posunięto naprzód sprawę syntezy kauczuku również i w Rosji. Mianowicie w czasie wojny po ogłoszeniu w r. 1914 przez rząd prohibicji powstało zagadnienie, co zrobić z nadmiarem spirytusu. Rozpisano konkurs na najlepsze jego użytkowanie przemysłowe, na którym nagrodę otrzymał projekt Ostromyslenskiego, który proponował przerabiać go na erytren, a ten następnie polimerizować na kauczuk. Metoda Ostromyslenskiego otrzymywania erytrenu polegała na utlenieniu alkoholu etylowego na aldehyd octowy, jego kondensację na aldol, z którego przez redukcję otrzymuje się glikol butylenowy, dający po odwodnieniu erytren:



Wkrótce ogłosił Ostromyslenski wspólnie z Kiebasińskim prostszą metodę otrzymywania erytrenu z alkoholu etylowego, a to przez kondensację z alde-



Według tej metody miano rozpocząć produkcję przemysłową syntetycznego kauczuku w fabryce zaprojektowanej przez K. Smoleńskiego, obecnego profesora Politechniki Warszawskiej, przeszkodziła jednak temu rewolucja.

W pierwszych latach powojennych prace nad syntetycznym kauczukiem zostały we wszystkich krajach niemal zupełnie zaniechane. Kiedy po tej przerwie rozpoczęto w Niemczech latach 1925—26 ponownie badania nad otrzymywaniem sztucznego kauczuku, oparto się wyłącznie na erytrenie. Zaważyła tu lepsza jakość otrzymywanego produktu oraz względy ekonomiczne: erytren można otrzymać znacznie taniej niż dwumetylobutadien, czy izopren. Prace prowadzone były w laboratoriach firmy I. G. Farbenindustrie w wielkiej tajemnicy, przez szereg lat nie było nic o nich wiadomo, dopiero w roku 1936 na wystawie samochodowej w Berlinie pokazano szereg gotowych już wyrobów z kauczuku syntetycznego, zwanego „buną”. Nazwa ta pochodzi od określenia „Butadien Natrium Kautschuk” — erytrenowy kauczuk sodowy, któremu to określeniu odpowiadały pierwsze gatunki tego produktu buna 85 i buna 115. Wyrabiane obok nich gatunki literowe buna S i buna N (perbunan) otrzymywane są przez tak zwaną polimeryzację w emulsji, dającą produkt w postaci zawiesiny podobnej do naturalnego mleczka kauczukowego. Na wielką skalę została produkcja buni rozpoczęta w początku bieżącego roku w fabryce w Schkoppau między Halle a Merseburgiem z zamierzoną produkcją 20 000 ton rocznie. W budowie jest druga fabryka w Westfalii.

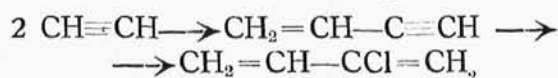
O znaczeniu, jakie czynniki rządowe w Niemczech przywiązują do przemysłu syntetycznego kauczuku świadczy obciążenie sprowadzanego do Niemiec kauczuku naturalnego specjalnym podatkiem (cłem), przy czym całkowity dochód uzyskany z tego źródła, a są to sumy wielomilionowe, idzie na popieranie badań nad syntezą kauczuku i budowę nowych fabryk. Ostatnio podatek ten został podwyższony z 1,25 RM na 1,60 RM od kilograma kauczuku naturalnego.

Otrzymywanie oraz własności poszczególnych gatunków buni będą pokrótce omówione dalej. Tu zaznaczymy tylko że od kauczuku naturalnego jest buna znacznie droższa (zwłaszcza gatunki literowe), ale też pod wieloma względami go przewyższa. Na rynkach zagranicznych znajduje się jedynie buna N pod handlową nazwą perbunanu; co się tyczy pozostałych gatunków, wywóz ich z Niemiec jest zabroniony.

Nowe drogi przed przemysłem syntetycznego kauczuku otworzyło otrzymanie w roku 1931 przez amerykańskiego chemika Carothresa chloroprenu $\text{CH}_2=\text{CCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$, będącego również pochodną erytrenu, który polimeryzuje niezwykle łatwo i szybko tworząc polimery o własnościach bardzo zbliżonych do kauczuku. Po wypróbowaniu z pomyślnym wynikiem nowego materiału zakłady Du Pont de Nemours zaczęły wyrabiać go na dużą skalę (w postaci zarówno stałej jak i sztucznego lateksu) pod handlową nazwą neoprenu (dawniej dupren).

hydrem octowym wobec tlenku glinu jako katalizatora odwadniającego:

Surowcem jest tu acetylen, który w określonych warunkach polimeryzuje na winyloacetylen dający po przyłączeniu chlorowodoru chloropren:



Po odpowiednio przeprowadzonej polimeryzacji chloroprenu otrzymuje się tzw. polimer α — plastyczny, przypominający kauczuk surowy. Wulkanizację siarką zastępuje krótkotrwałe ogrzewanie, podczas którego zachodzi dalszy etap polimeryzacji, polimer α zamienia się w odmianę μ , już dalej nie polimeryzującą i podobną do kauczuku wulkanizowanego.

Zaletami kauczuku chloroprenowego są: znacznie większa niż u naturalnego odporność na czynniki chemiczne, na rozpuszczalniki i oleje, na starzenie się, mniejsza przepuszczalność dla gazów, mniejsza ścieralność, niepalność. Wadą jest mniejsza wytrzymałość na zerwanie, zwłaszcza w podwyższonych temperaturach i cena, jak dotąd, znacznie wyższa od kauczuku naturalnego.

Od kauczuku naturalnego różni się chloropren zasadniczo przez to, że zawiera chlor. Tym nie mniej istnieją analogie w budowie, bo chloropren i izopren są to związki bardzo blisko z sobą spokrewnione.

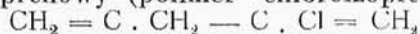
Drugi natomiast gatunek amerykańskiego sztucznego kauczuku, tzw. tiokol, nie ma już z kauczukiem naturalnym pod względem budowy chemicznej nic wspólnego. Jest to materiał otrzymany przez działanie wielosiarczoków na dwuchloroetylen $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, produkt chlorowania gazów krakingowych, posiada wzór sumaryczny $(\text{C}_2\text{H}_4\text{S}_x)_x$ wygląd i własności zbliżone do kauczuku, podobnie, jak ten ostatni, daje się wulkanizować. Ponieważ jest bardzo odporny na rozpuszczalniki znajduje zastosowanie, mimo dość wysokiej ceny. Wadą jego jest nieprzyjemny zapach, którego zresztą nowsze gatunki tiokolu prawie że nie posiadają. Obecnie materiały zbliżone do tiokolu są produkowane także w Niemczech (I. G. Farbenindustrie), jako różne gatunki perdurenów, w Anglii jako etanit i w ZSSR jako resinit.

W Rosji sowieckiej w ramach pierwszego planu pięcioletniego rozpoczęto w roku 1931 przemysłową produkcję kauczuku z erytrenu otrzymywanego ze spirytusu metodą Lebiediewa (opis podany będzie dalej). Ponieważ nie przeprowadzono uprzednio odpowiedniej ilości prób na skalę laboratoryjną i półtechniczną napotkano na wiele niepowodzeń, jakość produktu często nie stała na należytym poziomie. Przeszkody te jednak na ogół przewyżczono i w chwili obecnej pracuje w Sowietach pięć fabryk syntetycznego kauczuku: w Jarosławiu, Woroneżu, Jefremowsku, Kazaniu i Erywaniu, poza tym kilka fabryk jest w budowie. Wreszcie istnieją dwie instytucje naukowe poświęcone specjalnie pracom badawczym w tej dziedzinie.

Obecnie wyrabia się w Sowietach, względnie opracowuje następujące gatunki syntetycznego kauczuku: SKB — kauczuk erytrenowy ze spirytusu, produk-



wany w pierwszych czterech z wyżej wymienionych fabryk, SKA — kauczuk erytrenowy z gazów krakingowych, „sowpren“ — kauczuk chloroprenowy z acetyleny (fabryka w Erywaniu), poza tym kauczuk chloroizoprenowy (polimer chloroizoprenu



i tiokolowy („resinit“). Produkcja prowadzona jest na bardzo dużą skalę: w roku 1936 łącznie wyprodukowano około 40 000 ton, zaś na rok 1938 jest przewidywany wzrost do 70 000 ton, która to ilość ma pokryć powyżej 50% zapotrzebowania Sowietów na kauczuk.

Kauczuk sowiecki podobno ma nie ustępować co do jakości naturalnemu, a przewyższać go mniejszą ścieralnością. Czy tak jest w rzeczywistości, trudno osądzić, charakteryzujące go bowiem dane liczbowe (pochodzące oczywiście ze źródeł rosyjskich) są bardzo rozbieżne. Faktem jest, że fabryki sowieckie, przetwarzające syntetyczny kauczuk, narzekają na jego jakość i zwłaszcza na niejednorodność. Narzekają również konsumenci wytworzonych przez te fabryki opon, kaloszy itp. Prawdopodobnie kauczuk sowiecki posiada mniejszą od naturalnego elastyczność, siłę klejącą oraz wytrzymałość na zerwanie i ścieranie. Na rynki zagraniczne nie został wypuszczony.

W Polsce zagadnienie syntezy kauczuku jest już od szeregu lat przedmiotem badań, w wyniku których

została przez Chemiczny Instytut Badawczy opracowana metoda otrzymywania kauczuku ze spirytusu poprzez erytren. Produkt nazwano kerem od określenia Kauczuk ERYtrenowy. Po przeprowadzeniu prób na skalę laboratoryjną i półtechniczną została w 1938 roku wybudowana w Dębicy w Centralnym Okręgu Przemysłowym fabryka keru, która w ostatnich tygodniach rozpoczęła produkcję.

Z pomiędzy innych krajów prowadzone są prace nad otrzymywaniem sztucznego kauczuku we Włoszech, Czechosłowacji, Japonii i Holandii, a podobno także i w Meksyku.

Wreszcie trzeba wspomnieć o pojawiających się ciągle namiastkach kauczuku, stosowanych bądź w postaci mieszanek z kauczukiem naturalnym, czy syntetycznym, bądź do celów specjalnych. Posiadają one własności mniej lub więcej zbliżone do kauczuku, pod względem chemicznym nie mają z nim jednak nic wspólnego. Tu właściwie należy wspomniany wyżej tiokol, perduren, etanit, resinit, poza tym — produkowany w Ameryce koroseal, korolac, korogel — spolimeryzowane pochodne chlorku winylu, „AXF“ — otrzymywany z dwuchloroetyleny i węglowodorów aromatycznych wobec chlorku glinowego, igelit, oppanol, mowilit, mipolam, astralon — polimery pochodnych winylowych, plexigum, stalbol — polimery estrów kwasu akrylowego itd. itd.

Inż. FELIKS DOBORZYŃSKI.

621.397

TELEWIZYJNA TECHNIKA NADAWCZA

WSTĘP

Dokładne ustalenie daty początków telewizji i telefonografii, czyli przesyłania obrazów na odległość przy pomocy prądów elektrycznych natrafia na znaczne trudności. Jedni wiążą tę datę z odkryciem efektu foto-elektrycznego selenu przez May'a w roku 1873. Inni z momentem wprowadzenia fotokomórki przez Elster'a i Gritel'a w 1912—1913 roku. Niektórzy wreszcie uważają za datę początków telewizji opublikowanie w 1884 roku przez Nipkova opisu pierwszego mechanicznego urządzenia wybierającego zwanego po dziś dzień na jego cześć tarczą Nipkova.

Pierwsze prace z dziedziny przesyłania obrazów, pochodzące z okresu przedwojennego, mają wartość raczej historyczną. Stanowią one pewien etap w rozwoju fototelegrafii i telewizji, oparty raczej na amatorskich doświadczeniach, niż na poważnych studiach laboratoryjnych. Dzisiaj jasnym jest, że wszelkie próby realizacji technicznej w tym okresie nie mogły dać rezultatu, gdyż postęp w dziedzinie telewizji wymagał ogromnych wysiłków i jednoczesnego rozwoju pokrewnych, a nawet luźno z nią związanych dziedzin techniki i nauki. Dopiero w okresie powojennym rozwój radiotechniki, techniki budowy lamp elektronowych, fotokomórek, oscylografów katodowych, wzmacniaczy szerokostęgowych itp. umożliwił technikom urzeczywistnienie telewizji. Za datę przełomową w tej dziedzinie można uważać rok 1932, kiedy

po raz pierwszy został nadany przez radio na falach ultrakrótkich obraz telewizyjny. Prowadzone równocześnie prace w Niemczech, Francji i Anglii, a z państw pozaeuropejskich w Stanach Zjednoczonych A. P., doprowadziły nie tylko do pewnych osiągnięć praktycznych, ale pozwoliły poza tym na ustalenie wytycznych dalszego rozwoju, oraz dały krytyczny pogląd na istotę zagadnienia telewizji i uzgodnienie wyników teoretycznych z wynikami praktycznymi.

Z ogromnym nakładem kosztów i pracy uruchomiono w Europie eksperymentalne stacje nadawcze w Paryżu, Berlinie, a ostatnio w Londynie. Amerykanie rozpoczęli prace w tej dziedzinie ze znacznie większym rozmachem, podchodząc do zagadnienia raczej od strony praktycznej i uruchomili około 28 nadawczych stacji doświadczalnych małej i dużej mocy, zastosowali rozmaite metody wybierania, nadawania i odbioru. Próbną eksploatacją stacji doświadczalnych miała dać bezpośrednie dane praktyczne do dalszych badań, uporządkować materiał, zebrany w ciągu 50-ciu blisko lat poszukiwań, usunąć pewne wątpliwości natury technicznej, a wreszcie co jest najważniejsze, stwierdzić czy telewizja nie jest idée fixe pewnych kół technicznych, czy nadaje się do urzeczywistnienia i jakie może mieć znaczenie dla kultury i cywilizacji.

Jest to ważne jeszcze z tego powodu, że pewne sfery techniczne i niektórzy bardzo wybitni fachowcy odnosili i odnoszą się do telewizji jako zagadnienia bardzo negatywnie, a wszelkie próby realizacji trak-

towali krytycznie, twierdząc, że z osiągnięć praktycznych w tej dziedzinie nikomu nie nie przyjdzie i że jest to praca jałowa, pozbawiona jakiegokolwiek sensu życiowego. Szczególnie silnie tego rodzaju ustosunkowanie się do powstającej dziedziny techniki występowało w momentach krytycznych, które zdarzają się w każdej pracy pionierskiej. Bywały takie momenty w Anglii i Ameryce, gdy technicy pracujący w telewizji ulegali zniechęceniu. Na pewien czas porzucali pracę, aby po paru latach podjąć ją na nowo. Szczegółem dla postępu w dwu tych krajach okresy krytyczne nie trafiały się jednocześnie. Gdy Anglicy zniechęcili się do telewizji, Amerykanie podejmowali prace wychodząc z innych założeń. Ten sam okres ostrej krytyki ludzi słabo znających się na rzeczy i ignorantów przeżywała każda powstająca dziedzina techniki, szczególnie wtedy, gdy brak bezpośrednich niewątpliwych wyników praktycznych nie mógł stanowić podstawy do obrony. Trzeba było tedy nie tylko łamać przeszkody natury technicznej, zdobywać ogromne kapitały i środki na badania, które jak twierdzili krytycy nie mają żadnego znaczenia, ale przekonywać niektóre sfery techniczne, które nie chciały, a nawet dzisiaj nie chcą zrozumieć, że telewizja jako nowy wynalazek musi wcześniej czy później wejść w życie i żadne przesady czy upory temu nie przeszkodzą.

Zapewne — rezultaty w tej dziedzinie odbiegają niekiedy od doskonałości, ale trzeba sobie przypomnieć jakie były początkowe wyniki w kolejnictwie, lotnictwie czy radiofonii. W tym miejscu przypomnieć poza tym można, że podobne dyskusje nad rentownością, racjonalnością czy nawet możliwością pewnych udoskonaleń technicznych miały miejsce w przeszłości. Towarzyszyły one również pierwszym eksperymentom Marconiego, kiedy to zabrał głos słynny uczony francuski H. Poincaré i twierdził na podstawie matematycznych rozważań, że komunikacja przy pomocy fal elektromagnetycznych nie będzie możliwa na większe odległości od kilku lub kilkunastu km ze względu na silne tłumienie. A jakie rezultaty osiągnięto w tej dziedzinie do dziś? W początkach kolejnictwa w podobnych jałowych dyskusjach posługiwano się takimi argumentami, że szybkość pociągu 50 km/h stanowi ogromne niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia ludzkiego, że spaliny wyniszczą roślinność i zwierzyne w obrębie kilku km od toru, że wreszcie ludność kraju, po wprowadzeniu dróg żelaznych, systematycznie zatrutowana tlenkiem węgla, skarleje i wymrze.

Aby skończyć z jednej strony z niepowołaną krytyką, a z drugiej strony nie dać się kierować entuzjastom, w Anglii stworzono Komitet Telewizyjny złożony nie tylko z techników, ale z ludzi nauki, przemysłu a nawet zwykłych laików. Komitet ten zbadał stan telewizji w Anglii i wydał orzeczenie, które można uważać za stwierdzenie bezstronne rzeczywistego stanu rzeczy: „Rezultaty osiągnięte przez niektóre systemy są zadziwiające. Mimo to pozostaje jeszcze niewątpliwie dużo do zrobienia, aby dać wyniki wszechstronnie zadowalające. Sądzymy jednak, że osiągnięto już taki poziom, który całkowicie usprawiedliwia poczynania zmierzające do rozpowszechnienia w naszym kraju telewizji wysokiej jakości“. Dzięki współdziałaniu czynników oficjalnych i sfer przemysłowych w Anglii w krótkim stosunkowo czasie uruchomiono

w Londynie stację wysokiej jakości, jednocześnie rozbudowano przemysł pomocniczy; szereg firm uruchomiło na wielką skalę produkcję odbiorników telewizyjnych, lamp specjalnych itp. Cała ta praca dokonywana jest pod kontrolą Komitetu Telewizyjnego. W Anglii można dzisiaj śmiało powiedzieć, że telewizja stoi na najwyższym poziomie i została oddana do użytku publiczności tak, jak radio, telefon czy kino dźwiękowe. W innych krajach, jak Niemcy lub Francja telewizja stanowi raczej obiekt zainteresowania sfer oficjalnych, lub też pewnych firm zainteresowanych finansowo. W Ameryce natomiast Komitet Telewizyjny orzekł, że jeszcze dzisiaj telewizja nie może być oddana do użytku publicznego ze względu na niezupełnie opanowaną stronę techniczną urządzeń.

ZASADY ANALIZY OBRAZU

Przy rozpatrywaniu problemu telewizji wysuwa się od razu na plan pierwszy sprawa jej związku z telefotografią i radiofonią. Wszelkie urządzenia telewizyjne służą do nadawania przy pomocy odpowiednich układów optycznych, mechanicznych i elektrycznych obrazu optycznego z szybkością większą, niż bezwładność oka ludzkiego.

Jest to więc nadawanie obrazów ruchomych przez rozłożenie ich na szereg obrazów stałych i pod tym względem telewizja silnie się wiąże z kinematografią. Telefotografia natomiast sprowadza się do zagadnienia nadania obrazu stałego podobnymi metodami, jak w telewizji, lecz w czasie znacznie dłuższym. Dla porównania przytoczymy liczby: w telewizji i kinematografii szybkość nadania jednego obrazu wynosi co najmniej $\frac{1}{12}$ sec, a przeważnie $\frac{1}{25}$ sec, natomiast w telefotografii czas nadawania wynosi kilka lub kilkanaście minut. W tym tkwi zasadnicza różnica między tymi dwiema dziedzinami elektro-optyki. Jakkolwiek podstawy teoretyczne są te same, rozwiązania praktyczne jednak bardzo się różnią od siebie.

Różnice między telewizją a radiofonią są jeszcze jaskrawsze: w radiofonii przenoszenie dźwięku sprowadza się do zamiany fal głosowych przez odpowiednie transformatory elektro-akustyczne na prąd elektryczny, a następnie do przesłania na zmodulowanej fali elektromagnetycznej. Prąd elektryczny, odpowiadający dźwiękowi, jest jednowymiarową funkcją czasu. Obraz ruchomy jest natomiast zbiorem impulsów świetlnych zmiennych w czasie i przestrzeni. Z transformatorów elektrooptycznych winniśmy więc otrzymać prąd będący dwuwymiarową funkcją czasu. W praktyce zrealizować tego nie można. Istnieją jednak dwie metody pozwalające na ominięcie tego warunku. Pierwsza polega na nadawaniu wszystkich elementów obrazu jednocześnie, ale jest to trudne do zrealizowania technicznie. Druga metoda polega na zamianie wielkości zmiennych w przestrzeni na wielkości dodatkowo zmienne w czasie.

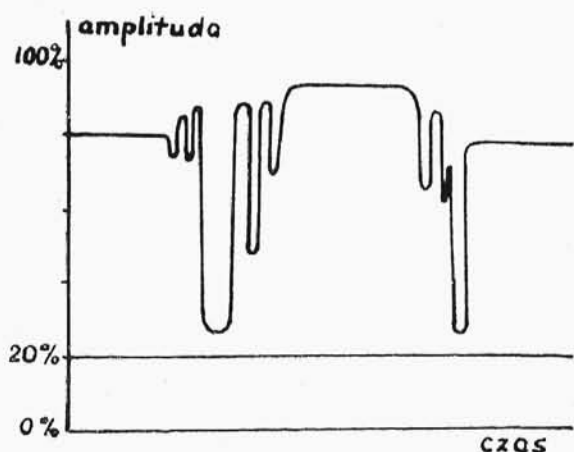
Pierwsza metoda prowadzi do tzw. telewizji wielokanałowej, gdzie rozdział odpowiednich prądów polega na przesyłaniu ich oddzielnymi przewodami lub na różnych falach nośnych. Musi zatem istnieć tyle układów nadawczo-odbiorczych na ile elementów podzielony jest obraz. Technicznie rozwiązywano to w ten sposób, że nadawany obraz rzucany był na matrycę składającą się z odpowiedniej ilości fotokomó-



rek (np. 5 000), połączonych przewodami z tą samą ilością żarówek w urządzeniu odbiorczym, zaś prąd płynący przez fotokomórki modulował jasność żarówek i w ten sposób odtwarzano obraz. Ponieważ wierność odtworzenia w telewizji, między innymi zależy od ilości punktów świetlnych, a przy dzisiejszych wymaganiach stawianych w tej dziedzinie wynosi to co najmniej 40 000, sposób ten zarzucano jako niemający żadnej wartości praktycznej.

Druga metoda polegająca na zamianie czynników zmiennych w przestrzeni, na zmienne w czasie dała początek dzisiejszej telewizji. Polega ona na tym, że poszczególne punkty obrazu są nadawane kolejno według ściśle określonego prawidła. W zależności od jasności i położenia danego elementu odpowiadający

zaznaczono jedną linię wybieraną oraz kształt i wielkość punktu wybierającego. U dołu rysunku podano przebieg modulacji nadawczej w chwili wybierania jednej linii. Każdemu elementowi obrazu leżącemu na danej linii odpowiada pewna jasność przeciętna, zaś tej jasności odpowiada pewien ściśle określony prąd w fotokomórce oraz pewna określona głębokość modulacji. Na rysunku przyjęto dodatnią modulację tzn., że maximum jasności obrazu daje 100% modulacji nadajnika, podczas gdy punkty zupełnie ciemne odpowiadają 20% głębokości modulacji. Zakres niżej 20% modulacji nie służy do przesyłania obrazu, lecz doprzesyłania impulsów synchronizujących, o czym będzie mowa niżej.



Ryc. 1.

EFEKT SKOŃCZONYCH WYMIARÓW OTWORU ANALIZUJĄCEGO.

W telewizji można nadawać obrazy stałe, ruchome, płaskie, przestrzenne itp. Każdy obiekt przesyłany nazywać będziemy obrazem, uważając go za płaszczyzną, składającą się z nieskończonej ilości punktów o różnej jasności. Obraz taki można rozważać jeszcze inaczej, stosując powszechnie znaną zasadę Fouriera. Możemy tedy obraz telewizyjny rozłożyć na szereg składowych sinusoidalnych jasności. Składowe te przebiegają w różnych kierunkach.

Możemy następnie przyjąć, że istnieją dwie składowe jasności obrazu: składowa w kierunku wybierania i składowa prostopadła do tego kierunku. W dalszym ciągu ograniczymy się tylko do składowej równoległej do kierunku wybierania, gdyż składowa normalna gra znacznie mniejszą rolę. Jeżeli przez X oznaczmy wielkość plamki świetlnej wybierającej w kierunku wybierania, a przez KX oznaczmy składową jasności, to na prąd w fotokomórce otrzymamy wzór:

$$I = A \frac{KX}{\pi} \sin \frac{\pi}{K} \sin \frac{2\pi v}{KX} t$$

który uzależnia impuls elektryczny od częstotliwości danej składowej $\frac{v}{KX}$ jest szybkością z jaką punkt wybierający porusza się. Gdyby plamka wybierająca była nieskończenie małych wymiarów, wszystkie częstotliwości jasności odtworzone byłyby z tą samą wiernością. Ponieważ jednak plamka wybierająca ma skończone wymiary nie wszystkie częstotliwości obrazu będą jednakowo odtwarzane. Pod tym względem istnieje daleko idąca analogia między oddziaływaniem przesłony na częstotliwość jasności, a działaniem filtru elektrycznego.

Na ryc. 2 przedstawiono krzywe tłumienia różnych częstotliwości obrazu przez plamkę wybierającą przy różnej ilości linii podziału. Jasnym jest, że im wyższą jest ilość linii, tym mniejszą jest plamka wybierająca i tym mniejsze tłumienie wprowadzone przez nią do obwodu optycznego. Jak widać z rysunku częstotliwości wyższe tłumione są silniej, a przy pewnej częstotliwości sygnał jest równy 0. Częstotliwość ta, zwana „graniczną” wyraża się wzorem:

$$f_g = P \cdot r \cdot n^2$$

gdzie P jest to ilość zmian obrazu na sek, r stosunek wymiarów obrazu, zaś n ilość linii. Przy tej częstotliwości żaden sygnał nie będzie przenoszony przez analizator.

mu prąd otrzymuje odpowiednią amplitudę i fazę. Czynność nadawania kolejno poszczególnych elementów obrazu nazywamy wybieraniem. Zazwyczaj przyjętą metodą analizy obrazu jest to wybieranie liniowe wzdłuż linii poziomych lub pionowych. Przy końcu lub na początku każdej linii wysyłany jest impuls synchronizujący linie, oraz przy końcu lub na początku każdego obrazu wysyłany jest impuls synchronizujący obraz. Impulsy synchronizujące wysyłane są w tym celu, aby obraz odtworzony w odbiorniku zgadzał się w fazie całkowicie z obrazem nadanym. Urządzenie odbiorcze — syntezujące oraz nadawcze — analizujące muszą być ściśle synchronizowane, aby uniknąć znacznych zniekształceń obrazu.

Przebieg wybierania jednej linii wyjaśnia ryc. 1. U góry ryciny podany jest obraz nadawany, na którym

Jak zaznaczono wyżej, układ optyczny można uważać za pewien obwód elektryczny, a otwór wybierający za filtr elektryczny. Można za tym zniekształcenia pochodzące z układu optycznego kompensować drogą elektryczną przez zastosowanie filtru o odpowiedniej charakterystyce. Kompensacja ta nie może jednakże iść zbyt daleko, gdyż w pobliżu częstotliwości granicznej przestaje być skuteczna.

Ponieważ odpowiednim jasnościom obrazu odpowiadają prądy elektryczne o tej samej częstotliwości, przeto interesującym jest określenie maksymalnej częstotliwości tych prądów. Maksymalna częstotliwość prądów elektrycznych telewizji przyjmuje się nieco mniej niż połowę częstotliwości granicznej. Często stosowany jest wzór empiryczny uzależniający częstotliwość maksymalną od ilości linii:

$$f_{\max} = 0,65 \frac{f_g}{2} = 0,65 \frac{P \cdot r \cdot n^2}{2}$$

Całość urządzenia telewizyjnego tzn. wzmacniacze modulatory, nadajniki i odbiorniki, winna być tak zaprojektowana, by przenosiła bez zniekształceń pasmo częstotliwości zawierające się między $f = 0$ a $f = f_g$.

Z ryc. 2 widać, że przy zwiększaniu ilości linii częstotliwość graniczna szybko rośnie i w tym tkwi przyczyna trudności spotykanych w telewizji przy zwiększaniu jakości odtworzenia. Na ogół przy telewizji wysokiej jakości należy przesłać pasmo częstotliwości zawierające się między

$$f = 0 \text{ i } f = 2 \dots 4 \text{ Mc}$$

Przenoszenie prądu obrazu od nadajnika do odbiornika może odbywać się drogą przewodową lub bezprzewodową. W wypadku pierwszym użyteczność zwykłych kabli i linii telefonicznych znacznie maleje wskutek niedopuszczalnego wzrostu tłumienia tych linii dla wyższych częstotliwości. Celem przesyłania obrazu drogą przewodową należy używać specjalnych typów kabli o małym tłumieniu przy wyższych częstotliwościach.

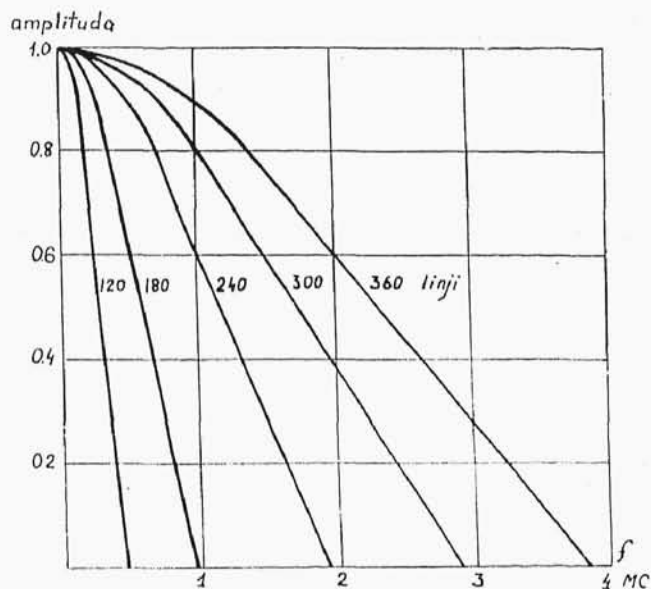
Specjalne kable telewizyjne wykonywane są w postaci koncentrycznej. Wewnątrz masy, tworzącej jednocześnie przewód zewnętrzny kabla znajduje się cienki przewód dokładnie izolowany za pomocą krążków z materiału izolacyjnego, sznura bawełnianego itp. Przewód zewnętrzny stanowi jednocześnie ekran chroniący przewód od zakłóceń pochodzących z obcych źródeł. Przy przesyłaniu obrazu telewizyjnego drogą bezprzewodową stosuje się normalne metody radiotechniczne, modulując falę nośną nadajnika radiowego prądem otrzymanym z urządzenia analizującego. Trudności tu spotykane są jednak znacznie większe, niż w radiofonii, a to ze względu na bardzo szerokie pasmo częstotliwości, które trzeba przesłać.

JAKOŚĆ OBRAZU TELEWIZYJNEGO

Jakość obrazu telewizyjnego zależy od całego szeregu czynników, jak ilość linii, ilość zmian obrazu odległość obserwatora od ekranu, warunków obserwacji itp. W pierwszym rzędzie odgrywa tu rolę ilość linii podziału, ponieważ od niej zależy koszt i wielkość urządzeń telewizyjnych. Określono minimalną ilość linii, przy której obraz dla przeciętnego widza jest dostatecznie wyraźny. Jak wynika z prac teoretycznych i danych eksperymentalnych ta minimalna

ilość linii zawiera się w granicach 350—450 linii. Innym nie mniej ważnym czynnikiem wpływającym na jakość odtwarzania obrazu jest ilość zmian obrazu i z związane z tym miganie obrazu. Badania wykazały, że przy ilości zmian obrazu większych niż 48 na sec miganie jest niezauważalne. Niestety prowadzi to do znacznego powiększenia wstęgi częstotliwości. Omija się tę trudność przez sztuczne stworzenie większej ilości zmian obrazu niż rzeczywiście ma miejsce. Dając np. 25 obrazów na sek i wybieranie międzyliniowe otrzymuje się pozorny efekt 50 ramek na sek. Wybieranie międzyliniowe polega na tym, że wybiera się linie nie kolejno, ale np. co druga, najpierw nieparzyste, a następnie parzyste. Oko odnosi wówczas złudzenie, jak gdyby obraz był zmieniany z dwa razy większą częstotliwością.

W telewizji rozkład energii w widmie częstotliwości nosi nieco odmienny charakter, niż w radiofonii, mianowicie jest on nieciągły. Większość energii gromadzi się w pewnych zakresach częstotliwości, w in-



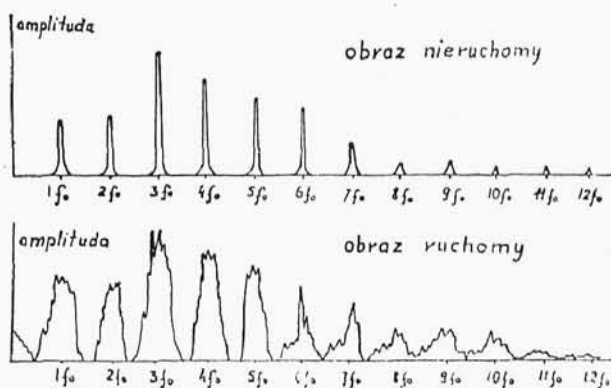
Ryc. 2.

nych zakresach natomiast sygnał jest bardzo słaby lub nawet go wcale nie ma. Na ryc. 3 przedstawiono rozkład energii w widmie częstotliwości dla obrazu nieruchomego. Większość energii gromadzi się przy wielokrotnościach częstotliwości linii, przy czym częstotliwość linii wyraża się wzorem $f_0 = n \cdot P$. Między kolejnymi harmonicznymi f_0 sygnał jest b. słaby, a po środku między nimi sygnału nie ma wcale. Dla częstotliwości odpowiadających $K \cdot f_0$ gdzie K jest liczbą całkowitą dodatnią, sygnał osiąga maximum, natomiast nie ma sygnału dla częstotliwości

$$\frac{2K-1}{2} \cdot f_0$$

Przy obrazie ruchomym widmo częstotliwości ma charakter bardziej złożony, dzięki temu, że pojawiają się inne częstotliwości kombinowane, wynikające z nakładania się ruchu obrazu i ruchu punktu wybierającego. Przy tych częstotliwościach grupuje się energia przesyłana. Ogólnie biorąc, jeżeli przyjmujemy ruch obrazu w kierunku wybierania i normal-





Ryc. 3.

nie do niego za stały, a oznaczymy odpowiednie szybkości przez u i v to częstotliwości, przy których grupować się będzie energia, określają się wzorem

$$f_{K_1 K_2} = \frac{K_1 u}{l} + \frac{K_2 v}{h}$$

gdzie K_1 i K_2 są liczbami całkowitymi dodatnimi a l i h wymiarami obrazu. Wynika z tego, że widno częstotliwości obrazu składa się z szeregu częstotliwości zasadniczych odległych o częstotliwość zmian

linii w ciągu sekundy czyli $\frac{u}{l}$ otoczonych szeregiem częstotliwości satelitów $\frac{v}{h}$, jak to zresztą widać na ryc. 3.

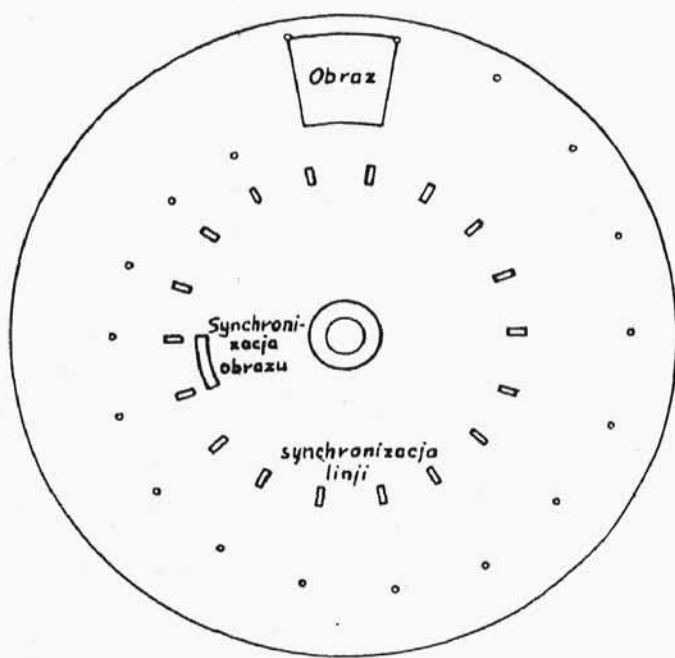
ANALIZUJĄCE URZĄDZENIA MECHANICZNE

Analizującymi urządzeniami mechanicznymi nazywamy urządzenia, w których analiza obrazu polegać będzie na ruchu pewnych części mechanicznych. Może być to ruch prosty lub złożony, części porusza-

jące się mogą mieć postać krążków, wałców, stożków tarcz, co jest obojętne. Zasadą natomiast jest, że punkt wybierający porusza się po obiekcie analizowanym dzięki ruchowi obrotowemu, posuwistemu czy wahadłowemu pewnego układu mechanicznego.

Urządzenia mechaniczne istniejące od samych początków telewizji, obecnie z chwilą pojawienia się telewizji elektronicznej straciły znacznie swą wartość praktyczną. Ze względu na mniejszą czułość oraz na trudności przy przystosowaniu analizatorów mechanicznych do większej jakości odtwarzania są one mocno w danej chwili krytykowane. Przyszłość okaże czy analizatory elektroniczne wypiją je zupełnie z życia, jak to miało miejsce w radiotechnice ze stacjami nadawczymi typu mechanicznego. Jako najprostsze najłatwiejsze do wykonania urządzenia mechaniczne, jest tarcza Nipkowa przedstawiona na ryc. 4. Jest to tarcza stalowa lub duraluminiowa o grubości kilku mm, a średnicy kilkudziesięciu cm, na której powierzchni zrobiono szereg małych otworków rozmieszczonych równomiernie na spirali. Przy ruchu tarczy każdy punkt będzie wybierał jedną linię na powierzchni obrazu przedstawionego u góry rysunku. Obraz ten rzucany jest na tarczę przez odpowiedni układ optyczny. Ilość linii odpowiada za tym ilości otworów analizujących (na ryc. przedstawiono tarczę 18 liniową). Dla analizy wysokiej jakości np. 360 liniowej, otwory analizujące muszą być rozmieszczone co 1° i ustawione z dokładnością około 1 sec. Przy dzisiejszym stanie precyzyjnej mechaniki jest to b. trudne do wykonania. Omija się trudność w ten sposób, że na tarczy umieszcza się 4 spirale otworów, a przed tarczą daje się drugą tarczę przesłaniającą, która odsłania tylko jedną spiralę, oczywiście tarcza analizująca ma wtedy 4-ry razy większe obroty, otwory są większe i mogą być mniej dokładnie obrabiane i ustawiane. Istnieją jeszcze inne sposoby, mające na celu ominięcie warunku bardzo dokładnej obróbki, polegają one zazwyczaj na kombinacji ruchu dwu urządzeń analizujących.

Na tej samej tarczy zazwyczaj umieszczone są otwory synchronizacyjne dające na początku każdej linii i każdego obrazu impulsy synchronizacyjne. Otwory te mają zazwyczaj kształt prostokątny w przeciwieństwie do otworów analizujących, które mogą mieć kształt okrągły, sześciokątny, rombów itp. Od kształtu otworów, zależy w pewnym stopniu jakość analizy obrazu i procent wprowadzonych zniekształceń. Na ryc. 5 przedstawiono wycinek tarczy Nipkowa w powiększeniu, uwidoczniło otwory analizujące synchronizacji linii i obrazu. Na dole rysunku przedstawiono przebieg modulacji stacji w zależności od położenia tarczy analizującej w przestrzeni. Sygnał obrazu daje modulację dodatnią, tzn. zwiększenie mocy w stosunku do pewnej mocy uważanej za punkt odniesienia odpowiadającej 30% modulacji. (Jest to moc stacji — bez modulacji). Sygnały synchronizacyjne mają modulację ujemną, dając w efekcie zmniejszenie mocy prawie do zera. Przebieg tych impulsów jest prostokątny ze względu na łatwość wydzielania ich w odbiorniku. Istnieją jeszcze inne urządzenia analizujące mniej rozpowszechnione od tarczy Nipkowa, ale opis tych urządzeń wykracza znacznie poza ramy tego artykułu.



Ryc. 4.



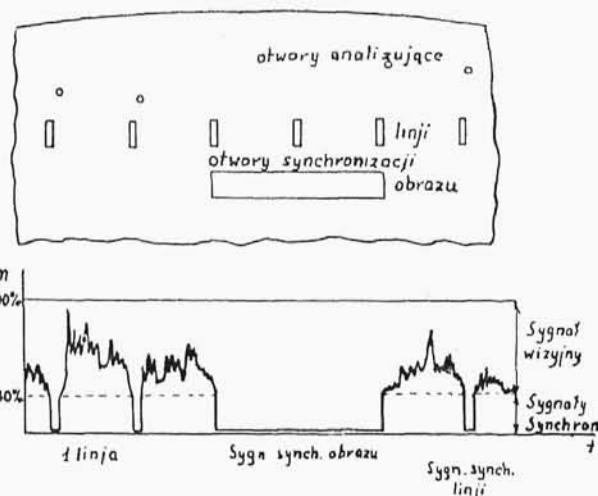
URZĄDZENIA ELEKTRONOWE ANALIZUJĄCE

Elektronowymi urządzeniami wybierającymi nazywamy te analizatory, w których wybieranie nie polega na ruchu mechanicznym, lecz na ruchu strumienia elektronów wywołanym przez zmienne pole elektryczne, lub magnetyczne, lub też przez kombinację tych pól. Urządzeń tego rodzaju istnieje cały szereg opartych na różnych zasadach, zajmiemy się ikonoskopem Zworykina jako najbardziej znanym i często używanym w praktyce.

Ikonoskop przypomina trochę oscylograf katodowy przynajmniej, jeżeli chodzi o wytwarzanie, skupianie i odchyłanie strumienia elektronów. Przedstawiono go w formie uproszczonej na ryc. 6. Zamiast ekranu jak w oscylografie, umieszczono płytkę mikową z jednej strony metalizowaną, a na drugiej pokrytą substancją światloczułą. Jest to za tym właściwie fotokomórka wielkich rozmiarów o specjalnej budowie, połączona z elektronowym urządzeniem wybierającym. Ścisłej mówiąc płytka M nie jest jedną fotokomórką, ale szeregiem fotokomórek wzajemnie od siebie izolowanych, gdyż substancja fotoczuła została tak spreparowana, że poszczególne jej drobiny nie mają ze sobą połączenia elektrycznego. Na powierzchni zatem M mamy paręset tysięcy lub nawet kilka milionów fotokomórek. Jednocześnie dzięki temu, że druga powierzchnia miki jest metalizowana, każda z tych drobin tworzy bardzo mały kondensator.

Na płytę M pada światło skupione przez odpowiedni układ optyczny, wytrącając z jej powierzchni wiązkę elektronów. Skutkiem tego powstały prąd ładuje każdy z małych kondensatorów. Kondensatorki powyższe będą tak długo naładowane, aż strumień elektronowy E nakreślony na rysunku linią kropkowaną nie rozładuje ich opór R. Ponieważ R jest oporem załączonym za pośrednictwem lampy na wejście wzmacniacza, impuls prądu wskutek rozładowania każdego z małych kondensatorów zostanie przeniesiony przez wzmacniacz na stację nadawczą. Ponieważ ładunek kondensatorka zależy od światła, które nań padło, przeto prąd w oporze R będzie uzależniony od jasności danej części obrazu. Jeżeli teraz strumień elektronów będzie wybierał kolejno linia po linii na płycie M, będziemy mieli normalną analizę obrazu bez użycia jakiegokolwiek części ruchomych. Ruch wybierający strumienia elektronów uzyskuje się dzięki oddziaływaniu pola magnetycznego cewek C_1 i C_2 przy czym do cewek przyłożono napięcie o krzywej zębatej.

Ikonoskop jest urządzeniem wybierającym o czułości kilkudziesiąt tysięcy razy większej od normalnych urządzeń mechanicznych i niektórych elektronowych. Ogromne zwiększenie czułości analizatora umożliwia nadawanie obrazów telewizyjnych przy normalnym oświetleniu dziennym. Przyczyną tak wielkiej czułości ikonoskopu jest to, że przez cały okres wybierania na powierzchnię fotokomórek pada światło. W zwykłych urządzeniach wybierających, światło pochodzące z danego punktu obrazu pada na fotokomórkę i wywołuje prąd proporcjonalny do jasności tego punktu i czasu wybierania. Ponieważ czas wybierania jednego elementu przy 40 000 elementów obrazu wynosi $\frac{1}{40\,000 \cdot 25}$ a w ikonoskopie tylko $\frac{1}{25}$ sec, przeto w tym wypadku czułość ikonoskopu jest 40 000 razy większa.



Ryc. 5.

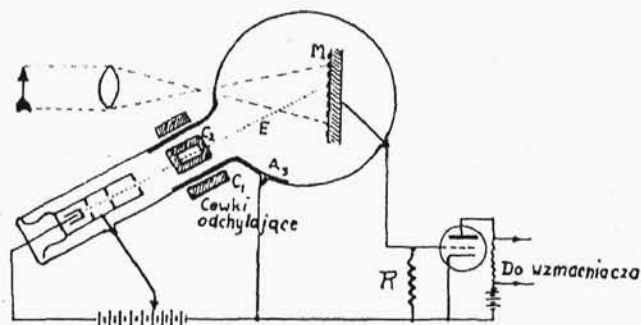
POWIELACZE ELEKTRONÓW

Wydawałoby się, że po wynalezieniu ikonoskopu inne urządzenia wybierające przestaną mieć znaczenie praktyczne ze względu na zbyt małą czułość. Tak jednak nie jest dzięki temu, że równolegle z wynalazkiem ikonoskopu Farnsworth wynalazł powielacz (po angielsku: multiplier) elektronów.

Powielacze elektronów są to urządzenia wzmacniające pierwotny prąd fotoelektryczny tak dalece, że w połączeniu z innymi urządzeniami wybierającymi dają czułość niewiele mniejszą od ikonoskopu. Obecnie istnieje cały szereg różnych typów powielaczy elektronów, jednak zasada działania jest ta sama. Urządzenia te polegają na wzmocnieniu wskutek wtórnej emisji. Wtórna emisja zachodzi wszędzie tam, gdzie jakaś elektroda bombardowana elektronami znajduje się w sąsiedztwie innej elektrody o wyższym potencjale. Wtedy z powierzchni elektrody wytrącane elektrony wtórne, płyną do elektrody o wyższym potencjale, tworząc prąd wtórny o przeciwnym kierunku do pierwotnego. Wzmocnienie wtórnej emisji wyraża się wzorem $K = \frac{I_w}{I_p}$ gdzie I_w jest prądem wtórnej emisji a I_p prądem pierwotnym. Dla pewnych materiałów jak cez i tlenek cezu na srebrze

$$K = 8 \dots 10$$

Na ryc. 7 przedstawiono szkic powielacza elektronów Weissa. Działanie jego jest następujące. Światło padające na fotokatodę wytrąca z niej elektrony, któ-

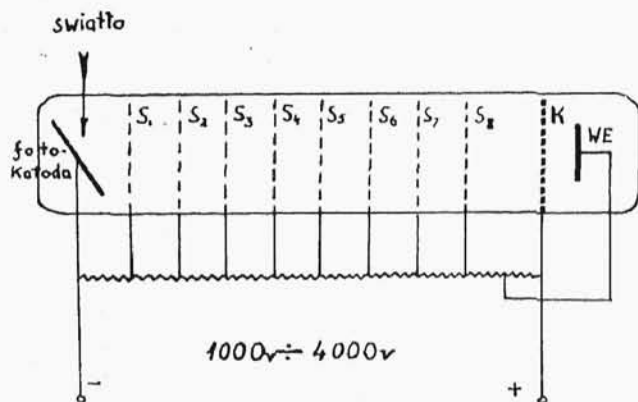


Ryc. 6.

re pod wpływem pola elektrycznego biegną wzdłuż powielacza, przebiegają między oczkami gęstych siatek S_1, S_2, \dots, S_8 . Siatki te pokryte są materiałem o silnej wtórnej emisji. Niektóre z elektronów uderzając o żeberka siatek, wytrącają z nich elektrony wtórne, elektrony wtórne zaś biegną pod wpływem pola elektrycznego do następnej siatki, gdy każda następna siatka ma potencjał wyższy od poprzedniej, z tej następnej siatki znowu wytrącone są elektrony i tak aż do końca powielacza, gdzie wzmożony prąd elektronowy uderza o płytkę WE o silnej wtórnej emisji, a prąd wtórny tej płytki chwyta jest przez kolektor K. — Wskutek istnienia oczek w siatkach wzmożenie na siatkę nie przekracza 4, natomiast płytka WE ma współczynnik wtórnej emisji około 8, a cały powielacz wzmacnia około 200 000 razy.

DANE CHARAKTERYSTYCZNE STACJI TELEWIZYJNYCH

Stacje nadawcze telewizyjne różnią się znacznie o stacji radiofonicznych. Różnice te wynikają z samego charakteru pracy tych urządzeń. Przesyłanie sygnałów fonicznych drogą radiową nie jest sprawą tak skomplikowaną, jak przesyłanie sygnałów telewi-



Ryc. 7.

zyjnych z natury rzeczy bardziej złożonych. Poza tym stacja telewizyjna musi również służyć do przesyłania w odpowiedniej fazie i amplitudzie sygnałów synchronizacji linii i obrazu oraz dźwięku towarzyszącego wizji. Należy najpierw ustalić warunki pracy stacji telewizyjnej, czyli wzajemne stosunki trzech sygnałów telewizyjnych oraz dźwięku. Sygnały wizyjne synchronizacji linii i synchronizacji obrazu mogą być powiązane ze sobą w różny sposób, mogą mieć rozmaity kształt i wielkość. Teoretycznie biorąc istnieje nieskończenie wiele rozwiązań tego zagadnienia, praktyka wyodrębniła pewne najkorzystniejsze warunki pracy, które przyjęto jako zasadę we wszystkich istniejących stacjach nadawczych. Niektóre wielkości ulegają zmianom, co dotyczy głównie sposobu synchronizacji i charakteru modulacji. Należy zaznaczyć że odbiornik przystosowany do współpracy z jedną stacją telewizyjną, może zupełnie nie nadawać się do odbioru innej stacji, która była budowana według innych norm. Normy te więc w znacznym stopniu określają charakter pracy urządzeń telewizyjnych, uzależniając odbiorniki od stacji nadawczych. Zmiana norm wywołuje w ogólnym wypadku konieczność przebudowy

wszystkich odbiorników. Od odpowiedniego doboru norm stacji nadawczej zależy w znacznym stopniu jakość telewizji, gdyż wpływają one nie tylko na wierność odtworzenia obrazu, ale również na stałość i jakość synchronizacji zakłócenia itp.

Normalizacja pracy stacji telewizyjnych jest przeprowadzona w różny sposób w różnych krajach — inne więc normy mają Anglię, Amerykanie, Francuzi czy Niemcy. Za najkorzystniejszy dobór norm uważa się dzisiaj — angielski.

Każda stacja telewizyjna składa się z dwu nadajników: jeden z nich wizyjny, służy do nadawania impulsów synchronizacyjnych i obrazu, drugi — foniczny, ma za zadanie przesyłanie dźwięku towarzyszącego obrazowi. Ustalono szerokość kanału jednej stacji telewizyjnej na 6 Mc, w którym to kanale muszą się zmieścić oba nadajniki. Zakres częstotliwości używany do telewizji obejmuje fale metrowe, tzn. najdłuższe z zakresu ultra-krótko-falowego. W Europie stacje telewizyjne pracują w zakresie 30—60 Mc i nie ma specjalnych ograniczeń co do częstotliwości, byle były one wyższe od 30 Mc. W Ameryce natomiast dla telewizji przeznaczono dwa zakresy od 42 do 90 Mc oraz powyżej 120 Mc. Między częstotliwościami nośnymi nadajników wizyjnego i fonicznego powinna być różnica częstotliwości, wynosząca około 3,25 Mc, przy czym nadajnik foniczny winien mieć częstotliwość wyższą. Ilość linii podziału ustalono w Anglii na 405, natomiast w Niemczech, Francji i Ameryce na 441. Częstotliwość zmian obrazu w Europie wynosi 25, w Ameryce 30, ilość zaś ramek na 1 sek jest dwukrotnie większa. Stosunek wymiarów obrazu tzn. wysokości do długości normalnie wynosi $\frac{3}{4}$ niekiedy $\frac{5}{4}$.

Sygnał synchronizacyjny stanowi 30% całości sygnału telewizyjnego, podczas gdy sygnał obrazu zajmuje resztę tzn. 70%, przy czym stosuje się modulację dodatnią, czyli maximum światła padającego na fotokomórkę daje sygnał o maksymalnej amplitudzie. W Ameryce jest nieco inaczej: modulacja jest ujemna — najjaśniejsza część obrazu odpowiada minimum sygnału, poza tym sygnał synchronizacyjny stanowi tylko 20% całości. Wyjaśnia to ryc. 1, gdzie przedstawiono modulację dodatnią sygnałem obrazu przy impulsie synchronizacyjnym 20%.

Ważną jest również rzeczą jaką część obrazu, względnie linii traci się na synchronizacji. Anglię używają synchronizacji linii, zajmującej 15% czasu wybierania jednej linii oraz synchronizacji obrazu. Amerykanie skrócili czas synchronizacji linii do 10%.

Z tego krótkiego przeglądu, który nie obejmuje zresztą wszystkich norm, a tylko najważniejsze, można się zorientować, jak skomplikowana jest kwestia nadawania i odbioru w telewizji, a poza tym jak ważny jest dobór odpowiednich norm. Np. za krótkie impulsy synchronizacyjne dają zniekształcenia synchronizacji, a za długie wywołują zmniejszenie definicji obrazu.

POŁOŻENIE STACJI TELEWIZYJNYCH W WIDMIE CZĘSTOTLIWOŚCI

Częstotliwości nośne, którymi posługują się stacje telewizyjne uzależnione są od jakości nadawanych obrazów. Dla nadawania telewizji niskiej jakości

(ilość linii się większa od 60) używa się średnich lub długich fal radiowych. Pierwsze próby nadawania w Anglii, Niemczech i Francji miały miejsce na tych falach, obecnie istniejące jeszcze stacje rosyjskie, pracują na fali około 200 m. Fale krótkie ze względu na nieokreślone warunki rozchodzenia się, częste zaniki, echa itp. do telewizji nie są używane. Telewizja średniej (90—240 linii) i wysokiej jakości (powyżej 240 linii) posługuje się z reguły falami ultrakrótkimi. Decydującym czynnikiem w wybraniu częstotliwości nośnej dla stacji telewizyjnych jest szerokość widma modulującego, która dochodzi do 4—6 Mc. Obecnie eksploatuje się fale metrowe (30—60 Mc), gdyż daje się w tym zakresie osiągnąć moce rzędu kilku czy kilkunastu kW. Zakres 60—300 Mc przeznaczono dla stacji przekąźnikowych.

Na ryc. 8 przedstawiono graficznie położenie trzech stacji telewizyjnych w widmie częstotliwości. Są to stacje wysokiej jakości, dlatego charakteryzują się wstęgą modulacyjną o szerokości 4 Mc. Stacje rozdzielone są o 6 Mc. W zakresie 30—60 Mc zmieści się ich zaledwie 5, mimo to nie zachodzi obawa wzajemnego przeszkadzania sobie stacji, gdyż zasięg ich nie jest wielki (do 150 km), a fal odbitych od jonosfery w zakresie fal ultrakrótkich prawie niema. Na ryc. 8 przedstawiono poziom przenoszenia sygnałów w DB. Poziom 0 odpowiada pełnej mocy stacji, 20 DB — mocy dziesięciokrotnie mniejszej, zaś 40 DB — stokrotnie mniejszej.

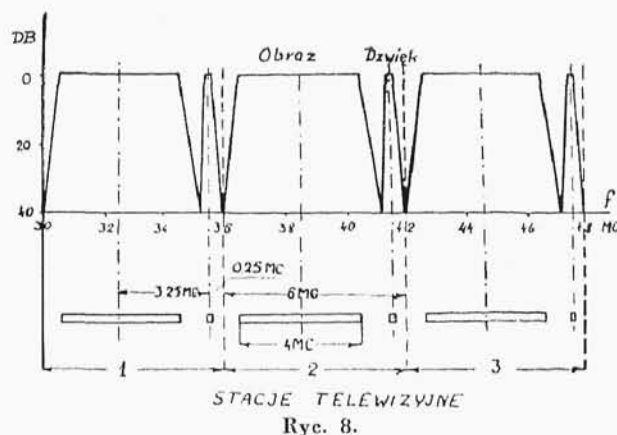
Odstęp między nadajnikami dźwiękowym a widywnym wynosi 3,25 Mc ma to na celu uniknięcie interferencji tych dwu nadajników. Podobnie dla uniknięcia interferencji dwu sąsiednich stacji między nadajnikiem dźwiękowym, a następną stacją zachowuje się strefę bezpieczeństwa, wynoszącą 0,25 Mc.

Na rycinie nadajnik foniczny ma częstotliwość wyższą od wizyjnego, co jest zgodne z zaleceniami amerykańskiego Komitetu Telewizyjnego. W Anglii umieszczono nadajniki naodwrot: nadajnik dźwiękowy pracuje na częstotliwości 41,5 Mc a wizyjny 45 Mc.

UKŁAD OGÓLNY STACJI TELEWIZYJNEJ

Ogólnie wiadomo, że stacje radiofoniczne budowane są zazwyczaj za miastem w odległości kilku czy kilkunastu km i łączone ze studiem umieszczonym w mieście niepupinizowanym lub słabo pupinizowanym kablem, aby można było przysyłać cały zakres częstotliwości akustycznych. Takie rozwiązanie posiada wiele dogodności: pozwala na prawie nieograniczone dysponowanie przestrzenią przy budowie stacji, masztów antenowych, uziemienia itp. Unika się w ten sposób szkodliwego oddziaływania zabudowanych terenów miejskich na nadajnik, anteny. Niestety, przy budowie stacji telewizyjnych takie postawienie sprawy sprawi poważne trudności.

Po pierwsze dlatego, że stacje telewizyjne ze względu na mały swój zasięg obsługują zazwyczaj tylko teren miasta i jego przedmieść. Mowa tu jest oczywiście o wielkich miastach jak Berlin, Paryż, Londyn, New-York. Muszą zatem być położone w obrębie miasta, najlepiej w jego środku. Anteny nadawcze winny być umieszczone na najwyższej wzniesionym punkcie terenu, gdyż wtedy zasięg znacznie się zwiększy. Zwykle umieszczone są na wysokim budynku, leżącym blisko centrum miasta.



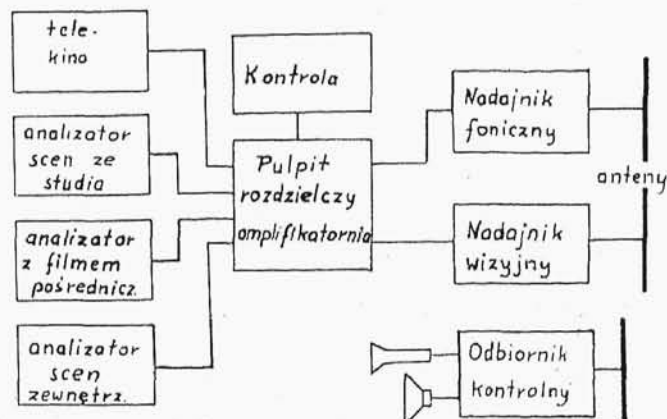
Ryc. 8.

Powtórę żadne z dotychczas używanych kabli telefonicznych nie nadają się do przesyłania sygnałów telewizyjnych. Do tego celu trzeba użyć specjalnych kabli koncentrycznych, bardzo kosztownych. Studio zatem telewizyjne mieści się z reguły w tym samym budynku co i radiostacja. Retransmisje natomiast z boisk sportowych, jak retransmisje z Olimpiady, rozgrywek tenisowych z Wimbledon, czy też regat wioślarskich Cambridge-Oxford, lub pewnych atrakcyjnych uroczystości np. koronacja króla angielskiego — odbywają się bądź zapomocą kabla koncentrycznego, jeżeli odległości są niewielkie, bądź też drogą radiową zapomocą specjalnych stacji przekąźnikowych małej mocy — na falach ultrakrótkich.

Ryc. 9 podaje układ ogólny stacji telewizyjnej. W stacji telewizyjnej możliwe są różne rodzaje transmisji i zależnie od rodzaju stosuje się inne urządzenia wybierające.

Można nadawać zwykły film i w tym celu używa się tele-kina. Jest to urządzenie stanowiące połączenie aparatury kinowej dźwiękowej z analizatorem mechanicznym (tarcza Nipkowa), lub elektronicznym (ikonoskop). Aparatura filmowa przystosowana do nadawania obrazów telewizyjnych wyświetla obraz nie na ekran, jak to ma miejsce w kinie, lecz rzuca go na tarczę.

Dalej umieszcza się analizator typu mechanicznego lub elektronicznego, pracujący przy mniejszej czułości, gdyż zdejmowane sceny w studio są zwykle silnie oświetlone. Studia telewizyjne budowane są narażone według reguł stosowanych w radiofonii: są to zwykle sale o dość znacznych wymiarach, lóbrze izo-



Ryc. 9.

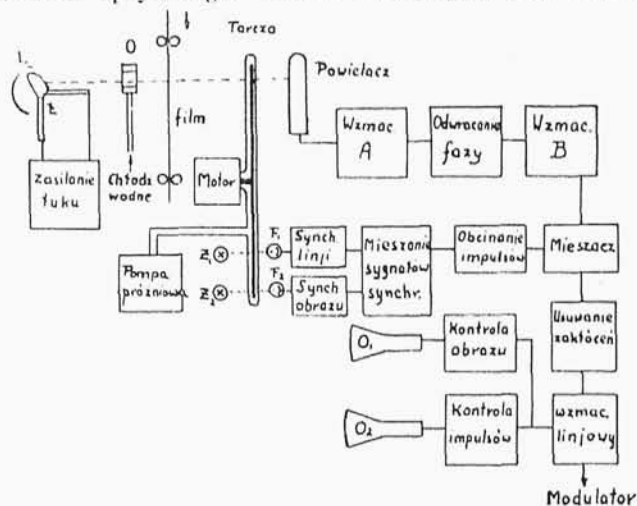
lowane akustycznie zapomocą azbestu, celotexu czy innych materialów pochłaniających dźwięki. W studio, prócz kilku analizatorów, pracujących równolegle, z których jeden służy do zdejmowania tła, inny do zbliżeń, wreszcie inny jeszcze do scen zbiorowych, pracuje kilka mikrofonów do transmisji dźwięku.

Ponieważ niektóre urządzenia elektronowe oraz wszystkie mechaniczne trudniej jest dostosować do zdejmowania scen zewnętrznych (przy normalnym oświetleniu) stosuje się tu zwykle urządzenie z filmem pośredniczącym. Scena z zewnątrz, mająca być nadana, najpierw jest filmowana zwykłą kamerą filmową na normalną, względnie dwukrotnie mniejszą taśmę filmową. Zdjęty film jest natychmiast wywołany i utrwalony, a następnie zostaje projektowany na zwykły analizator filmowy. Urządzenia te uproszczono łącząc kamerę filmową z urządzeniem analizującym, przy pomocy taśmy filmowej długości paru metrów puszczonej w kółko. Film w tym wypadku jest nasświetlany, automatycznie zmywany, wywoływany, znowu zmywany, utrwalany i jeszcze raz zmywany w odpowiednich częściach urządzenia. Następnie po wyświetleniu przed analizatorem, emulsja filmowa zmywana jest ciepłą wodą, taśma filmowa czyszczona, i film pokryty nową emulsją znowu idzie do zdejmowania scen zewnętrznych. Cała manipulacja między zdjęciem przed kamerą filmową, a nadaniem filmu przez stację radiową trwa około 30 sek., a więc bardzo krótko. Na tej samej taśmie nagrywany jest dźwięk. Najdoskonalszym urządzeniem jest analizator scen zewnętrznych, pracujący przy normalnym oświetleniu dziennym, a nawet przy jasnościach znacznie słabszych (Amerykanie zdejmowali sceny o jasności około 50—100 luxów). Jest to analizator elektronowy zbudowany jako kamera zawierająca ikonoskop z kilku stopniowym wzmacniaczem. Używany jest on do retransmisji zawodów sportowych, uroczystości itp. z niewielkich odległości od stacji: wtedy używa się kabla koncentrycznego. Przy większych odległościach stosuje się stacje przekątnikowe.

Jak już zaznaczono wyżej, może być kilka analizatorów każdej kategorii pracujących jako rezerwowe do zdejmowania specjalnych scen, tła itp. Są one włączone na pulpit rozdzielczy stacji, podobnie jak włącza się urządzenia dźwiękowe z wielu mikrofonów, fotokomórek dźwiękowych itp. Pulpit rozdzielczy służy do rozdzielania sygnałów pochodzących z różnych miejsc i analizatorów, mieszania sygnałów pochodzących z dwu analizatorów, przełączenia z jednej transmisji na inną itp. Równolegle odbywa się kontrola wzrokowa i dźwiękowa sygnałów nadawanych przy pomocy specjalnych urządzeń kontrolnych, zaopatrzonych w odpowiednie przyrządy. Z pulpitu kontrolnego sygnały wizyjne i dźwiękowe idą do amplitaktonu, a następnie po odpowiednim wzmocnieniu na nadajniki — dźwiękowy i foniczny. Zwykle do transmisji używa się dwu oddzielnych anten nadawczych, składających się z szeregu dipoli i reflektorów tak ustawionych, by dawały odpowiednią charakterystykę pola. Zanim przejdziemy do opisu nadajników, zajmiemy się dla przykładu rozpatrzeniem całości urządzenia jednego z analizatorów.

Na ryc. 10 podano analizator mechaniczny filmowy wraz z odpowiednimi wzmacniaczami i urządzeniami pomocniczymi. Światło z łuku E zasilanego

z prądnicą, lub z prostownikami, skupione przez lustro paraboliczne L i soczewki zawarte w okienku O , pada na tarczę analizującą. Okienko O chłodzone jest wodą w celu odprowadzenia znacznych ilości ciepła, pochodzących z łuku i niedopuszczenia do zniszczenia układu optycznego. Tarcza analizująca dla zmniejszenia



Ryc. 10.

szczenia tarcia i oporów oraz zapobieżenia zbyt wielkiemu hałasowi porusza się w próżni. Próżnia utrzymywana jest stale przez pompę próżniową, napędzaną przez specjalny silnik. Silnik poruszający tarczę umieszczony jest również w kamery próżniowej, dlatego też przewidziano specjalne chłodzenie wodne silnika.

Światło po przejściu przez otwory analizujące tarczy pada na fotokatodę powielacza elektronów. Po odpowiednim wzmocnieniu przez powielacz, sygnał wizyjny wzmacniany jest w kilkustopniowym wzmacniaczu napięciowym A . Ponieważ przed analizatorem mogą być wyświetlane pozytywy i negatywy filmowe, przeto przewidziano specjalny stopień służący do odwracania fazy sygnału, by mimo, że w nadajniku analizowano negatyw, w odbiorniku obraz był zawsze pozytywny. Sygnał wzmocniony przez wzmacniacz mocy B przechodzi do mieszacza, gdzie następuje zmieszanie sygnałów wizyjnych i synchronizacyjnych w odpowiedniej fazie i amplitudzie. Światło pochodzące z żarówek Z_1 i Z_2 pada po przez otwory synchronizacyjne na fotokomórki F_1 i F_2 . Sygnały synchronizacyjne, wzmocnione przez oddzielne dla linii i obrazu, mieszane są w tej samej fazie i amplitudzie w specjalnym stopniu mieszającym. Ponieważ, ze względu na niedobranie stałych czasu, zniekształcenia fazy itp., sygnały są znacznie zniekształcone, przeto osobny stopień służy do obcinania i wyrównywania impulsów synchronizacyjnych do kształtu odpowiedniego do synchronizacji (prostokątnego). Zmieszane sygnały wizyjne i synchronizacji przechodzą następnie do stopnia mającego za zadanie usunięcie zakłóceń, które mogły po przejściu przez tyle stopni wzmacniania dostać się do sygnału. Sygnały „oczyszczone“ przechodzą do wzmacniacza liniowego, który dopasowany jest do oporności linii i ma za zadanie dostarczyć sygnał o odpowiednim poziomie mocy do dalszych stopni stacji nadawczej. Równolegle do wzmacniacza liniowego dołączone jest urządzenie kontrolne. Na jednym z oscy-

lografów kontrolowane są — kształt i wielkość impulsów przesyłanych. Na drugim natomiast kontrolowana jest jakość obrazu, gdyż przy pomocy odpowiednich urządzeń odchylających na ekranie tego oscylografu, powstaje obraz telewizyjny, odpowiadający obrazowi nadawanemu.

Na ryc. 11 przedstawiono szkieletowy ogólny układ nadajników: fonicznego i wizyjnego. Oba nadajniki kontrolowane są kwarcem, jakkolwiek nie jest to jedyny sposób stabilizacji częstotliwości stosowany na falach ultrakrótkich. Istnieją nadajniki telewizyjne, w których stabilizację częstotliwości uzyskano, albo przy pomocy linii długich, albo przez specjalnie skonstruowane bardzo dobre obwody, przy czym stabilizacja nie jest wcale gorsza od stabilizacji uzyskanej przez zastosowanie kwarcu.

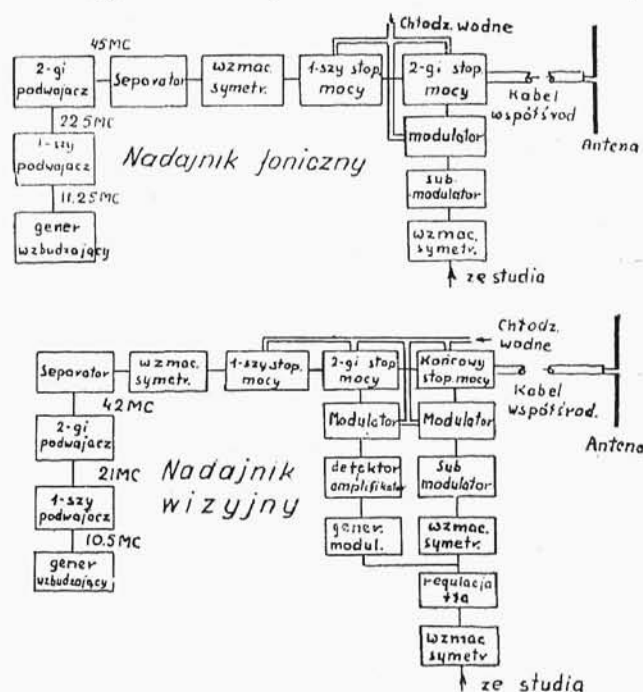
Układ nadajnika fonicznego jest bardzo prosty i nie odbiega od układów nadajników radiofonicznych.

Generator wzbudzący sterowany kwarcem o częstotliwości 11,25 Mc (około 30 m) zasila podwójny częstotliwości, którego obwód anodowy dostrojony jest do częstotliwości 22,5 Mc. Podwajacz ten skolei zasila drugi stopień podwajania, który powiela częstotliwość do częstotliwości nośnej 45 Mc. Specjalny stopień zwany separatorem ma za zadanie oddzielenie generatora wzbudzącego od generatora mocy. Wzmacniacz symetryczny podnosi słabą moc dostarczoną z generatora wzbudzącego i powielaczy do poziomu wystarczającego do wzbudzenia 1-go stopnia mocy. Składa się on zazwyczaj z kilku stopni wzmocnienia w układzie symetrycznym. Pierwszy i drugi stopień wzmocnienia mocy, ze względu na znaczną moc traconą w anodach lamp (lampy o mocy kilku czy kilkudziesięciu kW) chłodzone są wodą. Z końcowego stopnia mocy zasilana jest antena przez kabel koncentryczny. Na ostatnim stopniu wzmocnienia mocy stosuje się modulację siatkową. Modulator również chłodzony jest wodą. Modulator poprzedzony jest przez submodulator i wzmacniacz symetryczny dopasowany do kabla.

Nadajnik wizyjny w części generacyjnej niewiele się różni od fonicznego. Wzbudzony jest również kwarcem; wzmacniacz symetryczny zasilany jest przez odpowiednie stopnie powielania i przez separator; częstotliwość nośna jest 42 Mc. Różnica polega na ilości stopni wzmocnienia mocy. Na schemacie podane są trzy stopnie co jest powodowane tym, że po pierwsze nadajnik wizyjny musi mieć wyższą moc niż foniczny, a powtórę przy szerokiej wstępie modulacyjnej nie można stosować zbyt wielkich przepięć w obwodach. Wszystkie stopnie mocy chłodzone są wodą, zasilanie anteny identyczne jak w nadajniku fonicznym. Istotna różnica zachodzi dopiero w modulacji. Modulowane są dwa stopnie: ostatni i drugi stopień mocy i w obu zastosowano modulację siatkową.

W stopniu ostatnim zastosowano tzw. modulację prądem zmiennym, ściślej mówiąc jest to modulacja sygnałami wizyjnymi i synchronizacyjnymi zawartymi w zakresie częstotliwości np. od 25 cykli do 2 Mc. Natomiast drugi stopień ma modulację prądu stałego; jest to modulacja o częstotliwości od 0 do kilku cykli na sek. Chodzi tu o to, by przez stację telewizyjną można było nadawać nie tylko jasność względną, tzn. kontrasty obrazu, ale również i jasność bezwzględną,

czyli jasność tła obrazu. Modulator prądu zmiennego, poprzedzony submodulatorem i wzmacniaczem symetrycznym zasilany jest ze stopnia, w którym zachodzi regulacja tła i z którego jest również zasilany modulator prądu stałego. Jest to dokonane drogą prostowania sygnału w obrębie kilku obrazów. Powolnymi



Ryc. 11.

zmianami tła modulowany jest specjalny generator pomocniczy. Następnie sygnał jest wzmocniony i prostowany w układzie detektora mocy. Z detektora zasilany jest wreszcie modulator prądu stałego.

W tym krótkim artykule starałem się podać w formie możliwie prostej obecny stan telewizyjnej techniki nadawczej. Ze względu na szczupłość miejsca nie wszystkie urządzenia, pomysły i zagadnienia zostały podane.

Teraz należy nadmienić kilka słów o możliwościach telewizji w Polsce. Trzeba sprawę postawić jasno — jesteśmy narodem ubogim. Nie możemy pozwolić sobie na kosztowne eksperymenty telewizyjne, które przeprowadziły i przeprowadzają najbogatsze kraje świata, jak Anglia, Francja i Ameryka. Telewizja w Niemczech ma zgoła inny cel, niż w tych krajach dlatego należy ją inaczej traktować. Aby postawić telewizję na poziomie angielskim, trzeba włożyć kapitały wynoszące miliony złotych, uruchomić przemysł pomocniczy, gdyż w obecnym stanie naszej techniki nie jest możliwe robienie w kraju oscylografów, kamer analizujących, powelaczy, lamp specjalnych itp. Wszystko to trzeba sprowadzać z zagranicy. Poza tym nawet, gdyby uruchomiono telewizję w kraju, to właściwie dla kogo? Czyż znalazłoby się aż tak wielu ludzi, którzyby pozwolili sobie na kupno odbiornika telewizyjnego, którego koszt kalkuluje się w granicach paru tysięcy złotych?

Z tego wszystkiego nie wynika, że studia nad te-

lewizją w Polsce nie powinny być prowadzone. Telewizja ma zgoła inny cel, są bowiem kraje, w których badania nad tą dziedziną otoczone są nimbem tajemnicy urzędowej, bo kraje te jednocześnie szykują się do wojny. Do wojny szybkiej i bezwzględnej. Przy obecnym stanie techniki wojennej możliwe jest że nawet tak odleżała od wszelkich celów wojennych dziedzina, może znaleźć zastosowanie. Świadczą o tym badania przeprowadzone przez marynarkę i armię St. Zjednoczonych, próby zastosowania telewizji w obronie przeciwlotniczej, oraz eksperymenty nad nadawaniem drogą telewizyjną zdjęć terenu z samolotu. I u nas więc ze względu na obronność kraju studia nad telewizją winny być prowadzone. Studia te mogą obejmować na razie etapy telewizji mechanicz-

nej 90, 120—240 liniowej, a następnie elektronicznej wysokiej jakości.

Eksperymentalna stacja w Warszawie może służyć do badań nad kwestią odbioru.

W każdym razie nie wydaje się, by telewizja w Polsce mogłaby być oddaną na razie do użytku publiczności, jak to ma miejsce w Anglii. Na to trzeba będzie zaczekać parę lat, zanim rozbuduje się przemysł i technicy nauczą się tej nowej i słabo znanej dziedziny.

W obecnej chwili popularyzacja telewizji w Polsce jest przedwczesna. Należy przestudiować i opłacać cały szereg zagadnień natury nie tylko technicznej, ale i gospodarczej, aby tę kwestię postawić na odpowiednim poziomie.

Insp. LEOPOLD MISTAT

654.9

MORSKIE ZNAKI ŻEGLUGOWE

(Ciąg dalszy z zesz. 7—8/XIV)

II. Technika w morskich znakach żeglugowych

Nowocześnie urządzonego ośrodka sygnalizacji nautycznej na lądzie, czy też na latarniowie, rozporządza zespołem aparatów i mechanizmów do co najmniej trzech rodzajów sygnalizacji, tj. świetlnej, dźwiękowej oraz radiowej. Na licznych stacjach sygnalizacyjnych Morza Północnego i Bałtyckiego istnieją jeszcze urządzenia do sygnalizacji dźwiękowej podwodnej, przy pomocy drgajników błonowych elektromagnetycznych, ew. też elektro-dynamicznych.

Przytoczone poprzednio wytyczne podstawowe dla budowy i działania morskich znaków żeglugowych przesądzą kolejno rozwiązania techniczne dla poszczególnych działów sygnalizacji.

Przy opracowaniu projektu stacji sygnalizacji nautycznej wypada pamiętać, że:

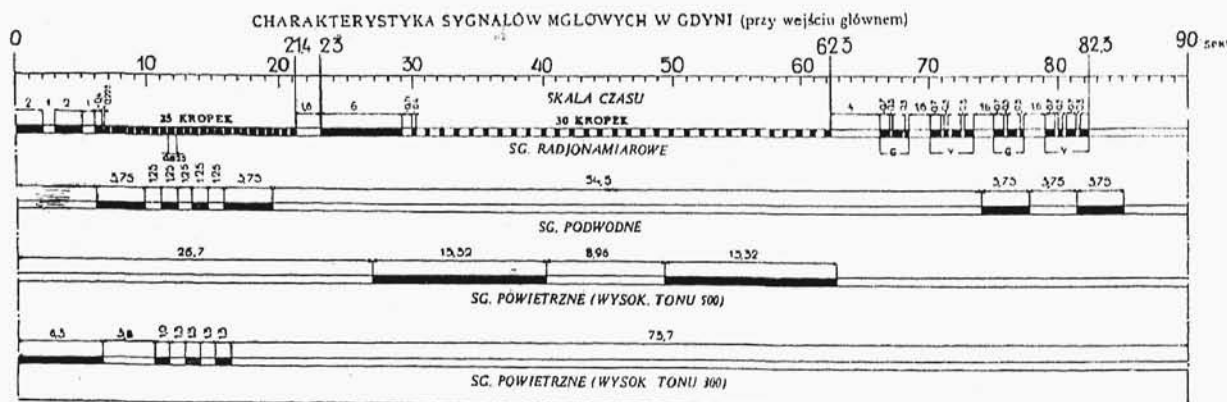
1. światło ma świecić codziennie od zachodu do wschodu słońca oraz podczas mgły, tj. przez około 5 000 godzin rocznie; (odnosi się to szerokości 54° i Wybrzeża Polskiego);

2. sygnały radiowe nadawane muszą być (z małymi wyjątkami radiostaw o zasięgu 20 mil mor. bez przerwy w ciągu każdej doby oraz w ściśle określonych minutach każdej godziny, podczas mgły oraz pogody przejrzystej przy czym jako mgłę uważa się zmniejszenie się widzialności poniżej 4 mil mor.);

3. sygnały dźwiękowe czynne są tylko podczas mgły, tj. gdy widoczność w dzień zmniejszy się do *dwu* mil mor., co wymaga utrzymywania mechanizmów w ruchu przez około 500 godzin rocznie¹⁾, (a w tym czasie przez 200 godzin bez przerwy!), oraz utrzymywania czujnej obserwacji stanu pogody, gdyż automaty włączeniowe nie są dość pewne w działaniu;

4. obsługa instalacji musi być prosta i łatwa oraz nie wyczerpująca i niewymagająca czujnej uwagi ani wysiłku personelu dozorczo, uruchomienie instalacji ma następować w parę minut po zajściu potrzeby jej działania; pożądana jest stąd najdalej posunięta, lecz niezawodna automatyzacja;

5. gdzie to tylko możliwe i wskazane powinna być 100%owa rezerwa maszyn, mechanizmów, źródeł światła i energii, zegarów itp., ewent. nawet aparatów optycznych na latarniach, ważnych z nautycznego punktu widzenia.



Ryc. 6.