

# WIADOMOŚCI

# TELEKOMUNIKACYJNE

## MIESIĘCZNIK POPULARNY

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ TELEKOMUNIKACYJNĄ STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH  
przez poparcie  
MINISTERSTWA POCZT I TELEGRAFÓW oraz MINISTERSTWA KOMUNIKACJI

### KOMITET REDAKCYJNY:

Przewodniczący: inż. S. DARECKI – Sekretarze: S. JASIŃSKI i inż. W. NIEUPOKOJEW – Członkowie: inż. inż. K. BORKOWSKI, S. IGNATOWICZ, P. JAROS, S. MANCZARSKI, J. MOŻEJKO, J. SREBRZYŃSKI, J. SZCZEKOWSKI

### TREŚĆ Nr 5 – 6

	str.		str.
1. Technika drobnych konstrukcji — St. Olechowicz . . . . .	65	5. Transformator żarzenia z dużym rozproszeniem . . . . .	92
2. Odbiornik superheterodynowy typu AGA 1743 inż. M. Hutnik . . . . .	69	6. Pytania i odpowiedzi . . . . .	95
3. Podstawowe zagadnienia naukowe telekomunikacji elektrycznej . . . . .	72	7. Państwowe Zakłady Tele i Radiotechniczne uruchomiły Fabrykę Odbiorników w Warszawie . . . . .	95
4. Małe łącznice automatyczne z szukaczami . . . . .	85		

STANISŁAW OLECHOWICZ

## Technika drobnych konstrukcji

(d. c. do str. 48 W. T. Nr 3–4/1947 r.)

W poprzednich numerach W.T. (Nr. 9, 10—11—12, 1946 r. oraz Nr 1—2, 3—4, 1947 r.) podane zostały wstępne wiadomości z techniki drobnych konstrukcji o połączeniach nierozłączalnych (nitowanie, krępowanie i zawijanie, skręcanie, saterowanie i rowkowanie, stapianie szkła, klejenie i nitowanie).

Dla uzyskania tego rozdziału podane zostaną jeszcze wiadomości o wciskaniu i kołkowaniu, zaprasowywaniu i zatapianiu, lutowaniu oraz spawaniu, w dotychczasowym ujęciu.

Dalsze przewidziane rozdziały o elementach służących do prowadzenia i przenoszenia ruchu oraz o elementach zatrzymujących i regulujących omówione zostaną w ujęciu ściśle tylko dla potrzeb konstruktorów telekomunikacji. Obszerne omówienie tych rozdziałów znaleźć można w wydanej przed kilku miesiącami książce inż. K. Wiszowatego pt. Technika drobnych konstrukcji. Wyd. Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego 1948 r.

Całość zostanie zakończona przykładami konstruowania najprostszych aparatów tele- i radiotechnicznych.

### 7. WCISKANIE I KOŁKOWANIE.

#### a) Wskazówki ogólne.

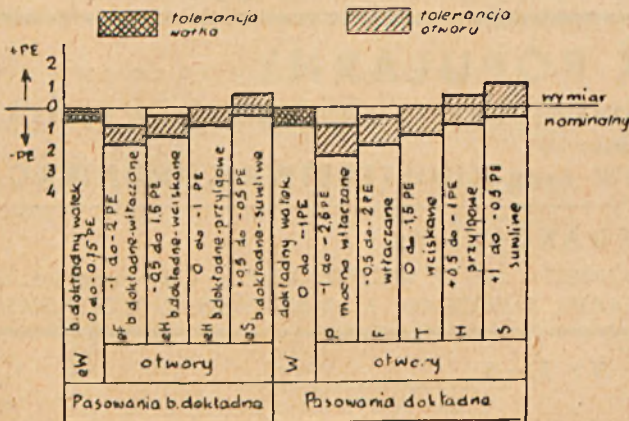
Połączenia przez wciskanie oparte są na działaniu siły wcisku, bez lub ze zmianą kształtu. Jest to typ połączeń bezpośrednich. Kołkowania

natomiast są połączeniami pośrednimi, w których połączenie osiąga się za pomocą elementu pomocniczego wciśniętego lub wbitego.

Wszelkie pasowania kształtów okrągłych, polegające na stosowaniu nadmiaru materiału są typowym przykładem połączeń wciskanych. Pa-

sowania stosowane dla połączeń wciskanych na zasadzie stałego wałka oraz wzajemne położenie pól tolerancyjnych wałka i otworu podano na schemacie rys. 105.

Jest to schemat ogólny ważny dla wszystkich średnic. Odchyłki podano nie w mikronach lecz w jednostkach pasowania PE przy czym  $1 PE = 0,005^3 D$ . Przy zasadzie stałego wałka średnice wałków są zawsze równe lub mniejsze od ich wymiaru nominalnego, a odpowiadające im średnice otworów dla pasowań ruchowych



Rys. 105. Schemat położenia pól tolerancji przy pasowaniach spoczynkowych (zasada stałego wałka).

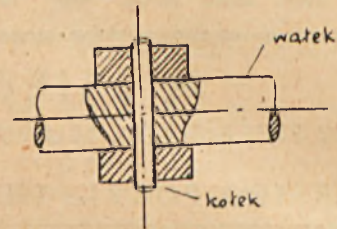
są większe; dla spoczynkowych mniejsze od wymiaru nominalnego. Podane na rys. 105 rodzaje pasowań nie są bezwarunkowo pasowaniami tylko spoczynkowymi, lecz w obrębie podanych pasowań możliwym jest otrzymanie połączenia spoczynkowego. Biorąc dla przykładu pasowanie b. dokładne — przylgowe czyli eH, i przyjmując, że wałek i otwór wykonane zostały z odchyłkami krańcowymi, czyli wałek na  $-0,75 PE$ , a otwór na O, otrzymamy pasowanie nie spoczynkowe lecz ruchowe. W analogicznym wypadku dla pasowania b. dokładnego — suwliwego czyli eS prawdopodobieństwo to będzie jeszcze większe. Jeszcze niekorzystniej przedstawia się sytuacja w klasie pasowań dokładnych, gdzie przy pasowaniu dokładnym — przylgowym czyli H, oraz dokładnym — suwliwym czyli S, rzadko kiedy daje się osiągnąć dobre pasowanie spoczynkowe.

Stosując wałki z prętów handlowych ciągniętych np. srebrzanki, stali automatowej lub prętów mosiężnych o określonych odchyłkach i kojarząc je z otworami np. pasowania dokładnego — wtlaczanego F możemy otrzymać połączenie spoczynkowe bez dodatkowego obrabiania (szlifowania) wałków.

b) Trzpienie moletowane.

W mniej precyzyjnych konstrukcjach rozpowszechnione jest łączenie przy pomocy trzpieni moletowanych wciskanych w otwór. Warunki jakim muszą odpowiadać materiały części łączonych są takie same jak przy nitach moletowa-

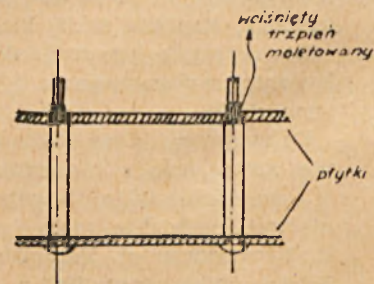
nych (W. T. Nr 10—11—12/1946 r. str. 165). Ze względu na zwiększanie się średnicy przy moletowaniu, nie trzeba przewidywać nadmiaru materiału na średnicy wałka, i wystarcza wałek wykonać wg pasowania ruchowego. Część moletowana wałka może być wykonana tylko w tych miejscach, które służą do wciskania. Przykład połączenia trzpieniami moletowanymi dwóch płytek zegarka - budzika przedstawia rys. 106.



Rys. 106. Wciskanie za pomocą moletowanego trzpienia.

c) Kołki.

Połączenia pośrednie przy pomocy kołków stosuje się wszędzie tam, gdzie można by było użyć wkrętów gwintowanych, jednak stosując kołki otrzymujemy konstrukcję tańszą. Ogólną nazwą kołków obejmujemy następujące elementy: kołki cylindryczne gładkie, kołki cylindryczne rowkowane, kołki stożkowe, nity rowkowe i zawłoczki. Kołki służą jako: przetyczki, kołki zabezpieczające, ustawcze i zderzakowe. Zależnie od warunków pracy stosuje się pasowanie ruchowe lub spoczynkowe. Przy wymaganym połączeniu bez luzów należy w obu częściach łączonych, otwór dla kołka, wiercić i rozwiercać wspólnie. Ponieważ sposób ten jest stosunkowo drogi najczęściej tam gdzie to jest dopuszczalne, połączenie spoczynkowe wykonywa się tylko w jednej części, w drugiej otwór wiercony jest z pewnym luzem. Przykład połączenia bez luzów kołkiem cylindrycznym, gładkim przedstawia rys. 107.



Rys. 107. Kołkowanie za pomocą kołka cylindrycznego.

Średnice wałków i odpowiednie dla ich kołkowania średnice kołków ujęto w następującej tabeli.

Wałki Ø	1,5-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8-11	11-17	17-23
Kołki Ø	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4	5

Kółki cylindryczne jako ustawcze używane są między innymi do łączenia płyt tnących w wykrojnikach.

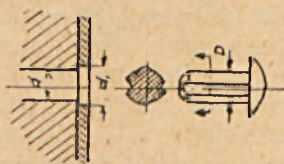
Kółki cylindryczne rowkowe pomimo, że są droższe w wykonaniu, w ogólnej kalkulacji wypadają taniej, gdyż nie wymagają ścisłych pasowań. Przekrój poprzeczny w dużym powiększeniu przedstawia rys. 108.



Rys. 108. Cylindryczny kołek rowkowy.

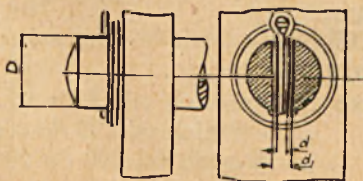
W cylindrycznym przecie otrzymujemy zmieniony przekrój przez wgniecenie podłużnych rowków. Przy wbijaniu tak wykonanego kołka w okrągły otwór następuje zniekształcenie jego profilu i wystające ponad średnicę otworu krawędzie kołka są wciskane w rowki. Jest to połączenie nierozłączalne.

Do mocowania tabliczek firmowych, szyldzików różnego rodzaju, pokryw itp. stosuje się nity rowkowe, które tym się tylko różnią od kołków, że posiadają łeb. Wbijają je się do materiałów stosunkowo miękkich jak np.: mosiądz, metale lekkie, papier bakelizowany, turbaks, materiały izolacyjne prasowane itp. Przykład nita rowkowego widać na rys. 109.



Rys. 109. Nit rowkowy.

Do mocowania na wałkach części konstrukcyjnych mało obciążonych służą zawłoczki. Jako przykład zastosowania zawłoczki pokazano na rys. 110 pierścień na wałku łożyskowym. Wymiary orientacyjne dla różnych średnic wałków podane są w poniższej tabeli

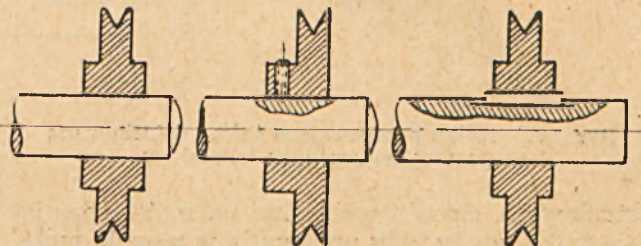


Rys. 110. Zawłoczka.

D	1,5-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-11	11-17	17-23
d	0,5	0,7	0,9	1	1,4	1,8	2,7	3,7	4,7
d <sub>1</sub>	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	3	4	5

d) Przykłady połączeń wciskanych.

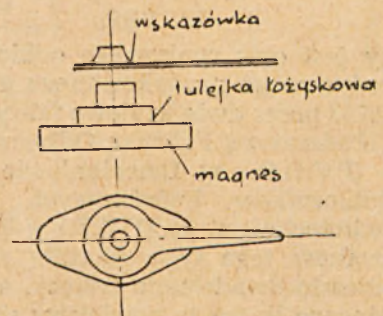
Na rys. 111 pokazane są różne możliwości konstrukcyjne zamocowania koła na wałku przez wciskanie. W wypadku przedstawionym na rys. 111a koniecznym jest zastosowanie pasowania przylgowego eH lub H (patrz rys. 105).



Rys. 111. Umocowanie koła na wałku.

Na rys. 111b pokazany jest sposób zamocowania koła na wałku z zabezpieczeniem przeciwobracaniu, dzięki czemu można stosować pasowanie luźniejsze. Wkręt ustawczy nie jest przewidziany tu jako zabierak, lecz jako dodatkowa ochrona przeciw przesuwaniu się koła po wałku. Montaż i demontaż wymaga użycia śrubokręta.

Na rys. 111c pokazane jest zamocowanie koła na wałku przy zastosowaniu pasowania suwliwego eS lub S. Przeniesienie momentu skręcającego z koła na wałek odbywa się przy pomocy elementu sprężynującego włożonego w rowek na wałku. Jest to przykład połączenia pośredniego.

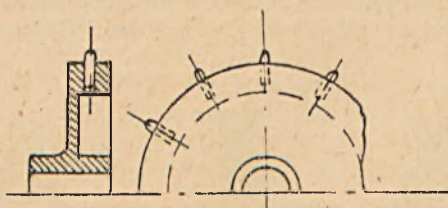


Rys. 112. Wskazówka wciśnięta na tuleję łożyskową w kompasie.

Rys. 112 przedstawia wskazówkę kompasu wykonaną z lekkiego metalu wciśniętą na tulejkę łożyskową, zabezpieczoną od przekręcania kroplą lakieru. Sama tulejka jest wnitowana w korpus magnesu i posiada osadzony w niej kamień łożyskowy. Takie umocowanie pozornie niepewne okazało się trwałe.

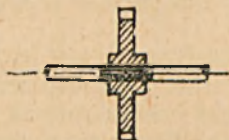
Rys. 113 przedstawia kółko z lekkiego metalu w wciśniętymi na obwodzie cylindrycznymi kołeczkami stalowymi, które służą jako zabieraki taśmy papierowej w rejestrujących przyrządach pomiarowych.

Moletowanie osi ma tę zaletę, że tylko na moletowanej części otrzymuje się pasowanie spoczynkowe, a na pozostałej długości gładkiej można pasować dowolnie inne części kon-



Rys. 113. Kółko przesuwające taśmę dziurkowaną za pomocą włożonych kołeczków.

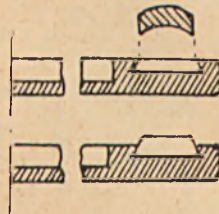
strukcyjne. Sposób wciskania na molet stosuje się tylko wtedy, gdy występują w zespole małe momenty skręcające jak np. w mechanizmach



Rys. 114. Kółko zębate wciśnięte na moletowaną oś.

zegarowych. Niekorzystnym jest brak zapewnienia współśrodkowości wieńca koła z osią. W wypadku, gdy wymagana jest duża dokładność pod tym względem, należy wykonać koła z pewnym nadmiarem materiału i po nabiciu na oś przetoczyć centrując na osi (Rys. 114).

Na rys. 115 pokazane jest wykonanie skali używanej w dokładnych przyrządach do mierzenia kątów. Jest to srebrna taśma wciśnięta w rowek wykonany w korpusie przyrządu



Rys. 115. Sposób mocowania taśmy srebrnej dla wykonania podziału skali.

w kształcie tzw. jaskółczego ogona, na której po wciśnięciu graweruje się podziałkę z dokładnością odczytu do  $0,1^{\circ}$ .

d. c. n.

INŻ. MIECZYŚLAW HUTNIK

## Odbiornik superheterodynowy typu AGA 1743

### 1. WSTĘP.

Podany jest opis rynkowego odbiornika superheterodynowego produkowanego wg modelu „AGA” 1743 przez dwie krajowe fabryki, a mianowicie: Państwową Fabrykę Odbiorników Radiowych (P.F.O.R.) w Dzierżonowie oraz Fabrykę Odbiorników Państwowych Zakładów Tele i Radiotechnicznych (P.Z.T.) w Warszawie.

Odbiorników tego typu ukazało się już na rynku przeszło dwadzieścia tysięcy, a do końca roku bieżącego liczba ta powiększy się do trzydziestu tysięcy. Dlatego też poza opisem schematu odbiornika i podaniem jego najistotniejszych własności elektrycznych zostaną omówione pokrótce czynności, jakie należy wykonać w celu zestrojenia odbiornika przy pomocy elementów, do tego celu służących. Takie omówienie odbiornika będzie korzystne ze względu na to, że ułatwi ono pracę zarówno warszatom napraw odbiorników, jak i dostarczy dostawy pewnych wiadomości tym właścicielom odbiorników, którzy z amatorsztwa trudnią się usuwaniem uszkodzeń we własnych odbiornikach.

### 2. OPIS ODBIORNIKA.

Na rys. 1 podano schemat ideowy odbiornika, przy czym cokoły lamp pokazano w widoku od

spodu. Przednie i tylne strony płytek przełącznika zakresów pokazano w widoku od ścianki tylnej chassis przy odwróconym chassis do góry. Płytką 1-szą leży najbliższej ścianki tylnej chassis. Przełącznik zakresów pokazano w pozycji „fale krótkie“.

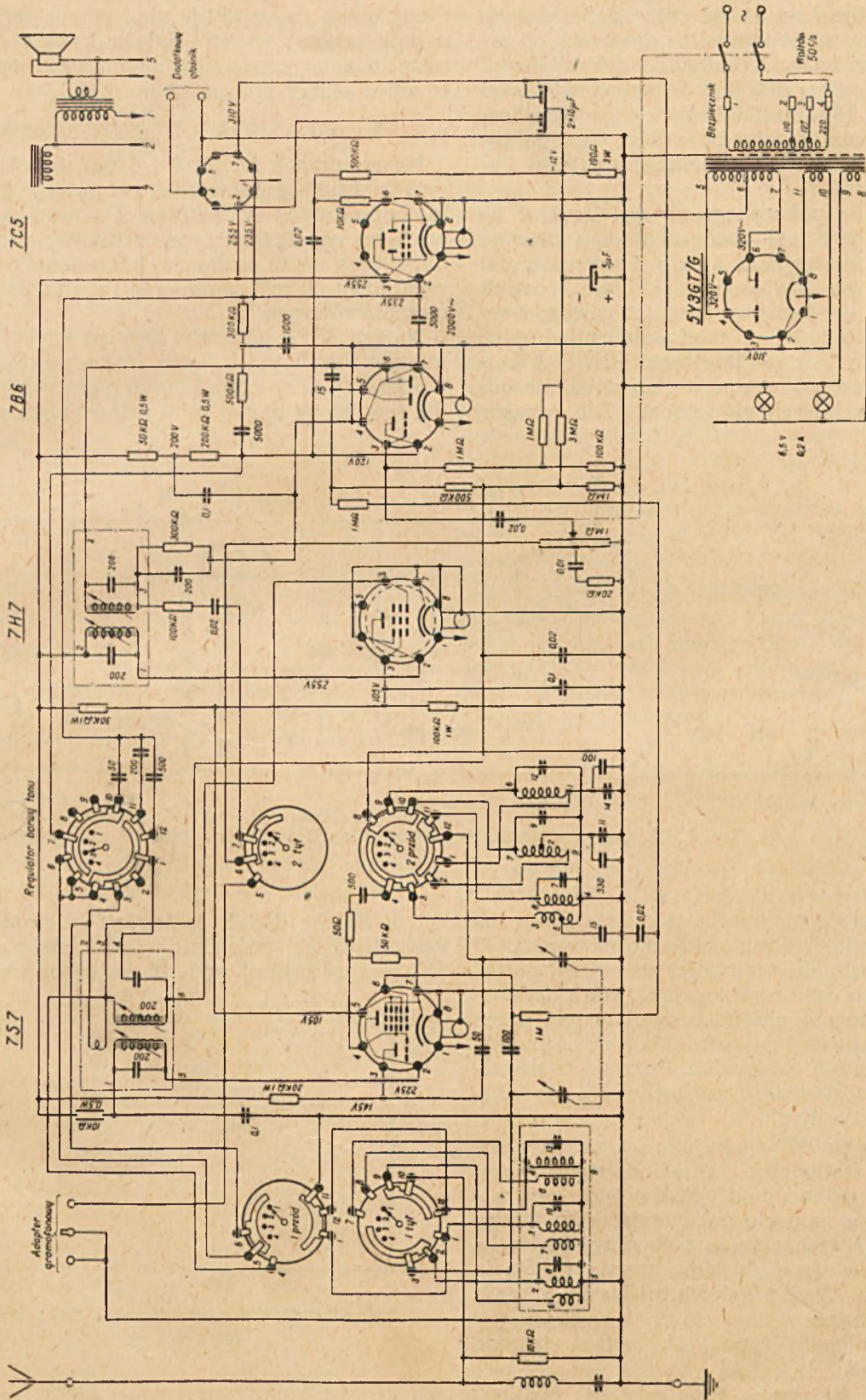
Poszczególne pozycje przełącznika zakresów są następujące:

- pozycja 1 — fale krótkie
- „ 2 — „ średnie
- „ 3 — „ długie
- „ 4 — adapter gramofonowy.

Odbiornik AGA 1743 jest superheterodyną siedmioobwodową na lampach amerykańskich następujących typów: 7S7, 7H7, 7B6, 7C5, 6O5, 5Y3GT. Odbiornik posiada trzy zakresy fal odbieranych, a mianowicie:

- 1) zakres fal krótkich od 16 do 52 m
- 2) „ „ „ średnich od 195 do 600 m
- 3) „ „ „ długich od 700 do 2000 m.

oraz posiada gniazdko do załączania adaptera dla reprodukcji z płyt gramofonowych. Częstotliwość pośrednia odbiornika wynosi 463 ks/s. Odbiornik posiada ciągłą regulację wzmocnienia oraz czteropozycyjny przełącznik selektywności. Wysokiej klasy głośnik dynamiczny, ze



Rys. 1. Schemat ideowy odbiornika AGA 1743.

wzbudzeniem, zapewnia dobrą wierność odtwarzania. Odbiornik wyposażony jest w gniazda, pozwalające na dołączenie dodatkowego głośnika o oporze pozornym w granicach od ośmiu do kilkudziesięciu omów. Zasilac odbiornik można tylko z sieci prądu zmiennego o wielkości napięcia 110, 120 lub 220 V przy czym przełącznik napięć, wbudowany do odbiornika, należy odpowiednio ustawić do wielkości napięcia sieci zasilającej.

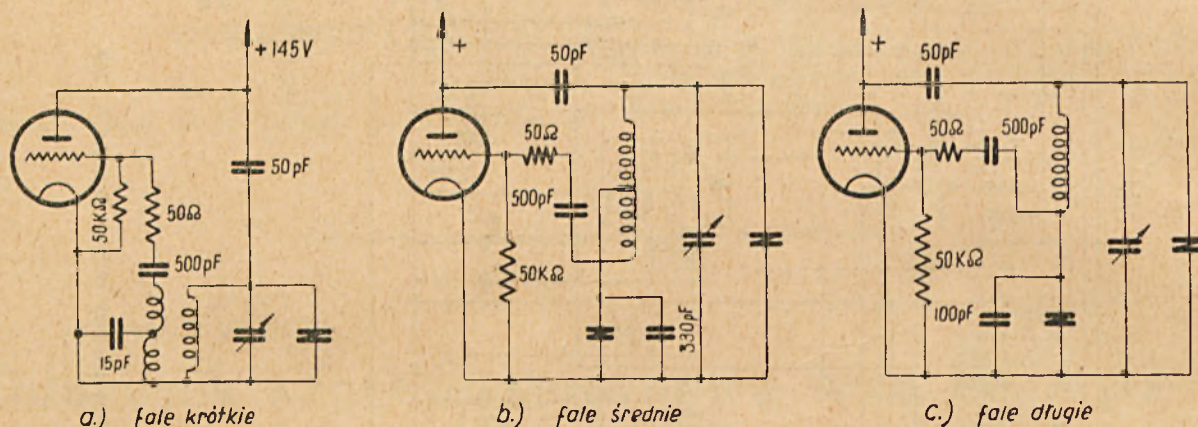
Ze schematu, pokazanego na rys. 1 widać, że lampa typu 7S7 jest triodą-heptodą i pracuje jako lampa mieszająca. Każdy z zakresów fal odbieranych posiada osobny komplet cewek wejściowych oraz osobny komplet cewek oscylatora. Jest to jedna z zalet odbiornika, gdyż uszkodzenie cewek wielkiej częstotliwości któregoś z zakresów nie wpływa na działanie odbiornika na innych zakresach. Dla przejrzy-

stopień tego sprzężenia jest regulowany przełącznikiem selektywności (regulatorem barwy tonu) przez co uzyskuje się zmianę szerokości przepuszczanej wstęgi. Należy tutaj dodać, że zastosowanie sprzężenia zwrotnego zmniejsza również szumy własne odbiornika.

### 3. WŁASNOŚCI ELEKTRYCZNE.

Na rysunkach Nr. 3, 4 i 5 podano charakterystyki czułości odbiornika w funkcji długości fal odbieranych w metrach. Pomiary przeprowadzono na jednym z odbiorników produkcyjnych, przy czym poziomem odniesienia jest moc wyjściowa 50 mW na oporze rzeczywistym obciążenia równym 8.

Na rys. Nr. 6 pokazano krzywe selektywności mierzone na 1-ym i 2-gim filtrze częstotliwości pośredniej, przy czym pomiary przeprowadzono dla regulatora barwy tonu ustawionego w pozycji



Rys. 2. Układy oscylatora dla poszczególnych zakresów fal.

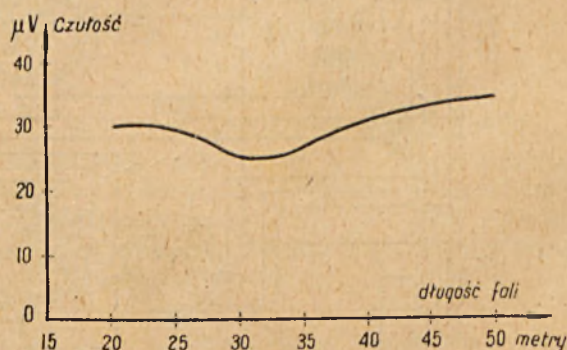
stości układy oscylatora dla wszystkich 3-ch zakresów fal odbieranych pokazano na rys. 2.

Pierwszy filtr częstotliwości pośredniej posiada dodatkową cewkę sprzęgającą, którą uzyskuje się poszerzenie przepuszczanej wstęgi przez filtry częstotliwości pośredniej a więc najmniejszą selektywność odbiornika. Pozwala to na odtwarzanie całej wstęgi częstotliwości modulujących, akustycznych.

Pentoda typu 7H7 służy jako wzmacniacz pośredniej częstotliwości. Duodiodatrioda typu 7B6 pracuje jedną z diod jako detektor, zaś druga dioda daje napięcie polaryzujące dla lampy mieszającej i wzmacniacza pośredniej częstotliwości, powodujące automatyczną regulację wzmocnienia. Część triodowa tej lampy pracuje jako wzmacniacz napięciowy, wzbudzający lampę głośnikową typu 7C5, będącą tetrodą strumieniową.

Celem zmniejszenia zniekształceń nieliniowych zastosowano w stopniu końcowym ujemne napięciowe sprzężenie zwrotne, przy czym

3. Należy dodać, że czułość odbiornika dla częstotliwości pośredniej, mierzona na siatce lampy mieszającej wynosi dla tego odbiornika

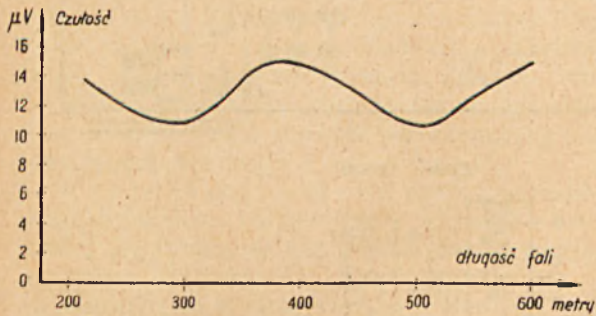


Rys. 3. Charakterystyka czułości odbiornika dla zakresu fal krótkich.

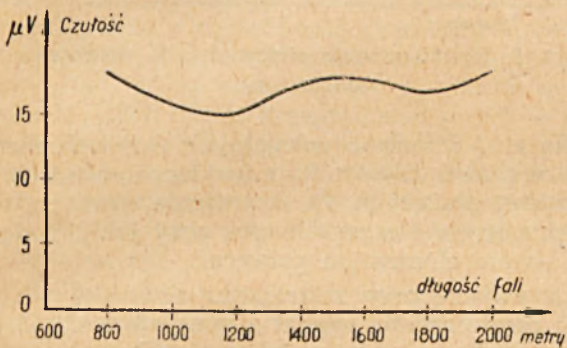
48  $\mu\text{V}$ , zaś czułość mierzona na siatce lampy 7H7, t. j. wzmacniacza częstotliwości pośredniej wynosi 2500  $\mu\text{V}$ .

#### 4. ZESTRAJANIE OBWODÓW POŚREDNIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI.

Najprostszą metodą zestrainia obwodów pośredniej częstotliwości jest metoda, polegająca na uzyskaniu maksymalnego napięcia na wyj-

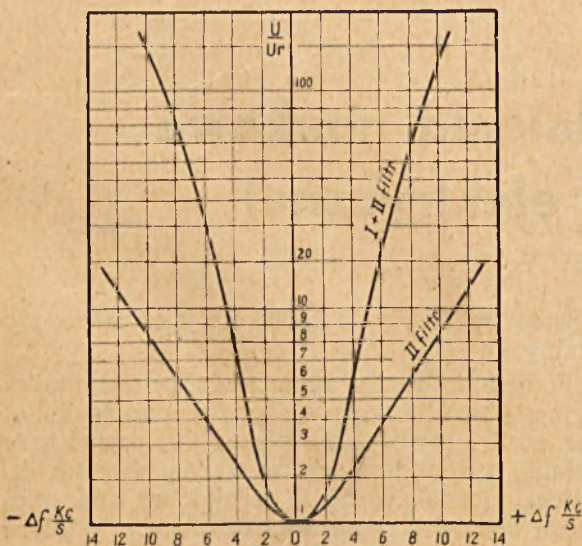


Rys. 4. Charakterystyka czułości odbiornika dla zakresu fal średnich.



Rys. 5. Charakterystyka czułości odbiornika dla zakresu fal długich.

ściu odbiornika. Przy zestrainiu należy zastosować generator sygnałów wzorcowych, dający częstotliwość pośrednią, t. j. 463 kc/s z modulacją tonem akustycznym oraz miernik poziomu



Rys. 6. Krzywa selektywności filtrów częstotliwości pośredniej.

wyjściowego. Regulator barwy tonu należy ustawić na pozycję trzecią, licząc od strony lewej oraz przekręcić regulator natężenia odbioru w prawo na maximum. Przełącznik zakresów odbiornika należy ustawić w pozycji fal długich, zaś wskaźnik strojenia w okolicy 900 m. Kabel generatora należy załączyć na siatkę sterującą lampy 7H7 zaś ekran kabla do chassis odbiornika, a następnie pokręcamy rdzeniami ferrocartowymi drugiego kubka częstotliwości pośredniej do chwili uzyskania maksymalnego wychylenia miernika poziomu wyjściowego.

Jak już wspomniano poprzednio dla mocy na wyjściu 50 mW, t. j. dla napięcia wyjściowego 5,5 V sygnał na siatce wzbudzającej lampy 7H7 winien wynosić około 2500  $\mu$  V. Następnie przyłączamy kabel generatora przed kondensator 100 cm w obwodzie siatki sterującej lampy mieszającej typu 7S7. Pokręcamy rdzeniami ferrocartowymi pierwszego kubka częstotliwości pośredniej do chwili otrzymania maksymalnego wychylenia miernika napięcia wyjściowego. Sygnał częstotliwości pośredniej na siatce lampy 7S7, dla napięcia 5,5 V na wyjściu winien wynosi około 25  $\mu$  V.

Pozostaje jeszcze do zestrojenia eliminator częstotliwości pośredniej. Kabel generator sygnałów wzorcowych należy dołączyć do gniazdka antenowego i regulować kondensator eliminatora do chwili uzyskania minimum wychylenia miernika poziomu wyjściowego.

#### 5. ZESTRAJANIE OBWODÓW WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI.

Punkty zestrojenia obwodów wielkiej częstotliwości dla poszczególnych zakresów fal odbieranych są zaznaczone na szklanej skali odbiornika przy pomocy małych kwadracików. Punktom ustrojenia dla poszczególnych zakresów odpowiadają następujące częstotliwości:

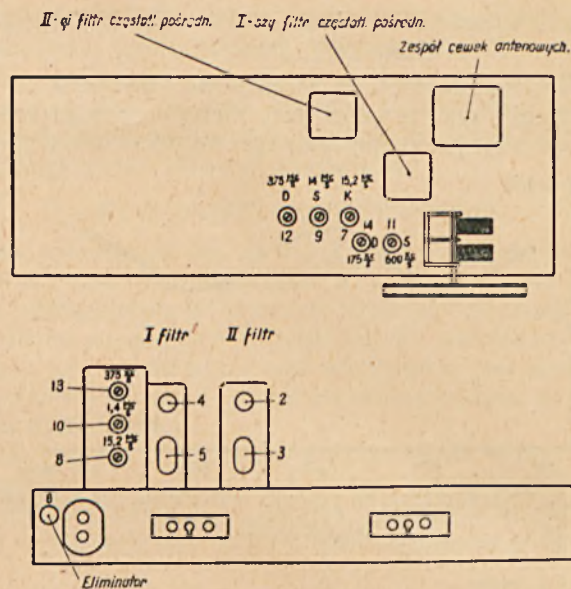
$$\begin{aligned} \text{fale długie } & 374 \frac{\text{kc}}{\text{s}}, 175 \frac{\text{kc}}{\text{s}} \\ \text{„ } \text{średnie } & 1,4 \frac{\text{Mc}}{\text{s}}, 600 \frac{\text{kc}}{\text{s}} \\ \text{„ } \text{krótkie } & 15,2 \frac{\text{Mc}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Zestrojeniu podlegają zarówno obwody oscylatora jak i obwody antenowe. Jak już poprzednio wspomniano, każdy z zakresów fal odbieranych ma oddzielne zespoły cewek. Nie odgrywa więc żadnej roli przy zestrainiu obwodów wielkiej częstotliwości kolejność, zestrojenia zakresów. Należy pamiętać, że oscylator w punkcie zestrojenia na końcu zakresu (punkt o mniejszej częstotliwości) zestrainia kondensatorem szeregowym (paddingowym) zaś w punkcie

zestrojenia na początku zakresu (punkt o większej częstotliwości) zestrajamy kondensatorem równoległym (trimmerem).

Obwody antenowe z uwagi na to, że ich cewki są powietrzne zestrajamy tylko w punkcie zestrojenia na początku zakresu przy pomocy kondensatora równoległego (trimera). Kolejność zestrojenia jest następująca — najpierw zestrajamy oscylator w punkcie zestrojenia na końcu, następnie oscylator w punkcie zestrojenia na początku zakresu, a potem w tym samym punkcie obwód antenowy. Po zestrojeniu punktu początkowego należy sprawdzić zestrojenie punktu końcowego, a w razie potrzeby punkt końcowy ponownie zestroić, a potem ewentualnie skorygować zestrojenie w punkcie początkowym.

Zakres fal krótkich zestrajamy tylko w jednym punkcie — początkowym. Należy dla zakresu fal krótkich zwrócić baczną uwagę na zestrojenie odbiornika na prawdziwy sygnał, a nie na odbicie lustrzane. Po zestrojeniu oscylatora trimmerem należy przestroić odbiornik w kierunku fal dłuższych. Odbicie lustrzane powinno wystąpić w przybliżeniu dla fali 21,02 m. Jeżeli odbicie lustrzane wystąpi w tym miejscu, znaczy to, że odbiornik jest prawidłowo zestrojony. W tym wypadku należy nastroić ponownie odbiornik na punkt zestrojenia, t. j. na 15,2 Mc i zestroić obwód antenowy przy pomocy trimera. Jeżeli drugi sygnał wystąpi dla odbieranej fali równej ok. 18,6 m odbiornik jest źle zestrojony (na odbicie lustrzane). W tym wypadku zestrojenie należy ponowić.



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów do zestrojenia odbiornika.

Na rys. 7 podano w ogólnych zarysach dwa szkice chassis odbiornika z uwidocznieniem elementów, służących do zestrojenia oraz podaniem zakresu i częstotliwości, przy jakiej należy danym elementem pokręcać.

Oczywiście przy zestrajaniu obwodów wielkiej częstotliwości sygnał z generatora dajemy na gniazdko antenowe. Jako miernika poziomu wyjściowego należy użyć woltmierz o dużym w stosunku do 8 oporze wewnętrznym pamiętając, że miernik załączamy równolegle do cewki drgającej głośnika.

## Podstawowe zagadnienia naukowe telekomunikacji elektrycznej

(d. c. do str. 64 W. T. Nr 4/1948 r.)

### 5. ZAKRESY CZĘSTOTLIWOŚCI DLA RÓŻNYCH RODZAJÓW WIADOMOŚCI.

Tak więc przebiegi dźwiękowe zawierają wszelkie częstotliwości w zakresie od 0 do  $\infty$ . Jednakże dla celów telekomunikacji mają znaczenie jedynie te częstotliwości, na które reaguje ucho ludzkie. Zakres częstotliwości słyszalnych jest różny dla różnych ludzi, a ponadto zależy od wieku. W szczególności górna granica przesuwa się z wiekiem ku mniejszym częstotliwościom. Średnio można uważać zakres często-

tliwości od 16 Hz do 16000 Hz jako zakres słyszalny.

Ponieważ koszty urządzenia telekomunikacyjnego są tym większe, im jest ono doskonalsze, a więc również im szersze jest pasmo przesyłane, przeto jest rzeczą ważną określić, jak dalece można zwięzić to pasmo bez znacniejszego obniżenia wierności dźwięku. Ustalenie dopuszczalnego stopnia zwiężenia pasma przesyłanego jest trudne, gdyż brakuje tu obiektywnej miary, a poszczególni obserwatorzy odczuwają



rozmaicie wpływ ograniczenia tego pasma. Droga wielokrotnych obserwacji ustalono, że ograniczenie pasma przesyłanego do zakresu od 50 Hz do 6400 Hz jest jeszcze znośne, lecz że dopiero dla pasma przesyłanego od 30 Hz do 8000 Hz strata wierności dźwięku (mowy lub muzyki) staje się niemal niezauważalna. Chyba tylko szmery w rodzaju dźwięku wydawanego przez pęk kluczy nie brzmią jeszcze wtedy w sposób naturalny. Dlatego też uważa się, że zakres od 30 Hz do 8000 Hz jest konieczny i wystarczający dla celów radiofonii.

W telefonii zwięza się pasmo przesyłane jeszcze bardziej rezygnując z wierności dźwięków i uzyskując w ten sposób dalszą redukcję kosztów. Dostateczna zrozumiałość mowy jest tu warunkiem wystarczającym. Badania wpływu ograniczenia pasma przesyłanego od góry wykazały, że już częstotliwość graniczna 8000 Hz wpływa na głoski syczące utrudniając ich rozróżnianie. Częstotliwość graniczna mniejsza od 4000 Hz wpływa również i na pozostałe głoski. Jeśli górna częstotliwość graniczna spada poniżej 2000 Hz, to zrozumiałość wybitnie maleje. Ograniczenie pasma przesyłanego od dołu wywołuje najpierw tylko pewne zmniejszenie naturalności i dopiero, gdy dolna częstotliwość graniczna przekroczy 400 Hz następuje spadek zrozumiałości.

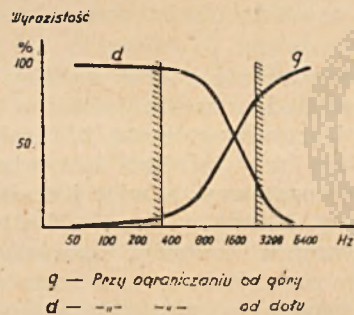
Jedynie drogą pomiarów można uzyskać dane, które dadzą się ze sobą porównywać. Tak więc w Ameryce przyjęto metodę polegającą na liczeniu ilości powtórzeń, które następują podczas rozmowy telefonicznej wskutek wadliwej zrozumiałości. Metoda ta jednak jest nieodpowiednia dla pomiarów systematycznych. Pochłania ona dużo czasu, gdyż dla poprawnego wyznaczenia jednego punktu pomiarowego należy wykonać obliczenie ilości powtórzeń prowadząc w tym celu obserwację w ciągu co najmniej 100 godzin rozmowy.

Inna metoda polega na pomiarze zrozumiałości zgłosek czyli tzw. w y r a z i s t o ś c i. Jeden z członków ekipy pomiarowej odczytuje przed mikrofonem badanego układu przesyłowego większą ilość zgłosek w regularnych odstępach czasu. Zgłoski te (tzw. l o g a t o m y) są tworzone sztucznie w taki sposób, aby nie posiadały żadnego sensu. W zasadzie składają się one z 3 głosek: 2 spółgłosek i 1 leżącej między nimi samogłoski, przy czym jedna ze spółgłosek może być pominięta.<sup>4)</sup> Nadawane zgłoski są odbierane przez 4 obserwatorów znajdujących się na drugim końcu układu przesyłowego i są przez nich zapisywane. Przez wyrazistość rozumiemy wtedy stosunek ilości zgłosek prawidłowo zapisanych do całkowitej ilości zgłosek nadanych. Stosunek ten jest tym mniejszy, im

gorsze są własności układu przesyłowego. Należy jednak zauważyć, że nawet przy bezpośrednim mówieniu (tj. bez pośrednictwa układu) nie wszystkie zgłoski zostają poprawnie odebrane. W szczególności czynnikiem wpływającym na wyrazistość są zakłócenia (szumy). Dlatego też należy podczas takich pomiarów albo całkowicie usuwać zakłócenia, albo też utrzymywać ich natężenie na stałym i określonym poziomie.

Powstaje teraz pytanie, jakiej wyrazistości należy wymagać. Otóż pewne zdanie może być całkowicie zrozumiane mimo, iż jedno ze słów będzie w nim niezrozumiałe. Podobnie można zrozumieć słowo mimo, iż jedna ze zgłosek może być mylnie odebrana. Dzieje się tak wskutek tego, że umysł ludzki sam uzupełnia brakujące elementy. Można stąd wywnioskować, że rozumienie wszystkich zgłosek nie jest konieczne. Tak więc np. można się zadowolić wyrazistością wynoszącą 60 ÷ 70 procentów.

Przy pomocy pomiarów wyrazistości ustalono wpływ ograniczenia pasma przesyłanego. Wyniki podaje rys. 9. Jak widać uzyskuje się wystarczającą zrozumiałość, gdy pasmo przenieszone rozciąga się od 300 Hz do 2400 Hz.



Rys. 9. Wpływ ograniczenia pasma na wyrazistość.

Mimo powyższego dąży się na ogół do poszerzenia pasma przesyłanego. To dążenie jest jednak tylko wtedy uzasadnione, gdy wszystkie części składowe układu przesyłowego przekazują dane pasmo. W urządzeniach telefonicznych pasmo przesyłane bywa najczęściej ograniczone właściwościami aparatów telefonicznych. Właśnie biorąc to pod uwagę określono niezbędny zakres pasma przesyłanego jak wyżej. Ulepszenia w budowie aparatów telefonicznych dokonane w ostatnich latach stwarzają możliwości przesunięcia górnej granicy pasma przesyłanego w przyszłości aż do 3400 Hz.<sup>5)</sup>

Dolna częstotliwość pasma niezbędnego dla telegrafii jest określona stanem ustalonym znaku czyli wynosi 0.

Górna częstotliwość zależy od s z y b k o ś c i t e l e g r a f o w a n i a, która może być określo-

<sup>4)</sup> Pewna ilość logatomów jest tworzona z zespołu spółgłosek, samogłoski i spółgłoski, np.: spot, krel, turf, itp., przyp. tłumacza.

<sup>5)</sup> Wg najnowszych wymagań pasmo przesyłane powinno rozciągać się od 300 do 3400 Hz, przyp. tłumacza.

na z czasu trwania najkrótszego impulsu (zwanego również elementem modulacji). Jeżeli czas trwania najkrótszego impulsu wynosi  $\frac{1}{n}$  sekundy, to w ciągu jednej sekundy może nastąpić  $n$  takich impulsów. Liczba  $n$  wyraża właśnie szybkość telegrafowania. Jeśli więc w ciągu sekundy przesyłamy jeden impuls, to mamy do czynienia z jednostką szybkości telegrafowania ( $n = 1$ ). Jednostka ta nazywa się: bod.<sup>3)</sup>

Jeśli pomyślimy sobie szereg impulsów przedzielonych przerwami prądu o tym samym czasie trwania, to podstawową częstotliwością składową tego przebiegu prostokątnego będzie częstotliwość  $\frac{1}{2}n$ . Nazywamy ją częstotliwością telegrafowania  $f_T$ . Przy pomocy filtrów dolnoprzepustowych o zmiennej częstotliwości granicznej zbadano w jakim stopniu można ograniczyć pasmo przesyłane w telegrafii, mimo iż widmo prądów telegraficznych rozciąga się aż do nieskończoności. Okazało się, że znaki telegraficzne pozostają niezniekształcone, jeżeli przesyła się częstotliwości do 1,6 częstotliwości telegrafowania. Tak więc pasmo przesyłane w telegrafii powinno rozciągać się od 0 do  $1,6 f_T$ . Np. przy zastosowaniu dalekopisu pasmo przesyłane powinno obejmować zakres od 0 do 40 Hz.

O ile podwyższenie górnej granicy daje korzyści pod względem zrozumiałości, o tyle obniżenie dolnej granicy polepsza naturalność mowy. Powoduje to w telefonii łatwiejsze rozpoznanie współrozmówcy, a więc i szybszy przebieg rozmowy. Można więc mówić o ewentualnym wyrównaniu kosztów szerszego pasma przesyłanego przez krótszy czas rozmów. Istnieją obecnie tendencje rozszerzenia pasma przesyłanego w dół do 200 Hz.<sup>6)</sup>

Przechodząc do telegrafii możemy stwierdzić, że ilość poprawnie odebranych znaków gra w niej podobną rolę, jak wyrazistość w telefonii. Jednak wymagania co do ilości poprawnie odebranych znaków są tu bardzo wysokie, co staje się jasne jeśli zważyć, że wskutek częstego stosowania szyfrów każdy oddzielny znak powinien być poprawnie odebrany. W telegrafii przewodowej ilość błędnie odebranych znaków nie powinna przekraczać 1‰, gdyż szybkość telegrafowania wynosi tu 50 bodów, czyli że najkrótszy impuls trwa 20 milisekund.

<sup>3)</sup> Od nazwiska Baudot (Francja), wynalazcy aparatu telegraficznego nazwanego jego imieniem; przyp. tłumacza.

<sup>6)</sup> Lepsza zrozumiałość i naturalność mowy zmniejszają ponadto napięcie uwagi u rozmówcy wskutek czego rozmowa staje się swobodniejsza i przez to łatwiejsza. Satysfakcja, jaką odczuwa wtedy telefonujący, powoduje, iż tym chętniej korzysta on z usług telefonu, co pociąga za sobą dalsze korzyści gospodarcze (przyp. tłumacza).

Jeśli chcemy skrócić czas nadawania pewnej wiadomości (telegramu), to należy zwiększyć szybkość telegrafowania. Jednocześnie jednak rośnie wtedy częstotliwość telegrafowania i niezbędna szerokość pasma przesyłanego. Czas przesyłania pewnej wiadomości jest więc odwrotnie proporcjonalny do niezbędnej szerokości pasma. Prawo to nazywamy telekomunikacyjnym prawem czasu. Przy odpowiedniej interpretacji obowiązuje ono we wszelkich rodzajach telekomunikacji.

W fototelegrafii promień świetlny analizuje obraz wiersz po wierszu. Ostrość obrazu w kierunku prostopadłym do ruchu promienia jest więc określona szerokością wiersza. Takiej samej ostrości obrazu należy również żądać wewnątrz każdego wiersza. W ten sposób uzyskuje się rozkład obrazu na elementy obrazu. Element obrazu jest więc kwadratem o boku równym szerokości wiersza. Wielkość elementu obiera się w ten sposób, by przy oglądaniu obrazu umieszczonego w normalnej odległości od oczu, nie można było rozpoznać poszczególnych elementów. Wynika stąd, że nie jest konieczne, aby były przesyłane szczegóły obrazu zawarte wewnątrz jednego elementu. Jeśli weźmiemy obraz złożony z białych i czarnych elementów następujących na przemian po sobie, to za największą częstotliwość, jaką należy wtedy przesyłać, trzeba uważać tę, jaką posiada sinusoida wrysowana w ciąg jednako-wo długich białych i czarnych elementów. Nazywamy ją częstotliwością elementową. Odpowiadający jej okres jest równy czasowi przejścia promienia świetlnego przez 2 elementy. Zatem częstotliwość ta równa się połowie ilości elementów, które przebiega promień świetlny w ciągu jednej sekundy; stąd wynika, że częstotliwość elementowa zależy od czasu przesyłania całego obrazu.

Najczęściej używane urządzenia fototelegraficzne posiadają bęben o średnicy 66 mm wykonujący 1 obrót w ciągu sekundy. Szerokość wiersza wynosi  $\frac{1}{5\frac{1}{3}}$  milimetra. Zatem w ciągu sekundy promień świetlny przebiega  $\pi \cdot 66 \cdot 5\frac{1}{3}$  elementów. Stąd otrzymujemy górną częstotliwość pasma przesyłanego<sup>7)</sup> 550 Hz.

Dolna częstotliwość jest równa 0 Hz, gdy obraz przedstawia jednolitą powierzchnię bez znaków.

Tak więc w dzisiejszych urządzeniach fototelegraficznych korzysta się z pasma od 0 do 550 Hz.

Telewizja różni się w swej zasadzie tym od fototelegrafii, że czas przesłania obrazu powinien w niej stanowić ułamek sekundy, gdyż należy w ciągu jednej sekundy przesyłać więk-

<sup>7)</sup> równa częstotliwości elementowej, przyp. tłumacza.

szą ilość obrazów, jeśli ma być wywołane wrażenie ruchu. Należy oczekiwać, że wskutek tego górna granica pasma przesyłanego przesunie się tak dalece ku większym częstotliwościom, że mogą wskutek tego powstać trudności. Dlatego też zadawałamy się w przypadku telewizji mniejszą ostrością obrazu.<sup>8)</sup> Jeżeli oznaczyć przez  $n$  liczbę obrazów przesyłanych w ciągu sekundy, to

$$\frac{k^2}{m} \cdot n$$

oznacza ilość elementów przebieganych przez promień świetlny w ciągu sekundy.

Częstotliwość elementowa równa się połowie ilości elementów, jakie przebiega promień w ciągu sekundy. Niech stosunek wysokości obrazu do jego szerokości będzie 5 : 6. Niech też będzie przesyłanych 25 obrazów na sekundę. Wtedy np. dla systemu 180 — wierszowego, jaki stosuje się w telewizjo-telefonii, otrzymujemy częstotliwość elementową 0,5 MHz. W systemie 441-wierszowym dla telewizjo-radiofonii częstotliwość elementowa jest 2,4 MHz.

Dla ułatwienia zestawiamy niezbędne pasma dla poszczególnych rodzajów telekomunikacji:

Radiofonia	30 ÷ 8000 Hz
Telefonia	300 ÷ 2400 Hz
Telegrafia	0 ÷ 40 Hz
Fototelegrafia	0 ÷ 550 Hz
Telewizja:	
180-wierszowa	0 ÷ 0,5 MHz
441-wierszowa	0 ÷ 2,4 MHz

Przy rozpatrywaniu zagadnień techniki transmisji nie mamy potrzeby wnikać w poszczególne rodzaje telekomunikacji. Wystarczy tylko stwierdzić, czy są przesyłane wszystkie drgania zawarte w pasmie odpowiadającym danemu rodzajowi telekomunikacji. Jakże stąd wynikają wymagania dla urządzeń transmisyjnych, będzie tematem następnego rozdziału.

## 6. ZJAWISKA ZACHODZĄCE PODCZAS TRANSMISJI.

Zostało już stwierdzone, że urządzenie transmisyjne nie powinno mieć wpływu na przesyłaną wiadomość. Warunek ten można wyrazić jeszcze w ten sposób: jeżeli wykonać zdjęcia oscylograficzne przebiegu (napięcia, prądu) na początku i na końcu układu transmisyjnego, to powinny one pokryć się całkowicie. Doświadczenie wykazuje jednak, że wymaganie to nie bywa spełniane. Przeciwnie, obserwujemy, co następuje:

1. Wykres przebiegu na końcu układu wykazuje zmniejszenie wszystkich rzędnych

<sup>8)</sup> Tym bardziej, że przy obrazie ruchomym oko ludzkie jest mniej wrażliwe na brak szczegółów, niż przy obrazie nieruchomym, przyp. tłumacza.

w stosunku do wykresu przebiegu na początku. Amplitudy drgań uległy zatem zmniejszeniu. Zjawisko to nazywamy **tłumieniem**.

2. Wykres przebiegu na końcu układu wykazuje przesunięcie w kierunku rosnącego czasu. To znaczy, że wiadomość przybywa na koniec z pewnym **opóźnieniem**.
3. Kształt krzywej jest zmieniony. Zmiany te pochodzą od **zniekształceń** wywołanych właściwościami układu transmisyjnego.
4. Krzywa wykazuje dodatkowe zmiany nie pochodzące jednak od zniekształceń. Przyczyną ich są **zakłócenia**.

6.1. **TŁUMIENIE.** W torze przewodowym następuje przemiana energii elektrycznej w ciepło w oporach przewodów oraz w przewodności izolacji. Ta przemiana jest równoznaczna z osłabieniem przesyłanej energii elektrycznej. Przy przesyłaniu energii drogą radiową występują również jej straty. Są one związane z **absorbacją** (pochłanianiem) fal elektromagnetycznych oraz z **rozproszeniem** energii, gdyż antena odbiorcza pobiera oczywiście tylko część energii, wysyłanej przez urządzenie nadawcze.

Osłabienie przesyłanej energii nazywamy właśnie **tłumieniem** (**b**). Określa się je stosunkiem mocy początkowej  $P_1$  do mocy końcowej  $P_2$ , albo stosunkiem napięcia początkowego  $U_1$ , do napięcia końcowego  $U_2$ , albo wreszcie stosunkiem odpowiednich prądów. Z rozmaitych względów nie posługujemy się jednak stosunkiem, lecz logarytmem stosunku tych wielkości.

Są w użyciu 2 różne jednostki tłumienia: **neper (N)** i **decybel (db)**. W Europie używa się przeważnie nepera.<sup>9)</sup> Wynik wyrażony w neperach otrzymujemy biorąc logarytm naturalny stosunku, biorąc zaś jego logarytm dziesiętny otrzymujemy wynik w decybelach.

Mianowicie:

$$b = \ln \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{J_1}{J_2} \quad (\text{N})$$

lub

$$b = 20 \lg \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} = 20 \lg \frac{J_1}{J_2} \quad (\text{db}),$$

skąd wynika, że:

$$1 \text{ N} \approx 8,69 \text{ db}.$$

<sup>9)</sup> W W. Brytanii używa się decybel (przyp. tłumacza).

Największe dopuszczalne tłumienie jest określone stosunkiem największego napięcia nadajnika jakie jest możliwe, do najmniejszego napięcia odbiornika.

Napięcie nadajnika w przypadku telegrafii jest określone wielkością baterii nadawczej. W telefonii i radiofonii zależy ono od sprawności elektroakustycznej mikrofonu. Jednak przy pomocy wzmacniacza napięcie to może być prawie dowolnie powiększone. Granicą powiększania napięcia jest względnie na wytrzymałość izolacji oraz warunek, aby nie powodować zakłóceń w innych, sąsiednich torach telefonicznych. Pewną rolę, w szczególności w nadajnikach radiowych, odgrywać też może granica gospodarstwa — aby nie przekraczać pewnej mocy nadajnika.

Napięcie na odbiorniku powinno być na tyle duże, aby odbiornik mógł spełnić swą rolę. Jeśli jest ono za małe, to można albo poprzedzić odbiornik wzmacniaczem, który powiększy odbierane napięcie do właściwej wielkości, albo zabiegać o uczulenie odbiornika. Ale i tu zjawia się niebawem granica naszych możliwości. Nie można bowiem nigdy uniknąć powstawania napięć zakłócających na końcu urządzenia przesyłowego. Aby napięcie zakłócające nie było szkodliwe, powinno ono być odpowiednio mniejsze od napięcia użytecznego. Dopuszczalny stosunek napięcia użytecznego do napięcia zakłócającego jest różny dla różnych rodzajów wiadomości. W ten sposób określone napięcie zakłócające decyduje o wielkości najmniejszego dopuszczalnego napięcia na odbiorniku.

Przyjmując przeciętne wartości napięć zakłócających i opierając się na pomiarach wyrazistości ustalono, że w telefonii tłumienie układu przesyłowego między 2 normalnymi aparatami telefonicznymi nie powinno przekraczać 3,3 N.

Jeśli jednak stosowane aparaty telefoniczne mają inną czułość, niż te, dla których określono powyższą normę, to i tłumienie co najwyżej dopuszczalne powinno przybrać inną wartość.

Okoliczność ta jest właśnie wzięta pod uwagę przy pomiarze tzw. tłumienia porównawczego. Przy tym pomiarze porównuje się dane urządzenie telefoniczne z urządzeniem wzorcowym, tzw. wzorcowym układem telefonicznym, dla którego sprawność nadajnika i sprawność odbiornika są ściśle określone pomiarami fizykalnymi. W ten sposób otrzymana wielkość zawiera w sobie zarówno tłumienie układu przesyłowego, jak i odchylenia sprawności nadajnika i odbiornika od sprawności nadajnika i odbiornika układu wzorcowego.

W technice przewodowej istnieje możliwość kompensowania tłumienia przez stosowanie przekaźników lub wzmacniaków. Przekazniki lub wzmacniaki powinny być rozmieszczane wzdłuż toru telekomunikacyjnego w ten sposób, aby w żadnym punkcie toru napięcie nie mogło być przyczyną zakłóceń w in-

nych torach, oraz aby napięcie nigdzie nie spadało poniżej dopuszczalnego minimum.

6.2. CZAS PRZESYŁANIA. Fala dźwiękowa potrzebuje 3 sekund dla przebycia drogi 1000 metrów. Światło przebywa w ciągu sekundy 300000 km. Z tą samą szybkością rozchodzą się w przestrzeni fale elektromagnetyczne stosowane w technice radiowej. Szybkość fal napięcia i prądu wzdłuż toru przewodowego jest różna dla różnych rodzajów torów, i zawiera się na ogół w granicach od 10000 km/sek. do 300000 km/sek.

Czas przesyłania nie ma większego znaczenia w niektórych rodzajach telekomunikacji. Tak więc nic nie szkodzi, jeśli przesłanie telegramu, obrazu lub programu radiofonicznego wymaga pewnego czasu. Inaczej jest w telefonii. Tu ewentualne opóźnienie spowodowane znacznym czasem przesyłania wpłynęłoby ujemnie na przebieg rozmowy, gdyż abonenci telefoniczni nie są obcy z tym zjawiskiem. To też układy przesyłowe powinny być tak konstruowane, aby ich czas przesyłania nie przekraczał pewnej wartości. Wartość tę określono doświadczalnie na 250 msec.

Również w telewizji może czas przesyłania wpływać zakłócająco, jeśli obraz jest przesyłany jednocześnie z mową. Bowiem jeśli oba tory (telewizyjny i telefoniczny) posiadają różne czasy przesyłania, to obraz i mowa przybývają na koniec torów w różnych chwilach. Jednak małe różnice czasów nie przekraczające 1/5 sekundy można uważać za nieszkodliwe.

Wahania czasu przesyłania w czasie są również niekorzystne. Występują one w torach radiowych. Fale elektromagnetyczne mogą bowiem przebiegać różnymi drogami od nadajnika do odbiornika, a więc posuwać się wzdłuż ziemi (fala przyziemna) lub odbijać się raz lub wiele razy od warstwy Heaviside'a (fala odbita). Ponieważ odbicia te zmieniają się w czasie, przeto zmienia się również czas przesyłania na drodze od nadajnika do odbiornika. Zjawisko to w przypadku telewizji może powodować zniekształcenie obrazu.

Zjawisko opóźnienia nie daje się usunąć środkami technicznymi.<sup>10)</sup> Dlatego też można zapewnić wymagany czas przesyłania jedynie przez właściwy wybór rodzaju toru telekomunikacyjnego.

6.3. ZNIEKSZTAŁCENIA. Jeśli na początku toru telekomunikacyjnego przyłożymy napięcie  $u_1 = U_1 \cdot \cos(2\pi ft)$ , to na końcu toru otrzymamy napięcie  $u_2 = U_2 \cdot \cos(2\pi ft - a)$ ,

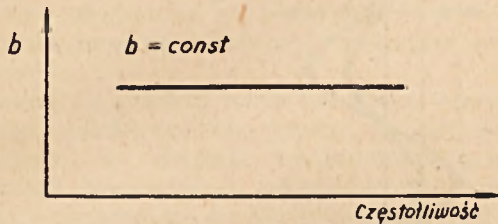
$$\text{gdzie } U_2 = U_1 e^{-b}.$$

Tłumienie  $b$  określa stopień zmniejszenia napięcia końcowego w stosunku do napięcia po-

<sup>10)</sup> Ponieważ nie można wytworzyć ujemnych czasów przesyłania (przyp. tłumacza).

czątkowego. Między tymi 2 napięciami występuje jednak ponadto przesunięcie (fazowe)  $a$ . Zniekształcenia nadawanego przebiegu polegają właśnie na zależności tłumienia  $b$  i przesunięcia  $a$  od częstotliwości lub od przyłożonego napięcia.<sup>11)</sup>

Jeżeli najpierw zwrócimy uwagę tylko na tłumienie  $b$ , to dojdziemy do wniosku, że nadawany przebieg tylko wtedy zachowa swój kształt, gdy wszystkie drgania zostaną zmniejszone w tym samym stosunku. W tym celu jest konieczne, aby  $b$  było niezależne od częstotliwości, rys. 10.



Rys. 10. Warunek braku zniekształceń tłumieniowych.

Jeśli jednak  $b$  jest funkcją częstotliwości, to następuje zniekształcenie tłumieniowe, którego nie zawsze daje się uniknąć. Dlatego też ustalono dopuszczalne granice zniekształceń różne dla różnych rodzajów wiadomości. Tak np. w telefonii uważa się, że prąd o pewnej częstotliwości jest skutecznie przesyłany, jeśli tłumienie dla tej częstotliwości nie przekracza tłumienia dla 800 Hz więcej niż o 1 N. W radiofonii odpowiadającą liczbą jest 0,5 N.

Zniekształcenie tłumieniowe może być usuwane lub co najmniej zmniejszane, przez tzw. korekcję tłumieniową. W tym celu wtrącamy w tor telekomunikacyjny pewien układ zwany korektorem tłumieniowym<sup>12)</sup>, którego tłumienie zmienia się w ten sposób z częstotliwością, iż łączne tłumienie toru i korektora staje się jednakowe dla wszystkich częstotliwości pasma przesyłanego. Wadą tej metody jest to, że całkowite tłumienie ulega przez to zwiększeniu. Istnieje również możliwość nadawania krzywej wzmocnienia wzmacniacza takiego przebiegu, aby zniekształcenia tłumieniowe zostały skompensowane wzmocnieniem.

Przesunięcie  $a$  powoduje, że pewna faza drgania (pewna wartość chwilowa napięcia, czy prądu) przebywa tor w czasie

$$t_f = \frac{a}{\omega},$$

gdzie

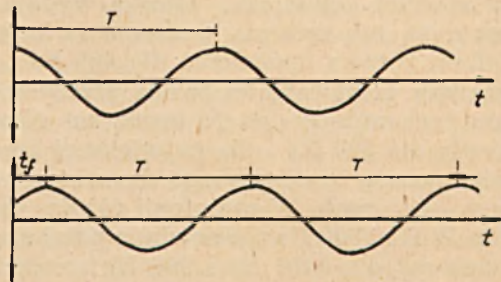
$$\omega = 2\pi f.$$

<sup>11)</sup> W zastosowaniu do przesunięcia  $a$  należałoby powiedzieć ściślej: zniekształcenia polegają na niewłaściwej zależności przesunięcia  $a$  od częstotliwości (przyp. tłumacza).

Czas  $t_f$  nazywamy fazowym czasem przesyłania. Ponieważ jednak w stanie ustalonym (do którego chwilowo ograniczymy się) nie mamy możliwości odróżnić od siebie kolejno następujących jednakowych drgań, przeto fazowy czas przesyłania pozostaje nieokreślony o całkowitą wielokrotność okresu drgania

$$T = \frac{1}{f}, \text{ rys. 11. Dokładne określenie wielkości } t_f$$

nie ma zresztą praktycznego znaczenia ponieważ, jak to już poprzednio stwierdziliśmy, drganie ustalone nie nadaje się do przesyłania wiadomości.



Rys. 11. Opóźnienie fazowe.

Niech będzie dany jakikolwiek przebieg, np. przebieg powstały przez nagłe włączenie drgania sinusoidalnego. Widzieliśmy już, że w takich wypadkach mamy do czynienia nie z jedną częstotliwością drgania ustalonego, lecz z pewnym widmem ciągłym rozciągającym się od 0 do  $\infty$ . Co prawda większość drgań składowych widma odgrywa tu znikomą rolę, to jednak drgania o częstotliwościach leżących w pobliżu częstotliwości drgania ustalonego mają duże znaczenie. Dla tych właśnie drgań można obliczyć ich czas przesyłania. Nazywamy go grupowym czasem przesyłania lub krócej opóźnieniem<sup>13)</sup>.

Z rachunku wynika, że opóźnienie jest

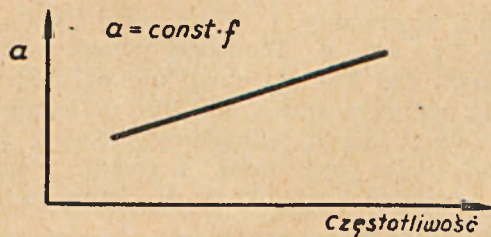
$$t_g = \frac{da}{d\omega}.$$

Jeżeli wszystkie drgania składowe występujące w pewnym przebiegu nieokresowym mają jednocześnie przybyć na koniec toru, to wielkość  $t_g$  musi być niezależna od częstotliwości. Aby jednak warunek ten był zachowany, przesunięcie  $a$  powinno być liniową funkcją częstotliwości, rys. 12.

Jeśli jednak opóźnienie zależy od częstotliwości, to mamy do czynienia ze zniekształceniem opóźnieniowym

<sup>12)</sup> złożony najczęściej z oporów cewek, kondensatorów i ewent. transformatorów (przyp. tłumacza).

<sup>13)</sup> Opóźnienie jest to czas, po jakim energia zawarta w pewnym widmie zostanie przesłana z początku na koniec toru. Innymi słowy, jest to opóźnienie obwiedni danego przebiegu nieustalonego (przyp. tłumacza).



Rys. 12. Warunek braku zniekształceń opóźnieniowych.

(zniekształceniem fazowym). W mowie uwydatnia się ono w ten sposób, że drgania należące do pewnej zgłoski przybywają do odbiornika w różnych chwilach. Głoska wydaje się rozszczepiona lub sprawia wrażenie świergotu. W telefonii różnica opóźnienia dla 800 Hz i dla najmniejszej częstotliwości pasma przesyłanego powinna być mniejsza od 10 msek, zaś różnica opóźnienia dla 800 Hz i dla największej częstotliwości pasma przesyłanego powinna być mniejsza od 5 msek. W radiofonii różnica opóźnień dla 30 Hz i 800 Hz nie powinna przekraczać 200 msek zaś dla 8000 Hz i 800 Hz musi być mniejsza od 10 msek.

Przesyłanie obrazu wymaga dużej zgodności opóźnień w całym zakresie częstotliwości przesyłanych.

Zniekształcenie opóźnieniowe rośnie ze wzrostem długości toru. Może ono zatem stanowić ograniczenie zasięgu.

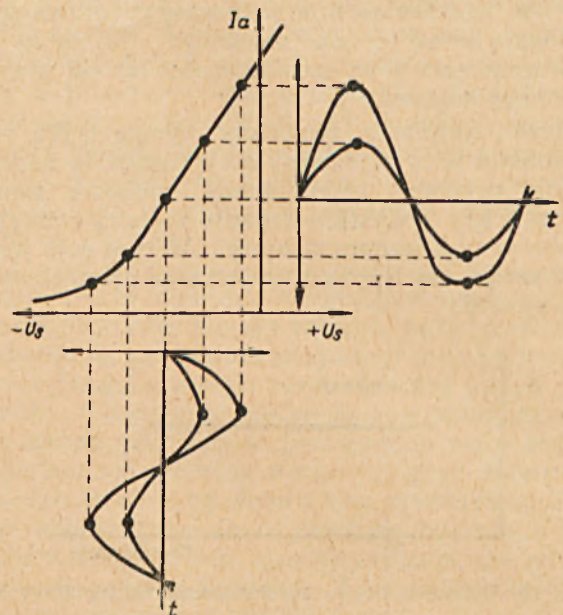
Zniekształcenie opóźnieniowe może być usunięte przy pomocy korektorów fazowych. Korektor fazowy wytwarza opóźnienie zmieniające się z częstotliwością w sposób odwrotny niż opóźnienie toru. Dzięki temu łączne opóźnienie toru i korektora staje się prawie niezależne od częstotliwości. Oczywiście powoduje to powiększenie całkowitego opóźnienia. Dlatego dąży się do zmniejszania zniekształceń fazowych również innym sposobem, a mianowicie przez odpowiednią budowę toru.

W dotychczasowych rozważaniach zakładaliśmy istnienie proporcjonalności między napięciem wejściowym, a napięciem wyjściowym toru. Jeśli więc pewnemu napięciu wejściowemu odpowiada pewne napięcie wyjściowe, to napięciu wyjściowemu np. 2 lub 3 razy większemu odpowiada tyleż razy większe napięcie wyjściowe. Oznacza to, że w zależności

$$U_2 = U_1 \cdot e^{-b}$$

wielkość  $e^{-b}$  jest niezależna od  $U_1$ . Założenie takie w rzeczywistości nie zawsze bywa spełnione. Przeciwnie, nieraz stwierdzamy, że  $e^{-b}$  a więc i  $b$  mniej lub więcej zależy od napięcia wejściowego  $U_1$ . Zjawisko to jest wywołane zachowaniem się niektórych członów urządzenia telekomunikacyjnego jak cewki i transformatory rdzeniowe, wzmacniaki, a przede wszystkim mikrofony węglowe stosowane w telefonii.

Objasnimy ten rodzaj zniekształceń na przykładzie lampy wzmacniającej.



Rys. 13. Zniekształcenia nieliniowe w lampie wzmacniającej.

Działanie lampy wzmacniającej można wyrazić zależnością prądu anodowego od napięcia siatki. Charakterystyki te są prostolinijne w określonym zakresie napięć siatki, rys. 13. Sinusoidalne napięcie siatki wywoła zatem sinusoidalny prąd w obwodzie anodowym. Przy zbyt dużych napięciach siatki wykraczamy jednak poza prostolinijną część charakterystyki. Wobec tego prąd anodowy nie może już mieć przebiegu sinusoidalnego. Przebieg ten jest co prawda nadal okresowy, jednak jest zniekształcony. Analiza Fouriera wykazuje, że w prądzie anodowym powstają wtedy składowe o częstotliwościach  $2f, 3f, \dots$  (ogólnie:  $nf$ ), jeśli  $f$  oznacza częstotliwość napięcia przyłożonego do siatki. Drgania te zwane *harmonicznymi* wywołują wrażenie zmiany barwy mowy lub muzyki, co jest szczególnie przykre w wypadku radiofonii. Drgania harmoniczne powodują również zmniejszenie, aczkolwiek niewielkie, zrozumiałości. Zniekształcenie związane z powstawaniem harmonicznych nazywamy *zniekształceniem nieliniowym*, gdyż jest ono wywołane zakrzywieniem charakterystyki. Miarą wielkości zniekształcenia nieliniowego jest *spółczynnik zawartości harmonicznych*.

Jeżeli do siatki lampy przyłożymy 2 napięcia zmienne o częstotliwościach  $Hf_1$  i  $Hf_2$ , to wówczas powstaną nie tylko harmoniczne  $mf_1$  i  $nf_2$ , lecz również tzw. *drgania (tony) kombinowane* o częstotliwościach  $mf_1 \pm \pm nf_2$ . Szczególnie dokuczliwe jest drganie o częstotliwości  $f_1 - f_2$ . Określamy je tzw.

spółczynnikiem tonu różnicowego.

Zniekształcenie nieliniowe powoduje ponadto szkodliwe zjawisko trzepotania. Wskutek wzajemnego oddziaływania drgań (modulacji) tłumienie jednego drgania w wypadku obecności drugiego drgania ulega zmianie w takt tego drugiego drgania. Zjawisko trzepotania jest najczęściej obserwowane w telefonii, gdy tor telefoniczny służy jednocześnie do telegrafii podakustycznej.

Podobne zjawisko spotykamy w radiokomunikacji jako zjawisko Luxemburga. Polega ono na tym, że modulację pewnego nadajnika odbieramy na obcej fali. Zjawisko to przypisujemy nieliniowym przebiegom w jonosferze<sup>14</sup>).

Jeżeli na jednym torze tworzymy szereg kanałów telekomunikacyjnych metodą prądów nośnych, to drgania kombinowane powstałe wskutek zniekształceń nieliniowych w jednym kanale przedostają się do innych kanałów i wywołują w nich zakłócenia, które nazywamy przesłuchem nieliniowym.

Na ogół zniekształcenia nieliniowe są bardzo przykre, jeśli zważyć, że wywołują one różnorakie szkodliwe efekty. Zniekształcenie, które już raz powstało, nie daje się usunąć, gdyż nie ma możliwości oddzielenia drgań zakłócenio- wych od drgań użytecznych. Dlatego też należy przedsięwziąć środki zmniejszające możliwość powstawania tego rodzaju zniekształceń.

W cewkach i transformatorach należy stosować w tym celu żelazo o małych stratach na hysterezę. Charakterystyki lamp wzmacniających powinny w zakresie pracy możliwie zbliżyć się do linii prostych. Jeżeli zachodzi potrzeba, charakterystyki lamp powinny być „prostowane“ przy pomocy specjalnych środków (obciążanie oporem większym od oporu dopasowania, połączenie kaskadowe, sprzężenie zwrotne). Chwilowe przesterowanie lamp mogą być usuwane ogranicznikami amplitud, które „obcinają“ szczyty napięć występujące od czasu do czasu. W telefonii można zmniejszać

szczyty napięć do  $\frac{1}{10}$  ich poprzedniej wartości nie wywołując tym znaczniejszego spadku wyrazistości.

**6.4. ZAKŁÓCENIA.** Wykazaliśmy poprzednio, że zniekształcenia nieliniowe są szkodliwe jako, że polegają one na powstawaniu zespołu prądów o częstotliwościach, których nie było w przebiegu pierwotnym. Podobny zespół prądów szkodliwych może być jednak wywołany i różnymi innymi przyczynami, np. mającym swe źródło zewnątrz urządzeń telekomunikacyjnych. Mamy wtedy

do czynienia z zakłóceniami. Powstawanie tych prądów jest dlatego jak najbardziej niepożądane, iż raz powstałe, nie dają się już oddzielić od użytecznych prądów telekomunikacyjnych. Dlatego też przyczyny zakłóceń powinny być usuwane u źródła. Tak więc w telefonii szum sali wywołuje w mikrofonie pewne napięcie zakłócające. Przenikanie szumu sali do mikrofonu jest co prawda nieco zmniejszone działaniem osłaniającym głowy. Jednakże w szczególnie hałaśliwych pomieszczeniach należy dla zmniejszenia szumu stosować specjalne kabiny.

W mikrofonach węglowych prąd zasilający wywołuje napięcie zakłócające wskutek zmian oporów przejścia między poszczególnymi cząstkami węgla.

We wzmacniaczach przyczyną zakłóceń są drgania mechaniczne lamp, które wywołują mikrofonowanie lampy. To też lampy należy konstruować na tyle stabilnie, aby nie były one wrażliwe na wstrząsy, ewentualnie należy chronić je przed wstrząsami przy pomocy podstawek sprężynujących lub gumowych kołpaków ochronnych.

Napięcia zakłócające mogą też powstawać we wzmacniaczach od harmonicznego prądu zasilającego. Można je usuwać przy pomocy specjalnych filtrów.

Oddziaływanie zakłóceń na linie telekomunikacyjne może się odbywać galwanicznie, pojemnościowo lub indukcyjnie. Pochodzi ono przede wszystkim od urządzeń elektroenergetycznych (urządzeń prądu silnego). Chociaż urządzenia te są b. słabo sprzężone z urządzeniami telekomunikacyjnymi, to jednak wskutek dużego stosunku mocy prądów energetycznych ( $\sim 10^8$ W) do mocy prądów telekomunikacyjnych ( $10^{-4}$  ÷  $10^{-2}$ W) mogą one spowodować znaczne działania zakłócające. Nikły ułamek mocy prądów energetycznych może więc wywołać pokaźne zakłócenia w obwodach urządzeń telekomunikacyjnych.

Mimo znacznie mniejszej mocy zakłócającej obwody telekomunikacyjne doznają zakłóceń ze strony innych sąsiadujących obwodów telekomunikacyjnych, a to wskutek znacznie silniejszego sprzężenia. Zjawisko to znane jest pod nazwą przesłuch u.

Zakłócenia, pochodzące od prądów energetycznych, oraz przesłuchy mogą być usunięte lub w znacznym stopniu zmniejszone, przez usunięcie ich przyczyn. Tak więc można w tym celu zwiększać odległości między oddziaływanymi na siebie obwodami, lub je od siebie ekranować. Można również usuwać (zmniejszać) zakłócenia stosując przeciw sprzężenie (przeplatanie, symetryzacja).

W technice bezprzewodowej występują w wybitnym stopniu zakłócenia atmosferyczne.

<sup>14</sup>) Nie ma dotąd całkowitej pewności co do pochodzenia zjawiska Luxemburga, przyp. tłumacza.

Przy dużym wzmocnieniu występuje szum lamp, ponieważ prąd anodowy wskutek rozkładania się ładunku na poszczególne elektrony nie jest ciągły. Przez odpowiedni dobór elementów wzmacniacza można zmniejszyć szkodliwe działanie szumu lamp.

Wskutek ruchów termicznych elektronów swobodnych w metalu powstaje szum termiczny. Jego natężenie zależy od szerokości pasma przesyłanego i temperatury oporu. Podczas gdy wszystkie inne przyczyny zakłóceń mogą być zmniejszone przy pomocy takich lub innych środków technicznych, to szum termiczny stanowi pewną naturalną granicę, która nie pozwala nam zmniejszyć napięcia użytecznego poniżej pewnej wartości. Chociaż jest ona bardzo mała, to jednak w niektórych wypadkach napięcie użyteczne może obniżyć się do tej wartości. Sytuacja taka zachodzi na długich torach telekomunikacyjnych (np. w kablach morskich).

Obok zakłóceń pochodzących z obcych źródeł należy jeszcze wymienić zakłócenia własne. Pochodzą one od prądów telekomunikacyjnych. Do nich należy przede wszystkim zaliczyć omówione już zakłócenie od zniekształceń nieliniowych.

Zakłócenia mogą być również wywołane zjawiskiem odbicia. Odbicia występują w punktach połączeń torów o różnych właściwościach. W technice przewodowej właściwością torów decydującą o odbiciu jest ich opór falowy. Mianowicie, odbicie występuje wtedy, gdy zostają połączone ze sobą tory o różnych oporach falowych lub, gdy tor o pewnym oporze falowym został obciążony oporem odbiornika nierównym oporowi falowemu toru. Przy jednokrotnym odbiciu powstaje zjawisko echa powracającego do mówiącego, które mu przeszkadza. Przy dwukrotnym odbiciu powstaje ponadto echo biegnące ku słuchającemu i utrudniające mu zrozumienie. Najczęściej występuje jednak echo wielokrotnie. Tak więc „strumieniowi prądów użytecznych“ towarzyszy biegnący w tym samym kierunku „strumień zakłóceń echowych“. Jest to wspomniany strumień; nakłada się on na strumień użyteczny. Prócz niego istnieje jeszcze przeciwny strumień biegnący ku mówiącemu. Po ustaniu strumienia użytecznego oba strumienie zakłóceń dają się zauważyć w postaci tzw. pogłosu. Zjawisko echa jak również współ- i przeciwstrumień dają się usunąć przez dopasowanie oporów falowych oraz oporów falowych i oporów roboczych. Dopasowanie może być polepszone, a czasami nawet wręcz umożliwione przez użycie transformatorów.

Wpływ zakłóceń na różne rodzaje telekomunikacji jest rozmaity. W związku z tym rozmaite są wymagania co do stosunku napięcia zakłóceń do napięcia użytecznego.

W telegrafii napięcia zakłócające wywołują fałszywe znaki. Aby tego uniknąć, należy w wypadku silnych zakłóceń zmniejszać szybkość telegrafowania. W każdym bądź razie stosunek amplitudy zakłócenia do amplitudy użytecznej równy 1 : 10 jest jeszcze dopuszczalny.

W telefonii zakłócenia wywołują spadek zrozumiałości. Ponieważ zarówno ucho, jak i słuchawka posiadają różną czułość dla różnych częstotliwości, przeto napięcia zakłócające powinny być oceniane wg ich stopnia szkodliwości. To skorygowane napięcie zakłócające nazywane jest napięciem szumów<sup>15)</sup>. Nie powinno ono przekraczać 1/400 wartości szczytowych napięcia użytecznego.

Radiofonia jest znacznie bardziej niż telefonia wrażliwa na zakłócenia, gdyż szum nie powinien przeszkadzać nawet w chwilach pauzy, zarówno podczas mowy, jak i podczas muzyki. Dlatego też stosunek 1 : 1000 między napięciem szumów, a napięciem użytecznym jest uważany tu za co najwyżej dopuszczalny.

W fototelegrafii i telewizji zakłócenia zniekształcają obraz. Wymaga się tu, aby stosunek 1 : 100 nie był przekraczany.

Przy pomocy różnych środków technicznych można zmniejszać zakłócenia aż do ich granicy naturalnej związanej ze zjawiskiem termicznym. Jeżeli jednak koszty tych środków technicznych mają się zawierać w gospodarczo uzasadnionych granicach, to należy się liczyć z pewną pozostałością zakłóceń. Z drugiej strony widzieliśmy, że każdy rodzaj wiadomości wymaga zachowania określonego odstępu od zakłóceń, stosownie do swej wrażliwości na zakłócenia. Tym samym zostają przesądzone najmniejsze napięcia, jakie mogą być poprawnie przeniesione. Widzieliśmy jednak poprzednio, że istnieje również górna granica napięć użytecznych, a to ze względu na lampy i transformatory.

Górna i dolna granica napięcia użytecznego określają łącznie rozpiętość amplitud, jaka jest możliwa dla danego rodzaju telekomunikacji. Nie zawsze odpowiada ona naturalnej rozpiętości amplitud dla danego rodzaju wiadomości. Tak więc chociaż w muzyce występują na ogół stosunki ciśnienia rzędu 1 : 100 000, a podczas określonej produkcji muzycznej np. podczas koncertu symfonicznego są one rzędu 1 : 10 000, to jednak tory radiofoniczne przewodowe mogą w najlepszym wypadku przenosić przebiegi o stosunku 1 : 100 między najmniejszym, a największym napięciem użytecznym. Stosunek ten w radiofonii bezprzewodowej jest jeszcze mniejszy.

Z tych powodów staje się konieczna kompresja stosunku amplitud czyli tzw. dynamiki na początku toru telekomunikacyjnego. Kom-

<sup>15)</sup> lub napięciem psfometrycznym (przyp. tłumacza).



presję albo wykonuje się ręcznie, albo przy pomocy automatycznych kompresorów. W zasadzie przy odbiorze konieczna byłaby czynność odwrotna, czyli dekompresja. W praktyce wykonuje się ją jednak nader rzadko.

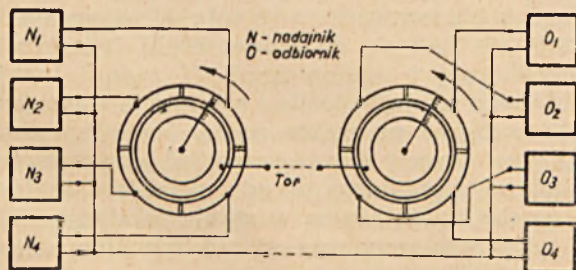
W telefonii środki takie w zasadzie nie są potrzebne. W wypadkach szczególnych korzysta się z obcinania szczytów napięć przy pomocy ograniczników amplitudy, o których już była mowa. Kompresory i dekompresory stosuje się w telefonii tylko wyjątkowo, mianowicie wtedy, gdy odstęp między największym, a najmniejszym napięciem jest zbyt mały. Ma to np. miejsce w radiotelefonii, gdzie należy się liczyć ze znacznymi zakłóceniami atmosferycznymi.<sup>16)</sup>

Również przy przesyłaniu obrazów zachodzi konieczność zmniejszania dynamiki. Zmniejszenie to nie jest jednak posunięte dalej, niż to ma miejsce w fotografii. Bowiem również w fotografii nie udaje się odtworzyć rzeczywistego stosunku jasności poszczególnych punktów obrazu.

## 7. WIELOKROTNE WYKORZYSTANIE TORÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH.

Najbardziej kosztowną częścią telekomunikacyjnego urządzenia przewodowego jest jego część liniowa. W związku z tym od dawna czyniono wysiłki w celu potania części liniowej przez wielokrotne wykorzystanie torów.

W telegrafii wielokrotnej działającej na zasadzie przełączania, np. w znanym systemie Baudot'a, znaki należące do różnych połączeń telegraficznych są kolejno przesyłane przez tor. Nadajniki poszczególnych połączeń są kolejno włączane do toru za pośrednictwem specjalnego przełącznika obrotowego — rozdzielacza, rys. 14. Po stronie odbiorczej analogiczny rozdzielacz dołącza do toru kolejno

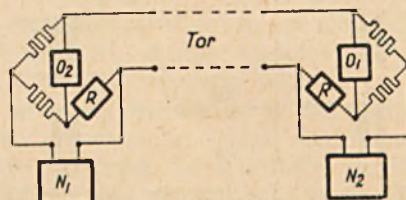


Rys. 14. Telegrafia wielokrotna przez przełączanie.

odpowiednie odbiorniki. Aby przełączanie zachodziło we właściwych momentach, oba rozdzielacze powinny biec synchronicznie i ze zgodną fazą.

<sup>16)</sup> W ostatnich czasach zastosowano kompresję i dekompresję na telefonicznych kablach podmorskich w celu powiększenia zasięgu, jaki można uzyskać bez wzmacniaków; (przyp. tłumacza).

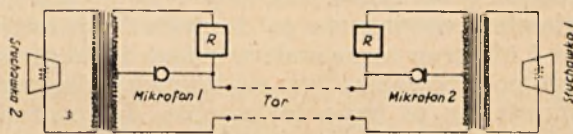
Istnieje możliwość wykorzystania jednego i tego samego toru do jednoczesnej pracy w obu kierunkach. W tym celu włącza się na obu koń-



Rys. 15. Układ telegraficzny dwukierunkowy.

cach toru mostki rys. 15. Ramionami mostka są tu: 2 jednakowe opory, tor oraz dwojnik, którego opór  $R$  powinien być równy oporowi wejściowemu toru. Mostek taki jest więc w równowadze. Wskutek tego napięcie nadajnika występujące na jednej przekątnej nie wywoła żadnego napięcia na drugiej przekątnej, a więc w lokalnym odbiorniku. Inne, lecz oparte na tej samej zasadzie, rozwiązanie polega na zastąpieniu 2 jednakowych oporów mostka przez połowiki uzwojenia przekątnika różnicowego.

Również w telefonii korzysta się stale z podobnego układu dwukierunkowego; istotną jego częścią jest tu transformator z wyprowadzonym na zewnątrz środkiem jednego z uzwojeń, rys. 16. Układ taki pozwala zmniejszyć sły s z e-

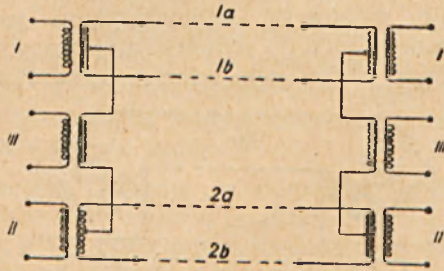


Rys. 16. Układ telefoniczny dwukierunkowy.

nie zwrotne (efekt lokalny) wywołane tym, że prąd mikrofonowy, ewent. jego część płynie przez własną słuchawkę. Słyszenie zwrotne może w pewnych warunkach przekształcić się w samowzbudzenie drgań. Opór  $R$  powinien, jak poprzednio, przynajmniej w przybliżeniu być zgodnym z oporem wejściowym toru<sup>17)</sup>. Tak więc układy dwukierunkowe pozwalają na podwojenie stopnia wykorzystania toru. Nadają się one w zasadzie dla wszelkich rodzajów telekomunikacji.

Inną możliwość wielokrotnego wykorzystania dają tzw. tor y p o c h o d n e. Najczęstszym zastosowaniem tego sposobu jest tworzenie toru pochodnego z 2 t o r ó w m a c i e r z y s t y c h przy pomocy transformatorów, których jedno z uzwojeń posiada środek wyprowadzony na zewnątrz, rys. 17. Prąd toru pochodnego rozdziela się zatem z jednej strony na przewody 1a i 1b, z drugiej zaś strony — na przewody 2a i 2b.

<sup>17)</sup> Dla wszystkich częstotliwości pasma przesyłanego, przyp. tłumacza.

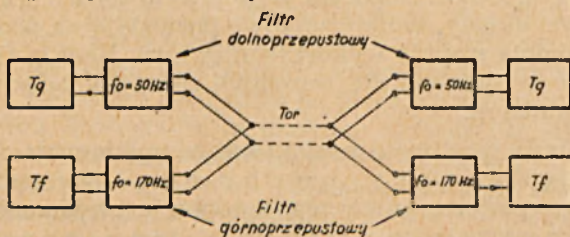


Rys. 17. 2 torы macierzyste i tor pochodny.

Jeśli tylko prądy płynące w przewodach 1a i 1b, ewent. w przewodach 2a i 2b, są sobie równe, to nie występuje oddziaływanie toru pochodnego na torы macierzyste, i odwrotnie. W tym celu oba przewody toru macierzystego powinny być względem siebie symetryczne, co osiąga się przez skrupulatne splecenie ich ze sobą. Ponieważ sposób ten pozwala uzyskać 1 nowy tor przy pomocy 2 dotychczasowych, przeto powiększa on ogólną ilość torów linii o 50%.

Postępowanie takie może być kontynuowane w celu uzyskania 1 toru d w u p o c h o d n é g o przy pomocy 2 torów pochodnych, następnie 1 toru t r ó j p o c h o d n e g o przy pomocy 2 torów dwupochodnych itd. Zysk na ilości torów przy tworzeniu torów dwupochodnych wynosi 25%, zaś przy tworzeniu torów trójpochodnych już tylko 12,5%. Tak więc zysk ten maleje. Natomiast wymagania co do symetrii przewodów i ich grup rosną stale w miarę dalszego takiego postępowania. Tym się tłumaczy, dlaczego korzysta się co najwyżej z torów dwupochodnych. Wielokrotne wykorzystanie przez tworzenie torów pochodnych może być również, jak i poprzednie metody, zastosowane w różnych rodzajach telekomunikacji.

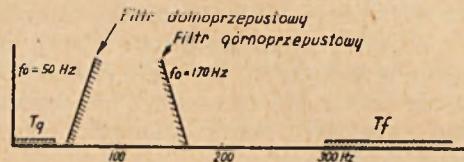
Fakt, że telegrafia i telefonia korzystają z różnych pasm, umożliwił wykorzystanie toru przeznaczanego w zasadzie dla telefonii do tzw. telegrafii podakustycznej. Rys. 18 podaje zasadniczy schemat układu. Prądy



Rys. 18. Schemat blokowy telegrafii podakustycznej.

telegraficzne wychodzące z nadajnika przechodzą przez filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości granicznej ok. 50 Hz. Dzięki niemu wszystkie prądy składowe widma telegraficznego, których przesyłanie jest niepotrzebne, zostają przez filtr zatrzymane. Na tor wydostają się zatem jedynie prądy składowe o częstotliwościach nie przekra-

czających mniej więcej 40 Hz, a więc niezbędne do odtworzenia znaku. Prądy wychodzące z aparatu telefonicznego przechodzą przez filtr górnooprzepustowy o częstotliwości granicznej ok. 170 Hz, który zatrzymuje prądy składowe nie mające wpływu na zrozumiałość, przepuszczając wszystkie ważne dla telefonii prądy składowe powyżej 300 Hz, rys. 19. Na drugim końcu toru oba pasma zostają znowu rozdzielone przy pomocy układu analogicznych filtrów i doprowadzone do właściwych aparatów. Zespół filtrów służący do rozdzielania ewent. łączenia pasm nazywa się z w r o t n i c ą e l e k t r y c z n ą. W ten sposób zwrotnice elektryczne pozwalają wykorzystać tor dwukrotnie, czyli jak mówimy, zrealizować na nim 2 niezależnie od siebie pracujące k a n a ł y telekomunikacyjne.



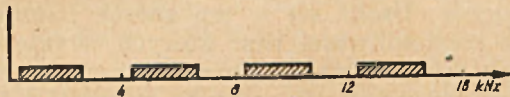
Rys. 19. Rozkład widm w systemie telegrafii podakustycznej.

W przeciwieństwie do metod poprzednio podanych ostatnia metoda może być stosowana jedynie dla r ó z n y c h rodzajów telekomunikacji i tylko wtedy, gdy możemy na tyle zwięzić pasma przesyłane obu kanałów, że nie będą one posiadały żadnej wspólnej częstotliwości. Co więcej, między obu pasmami powinna być pozostawiona na tyle szeroka strefa przejściowa, aby można było zbudować zwrotnicę elektryczną, która zagwarantuje to, że oba urządzenie (np. telefoniczne i telegraficzne) nie będą na siebie nawzajem oddziaływały.

Jeżeli zwrócimy uwagę na zestawienie pasm niezbędnych dla różnych rodzajów telekomunikacji, podane na końcu 5, to zobaczymy, że metoda z zastosowaniem zwrotnic elektrycznych nadaje się jedynie do jednoczesnej transmisji telegraficznej i telefonicznej. W żadnej innej kombinacji nie jest możliwe spełnienie warunku niezachodzenia na siebie pasm. Jedynie tylko prąd wywoławczy można przesyłać jednocześnie z prądami telefonicznymi, gdyż prąd taki, mając np. częstotliwość równą w stanie ustalonym 25 Hz, wytwarza przy przesyłaniu sygnałów widmo zawierające się w wąskim pasmie dokoła 25 Hz.

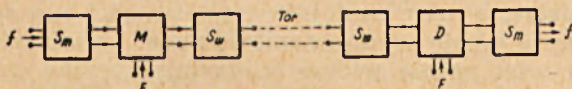
Gdyby okazało się możliwe jakimkolwiek sposobem zmienić położenie widma, a więc przesunąć dane widmo do innego zakresu częstotliwości, to upadłyby ograniczenia w zastosowaniu zwrotnic. Ta właśnie idea została zrealizowana w systemie wielokrotnego wykorzystania w p r e s u w a n i e m w i d m a, t.j. w systemie z modulacją i demulacją prądów nośnych.

Przesuńmy zatem pewne widmo z jego położenia naturalnego przy pomocy przesuwnika widma do takiego położenia, aby stało się możliwe oddzielenie przesuniętego widma przy pomocy zwrotnicy elektrycznej od innego, znajdującego się w swym naturalnym położeniu. Jeżeli się to uda, to powinno się udać również przesuwanie wielu widm różnych źródeł w ten sposób, aby po przesunięciu każde widmo znalazło się w innym pasmie. Umożliwi to nam „wyłowienie“ widma przynależnego do pewnego źródła z zespołu widm przy pomocy odpowiedniego filtru środkowo - przepustowego. Poszczególne widma powinny zatem po przesunięciu zająć takie położenie na skali częstotliwości, aby między „sąsiednimi“ widmami powstały strefy przejściowe, któreby umożliwiły oddzielenie od siebie poszczególnych widm przy pomocy filtrów. Rys. 20 przedstawia właśnie



Rys. 20. Rozmieszczanie widm telefonicznych.

4 widma telefoniczne (1 naturalne i 3 nośne<sup>18)</sup>) poprawnie rozmieszczone. Wszystkie te widma mogą być przesyłane wspólnie tym samym torze telekomunikacyjnym. Na końcu toru zostaną one rozdzielone przy pomocy zwrotnicy i skierowane do odbiorników. Tam musi jednak przede wszystkim nastąpić przesunięcie widma do jego naturalnego położenia, co się znowu odbywa przy pomocy przesuwnika widma. Dopiero wtedy widmo zajmujące swe normalne położenie jest kierowane do odbiornika. W ten sposób urządzenia zainstalowane na pewnym torze pozwolą uzyskać na nim szereg niezależnie od siebie pracujących kanałów telekomunikacyjnych.

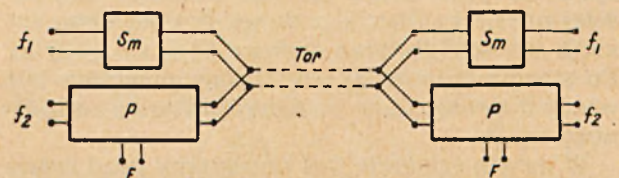


Rys. 21. Schemat blokowy 1 kanału.

Rys. 21 przedstawia schemat blokowy urządzeń składających się na 1 kanał. Najpierw widmo telekomunikacyjne o częstotliwościach  $f$  zostaje ograniczone filtrem  $S_m$  do żądanej szerokości. Następnie zostaje ono przesunięte w modulatorze  $M$ . O tym jak daleko (na skali częstotliwości) zostanie przesunięte widmo decyduje częstotliwość  $F$  prądu nośnego zasilającego modulator. Ponieważ jednak modulator wytwarza zwykle prócz pożądanego widma również widma dodatkowe, zbyteczne dla działania urządzenia, przeto następny z kolei filtr środkowoprzepustowy  $S_w$  o pasmie przepuszczanym położonym w sąsiedztwie częstotliwości

ści  $F$  powinien „wyłowić“ pożądanego widmo. Oba filtry  $S_m$  i  $S_w$  łącznie z modulatorem  $M$  tworzą zespół zwany właśnie przesuwnikiem widma. Przesuwnik widma stacji odbiorczej jest w zasadzie zbudowany analogicznie. Przy pomocy filtru  $S_w$  zostaje najpierw wyłownione pożądanego widmo z całego zespołu prądów płynących w torze. Następnie w demodulatorze  $D$  widmo to powraca do swego naturalnego położenia. W tym celu demodulator powinien być zasilany prądem nośnym o częstotliwości  $F$ . W filtrze  $S_m$  wiadomo zostaje oczyszczone ze wszystkich niepożądanych prądów składowych, jakie powstają na skutek demodulacji.

Rys. 22 przedstawia schemat blokowy urządzenia realizującego 2 kanały na 1 torze, przy czym oba kanały służą dla tego samego rodzaju



Rys. 22. Schemat blokowy 2 kanałów na 1 torze.

telekomunikacji, np. oba są kanałami telefonicznymi. W kanale 1 widmo telefoniczne nie podlega przesuwaniu, jest to zatem kanał naturalny. Potrzebne są tu jedynie filtry  $S_m$ . W kanale 2 odbywa się przesuwanie widma, do czego służą przesuwniki  $F$ .

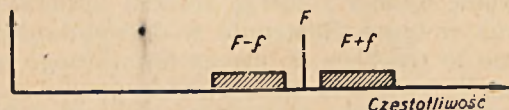
System prądów nośnych korzysta, jak widzimy, w dużym stopniu z filtrów elektrycznych. Wymagania stawiane filtrom są nieraz b. wysokie. Doprowadziło to do silnego rozwoju techniki filtrowej.

Schemat przedstawiony na rys. 21 może być w zasadzie stosowany we wszelkich rodzajach telekomunikacji. W szczególnych wypadkach jednak mogą być w nim pominięte niektóre jego człony. Tak np. czasami może być brak filtra  $S_m$  na początku. Zachodzi to wtedy, gdy aparat nadawczy dostarcza widmo ograniczone do właściwego zakresu. Jeżeli natomiast brak jest filtra  $S_w$  na końcu, to znaczy to, że rolę tego filtra bierze na siebie aparat odbiorczy.

Modulacja i demodulacja odbywa się przy pomocy urządzeń detekcyjnych. Urządzenia te mogą być zbudowane przy użyciu lamp elektronowych lub prostowników stykowych. Działanie urządzenia jest scharakteryzowane zależnością między przyłożonym napięciem, a odbieranym prądem. Odpowiednio do rodzaju tej zależności odróżniamy detekcję liniową od detekcji kwadratowej. Modulacja i demodulacja polegają zawsze na wytwarzaniu prądów o nowych częstotliwościach powstających na skutek celowego zniekształcania nieliniowego prądów doprowadzanych.

<sup>18)</sup> t.j. uzyskane przez modulację prądów nośnych.

Podczas modulacji powstaje z prądu nośnego o częstotliwości  $F$  i z widma o częstotliwościach  $f$  przede wszystkim prąd o częstotliwości  $F$  oraz tzw. wstęgi o częstotliwościach  $F + f$  (wstęga górna) i  $F - f$  (wstęga dolna), rys. 23. W dotychczas opisywanych systemach korzystano z jed-



Rys. 23. Prąd nośny i wstęgi (dolna i górna).

nej tylko wstęgi przez wyłowienie jej przy pomocy filtru. Jest to tzw. modulacja jednokanałowa. Oczywiście, można korzystać zarówno z dolnej, jak i z górnej wstęgi. W tym systemie prąd nośny zostaje usunięty najczęściej nie przez filtr, lecz drogą pewnej kompensacji w modulatorze precyzyjnym. Po stronie odbiorczej prąd nośny powinien być wtedy doprowadzony do demodulatora z oddzielnego źródła.

W innym systemie jest przesyłany prąd nośny oraz obie wstęgi. Mamy wtedy do czynienia z modulacją dwukanałową. System ten stosuje się wtedy, gdy oddzielenie od siebie obydwu wstęg jest utrudnione. Sytuacja taka zachodzi, gdy widmo prądów telekomunikacyjnych rozpoczyna się od częstotliwości zerowej lub prawie od tej częstotliwości, tak się dzieje np. w telegrafii. Ponadto okazuje się, że w modulacji jednowstęgowej występuje większe zniekształcenie nieliniowe, niż w modulacji dwuwstęgowej. Dlatego więc w radiofonii przesyła się z zasady obie wstęgi, podczas gdy w telefonii wystarcza przesyłanie jednej wstęgi.

Jeżeli prąd nośny zostaje tłumiony po stronie nadawczej, to musi on być doprowadzony z miejscowego źródła po stronie odbiorczej. W tym wypadku jednak trudno jest uniknąć pewnych różnic między częstotliwościami prądów nośnych na obu stacjach. Te różnice wywołują dodatkowe zniekształcenia. Małe różnice nieprzekraczające  $\pm 15$  Hz nie mają praktycznego znaczenia, jeśli chodzi o telefonię. Natomiast w radiofonii są one zauważalne.

Aby więc w wypadku przewodowej transmisji radiofonicznej uniknąć odtwarzania prądu nośnego na stacji odbiorczej, przesyła się prąd nośny nie tłumiąc go po stronie nadawczej.

W telegraficznych systemach nośnych, a więc w tzw. telegrafii wielokrotnej, telegrafii nadakustycznej oraz w radiotelegrafii nie znajdujemy specjalnych urządzeń modulujących i demodulujących opartych na detekcji. Znaki telegraficzne wytwarza się tu prosto przez za-

mykanie i przerywanie obwodu prądu nośnego czyli tzw. „kluczowanie“. Można jednak wykażać, że kluczowanie jest równoważne modulacji, gdyż powoduje ono również powstawanie wstęg modulacyjnych obok prądu nośnego.

System prądów nośnych stosuje się nie tylko wtedy, gdy zależy na wielokrotnym wykorzystaniu toru. Korzysta się z niego również, jeżeli okazuje się, że zastosowanie tego systemu przyniesie pewne korzyści, np. mniejszy zniekształcenia tłumieniowe lub opóźnieniowe. Również musimy go stosować, jeśli mamy do dyspozycji kanał, którego pasmo przepuszczane nie pokrywa się z widmem prądów, które musimy przemieścić. Tak więc np. widmo prądów fototelegraficznych mieszczące się w zakresie od 0 do 550 Hz przesyła się systemem prądów nośnych w pasmie od 750 do 1850 Hz (modulacja dwuwstęgowa) wykorzystując do tego celu kanał telefoniczny. Unika się w ten sposób najmniejszych częstotliwości, przy których zwykle występują znaczne zniekształcenia. Również z tych samych powodów nie przesyła się prądów telewizyjnych w postaci ich naturalnego widma np. od 0 do 2,4 MHz, lecz jako np. dolną wstęgę prądu nośnego o częstotliwości 4 MHz. Dopiero po takiej modulacji wprowadza się prądy telewizyjne na parę współosiową kabla dalekosiędnego.

Jeżeli na zakończenie rozpatrzmy możliwości techniki bezprzewodowej, to stwierdzimy, że bez zastosowania modulacji prądów nośnych nie byłoby w ogóle możliwe wykorzystanie fal elektromagnetycznych. Zdolność fal elektromagnetycznych do przekazywania energii jest tym większa, im mniejsza jest długość fali, a więc im większa jest częstotliwość. Dlatego właśnie technika wielkiej częstotliwości jest jednocześnie podstawą radiokomunikacji.

Największe praktycznie stosowane długości fal są rzędu 15 km co odpowiada 20 kHz. Fale dłuższe, a więc mniejsze częstotliwości nie są prawie wcale wypromieniowywane. Jeżelibyśmy więc pewne widmo telekomunikacyjne doprowadzili bezpośrednio do anteny, to nie byłoby ono wcale, lub jak np. w wypadku telewizji prawie wcale wypromieniowane. Dopiero system prądów nośnych pozwala przesunąć widmo ku takim częstotliwościom, które mogą być skutecznie przesłane drogą radiową.

Należy jeszcze dodać, że przestrzeń nas otaczająca, w której rozchodzą się fale elektromagnetyczne, jest tylko jedna. Wobec tego jedynie zastosowanie prądów nośnych różnych częstotliwości (różnych fal nośnych) pozwala na jednoczesną pracę szeregu radiostacji nadawczych.

W. N

SZPAKOWSKI WŁADYSŁAW  
Koźle.

# Małe łącznice automatyczne z szukaczami<sup>1)</sup>

Do roku 1931 małe łącznice automatyczne, (do 100 połączeń) stosowane przez pocztę niemiecką, były wykonywane z małymi wyjątkami w podobny sposób jak i wielkie łącznice automatyczne z wybierakami wstępnymi.

Koszty wykonania małych łącznic automatycznych były przez to stosunkowo dość duże. Aby je zmniejszyć, poczta niemiecka zaczęła stosować w małych łącznicach zamiast wybieraków wstępnych szukacze, które pozwoliły obniżyć znacznie koszty wykonania tych łącznic.

Nowe łącznice automatyczne otrzymały nazwę: „Małe łącznice automatyczne SA 31“.

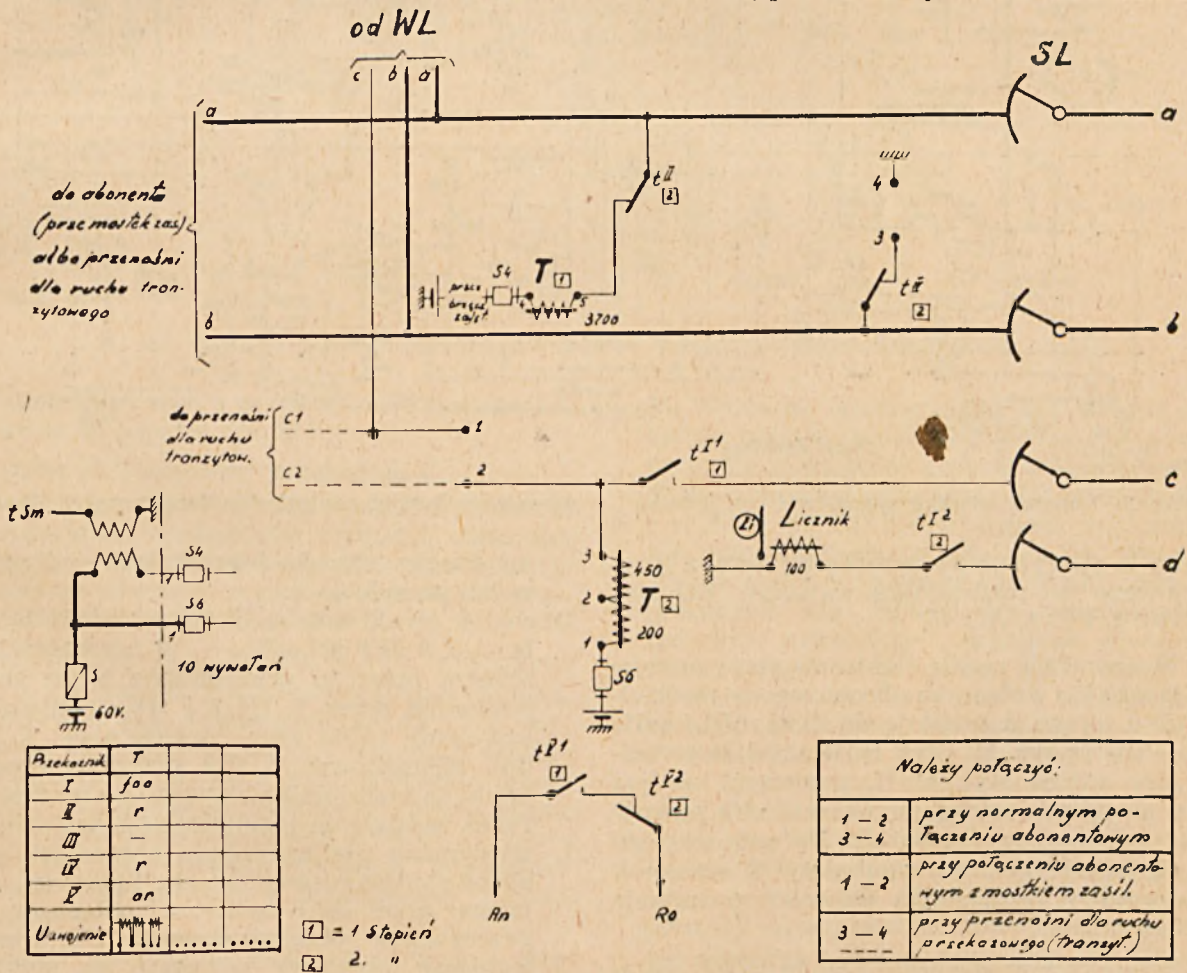
Nowe małe łącznice automatyczne zostały zaopatrzone w rozdzielnik wywołań. Przebieg połączeń przedstawia się następująco: gdy abonent podniesie słuchawkę, przez rozdzielnik wywołań — tj. wybierak obrotowy z pewną liczbą przełączników, który jest przewidziany na

każdy stojak wybieraków — zostaje uruchomiony jeden z wolnych szukaczy (5 na każdym stojaku wybieraków). Szukacz (SL), który składa się z wybieraka obrotowego i jednego przełącznika, obraca się dopóki szczotki jego nie ustawią się na stykach wywołującego abonenta (abonenci są załączeni do styków pola wielokrotnego szukaczy). Ponieważ każdy szukacz jest połączony na stałe z jednym wybierakiem liniowym (WL) więc skoro tylko szukacz ustawi się na stykach odpowiadających abonentowi alarmującemu, ten ostatni może już za pomocą tarczy numerowej wybrać numer pożądanego abonenta. Szukacz pracuje więc odwrotnie aniżeli wybierak wstępny, podczas gdy wybierak wstępny, po podniesieniu słuchawki przez abonenta szuka wolnego WL, szukacz związany na stałe z WL szuka wywołującego abonenta.

### A. POŁĄCZENIA.

Schematy połączeń central automatycznych „SA 31“ są podane na rys. 1—3. Każdemu abo-

<sup>1)</sup> Według: Telegraphen und Fernsprechtechnik Nr. 9, 1931 r.



Rys. 1. Schemat szukacza liniowego w małych centralach automatycznych SA-31.

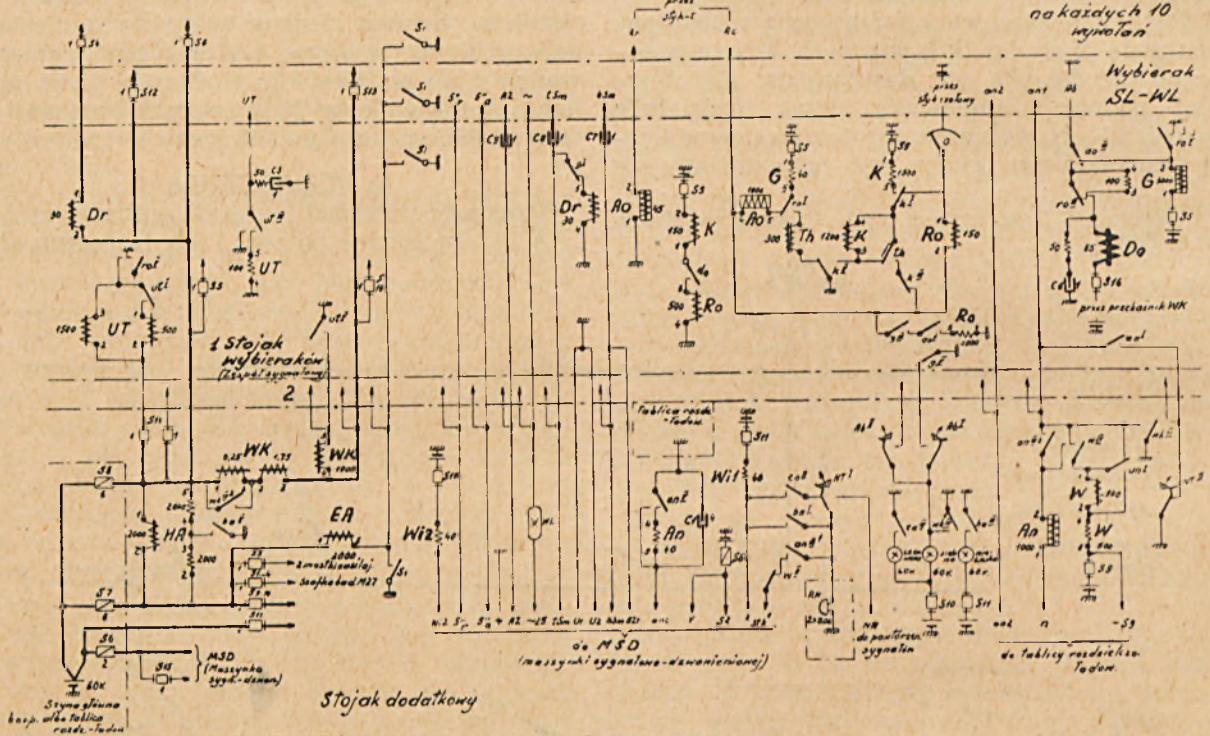
mentowi centrali automatycznej odpowiada przełącznik liniowy T, który pracuje jako przełącznik dwustopniowy. W pierwszym stopniu są czynne styki oznaczone przez 1, w drugim stopniu przez 2. Gdy abonent podnosi swoją słuchawkę, to przyciąga jego przełącznik T w pierwszym stopniu i styki tI<sup>1</sup> i tVI 1 zamykają się (rys. 1 i 2).

Obwód 1: (rys. 1) — Dr 30, T 3700, tII 2, pętla abonenta, tIV 2, +. Styk tVI 1 włącza przełącznik RO i Ao rozdzielnika wywołań. Zakładając, że rozdzielnik wywołań stoi na jednej z wolnych dróg połączeniowych, działają oba te przełączniki, a mianowicie przełącznik RO natychmiast, przełącznik AO z opóźnieniem na skutek tulei opóźniającej.

Obwód 2: (rys. 3, 2, 1) — Ao 180, styk czoł-

przez swoje uzwojenie 180 ohm (patrz rys. 3) i przez swój styk aI załącza przełącznik C w SL=WL pod prąd.

Obwód 3: (rys. 3) — C 2000, aI, +. Przez styk cV<sup>1</sup> do przełącznika próbnego S SL zostaje dołączona ziemia, a styk cV<sup>2</sup> załącza przez sIII — przełącznik S jeszcze nie zadziałał — przerywacz przełącznikowy UT w obwód elektromagnesu wybieraka obrotowego Da w SL (patrz rys. 3). Elektromagnes obracający Da otrzymuje prąd i szczotki wybieraka obrotowego ślizgają się po stykach w takt przełącznika przerywającego UT, dopóki nie zostaną dołączone do abonenta. Skoro tylko szczotki SL trafią na styki abonenta wywołującego, działa przełącznik T w swo-



Rys. 2. Schemat stojaka sygnałów i rozdzielnika

wywołań w małych centralach automatycznych SA—31.

wy k, eI, styk pola i szczotka wybieraka obrotowego w rozdzielniku wywołań RO 150, tV2 2, tVI 1, AO 45, +.

W obwodzie prądu elektromagnesu obracającego Do wybieraka obrotowego w rozdzielniku wywołań znajdują się styki roIII i aoIII — (patrz rys. 2). Styk roIII zadziała wcześniej aniżeli styk aoIII, ponieważ jak już wspomniano wyżej, przełącznik AO pracuje z opóźnieniem. Obwód dla Do wskutek tego nie będzie jeszcze zamknięty i wybierak obrotowy rozdzielnika wywołań pozostanie bez ruchu.

Przeciwnie w obwodzie 2 w SL=WL zostanie wzbudzony równocześnie przełącznik A

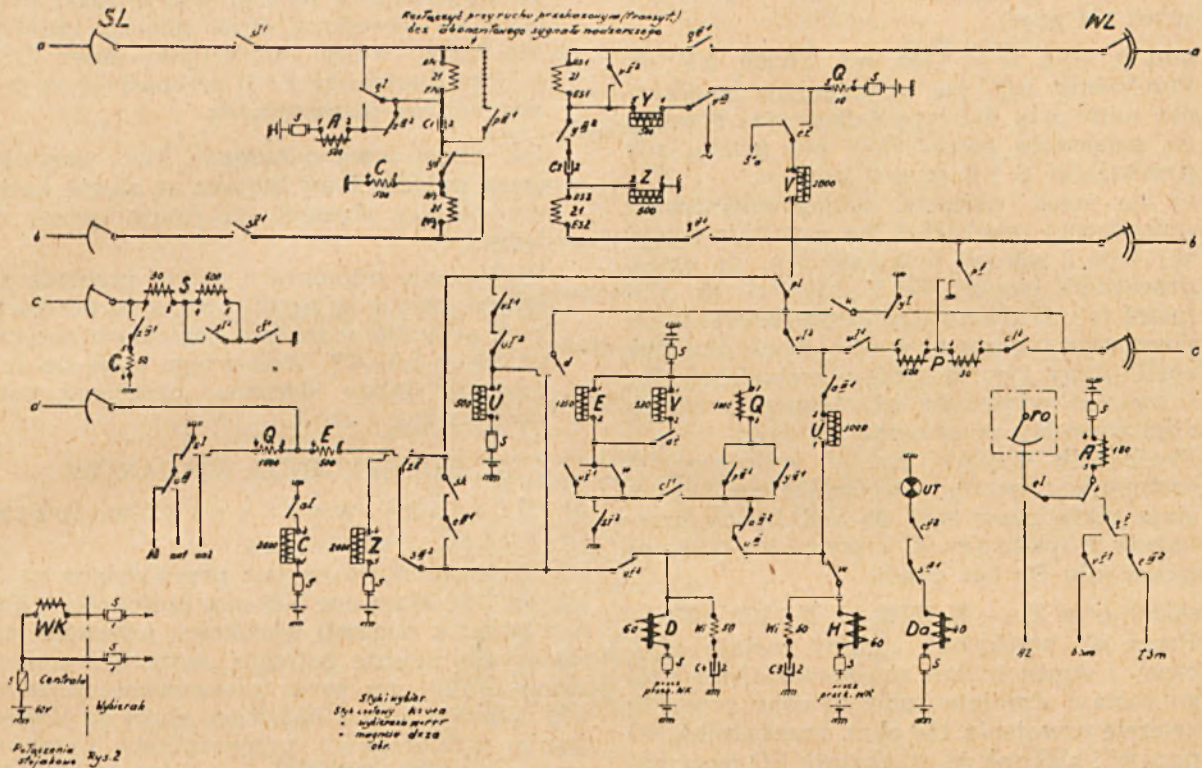
im drugim stopniu i przełącznik próbny S w SL po żyłce — c.

Obwód 4: (rys. 1 i 3) — T 200+450, tII 1, żyła — c, S 30+600, cV1, +. W przełączniku T zostaną przez to uruchomione także styki oznaczone przez 2. tII 2 i tIV 2 odłączają uzwojenie (3700 ohm) przełącznika T od linii abonentowej, a tV2 przerywa obwód prądu do rozdzielnika wywołań (patrz rys. 1). Przez zadziałanie przełącznika S zostanie:

- I. zatrzymany elektromagnes obracający wybieraka obrotowego szukacza liniowego, ponieważ przez sIII będzie on odłączony od przerywacza przełącznikowego UT, przeto wybierak obrotowy pozostaje na stykach abonenta wywołującego:

II. zwarte przez sI2 uzwojenie 600 ohm prze-  
kaźnika S (patrz rys. 3) i w ten sposób abo-  
nent zostanie zablokowany przeciw włącze-  
niu się innego SL albo WL, ponieważ prze-  
kaźnik S tego SL albo przekaźnik próbny  
WL, otrzymują tak mało prądu, iż nie mogą  
zadziałać, gdyż ich 630 ohm, po zwarceniu  
uzwojenia 600 ohm, wchodzi w połączenie  
równoległe z pozostałymi 30 ohm. już włą-  
czonego SL.

pod prądem tak długo dopóki zespół SL=WL  
stoi do dyspozycji. Obwód (patrz rys. 2  
i 3): —, G3000, aoIII, przewód Ab, cIII,  
zI, +, albo przy wzbudzonym jeszcze prze-  
kaźniku RO obwód prądu z G3000 jest  
zamknięty bezpośrednio przez roV). Ponie-  
waż przekaźnik RO już odpadł, AO jednak  
jeszcze nie, to elektromagnes obracający Do  
wybieraka obrotowego rozdzielnika wywo-  
łań będzie włączony przez aoIII (patrz rys.



Rys. 3. Schemat SL—WL dla małych central automatycznych SA—31.

III. linia abonentowa przez sI1 i sV1 przełączo-  
na na WL (patrz rys. 3) i

IV. przez sV2 włączony przekaźnik E.

Obwód 5: (rys. 3) —, E 1250 w, sV2, +. Przez eI  
zostaje od rozdzielnika wywołań odłączone  
napięcie (minus) (obwód 1) i równocześnie  
zostaje włączony sygnał zgłoszenia do uzwo-  
jenia 180 ohm. przekaźnika A.

Obwód 5: (rys. 3) —, E 1250, w, sV2, +. Przez eI  
AZ na maszynie sygnałowo-dzwonieniowej,  
przewód AZ, kondensator C<sup>9</sup> eI, styk czo-  
łowy k,A 180,—. Abonent otrzymuje induk-  
cyjnie przez A 500 sygnał zgłoszenia. Przez  
eI i tV2 2 zostaje przerwany obwód prądu  
dla rozdzielnika wywołań (obwód 1), prze-  
kaźnik RO odpada, natomiast przekaźnik  
AO, który pracuje z opóźnieniem, trzyma  
dalej.

Obwód 7: (rys. 2) —, G40, roI, AO 1000, gIII,  
aoV, RO2000,+ . (Przekaźnik G jest stale

2). Wybierak obrotowy zaczyna obracać się,  
ale po jednym kroku jednak znowu zatrzy-  
muje się, gdyż przez styk do zostanie wzbud-  
zony ponownie przekaźnik RO przez RO500  
(—, K150, do, RO 500, +) i przez roIII zоста-  
nie przerwany obwód prądu z Do. Przez to  
jednak zostanie pozbawiony prądu również  
przekaźnik RO. Obwód Do zostanie teraz  
ponownie zamknięty i wybierak obrotowy  
obróci się znów o jeden skok dalej. To  
powtarza się tak długo dopóki szczotki wy-  
bieraka obrotowego nie natrafiają na jeden  
z wolnych SL = WL. Uzwojenie RO 150  
(rys. 2) otrzymuje teraz (porównaj rys. 3)  
prąd przez A180 styk czołowy k, eI, gIII  
(rys. 2), aoV, R2000 wolnego SL=WL i prze-  
kaźnik RO pozostaje tak długo przyciągnię-  
tym, dopóki AO wskutek długotrwałej  
przerwy swego obwodu (obwód 7) przy roI  
nie odpadnie i obwód uzwojenia RO 150  
zostanie odłączony przez aoV.

Rozdzielnik wywołań zatrzymuje się wskutek tego na następnym wolnym SL. W wypadku gdy SL, przy którym zatrzymał się rozdzielnik wywołań, nie pracuje normalnie, szczotki rozdzielnika wywołań po 4 do 5 sek. przechodzą dalej na następny wolny SL, jest to osiągalne przez przewidziany w rozdzielniku wywołań przekaźnik cieplny Th (rys. 2). Skoro tylko po zgłoszeniu się abonenta zadziałał przekaźnik RO rozdzielnika wywołań, przekaźnik cieplny otrzymuje przez roI prąd.

Obwód 8: (rys. 2) —, G40, roI, Th300, kV, +. Przekaźnik RO, jak wspomniano poprzednio, musi przy dalszym normalnym przebiegu połączenia pozostawać bez prądu, gdy przekaźniki S i E są pod prądem.

O ile teraz wskutek jakiegokolwiek bądź uszkodzenia przekaźnik Ro pozostaje powyżej 4 do 5 sekund przyciągnięty, to działa przekaźnik cieplny Th i przez kI, th, kIII (patrz rys. 2) zwiera uzwojenie RO150. Przez powracający prąd to w stan spoczynku styk roIII (patrz rys. 2) zostaje wzbudzony Do. i szczotki wybieraka obrotowego rozdzielnika wywołań przesuwają się dalej.

Przekaźnik cieplny zostaje wyłączony w następujący sposób: z zadziałaniem Do zostaje także przez styk do wzbudzony przekaźnik K (patrz rys. 2) i trzyma się także po pozostaniu Do bez prądu.

Obwód 9: (rys. 2) —, K 1500, kI, K 1200, kV, +. Przez kV przekaźnik cieplny zostaje odłączony i wraca w stan spoczynku. Oprócz tego zostaje usunięte spowodowane przez th zwarcie uzwojenia 150 ohm. przekaźnika RO przy kI i kIII, tak że przekaźnik RO może natychmiast, niezależnie od powrotu przekaźnika cieplnego Th ponownie w normalny sposób pracować. Przekaźnik K pozostaje tak długo wzbudzony, dopóki jego uzwojenie K 1200 nie zostanie zwarte przez powracający w położenie spoczynku styk th. Przy takim układzie przekaźnik cieplny może pracować tylko z położenia spoczynku: uszkodzenia z powodu nadmiernej szybkiej pracy przekaźnika cieplnego są przeto wykluczone. Gdy przy silnym ruchu wszystkie drogi połączeniowe stojaka są zajęte, przekaźnik RO przez swoje uzwojenie 150 ohm. nie może więcej zadziałać (patrz obwód 2).

Odpowiednio do tego także i obwód prądu elektromagnesu obracającego Do wybieraka obrotowego w rozdzielniku wywołań nie jest przerwany i wybierak obrotowy obraca się nadal. Aby temu w podobnych wypadkach przeszkodzić, musiano pomyśleć o tym, by wybierak obrotowy rozdzielnika wywołań nie mógł się dalej obracać pomimo niezadziałania przekaźnika RO. Zostaje to osiągnięte przez to, że ziemia elektromagnesu

obracającego Do jest poprowadzona przez załączone równolegle styki cIII i zI wszystkich dróg połączeniowych (patrz rys. 3). Skoro tylko zostaną zajęte wszystkie WL, ziemia ta zostaje odłączona przez cIII, ponieważ wówczas zadziałały przekaźniki C (patrz obwód 3). Przy trwałym odpadnięciu przekaźnika RO pozostaje bez prądu także przekaźnik G przez roV (patrz rys. 2). Styk gV włącza zieloną lampę dla wskazania zaszłego odłączenia, a styk gI włącza niski brzęczyk do uzwojenia Dr30 (piórko lutownicze 5 i 4), który indukcyjnie przez Dr30 (piórko lutownicze 1 i 2) przenosi się na linię abonentową (patrz rys. 2).

Jak długo trwa odłączenie albo wszystkie drogi połączeniowe stojaka są zajęte każdy wywołujący abonent otrzymuje sygnał zajętości.

Wybieranie numerów i dalszy przebieg połączeń prawie że się nie różni od przebiegu tych połączeń w małych centralach automatycznych SA—29. Wobec tego staje się zbędnym dalsze śledzenie przebiegu połączeń na rys. 1 do 3.

## B. KONSTRUKCJA STOJAKÓW.

a) Stojaki wybieraków (patrz rys 4)

Pojemność stojaków jest przewidziana na 50 abonentów. Mają one 506 mm szerokości i 2000 mm (wraz z nogami) wysokości. wysokość stojaków gdy zajdzie potrzeba, może być zmniejszona o 100 mm przez zastosowanie niższych nóg. Ramy z żelaza kąтового służą do umocowania wybieraków, przekaźników i innych części aparatury. W górnej części ramy znajduje się 5 wybieraków skokowo-obrotowych (WL) z wymiennymi zespołami przekaźników. Łączy się z nimi rozdzielnik wywołań, który również jest wymienny. Pod nimi znajdują się bezpieczniki topikowe dla wybieraków i zespołów przekaźników stojaka. Dalej następują liczniki, 5 szukaczy liniowych i 50 przekaźników T, które są umieszczone na 3 półkach przekaźnikowych (rys. 4).

Na tylnej stronie stojaka jest umocowana listwa lutownicza dla przewodów sygnałowych i bateryjnych, a z tyłu wybieraków liniowych i ich zespołów przekaźników — przenośniki i kondensatory dla wybieraków liniowych.

### 1. WYBIERAKI.

Zastosowane wybieraki skokowo-obrotowe są wybierakami typu M27, które są stosowane przez pocztę niemiecką we wszystkich centralach automatycznych.

Wybieraki obrotowe w rozdzielniku wywołań, są również typu M27, podczas gdy szukacze liniowe mają budowę starego typu.



## 2. PRZEKAŹNIKI.

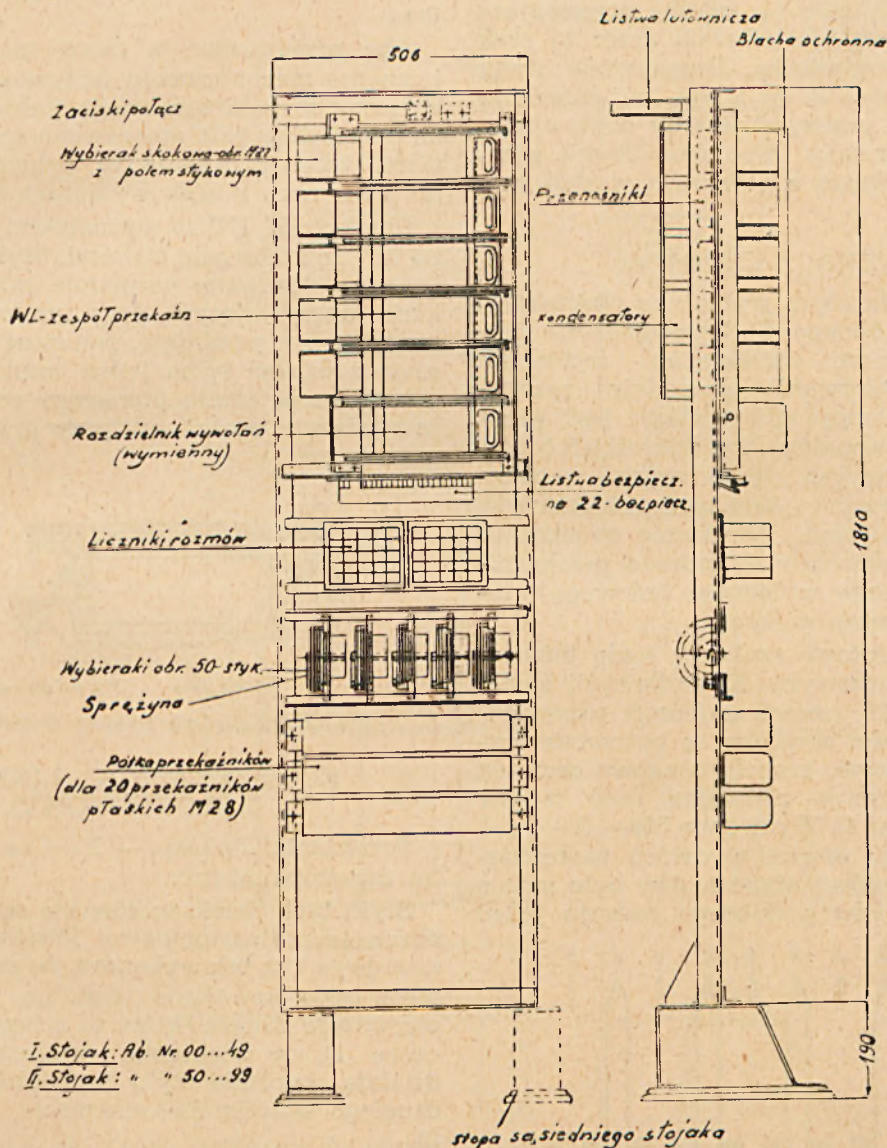
Wszystkie przekaźniki są przekaźnikami płaskimi M28.

## 3. ROZDZIELNIK WYWOŁAŃ.

Na każdy stojak wybieraków jest przewidziany jeden rozdzielnik wywołań. Części rozdzielnika wywołań — wybierak obrotowy M27, przekaźnik cieplny, przekaźniki G, RO, K, AO i cewka dławikowa Dr — są umieszczone w wy-

nieważ odpowiednio do liczby szukaczy liniowych jest w użyciu tylko 5 wyjść, a wybierak obrotowy posiada 10 wyjść, to aby uniknąć bezużytecznego obracania się, pierwsze 5 wyjść są połączone równolegle z drugimi 5-ciu wyjściami.

Przekaźnik cieplny składa się ze sprężyny bimetalowej (miedź—nikiel i stal niklowa) z uzwojeniem 300 ohm. i stykiem przełączającym (patrz rys. 5). Działanie przekaźnika po-



Rys. 4. Stojak wybieraków dla centrali automatycznej SA—31.

miennym pudle przekaźników. Przekaźnik cieplny jest umocowany na dławiku. Każda z central automatycznych winna posiadać zapasowy zespół rozdzielnika wywołań.

Wybierak obrotowy rozdzielnika wywołań odpowiada będącemu w użyciu I wybierakowi wstępnemu tylko jest on również jak II wybierak wstępny, wyposażony w styk (do), który jest uruchamiany przez kotwicę wybieraka. Po-



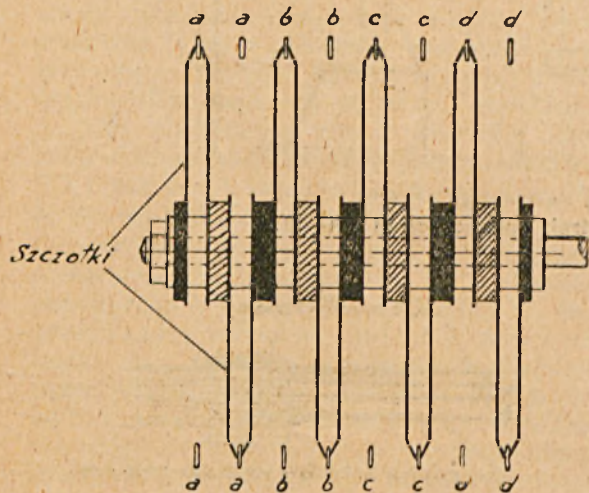
Rys. 5. Przekaźnik cieplny.

lega na nierównej rozszerzalności obu silnie ze sobą złączonych warstw sprężyny bimetalowej. Skoro tylko sprężyna bimetalowa rozgrzeje się przez przejście prądu przez uzwojenie, następuje różna rozszerzalność warstw sprężyn, ponieważ warstwa zewnętrzna sprężyny ma większy współczynnik rozszerzalności. Sprężyna wskutek większego współczynnika rozszerzalności swej warstwy miedziano-niklowej tworzy przy ogrzaniu łuk: łuk ten wywiera wolnym końcem ciśnienie na tulejkę popychającą międzysprężynową i uruchamia przez to styk przełączający przekaźnika. Przełączenie styku następuje po około 4 do 5 sek. po włączeniu prądu w obwód przekaźnika. Gdy dopływ prądu zostanie przerwany, to po około 20 sek. przekaźnik cieplny wraca z powrotem w stan spoczynku.

#### 4. SZUKACZ LINIOWY.

Szukacz składa się z wybieraka obrotowego i przekaźnika próbnego (S). Wymagane dla pracy elektromagnesu obracającego wybieraka obrotowego przerywanie powoduje przerywacz przekaźnikowy (UT), który jest przewidziany jako wspólny dla wszystkich 5 wybieraków obrotowych. Jako organ wspólny jest on umieszczony w podstawie przekaźników rozdzielnika wywołań. Przeciwnie przekaźnik próbny jest wbudowany do zespołu przekaźników odpowiedniego wybieraka liniowego, który należy do danego szukacza.

Wybieraki obrotowe szukaczy mają budowę wybieraków obrotowych 25 stykowych systemu centr. aut. 22; ponieważ jednak odpowiednio do pojemności stojaków są potrzebne wybieraki 50 stykowe, zespoły stykowe szczotek wybieraka otrzymują podwójną ilość rzędów styków (8 zamiast 4). Wymagane 50a—, b—, c—, i d—styków leżą zawsze w dwóch następujących po sobie rzędach styków. Aby było można przeciąć 50 styków podobnego rodzaju jeden



Rys. 6. Układ szczotek szukacza (Wybierak obrotowy).

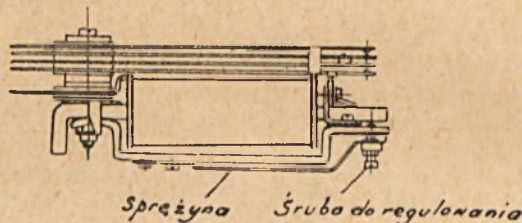
za drugim, są dla a—, b—, c— i d—styków przewidziane dwa zespoły stykowe szczotek, z których drugi jest przesunięty o odstęp dwóch rzędów styków i o 180° względem pierwszego (patrz. rys. 6).

Każdy stojak posiada 5 szukaczy, z których każdy wraz z wybierakiem liniowym tworzy jeden zespół połączeniowy.

Wybieraki obrotowe szukaczy liniowych są umocowane obok siebie na dwóch półkach stojaka.

Aby przeszkodzić w miarę możliwości wzajemnemu mechanicznemu wpływowi, z boku na korpusie zespołu stykowego każdego wybieraka obrotowego jest umocowana sprężyna, która tłumi wszelkie drgania osi wybieraka wywołane przez ruch innego wybieraka (patrz rys. 4).

Przekaźniki UT są normalnymi przekaźnikami M<sup>28</sup> ze srebrnymi stykami. Styki platynowo-irydowe stosowane normalnie przy przekaźnikach przerywających przy innych centralach, mogą tu być pominięte, ponieważ każdorazowo może zadziałać tylko jeden szukacz liniowy, a zatem moc prądu płynącego przez styki nie jest większa aniżeli np. przy przekaźniku impulsującym.



Rys. 7. Przekaźnik liniowy dwustopniowy.

#### 5. PRZEKAZNIK LINIOWY (ZGŁOSZENIOWY).

Przekaźniki liniowe — T — są przekaźnikami dwustopniowymi.

Styki tych przekaźników nie są uruchamiane naraz, lecz dwustopniowo. Przekaźniki mają 2 uzwojenia i są tak wykonane, że przy włączeniu pierwszego uzwojenia działają tylko styki pierwszego stopnia (które na schemacie są oznaczone 1), po włączeniu drugiego uzwojenia działają pozostałe styki przekaźnika — (styki drugiego stopnia na schemacie są oznaczone 2).

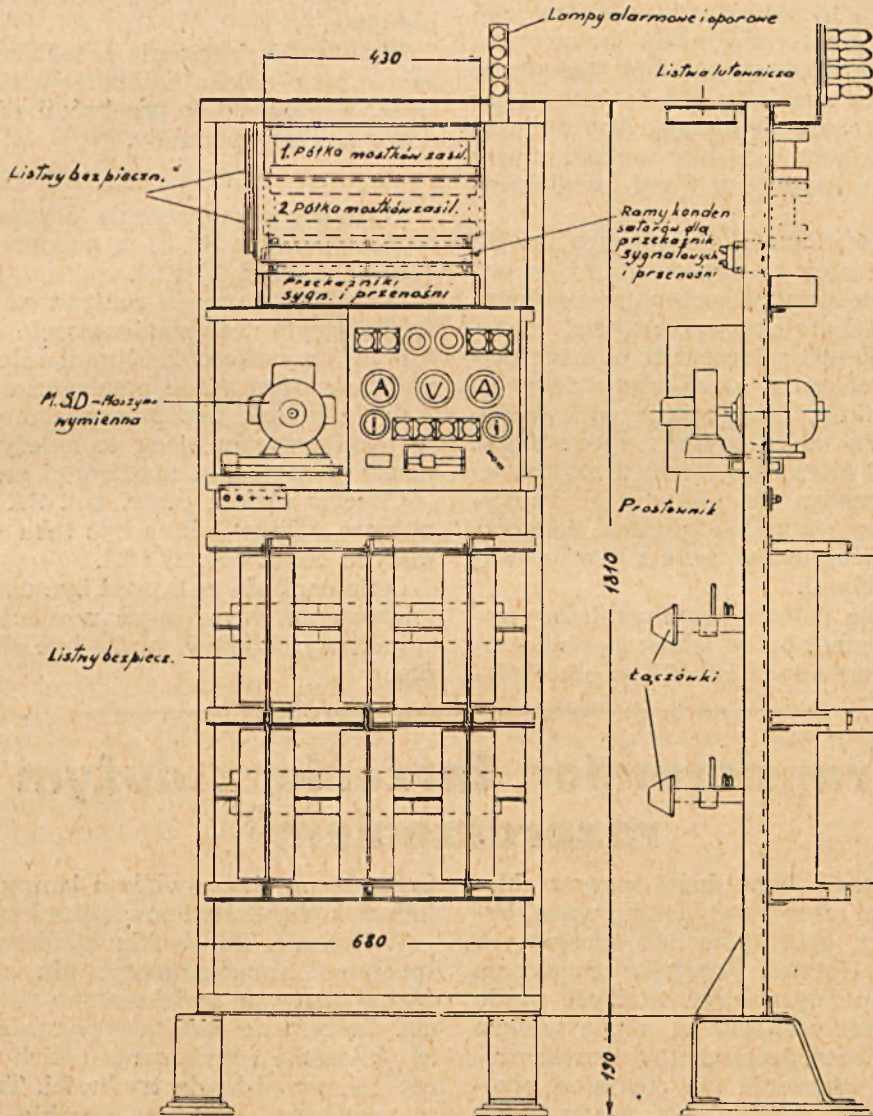
Uruchamianie przekaźników w dwóch stopniach jest osiągane przez sprężynę umocowaną na kotwicy przekaźnika, która na końcu wygiętym odpowiednio do kształtu kotwicy posiada śrubę regulacyjną przepuszczoną przez otwór w kotwicy (patrz rys. 7). Aby osiągnąć przewidziane działanie, całość jest tak wykonana, że przy włączeniu pierwszego uzwojenia w obwód prądu, kotwica zostaje przyciągnięta tylko tak daleko, aż główka odpowiednio ustawionej śruby nie dotknie rdzenia przekaźnika. Na skutek

tak ograniczonego ruchu kotwicy, działają tylko styki pierwszego stopnia. Przy włączeniu drugiego uzwojenia w obwód prądu, siła przyciągania przewidywa przeciwdziałanie sprężyny, kotwica przyciąga całkowicie i przez to zostają uruchomione styki drugiego stopnia.

Przełączniki liniowe umieszczone są na 3-ch półkach przełącznikowych, z tym, że na pierwszej półce jest umocowane 10 przełączników, a pozostałe 40 na następnych dwóch półkach

dotychczasowych małych central automatycznych SA 27 i 29. Zmienionymi są tylko przełączniki dla sygnałów i przenośnie, które są zgrupowane na jednej półce wraz z niezbędnymi dla nich kondensatorami. Normalne wyposażenie stanowi 2 przenośnie, jednak miejsce jest przewidziane na 6 przenośni.

W przewidywaniu powiększenia ilości dalszych przenośni, kabel jest dostarczany od razu na 6 przenośni.



Rys. 8. Stojak dodatkowy dla centrali automatycznej 31.

po 20 na każdej. Górna połowa pierwszej półki jest przeznaczona na ewentualną rozbudowę przełączników niezbędnych przy specjalnych urządzeniach.

### C. STOJAKI DODATKOWE.

Stojak dodatkowy dla małych central automatycznych SA 31 (patrz rys. 8), posiada wymiary, wyposażenie, rodzaj i rozmieszczenie zastosowanych części prawie podobne do stojaków

### D. BUDOWA.

Tak samo jak w wykonaniu, małe centrale automatyczne SA 31 są zgodne całkowicie w budowie, jak również i w doprowadzeniu przewodów i okablowaniu stojaków z małymi centralami aut. SA 27 wzgl. 29. Jednakże należy zwrócić uwagę na istniejące różnice w połączeniach stojaków i pomiędzy nimi.

## 1. LINIE ABONENTOWE.

W małych centr. aut. 27 i 29 połączenie linii abonentowych przychodzących z przełącznicy głównej z wybierakami liniowymi i przekąźnikami wybieraków wstępnych są wykonane na łączówkach rozdzielczych na ramach wybieraków wstępnych.

Na stojakach wybieraków 31 wspomniane łączówki rozdzielcze ze względów oszczędnościowych i konstrukcyjnych są opuszczone. Zamiast specjalnych łączówek rozdzielczych jako punkty węzłowe dla wymaganych połączeń są użyte pola wielokrotne wybieraków liniowych, których wystające podzielne piórka lutownicze do tego celu doskonale się nadają. Aby uniknąć nagromadzenia połączeń, są one w następujący sposób podzielone pomiędzy 5 pól wielokrotnych stojaka.

Abonenci 0—49 załączeni do górnego rzędu łączówek przełącznicy są doprowadzeni do odpowiednich piórek lutowniczych pola wielokrotnego 3-go WL na I stojaku wybieraków, natomiast abonenci 50—99 załączeni do dolnego rzędu łączówek przełącznicy są doprowadzeni do odpowiednich piórek lutowniczych pola wielokrotnego 3-go WL na II stojaku wybieraków. Z wyjątkiem 100 piórkowej łączówki pierwszej rzędu przełącznicy, dla ułatwienia i przyspieszenia budowy wszystkie łączówki na stojakach wybieraków są dostarczane z przyłutowanymi do nich kablami.

Niezbędne kable połączeniowe pomiędzy wybierakami liniowymi obu stojaków są podłączane do pola wielokrotnego I i II WL w obu stojakach,

a mianowicie dziesiątki parzyste na I WL, dziesiątki nieparzyste na II WL.

Dostarczane kable połączeniowe są przyłutowane do pola wielokrotnego WL II stojaka wybieraków.

## 2. LINIE TRANZYTOWE.

Żyły — a i—b linii tranzytowych są połączone z przenośnikami podłączonym kablem, który stąd jest łączony do pola wielokrotnego odpowiedniego WL w sposób podobny jak linie abonentowe.

Wymagane załączenie przekąźnika U przenośni do żyły -c skutecznia się przy pomocy drutu schematowego do przekąźnika T podczas budowy w miarę potrzeby.

## E. POMIESZCZENIE.

Wymiary pomieszczenia dla małych central automatycznych SA 31 są podobne jak przy małych centralach 27 i 29.

Dla zainstalowania centrali aut. SA 31 wystarczającym jest pomieszczenie o powierzchni 8,25 m<sup>2</sup> i wysokości 2200 mm, o ile nie jest przewidziane ogrzewanie pomieszczenia.

O ile jednak jest przewidziane umieszczenie w pomieszczeniu pieca, to należy doliczyć wymiary powierzchni niezbędnej na ten cel.

Chociaż stojaki centr. aut. SA 31 są lżejsze, nośność sufitów winna być taka sama jak przy małych centr. aut. 27 i 29.

O ile centrala aut. musi być ustawiona w pomieszczeniu, gdzie bywa wzniesany kurz, to stojaki wybieraków muszą być obudowane blachą.

# Transformator żarzenia z dużym rozproszaniem<sup>1)</sup>

Włączenie żarzenia lamp dużej mocy z chłodzeniem wodnym zazwyczaj dokonywane bywa przy pomocy oporników lub specjalnych transformatorów Norrisa. Powyższe urządzenia mają za zadanie ograniczyć wielkość prądu w chwili włączenia napięcia na zimne włókna lamp. Według zaleceń producentów wzrost prądu w momencie włączenia nie powinien przewyższać około 150% nominalnego prądu żarzenia lamp. Jeżeli zważymy, że opór rozżarzonego włókna wolframowego wzrasta 13 — 14-krotnie, w stosunku do oporu włókna zimnego, łatwo będzie obliczyć, że w chwili włączenia do włókna może być przyłożone napięcie wynoszące zaledwie około 10% nominalnego napięcia żarzenia. Zwykle schemat zawiera urządzenie blokujące, uniemożliwiające włączenie pełnego napięcia

żarzenia na zimne włókno lampy. Wszystko to jednak komplikuje i powiększa koszt urządzenia.

W Związku Radzieckim zbudowano i zbadano specjalne transformatory, dla zasilania lamp różnej mocy ze zwiększonym napięciem zwarcia. Otrzymane rezultaty pozwalają stwierdzić, że obliczenie i wykonanie takich transformatorów nie przedstawia trudności. Transformatory te powinny znaleźć szerokie zastosowanie w urządzeniach z lampami dużej mocy.

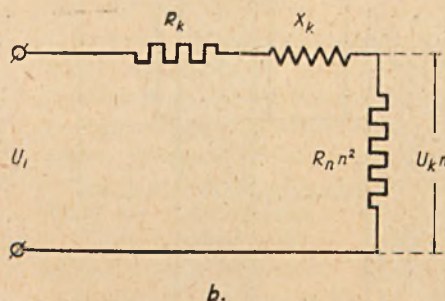
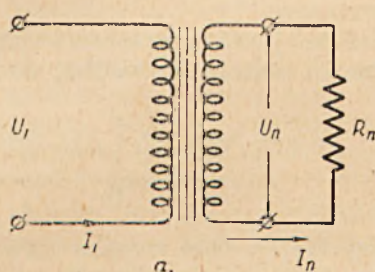
Na rys. 1a pokazano ogólny schemat transformatora żarzenia.

Na rys. 1b przedstawiono uproszczony zastępczy schemat transformatora. Tutaj  $R_k$  i  $X_k$  — oznacza opór rzeczywisty i opór urojony zwarcia, transformatora  $U_n$  i  $I_n$  — napięcie nominalne i prąd nominalny żarzenia,  $R_n = \frac{U_n}{I_n}$  — opór

obciążenia transformatora,  $n$  — prądowa przekładnia transformatora.

<sup>1)</sup> Według S. E. Glikmana. Transformator nakata z balszím razziejaniem. Wiestnik Swiazí, 12. 1946.

W rozpatrywanym transformatorze indukcyjność rozproszenia jest dobrana tak duża, aby w chwili włączenia napięcia większa część spadku napięcia przypadła na tej indukcyjności. Spadek napięcia na zimnym włóknie lampy nie powinien wynosić więcej niż około 10%, ograniczając przy tym prąd do wartości dozwolonej, t.j.  $1,5 I_n$ . Następnie w miarę rozgrzewania się włókna, zachodzi zmiana rozdziału spadków napięć i zmniejszenie prądu do nominalnej wartości. Tym sposobem, włókno nagrzewając się, automatycznie reguluje napięcie i prąd płynący przez nie. Napięcie stopniowo wzrasta od  $0,1 U_n$  do  $U_n$ , a prąd zmniejsza się od  $1,5 I_n$  do  $I_n$ . Długość tego procesu zależy od bezwładności cieplnej włókna.



Rys. 1. a — schemat ogólny transformatora  
b — uproszczony schemat zastępczy transformatora.

$$\text{Założmy: } R_k = 1,3 \cdot 0,075 R_n n^2 \cong 0,1 R_n n^2 \quad (5)$$

Napięcie na lampie w chwili włączenia może być przedstawione następująco:

$$U_{nw} = k \cdot I_n \cdot 0,075 R_n = 0,075 k U_n, \quad (6)$$

gdzie  $k$  stosunek dopuszczalnego prądu w chwili włączenia do prądu nominalnego. Po podstawieniu wyrażen (5) i (6) do (4) otrzymamy

$$U_n = U_1 \frac{R_n n}{k \sqrt{0,03 R_n^2 n^4 + X_k^2}} \quad (7)$$

Z wyrażen (2) i (7) znajdujemy:

$$n \cong \frac{U_1}{U_n} \sqrt{1 - \frac{1}{k^2}} \quad (8)$$

$$X_k = R_n n^2 \sqrt{\frac{1 - 0,03 k^2}{k^2 - 1}} \quad (9)$$

Podstawowymi wielkościami, które powinny być określone przy projektowaniu takiego transformatora, są: przekładnia transformatora oraz indukcyjność rozproszenia, konieczna dla ograniczenia prądu w chwili włączenia. Poniżej wprowadzono wzory dla określenia żądanych wielkości.

Dla stanu ustalonego napięcie na lampie może być przedstawione jak następuje:

$$U_n = U_1 \frac{R_n n}{\sqrt{(R_n n^2 + R_k)^2 + X_k^2}} \quad (1)$$

Ponieważ zwykle  $R_k \ll R_n n^2$  to:

$$U_n \cong U_1 \frac{R_n n}{\sqrt{R_n^2 n^4 + X_k^2}} \quad (2)$$

W momencie włączenia opór obciążenia:

$$R_{nw} = \frac{R_n}{13} \cong 0,075 R_n \quad (3)$$

Podstawiając wartość  $R_{nw}$  do wzoru (1), otrzymamy napięcie na lampie w chwili włączenia:

$$U_{nw} = U_1 \frac{0,075 R_n \cdot n}{\sqrt{(0,075 R_n n^2 + R_k)^2 + X_k^2}} \quad (4)$$

W wyrażeniu (4) nie można pominąć oporu rzeczywistego zwarcia  $R_k$ ; zwykle:

$$R_k \cong (1 \div 1,5) R_{nw} \cdot n^2$$

Jeżeli założymy, że dopuszczalny wzrost prądu w chwili włączenia jest półtorakrotny, tzn.  $k = 1,5$ , otrzymujemy:

$$n = 0,75 \frac{U_1}{U_n} \quad (8a)$$

$$i \quad X_k = 0,86 R_n n^2 \quad (9a)$$

Dla  $k = 2$

$$n = 0,87 \frac{U_1}{U_n} \quad (8b)$$

$$X_k = 0,55 R_n n^2 \quad (9b)$$

#### Przykład:

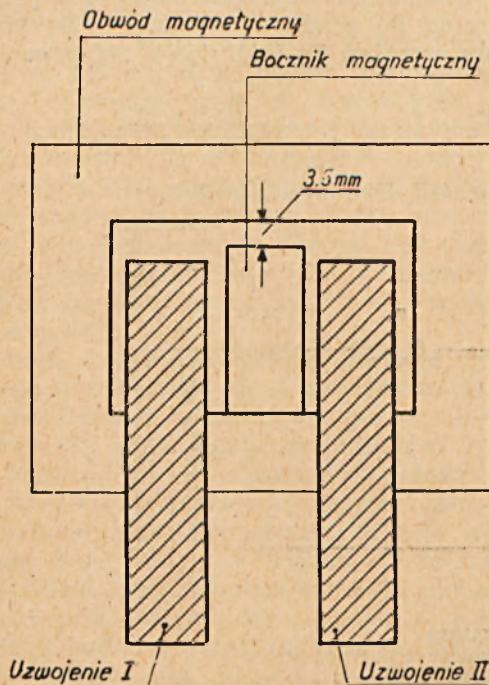
Obliczmy transformator zarzenia dla włókna lampy typu G-431, dla której  $U_n = 22V$ ,  $I_n = 102 A$

Opór włókna w stanie nagrzanym

$$R_n = \frac{22}{102} = 0,211 \Omega$$

Zakładając napięcie sieci  $U_1 = 220$  v i dopuszczając  $k = 1,5$  ze wzoru (8a) znajdujemy przekładnię.

$$n = 0,75 \frac{220}{22} = 7,5$$



Rys. 2. Szkic transformatora.

i ze wzoru (9a) — potrzebną indukcyjność rozproszenia:

$$X_k = 0,86 \cdot 0,211 (7,5)^2 \cong 10 \Omega$$

$$L_s = \frac{10}{314} = 0,032 \text{ H}$$

Prąd w uzwojeniu pierwotnym (jeżeli pominać prąd biegu jałowego i opór rzeczywisty zwarcia)

$$I_1 \cong \sqrt{\frac{220}{0,211^2 \cdot 7,5^4 + 10^2}} = 14,2 \text{ A.}$$

Napięcie zwarcia

$$e_k = U_1 \frac{10 \cdot 14,2 \cdot 100\%}{220} = 65\% \text{ napięcia zasilającego}$$

Spółczynnik mocy transformatora

$$\cos \varphi \cong \sqrt{\frac{R_n n^2}{R_n^2 n^4 + X_k^2}} = 0,77$$

Jak należało oczekiwać, napięcie zwarcia podobnych transformatorów jest duże.

W zależności od mocy i konstrukcji transformatora wielkość  $e_k$  waha się w granicach

$$e_k \cong 50 \div 75\%$$

przypominamy, że w normalnych transformatorach  $e_k = 5 \div 6$ .  $\cos \varphi$  transformatora w zależności od mocy i konstrukcji waha się w granicach

$$\cos \varphi \cong 0,7 \div 0,85.$$

W celu otrzymania stosunkowo dużej indukcyjności rozproszenia najlepiej stosować obwód magnetyczny z bocznikiem, składanym z blach transformatorowych.

Dokładne obliczenie transformatora z bocznikiem magnetycznym przedstawia stosunkowo duże trudności. Sposób projektowania takiego transformatora jest następujący. Z początku określa się indukcyjność rozproszenia transformatora przy danym rozmieszczeniu uzwojeń, ale bez bocznika magnetycznego. Wprowadzenie bocznika magnetycznego zwiększa indukcyjność rozproszenia 2 — 3 krotnie. Dokładne ustalenie indukcyjności rozproszenia, zgodnie ze wzorem (9), wykonuje się na mostku pomiarowym przez zmianę ilości blach w boczniku magnetycznym.

Indukcyjność rozproszenia transformatora bez bocznika oblicza się według wzoru

$$L_s = \rho \frac{0,4 \cdot \pi \cdot W_1^2 I_s r \left( \Delta + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{3} \right)}{I_s} 10^{-8} \text{ (H)}$$

Tutaj  $W_1$  — ilość zwojów uzwojenia pierwotnego,  $I_s r$  — średn. długość zwoju,  $I_s$  wysokość promieniowa uzwojenia  $\Delta_1$   $\Delta_2$  — szerokość uzwojeń,  $\Delta$  odstęp między uzwojeniami,

$$\rho \cong 1 - \delta + 0,35 \delta^2$$

spółczynnik Rogowskiego,

$$\text{gdzie } \delta \cong \frac{\Delta + \Delta_1 + \Delta_2}{\pi \cdot I_s}$$

Należy przypomnieć, że w danym wypadku nie można pomijać współczynnika Rogowskiego, jak to się często robi przy zwykłym rozmieszczeniu uzwojeń, gdzie  $\rho$  różni się bardzo mało od jedności.

W naszym wypadku  $\rho = 0,3 \div 0,5$

Ujemną cechą transformatora żarzenia z dużym rozproszeniem jest stosunkowo niska wartość  $\cos \varphi$ , która jednak ma znikomy wpływ na ogólny bilans mocy urządzenia. Nie można też użyć tego transformatora do zasilania dwóch lub większej ilości lamp równolegle, gdyż przy przepaleniu się jednej z nich napięcie na pozostałych znacznie wzrasta.

Oprócz powyższego do ujemnych cech należy zaliczyć trudności w użyciu transformatora w układzie Scotta. W związku z tym, że transformator kierujący w układzie Scotta pracuje nienormalnie (w obu połowach uzwojenia pierwotnego płyną prądy przesunięte w fazie o  $120^\circ$ ), zjawiska rozproszenia bardzo się komplikują.

Przytoczony przykład był sprawdzony doświadczalnie.

A. Kd

## PYTANIA I ODPOWIEDZI

### Do działu „Uczmy się podstaw telekomunikacji“

#### Pytanie 18:

Jakie są przyczyny szumów w odbiorniku radiowym?

#### Odpowiedź:

Szumy odbiornika radiowego mogą być podzielone na szumy wewnętrzne i szumy zewnętrzne w zależności od tego czy powstają one wewnątrz odbiornika, czy też chwytane są przez jego antenę.

Szumy zewnętrzne mogą być pochodzenia „naturalnego“, jak burze (szumy te nazywamy zakłóceniami atmosferycznymi) lub mogą pochodzić od różnych urządzeń elektrycznych, jak maszyny elektryczne, oświetlenie neonowe, ulot czyli wyładowania w postaci korony w liniach wysokiego napięcia lub obwody zapłonu w silnikach spalinowych. Szumy tego rodzaju są największe przy małych częstotliwościach i zależą od warunków przenoszenia pomiędzy źródłem zakłóceń i odbiornikiem.

Omówimy obecnie przyczyny wewnętrznych szumów odbiornika; przy czym tych jest kilka. Beładny ruch wolnych elektronów w przewodach wejściowego obwodu strojonego powoduje równie beładne zmiany potencjału na wejściu do odbiornika; zmiany te są źródłem tak zwanego szumu cieplnego. Szum ten jest równomiernie rozłożony w całym widmie częstotliwości i wywołuje napięcie szumu proporcjonalne do szerokości odbieranego pasma częstotliwości, oporu obwodu, w którym szum powstaje oraz temperatury bezwzględnej. Przykładowo można podać, że skuteczna wartość napięcia szumu cieplnego, występującego na obwodzie o oporze 500000 omów, przy szerokości pasma 5 kc/s i przy temperaturze 300°K (co odpowiada 27°C), wynosi 6,4  $\mu$ V.

Innym źródłem beładnego napięcia szumów są lampy elektronowe odbiornika. Prąd anodowy jest strumieniem elektronów, a ponieważ ilość elektronów uderzających w anodę jest w każdej chwili nieco inna, to chwilowe warto-

ści prądu anodowego zmieniają się również, co powoduje szum zwany szumem śrutowym. Szum tego rodzaju jest szczególnie duży w lampach przemiany częstotliwości, które mają więcej, niż jedną elektrodę o potencjale dodatnim, a to dlatego, że oprócz wahań chwilowych wartości prądu anodowego, występują tu wahania w rozdziale prądu pomiędzy poszczególne elektrody dodatnie. Z tego też względu sygnał wzmacniamy często przed doprowadzeniem go do lampy przemiany częstotliwości, tak aby napięcie sygnału było duże w porównaniu do napięcia szumów.

Innymi jeszcze szumami pochodzącymi z lamp elektronowych są szumy spowodowane nieregularnością emisji (czego powodem jest niejednorodność katody) oraz szum spowodowany ruchem jonów dodatnich w kierunku siatki sterującej w przypadku, gdy w bańce lampy znajdują się cząstki gazu.

Szum innego rodzaju może powstać wskutek drgań mechanicznych elementów konstrukcyjnych obwodów, które to drgania powodują zmiany wielkości elektrycznych tych elementów. Szum taki — zwany mikrofonowaniem — powodowany jest w szczególności drganiami płytek kondensatorów zmiennych lub drganiami elektrod w lampach.

Przydźwięk sieci, pochodzący z prostownika odbiorników zasilanych prądem zmiennym, może być również zaliczony do szumów. Przydźwięk może być powodowany przez niedostateczne ekranowanie lub filtrowanie, przez przebicie izolacji pomiędzy katodą i grzejnikiem lub też — pośrednio — przez drgania blaszek dławika lub transformatora, które przenoszą się na inne części i powodują poprzednio wspomniane mikrofonowanie.

Szum może powstać również w oporach masowych, a to wskutek zmian oporu styków cząstek węglowych; szum ten jest często znacznie większy od szumu cieplnego.

## Państwowe Zakłady Tele i Radiotechniczne uruchomiły Fabrykę Odbiorników w Warszawie

Warszawa, 19 maja 1948 r. Jesteśmy na terenie Fabryki Odbiorników Państwowych Zakładów Tele i Radiotechnicznych przy ulicy Stępińskiej. Właśnie zjeżdżają się zaproszeni goście na uroczystość otwarcia fabryki.

Idziemy wszyscy do świetlicy, gdzie za chwilę odbędzie się część oficjalna uroczystości. Kilka krótkich przemówień; padają nazwiska pracowników P.Z.T.,

którzy ponieśli szczególne zasługi przy organizowaniu fabryki i uruchamianiu produkcji.

Podążamy z kolei do sali montażowej. Minister Poczty i Telegrafów prof. Szymanowski dokonuje symbolicznego przecięcia wstęgi. Przez szerokie drzwi wchodzimy do jasnej, widnej sali. To serce fabryki. Wzdłuż sali stoi długi stół montażowy o specjalnej konstrukcji. Po środku stołu biegą duże metalowe taśmy. Obsada

stołu montażowego zajęła w międzyczasie swe stanowiska. Taśmy ruszają. Wolno, majestatycznie przesuwa się montowane odbiorniki. Na stanowisku pierwszym wchodzi na taśmę chassis i z tą chwilą odbiornik zaczyna swój żywot. Każde ze stanowisk wmontowuje w przeciągu 8,5 minut określoną ilość detali i podzespołów. A więc najpierw pojawiają się podstawki lampowe, płytki połączeniowe i płytki zaciskowe. Po tym potencjometr, przełączniki zakresów i barwy tonu, kondensator obrotowy i dalsze części. Zwinne ręce pracownic spieszą się. Czasu mało a części do wmontowania dużo. Wystarczy spojrzeć na odpowiednią instrukcję, znajdującą się przed każdym stanowiskiem na wysokości głowy pracownic. Ale żadna z nich nie spogląda na instrukcję. Znają na pamięć każdą operację, bo przecież już prawie pięćotysięczny odbiornik montują.

Taśma, zdawałoby się na pierwszy rzut oka, stoi w miejscu... A jednak porusza się w tempie 2 metry na osiem i pół minuty. Takie jest w tej chwili tempo produkcji. Białe linie na metalowej taśmie dyktują tempo. Gdy biała linia taśmy pokryje się z białą linią stanowiska montażowego trzeba odbiornik, który właśnie nadjechał do stanowiska, zdjąć a postawić drugi, bogatszy o kilka dalszych operacji.

Nie sztuka jest montować szybko, ale sztuka jest montować dobrze. Stanowiska kontroli nie przepuszczą żadnego złego odbiornika. Stanowisk kontrolnych na taśmie, bo tak popularnie nazywa się w fabryce odbiorników stół montażowy, jest cztery. Ciekawą metodę sprawdzania prawidłowości połączeń stosuje trzecie stanowisko kontrolne. Odbiornik dociera do stanowiska w stanie kompletnego zmontowania chassis. Tu odbiornik otrzymuje zastępcze lampy, którymi przy pomocy odpowiednich przewodów jest połączony z układem pomiarowym, wyposażonym w kilkanaście przyrządów pomiarowych, kilka przełączników i lamp sygnalizacyjnych. Ze wskazań przyrządów i zadziałania tych czy innych lamp sygnalizacyjnych można określić mechaniczny błąd montażu.

Podążamy za odbiornikiem dalej. Oto otrzymuje już skalę szklaną, cały mechanizm napędowy i szczęśliwie dociera do ostatniego stanowiska na taśmie. Jest to czwarte stanowisko kontrolne. Jeszcze raz sprawdzeniu mechanicznemu podlega odbiornik. by za chwilę otrzymać prawdziwe lampy w drodze na wózek. Na wózku specjalnej konstrukcji odbiorniki „grzeją” się przez 3 godziny. Jest to pierwsza próba odbiornika pod obciążeniem. Okazuje się, że tylko minimalny procent odbiorników odpada podczas tej próby, co świadczy o staranności całego zespołu montażowego i kontrolnego taśmy.

Po trzech godzinach „zagrane” odbiorniki jadą na wózkach do drugiego stołu. celem zestrojenia obwodów i pośredniej wielkiej częstotliwości. I dopiero po zestrojeniu odbiornik jest w stanie prowadzić samodzielny żywot.

Jednak ładna szata zewnętrzna to połowa powodzenia w życiu. Dlatego też zestrojony odbiornik jest na-

stępnie wmontowany do skrzynki i za chwilę wjeżdża okienkiem do kabiny kontroli ostatecznej. Jeszcze raz sprawdzeniu podlega zestrojenie odbiornika, jego czułość, wierność odtwarzania, działanie wszystkich organów regulacyjnych i wygląd zewnętrzny, a potem po raz pierwszy łapie fale z anteny.

Jeżeli ostatnią próbę przetrzyma pomyślnie, przeciwnym okienkiem wydostaje się z kabiny do pakowni. Tutaj otrzymuje ścianki tylną i dolną, gałki regulacyjne i pokrętła a potem pięciolampowa (łącznie z lampą prostowniczą) superheterodyna typu „AGA” chowa się w pudle tekturowym i zostaje odtransportowana do magazynu wyrobów gotowych.

Pewien procent odbiorników z taśmy dostaje złą notę na stanowiskach kontrolnych i musi ulec naprawie. Specjalna grupa fachowców usuwa błędy i odbiornik ponownie trafia na taśmę.

Przygadzając się pracy całego zespołu pracownic sali montażowej odnosi się wrażenie, że praca ta jest wspaniale zorganizowana i zgrana we wszystkich poszczególnych grupach zespołu. Przecież nie może być żadnej luki na taśmie ruchomej bez względu na to, czy na tym czy też innym stanowisku kontrolnym montowany odbiornik odpadł. I luk żadnych nie ma. Co 8,5 minuty odbiornik zostaje zapakowany, chociaż czas kalkulacyjny wynosi 12 minut. Około 34% czasu zostaje zaoszczędzone. Trudno tu bić rekordy, bo główną rolę przy produkcji odbiorników odgrywa w P.Z.T. jakość odbiornika. Dużo dobrych odbiorników — oto cel produkcji.

Taśma jest smokiem — pochłania olbrzymie ilości części i podzespołów. Na drugim piętrze fabryki znajduje się sala montażu podzespołów. Tutaj nie ma wysiłku zespołowego, jak to ma miejsce przy produkcji taśmowej. Każdy z pracowników wykonuje pracę indywidualnie. Nie widać tutaj pozornie tempa pracy, bo nikt tempa nie narzuca. Ale okazuje się, że i tutaj poszczególni pracownicy przekraczają wyznaczoną normę produkcyjną. Rośnie wtedy realny zarobek pracowników, tym bardziej, że P.Z.T. stosują system akordu progresywnego.

Zwiedzamy z kolei pozostałe pomieszczenia fabryki: śliczne ambulatorium, gabinet lekarza, nowoczesną kuchnię fabryczną, laboratorium Kontroli Technicznej, warsztat mechaniczny i magazyny.

I jeszcze na jedną ciekawostkę zwracamy uwagę. Szatnia jest typu powiedziałbym, teatralnego. Nie ma tzw. szafek ubraniowych, tak często spotykanych w innych zakładach. Szatnia jest ogólna, a pracownicy otrzymują numerki na pozostawione okrycia. Zato każdy pracownik posiada własną szufladę przy swoim miejscu pracy. Brak szafek ubraniowych na salach czy też korytarzach fabryki stwarza bardziej domowy nastrój w tej fabryce, gdzie wszystko jest jasne i czyste.

Fabryka odbiorników P.Z.T. od sierpnia br. podwoi produkcję. Wierzymy, że tak samo pracownicy będą przekraczali zakreślone normy jak to czynią do tej pory.

M. H.