

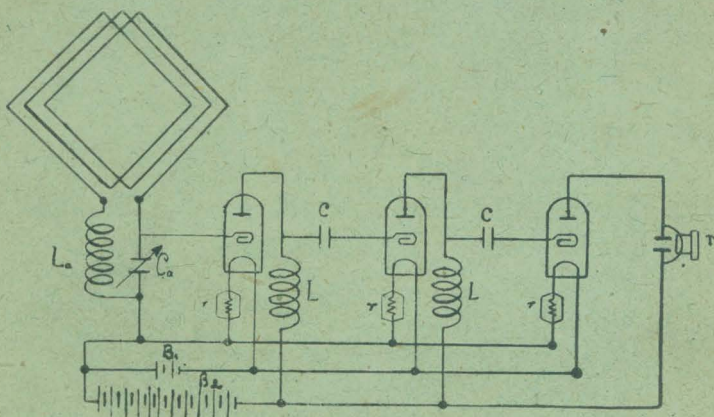
INŻ. KSAWERY GNOIŃSKI

ELEKTROTECHNIKA PRĄDÓW SŁABYCH

WYDANIE 2-*ie* UZUPEŁNIONE

ZESZYT III

TELEGRAFJA LINJE PRĄDU SŁABEGO RADJOTECHNIKA



NAKŁADEM
STOWARZYSZENIA PRACOWNIKÓW
KSIĘGARSKICH, SP. z O. O., WARSZAWA
KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 38

TELEGRAFJA
LINJE PRĄDU SŁABEGO
RADJOTECHNIKA

TEGOŻ AUTORA:

Elektrotechnika prądów słabych (wydanie 2-ie):

Zeszyt I Źródła prądu, sygnalizacja domowa i alarmowa

Zeszyt II Telefonja

Zeszyt IV Sygnalizacja kolejowa, pożarowa, zegary elektryczne i inne zastosowania prądów słabych (w druku)

Elektrotechnika w gospodarstwie społecznem

Warszawa 1917 roku

Piorunochrony budynkowe

Warszawa 1916 roku

Poczta pneumatyczna

Warszawa 1914 roku

Urządzenia elektryczne w nowym Teatrze Polskim w Warszawie i w teatrach wogóle

Warszawa 1913 roku



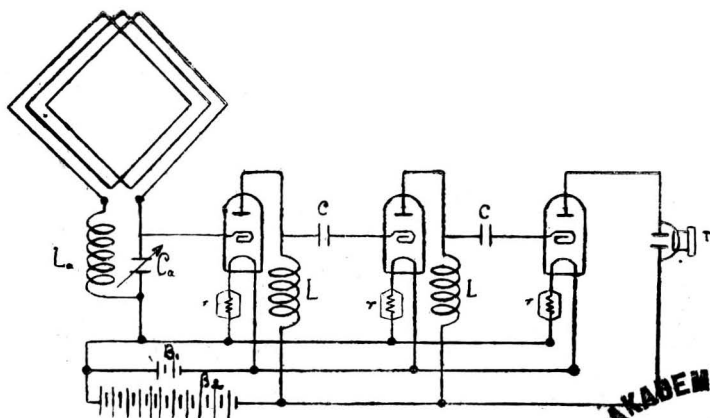
INŻ. KSAWERY GNOIŃSKI

ELEKTROTECHNIKA PRĄDÓW SŁABYCH

WYDANIE 2-*ie* UZUPEŁNIONE

ZESZYT III

TELEGRAFJA LINJE PRĄDU SŁABEGO RADJOTECHNIKA



AKADEMIA GÓRNICZA
KRAKÓW
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

NAKŁADEM
STOWARZYSZENIA PRACOWNIKÓW
KSIĘGARSKICH, SP. z O. O., WARSZAWA
KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 38

1512-
III

DRUKARNIA TECHNICZNA, SP. AKC., W WARSZAWIE, CZACKIEGO 3-5.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH <http://www.bg.agh.edu.pl/>

SPIS RZECZY

CZĘŚĆ IV

TELEGRAFJA

	Str.
ROZDZIAŁ XV. Przesyłanie znaków zapomocą prądu elektrycznego, płynącego w przewodnikach	225—231
ROZDZIAŁ XVI. Źródła prądu, stosowane w telegrafji	231—233
ROZDZIAŁ XVII. System telegrafu Morsa	233—244
A. Przyrząd nadawczy	233
B. Przyrząd odbiorczy	234
C. Części składowe stacji tel. syst. Morsa	237
D. Znaki Morsa	238
E. Układy połączeń	240
F. Translatory	243
G. Przełączniki centralne	243
ROZDZIAŁ XVIII. Różne systemy układów telegrafowych:	244—269
A. Systemy wielokrotnego telegrafowania po jednej linii, przy pomocy specjalnych układów połączeń elektrycznych:	
1) Telegrafowanie przeciwsojne	245
2) Dwukrotne równoczesne telegrafowanie w tym samym kierunku	247
3) Telegrafowanie wielokrotne po jednej linii w obu kierunkach	248
B. Systemy szybkiego telegrafowania, oparte na udoskonaleniach mechanicznej budowy przyrządów:	
1) Aparaty Hughes'a	249
2) Aparaty Wheatstone'a	255
3) Aparaty Pollak-Virag'a	258
4) Aparaty Baudot'a	259
5) Aparaty maszynowe Siemens'a	261
6) Aparaty drukujące Siemens'a	265
C. Telegraficzne przesyłanie rysunków, pisma i t. p.:	
1) Aparat samopiszący (Telewriter)	266
2) Aparaty do odtwarzania obrazów na odległość	268

ROZDZIAŁ XIX.	Aparaty telegrafu podmorskiego	269—272
ROZDZIAŁ XX.	Równoczesne telegrafowanie i telefonowanie zapomocą tych samych przewodników	273

CZĘŚĆ V

LINJE PRĄDU SŁABEGO

ROZDZIAŁ XXI.	Projektowanie linii:	275—284
	A. Wyznaczanie trasy	275
	B. Wybór rodzaju przewodników i zestawienie materiałów	278
ROZDZIAŁ XXII.	Części składowe linii i jej budowa	284—327
	A. Linje napowietrzne:	284
	1) Druty przewodowe	284
	2) Izolatory	292
	3) Słupy i kroksztyny oraz podpory i odciągaczk	294
	4) Krzyżowanie i przeplatanie linii	300
	5) Punkty próbne	306
	6) Linje telefoniczne spupinizowane	307
	7) Wprowadzanie linii napowietrznej do budynków	309
	8) Uziemienia	311
	9) Budowa linii	313
	B. Linje wewnętrzne:	315
	1) Przewodniki izolowane	316
	2) Materiały instalacyjne	318
	3) Łączenie przewodników	319
	C. Linje kablowe podziemne i podwodne	320
ROZDZIAŁ XXIII.	Sprawdzanie stanu linii	327—330
	A. Sprawdzanie oporu linii	327
	B. Sprawdzanie izolacji linii:	328
	1) Ziemię połączenia	329
	2) Zetknięcie się dwóch przewodów	330
	3) Przerwa w przewodniku	330

CZĘŚĆ VI

RADJOTECHNIKA

ROZDZIAŁ XXIV.	Wynalazek radjotelegrafii	331—333
ROZDZIAŁ XXV.	Zjawiska, na których polega działanie urządzeń radjotechnicznych	333—337
ROZDZIAŁ XXVI.	System Marconiego pierwotny	337—338
ROZDZIAŁ XXVII.	Części składowe urządzeń radjotechnicznych	339
	A. Źródła prądu	339
	B. Kondensatory i cewki samoindukcyjne	340
	C. Wytwarzacze fal elektrycznych:	
	1) Iskierniki	341
	2) Wytwarzacze fal łukowe	343
	3) Wytwarzacze fal prądnicowe	344
	4) Lampy katodowe	345

	Str
D. Anteny	346
E. Wykrywacze fal (detektory)	352
F. Falomierze	354
G. Wzmacniacze (amplifikatory)	355
H. Aparaty odbiorcze	356
ROZDZIAŁ XXVIII. Układy połączeń i urządzenie stacji radjotelegraficznej	358—368
A. Układy połączeń stacyj nadawczych	359
B. Układy połączeń stacyj odbiorczych	363
C. Urządzenie stacji radjotelegraficznej	365
ROZDZIAŁ XXIX. Radjotelegrafja kierunkowa	368
ROZDZIAŁ XXX. Radjotelefonja	369—374
ROZDZIAŁ XXXI. Rozmaite zastosowania radjotechniki	374—379
A. Radjogoniometrja	375
B. Radjotelegrafja i radjotelefonja przewodowa	376
C. Telegrafja ziemna	378
D. Radjotelemechanika	379

CZĘŚĆ IV

TELEGRAFJA

ROZDZIAŁ XV

PRZESYŁANIE ZNAKÓW ZAPOMOCĄ PRĄDU ELEKTRYCZNEGO, PŁYNAĆEGO W PRZEWOD- NIKACH

Telegrafja, czyli dział elektrotechniki, traktujący o przesyłaniu zapomocą energii elektrycznej znaków na odległość, jest najstarszym działem tej nauki.

Już w r. 1820 Ampère przedstawił Akademji francuskiej projekt elektrycznego telegrafu, opartego na odchyłaniu igły magnesowej, pod wpływem prądu elektrycznego. Gauss i Weber pierwsi urzeczywistnili ten pomysł w r. 1832, urządziwszy telegraf, działający na odległość jednego kilometra. Telegraf tego systemu został następnie ulepszony przez Cooka i Wheatstona.

Jednak przewrót w telegrafji zrobił dopiero wynalazek Amerykanina Samuela Morsa, który w r. 1837 zbudował przyrząd odbiorczy swego pomysłu, zasadzający się na działaniu elektromagnesu na kotwiczkę. W przyrządzie tym pierwotnie do kotwiczki był przymocowany zwykły ołówek (zastąpiony następnie specjalnem urządzeniem), który pisał znaki na przesuwającej się pod nim wstędze papierowej. Przez tegoż wynalazcę został zbudowany i odpowiedni przyrząd nadawczy — łącznik telegraficzny, znany pod nazwą klucza Morsa. Wynalazek ten wpłynął na szybkie rozpowszechnienie zastosowania telegrafów wogóle, a aparaty Morsa pod względem liczby zajmują obecnie pierwsze miejsce.

W dalszym rozwoju telegrafji należy zaznaczyć wynalazek aparatu telegrafowego drukującego, dokonany również przez Amerykanina prof. Hughesa (czyt. Juza) w r. 1854 oraz wynalazki sposobów wielokrotnego równoczesnego telegrafowania po tych samych drutach, Francuza Baudot i Amerykanina Rowlanda.

Następnie w rozwoju telegrafji upamiętnił się rok 1867, w którym zaczął być czynny pierwszy kabel podmorski przez ocean Atlantycki.

Nakoniec w r. 1896, Włoch Marconi dokonał wiekopomnego wynalazku — telegrafu bez drutu.

Nie będziemy rozpatrywali systemów telegrafów, które mają jedynie znaczenie historyczne, zajmiemy się natomiast samą zasadą przesyłania elektrycznego znaków na odległość, budową najczęściej napotykanych w praktyce przyrządów oraz układami połączeń ważniejszych systemów.

Prąd elektryczny, wytwarzany w źródłach prądu, jak naprz. w ogniach galwanicznych, jest wysyłany w urządzeniach telegraficznych zapomocą przyrządu nadawczego (naprz. klucza Morsa) w postaci impulsów, czyli krótkotrwałych prądów z odpowiednimi przerwami. Prądy te działają na przyrząd odbiorczy, który przetwarza energję elektryczną w — mechaniczną, czego rezultatem są znaki, otrzymywane na wstędze telegraficznej.

Dla działania aparatu odbiorczego potrzebny jest prąd określonego natężenia. W tym celu powinno być zastosowane przy aparacie nadawczym odpowiednie źródło prądu, aby mogło szybko i bez zawodu dostarczać do przyrządu odbiorczego prądu o właściwem natężeniu.

Ze względu na charakter tego rodzaju przesyłania energii elektrycznej, a mianowicie na małą moc przy często ogromnych odległościach, (wskutek czego linje są bardzo kosztowne), w telegrafji główny nacisk kładzie się nie tyle na zaoszczędzenie energii elektrycznej, ile na największe zużytkowanie linji i jednym z głównych warunków tego jest posiadanie możności szybkiego przesyłania znaków.

Główną przeszkodą szybkiego przesyłania impulsów prądu na linjach bardzo długich, w szczególności zaś na linjach składających się z kabli podziemnych lub podwodnych, stanowi ich pojemność elektrostatyczna, a częściowo także i samoindukcja. Prąd elektryczny na takich linjach nie odrazu osiąga całkowite natężenie, lecz wzrasta sto-

pniowo; na początku natężenie to nie jest stałe, lecz zmienne. Na tę zmienność natężenia prądu wpływają: czas trwania włączenia prądu (t), pojemność elektrostatyczna przewodu (C), opór omowy linii (R) i siła elektromotoryczna (E) zastosowanego źródła prądu*). Stosunek czasu, potrzebnego do ustalenia się normalnego natężenia prądu w dwóch różnorodnych liniach jest proporcjonalny do stosunku iloczynów ich pojemności przez opory omowe. Dla przewodów o jednakowych własnościach elektrycznych, czas trwania okresu zmiennego natężenia jest proporcjonalny do drugiej potęgi długości linii. Na długich kablach nie daje się wogóle osiągnąć przy każdym sygnale całkowite natężenie, lecz pewne określone, mniejsze.

Szybkość V , z którą można posyłać prądy określonego natężenia w linii, jest odwrotnie proporcjonalna do iloczynu z drugiej potęgi długości linii l , z oporu R i z pojemności elektrostatycznej na kilometr C , t. j.

$$V = \frac{k}{l^2 RC}$$

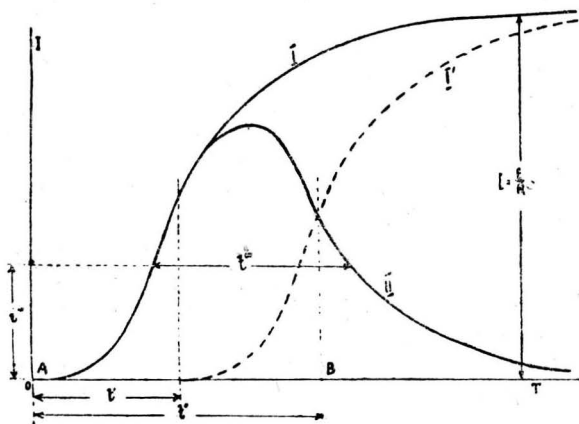
Natężenie prądu na końcu linii może być przedstawione za pomocą krzywej I (rys. 193), której spórzędne pionowe oznaczają natężenie prądu, a poziome — czas, liczony od chwili jego włączenia. Jak widać z kształtu tej krzywej, prąd o pewnym natężeniu przepływa na koniec linii po jakimś czasie po włączeniu: jego natężenie z początku jest małe, następnie wzrasta jakiś czas wolno, dalej gwałtownie, do określonej wielkości, która pozostaje nadal

stała i winna by się równać według prawa Ohma $i = \frac{E}{R}$.

W liniach telegraficznych jednak, natężenie prądu przyływającego do aparatu odbiorczego nie tylko jest zależne (jak wynika z prawa Ohma) od napięcia E źródła prądu i od oporu R omowego linii, lecz również w znacznej mierze od t . zw. *upływu prądu* (spowodowanego stanem i rodzajem izolacji przewodów), a także, w okresie zmienności, od indukcyjności i pojemności obwodu.

*) czyli: natężenie prądu $i = F(t, C, R, E)$. Funkcja ta ma formę: $i = \frac{E}{R} \varphi\left(\frac{t}{CR}\right) = I \varphi\left(\frac{t}{CR}\right)$, gdzie I oznacza ustalone natężenie prądu. Lord Kelvin stwierdził, że w tem wyrażeniu natężenia prądu na końcu linii tylko $\frac{t}{CR}$ jest zmienne.

Jeżeli po pewnym czasie t' od chwili włączenia prądu zostanie on przerwany, to jego natężenie na końcu linii zmniejsza się nie raptownie, lecz stopniowo, jak to zobrazowano na rys. zapomocą krzywej *II*. Krzywą tę można nakreślić, jeżeli przesuniemy poszczególne punkty krzywej *I* równoległe do spólrzędnej *OT* na odległość, odpowiadającą czasowi t' (krzywa *I'*); przyjmując teraz jako natężenie prądu różnicę natężeń, wykazaną przez te dwie krzywe w danym momencie, otrzymamy w wyniku zestawienia tych dwóch krzywych, — krzywą, przedstawiającą wzrastanie i zmniejszanie się natężenia prądu na końcu linii; jest ona zobrazowaniem *fali elektrycznej*, otrzymywa-



Rys. 193.

nej w przyrządzie odbiorczym. Czas trwania tej fali jest dłuższy, niż czas, w którym podawany jest sygnał. Długość fali byłaby jeszcze większa, gdyby każdorazowo po podaniu sygnału linja nie była uziemiana przy przyrządzie nadawczym, gdyż wtedy cały ładunek elektryczny kabla musiałby się wyładowywać przez przyrząd odbiorczy. W razie takiego wydłużenia fal elektrycznych, fale wytwarzane przez następujące po sobie sygnały, wzajemnieby się pokrywały i przesyłanie odrębnych sygnałów byłoby niemożliwe. Dla przyspieszenia wyładowania linii można przepuszczać po każdym sygnale prąd słabszy przeciwnego kierunku, co przyczynia się do wyodrębnienia fal.

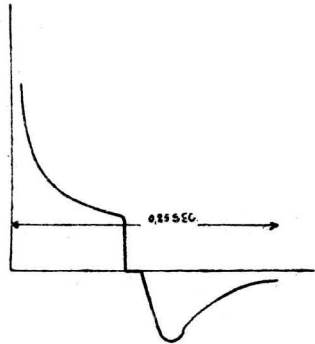
Przy przyrządzie nadawczym, t. j. na początku linii, zmiana natężenia prądu ma inny przebieg. W chwili włączenia prąd posiada największe natężenie, następnie natężenie to szybko (w ciągu setnych części sekundy) się zmniejsza i z chwilą przerwy prądu gwałtownie spada do zera. Następnie, po uziemieniu przewodu, zaczyna prąd płynąć w kierunku przeciwnym, spowodowanym wyładowaniem kabla. Na załączonym rysunku 194 przedstawiona jest krzywa, obrazująca zmiany natężenia prądu w przewodzie kablowym o 500 m. długości, przy czem całkowity przebieg tego zjawiska trwa m. w. $\frac{1}{4}$ sekundy.

Szybkość przenoszenia się fal elektrycznych (o kształcie sinusoidalnym) w kablach jest tem większa, im szybciej następuje jedna fala za drugą. Szybkość ta w kablach podwodnych, przy 6 falach wysyłanych na sekundę, wynosi 8400 km. na sekundę, długość fali — 1400 km.

Oprócz wyżej opisanych zjawisk, zachodzących w czasie zmiennego okresu prądu, spowodowanego działaniem pojemności i samoindukcji linii, daje się zauważyć również i po ustaleniu się natężenia prądu zjawisko innego rodzaju, a mianowicie: natężenie tego prądu przy przyrządzie odbiorczym jest czasem znacznie mniejsze, niż przy przyrządzie nadawczym. Zjawisko to wywołuje okoliczność, że każdy przewód zarówno napowietrzny, jak podziemny lub podwodny, posiada izolację niedoskonałą i wskutek tego tworzy się t. zw. *upływ prądu* (patrz str. 138) czyli odgałęzienia, przez które część prądu ucieka. Pomijając wypadki uszkodzenia izolacji przewodników, nawet przy normalnym ich stanie, tego rodzaju straty prądu bywają znaczne i przytem zmienne, w zależności głównie od stanu pogody przy liniach napowietrznych i od temperatury — przy kablach izolowanych.

Wielkość strat prądu, powodowanych upływem, zależy od zastosowanej siły elektromotorycznej, oporu przewodnika i oporu izolacji *).

*) Stosunek pomiędzy natężeniem prądu odbiorczego (I_2) i nadawczego (I_1) dla linii z równomiernie rozłożonym upływem może być



Rys. 194.

Pomimo, że wymagany opór izolacji jest względnie duży, tak naprz. na kilometr kabla izolowanego — powyżej 200 milionów omów, a dla napowietrznego przewodnika — powyżej 1-go miliona omów (megoma), to jednak ze względu na bardzo duże długości, z jakimi w liniach telegraficznych mamy do czynienia, ogólny opór izolacji linii jest czasem mniejszy od oporu przewodnika i z tego powodu *tylko nieznaczna część pierwotnego natężenia prądu dochodzi do przyrządu odbiorczego*. Tak naprz. przy oporze izolacji przewodnika napowietrznego, równego 1000000 omów na kilometr i przy linii, posiadającej długość równą 1000 kilometrów, ogólny opór izolacji pomiędzy przewodnikiem a ziemią wyniesie 1000 omów, gdy tymczasem, licząc opór wewnętrzny przewodnika po 10 omów na kilometr, otrzymamy ogólny opór wewnętrzny 10000 omów. Wskazuje to, jak wielki wpływ w liniach telegraficznych wywiera zjawisko upływu prądu.

Na własność elektryczną obwodu telegraficznego, wpływa nie tylko jakość przewodów, lecz również i jakość włączonych w ten obwód przyrządów, tembardziej, że większość aparatów telegrafowych posiada elektromagnesy, które, jak wiadomo, mają duży współczynnik samoindukcji.

Przy obwodach stacyjnych wewnętrznych, lub krótkich liniach napowietrznych (naprz. do 30 km.), współczynnik samoindukcji przyrządów, w stosunku do współczynnika samoindukcji linii, bywa tak znaczny, że ostatni może nie być brany na uwagę przy obliczeniach; również współczynnik pojemności linii i wpływ prądu. Tego rodzaju linie możemy uważać jako posiadające wyłącznie tylko samoindukcję i opór omowy.

W takim obwodzie elektrycznym szybkość wzrastania natężenia prądu w liniach jest zależna wyłącznie od

stosunku: $\frac{L}{R}$, (gdzie L oznacza współczynnik samoindukcji

całego obwodu, a R —jego opór omowy). Stosunek ten nazywamy *stałą czasu*. Im mniejszy jest ten stosunek, tem szybciej ustala się prąd w linii, t. j. tem mniej czasu wyma-

określony zapomocą równania: $\frac{I_1}{I_2} = \sqrt{1 - \frac{W}{R}}$ w którym R oznacza opór wewnętrzny przewodnika, a W —jego izolację. Szczegóły obliczenia upływu prądu i określenie wpływu pojemności i indukcyjności, patrz: *Telegraphie und Telephonie* von J. Noebels, A. Schluckebier, O. Jentsch, Leipzig, 1907, str. 87—110.

ga prąd do osiągnięcia normalnego natężenia. Przytem $T = \frac{L}{R}$ wyraża czas, w ciągu którego, od chwili włączenia prądu, osiąga on określoną wartość, stanowiącą część jego ostatecznego natężenia (I), a mianowicie: $0,634I = 63\% I^*$.

Stała czasu wskazuje na rodzaj zjawisk elektrycznych w danej linii i może służyć do określenia szybkości, z którą można po tej linii telegrafować.

W liniach napowietrznych o bardzo dużej długości, a szczególnie w liniach kablowych, nie może być pominięta pojemność i powinna być wzięta na uwagę przy określeniu stałej czasu**), również, jak i wielkość upływu prądu***).

ROZDZIAŁ XVI

ŹRÓDŁA PRĄDU, STOSOWANE W TELEGRAFJI

Prąd elektryczny, służący do przesyłania sygnałów w urządzeniach telegraficznych, jest małego natężenia, lecz ze względu na duże długości linii, a zatem duży opór przewodnika i straty prądu, powodowane upływem, często należy dla otrzymania przy aparacie odbiorczym dostatecznego natężenia prądu, stosować źródła prądu o względnie wysokiem napięciu.

Dla linii, pracujących prądem roboczym, natężenie wynosi od 0,01 do 0,015 A., a przy prądzie ciągłym nawet tylko 0,0074 A.

Jako źródła prądu, dawniej wyłącznie, a obecnie jeszcze przeważnie, stosowane są ogniwa typu Da-

*) gdyż dla czasu $t = \frac{L}{R}$; na podstawie wzoru: $i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$ otrzymujemy $i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-1} \right) = \frac{E}{R} \left(\frac{e-1}{e} \right)$ albo $i_t = I \left(\frac{2,718-1}{2,718} \right) = 0,634 \cdot I = 63\% I$.

**) stała czasu dla linii kablowych wynosi $\tau = C \cdot R$, 0,02915·10⁻⁶ sekund, patrz: *Telegr. u. Teleph.*, J. Noebels, A. Schluckebier, O. Jentsch Leipzig, 1907, str. 108.

***) obliczanie prądów nadawczych i odbiorczych, patrz: R. Trechciński, *Telegrafia — obliczanie linii telegraficznych*. Br. Pom. Stud. Pol. Warsz. 1921/22, lub F. Breisig. *Theoretische Telegraphie*. Braunschweig.

nuelle'a, t. j. Meidingera, Collaud, Krügera (patrz Rozdz. I). W Niemczech obliczają zazwyczaj liczbę niezbędnych dla baterji ogniów galwanicznych w stosunku jednego ogniwa Krügera na każde 60 do 70 omów oporu linii. Przytem z jednej takiej baterji można zasilać do 5 linii napowietrznych dla aparatów Morsa, lub dwie linje podziemne dla tych samych aparatów, lub też 3 linje napowietrzne dla aparatów Hughesa.

Włączanie kilku linii na jedno źródło prądu jest dopuszczalne tylko o tyle, o ile wahania natężenia prądu w pojedynczym obwodzie, w czasie działania linii pozostałych, nie będą przewyższać 10 — 20% normalnego natężenia prądu.

Ilość ogniów, niezbędnych dla baterji, określana jest odpowiednio do najdłuższej, dołączonej do niej linii; dla krótszych zaś linii — odgałęzia się odpowiednia ilość ogniów baterji głównej (obliczanie baterji patrz str. 22).

Przykład obliczania baterji:

Baterja ma być ustawiona na stacji *A* i ma równocześnie zasilać aparaty Morsa, znajdujące się na stacjach *B* i *C*.

Opór ogólny wynosi:

opór galvanoskopu w <i>A</i>	25 Ω
„ przewodnika od <i>A</i> do <i>B</i> — 3 km. po 50 Ω	150 Ω
„ aparatu Morsa w <i>B</i>	625 Ω
„ przewodnika od <i>B</i> do <i>C</i> — 4 km. po 50 Ω	200 Ω
„ aparatu Morsa w <i>C</i>	625 Ω
„ uziemienia, jako przewodu powrotnego	0
razem	1620 Ω

ponieważ najslabszy prąd, niezbędny dla telegrafowania jest 0,013 A, zatem baterja winna wytwarzać napięcie $E = 1620 \times 0,013 = 21,06$ V. Jeżeli zastosować, jako źródło prądu, ogniwa galwaniczne typu Leclanche'a, które posiadają napięcie po 1,4 V każde, to niezbędna liczba ogniów wyniesie: $21 : 1,4 = 15$.

W ostatnich czasach zaczęto stosować w telegrafji zamiast ogniów galwanicznych — akumulatory. Najczęściej używane są akumulatory o pojemności 14 ampero-godzin. Dla dogodności ładowania i jako rezerwa jest zwykle ustawiana większa ilość baterji. Ilość ogniów w pojedynczej baterji akumulatorów zwykle nie przewyższa 40-tu.

Ze względu na właściwości linii telegraficznych nie jest obojętne, w którym miejscu obwodu zostanie umieszczone źródło prądu. Należy mianowicie dążyć do takiego umieszczenia baterji, aby przy jednakowej sile elektromotorycznej mogło być osiągnięte najwięcej skuteczne dzia-

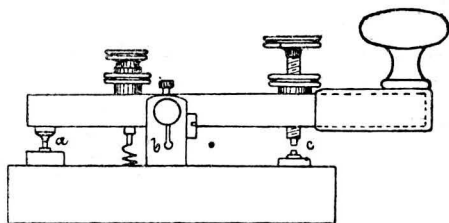
łanie prądu w uzwojeniu odbiornika, t. j. żeby była największa różnica między natężeniem prądu, płynącego w tem uzwojeniu w czasie, gdy zostaje zamknięty i otwarty obwód na stacji nadawczej. Skutek ten osiąga się, jak wykazują obliczenia *), w razie pomieszczenia źródła prądu na stacji nadawczej. Rozmieszczenie takie jednak nie przy wszystkich używanych w telegrafji układach połączeń może być stosowane.

W telegrafji często stosowane bywa uziemienie biegunów baterji. Powinno być ono wykonane w taki sposób, aby jego opór nie przewyższał 12 omów, (patrz o uziemieniach w Części V, Rozdział XXII).

ROZDZIAŁ XVII SYSTEM TELEGRAFU MORSA

A. Przyrząd nadawczy

W najbardziej rozpowszechnionym systemie telegrafji, systemie Morsa, przyrządem nadawczym, czyli tym, który służy do wysyłania depeasz, jest t. zw. *klucz Morsa*. Jedną z konstrukcyj tego przyrządu przedstawiona jest na rysunku 195). Jest to rodzaj przełącznika drążkowego o trzech kontaktach. Składa się on z mosiężnego dwuramiennego drążka, umieszczonego na stalowej osi. Na końcu dłuższego ramienia drążka umocowana jest izolująca rączka, przeznaczona do ręcznego naciskania. Na izolującej (drewnianej) podstawie przyrządu umieszczone są dwie mosiężne płytki z platynowymi kontaktami. Płytki te umieszczone są pod drążkiem w kierunku poprzecznym do jego długości a platynowe kontakty mogą się stykać z od-



Rys. 195.

*) patrz. P. S. Osadczyj. *Osnowy teorii telegrafnych cepiej*, St. Petersburg, 1903, str. 27

powiedniemi kontaktami na jego dolnej części. Drażek ten przez swą ośkę, jej łożysko i znajdujący się przy nim zacisk (*b*), jest zazwyczaj połączony elektrycznie z linią, z dwu zaś płytek, leżąca po stronie dłuższego ramienia drażka (*c*), bywa przeznaczona dla prądu roboczego, druga (*a*) — dla ciągłego. Sprężynka, umieszczona pod drażkiem, utrzymuje go normalnie w takim położeniu, że zapomocą kontaktu włącza on prąd ciągły na linię. Gdy drażek przez naciśnięcie rączki zostaje pochylony, prąd ciągły przerywa się, a natomiast włącza roboczy.

W kluczach Morsa nowszej budowy, dla zmniejszenia szumu, do płytek kontaktowych mosiężnych przymocowywa się stalowe, płaskie, sprężyny kontaktowe.

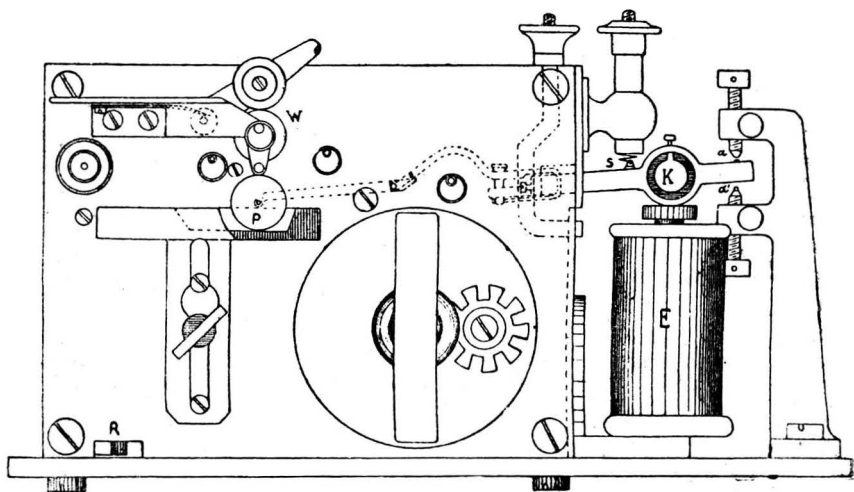
Zależnie od budowy i od połączenia klawisz Morsa może być stosowany, jak wyżej opisano, dla prądu ciągłego i roboczego, równocześnie, lub dla każdego z tych rodzajów prądu oddzielnie, jak to zobaczymy przy rozpatrywaniu rozmaitych układów połączeń telegraficznych.

B. Przyrząd odbiorczy

Przez dłuższe lub krótsze przytrzymywanie klucza Morsa w pozycji naciśniętej, posyłamy do linii dłuższe lub krótsze impulsy prądu, które, o ile jako przyrząd odbiorczy zastosowany jest aparat piszący Morsa, wywołują powstawanie na taśmie papierowej umówionych znaków telegraficznych: kresek i kropek.

Działanie przyrządu odbiorczego telegrafu Morsa (rys. 196) jest następujące. Prąd, wysłany zapomocą klawisza Morsa, jako aparatu nadawczego, przepływa przez linię do uzwojenia elektromagnesu aparatu odbiorczego. Skutkiem działania tego prądu kotwiczka elektromagnesu jest naprzemian to przyciągana, to odciągana (za pomocą sprężynki) od biegunów. Drażek zaś, w którym osadzona kotwiczka, wykonywa odpowiednie ruchy pomiędzy ostrzami śrubek *a* i *a*₁. Dźwięk tych uderzeń dla wprawnego ucha telegrafisty jest już sam przez się wystarczający do odczytywania depesz, mimo to drażek służy zarazem jako część przyrządu piszącego. W tym celu, w aparatach piszących farbą, przeciwległy koniec drażka jest zaopatrzony w stalowe kółko (częściowo pogrążone w znajdującym się pod niem kałamarzyku, napełnionym farbą), nad którym przesuwają się taśma papierowa, poru-

szana zapomocą mechanizmu zegarowego. Kółko piszące, w zależności od ruchów drążka, jest na dłuższy lub krótszy czas przyciskane do taśmy papierowej i skutkiem tego pozostawia na niej znaki w postaci kresek lub kropek. W aparacie stosuje się podwójny elektromagnes (*E*), umieszczony na żelaznej konsolce, która może być wraz z nim przesuwana w kierunku pionowym — w razie potrzeby regulowania. Ponad biegunami elektro-



Rys. 196.

magnesu znajduje się kotwiczka (*K*) z miękkiego żelaza, posiadająca kształt rurki z wyciętą w niej szparką. Rurka obsadzona jest na jednym końcu wyżej wspomnianego ruchomego drążka, którego ruchy są ograniczone odległością dwóch śrubek (*a*, *a*₁), a drugi koniec wchodzi wewnątrz aparatu. Drążek jest podtrzymywany przez skreconą sprężynę (*S*). Zazwyczaj składa się on z dwu oddzielnych części, z mocowanych ze sobą zapomocą łącznika, przez co aparat może być przystosowany do pracy na prąd roboczy lub ciągły.

Pod wpływem prądu roboczego (jak było wskazane przy opisie przekaźników, działających przy takim prądzie), kotwiczka elektromagnesu jest przyciągana tylko w czasie przepływu prądu przez uzwojenie; pod wpływem zaś prądu ciągłego jest ona normalnie przyciągnięta, a tyl-

ko w czasie przerw prądu sprężynka odciąga ją od biegunów. Wskutek tego przy pracy na prąd roboczy drążek powinien w chwili, gdy kotwiczka jest przyciągnięta do biegunów, przyciskać krążek piszący do taśmy papierowej dla pozostawienia na niej znaków. Naodwrot, przy pracy na prąd ciągły krążek piszący powinien być przyciśnięty do taśmy w czasie gdy kotwiczka jest odciągnięta od magnesów. Wobec tego przy prądzie roboczym drążek może działać jako jedna całość, a przy prądzie ciągłym należy go podzielić na dwie dźwignie, które się obracają na osobnych ośkach i połączone są między sobą zapomocą ruchomego złącza.

Umieszczony wewnątrz aparatu mechanizm zegarowy nadaje ruch obrotowy wałkowi *W*, który przesuwając taśmę papierową przed kółkiem piszącym. Ten sam mechanizm obraca kółko piszące w kierunku odwrotnym, do kierunku obrotu wałka i taśmy w celu, aby znaki były wyraźniejsze. Taśma papierowa umieszczona jest na ruchomej szpulce, znajdującej się zwykle w szufladce w podstawie aparatu, skąd się wysuwa przez odpowiednią szczelinę. Mechanizm zegarowy otrzymuje napęd zapomocą nakręconej sprężyny. Wiatraczek reguluje szybkość ruchu mechanizmu. Przekładnia trybowa mechanizmu składa się z siedmiu kółek zębatach. Puszczanie mechanizmu w ruch skutecznia się przez odsunięcie rygielka *R*.

Oprócz wyżej opisanego typu aparatu Morsa, piszącego farbą, istnieją również aparaty, nie wymagające farby, lecz wyciskające zapomocą odpowiedniego sztyfcika (zastępującego kółko piszące) wklęsłe znaki na taśmie papierowej. W tego rodzaju aparatach unika się wadliwego działania, powodowanego często wyschnięciem farby, lecz wymagają one większego od poprzednich natężenia prądu.

Aparaty Morsa, piszące farbą, pracują przy 0,013 *A* natężenia prądu, wyłaczające zaś na taśmie znaki przy 0,06 do 0,1 *A*.

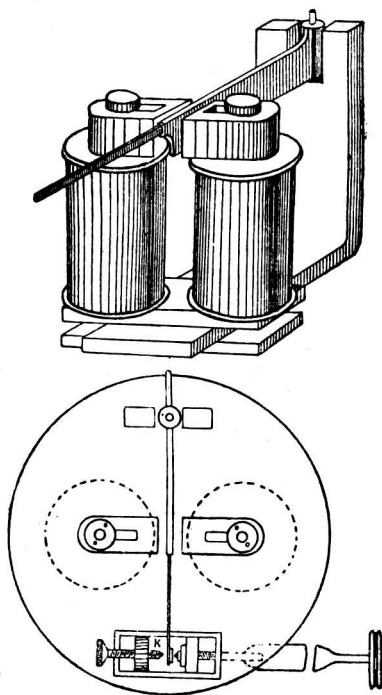
Elektromagnesy normalnych aparatów zaopatrzone są w dwie cewki, z których każda posiada zwykle po 6500 zwojów o oporze 280 omów. Uzwojenia te mogą być włączone w szereg lub równolegle.

Oprócz najczęściej stosowanych aparatów, działających przy prądzie stałym, budowane są również aparaty Morsa i na prąd zmienny. W takich aparatach prąd jednego kierunku wytwarza znaki, drugiego — odstępę mię-

dzy niemi. Aparaty takie bywają zaopatrzone w samoczynne urządzenia wyswobadzające, dzięki czemu z aparatu nadawczego można uruchomić aparat odbiorczy nawet w nieobecności przy nim telegrafisty.

C. Części składowe stacji telegrafu syst. Morsa

Całkowita stacja telegraficzna Morsa składa się (patrz tabl. III na końcu Telegrafji, rysunek 221, który przedstawia stację, zbudowaną w fabryce Warszawskiej) z klucza Morsa, z aparatu odbiorczego oraz z kilku przyrządów dodatkowych, a mianowicie: dla zabezpieczenia od wyładowań elektryczności atmosferycznej umieszczone są piorunochrony, typu opisanego już w rozdziale o telefonji, t. j. płytkowe lub próżniowe węglowe, dla zabezpieczenia aparatów od prądów o zbyt wielkiem natężeniu — bezpieczniki topikowe. Dla sprawdzania, czy prąd przepływa w linii i w jakim kierunku, a także jaki jest stan izolacji linii i stan baterji, stosowane są najczęściej *galwanoskopy*. Składają się one z ruchomego magnesu, umieszczonego w polu magnetycznem, wytwarzanem przez cewkę, posiadającą m. w. 600 zwojów.. Do tego magnesu przytwierdzona jest wskazówka, przesuwająca się przed wzorcowaną podziałką. Obecnie zamiast zwykłego galwanoskopu często stosowany bywa, jako przyrząd bardziej dokładny milliamperomierz, który pozwala mierzyć natężenie prądu i dzięki temu określać stan izolacji linii i stan baterji. W szufladce pod aparatem nadawczym lub na konsolce obok niego bywa umieszczona szpulka do taśmy.



Rys. 197.

Ponieważ przy bardzo długich liniach natężenie prądu może być za słabe dla bezpośredniego zasilania elektromagnesu aparatu telegrafowego, stosuje się *przekazniki* (relais), których kotwiczka włącza miejscowe silniejsze źródła prądu. Przekazniki takie działają na tej samej zasadzie, co opisane na początku tej książki przekazniki sygnalizacji domowej, budowa ich tylko jest nieco odmienna ze względu na wymaganą od nich trwałość i pewność działania.

W telegrafii stosowane są zarówno przekazniki zwykłe, jak i spolaryzowane. Na rysunku 197 wskazany jest przekaznik spolaryzowany, często stosowany w telegrafii. W przekazniku tym kotwiczka jest przymocowana na osi do jednego z biegunów magnesu stałego i może się poruszać między biegunami elektromagnesu, którego rdzenie cewek są osadzone na drugim biegunie magnesu stałego. W czasie przepływania prądu naturalny magnetyzm jednego z rdzeni ulega osłabieniu, drugiego — wzmocnieniu i ostatni przyciąga kotwiczkę, która włącza pomocnicze źródło prądu. W tym celu kotwiczka zaopatrzona jest w sprężynkę kontaktową *K*. Cały przyrząd jest umieszczony w mosiężnym pudełku ze szklaną pokrywką.

D. Znaki Morsa

Znaki telegrafu Morsa, odbijane na taśmie, składają się z kropek i kresek. Kreska ma długość trzech kropek. Odległość między oddzielnymi znakami jednej litery jest równa długości kropki, między literami — trzech kropek, między wyrazami — pięciu kropek. Litery składają się z 1-go do 4-ch znaków, cyfry — z 5-ciu, a znaki pisarskie z 6-ciu.

Częściej używane litery wyraża się mniejszą liczbą znaków, naprz.: *a* . — , *e* . . , *i* . . . i t. d., rzadsze — większą, naprz.: *á* . . . —

Ogólnie przyjęte znaki Morsa dla alfabetu polskiego, z uwzględnieniem liter obcych (na następnej stronie).

Dla odczytywania liter można się posilkować tablicą Com. Perein (rys. 198), mianowicie: jeżeli pierwszy znak odczytywanej litery jest kropką, to śledzimy na rysunku linię kropkowaną (poczynając od góry), jeżeli kreską, to linię pełną; następnie, przy rozgałęzieniu, linię pełną lub kropkowaną, stosownie do tego, czy następny znak jest kreską, czy też kropką i tym sposobem dochodzimy do poszukiwanej litery.

ALFABET

a. ---	ch. -----	q. -----	z. -----
ā. ----	i. ---	r. ----	ż. ----
b. ----	j. ----	s. ----	zz. -----
c. ----	k. ----	ś. ----	z. ---
ć. -----	l. ----	sz. -----	ā. ----
cz. -----	ł. ----	szcz. -----	ē. ----
d. ---	m. ---	ź. ---	ū. ----
e. -	n. ---	u. ---	ō. ----
ē. ----	ń. ----	v. ----	ē. -----
f. ----	o. ----	w. ----	
g. ----	ó. ----	x. ----	
h. ----	p. ----	y. ----	

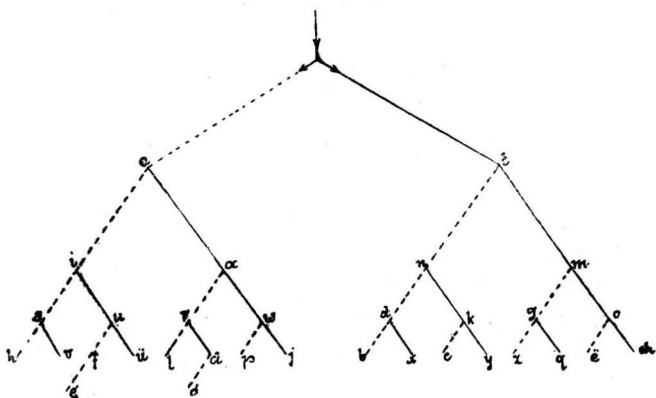
CYFRY

1. -----	6. -----
2. -----	7. -----
3. -----	8. -----
4. -----	9. -----
5. -----	10. -----

WAŻNIEJSZE ZNAKI PISARSKIE I SYGNALY.

KROPKA -----	ŚREDNIK -----	PRZECINEK -----
DWUKROPEK -----	ZNAK ZAPYTANIA -----	CUDZYŚKÓW -----
WKRZYKNIK -----	PODKREŚLENIE -----	NAWIĄS -----
ZNAK ODDZIELAJĄCY ADRES OD TEKSTU I TEKST OD PODPISU -----		
WEZWANIE PRZED PODANIEM DEPEZSY -----	ZROZUMIANE -----	
ZMYŁKA -----	KONIEC -----	ZACZEKAĆ -----
WEZWANIE DO TELEGRAFOWANIA -----		

Porozumiewanie się pomiędzy stacjami zapomocą znaków Morsa, odbywa się w sposób następujący: stacja



Rys. 198.

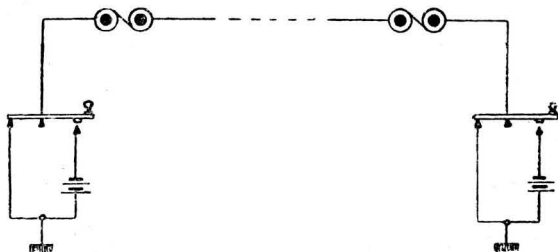
1-sza wzywa stację 2-gą zapomocą powtarzania wezwania --- dotąd, aż stacja 2-ga odpowie wezwaniem do podania depezy ---, wtedy stacja 1-sza podaje de-

peszę, którą kończy znakiem, na co stacja 2-ga odpowiada znakiem, t. j. zrozumiane. Jeżeli telegrafista, nadający depeszę, spostrzeże, że popełnił omyłkę to podaje znak i powtarza przerwany wyraz. Jeżeli zaś otrzymujący depeszę telegrafista nie rozumie jakiego wyrazu, powtarza telegrafowo ze znakiem zapytania

Odmianami aparatów Morsa są *aparaty młoteczkowe*, lub *brzęczykowe*, nie posiadające żadnego przyrządu piszącego. Jak było wspomniane przy opisie budowy aparatu Morsa, z odgłosów przy uderzeniu drążka o śrubki, wprawne ucho telegrafisty może odczytać depeszę; to właśnie wykorzystano w budowie uproszczonych aparatów telegrafowych elektro-słuchowych, t. zw. *stukaczy*. Aparat nadawczy stanowi tu klucz Morsa, aparat odbiorczy natomiast może być zastąpiony elektromagnesem, którego kotwiczka silniej uderza, niż przy zwykłym stosowanym w aparatach piszących. Dla jeszcze większego wzmocnienia dźwięku, elektromagnes taki umieszcza się na próżnej podstawie. Czasem do kotwiczki przymocowywa się młoteczek, który uderza w znajdujący się przy nim bębenek. Zamiast elektromagnesu z kotwiczką wyżej opisanego typu, może być zastosowany w aparacie elektroakustycznym brzęczyk taki, jak był opisany przy aparatach telefonowych typu wojskowego.

E. Układy połączeń

Najprostszy układ połączeń stanowi połączenie dwu stacji, z których każda posiada po jednym przyrządzie odbiorczym i nadawczym Morsa, za pomocą pojedynczej linii.



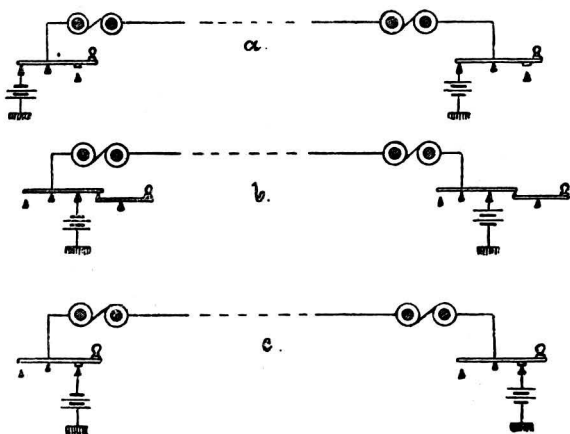
Rys. 199.

Taki układ połączeń, dla pracy zapomocą prądu roboczego, jest wskazany na rysunku 199. W tym razie, w stanie spoczynku, linia jest stale uziemie-

na, za pomocą jednego z kontaktów klucza Morsa, i prąd przez nią nie przepływa. Przy każdym naciśnięciu klucza, bateria zostaje włączona na linię, poczem, z chwilą zwolnienia klucza, linja zostaje znowu uziemiona.

Układ połączeń dla aparatów, działających na prąd ciągły, wskazany jest na rys. 200a. W tym układzie prąd z baterji, w stanie spoczynku aparatów, stale przepływa przez linię, a tylko w czasie naciskania ręką klucza, prąd się przerywa.

W celu telegrafowania przy pomocy prądu ciągłego, stosowane są zazwyczaj klucze Morsa specjalnej budowy, z t. zw. drążkiem łamanym (rys. 200b); jest on złożony



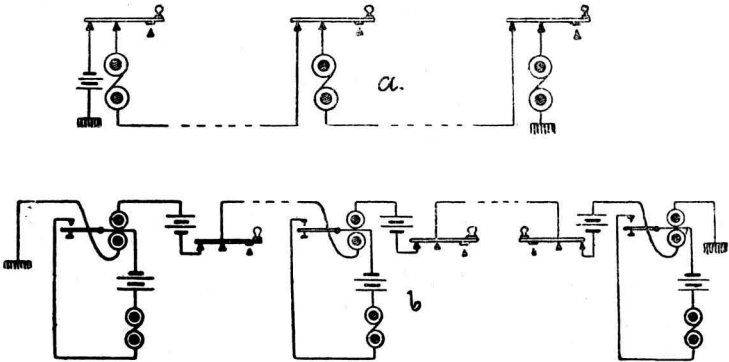
Rys. 200.

z dwóch oddzielnych części, tworzących podwójną dźwignię. Przy takim urządzeniu, naciskanie klucza przerywa obwód prądu ciągłego, znajdującego się po stronie rączki. W Rosji, przy pracy prądem ciągłym, posługują się zwykłym kluczem, włączonym, jak wskazano na rys. 200c, w sposób t. zw. „podrywany“.

Oprócz prądu roboczego lub ciągłego, stosowany bywa również t. zw. prąd amerykański, szczególnie przy aparatach młoteczkowych, (pracujących zwykle prądem roboczym). System ten polega na tem, że oprócz zwykłego układu połączeń, jak przy prądzie roboczym, dodany jest wyłącznik, który, w czasie gdy klucz znajduje się w stanie spoczynku, łączy zacisk jego osi (połączony z linią)

z kontaktem roboczym (połączonym z baterją) w ten sposób w tym okresie płynie z linii przez klucz prąd ciągły. Po przerwaniu za pomocą wyłącznika prądu ciągłego, telegrafowanie odbywa się zupełnie tak samo, jak przy linii o prądzie roboczym, t. j. przez włączanie prądu, a nie, jak przy prądzie ciągłym, przez jego przerywanie. System taki uważany jest za prosty i pewny, wymaga tylko pamiętania, aby po skończonem telegrafowaniu, wyłącznik został ponownie włączony, gdyż w przeciwnym razie przy danym aparacie ciągłość linii byłaby przerywana.

Przy ilości aparatów ponad dwa w tej samej linii, można je łączyć w szereg, lub też równoległe — pomiędzy przewód i ziemię. Najczęściej stosowane jest łączenie szeregowo.



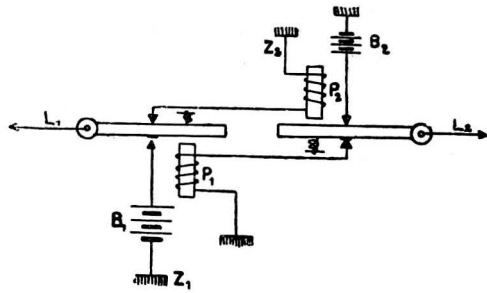
Rys. 201.

Często też stosowany bywa dla połączenia większej ilości aparatów na jedną linię t. zw. *system linii omnibusowej*. Rysunek 201a przedstawia połączenie tego rodzaju dla prądu ciągłego. Przy takim układzie wszystkie stacje otrzymują jednakowy sygnał, lecz przyjmuje depeszę tylko ta, dla której ten sygnał jest przeznaczony. Jeżeli linja ma pracować przy prądzie roboczym, to klucze powinny być zaopatrzone w przełączniki, utrzymujące ciągłość połączeń linii przy kluczach. Baterja może być ześrodkowana w jednym miejscu linii, lub być częściami rozmieszczona na stacjach. Przy długich liniach, zamiast bezpośredniego włączenia aparatów odbiorczych, można je łączyć za pośrednictwem przekaźników z miejscowymi dodatkowymi baterjami (rys. 201b).

F. Translatory

Duży wpływ na prawidłowe działanie aparatów telegrafowych wywiera opór przewodów liniowych i straty, spowodowane wadliwą izolacją, czyli t. zw. upływem prądu. Dla przeciwdziałania tym

wpływowi, przy długich liniach stosowane są t. zw. translatory, czyli przyrządy, składające się z zespołu dwu przekaźników. Przy takim



Rys. 202.

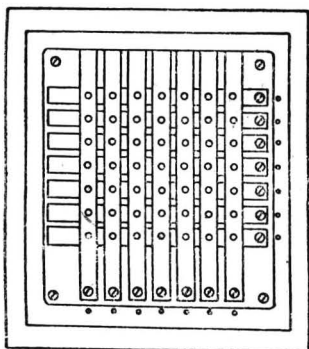
urządzeniu prąd płynący z jednej stacji włącza, za pomocą przekaźnika, na drugiej stacji baterję, służącą do przesyłania depezy na następną. Przy bardzo długich liniach w kilku ich punktach ustawia się translatory, tak, że pomiędzy bardzo odległymi stacjami wymiana depezy odbywa się za pośrednictwem kilku translatorów. Układ połączeń translatora wskazany na rysunku 202. Impuls prądu, przepływającego z linii L_1 , przechodzi przez włączony kontakt kotwiczki przekaźnika P_1 i przez uzwojenie przekaźnika P_2 do uziemienia Z_2 . Pod wpływem tego prądu, elektromagnes przekaźnika P_2 przyciąga kotwiczkę, która włącza prąd z baterji B_2 na linję L_2 . I na odwrót: jeżeli prąd przypyływa z linii L_2 , to przekaźnik P_1 włącza baterję B_1 na linję L_1 .

Translatory stosuje się również do samoczynnego przetelegrafowywania depezy z jednej linii na drugą, jak to opisano przy zastosowaniu telegrafji w kolejnictwie, w Części VII.

G. Przełączniki centralne

Stacje telegrafowe krańcowe, w których zbiegają się linje, idące w rozmaitych kierunkach, są zaopatrzone w urządzenia, pozwalające łączyć dowolnie te linje pomiędzy sobą. Najczęściej stosowanym i zarazem najstarszym używanym w tym celu przyrządem jest t. zw. *przełącznik Szwajcarski* (rys. 203). Składa się on z dwóch szeregów

listew mosiężnych, umieszczonych w dwu płaszczyznach, jedna nad drugą i izolowanych pomiędzy sobą. Listwy, znajdujące się w jednej płaszczyźnie są połączone z aparatami telegrafowymi, znajdującymi się na stacji, listwy zaś, leżące w drugiej płaszczyźnie — z linjami. Za pomocą zwykłych mosiężnych wtyczek dowolny aparat może być połączony z dowolną linią.



Rys. 203.

i wtyczkowe w rodzaju podobnych przełączników w telefonji.

Oprócz przełącznika Szwajcarskiego, stosuje się również i inne przełączniki a mianowicie: korbkowe

ROZDZIAŁ XVIII

RÓŻNE SYSTEMY UKŁADÓW TELEGRAFOWYCH

System Morsa ma dużą zaletę, że jest prostej budowy i że aparaty są trwałe, nie pozwala jednak przesyłać więcej ponad 25 słów na minutę i nie odbija odrazu liter, lecz znaki, które należy odcyfrowywać, a to pochłania sporo czasu i może powodować omyłki. Stosuje się przeto tak dla przyspieszenia wymiany depesz i lepszego wyzyskania linii, jako i dla zaoszczędzenia czasu na odcyfrowanie znaków, zamiast zwykłego systemu Morsa, inne ulepszone systemy.

Systemy te można podzielić na dwie główne kategorie: A) zasadzające się na lepszym wyzyskaniu linii, dzięki układom połączeń elektrycznych, dopuszczającym przesyłanie zapomocą jednej linii, większej ilości znaków naraz i B) — takie, które dzięki ulepszonym urządzeniom mechanicznym, wymagają mniejszej ilości impulsów prądu dla oznaczenia liter, lub też zwiększają szybkość ich wysyłania.

A. Systemy wielokrotnego telegrafowania po jednej linii przy pomocy specjalnych układów połączeń elektrycznych

Ważniejsze systemy, pozwalające na lepsze zużycowanie linii tą drogą, są następujące:

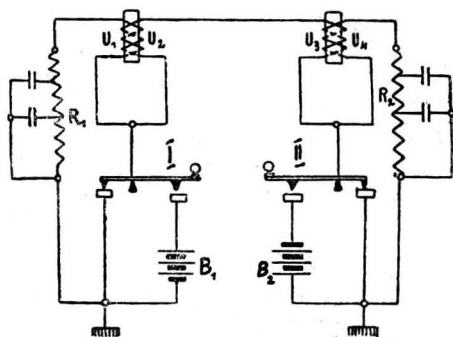
- 1) system telegrafowania w dwu przeciwnych kierunkach po tej samej linii naraz,
- 2) system dwukrotnego równoczesnego telegrafowania po tej samej linii w jednym kierunku, czyli t. zw. *diplex*,
- 3) system wielokrotnego równoczesnego telegrafowania po tej samej linii, t. zw. *multiplex*.

Rozpatrzmy każdy z tych systemów oddzielnie.

1) Telegrafowanie przeciwobne (po tej samej linii w dwu przeciwnych kierunkach naraz)

Najczęściej stosowane są w tym celu dwa systemy: t. zw. przeciwobny — różnicowy (*duplex*) i oparty na układzie połączeń t. zw. mostku Wheatstona.

System *przeciwobny*—*różnicowy* (*duplex*) zasadza się na układzie połączeń tego rodzaju, że prąd, wysłany za pośrednictwem aparatu nadawczego jednej stacji, działa wyłącznie na aparat odbiorczy drugiej stacji, a nie wywołuje działania własnego aparatu odbiorczego, pomimo, że ten jest włączony na wspólną linię.



Rys. 204.

W tym celu elektromagnesy aparatu odbiorczego są zapatrzone w podwójne uzwojenie o jednakowej liczbie zwojów, lecz nawiniętych w odwrotnym kierunku (rys. 204). Przy równoczesnym telegrafowaniu z obu aparatów, klucze nadawcze mogą się znajdować w rozmaitych położeniach.

Jeżeli naciśnięty jest tylko klucz I, a klucz II znajduje się w stanie spoczynku, to prąd płynie z baterji B_1 , przez

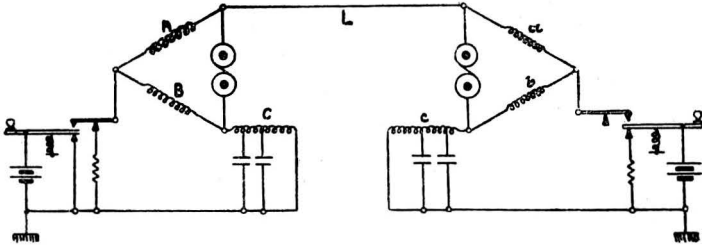
uzwojenie U_1 , linję L , uzwojenie U_3 , środkowy kontakt klucza II, do ziemi. Prąd ten wzbudza elektromagnes II, gdy tymczasem elektromagnes I pozostaje niewzbudzony, gdyż równocześnie z prądem, przepływającym przez U_1 , przepływa prąd przez U_2 , znoszący działanie prądu poprzedniego. Ażeby wpływ, wywierany przez oba te prądy, był zupełnie równoznaczny, trzeba, by i własności obwodów były zupełnie jednakowe, t. j. aby opór omowy, pojemność i samoindukcja obwodu U_2 była taka sama, jak obwodu U_1 wraz z linją. W tym celu w szereg z uzwojeniem U_2 włączona jest linja sztuczna, zaopatrzona w odpowiedni opornik indukcyjny oraz w kondensatory.

Jeżeli w chwili naciskania klucza I, klucz II znajduje się właśnie w ruchu i nie dotyka bocznych kontaktów, to prąd płynie z B_1 przez uzwojenie U_1 , linję L , uzwojenia U_3 i U_4 , opornik R_2 — do ziemi. W tym razie prąd ma wprawdzie podwójny opór do przewyciężenia, lecz za to działa on zapomocą podwójnej ilości zwojów (oba uzwojenia elektromagnesu U_3 i U_4 w tym razie są włączone w szereg) jego więc oddziaływanie na elektromagnes pozostanie bez zmiany. Natomiast elektromagnes I będzie silniej wzbudzony przez uzwojenie U_2 , niż przez uzwojenie U_1 i z tego powodu będzie wywierał wpływ magnetyzujący słaby i krótkotrwały, gdyż będzie on trwał tylko dopóty, dopóki klucz II nie dotknie kontaktu. Dla zupełnego uniknięcia tego wypadku, można zamiast zwykłego klucza stosować klucz podwójny, przy którym niema nigdy kompletnej przerwy, natomiast w chwili, gdy zostaje włączona bateria, przerywa się połączenie z ziemią.

Jeżeli obydwa klucze przyciśnięte będą naraz, baterje B_1 i B_2 są włączone w szereg, i prąd wtedy płynie o podwójnem natężeniu z B_1 przez klucz I uzwojenie U_1 , linję L , uzwojenie U_2 ; dalej przez klucz II, baterję B_2 — do ziemi. W tym wypadku obydwa elektromagnesy będą przez powyższe uzwojenia dwa razy silniej wzbudzone, niż przez uzwojenia równoważące U_2 i U_4 i z tego powodu, działanie każdego elektromagnesu będzie normalne.

Telegrafować w dwu przeciwnych kierunkach po tej samej linii równocześnie pozwala też inny system, oparty na układzie połączeń t. zw. *mostku Wheatstone'a* (rys. 205). W tym systemie mamy na każdej stacji trzy boki równoległoboku, utworzone przez sztuczne opory, a czwarty przez linję. W jedną przekątną „mostku“ włączony jest aparat odbiorczy, w drugą — nadawczy oraz bateria. Opory są dobrane w taki

sposób, aby był zachowany stosunek $A : B = L : C$, pozatem również własności indukcyjne i pojemnościowe linii L są zrównoważone przez odpowiednie oporniki indukcyjne i kondensatory w ramieniu C . Wobec tego prąd,

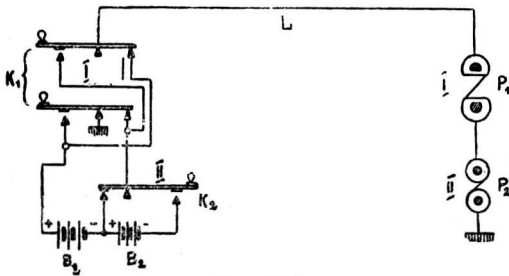


Rys. 205.

wywolany naciśnięciem klucza telegrafowego, nie przepływa przez aparat odbiorczy drugiej stacji. Możliwa więc jest wymiana depesz równocześnie w dwu przeciwnych kierunkach, gdyż aparaty odbiorcze przyjmują tylko sygnały cudzych aparatów nadawczych, a nie działają pod wpływem własnych.

2) Dwukrotne równoczesne telegrafowanie po jednej linii w tym samym kierunku

Tego rodzaju telegrafowanie umożliwia zastosowanie systemu, zwanego *diplex Edisona*. Układ połączeń elektrycz-



Rys. 206.

nych tego systemu polega na tem, że jako przyrząd nadawczy zastosowane są dwa klucze k_1 i k_2 (rys. 206), a umieszczone na drugiej stacji dwa aparaty odbiorcze P_1 i P_2

połączone są w szereg. Aparat odbiorczy P_1 posiada przyciemniony przełącznik spolaryzowany, a zatem działający pod wpływem prądu o małym natężeniu, lecz o kierunku określonym, a przełącznik P_2 drugiego aparatu jest przełączni-

kiem zwykłym, tak wyregulowanym, że działa wyłącznie przy prądzie, posiadającym pewne znacznie większe od poprzedniego natężenie. Baterje, włączone w obwód, dają w zależności od położenia kluczy nadawczych, możliwość otrzymania czterech rodzajów prądów, a mianowicie: 1) gdy żaden klucz nie jest naciśnięty, płynie prąd z bieguna dodatniego baterji B_1 , posiadający natężenie i do linii L i dalej do aparatów odbiorczych, 2) gdy jest naciśnięty wyłącznie klucz k_1 , płynie prąd z bieguna ujemnego tej samej baterji, posiadający natężenie $-i$, 3) gdy zostanie naciśnięty wyłącznie klucz k_2 , z baterji B_1 i B_2 połączonych w szereg, płynie prąd o natężeniu $+2i$, 4) przy równoczesnem naciśnięciu kluczy k_1 i k_2 , z tych samych baterji — prąd o natężeniu $-2i$. Wobec tego, przy naciśnięciu klucza k_1 , na stacji odbiorczej, pod wpływem słabego prądu o ujemnym kierunku, działa wyłącznie przekaźnik spolaryzowany P_1 , gdy przekaźnik P_2 oddziałuje tylko w razie naciśnięcia klucza k_2 lub obu kluczy naraz, pod wpływem prądu o większem natężeniu ($+2i$ lub $-2i$), ponieważ słabszy prąd nie może przewyciężyć oporu sprężynki kotwiczki. Przy naciśnięciu obu kluczy naraz, oddziałuje również i przekaźnik spolaryzowany P_1 .

Diplex Edisona obecnie samoistnie nie bywa stosowany, natomiast w połączeniu z systemem duplex służy do wielokrotnego telegrafowania w obu kierunkach naraz, według t. zw. systemu *quadruplex*.

3. Wielokrotne telegrafowanie po jednej linii w obu kierunkach

Przez połączenie wyżej opisanych systemów można utworzyć system, pozwalający na wymianę depesz po tej samej linii w obu kierunkach, w większej ilości, czyli t. zw. system *multiplex*. Jeżeli np. zastosować diplex Edisona równocześnie z duplexem, umieściwszy na każdej stacji po dwa przekaźniki, z których jeden zwykły, a drugi spolaryzowany i po dwa klucze (zwykły i podwójny), to można będzie po tej samej linii wysyłać równocześnie po dwie depesze w przeciwnych kierunkach, czyli po cztery depesze naraz po tym samym przewodniku (*quadruplex*). System diplex, skombinowany z poprzednio opisanym układem według „mostku Wheatstone'a”, jest stosowany często w Anglii i w Ameryce.

Przez zastosowanie większej liczby przekaźników, działających wyłącznie pod wpływem określonych prądów, można osiągnąć nie dwukrotne — lecz wielokrotne telegrafowanie w tym samym kierunku po jednym przewodniku. Łatwiej to skutecznie przy zastosowaniu prądu zmiennego, niż stałego, gdyż przy zmiennym różnica między prądami może polegać nie tylko na odmiennym kierunku i natężeniu, lecz i na liczbie okresów. Można przysyłać równocześnie po tym samym przewodniku kilka rodzajów prądów i każdy z nich będzie oddziaływał wyłącznie na jeden specjalnie dla niego przeznaczony aparat odbiorczy. Na tej zasadzie zbudowany jest np. system Mercandier, umożliwiający przesyłanie 12 depech w obu kierunkach naraz po tym samym przewodniku.

Przy opisie systemów wielokrotnego telegrafowania po jednej linii, były przyjęte jako aparaty nadawcze i odbiorcze aparaty Morsa, jednak do niektórych z tych układów mogą być stosowane również aparaty, należące do kategorii następczej, do której opisu obcnie przystępujemy; naprz. duplex z aparatami Hughes'a lub Wheatstone'a, przez co jednoczą się zalety systemów obu kategorii.

B. Systemy szybkiego telegrafowania, w których działanie oparte jest na udoskonaleniach mechanicznej budowy aparatów

Aparaty, należące do tej kategorii, przeważnie odbijają litery drukowane. Tu mamy dużo systemów i przybysza ich coraz więcej; rozpatrzmy więc tylko te, które osiągnęły największe rozpowszechnienie.

1) Aparaty Hughesa

W systemie tym aparat nadawczy stanowi jedną całość z aparatem odbiorczym. Telegrafowanie za pomocą aparatu Hughesa (należy czytać Juza) odbywa się przez naciskanie klawiszy, odpowiadających literom podobnie, jak to ma miejsce przy maszynach do pisania.

Działanie zasada się na tem, że przy naciśnięciu w aparacie nadawczym klawisza, odpowiadającego żądanej literze, wywołany przez to prąd przepływa do aparatu odbiorczego na innej stacji w chwili, gdy na obracającym

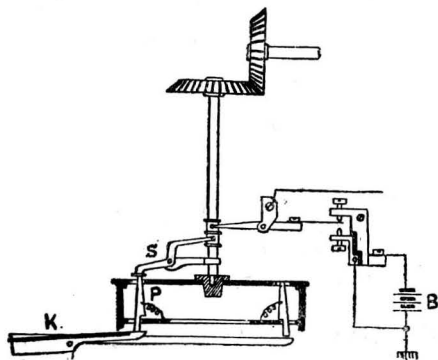
się tam krążku drukującym taka sama litera znajduje się najbliżej taśmy papierowej, która zostaje w tej chwili do niego przyciśnięta. Na tabl. III rys. 222 (na końcu Telegrafji) wskazany jest wygląd zewnętrzny aparatu Hughesa.

Główne części składowe tego aparatu są: stalowy krążek drukujący, na którego obwodzie znajdują się wypukłe litery, cyfry i znaki drukarskie, dalej klawiatura (podobna do klawiatury fortepianu) o 28 klawiszach (14-tu białych i 14 czarnych), z poruszanymi przez nie drążkami, wreszcie część mechaniczna (poruszająca i regulująca) i część elektryczna.

Zarówno przy wysyłaniu, jak i przy przyjmowaniu depesz, mechanizm aparatu Hughesa musi być wprawiony w ruch ze ściśle jednakową szybkością tak w aparacie nadawczym, jak i w odbiorczym. Wskutek tego

w obu aparatach obracają się jednocześnie (synchronicznie) krążki drukujące, jak również t. zw. ślizgacze, obracające się naokoło swej osi w części nadawczej aparatów.

Część nadawcza aparatu przedstawiona jest schematycznie na rys. 207. Przy naciśnięciu klawisza *K*, porusza się zależny od niego drążek *P*, którego koniec się podnosi i unosi

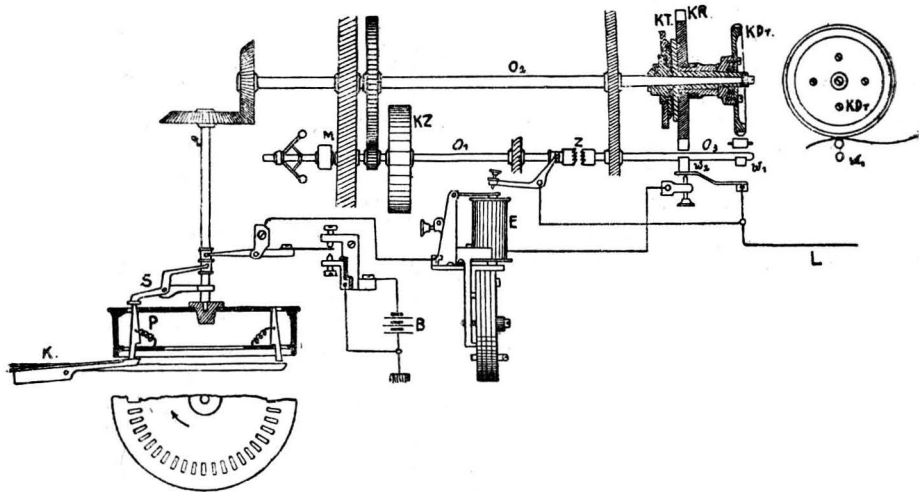


Rys. 207.

dolny występ ślizgacza *S*. Ślizgacz obraca się nad końcami drążków całej klawiatury, rozmieszczonymi na obwodzie koła. Wskutek podniesienia się jednego z drążków ślizgacz zlekka unosi się i za pośrednictwem przekładni włącza baterję *B* na linję. Przez to zostaje wysłany impuls prądu do drugiego aparatu. Prąd ten przepływa do aparatu odbiorczego w chwili, gdy litera, odpowiadająca naciśniętemu klawiszowi, znajduje się nad taśmą papierową. Równocześnie za pomocą spolaryzowanego elektromagnesu i zależnej od niego kotwiczkii, oraz przy pomocy odpowiedniej przekładni, taśma zostaje przyciśnięta do krążka drukującego i żądany znak odbity.

Mechanizm aparatu Hughesa był dawniej poruszany zapomocą przeciwwagi, podnoszonej za pośrednictwem pedału (patrz rys. 222). Obecnie stosowane są do jego napędu przeważnie silniki elektryczne, jeżeli tylko jest do rozporządzenia odpowiednie źródło prądu. Układ części mechanicznej aparatu schematycznie wskazano na rys. 208.

Silnik elektryczny M osadzony jest na osi O_1 , na której również znajduje się regulator odśrodkowy i koło zamachowe KZ (oś ta robi 840 obrotów na minutę). Oś O_1 jest połączona zapomocą przekładni trybowej (1:7)



Rys. 208.

z osią O_2 , na której mamy osadzony krążek drukujący KDr , na wspólnej piaście z krążkiem KR , służącym do regulacji. Oś O_2 , zapomocą trybów stożkowych, porusza również wyżej wspomniany ślizgacz S . Oprócz dwu powyższych osi, aparat posiada trzecią oś O_3 , która zapomocą łącznika Z może być czasowo łączona z osią O_1 . Do osi O_3 przymocowane są dwa wysoki, z których jeden w_1 służy do przyciskania taśmy papierowej do kółka drukującego, drugi zaś — w_2 , umieszczony naprzeciw krążka regulacyjnego (zaopatrzonego w 28 zębów), nie dotyka go, dopóki liczba obrotów krążka drukującego jest odpowiednia. Natomiast, gdy szyb-

kość krążka drukującego jest różna od szybkości ślizgacza aparatu nadawczego, występ ω_2 zamiast swobodnie obracać się w zagłębieniach uzębienia krążka regulacyjnego, naciska na jego zęby i w ten sposób przesuwa go we właściwe położenie. Jest to możliwe ze względu na to, że krążek regulacyjny (mający wspólną piastę z krążkiem drukującym) jest osadzony na osi nawpół luźno. Luźne zaś osadzenie piasty tych krążków jest niezbędne i z innego powodu, mianowicie dla umożliwienia, przed rozpoczęciem telegrafowania, nastawienia krążka drukującego aparatu odbiorczego w takie samo położenie, jak w aparacie nadawczym; wymaga to chwilowego wstrzymania obrotu krążka, pomimo że oś jego znajduje się w ruchu.

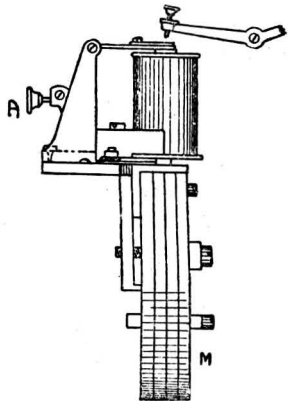
Oprócz krążka drukującego KDr i regulacyjnego KR , przy ostatnim osadzony jest na osi O_2 nawpółluźno trzeci krążek — tarciový KT , zaopatrzony na obwodzie w uzębienie, w które może wchodzić uzębiony również wychwyty, przymocowany do kółka regulacyjnego KR . Wychwyty ten może być nastawiany z odległości i służy do łączenia krążków KR i KDr z ich własną osią w celu udzielenia im jej ruchu.

Wspomniany uprzednio regulator, jest to regulator odśrodkowy, zaopatrzony w dwie kule, osadzone na drążkach, naciskanych przez płaskie sprężyny. Gdy szybkość mechanizmu staje się zbyt wielka, kule oddalają się od osi i regulator, zapomocą hamulca tarciového, działa na oś silnika, wywołując w ten sposób zwalnianie biegu całego mechanizmu.

Aparat Hughesa, jak już było wspomniane, zaopatrzony jest w 28 klawiszy i tyleż zależnych od nich drążków. Na krążku drukującym znajduje się natomiast 52 znaki: alfabet, dziesięć cyfr i inne znaki drukarskie. Wybijanie wszystkich tych znaków zapomocą tylko 28 klawiszy jest możliwe dzięki temu, że drążek drukujący KDr może być przesuwany o mały kąt względem koła regulacyjnego. Dwa przeznaczone do tego celu klawisze umożliwiają to przesuwanie, a to daje możność dowolnego zmieniania odbijanych znaków.

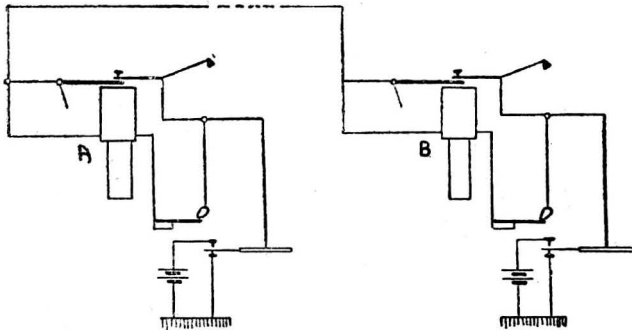
Główną częścią elektryczną aparatu jest elektromagnes spolaryzowany. Składa się on z czterech stałych magnesów płytkowych M (rys. 209), na których biegunach osadzone są dwa żelazne rdzenie, zaopatrzone w uzwojenia (o oporze m. w. 1200 omów). W stanie spoczynku aparatu,

do rdzeni przyciśnięta jest kotwiczka, osadzona na zawiasach. Do niej przymocowana jest sprężynka, której naprężenie może być tak wyregulowane zapomocą śrubki *A*, że, gdy siła przyciągająca stałego magnesu zostanie osłabiona, sprężynka wskutek przepływającego przez uzwojenie elektromagnesu prądu, odciąga tę kotwiczkę od biegunów i uderza ona o znajdujący się nad nią drążek, który włącza zapomocą łącznika *Z* (rys. 208) oś *O*₃. Wskutek tego wyskok *w*₁ przyciska taśmę papierową do kółka drukującego *KDr* i znak odpowiedni zostaje odbity, poczem oś *O*₃ wyłącza się, kotwiczkę mechanicznie przyciska do biegunów i aparat jest gotów do przyjęcia nowego sygnału.



Rys. 209.

Elektryczny układ połączeń pomiędzy stacjami, zaopatrzonemi w aparaty Hughesa, jest wskazany na rys. 210. Baterje są uziemione odmiennemi biegunami. Prąd sygnalizacyjny, wysłany z aparatu *A*, przepływa przez elektromagnes drugiego aparatu *B* i przez kontakt Prązkowy płynie do uziemienia. Przy kotwiczkach elektromagnesów umieszczone są kontakty, zapomocą których



Rys. 210.

uzwojenie elektromagnesu aparatu nadawczego zostaje krótko zwarte, w celu wyłączenia nieużytecznego oporu.

Przed przystąpieniem do wysyłania depešz powinien być uzgodniony bieg obydwu korespondujących apa-

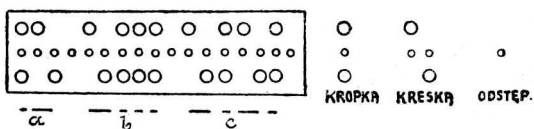
ratów, a mianowicie nietylko ich krążki drukujące powinny posiadać ściśle jednakową szybkość, lecz i położenie ich wzajemne i w stosunku do położenia ślizgacza aparatu nadawczego powinno być dokładnie uzgodnione. W tym celu, przy aparacie nadawczym z początku naciska się stale ten sam klawisz, a telegrafista, obsługujący aparat odbiorczy, zapomocą przestawiania kul regulatora, doprowadza swój aparat do takiej szybkości, że otrzymuje ciągle ten sam znak. Gdy jednakowa szybkość ruchu mechanizmów obu aparatów została osiągnięta, należy wyregulować ciśnienie sprężynek przy kotwiczkach elektromagnesów. Jeżeli sprężynki są zbyt naprężone — kotwiczki są stale przez nie odciągnięte od biegunów, co się objawia nieustannem zjawianiem się znaków drukarskich; gdy sprężynki działają zbyt słabo — znaki te wcale nie odbijają się. Po wyregulowaniu sprężynek i po uprzednim osiągnięciu jednakowego biegu obu aparatów, należy jeszcze ustawić ich krążki drukujące w bezwzględnie jednakowe położenie. W tym celu na obu stacjach, zapomocą naciśnięcia specjalnego drażka, mającego kształt klucza telegrafowego, krążki drukujące zostają ustawione w położenie zerowe i unieruchomione, pomimo że osie ich obracają się dalej. Wtedy na stacji nadawczej zostaje naciśnięty klawisz, nastawiający kółko drukarskie na litery, a wskutek tego, gdy pierwszy impuls prądu przepłynie przez uzwojenie elektromagnesów, obydwie krążki łączą się ze swymi osiami w jednakowych położeniach; dzięki temu każde następne naciśnięcie jednego z klawiszy wywołuje na obu stacjach jednakowe znaki.

W aparatach Hughesa każdy znak drukarski wymaga tylko jednego impulsu prądu, co już tem samem pozwala na szybsze wysyłanie depesz, niż zapomocą aparatu Morsa. Ze względu przytem, że otrzymuje się odrazu drukowane depesze, zaoszczędza się na czasie, niezbędnym na przepisywanie i zmniejsza się możliwość omyłek. Krążek drukujący obraca się przytem prędzej w porównaniu z nadawaniem liter zapomocą klawiatury przez telegrafistę, a tem samem szybkość telegrafowania może być doprowadzona praktycznie do 270 znaków na minutę.

Również i aparaty Hughesa mogą być, dla lepszego wyzyskania linji, łączone według opisanego poprzednio systemu duplex.

2) Aparaty Wheatstone'a

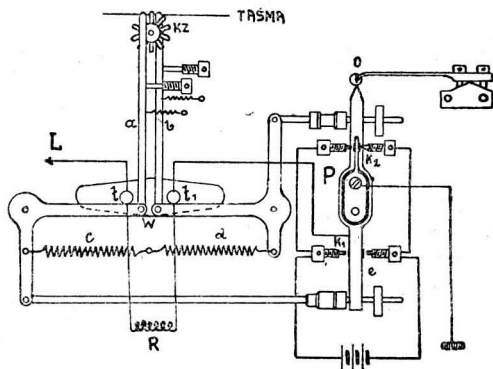
W opisywanych dotąd aparatach telegrafowych szybkość telegrafowania zależna jest od wprawy telegrafisty, gdyż sygnały są bezpośrednio, ręcznie, podawane aparatem nadawczym. W aparacie Wheatstone'a (należy czytać Witstona) i niektórych innych, należących do kategorii szybko telegrafujących, odbywa się to mechanicznie za pośrednictwem uprzednio przygotowanej taśmy dziurkowanej, do której sporządzenia dla jednego aparatu może być zajętych odrazu kilku telegrafistów.



Rys. 211.

Stosowana przy aparatach Wheatstona taśma zaopatrzona jest w trzy rzędy dziurek. Środkowy rząd dziurek, rozmieszczonych w równych odstępach, (rys. 211) służy do przesuwania taśmy za pomocą umieszczonego pod nią koła zębatego. Górny i dolny rząd stanowią znaki telegrafowe alfabetu Morsa, przyczem dwie dziurki jedna nad drugą oznaczają kropkę, a umieszczone skośnie — kreskę.

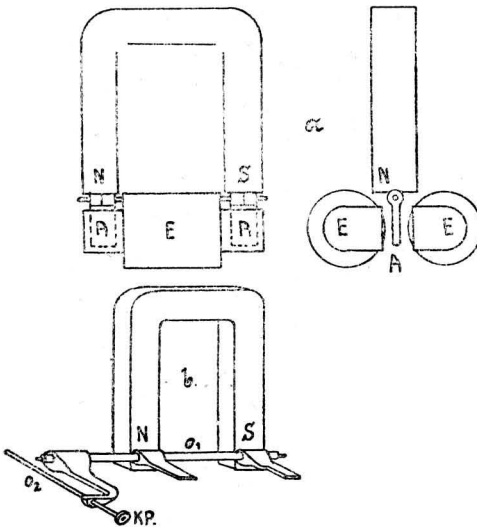
W aparacie nadawczym (rysunek 212) koło zębate *KZ.*, za pomocą zębów, wchodzących w środkowy rząd otworów taśmy, przesuwa ją ze stałą szybkością nad końcami dwu drążków *a* i *b*, umieszczonych pod bocznymi rzędami otworów. Drążki te są stale przyciskane do taśmy przez specjalne sprężyny *c* i *d*. Są



Rys. 212.

Ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH <http://www.bg.agh.edu.pl/>

one w niezmiernie szybkim ruchu w kierunku pionowym, wywoływany przez dwa trzpionki (kołeczki) t, t_1 , umieszczone na ramionach wahadła W . Trzpionki te, dzięki swemu ruchowi, odciągają drążki naprzemian od taśmy. Jeżeli jeden z drążków, przy zetknięciu się z taśmą, natrafia na papier, to zostaje on wstrzymany w ruchu i trzpionek podnosi się dalej sam, jeżeli zaś drążek natrafi na otwór, to podnosi się razem z trzpionkiem. Wtedy, drążek za pośrednictwem przekładni przesuwają rączkę przełącznika P , którą w nowym położeniu zatrzymuje wałek O . Jeżeli drugi drążek również natrafi na otwór (znajdujący się w drugim bocznym rzędzie na taśmie), przełącznik P zostaje przesunięty w odwrotne położenie i również w niem zatrzymany przez wałek O . Przełącznik P ma dwa kontakty k_1 i k_2 , z których jeden k_1 przez opornik R łączy się z linią zewnętrzną L , drugi zaś k_2 — jest uziemiony. Śruby kontaktowe, znajdujące się na ramieniu przełącznika, są



Rys. 213.

połączone stale z baterją. Skutkiem połączeń, wykonanych przez przełącznik, gdy jeden z drążków natrafi na otwór w taśmie — na linię wysłany będzie prąd w kierunku dodatnim, gdy drugi drążek trafi na otwór — powstanie prąd w kierunku ujemnym.

Przyrząd odbiorczy aparatu Wheatstone'a (rysunek 213 a) składa się z elektromagnesu E , który między biegunami ma kołyszącą się na zawiasach

podwójną kotwiczkę AA (czyli dwie kotwiczki na wspólnej osi), spolaryzowaną przez stały magnes NS . Gdy prąd przepływa przez uzwojenie elektromagnesu E w jednym kierunku, kotwiczka odchyła się w pewną stronę, gdy w odmiennym — w odwrotną. Na osi O , (rys. 213 b) na

której osadzone są kotwiczki N i S , znajduje się ramię r , z obsadzoną w nim ośką O_2 . Na jednym końcu tej ośki umieszczone jest kółko piszące $K. P.$, drugi zaś koniec połączony jest z mechanizmem zegarowym, nadającym jej ruch. Znajdujący się w zależności od kotwiczek krążek piszący odbija na taśmie znaki Morsa. Mechanizm aparatu odbiorczego jest poruszany zapomocą przeciwwagi. Szybkość ruchu mechanizmu przesuwającego taśmę może być zmniejszona dla umożliwienia odbierania za jego pomocą również depeasz, nadawanych zapomocą zwykłego klucza Morsa.

Taśma telegrafowa, przed umieszczeniem w aparacie nadawczym, jest odpowiednio podziurkowana i w ten sposób są na niej utrwalone depeasz. Odbywa się to zapomocą specjalnego przyrządu z trzema przyciskami. Przez krótkie uderzenie w jeden z nich, zostają w taśmie wybite zapomocą przekładni drążkowej otwory, odpowiadające żądanym znakom alfabetu Morsa, mianowicie: przez uderzenie w pierwszy — odpowiadające kropce (rys. 211), w drugi — odstępowi pomiędzy znakami, w trzeci — kresce. Po każdym uderzeniu aparat samoczynnie przesuwa taśmę na jednakową odległość.

Działanie aparatów Wheatstone'a jest następujące. Jeżeli aparat nadawczy puścić w ruch bez taśmy, to drążki nie znajdują przeszkody w swych pionowych ruchach i dzięki temu do linji płyną w regularnych odstępach impulsy prądu w odmiennych naprzemian kierunkach. Jeżeli w aparacie będzie umieszczona taśma niedziurkowana, to przełącznik P pozostanie w położeniu początkowym i do linji będzie płynął prąd o kierunku określonym. Jeżeli natomiast będzie założona taśma odpowiednio dziurkowana, to gdy jeden z drążków, naprz. wysyłający prąd dodatniego kierunku, natrafia na otwór, impuls prądu przepływa przez uzwojenie elektromagnesu aparatu odbiorczego i znak zaczyna się odbijać na taśmie. Jeżeli drugi drążek natrafia natychmiast na otwór, to prąd zostaje wysłany w odwrotnym kierunku i z tego powodu znak będzie bardzo krótki — odpowiadający kropce. Gdy natomiast otwory, odpowiadające danemu znakowi, są umieszczone nie pionowo jeden pod drugim, lecz na ukos, to drugi drążek nie natychmiast zmienia kierunek prądu, gdyż przy swem pierwszym uderzeniu natrafi na papier, a przy następnym dopiero na otwór; wskutek tego odbijanie znaku trwa dłużej i odbija się kreska.

Jeden urzędnik jest w możności wybić w taśmie w ciągu minuty liczbę otworów, odpowiadającą 30 do 40 słowom, (licząc przeciętnie po 6 liter w słowie). Aparat zaś Wheatstone'a może wysyłać od 250 do 400 wyrazów na minutę, przy połączeniu duplexowem nawet 500 wyrazów. System ten szczególnie jest stosowany w Anglii. Takie przyrządy działały również na linii telegrafu Indo-Europejskiego (linja ta przechodziła przez Warszawę) i umożliwiały na odstępnie pomiędzy Londynem a Teheranem (6100 km.) zapomocą 10 translatorów przesyłanie 300 znaków na minutę.

Aparatów, służących do pośpiesznego telegrafowania, posługujących się przy nadawaniu depesz taśmą dziurkowaną, istnieje kilka typów, jak naprz. Delany'ego, Siemens'a i inne. Rekord pod względem szybkości osiągnął z pomiędzy nich system Pollak-Virag'a.

3) Aparaty Pollak-Virag'a

System ten jest co do sposobu wysyłania depesz zbliżony do systemu Wheatstone'a, gdyż w aparacie nadawczym mamy również dziurkowaną taśmę. Różni się ona od poprzedniej tem, że zamiast trzech rzędów otworów, odpowiadających znakom Morsa, ma pięć rzędów, przyczem pięć otworów, odpowiednio rozmieszczonych, określa jedną literę, w tem założeniu, że każdą literę można rozłożyć na pięć części składowych, jednakowych dla wszystkich liter alfabetu.

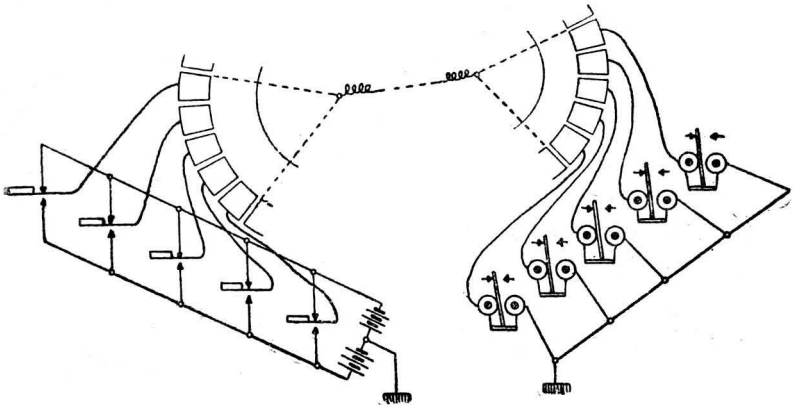
Jako aparat odbiorczy, zastosowano tu przyrząd, zaopatrzone w rodzaj dwu telefonów, których błonki, drgają pod wpływem impulsów prądów, przepływających z aparatu nadawczego i przekazują zapomocą przekładni dźwiękowej swe ruchy ruchomemu lusterku; przytem jedna z błonek udziela mu drgań w kierunku poziomym, druga — w pionowym. Wskutek tego promień światła, odbity w lusterku, fotografuje na światłoczułej taśmie papierowej zygzakowatą krzywą. Początkowo w tej krzywej występy górne oznaczały kreskę, dolne — kropkę. W następstwie wynalazcom udało się tak ulepszyć aparat, że krzywa odtwarza wprost kształt całkowitych liter. Po wyjściu z aparatu światłoczuła wstęga zostaje samoczynnie wywołana i utrwalona na podobieństwo zwykłych klisz fotograficznych, co wymaga zaledwie 9 sekund.

Teoretycznie aparat ten może, przy linii dwuprzewodowej, przesłać do 100.000 słów na godzinę. Próby, wykonane na linii o 600 km. długości, wykazały jako rezultat: 70 liter na sekundę, czyli m. w. 40.000 słów na godzinę.

4) Aparaty Baudot'a

Aparaty te należą do tej samej kategorii aparatów drukujących, co aparaty Hughesa. Są one pod względem budowy mechanicznej równie skomplikowane i w niektórych częściach do nich podobne.

Główną cechą, odróżniającą te aparaty od innych, jest to, że choć kilka aparatów działa na tę samą linię, lecz



Rys. 214.

nie równocześnie, włączane są one samoczynnie po kolei. Wskutek tego sygnały przepływają przez linię nie równocześnie, lecz naprzemian jeden po drugim. Zasada działania jest następująca: W aparacie nadawczym i odbiorczym obracają się synchronicznie ślizgacze po t. zw. krążkach rozdzielczych, złożonych z pewnej ilości metalowych, izolowanych od siebie, wycinków, z których każdy jest połączony z osobnym przyrządem nadawczym (rys. 214), gdy odpowiadający mu wycinek na drugiej stacji — z przyrządem odbiorczym. W ten sposób tworzy się za pośrednictwem jednej linii tyle oddzielnych obwodów telegrafowych, ile wycinków posiada powyższy krążek. Obwody włączane są po kolei w czasie,

gdy ślizgacz znajduje się na danym wycinku. Wszystkie wycinki metalowe krążka normalnie są połączone z jednym biegunem baterji, dzięki czemu, przy każdym zetknięciu się ślizgacza z jednym z wycinków, przepływa prąd określonego kierunku na linję. Kierunek ten może być zmieniany, zapomocą naciskania klawiszy, połączonych elektrycznie z wycinkami. Aparat nadawczy posiada pięć takich klawiszy; przy normalnem ich położeniu płynie na linję prąd o kierunku ujemnym; gdy są naciśnięte — o kierunku dodatnim. Litery alfabetu są złożone z kombinacji impulsów prądu, otrzymywanych przy naciskaniu klawiszy z impulsami, przesyłanemi dzięki stałemu połączeniu wycinków z baterją. Telegrafista bierze rodzaj akordu, odpowiadającego danej literze, na pięcioklawiszowej klawiaturze, wskutek czego wysyła pięć impulsów prądu, które po kolei przepływają po linji. Na stacji odbiorczej prąd przepływa przez czuły przekaźnik, działający wyłącznie tylko pod wpływem prądów o kierunku dodatnim, który włącza miejscową baterję na krążek rozdzielczy aparatu odbiorczego. Dzięki krążkowi rozdzielczemu każdy nadchodzący impuls prądu jest kierowany do elektromagnesu, odpowiadającego klawiszowi, naciśniętemu na stacji nadawczej, i pod wpływem tego prądu jego kotwiczka zostaje przyciągnięta. W zależności od działania tych kotwiczek pięciu elektromagnesów, odbija się odpowiednia litera. Zastosowany jest przytem t. zw. kombinator, przyrząd zaopatrzony w pięć wybieraczy, których działanie jednoczy się na wspólny mechanizm drukujący.

Niektóre części aparatu Baudot'a, jak naprz. krążek drukujący, mechanizm przyciskający taśmę do niego, elektromagnesy i sposób nastawiania synchronizmu są podobne, jak w aparacie Hughesa.

Całkowity aparat Baudot'a *) składa się z dwu, trzech, czterech lub sześciu zespołów, utworzonych z przyrządu nadawczego i odbiorczego, oraz ze wspólnego przekaźnika i wspólnego krążka rozdzielczego.

Aparaty Baudot'a są szczególnie rozpowszechnione we Francji, pracowały również na linji Paryż — Berlin. W ostatnich czasach przed wojną zaczęto je też stosować i w Rosji.

*) Szczegóły patrz w A. Kratz „Mehrfach—Telegraphen“. Braunschweig.

Sprawność aparatów Baudot'a podwójnych wynosi 300 liter na minutę, poczwórnych—600, poszóstnych—900.

Poniekąd odmianę aparatu Baudot'a stanowi *aparat Rowlanda*, w którym dla utrzymania synchronizmu zastosowano zasadę silników synchronicznych o prądzie zmiennym. Sprawność ośmiokrotnego aparatu Rowlanda wynosi 1700 liter na minutę.

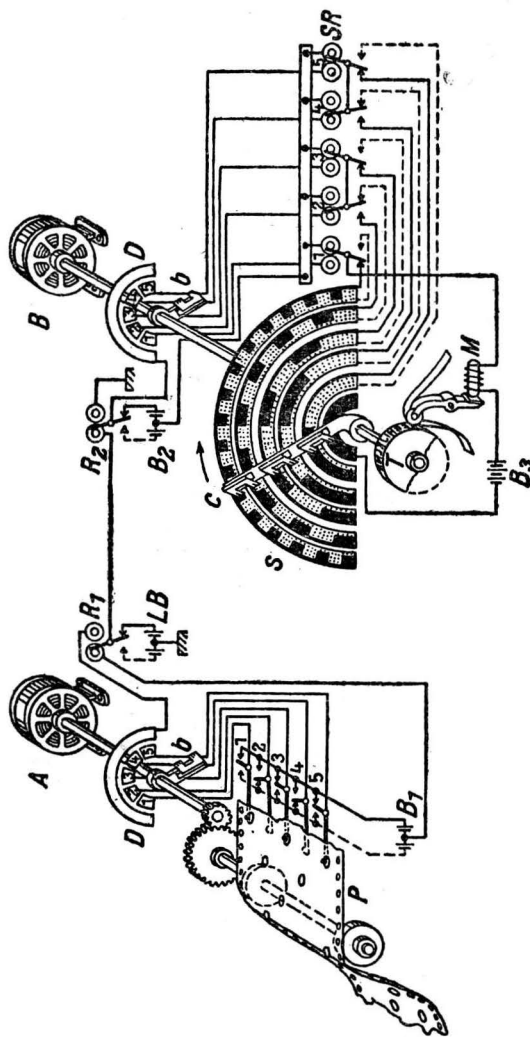
5) Aparat maszynowy Siemens'a

W tym aparacie, również, jak i w dwu opisanych w p. 3 i p. 4, zastosowana jest uprzednio przygotowana taśma; przesyłanie impulsów prądu odbywa się podobnie, jak w systemie Baudot'a, zapomocą krążków rozdzielczych, posiadających 5 wycinków metalowych. Stacja telegrafowa tego systemu składa się z trzech oddzielnych aparatów, a mianowicie: z przyrządu do dziurkowania taśmy, aparatu nadawczego i aparatu odbiorczego.

Przyrząd, służący do dziurkowania taśmy, jest pod względem zewnętrznego wyglądu podobny do maszyny do pisania (rys. 223 na Tablicy IV, na końcu Telegrafji). W przyrządzie pierwotnej budowy wytłaczane były po dwie dziurki dla każdej litery. Litery odróżniały się położeniem dziurek, które tworzyły na taśmie jedenaście rzędów. Równocześnie na brzegu taśmy była odbijana litera odpowiadająca dziurkom. Obecnie znaki drukarskie są oznaczane kombinacją z jednej do pięciu dziurek, rozmieszczonych w pięciu rzędach na linii pionowej do długości taśmy. Upraszcza to przyrząd i czyni zbędnem drukowanie dodatkowe samych liter, gdyż kombinacje jednej do pięciu dziurek, określających różne litery, są łatwe do zapamiętania. Oprócz pięciu rzędów dziurek wyżej wspomnianych, taśma posiada jeszcze dwa rzędy, złożone z dziurek mniejszych, w równych odstępach, umieszczonych przy brzegach taśmy i służących do jej przesuwania.

Działanie przyrządu jest następujące: po naciśnięciu klawiszy, odpowiadających danej literze, wewnątrz przyrządu zostają skutecznione połączenia elektryczne, dzięki którym następuje uruchomienie kotwiczek elektromagnesów, kotwiczki zaś poruszają zapomocą przekładni drażkowej dziurkarki. W celu wprawiania w ruch dziurkarek w przyrządzie tym znajduje się pięć elektromagnesów, szósty zaś służy do przesuwania taśmy.

Aparat nadawczy (przedstawiony na rys. 224, patrz również schemat na rys. 215) jest poruszany silnikiem



Rys. 215.

elektrycznym *A*, który nadaje dziurkowanej taśmie równomierny ruch i równocześnie, w czasie każdego obrotu osi aparatu, przesuwają ślizgacz kontaktowy po pięciu wycinkach kontaktowych, znajdujących się na powierzchni tarczy, czyli tak zw. krążka rozdzielczego *D*.— Pod taśmą umieszczonych jest pięć drążków, których wygięte końcówki mają dążenie do wpadania w dziurki taśmy i, o ile to nastąpi, przełączają bieguny baterji *B*₁, która jest pośrodku uziemiona. Linja ustawienia końcówek jest pochyła w stosunku do kierunku położenia dziurek, odpowiadających jednej literze,

wskutek czego wpadają one w dziurki nie równocześnie, lecz po kolei. Powyższe drążki są połączone przewodnikami z odpowiednimi wycinkami kontaktowymi, znajdu-

znajdującymi się na obwodzie wyżej wspomnianego pierścienia \mathcal{D} .

Gdy szczotka b przesuwa się po wycinkach 1—5 krążka rozdzielczego \mathcal{D} , zostaje uruchomiony przekaźnik nadawczy R_1 , który wysyła impulsy prądu odpowiedniego kierunku z baterji LB do przekaźnika R_2 aparatu odbiorczego.

W aparacie odbiorczym szczotka b , obracająca się synchronicznie ze szczotką b aparatu nadawczego, równocześnie z nią styka się w tej samej kolejności z wycinkami tarczy kontaktowej i w ten sposób kieruje działaniem 5 przekaźników SR , których kontanty są połączone z tarczą kontaktową S . Tarcza ta posiada 6 pierścieni (od niej izolowanych), z których 5 jest podzielonych, licząc od środka, na 2, 4, 8, 16 i 32 wycinki, dzięki czemu można mieć 32 kombinacje, odpowiadające kombinacjom otworów w taśmie.

Aparat odbiorczy (rys. 225) jest poruszany, podobnie, jak aparat nadawczy, przez silnik elektryczny (B). Równomierność obrotu tego silnika z silnikiem aparatu nadawczego jest osiągnięta samoczynnie — działaniem impulsów prądu, przy pomocy oporników szeregowego i bocznikowego, którego rączkę przesuwa dodatkowy silnik. W pierwotnym typie tego aparatu, dla utrwalenia przesyłanych znaków na taśmie telegrafowej stosowany był sposób fotograficzny, a mianowicie znaki były fotografowane na światłoczułej taśmie, a następnie wywoływane i utrwalane. Obecnie znaki są odbijane bezpośrednio na taśmie w postaci zwykłych znaków drukarskich. Równocześnie też może być otrzymywana w aparacie odbiorczym i taśma dziurkowana, taka, jaka jest w aparacie nadawczym, a to w celu umożliwienia dalszego przesyłania depesz za pomocą tego samego systemu. Na osi aparatu odbiorczego osadzone jest kółko drukujące (z wypukłymi znakami drukarskimi na swym obwodzie zewnętrznym) i szereg (8) ślizgaczy kontaktowych, z których na jednym, za pośrednictwem przekaźnika odbiorczego, powstaje zmienna biegunowość. Ślizgacze (widoczne na rys. 225) posuwają się po powierzchni pierścieni kontaktowych (ośmiu), umieszczonych na wspólnej tarczy.

Przy zupełnej równomierności ruchu aparatu odbiorczego z nadawczym, w zależności od ostatniego, następują zmiany prądu, oznaczającego odstęp między znakami, na prąd, oznaczający znak telegrafowy. Zmiany prądu są wywoływane przechodzeniem ślizgacza przez

pięć wycinków kontaktowych pierścienia, umieszczonego najbliżej środka tarczy. Wskutek tych przełączeń prądu, w czasie jednego obrotu tarczy kontaktowej, zostaje nastawionych pięć przekaźników SR , połączonych przewodami z powyższymi wycinkami. Przytem przekaźniki nastawiane są odpowiednio, w zależności od położenia dziurek na taśmie aparatu nadawczego i, w czasie następnego obrotu tarczy kontaktowej, uskuteczniają odbicie odpowiedniego znaku drukarskiego. W tym celu do każdego z pięciu wycinków pierwszego pierścienia kontaktowego D jest dołączonych wyżej wspomniane dalsze pięć pierścieni z 2, 4, 8, 16 i 32 wycinków; te pierścienie umieszczone są na wspólnej z nim tarczy S z pierwszym pierścieniem i od niej izolowane. Ślizgacze kontaktowe, umocowane na wspólnej rączce C , w czasie swego obrotu dotykają równocześnie powierzchni wszystkich pierścieni i tworzą zamknięty obwód elektryczny, w którego skład wchodzi przekaźniki SR , bateria B_3 oraz uzwojenie elektromagnesu, poruszającego młoteczek M , przyciskający taśmę do kółka drukującego. Ażeby zapobiec zwłóce, spowodowanej potrzebą dwu obrotów ślizgaczy dla każdej litery, są przeznaczone dla każdego wycinka kontaktowego po dwa przekaźniki, włączane naprzemian, tak, że gdy jeden szereg przekaźników jest nastawiany, drugi tymczasem uskutecznia czynność odbijania litery, wskazanej w czasie poprzedniego obrotu ślizgacza.

Odbijanie znaku drukarskiego na taśmie uskutecznia się przez przyciśnięcie taśmy do kółka drukującego, zapomożą elektrycznie poruszanej młoteczką M , w chwili, gdy odpowiedni znak drukarski znajduje się w jej bliskości. Ponieważ szybkość obrotu kółka drukującego jest bardzo znaczna i dochodzi do 2 m na sekundę, więc i działanie powyższego młoteczka powinno być niezmiernie szybkie. W tym celu zastosowano prąd, pochodzący z wyładowania kondensatora.

Oprócz pięciu par przekaźników, służących do odbijania znaków drukarskich, w szereg z nimi jest połączonych pięć innych, przeznaczonych do dziurkowania taśmy. Powyższe dwa komplety przekaźników są widoczne (pod szklanymi przykrywkami) na rys. 225.

Zarówno w aparacie nadawczym, jak i w odbiorczym, silniki elektryczne poruszają mechanizmy, za pośrednictwem przekładni trybowej, zapomocą której można zmie-

niać liczbę obrotów w granicach od 200 do 1.000 na minutę. Przy tej ostatniej szybkości aparat jest w stanie odbijać 1.000 znaków drukarskich na minutę*). Aparaty takie działają obecnie u nas na linjach: Warszawa-Kraków, Warszawa-Poznań, Warszawa-Gdańsk i Warszawa-Berlin.

6) Aparat drukujący Siemens

Drukujące aparaty telegrafowe znalazły zastosowanie nie tylko na linjach międzymiastowych, lecz również i dla użytku prywatnego. Uproszczona odmiana tych aparatów stosowana jest w wielkich miastach dla komunikowania wiadomości giełdowych i innych bezpośrednio do lokali publicznych i mieszkań prywatnych, co wytwarza niejako rodzaj dzienników, odbijanych wprost na miejscu u czytelników. W ten sposób czytelnikom mogą być komunikowane wiadomości niezwłocznie w miarę ich napływania. W aparatach, przeznaczonych do tego celu, nie chodzi oczywiście tyle o wyzyskanie linii, ile o prostotę budowy, dla udostępnienia ich pod względem ceny i obsługi. Do tej kategorii między innymi należy aparat drukujący Siemens.

Aparat ten ma wygląd zwykłej maszyny do pisania. Mechanizm odbiorczy jest zaopatrzony w krążek drukujący i taśmę telegrafową. Przyciski z oznaczeniami znaków drukarskich są tak rozmieszczone, jak w maszynie do pisania z dodaniem jednego specjalnego przycisku, służącego do uruchomienia aparatu.

Nadawanie depezy odbywa się w taki sam sposób, jak pisanie na maszynie, z tą tylko różnicą, że na początku należy nacisnąć specjalny klawisz i trzymać go ciągle w tem położeniu w czasie wysyłania depezy. Przyciski mogą być naciskane jedne po drugich tylko wtedy, gdy litera, odpowiadająca poprzedniemu przyciskowi, została już odbita, przyczem nie należy puszczać poprzedniego przycisku, póki następny nie jest jeszcze naciśnięty.

Działanie tych aparatów (stanowiących ulepszonego typu t. zw. aparatu giełdowego) oparte jest na wysyłaniu pojedynczych impulsów prądu, za pośrednictwem przekaźnika aparatu odbiorczego. Aparat nadawczy, za pomocą swego przekaźnika wysyła naprzemian prądy o kierunku dodat-

*) Bliższe szczegóły o aparacie maszynowym S. patrz E. Ehrhardt. Der automatische Typendruck - Schnelltelegraph S. & H. Telegraphen und Fernsprech-Technik, 1913, Heft 12, 13 und 14, oraz dr. A. Franke. Der neue Schnelltelegraph der S. & H. A. G. Elekt. Zeitsch. 1913, Heft 39, 40 und 41. Siemens-Zeitschrift. Oktober 1922, Heft 10.

nim i ujemnym, wskutek czego kotwiczki przekaźników nabierają ruchu wahadłowego. Przekażniki te są spolaryzowane i służą do włączania silnego miejscowego źródła prądu (baterji akumulatorów), a kotwiczki ich są połączone z wychwytnymi (échappement), które stopniowo obracają kółko zębate, złączone z krążkiem drukującym. W miejscowe obwody elektryczne aparatów są włączone uzwojenia przekaźnika spolaryzowanego, oraz drugiego — zwykłego, posiadającego małą liczbę zwojów i zaopatrzonego w ciężką kotwiczkę. Ten ostatni przekaźnik nie ulega wpływowi prądów o słabem natężeniu i o zmiennym kierunku, a działa tylko wtedy, gdy przez niego przepływa w ciągu dłuższego czasu prąd o większem natężeniu. Gdy mechanizm aparatu nadawczego zostaje wstrzymany przez naciśnięcie przycisku, to zaczyna płynąć prąd długotrwały przez linję do aparatu odbiorczego. Prąd ten wstrzymuje ruch krążka drukującego aparatu odbiorczego. Pod wpływem tego prądu zostaje również uruchomiony, wspomniany wyżej zwykły przekaźnik i za pośrednictwem przekładni drążkowej przyciska taśmę do krążka drukarskiego, nastawionego w danej chwili na odpowiednią literę, wskutek czego zostaje ona odbita. Gdy w aparacie nadawczym wszystkie przyciski zostaną wyswobodzone, krążki drukujące obu aparatów zatrzymują się po kilku obrotach w określonej, początkowej pozycji i prąd zostaje wyłączony. Oś kółka drukującego jest poruszana zapomocą małego silnika elektrycznego. Urządzenie tego rodzaju wymaga małej miejscowej baterji akumulatorów przy każdym aparacie.

Aparaty drukujące systemu Siemens'a mogą być stosowane tak do bezpośredniego komunikowania się dwu aparatów między sobą, jako też do wysyłania depesz okólnych z jednego centralnego aparatu do pozostałych.

C. Telegraficzne przesyłanie rysunków, pisma i t. d.

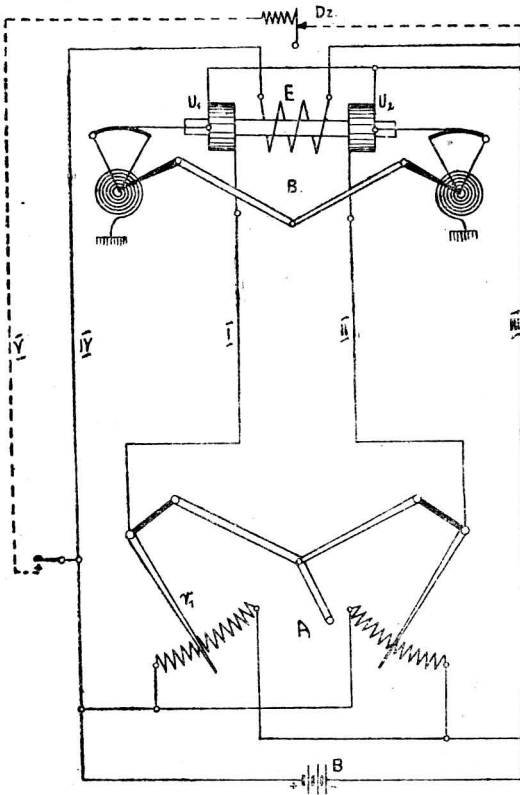
1) Aparat samopiszący (Telewriter)

Najprostszym bodaj pod względem budowy z aparatów, służących do dokładnego odtwarzania pisma i rysunków na odległość, jest aparat samopiszący, nazywany po angielsku Telewriter (wym. teleureiter).

Aparat ten jest zbudowany na zasadzie t. zw. pantografu (stosowanego w rysownictwie do kopjowania rysunków). W przyrządzie nadawczym drążki pantografu są połączone z korbkami dwu oporników elektrycznych,

a w miejscu złączenia drążków umieszczone jest pióro (lub ołówek) do pisania. W aparacie odbiorczym w tym samym miejscu przyrządu przymocowane jest również pióro, końce zaś drążków przytwierdzone do wskazówek mechanizmów woltmierzowych.

Gdy piórem aparatu nadawczego piszemy na umiesz-



Rys. 216.

zonej pod nim wstędze papierowej, to za pomocą drążków pantografu przesuwamy kontakty 2-ch oporników i tem samym wprawiamy w ruch wskazówki mechanizmów woltmierzowych aparatu odbiorczego i złączonych z nimi drążków i pióra. Wprawiony w ten sposób w ruch pantograf tego aparatu odtwarza dokładnie znaki i rysunki, kreślone na wstędze aparatu nadawczego.

Układ połączeń aparatu nadawczego (A) i odbiorczego (B) jest wskazany na rys. 216. W aparacie nadawczym stale przepływa prąd z baterji B przez oporniki r_1 i r_2 . Od rączek oporników przeprowadzone są do aparatu odbiorczego przewodniki I i II , łączące zmienne, zależne od położenia rączek, kontakty oporników z uzwojeniami cewek U_1 i U_2 , umieszczonemi na ruchomych ramkach. Cewki te znajdują się pod działaniem silnego pola elektromagnesu E , ich zaś ramki za pośrednictwem wycinków metalowych i sprężynek są połączone z drążkami pantografu. Obwody elektryczne obu cewek są zamknięte przez przewodnik III . W czasie pisania na aparacie nadawczym A , napięcia na rączkach oporników ciągle się zmieniają, wskutek czego przepływają prądy od tych rączek, przez cewki aparatu odbiorczego, do bieguna ujemnego baterji. Wówczas cewki w zależności od oddziaływania na nie pola magnetycznego i sprężyn przyjmują określone położenia, wywołujące odpowiednie położenie pióra w aparacie odbiorczym.

Ponieważ dla dokładności odtwarzania pisma jest niezbędne, by aparat odbiorczy reagował na jak najmniejsze zmiany oporów w aparacie nadawczym, więc i opór przewodników, łączących aparaty, koniecznie musi być mały, a to pozwala wykonywać tego rodzaju sygnalizację na małej tylko odległości. Praktycznie są stosowane takie aparaty na odległość, nie przewyższającą 300 metrów. Wymagają one czterech przewodników (IV -ty dla uzupełnienia obwodu elektromagnesu), a czasem dodawany jest jeszcze piąty (V) w celu wzywania aparatu odbiorczego zapomocą dzwonka lub brzęczyka (Dz).

2) Aparaty do odtwarzania obrazów na odległość

Były robione liczne wynalazki i próby przenoszenia na odległość rysunków, fotografii i t. d., przyczem mechanizmy bywają często bardzo pomysłowe; ponieważ jednak dotąd nie istnieje jeszcze aparat, któryby znalazł stałe praktyczne zastosowanie, nie będziemy ich bliżej rozpatrywać. Należy tylko nadmienić, że zapomocą systemu d -ra A. Korna, (opartym na własnościach selenu, który zmienia swój opór elektryczny pod wpływem promieni światła) udało się przesyłać fotografie na przestrzeni Paryż—Londyn, Paryż—Berlin i innych. Osiągnięto również podobne rezultaty zapomocą drugiego sposobu tegoż wynalazcy, me-

todą t. zw. teleautografową. Przesyłanie takie wymaga jednak względnie długiego czasu (m. w. $\frac{1}{2}$ godziny na każdy rysunek) i przytem uboczne prądy telegrafowe często wywierają ujemny wpływ na dokładność reprodukcji.

Na tem kończymy rozpatrywanie aparatów telegrafowych, stosowanych przy zwykłych linjach lądowych, złożonych najczęściej z przewodników napowietrznych, i przechodzimy do aparatów, stosowanych w telegrafii podmorskiej, które, ze względu na specjalne własności kabli, wymagają odmiennej konstrukcji.

ROZDZIAŁ XIX

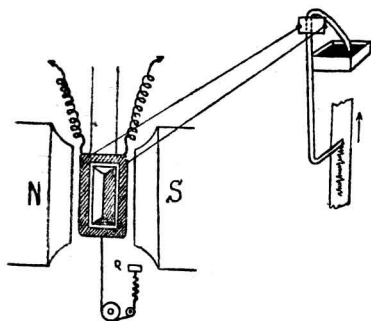
APARATY TELEGRAFU PODMORSKIEGO

Zwykle aparaty telegrafowe odbiorcze, działające zapomocą elektromagnesów, mogą być stosowane przy kablach podmorskich na względnie małych odległościach, mianowicie do 600 kilometrów. Przy dłuższych kablach, z powodu dużego oporu omowego, musiałyby być stosowane zbyt wysokie napięcia, co byłoby niebezpieczne dla izolacji kabli, a przytem, ze względu na dużą pojemność elektrostatyczną, przesyłanie sygnałów byłoby bardzo powolne i utrudnione.

Z powyższych względów jako przyrząd odbiorczy stosuje się w telegrafii podmorskiej przeważnie galwanometr aperiodyczny z lusterkiem. Odchylenie lusterka galwanometru w prawą stronę oznacza kreskę, w lewą — kropkę. System ten jest bardzo czuły i wymaga bardzo małego natężenia prądu. Prąd sygnalizacyjny jest wysyłany naprzemian w dwu przeciwnych kierunkach, co w razie zastosowania w aparacie odbiorczym zapisywania znaków według systemu Morsa, zapobiega omyłkom w odczytywaniu, wywoływanym przez nierówną długość pojedynczych kresek i kropek.

Aparat odbiorczy, zbliżony pod względem budowy do galwanometru lusterkowego Deprez d'Arsonval'a, był zastosowany po raz pierwszy przez lorda Kelvina i Verley'a w 1867 roku (zatem przed wynalezieniem galwanometru Deprez d'Arsonval'a). W pierwotnem urządzeniu nie było przyrządu zapisującego sygnały, telegrafista był więc zmuszony odnotowywać każde pojedyncze odchylenie lusterka, co było męczące i powodowało omyłki.

Dla zapobieżenia temu wynalazca lord Kelvin (uprzednio W. Thomson) zastosował jako przyrząd odbiorczy t. zw. *syfon rejestrujący* (siphon recorder). Urządzenie tego przyrządu jest przedstawione schematycznie na rys. 217. Lekkie uzwojenie w formie ramki (*R*) jest zawieszono na dwu cienkich włóknach i umieszczone w silnym polu magnetycznym między biegunami *S* i *N*. Ruchy ramki, wywołane przepływającym w jej uzwojeniu prądem, są przenoszone na przyrząd piszący, za pomocą innych dwu włókien—jedwabnych. Główną część przyrządu piszącego stanowi cienka, wykrzywiona w kształcie syfonu, rurka szklana, której jeden koniec jest pograżony w płynnej farbie, drugi zaś porusza się swobodnie nad taśmą papierową, w zależności od ruchów ramki, i pozostawia na taśmie zygzakowate ślady. Górne występy, nakreślone tym sposobem linii krzywej, oznaczają kropki, dolne—kreski alfabetu Morsa. Dla przeciwważenia włoskowatości rurki, przeciwdziałającej wypływowi farby, stosowany bywa elektryczny wstrząsacz, powodujący lekkie drganie rurki w kierunku prostopadłym do powierzchni taśmy.



Rys. 217.

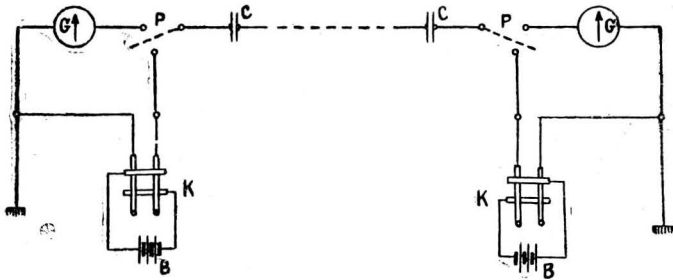
Wykrzywiona w kształcie syfonu, rurka szklana, której jeden koniec jest pograżony w płynnej farbie, drugi zaś porusza się swobodnie nad taśmą papierową, w zależności od ruchów ramki, i pozostawia na taśmie zygzakowate ślady. Górne występy, nakreślone tym sposobem linii krzywej, oznaczają kropki, dolne—kreski alfabetu Morsa. Dla przeciwważenia włoskowatości rurki, przeciwdziałającej wypływowi farby, stosowany bywa elektryczny wstrząsacz, powodujący lekkie drganie rurki w kierunku prostopadłym do powierzchni taśmy.

Jako aparat nadawczy przy tym systemie stosowany bywa podwójny przełącznik w kształcie klucza telegrafowego, za pomocą którego można wysyłać w linię prąd dowolnego kierunku. Dla zwiększenia jednak szybkości nadawania depesz obecnie stosowane są często aparaty nadawcze samoczynne.

Jak wspomniano, urządzenia tego rodzaju wymagają bardzo małego natężenia prądu. Tak naprz. dla linii transatlantyckiej wystarczy bateria, złożona z 5-ciu do 10-ciu ogniw galwanicznych.

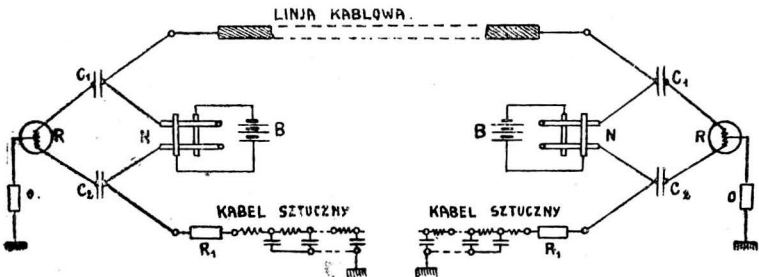
Ponieważ miejsca uziemienia dwu końców tak długich kabli mogą posiadać znaczne różnice potencjałów, skutkiem czego mógłby w kablu nastąpić przepływ prądu o znacznym natężeniu, dla zapobieżenia temu, na obu końcach kabla bywają włączane kondensatory; niedopusz-

czają one prądu ziemnego do kabla. Prądy sygnalizacyjne zmienne natomiast wywołują tylko zmiany w ładunkach, wytworzonych napięciami ziemnymi, a wskutek tego powstają w kablu prądy, które powodują odtwarzanie sygnałów w aparacie odbiorczym.



Rys. 218.

Najdawniejszy układ połączeń dwu aparatów jest przedstawiony na rys. 218. Oprócz galwanometrów (G), jako przyrządów odbiorczych, podwójnych kluczy — nadawczych (K), kondensatorów (C) i baterji (B), włączone by-



Rys. 219.

wają również przełączniki (P), które umożliwiają na stacji nadawczej wyłączenie uzwojenia galwanometru, posiadającego względnie dość znaczny opór.

Oprócz powyższego zwykłego układu połączeń, może być stosowany w telegrafii podmorskiej również układ systemu duplexowego.

Dla długich kabli podmorskich stosowany bywa często t. zw. *układ Harwood'a*, polegający na zasadzie „mostka Wheatstone'a”; umożliwia on telegrafowanie po tej samej linii w dwu przeciwnych kierunkach naraz. Układ ten jest wskazany na rysunku 219. W jedną przekątnią „mostku” są włączone aparaty odbiorcze (O), w drugą nadawcze (N) oraz baterje (B). Kabel rzeczywisty i kable sztuczne tworzą jedną parę ramion, a w drugą parę — włączone są kondensatory C_1 i C_2 . W punktach węzłowych R umieszczone są oporniki, z których środka jest odgałęziona linja, zawierająca aparat odbiorczy.

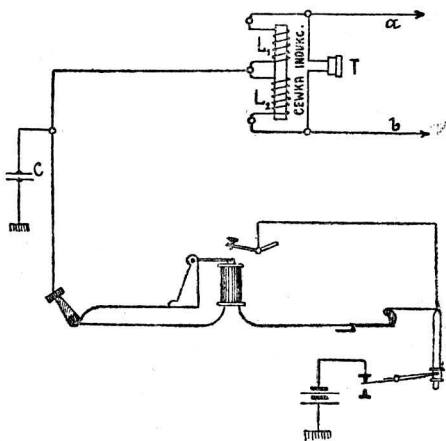
Zamiast opisanego przyrządu odbiorczego, dla kabli średniej długości stosuje się również inny aparat, mianowicie t. zw. *Ondulator Lauritzena*, przyczem, jako aparat nadawczy używany bywa, samoczynny aparat Wheatstone'a. Aparat odbiorczy tego systemu ma elektromagnes, między którego biegunami może się poruszać wahadłowo kotwiczka z przymocowanym przyrządem piszącym, składającym się, jak i w poprzednio opisanym aparacie, z syfonowej rurki szklanej.

Z innych systemów stosowanych w telegrafji należy wymienić system Picard'a, który pozwala otrzymywać depesze, pisane znakami Morsa. Aparat odbiorczy Morsa, również stosowany w tym systemie, jest zasilany prądem zapomocą przekaźnika specjalnej budowy. Przekaznik jest zbliżony, pod względem budowy, do galwanometru, gdyż posiada cewkę ruchomą w silnem polu magnetycznem. Do cewki przymocowany jest drążek kontaktowy, który w czasie ruchu styka się z jednym z dwu umieszczonych w pobliżu kontaktów i w ten sposób włącza lub rozłącza obwód miejscowy z aparatem odbiorczym Morsa. Dla przeciwdziałania szkodliwemu wpływowi pojemności kabla na wyraźne nadawanie sygnałów, wysyłane są krótkie impulsy prądu o zmiennym kierunku; mianowicie nadawanie kreski lub kropki rozpoczyna się zapomocą prądu o kierunku dodatnim, a kończy impulsem prądu o kierunku ujemnym. Takie urządzenie pozwala na tak szybkie przesyłanie sygnałów, że zamiast klucza ręcznego, jako aparat nadawczy, może być stosowany przyrząd Wheatstone'a.

ROZDZIAŁ XX

RÓWNOCZESNE TELEGRAFOWANIE I TELEFONOWANIE ZAPOMOCA TYCH SAMYCH PRZEWODNIKÓW

Jakśmy widzieli w rozdziale o przeciwsobnej telefonji, możliwe jest zużytkowanie jednej linii do kilku rozmów telefonicznych naraz, przyczem odpowiednio przystosowane prądy zmienne wzajemnie sobie nie przeszkadzają. W razie równoczesnego przesyłania przez tę linię i prądów telegraficznych, niema obawy, aby prądy telefoniczne, jako niezmiernie słabe, mogły wpływać ujemnie na aparaty telegrafowe lub przeszkadzać telegrafowaniu. Prądy telegraficzne natomiast, jako posiadające silniejsze natężenie, mogą być wyraźnie słyszane w aparatach telefonicznych. Chcąc więc zastosować linię do równoczesnego telegrafowania i telefonowania, należy wprowadzić specjalny układ połączeń. Dla zapobieżenia ujemnemu oddziaływaniu telegrafowania na telefonowanie, należy zmniejszyć najwyższe natężenia pojedynczych impulsów prądu telegraficznego (czyli spłaszczyć tak zw. wyskoki krzywej, przedstawiającej waha-



Rys. 220.

hania tego natężenia). W tym celu w układ połączeń wprowadzane są dodatkowe cewki indukcyjne i kondensatory.

Często stosowany układ połączeń dla równoczesnego telegrafowania i telefonowania wskazany jest na rys. 220. Jest on oparty na zasadzie t. zw. mostku Wheatstone'a: dwa boki są utworzone z przewodów linjowych a i b , dwa inne — z uzwojeń L_1 i L_2 cewki indukcyjnej, w jedną przekątną mostku włączony jest aparat telefoniczny T , a w drugą aparaty telegrafowe. Telefonowanie odbywa się zapomocą linii dwuprzewodowej, w obwodzie

telegraficznym zaś obywa przewodniki linjowe są włączone równolegle i tworzą jeden przewód, aparaty telegrafowe zaś są włączone między ten przewód i uziemienie. Cewka magnetyczna składa się z dwu uzwojeń o jednakowej liczbie zwojów (15.700) i jednakowym oporze (1.150 omów), nawiniętych obok siebie na wspólnym rdzeniu żelaznym. Dla prądów telefonicznych oba te uzwojenia są włączone szeregowo, tak, że wznieczają wspólne bieguny na końcach rdzenia: na jednym północny, na drugim — południowy. Spółczynnik samoindukcji tej cewki jest tak znaczny, że prądy telefoniczne nie przechodzą przez jej uzwojenie i z tego powodu, nieosłabione, płyną wprost z aparatu telefonowego na linję. Natomiast względem prądów telegraficznych oba uzwojenia cewki są połączone równolegle i prądy te wznieczają na obu końcach rdzenia bieguny jednoimienne, przytem samoindukcja jest dostateczna do zmniejszania największych natężeń pojedynczych impulsów prądu o tyle, aby nie wywoływały szumu w aparatach telefonowych. W tym samym celu bywa również włączany dodatkowy kondensator C (o pojemności do 2 mF). *)

W ostatnich czasach wchodzi w użycie systemy, oparte na innej zasadzie, mianowicie, zastosowano do równoczesnego telefonowania i telegrafowania przez te same przewody — prądy szybkozmienne, przy pomocy lamp katodowych. **)

Zwykle linje telegraficzne, jedнопrzewodowe, mało nadają się do prądów szybkozmiennych z powodu wzajemnej indukcji równoległych przewodów i oddziaływania fal radjotechnicznych. Również stosowany w przewodach telegraficznych drut żelazny nie jest odpowiedni dla prądów szybkozmiennych z powodu wielkiego współczynnika tłumienia (β — patrz str. 139). Najodpowiedniejszą więc są dla wielokrotnej telegrafji i telefonji zapomocą prądów szybkozmiennych, — dwuprzewodowe, brązowe linje telefoniczne, szczególnie nie spupinizowane.

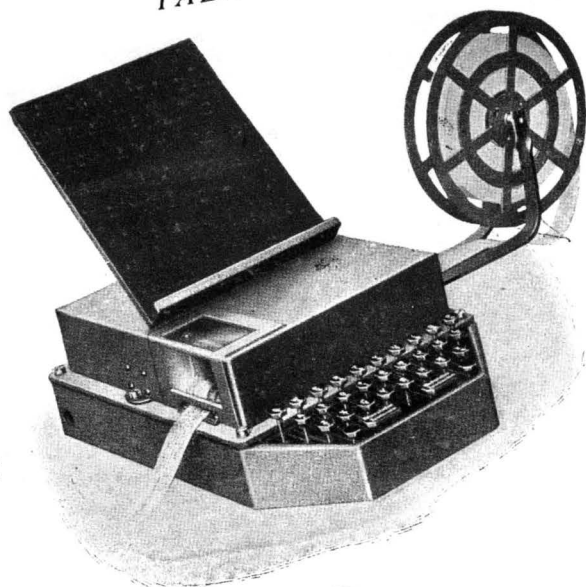
W ten sposób naprz. wyzyskano linję telefoniczną Berlin—Frankfurt n. M. siedmiokrotnie: dla sześciu aparatów telegrafu maszynowego i dla zwykłego telefonu, co dało możność, oprócz zużytkowania linji do rozmów telefonicznych, przysyłać telegraficznie 4.000 liter na minutę.

*) Inne układy patrz K. Berger. Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das Mehrfachfernsprechen. Braunschweig i A. Kraatz Mehrfach—Telegraphen. Braunschweig,

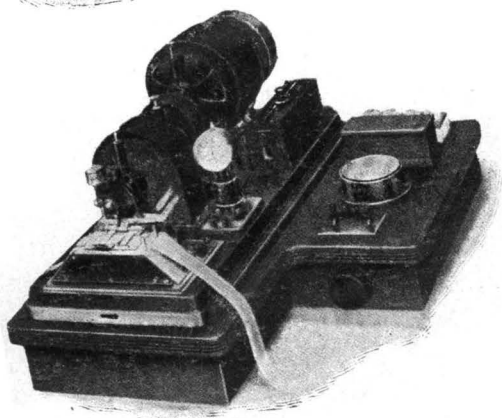
**) patrz E. T. Z. 1920 H. 36, K. W. Wagner. Betriebserfahrungen im Mehrfachfernsprechen und Mehrfachtelegraphieren mit Hochfrequenz.

TABLICA IV

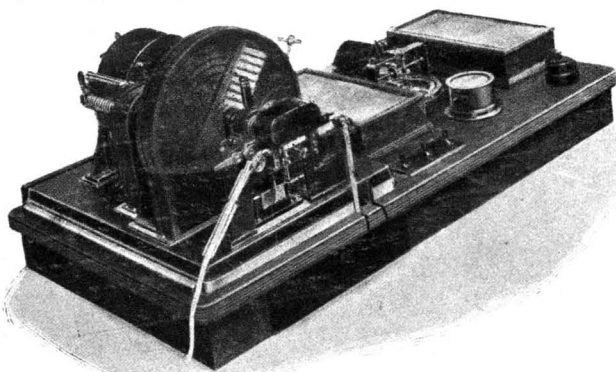
Rys. 223.



Rys 224.



Rys. 225.



CZĘŚĆ V

LINJE PRĄDU SŁABEGO

Linje prądów słabych, czyli przewody elektryczne, łączące przyrządy, wraz z należącymi do nich: izolatorami, słupami i innymi przynależnościami, rozpatrzmy z trzech punktów widzenia: projektowania, budowy i sprawdzania ich stanu.

ROZDZIAŁ XXI

PROJEKTOWANIE LINJI

W technice prądów słabych mamy do czynienia przeważnie z linjami o znacznej długości, wynoszącymi czasem tysiące kilometrów, lub też posiadającymi bardzo liczne rozgałęzienia, koszt więc tej części urządzeń jest zazwyczaj największy i z tego powodu na projektowanie linji powinna być zwrócona specjalna uwaga.

Projektowanie linji zasadza się na:

A) zbadaniu kierunku linji i jej przebiegu, z oznaczeniem na planie, oraz z przeprowadzeniem wstępnych rokowań w tym względzie, t. j. na wyznaczeniu trasy,

B) wyborze rodzaju przewodników i sporządzeniu zestawienia materiałów, potrzebnych do budowy linji.

A. Wyznaczenie trasy

Wyznaczenie trasy linji prądów słabych polega głównie na ustaleniu kierunku linji, jej przebiegu i miejsc skrzyżowań drutów z drogami i torami kolejowymi. Dane, ustalone w tym względzie, powinny być dokładnie utrwalone

na planie tak, by nietylko mogły służyć przy budowie projektowanej linii, lecz by w przyszłości, w razie potrzeby poprowadzenia dodatkowych przewodników na tej samej linii, lub zamiany przewodników istniejących, ponowne studia były zbyteczne. Kierunek linii wykreślony bywa często na planie o skali 1 : 300000. Do planu należy dołączyć rysunek układu przewodów, z oznaczeniem ich przekrojów, rozmieszczenia na słupach i miejsc ich przeplatań pomiędzy sobą.

Przy wyborze kierunku linii — oczywiście najodpowiedniejszy jest kierunek najkrótszy, jeżeli niema przeciw temu przeszkód specjalnych.

Należy przytem linie możliwie umieszczać wzdłuż dróg bitych lub torów kolejowych, gdyż w tych warunkach: jest ułatwiony dostęp do nich, znajdują się one na widoku, a zatem pod ciągłym dozorem, odległości są łatwiejsze do określenia a gotowe plany dróg łatwo mogą być od odpowiednich władz uzyskane.

Przy wyborze położenia linii wzdłuż toru kolejowego, należy starać się prowadzić ją po stronie przeciwnej tej, skąd wieją panujące wiatry, aby, w razie uszkodzenia przez nie linii, nie zagrażać toru. Przy traktach natomiast — po stronie odwrotnej, by uniknąć uszkodzeń linii, wywoływanych spadaniem gałęzi lub nawet wywracaniem się całych drzew.

Należy dbać, aby trasa miała o ile możności przebieg prostolinijny, również w miarę możności unikać skrzyżowań z drogami i krzyżowań z innymi linjami, w szczególności zaś z linjami o wysokiem napięciu elektrycznem.

Przy wyznaczaniu położenia linii wzdłuż toru kolejowego należy dbać, aby słupy znajdowały się możliwie daleko od szyn — zatem jaknajbliżej zewnętrznej granicy posiadłości kolejowej, w każdym zaś razie nie bliżej szyn, niż na to pozwala t. zw. gabaryt czyli *skrajnia*, t. j. przepisana swobodna przestrzeń ponad torem, niezbędna dla przebiegu wagonów. Również należy mieć na względzie, by słupy nie zasłaniały widoku na sygnały. W razie konieczności *skrzyżowania z linią toru kolejowego, należy to uskutecznić pod kątem prostym.*

Przy rozmieszczaniu słupów wzdłuż traktów należy umieszczać je możliwie daleko od drzew przydrożnych — by uniknąć stykania się przewodników z gałęziami i przytem nie w rowach — bo to tamowałoby swobodny odpływ wód i narażałoby słupy na szybsze gnicie.

Przy prowadzeniu linii napowietrznych przez ulice miast, czego zresztą należy unikać, powinna być przy stawianiu słupów zwrócona uwaga, aby nie tamowały one dostępu do domów i ruchu ulicznego, i aby przewodniki nie przeszkadzały otwieraniu okien. Nie jest zalecane przytwierdzanie odciągaczek słupów do domów, gdyż uzależnia to poniekąd linię od stanu i naprawy budynków; w razie konieczności takiego przytwierdzenia należy uzyskać od właściciela piśmienne pozwolenie na to i odciągaczkę uziemić — dla ochrony budynku od pioruna.

O sposobie zabezpieczenia linii prądu słabego od wpływu innych prądów słabych czy też silnych, płynących w przewodach sąsiednich, jak również o sposobie wykonywania przeplatań przewodów będzie mowa w następnym rozdziale, poświęconym budowie linii. Tu zaznaczymy tylko, że przy projektowaniu linii trzeba mieć na względzie, aby przy równoległym przebiegu linii prądu słabego z istniejącą linią prądu silnego mogła być zachowana odległość nie mniejsza od 7-miu metrów. Krzyżowań z taką linią należy w miarę możliwości, unikać, a jeżeli to jest konieczne, to uskutecznić je pod kątem prostym.

Określenie miejsc poszczególnych słupów nie wchodzi w zakres wyznaczania trasy, lecz w zakres budowy linii. Jednak należy i tu zgóry przewidzieć sposób ustawienia słupów w miejscach mniej dostępnych, jak naprz. na mostach, na gruntach prywatnych oraz przeprowadzić w tym względzie przedwstępne rokowania z władzami i właścicielami gruntów, tudzież oznaczyć te punkty na planie. Należy też unikać wyznaczania trasy przez grunta, podlegające zalewom.

Linje prądów słabych kablowe podziemne są dotąd na większych przestrzeniach, poza obrębem miast, stosowane rzadko z powodu wysokiego kosztu.

Przy wyznaczaniu trasy kabla podziemnego należy starać się wybrać drogę najkrótszą, o ile nie stają temu na przeszkodzie przewody kanalizacyjne, wodociągowe, gazowe i inne, o których istnieniu można się przekonać z właściwych planów. Należy też unikać układania kabli w pobliżu korzeni drzew, gdyż korzenie przy rozroście mogą uszkodzić kable i nawzajem przy układaniu kabli są kaleczone.

Kabel powinien być ułożony w stałym, już zleżałym, a nie nasypowym gruncie. Trzeba przytem unikać ziemi, przesiąkniętej czynnikami, mogącemi oddziaływać pod względem chemicznym szkodliwie na jego powłokę.

Wybór miejsca dla kabla powinien być taki, aby dostęp do niego był każdej chwili dogodny, bez zbyteknych kosztów i bez tamowania ruchu ulicznego.

Należy unikać krzyżowywania kabli prądów słabych z kablami prądów silnych, a w razie konieczności zastosować odpowiednie urządzenia zabezpieczające, wskazane dalej przy opisie budowy linii.

W razie równoległego przebiegu kabli podziemnych prądu słabego z kablami prądu silnego odległość między nimi nie powinna być mniejsza, niż 0,3 m, w przeciwnym razie kable te powinny być oddzielone od siebie cementowymi rurami o grubości ścianek nie mniejszej od 60 mm.

Ze względu na wzrastającą w miastach coraz bardziej sieć różnorodnych kabli prądów słabych, przeznaczonych dla telegrafów, telefonów, dla sygnalizacji pożarowej, policyjnej i zegarów elektrycznych, pożądaneby było projektowanie od razu odpowiednich kanałów lub rur, mogących pomieścić większą liczbę takich kabli.

W razie potrzeby przekroczenia linią prądów słabych przestrzeni wodnych (rzek lub jezior), z kilku możliwych sposobów należy wybrać najodpowiedniejszy. Przy przejściu przez względnie nie szeroką przestrzeń wodną, można użyć przewodów napowietrznych, umieszczonych na odpowiednio wysokich słupach, ale pamiętać trzeba, że budowa i utrzymanie takiej linii są kosztowniejsze, niż linii zwykłej. Jeżeli istnieje most, można z niego korzystać dla umieszczenia na nim słupów. W razie zastosowania kabli do przejścia przez wodę, można również użytkować most dla przytwierdzenia do niego kabli. W przeciwnym razie kabel trzeba ułożyć na dnie. Przy wyborze miejsca przejścia przez rzekę należy szukać miejsca łatwiej zamulanego, aby uzyskać tą drogą zabezpieczenie kabla. Jeżeli rzeka jest spławna, to powinno być przewidziane dodatkowe urządzenie, zabezpieczające kabel od uszkodzeń mechanicznych (patrz budowa linii kablowych w następnym rozdziale).

B. Wybór rodzaju przewodników i zestawienie materiałów

Charakterystyczne własności linii telegraficznych i telefonicznych, oraz przebieg w nich prądów elektrycznych były już rozpatrywane w odpowiednich rozdziałach. Z po-

równania tych własności wynika wielka różnica wymagań, stawianych dla linii telefonicznych i telegraficznych. Przyczyną tego są przede wszystkim różnice stosowanych przyrządów. Aparat telefonowy jest przyrządem daleko delikatniejszym od telegrafowego i nadzwyczaj czułym — oddziałują już na prądy o natężeniu 10^{-6} A. Następnie, gdy w linii telegraficznej mamy do czynienia z prądem pulsującym stałym — w linii telefonicznej z prądem zmiennym i to o znacznej częstotliwości, przeciętnie 800 okresów na sekundę. Zajmiemy się tu liniami dla prądów słabych w ogólności.

Główną część linii elektrycznej stanowi przewodnik metalowy. Przede wszystkim więc należy określić jego rodzaj, długość, przekrój i koszt, następnie koszt odpowiednich materiałów instalacyjnych, mianowicie słupów, izolatorów i t. d.

Gdy przy projektowaniu urządzeń prądu silnego zazwyczaj określamy z początku rodzaj prądu i napięcie i dopiero na podstawie czego oblicza się przekrój przewodników w zależności od spadku napięcia, nagrzewania się i wytrzymałości mechanicznej, w instalacjach o prądzie słabym rzecz ma się zupełnie inaczej. Tu mamy przeważnie do czynienia z bardzo słabymi natężeniami prądu, o których zgóry wiadomo, że nie mogą powodować zbyt dużego nagrzewania się przewodników. Co do spadku napięcia, to również ze względu na słabe natężenie stosowanych prądów, nie tyle jest on zależny od oporu omowego przewodnika, ile od jego oporu pozornego — wywołanego w liniach telefonicznych własnościami samoindukcyjnymi i pojemnościowymi, a w liniach telegraficznych — nieuniknionymi stratami z powodu niedoskonałej izolacji, czyli t. zw. *upływem*.

Upływ prądu na 1 km. podwójnej napowietrznej linii wynosi w simensach przeciętnie $0,65 \cdot 10^{-6} S_1$ dla zwykłego zaś kabla papierowej izolacji m. w. $3 \cdot 10^{-6} S$.

Z powyższych względów przekrój przewodników projektowanej linii określany bywa przeważnie na mocy danych, zaczerpniętych z doświadczenia, oraz na podstawie obliczenia przypuszczalnych kosztów.

Wyjątek w tym względzie stanowią części przewodów niektórych urządzeń, jak naprz. przewodniki, doprowadzające energię drgań do anten radiotechnicznych, w których, z powodu względnie dużego natężenia prądu

i wielkiej liczby jego okresów, należy przy obliczeniu przekroju uwzględnić tak ogrzewanie przewodnika, jak i t. zw. zjawisko prądu naskórkowego i gdzie stosowane bywają czasem przewodniki o specjalnym przekroju — rurkowym. Tak samo, na wzór przewodników prądu silnego, obliczać przekrój przewodników w wypadkach, gdy natężenie prądu może być uważane jako silne, naprz. w przewodach do ładowania akumulatorów, dalej przewodników, łączących źródła prądu z pozostałymi częściami urządzenia i t. d.

Przy wyborze rodzaju przewodników, jakie mają być zastosowane w linii, należy brać na uwagę nie tylko ich koszt i opór omowy, lecz również i opór pozorny, o którym było już wspomniane, t. j. opór wywołany samoindukcją i pojemnością elektrostatyczną przewodnika, a w telefonii także i zjawiskiem naskórkowym. Jak wiadomo, czynniki te mają wielki wpływ na prądy szybkozmienne, t. j. takie właśnie, jakie stosują się w instalacjach telefonicznych.

Opór omowy linii można określić na podstawie wzoru

$R = 2000 \frac{\rho}{k}$ omów, w którym k — współczynnik oporu przy $20^{\circ} C$ (dla żelaza 0,11, dla miedzi 0,0175, dla brązu krzemowego 0,02), ρ — przekrój drutu w mm^2 .
 $(\rho = d^2 \frac{\pi}{4} = 0,784 d^2 mm^2, \text{ gdzie } d \text{ oznacza średnicę drutu w } mm).$

Opór omowy jest głównym czynnikiem, wywołującym w przewodach telefonicznych tłumienie głosu (to znaczy, że głos dochodzi osłabiony), widać to ze wzoru (przytoczonego na str. 139) $\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$, w którym β oznacza współczynnik tłumienia, R opór omowy, C pojemność, L indukcyjność. Jak widzimy, współczynnik tłumienia znajduje się w prostym stosunku do oporu omowego przewodnika.

Pojemność elektrostatyczna *) jest szczególnie znaczna

*) Pojemnością kondensatora nazywamy stosunek ładunku Q do różnicy potencjałów na okładkach V_1 i V_2 . Pojemność zatem wyraża się przez $C = \frac{Q}{V_1 - V_2}$. Pojemność kondensatora jest wielkością stałą, zależną tylko od jego kształtu i wymiarów oraz od położenia okładek względem siebie, oraz od własności elektrycznych ośrodka izolującego (dielektryku). Dla obliczenia pojemności jest stosowany wzór:

w kablach izolowanych podziemnych i podwodnych, z dużą dielektryczną warstwą izolacji (naprz. gutaperki), gdyż działają one na podobieństwo kondensatorów, w których przewód wewnętrzny i opancerzenie zewnętrzne stanowią okładki, rozdzielone izolacją.

Pojemność elektrostatyczna linii napowietrznej (bez względu na materiał przewodnika, t. j. na to, czy jest on żelazny czy brązowy) wynosi m. w. od 0,003 do 0,01 μF na kilometr, gdy pojemność kabli podziemnych i podwodnych jest o wiele znaczniejsza i przytem różna, w zależności od rodzaju izolacji. Tak naprz. pojemność kabla telegraficznego z papierową izolacją wynosi 0,16 μF na kilometr — z gutaperkową 0,25 μF na 1 km. W kablach telefonicznych, szczególnie nowszej budowy z izolacją papierową, osiągnięto znacznie mniejsze pojemności, nie mniejsze jednak od 0,05 μF na 1 km.

Pojemność podwójnej napowietrznej linii może być obliczona na podstawie wzoru:
$$C = \frac{0,12 \cdot 10^{-6}}{\log \frac{a}{\rho}}$$
 gdzie a — odległość pomiędzy przewodnikami, wyrażona w cm, a $\rho = 0,05 d$ — promień przekroju drutu w cm.

Ujemne działanie pojemności przewodników w linii telefonicznej jest daleko szkodliwsze, niż w linii telegraficznej, mianowicie powoduje ono tłumienie mowy i jej skażenie. Skażenie polega na tem, że wysokie tony zmieniają się bardziej, niż niskie i wskutek tego mowa zmienia swą barwę.

Dla zmniejszenia współczynnika tłumienia, który wpływa zarówno na tłumienie głosu, jak i na jego skażenie, należy, jak widać ze wzoru $\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$, nie tylko dążyć do zmniejszenia oporu omowego R , lecz i pojemności C , co możemy osiągnąć przez zwiększenie indukcyjności L przewodów. Inny wzór przytoczony na str. 139 dla przewodników o małej indukcyjności, mianowicie $\beta = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}$ wska-

$C = \frac{Sk}{4\pi d}$, w którym S oznacza powierzchnię okładki, d — grubość izolacji, k — zdolność elektryczną izolacji względem powietrza, czyli t. zw. stałą dielektryczną.

zuje zależność współczynnika tłumienia od C , R i ω , przy czym $\omega = \pi v$, gdzie v liczba okresów zmienności prądu na sekundę.

Spółczynnik samoindukcji **) w przeciwieństwie do współczynnika pojemności jest zależny od materiału przewodnika i jego kształtu. Własność indukcyjna drutu, w zależności wyłącznie od materiału, z którego jest zrobiony, wynosi dla drutu brązowego m. w. 0,0025 do 0,003 henrów na km, żelaznego zaś — 0,012 do 0,016 henrów, czyli dla żelaza prawie 5 razy większa, niż dla brązu. Oprócz tego na współczynnik samoindukcji wpływa kształt przewodnika i środowisko, w którym jest on umieszczony.

Spółczynnik samoindukcji podwójnej linii na 1 km. w henrach wynosi dla miedzi i brązu: $L = (0,92 \log \frac{a}{\rho} + 0,1) \cdot 10^{-3} H$, dla zwykłego kabla $L = 0,6 \cdot 10^{-3} H$, gdzie a oznacza odległość między środkami przekrojów obu przewodników w cm, a $\rho = 0,05 d$ promień przekroju przewodnika w cm.

Ze względu na duży współczynnik samoindukcji zdawałoby się więc, że, gdyby nie znaczny opór omowy, żelazo więcej nadaje się, jako materiał, na przewodniki telefoniczne, niż brąz. Jednak zarówno teoria, jak i praktyka, wykazują, że tak nie jest. Własność magnetyczna żelaznych przewodników, sprzyjająca indukcyjności, szkodliwie oddziałuje, szczególnie przy grubszych przekrojach, na prądy szybkozmienne. Wpływ ten powodowany jest t. zw. *zjawiskiem naskórkowem*, sprawiającem, że prądy tego rodzaju płyną nie jednakowo w całym przekroju przewodnika, lecz głównie po jego powierzchni. Z tego powodu opór przewodnika względem prądu zmiennego jest większy, niż względem stałego. Zjawisko to jest tem znaczniejsze, im lepsze jest przewodnictwo materiału, z którego przewod

**) Samoindukcją nazywamy wpływ pola magnetycznego, istniejącego wokół przewodnika, przez który płynie prąd, na przebieg samego prądu. Spółczynnik samoindukcji wyraża się wzorem: $L = \frac{n N_t}{it}$, gdzie n oznacza liczbę zwojów przewodnika, N_t — strumień magnetyczny, objęty w chwili t każdym zwojem, it — natężenie prądu w przewodniku również w chwili t . Pojęcie więc współczynnika samoindukcji danego obwodu jest to stosunek strumienia magnetycznego, objętego w danej chwili każdym zwojem przewodnika, pomnożonego przez liczbę zwojów obwodu elektrycznego, obejmującego ten strumień, do natężenia prądu elektrycznego, który ten strumień wywołał.

zrobiony, i im więcej się on namagnetyzuje. W rzeczywistości wynik jest ten, że pomimo mniejszego przewodnictwa żelaza, niż bronzu, zjawisko naskórkowe jest znaczniejsze w przewodnikach żelaznych z powodu ich magnetyzowania się. Przewodniki więc brązowe są odpowiedniejsze dla linii telefonicznych, niż przewodniki żelazne. Natomiast żelazo bywa używane dla zwiększenia indukcyjności przewodników miedzianych, w kształcie cienkiego drutu, owiniętego spiralnie według systemu Krarupa (patrz str. 141), lecz system ten można stosować tylko do kabli, ze względu na rdzewienie żelaza. Dla zmniejszenia oporu przewodników żelaznych względem prądów szybkozmiennych, powodowanego zjawiskiem naskórkowym, próbowano z dobrym skutkiem stosować zamiast drutów pojedynczych — linki, lub stosowano drut o powierzchni wyłobionej.

Jak widać z wyżej przytoczonych danych, na wielkość pozornego oporu izolowanych kabli ziemnych i podwodnych głównie ma wpływ ich pojemność, w przewodnikach zaś napowietrznych pojemność jest bardzo nieznaczna i wpływ samoindukcji przeważa.

Mając na uwadze powyższe wskazówki i na podstawie tego, co powiedziano w następnym rozdziale o drutach przewodowych, można dokonać wyboru przewodnika pod względem materiału i przekroju.

Zestawienie, potrzebnych do budowy linii wszystkich materiałów jest zazwyczaj robione w stosunku do jednego kilometra linii, następnie zaś ilość ta zostaje pomnożona przez liczbę kilometrów. Należy jednak przytem uwzględnić zmiany ilości i jakości materiałów, spowodowane warunkami miejscowymi. Tak naprz. na łukach zazwyczaj stosuje się mniejsze odległości między słupami dla ich odciążenia, co wymaga większej liczby słupów, izolatorów i t. d.; przy przejściach przez tor kolejowy należy przewidzieć specjalny materiał instalacyjny i t. p.

Waga przewodników gołych na 1 km linii może być określona w kg według niżej podanej tablicy:

Średnica drutu w mm . . .	5	4	3	2	1,5
Drut brązowy kg . . .	179	116	65	30	17
„ żelazny cynkowany kg	159	103	58	—	—

Waga drutu wiązałkowego dla 100 przewiązek wynosi: dla przewodnika o średnicy 5 mm — 3,5 kg drutu żelaznego o 2 mm śr., lub 9,8 kg drutu miedzianego o 3 mm śr.; dla przew. o śr. 4 mm — 3,5 kg drutu żel. o 2 mm śr. lub

9,3 kg dr. miedz. o 3 mm śr.; dla przew. o śr. 3 mm — 3,5 kg dr. żel. o 2 mm śr. lub 4,3 kg dr. miedz. o 2 mm śr.; dla przewodnika brązowego o śr. 2 mm — 2,3 kg dr. miedz. o 1,5 mm śr. i dla przew. brązowego o śr. 1,5 mm — 1,6 kg dr. miedz. o 1,5 mm śr.

Zestawienie materiałów powinno zawierać, oprócz przewodników, jeżeli linja ma być napowietrzna, słupy, izolatory, haki do nich, konstrukcje żelazne (kroksztyny), podpory do słupów, odciągaczki, drut wiążałkowy i t. d. Jeżeli zaś ma być ułożony kabel podziemny, to inne odpowiednie materiały.

Pod względem wyboru tych materiałów i niezbędnej ich ilości wskazówki są umieszczone w następnym rozdziale.

ROZDZIAŁ XXII

CZĘŚCI SKŁADOWE LINJI I JEJ BUDOWA

Linje elektryczne, przeznaczone do instalacji o prądzie słabym, można podzielić na trzy rodzaje, w zależności od sposobu ich prowadzenia i miejsca ich ułożenia, a mianowicie:

A) linje napowietrzne, B) linje, znajdujące się wewnątrz budynków i C) linje kablowe podziemne i podwodne.

A. Linje napowietrzne

Linje napowietrzne, przeznaczone do przesyłania prądów słabych, są stosowane na lądzie, szczególnie przy większych odległościach, dlatego, że ten sposób urządzenia jest tańszy od podziemnego. Dla linii telefonicznych przytem, jak już wspomniano, bardziej celowe jest stosowanie przewodów podwójnych, gdy w telegrafji najczęściej stosowany bywa przewód pojedynczy, na obu końcach uziemiony.

Linje napowietrzne składają się z trzech głównych części: 1) z drutów przewodowych metalowych, 2) izolatorów, na których są one zawieszane i 3) słupów dla izolatorów.

1) Druty przewodowe

Do linii napowietrznych używane są przeważnie druty gołe — izolowane przewodniki stosowane są tylko w wy-

jątkowych miejscach, na skrzyżowaniach z innymi linjami, dla uniknięcia wypadkowego zetknięcia z nimi.

Jako materiał, z którego są robione druty przewodowe w instalacjach telegraficznych, jest u nas przeważnie używane żelazo (w Niemczech czasem bronz), dla telefonicznych—bronz. Opór omowy żelaza przy prądzie stałym jest 7 razy większy, niż bronzu. Przewodniki żelazne dla instalacji telefonicznych nie nadają się ze względu na duży opór, który stawiają prądom zmiennym. Przy średnicach większych naprz. ponad 4 mm i liczbie okresów 1000 na sek. jest on około 100% większy, niż dla 500 okresów. Przewodniki stalowe są, ze względu na swą wytrzymałość na zerwanie, stosowane wyjątkowo w miejscowościach, gdzie panują silne wiatry.

Koszt przewodów żelaznych jest znacznie mniejszy od miedzianych i bronzowych, lecz i ich odporność na wpływ wilgoci, a co zatem idzie i trwałość, jest znacznie mniejsza, a opór gatunkowy omowy znacznie większy.

Dla zabezpieczenia od rdzewienia przewodniki żelazne cynkują się. Druty żelazne, przeznaczone do budowy linii, przy przyjęciu z fabryki bywają badane tak pod względem oporu elektrycznego (zapomocą pomiarów t. zw. mostkiem Thomsona z galwanometrem lusterkowym) jako też na wytrzymałość mechaniczną, przez wielokrotne wyginanie na wążku o określonym promieniu (3 lub 10 mm stosownie do grubości próbowanego drutu), przyczem drut powinien bez uszkodzenia wytrzymać przepisaną ilość wygięć i wyprostowań.

Najczęściej stosowane są druty żelazne o średnicy 3 do 5 mm, miedziane i bronzowe 1,5 do 4 mm.

Przewodniki żelazne przymocowywane są do izolatorów zapomocą żelaznego, wyżarzonego, cynkowanego drutu wiązałkowego o 1 do 2,5 mm średnicy, miedziane i bronzowe — zapomocą miedzianych drutów 1 mm do 2 mm średnicy.

Jako stop do wyrobu przewodników z bronzu, stosowany jest krzemo-bronz i fosforo-bronz. W zależności od domieszki ciał obcych do miedzi, przewodność elektryczna stopu oraz jego wytrzymałość na zerwanie zmienia się, przytem przewodność znajduje się w stosunku odwrotnym do wytrzymałości, czyli, że przewodnik, posiadający lepszą przewodność elektryczną, jest mniej wytrzymały na zerwanie.

Przewodność drutu brązowego w stosunku do przewodnika z czystej miedzi, przy wytrzymałości na zerwanie 90 do 100 kg na mm^2 wynosi 10 do 30%, przy 70 kg na mm^2 — 60%, a przy 50 kg na mm^2 — 90%. Wytrzymałość przewodnika na zerwanie może być również zwiększona przez silniejsze walcowanie.

Przy dużych rozpiętościach, naprz. ponad rzekami, stosuje się drut o większej wytrzymałości, przy rozpiętościach normalnych — o mniejszej.

Poniżej podana tablica wskazuje *opór elektryczny i wytrzymałość na zerwanie* najczęściej stosowanych przekrojów i rodzajów przewodników, jak również ilość i rodzaj próbnych gięć, które przewodnik powinien wytrzymać, bez widocznych uszkodzeń. Warstwa cynkowa, pokrywająca powierzchnię przewodnika żelaznego, powinna posiadać taką grubość, by wytrzymać 6 do 8-miu zanurzeń w ciągu 1 minuty w 20% roztworze siarczanu miedzi bez zmian powierzchni.

Tablica najczęściej używanych przewodów

RODZAJ	Średnica mm	Przekrój mm kw.	Waga 100 m kg.	Opór omowy przy 15°C na 100 m.	Długość 1 kg. drutu metrów	Wytrzymałość na rozerwanie kg.	Próba na gięcie. Ilość gięć na łuku o promieniu	
							5 mm	10 mm
Drut żelazny cynkowany	2	3,14	2,38	4,8	42	125	9	—
	3	7,06	5,88	2,2	17	283	8	—
	4	12,56	9,01	1,2	11	503	—	8
	5	19,63	14,5	0,64	4	786	—	7
Drut brązowy	1,2	1,13	1,0	1,55	99	75	18	—
	1,5	1,76	1,6	1,04	60	120	15	—
	2	3,14	2,8	0,59	34	170	10	—
	2,5	4,5	4,0	0,42	25	250	7	—
	3	7,06	6,3	0,26	16	372	—	7
	4	12,56	11,2	0,15	9	640	—	6
Drut stalowy cynkowany	2	3,15	2,38	2,88	42	2,51	8	—
	3	7,06	5,88	6,5	17	5,66	6	—

Im większa jest wytrzymałość przewodnika na zerwanie, tem większa może być zastosowana odległość między punktami jego zawieszenia na izolatorach.

Przewodniki w czasie zakładania są naciągane zapomocą wielokrążków, przyczem, z powodu własnego ciężaru, przewodnik nigdy nie może przybrać kierunku linii prostej, lecz tworzy linię wygiętą w dół*). Największą odległość między przewodnikiem i idealną linią prostą, łączącą jego punkty zawieszenia, nazywamy *zwisem*. Zwis powinien być regulowany w zależności od temperatury, panującej w czasie zawieszania przewodnika, od wzajemnej odległości punktów zawieszenia i od materiału, z którego przewodnik jest wykonany. Wielkość zwisu może być określona z wzoru:

$$Z = \frac{d^2 w}{8 \cdot H}$$

w którym Z oznacza zwis, d — odległość w linii prostej między punktami zawieszenia, w — wagę przewodnika między temi punktami i H jego naprężenie. Wielkość naprężenia H może być określona z równania:

$$H = \sqrt{\frac{l^3 w^2}{24 (1 - \alpha)}}$$

w którym l oznacza rzeczywistą długość przewodnika, α — współczynnik wydłużania się (naprz. dla brązu 0,000017, dla żelaza 0,000012 na 1° C).

Wpływ temperatury powietrza na przewodnik objawia się przez to, że przy niskiej temperaturze przewodnik metalowy się kurczy i z tego powodu naprężenie jego wzrasta i może nawet, w razie niedostatecznego zwisu spowodować zerwanie; przy wysokiej temperaturze — przewodnik się wydłuża, zwis się powiększa, to zaś w razie zbytniego zwisania może spowodować w czasie wiatru zetknięcie się zbyt zbliżonych do siebie drutów.

Wydłużanie się przewodnika pod wpływem temperatury może być obliczone z wzoru:

$$l = l_0 (1 - \alpha t),$$

*) Linja ta jest t. zw. krzywą łańcuszkową, lecz z powodu swej małej krzywizny może być uważana za paraboliczną.

w którym l oznacza długość przewodnika przy temperaturze $t_0^{\circ}\text{C}$, l_0 — jego długość przy temperaturze 0°C , α — współczynnik wydłużania się.

Wielkość zwisu będzie tem większa, im większa będzie odległość między punktami zawieszenia przewodnika.

Ponieważ wielkość zwisu znajduje się w stosunku odwrotnym do naprężenia przewodnika, więc przewodnikom z materiałów, mniej wytrzymałych na zerwanie, należy nadawać większy zwis. Oprócz temperatury, mają również wpływ na zwis przewodników i mogą nawet spowodować ich zerwanie, z powodu zwiększenia ich naprężenia, inne zjawiska atmosferyczne: sadz i wichery.

Przy określaniu najodpowiedniejszego zwisu w zależności od materiałów i rozpiętości przewodnika, najlepiej posilkować się tablicami, z których poniżej dwie podajemy.

Tablica zwisania i naprężenia drutu brązowego o wytrzymałości 70 kg na mm^2 przekroju

Najmniejszy dopuszczalny zwis — w cm i naprężenie na 1 mm^2 — w kg.

Temperatura	ROZPIĘTOŚĆ w m.									
	40 m		50 m		60 m		80 m		100 m	
$^{\circ}\text{C}$	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg
-25	10	17,5	16	17,5	22	17,5	40	17,5	62	17,5
-20	11	16,4	17	16,4	24	16,5	42	16,6	65	16,6
-15	11	15,4	18	15,4	25	15,4	44	15,6	69	15,7
-10	12	14,4	19	14,4	27	14,5	47	14,7	73	14,8
- 5	13	13,4	20	13,4	29	13,5	50	13,8	78	13,9
0	14	12,4	22	12,5	31	12,6	54	12,9	82	13,2
+ 5	15	11,4	24	11,5	34	11,6	57	12,1	87	12,4
+10	17	10,4	26	10,5	36	10,8	61	11,3	93	11,7
+15	18	9,5	28	9,7	39	9,2	66	10,5	99	11,0
+20	20	8,5	31	8,8	43	9,1	71	9,8	105	10,3
+25	23	7,7	34	8,0	47	8,4	76	9,1	111	9,7

Tablica zwisania i naprężenia³ drutu żelaznego o wytrzymałości 40 kg na mm² przekroju

Najmniejsze dopuszczalne zwisanie — w cm i naprężenie na 1 mm² — w kg

Temperatura	ROZPIĘTOŚĆ w m.									
	40 m		50 m		60 m		80 m		100 m	
°C	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg
-25	16	10,0	24	10,0	35	10,0	62	10,0	98	10,0
-20	17	9,0	27	9,1	38	9,2	67	9,3	104	9,4
-15	19	8,1	30	8,3	42	8,4	72	8,7	110	8,9
-10	22	7,2	33	7,5	46	7,7	77	8,1	116	8,4
- 5	24	6,4	36	6,8	50	7,1	82	7,6	122	8,0
0	27	5,7	40	6,2	54	6,5	87	7,1	129	7,6
+ 5	30	5,1	43	5,6	58	6,0	93	6,7	135	7,2
+10	34	4,6	47	5,2	63	5,6	98	6,4	141	6,9
+15	37	4,2	51	4,8	67	5,2	103	6,0	147	6,6
+20	40	3,9	55	4,4	71	4,9	109	5,7	154	6,3
+25	44	3,6	59	4,1	76	4,6	114	5,5	160	6,1

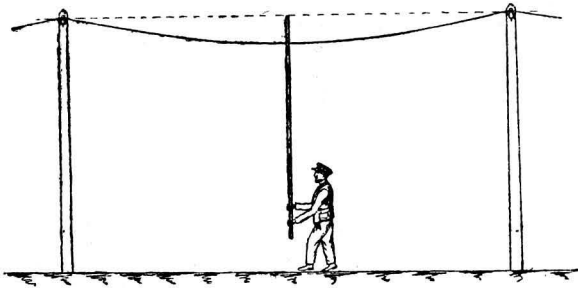
Dla drutów o wytrzymałości pośredniej pomiędzy 70 kg i 40 kg na mm² można dopuścić zwis i naprężenie średnie pomiędzy wielkościami, wskazanymi w powyższych tablicach.

Przy prowadzeniu przewodników, dla nadania im odpowiedniego zwisu, można się posilkować zwykłą tyczką z oznaczoną na niej gwoździem wielkością zwisu, która ma być uwzględniona. W tym celu wierzchołek tyczki powinien dotykać wysokości linii prostej, łączącej punkty zawieszenia przewodnika (rys. 226), a najniższy punkt zwieszającego się przewodnika powinien się znajdować na wysokości gwoździa.

Bardzo celowe jest również stosowanie przy zawieszaniu przewodników wagi sprężynowej (siłomierza), dla określenia siły ich naprężenia.

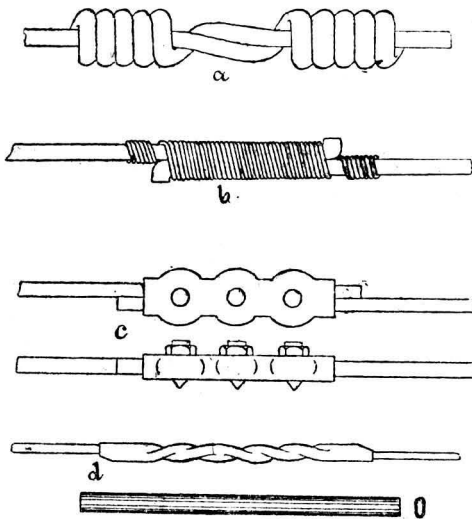
Ponieważ przewodniki są dostarczane w kręgach o ograniczonej długości drutu, na dłuższych liniach wypada druty sztukować i w tym celu końce ich powinny być dokładnie połączone zapomocą odpowiedniego skręce-

nia (rys. 227) i zlutowania, lub przez zastosowanie specjalnych łączników.



Rys. 226.

Przy wykonywaniu złącza zapomocą skręcenia, jak na rys. 227 a, drut często się nadwiera i traci na wytrzymałości, z tego powodu sposób ten nie może być zalecany.

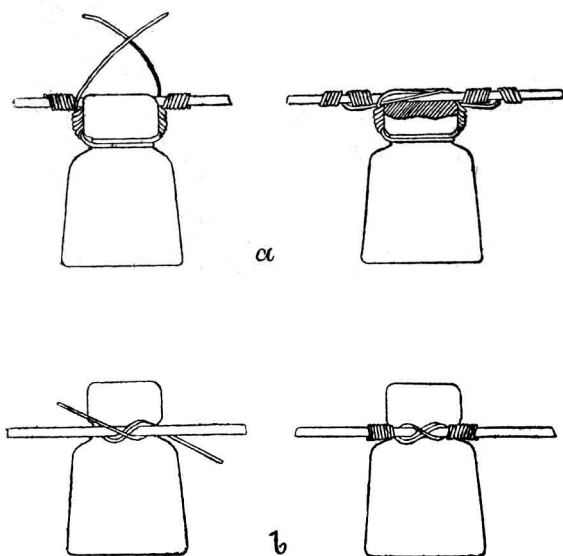


Rys. 227.

Obecnie częściej stosuje się wykonanie złącza zapomocą cienkiego drutu wiązalkowego, w sposób, wskazany na rysunku 227 b, poczem miejsce połączenia przewodników zostaje dokładnie zlutowane. Przed lutowaniem należy powierzchnię drutów oczyścić przez pogrążenie ich w specjalnym płynie, który nie powinien zawierać kwasu. Do lutowania stosuje się stop, złożony z 3-ch części ołowiu na 2-wie części cyny. Lutowanie najczęściej skutecznia się przez pogrążenie w tyglu, którego otwór powinien mieć nie mniej, niż 25 cm długości. Dobry wynik dały złącza, robione z zastosowaniem zaci-

żony z 3-ch części ołowiu na 2-wie części cyny. Lutowanie najczęściej skutecznia się przez pogrążenie w tyglu, którego otwór powinien mieć nie mniej, niż 25 cm długości. Dobry wynik dały złącza, robione z zastosowaniem zaci-

sków lub rurek łącznikowych. Łączniki tego rodzaju mają kształt pochwy metalowych (rys. 227 c) z tego samego, co przewodnik, metalu, z otworem równym podwójnej grubości drutu; posiadają one wypukłości w miejscach, gdzie przez nie przepuszczone są bolce, których śruby posiadają stożkowe końce. Gdy po wsunięciu końców obu przewodników do otworów pochwy bolce zostaną przykręcone, przewodniki wegną się w wyźłobienia i w ten sposób zapewnione jest dobre zmocowanie drutów, oraz dobry kontakt elektryczny w miejscu złącza. Dla przewodników



Rys. 228.

brązowych od 1,5 do 5 mm śr. może być stosowane złącze uproszczone, wskazane na rys. 227 d. Pochwa metalowa z tego samego, co i przewodnik, metalu posiada otwór formy owalnej. Końce przewodników wsuwa się w tę pochwę (nie do samego końca), poczem zostaje ona przytrzymana specjalnem imadłem, a następnie innem imadłem wraz ze znajdującymi się w niej przewodnikami skręcona sposobem, wskazanym na rysunku, z obu stron środka, w tym samym kierunku. Istnieje wiele konstrukcyj łączników — dobre są te, które zapewniają złączu wytrzymałość na zerwanie równą tej, jaką posiada

pozostała część przewodnika i dobrą przewodność elektryczną. Przy zastosowaniu odpowiednich łączników, lutowanie miejsca złącza jest zbyt cenne. Złącze przy dwu odmiennych metalach (naprz. żelazo i miedź) należy zabezpieczyć od wpływu wilgoci przez owinięcie taśmą izolacyjną lub przez posmołowanie.

W każdym razie należy zwracać uwagę, aby złącza były wykonane starannie i prawidłowo, gdyż często mają one pozór dobrych, a posiadają opór elektryczny, dochodzący nieraz do kilkuset omów.

Przewodniki są przymocowywane do izolatorów za pomocą wspomnianego poprzednio (str. 283, 285) drutu wiązałkowego, do główki lub do szyjki izolatora. Jeden ze sposobów takiego przywiązywania wskazany jest na rys. 228 *a*, drugi na rys. 228 *b*. Sposobów tych nie opisujemy, gdyż tylko praktyka może nauczyć prawidłowego wiązania. Dla pierwszego z nich potrzebne są dwa kawałki drutu wiązałkowego m. w. po 40 cm każdy, dla drugiego — jeden o długości m. w. 70 cm. Przy linjach prostych przewodniki przywiązywane są przeważnie do główek izolatorów lub do szyjki od strony słupa, aby w razie pęknięcia przewiązki drut nie spadł na ziemię, lecz zatrzymał się na haku. Na załamaniach zaś linii przewodnik bywa zwykle przymocowywany do szyjki izolatora i przytem tak, aby siły naprężające przyciskały go do izolatora.

2) Izolatory

Przewodniki napowietrzne są przymocowywane do izolatorów porcelanowych (rzadziej szklanych) glazurowanych, kształtu okapowego. Izolatory posiadają zazwyczaj glazurę koloru białego, czasem jednak stosuje się glazurę kolorową (zielonkawą) mniej widoczną — dla uniknięcia uszkodzeń, powodowanych przez rzucanie przez psotników kamieni.

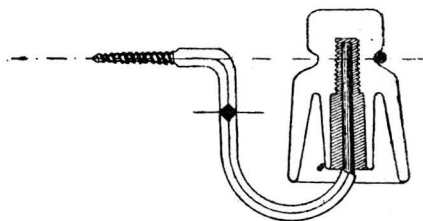
Wymiary izolatorów powinny być dostosowane do przekrojów przewodników, co zwykle można określić z wskazówek, umieszczonych w cennikach.

Działanie izolatorów polega na wprowadzeniu, dzięki własności materiału, z którego są zrobione, i kształtowi, dużego oporu pomiędzy przewodnik i hak żelazny, na którym izolator jest osadzony i który często bywa uziemiony. Część dolna izolatora stanowi okap dla wilgoci atmosferycznej.

rycznej i przeciwdziałała w ten sposób tworzeniu się warstwy wodnej, któraby łączyła elektrycznie przewodnik z hakiem. Dla skutecznego działania w tym względzie okapu, *nieodzowne jest, aby izolator był zawsze umieszczany pionowo, okapem w dół.*

Izolatory powinny być wykonane z dobrego materiału (ze szpatowej porcelany) i posiadać glazurę bez szkodliwych. O jakości materiału izolatora można się praktycznie przekonać po jego rozbiciu, przez opuszczenie kropli atramentu na obnażoną jego powierzchnię, — jeżeli atrament nie wsiąka — materiał jest ścisły. Dobry izolator przy uderzeniu wydaje czysty dźwięk. Stan izolacji można sprawdzić zapomocą pomiaru, zanurzwszy izolator okapem do góry w roztwór kwasu siarkowego, którym też należy napęłnić jego wnętrze do poziomu równego z poziomem kwasu w naczyniu. Jeden z biegunów przewodu pomiarowego powinien być połączony zapomocą przewodnika z wnętrzem izolatora, drugi — z naczyniem oławianem, w którym został on umieszczony.

Izolatory są obsadzane na hakach żelaznych zapomocą konopi, nasyconych olejem lnianym z minją, lub też zapomocą specjalnego kitu. Stosowanie w tym celu siarki jest niedopuszczalne, gdyż izolatory tak umocowane w czasie mrozów często



Rys. 229.

pękają. Dla lepszego przylegania masy uszczelniającej, końce haków powinny być zaopatrzone w ostre karby. Izolatory wkręca się na haki w kierunku nawinięcia konopi.

Haki powinny posiadać odpowiedni kształt i należyte wymiary, aby mogły wytrzymać duże względnie obciążenie, na jakie są narażone. Dla izolatorów mniejszych wymiarów mogą one być z żelaza okrągłego, dla większych zwykle z żelaza o przekroju kwadratowym. Koniec haka, wchodzący w izolator powinien posiadać taką wysokość (rys. 229), aby szyjka osadzonego na nim izolatora wypadła na jednym poziomie z ramieniem haka, gdyż w przeciwnym razie hak mógłby ulec przekręceniu przez przewodnik. Drugi koniec haka bywa zaopatrzony w nacięcie śrubowe — jeżeli ma być wkręcony w drzewo,

w bolec — jeżeli ma być przymocowany do podpory z żelaza fasonowego, lub też — w odpowiednią rozszczepioną powierzchnię, jeżeli ma być umocowany w murze.

3) Słupy i kłószczytyny oraz podpory i odciągaczk

Długie linje powietrzne prowadzone są przeważnie na słupach drewnianych. Najczęściej stosuje się u nas w tym celu drzewa sosnowe i dębowe. Słupy dębowe są trwalsze, lecz zato droższe i rzadko dostatecznie proste.

Ze względu na niską stosunkowo cenę drzewa słupy u nas dotąd przeważnie nie były nasycane. W krajach, gdzie drzewo jest drogie, słupy bywają nasycane zapomocą: kreozytu, sublimatu, siarczanu miedzi i innych chemikaljów, istnieje w tym względzie wiele patentowanych sposobów. Średnia trwałość zwykłych słupów wynosi do 7 lat; słupy, odpowiednio nasycone, zachowują się dobrze w ciągu lat 15-tu, a nawet i dłużej.

Najbardziej narażona na gnicie jest część słupa, znajdująca się przy powierzchni gruntu w miejscu, gdzie drzewo znajduje się pod wpływem wilgoci ziemi i powietrza. Miejsce to należy zabezpieczyć przynajmniej na parę stóp nad i pod powierzchnią gruntu zapomocą warstwy smoły. Opalenie końców słupów nie jest celowe, gdyż wprowadzie niszczy znajdujące się na powierzchni zarazki gnilne, ale zato zwęglona powierzchnia drzewa łatwiej pochłania wilgoć.

W ostatnich czasach wchodzi w użycie, szczególnie przy linjach kolejowych, zwyczaj umieszczenia słupów ponad powierzchnią gruntu przez umocowanie ich pomiędzy dwiema szynami kolejowymi, wpuszczonemi głęboko w ziemię (1,4 m i więcej w zależności od wysokości słupa); jest to racjonalne, gdyż usuwa część słupa drewnianego, najbardziej narażoną na gnicie. Sposób ten bywa stosowany również przy remoncie podgniłych słupów. W tym celu dolną część słupa odpiłowywa się, a jego podstawę umieszcza pomiędzy dwie szyny lub dwa słupki, wkopane w ziemię, i przymocowywa do nich zapomocą dwu silnych przewiązek z linki drucianej (naprz. zrobionej z 4-ch drutów żelaznych o 4 mm śr. każdy).

Drzewo używane na słupy powinno być zimowego cięcia, możliwie proste, bez sęków i skaz.

Dyrekcja Warszawska Kolei Państwowych stawia następujące warunki przy dostawie słupów telegraficznych:

„Sosnowe słupy winny być wyrabiane z materiału, pochodzącego od odziomka; powinny być proste, niezmurszałe, ze zdrowym rdzeniem, bez sęków, garbów i śladów toczenia przez robaki, dokładnie oczyszczone z kory na całej długości.

Niedopuszczalne jest obciosywanie słupów w celu ich wyprostowania.

Słupy winny być zimowego cięcia (w czasie od 1 Listopada do 1 Marca) i pochodzić z miejscowości, nie zaróżonej grzybem.

Słupy powinny być u wierzchołka z dwu stron zaciosane“

Średnica wierzchołka słupa nie powinna być mniejsza od 15 cm. Długość słupa (nie mniejsza, niż 7 m) jest zależna od ilości zawieszonych na nim przewodników przy uwzględnieniu, że odległość najniższego drutu od powierzchni ziemi nie może być mniejsza od 3 metrów, a przy przejściu ponad drogami jeszcze większa w zależności od miejscowych przepisów. Zazwyczaj słupy drewniane posiadają następujące średnice wierzchołka w zależności od długości:

długość	7 m	śr. wierzchołka	14 — 16 cm
„	8—9 „	„	15 — 17 „
„	11 „	„	16 — 18 „
„	12 — 13 „	„	17 — 19 „

Najmniejsza odległość pomiędzy najbliższymi przewodnikami na jednym słupie nie może być mniejsza, niż 30 cm. Należy jednak dążyć, by przez stosowne rozmieszczenie izolatorów osiągnąć większą odległość pomiędzy drutami dla ułatwienia monterowi dostępu do izolatorów.

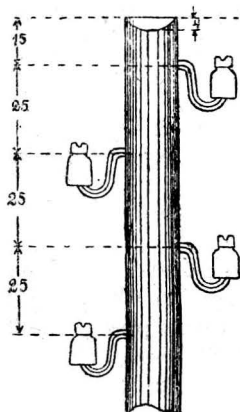
Dla określenia średnicy wierzchołka słupa, może być zastosowany wzór (podług Uppenborna) $z = 1,2 \times \sqrt{D \cdot H}$, w którym D oznacza sumę średnic zawieszonych na słupie drutów, wyrażoną w milimetrach, a H średnią wysokość drutów od powierzchni ziemi, mierzoną przy słupie, w metrach.

Haki z osadzonemi na nich uprzednio izolatorami wkreca się w słup przed jego ustawieniem.

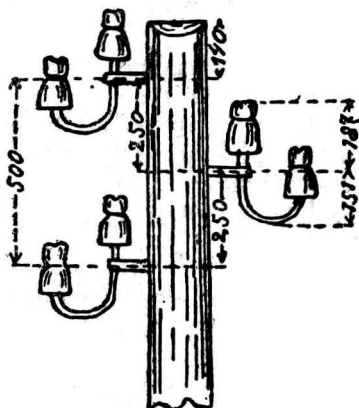
Rozmieszczenie haków na słupie *) skutecznie się tak, jak wskazano na rys. 230. Górny hak jest umieszczony na 15 cm od wierzchołka słupa w kierunku kantu wierzchołka.

*) patrz również artykuł K. Dobrskiego w Prz. El. 1922 r. w Z. 2. p. t. „Opłzet słupów telegraficznych i telefonicznych“.

Następne haki są wkręcane naprzemian w odstępach 25-cio centymetrowych, jak wskazano na rysunku. Takie rozmieszczenie izolatorów ułatwia racjonalne, zapobiegające



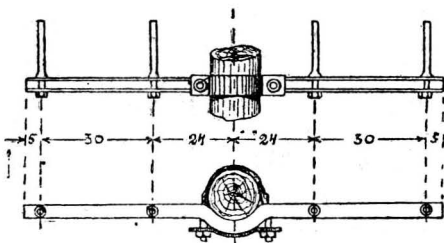
Rys. 230.



Rys. 231.

indukcji, rozmieszczenie drutów. Wadliwe byłoby umieszczenie dwu haków na jednym poziomie, bo osłabiałoby przekrój słupa w tem miejscu.

Jeżeli na jednym słupie ma umieścić się więcej, niż 8 przewodników, zaleca się stosowanie haków podwójnych (rys. 231)



Rys. 232.

lub haków przymocowanych do poprzeczników z fasonowego żelaza formy U (rys. 232). Poprzeczniki te są przymocowywane do słupa zapomocą nakładek i bolców. Pojedynczy poprzecznik mieści 4 do 8 trzonów do izolatorów,

— dla większej ilości izolatorów umieszcza się na słupie kilka poprzeczników. Dla lepszego wyzyskania miejsca czasem oprócz prostych trzonów do izolatorów (wskazanych na rys. 232) do poprzeczników bywają przymocowywane haki wygięte.

Poprzeczniki są przymocowywane do słupów zazwyczaj już po ich ustawieniu. Należy dbać, aby wszystkie ich

nakładki były umieszczone po tej samej stronie słupa. Odległość poprzecznika od wierzchołka słupa zazwyczaj wynosi 15 cm, odległość od górnej części poprzecznika do następnego 50 cm. Odległość od haka izolatorowego, wkręczonego w słup, do poprzecznika 40 cm.

Dyrekcja Kolejowa Warszawska dopuszcza obciążenie słupów drewnianych przewodami w liczbie podanej w umieszczonej niżej tablicy, przy uwzględnieniu najsilniejszego naporu wiatru 125 kg/m^2 i obciążeń powłoką lodową do dwukrotnej średnicy drutu.

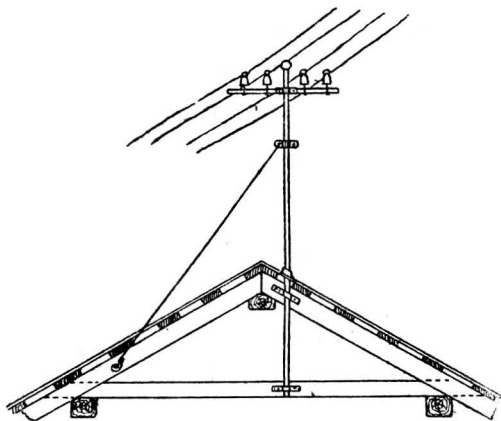
Słupy o długości	średnica w m/m	Dopuszczalna ilość przewodów sieci											
		dla słupów linjowych o przelocie				dla słup. rozkraczanych o przelocie				dla słupów typu H o przelocie			
		75 m	60 m	50 m	40 m	75 m	60 m	50 m	40 m	75 m	60 m	50 m	40 m
7	1,5	23	28	34	42	81	101	121	151	69	87	114	130
	2	17	21	25	32	61	76	91	114	52	65	78	97
	4	8	11	13	16	30	38	45	56	26	32	39	49
	5	7	8	10	13	24	30	36	45	21	26	31	39
8,5	1,5	20	25	30	38	82	103	123	154	67	83	100	125
	2	15	19	23	28	62	77	92	115	50	62	75	94
	4	8	9	11	14	31	38	46	58	25	31	37	47
	5	6	8	9	11	25	31	37	45	20	25	30	37
10	1,5	18	23	27	34	84	106	127	158	65	82	98	123
	2	14	17	21	26	63	79	95	119	49	61	74	92
	4	7	9	10	13	32	49	48	59	25	31	37	46
	5	5	7	8	10	25	32	38	48	19	25	29	37

Jeżeli przewody przechodzą przez miasto, poprzeczniki mogą być przymocowane do murów w kształcie krokosztynów, lub też umieszczone na żelaznych stojakach rurowych, wpuszczonych w dachy domów (rys. 233). W tym celu stosuje się rury o 70 mm średnicy i 2 do 4 m długości. Rury umocowuje się zapomocą nakładek i śrub do wiązania dachowego, a w razie potrzeby wzmacnia odciągaczkami z drutu żelaznego, przymocowanymi do górnej części rur. Dla zabezpieczenia od wilgoci górny otwór rury powinien być zamknięty czopem (w formie galki), miejsce przejścia rury przez dach uszczelnione daszkiem z blachy cynkowej, przylutowanej do rury.

Słupy drewniane, używane do izolatorów prądu słabego, posiadają, jak już wspomniano, długość 7 do 13 m. Wierzchołek ich powinien być ostro zakończony; czasem zaopatruje go się dla ochrony od wilgoci w blaszany daszek. Słupy zakopuje się w ziemię na głębokość co naj-

mniej 1,5 m; za normę głębokości przyjmuje się zazwyczaj $\frac{1}{5}$ wysokości słupów (jednak zwykle nie więcej ponad 2 m).

Słupy, narażone na nierównomierne obciążenie w dwu przeciwnych kierunkach, jak naprz. słupy krańcowe, lub umieszczone w punktach zmiany kierunku przewodów, należy wzmocnić przez dodanie



Rys. 233.

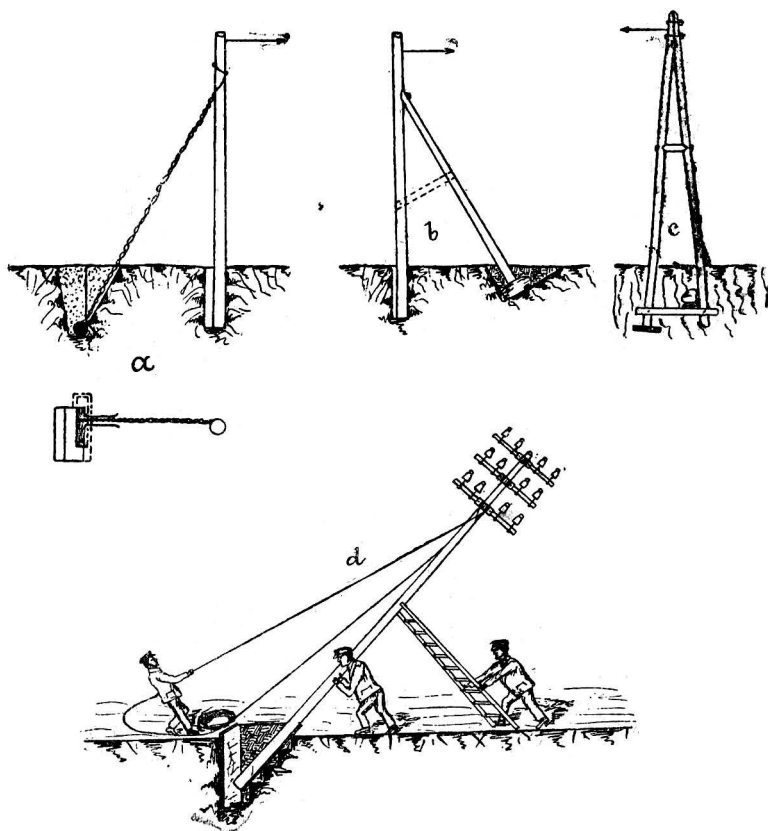
podpór lub odciągaczek. Nawet słupy, ustawione w zupełnie prostej linii, wymagają w pewnych odstępach, naprz. co dziesiąty słup, takiego wzmocnienia dla zapobieżenia uszkodzeniu linii na większej przestrzeni w razie przewrócenia się jednego słupa. Przytem ponieważ nie wiadomo, w którym kierunku nastąpi większe obciążenie, najlepiej zastosować równocześnie odciągaczkę i podpórę (z tej samej strony słupa).

Odciągaczki i podpory należy ustawiać w takim kierunku, aby przeciwdziały nierównomiernemu obciążeniu.

Pochylenie podpór w stosunku do słupa powinno wynosić od 30 do 45°.

Odciągaczki wykonywa się przeważnie z dwukrotnie lub czterokrotnie skręconego drutu żelaznego o 4 mm średnicy, dwukrotnie okręconego na górnej części słupa i umocowanego zapomocą żelaznego haka (rys. 234 a). Na drugim końcu należy przymocować odciągaczkę do kamienia lub do odcinka słupa metrowej długości, który powinien być zakopany na głębokości m. w. 1 m, w kierunku poprzecznym do słupa izolatorowego.

Jako podpory, stosuje się słupy tej samej średnicy, co słupy izolatorowe (rys. 234 b). Grubszym końcem zakopuje się na głębokość $\frac{1}{2}$ m i opiera na kamieniu. Górny koniec przymocowuje się do słupa izolatorowego zapomocą 2 śrub. Nadcinanie słupa jest niedopuszczalne, by



Rys. 234.

nie osłabiać jego przekroju. Czasem stosuje się podpory równej ze słupem długości i łączy z nim zapomocą dwu żelaznych bolców. Urządzenie takie jest jeszcze odporniejsze, jeżeli je wzmocnić drewnianą poprzeczką, jak wskazano na rysunku 234 c.

Słupy, narażone na uszkodzenia przez przejeżdżające wozy, należy zabezpieczyć słupkami, lub wkopaniami na sztorc kamieniami — t. zw. *odbojami*.

Doły pod słupy powinny być kopane wąskie, podłużne, z zagłębieniem schodkowatym (rys. 234 d). Sposób taki zmniejsza ilość wyrzucanej ziemi, przez co robota jest prędsza i tańsza, przytem, dzięki mniejszemu poruszeniu gruntu, obsadzenie słupa jest mocniejsze. Wystarczające są wymiary dołów: szerokość — 0,30 do 0,40 m, długość — 0,80 do 1,20 m. Głębokość zakopywania słupów w ziemi zwykłej, na równym gruncie, winna być nie mniejsza od $\frac{1}{5}$ długości słupa, na gruncie pochyłym — równa $\frac{1}{4}$ długości słupa, a w gruncie skalistym — $\frac{1}{7}$ dług. słupa. Do gruntów błotnistych i syckiego piasku taki sposób kopania dołów nie nadaje się tu; należy kopać doły szerokie, okrągłe, które w czasie kopania cembuje się cienkimi deskami, usuwanymi po ustawieniu słupa; dla wzmocnienia obsady słupów doły napełniane są kamieniami i szabrem, a czasem daje się drewniany krzyżulec.

Przed ustawieniem słupów wkreca się haki z izolatorami, często też przytwierdza się poprzeczniki.

Dla ustawiania słupów lekkich, przeznaczonych dla paru izolatorów, wystarcza dwóch ludzi, dla słupów cięższych nieco więcej; aby ułatwić podnoszenie, stosuje się liny i podpórki (rys. 234 d). Brzegi dołów dla zapobieżenia przedwczesnemu zasypywaniu się ich wskutek obsuwania się ziemi należy zabezpieczyć zapomocą desek.

Były robione, z dobrym wynikiem, próby mechanicznego ustawiania słupów zapomocą przyrządu przewoźnego (siłą pociągową zwierząt), zaopatrzonego w silnik o mocy 40 k. m. *) Stwierdzono, że przy pomocy tego przyrządu można wywiercić w ziemi dół 1,6 m głęboki w ciągu 1,5 min. i następnie zapomocą podnośnicy mechanicznej ustawić słup. Stosowanie tego przyrządu dało możność ustawienia 10 słupów w ciągu godziny.

4) Krzyżowanie i przeplatanie linii

Przy krzyżowaniu drutów napowietrznych z przewodnikami prądów o wyższym napięciu, druty te powinny

*) opis patrz „Przezl. El.“ — 1922 r. Z. 3 str. 45.

być zabezpieczone od przypadkowego zetknięcia się z nimi przez zastosowanie przewodnika izolowanego, odpornego na wpływy atmosferyczne (posiadającego t. zw. izolację Hoopera lub Hacketahla), lub też przez zawieszenie pod nim uziemionej siatki ochronnej, złożonej z drutów żelaznych (dwóch lub czterech drutów podłużnych—przytworowanych do poprzeczników, znajdujących się na słupach, i z drutów poprzecznych—łączących podłużne w metrowej odległości). Krzyżowania takie powinny być możliwie krótkie i z tego powodu najdogodniejsze są takie, które są wykonane pod kątem prostym.

Jeżeli linja prądu silnego ma napięcie niskie, t. j. jeżeli napięcie między każdym z przewodników a ziemią nie przekracza 250 V., to dla zabezpieczenia przewodników w razie ich przypadkowego zetknięcia się dopuszczalne jest zastosowanie przewodnika w izolacji odpornej na wpływy atmosferyczne. Jeżeli natomiast mamy do czynienia z wysokim napięciem, to nieodzowne jest stosowanie specjalnych urządzeń, jak naprz. siatek ochronnych, dodatkowych zawieszek drutu, drążków metalowych uziemiających i t. d., uniemożliwiających zetknięcie się przewodnika prądu silnego i słabego.

Przy krzyżowaniach przewodników najmniejsza pionowa odległość pomiędzy częściami składowymi obu linii nie powinna wynosić mniej, niż 1 m, a w kierunku poziomym — 1 m 25 cm.

Przy równoległym przebiegu dwu rodzajów przewodów należy przewodniki zabezpieczyć na łukach od możliwości zetknięć w razie zerwania się przewiązek drutów, za pomocą dodatkowych przewiązek, haków oporowych i t. d.

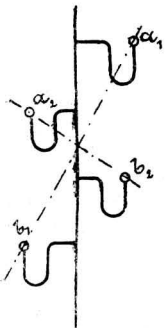
Przewodniki napowietrzne prądów słabych, jeżeli są zawieszane w pobliżu anten telegrafu bez drutu, powinny być zabezpieczone od zetknięcia się z nimi. Przy krzyżowaniach z nimi powinna być zachowana odległość co najmniej 5 m. Równoległy przebieg tych dwu rodzajów przewodów jest dopuszczalny, przy zachowaniu jednak między nimi odległości nie mniejszej, niż 15 m.

Odległość części składowych linii napowietrznej od kabli podziemnych silnego prądu powinna być nie mniejsza, niż 0,8 m.

Oprócz zabezpieczenia przewodów prądów słabych od bezpośredniego zetknięcia się z innymi przewodami, szczególnie zaś z takimi, w których płynie prąd o wysokim napięciu, bardzo ważne jest *zabezpieczenie* tych prze-

wodów od wpływów indukcji, wynikającej z wzajemnego oddziaływania prądów, płynących w różnych przewodnikach, bo może ona bardzo ujemnie wpływać na przebieg prądu w linii, a nawet uniemożliwić zupełnie prawidłowe działanie jej.

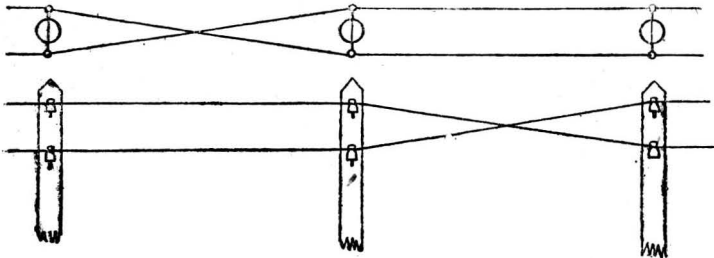
Jak wiadomo, *indukcją wzajemną* nazywamy oddziaływanie pola elektromagnetycznego, wytworzonego przez prąd, płynący w przewodniku, na drugi przewodnik, wzniecające w nim siłę elektromotoryczną. Ponieważ oddziaływanie indukcji wzajemnej jest najsilniejsze w przewodnikach biegnących równolegle, należy więc, w miarę możliwości unikać takiego właśnie położenia przewodów prądu słabego względem przewodów prądu silnego, w szczególności zaś względem prądu zmiennego albo nawet stałego, lecz posiadającego zmienne natężenie i wysokie napięcie. Przy krzyżowaniu z takimi przewodami, starać się należy, aby te krzyżowania były wykonane możliwie pod kątem prostym, lub do prostego zbliżonym. Gdy równoległy przebieg przewodów takich jest nie do uniknięcia, należy w celu zniweczenia szkodliwego wpływu indukcji wzajemnej, zastosować jeden z następujących sposobów: a) możliwe zbliżenie do siebie dwu przewodników, należących do jednego obwodu, co się daje jednak praktycznie uskutecznić tylko w kablach izolowanych, b) odpowiednie rozmieszczenie przewodników na izolatorach, jak wskazuje rysunek 235, c) prawidłowe przeplatanie pomiędzy sobą przewodników w równych odstępach. Tu rozpatrzmy tylko sposoby b i c, jako dające się zastosować do przewodników napowietrznych.



Rys. 235.

O ile linie są dwuprzewodowe, to w celu uniknięcia indukcji, należy je tak zawiesić, aby linie, łączące a_1 z b_1 i a_2 z b_2 przecinały się pod kątem prostym i dzieliły się wzajem na dwie równe połowy (rys. 235). Przy takim rozmieszczeniu przewodników oddziaływanie indukcyjne przewodnika a_2 na przewodniki a_1 i b_1 jest jednakowej siły, jak oddziaływanie b_2 na te przewodniki, lecz ma odwrotny kierunek, wobec czego wzajemnie się znoszą. Tak samo oddziałują przewodniki a_1 i b_1 na a_2 i b_2 . Sposób ten jest jednak skuteczny tylko przy dwóch dwuprzewodowych linjach, przy większej zaś ilości linii, lub przy linjach jedнопrzewodowych nie może być stosowany.

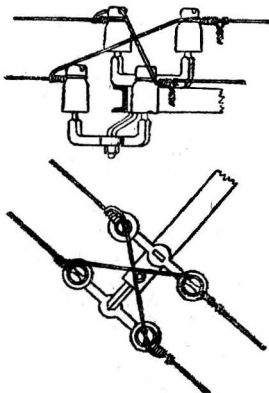
Najczęściej stosowanym sposobem osłabiania indukcji jest planowe przeplatanie przewodników w określonych odstępach, przez co zmieniamy ich wzajemne po-



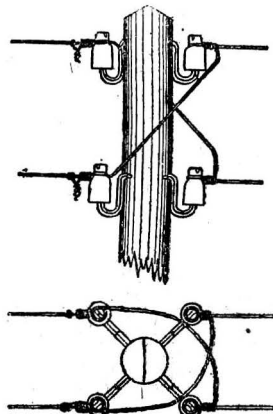
Rys. 236.

łożenie. W ten sposób w różnych odcinkach linii wywołuje się powstawanie prądów indukowanych o odmiennym kierunku, które się wzajemnie znoszą.

Przeplatanie przewodników można naprz. wykonać tak, że między dwoma sąsiednimi słupami przewodnik przechodzi z jednej strony słupów na drugą, a między następnymi słupami — z jednej wysokości na inną (rys. 236).



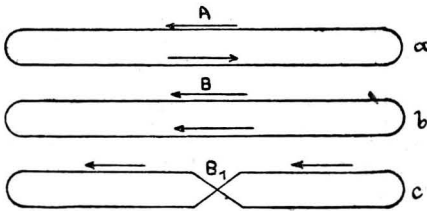
Rys. 237.



Rys. 238.

Taki sposób przeplatań jest jednak niewygodny, bo drutom, założonym skośnie pomiędzy słupami, trudno nadać odpowiedni zwis i przytem łatwiejsze są zetknięcia pomię-

dzy przewodnikami. Z tego powodu przewody bywają zawieszane równoległe między słupami, a przeplatań dokonywa się na słupach przy pomocy dodatkowo w tym celu umieszczonych izolatorów, naprz. w sposób wskazany na rysunku 237, w razie, jeżeli haki izolatorów są osadzone na poprzecznikach, lub według rys. 238, jeżeli haki są umocowane bezpośrednio



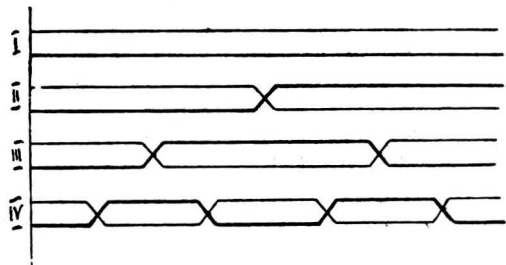
Rys. 239.

w słupie. Oba te sposoby wymagają haków specjalnych niejednakowej długości.

Dla unaocznienia wpływu indukcji na sąsiednie przewody, rozpatrzmy z początku dwie dwuprzewodowe linie, zawieszane równoległe (rys. 239), z których w jednej (A) przepływa prąd, wywołujący indukcję w przewodnikach drugiej sąsiedniej linii (B). Prąd, płynący w przewodniku linii (A), położonym najbliżej linii (B), będzie wywoływał w obu przewodnikach ostatniej prądy o kierunku przeciwnym swemu kierunkowi i o natężeniu, znajdującem się m. w. w stosunku odwrotnym do drugiej potęgi odległości.

Wobec tego prądy, wzniecone w obwodzie zamkniętym linii B, będą się niweczyły tylko częściowo, gdyż w przewodzie a natężenie będzie większe, niż w przewodzie b. Jeżeli pośrodku obwodu B przepleciemy przewodniki, jak

wskazano na rys. 239 B₁, to prądy wzniecone w obu połowach jednego przewodnika będą się dodawały i natężenie prądu wznieconego w obu przewodnikach obwodu tego będzie równe, wskutek czego prądy te będą się wzajemnie niweczyły, jako posiadające przeciwne kierunki.

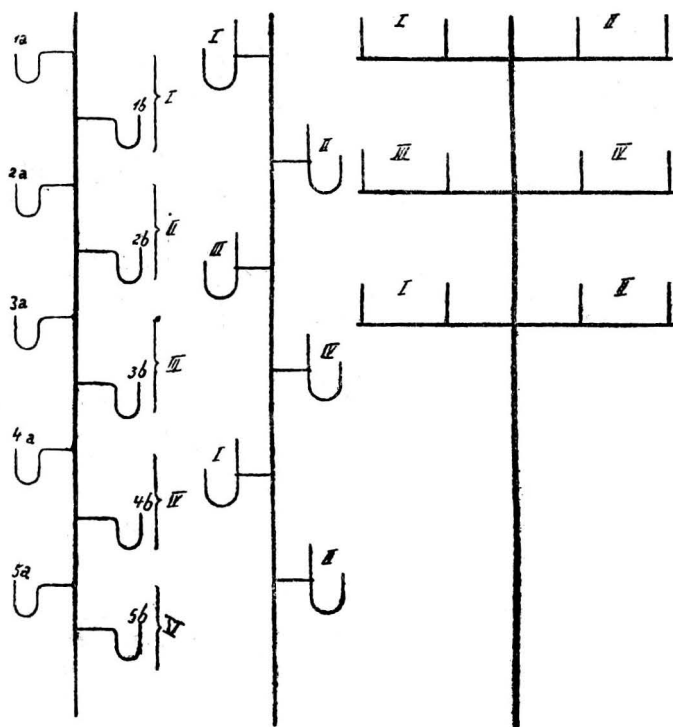


Rys. 240.

Przy większej ilości równoległych linii należy przeplatać pomiędzy sobą obydwie przewodniki każdej linii

w taki sposób, aby średnia ich odległość od przewodu, mogącego spowodować indukcję, na całym przebiegu była jednakowa. W tym celu przeplatania bywają wykonywane naprz. w sposób wskazany na rys. 239. Przy ilości linii większej ponad 4, przewodniki linii następnych należy przeplatać znów w taki sam sposób, jak wskazano na rysunku 239.

Ilość przeplatań jest zależna od wielkości wpływu in-

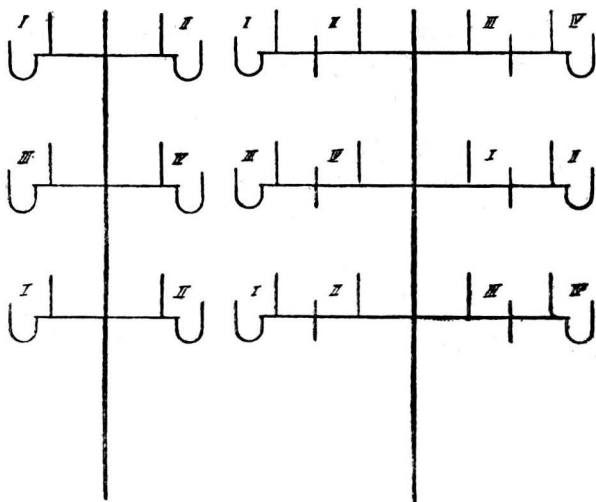


Rys. 241.

dukcyjnego. Jeżeli naprz. na słupach znajdują się same linie telefoniczne, to można wykonać przeplatania według wzoru, wskazanego na rys. 240, a mianowicie: dla pierwszej linii co 4 km., dla drugiej — co 3 km., dla trzeciej — co 2 km. i dla czwartej — co 1 km. Jeżeli natomiast na tych samych słupach są umieszczone również przewody telegraficzne, to przeplatania powinny być częstsze — w odstępach od 1 do 2 km.

W jaki sposób należy wykonywać przeplatania przy rozmaitem ugrupowaniu większej ilości przewodników, wskazują rysunki 241 i 242, na których temi samemi liczbami rzymskiemi są oznaczone pary przewodników, należących do tej samej linii.

Gdy przewód przechodzi na inny rząd słupów, należy



Rys. 242.

uskutecznić jego przeplatania zgodnie z ustalonym dla tych słupów planem, bez względu na poprzednie jego przeplatania.

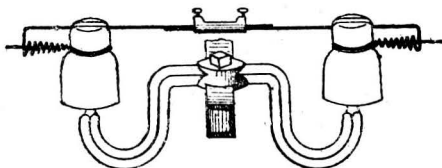
Szczególnie ważne jest przeplatanie drutów na końcach linii. Najodpowiedniejsze odległości przeplatań mogą być obliczone na tych samych podstawach, co obliczenia linii.

5) Punkty probiercze

W celu umożliwienia szybkiego sprawdzania stanu linii oraz wydzielania jej części w razie uszkodzenia urządzone są w liniach napowietrznych t. zw. punkty probiercze.

Miejsce na taki punkt należy wybrać tak, aby było ono pod dozorem i było łatwo dostępne (naprz. w pobliżu stacji kolejowej). Punkty probiercze powinny się znajdować w określonych odstępach od siebie, naprz. co 10 do 15 kilometrów.

Na rys. 243 przedstawiony jest sposób wykonania punktu probierczego. Do dwu izolatorów, umieszczonych na odpowiednich hakach, przymocowywa się końce linii, poczem do każdego z przewodów przylutowuje drut miedziany lub brązowy (przeważnie po 1,5 m długości o średnicy od 3 do 4 mm). Miejsce styku przewodnika żelaznego z miedzianym lub brązowym powinno być zabezpieczone od wpływów atmosferycznych zapomocą odpowiedniego pomalowania (naprz. lakiem asfaltowym). Przewodniki łączące zwiija się w pobliżu izolatorów w zwitki kształtu stożkowego, (jak wskazano na rysunku), swobodne zaś ich końce łączy się między sobą zapomocą zacisków, zaopatrzonych w dwie śrubki.



Rys. 243.

Każdemu punktowi probierczemu należy dać dobre uziemienie — nieodzowne dla wykonywania prób. Powinno ono być wykonane według wskazówek, zawartych w punkcie 8 niniejszego rozdziału (rys. 246).

6) Linje telefoniczne spupinizowane

O umożliwieniu porozumiewania się telefonicznego na zwiększoną odległość zapomocą zastosowania na linii urządzeń systemu Pupina była już mowa na str. 140*). Wprowadzenie w linię stosownie rozmieszczonych cewek samoindukcyjnych daje możność podwojenia odległości, na którą możliwe jest dokładne porozumiewanie się, i wpływa na zmniejszenie skażenia głosu.

Można powiedzieć, że bez pupinizacji linja telefoniczna ze zwykłych przewodników żelaznych zdatna jest do użytku tylko na przestrzeni do 100 km. Ponad tę odległość powinny być już stosowane cewki samoindukcyjne.

Doświadczenia wykazały, że najdalsza dopuszczalna odległość dla linii telefonicznej o drutach żelaznych wynosi przy:

*) Patrz również A. Ebeling Über Fernsprech-Freileitungslinien m. Pupinischen System ETZ. 1900 s. 550, oraz tegoż autora ETZ. 1921 r. Z. 32, str. 873 „Fernkabel und Verstärkung“.

3 mm drucie bez cewek Pupina . . .	100 km
" " " z cewkami " . . .	150 "
4 " " bez cewek " . . .	125 "
" " " z cewkami " . . .	200 "
Linka żelazna z 4 drutów 2 mm śr. . .	300 "
" " " 7 " " " " " . . .	400 "

Próby wykonane na linii telefonicznej Gdańsk—Pruska Ława, *) złożonej z dwu przewodników żelaznych o śr. 4 mm i dł. 116,75 km każdy, dały następujące wyniki:

Ilość okresew	bez cewek					z cewkami				U W A G I
	Spółczynnik tłumienia	Tłumienie	Skażenie głosu	Opór wzgl. prądu stat.	Spółczynnik tłumienia	Tłumienie	Skażenie głosu	Opór wzgl. prądu stat.		
	β	β_1	%	Ω km	β	β_1	%	Ω km		
500	0,0118	1,37	—	—	0,00752	0,878	—	—	Indukcyjność cewek 0,2H Odległość między cewkami 9,7 km	
650	0,0144	1,68	50	20,8	0,00878	1,023	37	21,0		
800	0,0165	1,93			0,00950	1,109				
950	0,0186	2,17	—	—	0,01052	1,230	—	—		
1100	0,0198	2,31	—	—	0,01105	1,290	—	—		

Przy odległości do 200 km mogą być stosowane przewodniki żelazne (4 mm średnicy, gdyż 5-cio milimetrowe mało ulepszają porozumiewanie się), ponad tę odległość zaś brązowe o średnicy 2 mm na 250 km bez pupinizacji i 550 km z pupinizacją — 2,5 mm na 300 km bez pupinizacji i 750 km z pupinizacją, — 3 mm na 400 km bez pupinizacji i 950 z pupinizacją.

Jeżeli w skład linii napowietrznej wchodzi również przewody izolowane kablowe o długości, przekraczającej 300 m, to należy je zaopatrzyć w specjalne cewki samoindukcyjne.

Zazwyczaj cewki samoindukcyjne w linii napowietrznej rozmieszcza się w odległości 10 km jedna od drugiej, przyczem odległość krańcowych cewek od aparatów telefonicznych wynosi połowę tej długości. Jeżeli długość linii nie dzieli się przez 10, można stosować mniejsze odcinki (naprz. do 8 km) między cewkami, byle odległości te były jednakowe.

*) Patrz C. W. Kollatz „Die Fernsprechtechnik“, G. Siemens, Berlin, 1922.

Odległość pomiędzy cewkami dla przewodu abonenta może być obliczona według prof. Bresiga na podstawie wzoru:

$$S = \frac{1}{8000 \sqrt{CL_1}}$$

w którym $L_1 = L + \lambda$, a C i L oznaczają pojemność i indukcyjność przewodnika na 1 km, λ indukcyjność cewki odnośnie do 1 km przewodnika linowego, S odległość pomiędzy cewkami w km.

Cewki syst. Pupina dla przewodów napowietrznych, zaopatruje się w przykrywy, chroniące je od wpływów atmosferycznych. Pod temi przykrywami są umieszczone również cztery izolatory (oprócz innych czterech, znajdujących się zewnątrz w pobliżu cewki dla doprowadzenia przewodników linowych), oraz dwa piorunochrony, aby wyładowania atmosferyczne omijały cewki. Całość jest zaopatrzona w żelazny uchwyt lub hak dla umieszczenia na poprzeczkach żelaznych, przymocowanych do słupa.

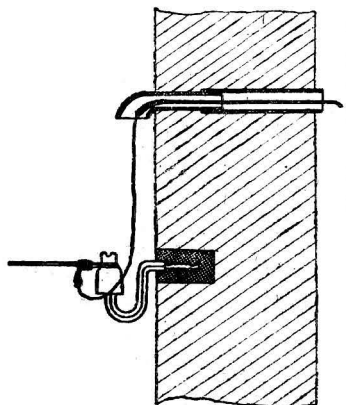
Spupinizowane przewodniki należy dla uniknięcia wzajemnej indukcji przeplatać narówni ze zwykłymi, a złącza (szczególnie przy żelaznych przewodnikach) starannie wykonać i polutować.

7) Wprowadzanie linii napowietrznej do budynków

Przy przejściu z linii napowietrznej, złożonej zwykle z przewodnika nieizolowanego, do linii wewnętrznej, wykonanej przewodnikiem izolowanym, należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie linii wewnętrznej od wilgoci, od wyładowań atmosferycznych i od przenikania wewnątrz budynków dźwięków akustycznych, wywołanych drganiami mechanicznymi linii napowietrznej.

Odgąlenie z linii napowietrznej jest uskuteczniane przy ostatnim izolatorze, zapomocą przewodnika izolowanego powłoką z t. zw. pełnej (t. j. wulkanizowanej) gumy. Przewodnik ten wprowadzamy do budynku przez porcelanową fajkę i rurkę izolacyjną, przepuszczoną przez mur, jak wskazano na rys. 244. Przewodnik izolowany powinien przytem być wygięty tak, aby spełniał czynność okapu i wchodził swobodnie z dołu w fajkę nie dotykając jej brzegu.

Zamiast izolatorów i fajek porcelanowych stosuje się czasem specjalne izolatory, służące do obu celów równocześnie.

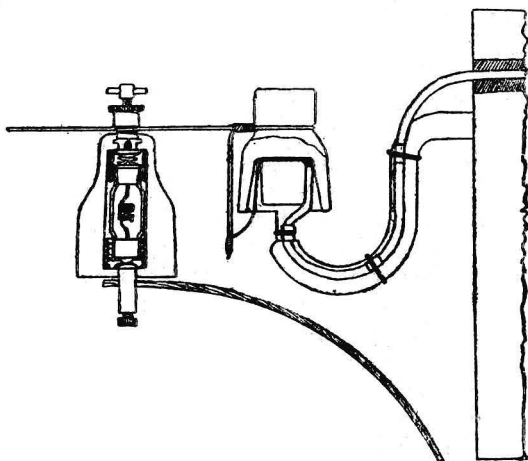


Rys. 244.

Przy przejściu z linii napowietrznej na wewnętrzną, ostatek powinna być zaopatrzona w piorunochron, bezpiecznik i w tłumik dźwięków.

Na rys. 245 wskazany jest nowoczesny sposób wprowadzania przewodnika do budynku. Koniec izolowanego przewodu jest zabezpieczony od wilgoci płaszczem izolatora. Do przewodu gołego przymocowany jest piorunochron próżniowy (opisany na str. 105), przykryty izolatorem i połączony z ziemią za pomocą gołego przewodu.

Piorunochrony i bezpieczniki linjowe były już opisane w odpowiednich rozdziałach, powiemy więc tu tylko kilka słów o *tłumikach dźwiękowych*.



Rys. 245.

Jak wiadomo, szczególnie w czasie wiatru i mrozu, druty napowietrzne wydają dość mocny dźwięk, który, szczegól-

nie przy większej ilości linii, mógłby być niezdolny dla mieszkańców domów, do których są przytwierdzone.

Aby przeszkodzić przenikaniu tych dźwięków do wnętrza domów, przewodniki w pobliżu budynku owijają się ołowianym drutem (na długości m. w. 1 m), lub też zaopatruje się je w specjalne gumowe tłumiki. Urządzenie tego rodzaju tłumienia drgania drutu, przecinając bieg powstałych w drucie fal dźwiękowych.

8) Uziemienia

Uziemienia stosowane są w instalacjach prądów słabych bardzo często tak w celu połączenia piorunochronów z ziemią, jako też dla uzupełnienia obwodów elektrycznych przez t. zw. przewrót przez ziemię.

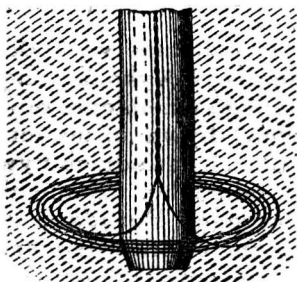
Należy nadmienić, że oprócz opisanych już piorunochronów linjowych, dla ochrony przewodów, a szczególnie podpór, podtrzymujących przewodniki, stosowane są na słupach najprostszej budowy piorunochrony. Składają się one z żelaznego drutu, którego górny koniec wystaje nieco ponad wierzchołek słupa, dolny zaś jest uziemiony. Drut jest przymocowany do słupa zapomocą żelaznych skobelków. Piorunochrony tego rodzaju umieszcza się na słupach w pewnych odstępach (naprz. jeden na kilometr), przy czym gęstość ich jest zależna od stopnia, w jakim dana miejscowość narażona jest na pioruny.

W celu zapewnienia dobrego działania obwodów o prądzie słabym, uziemienie powinno być wykonane bardzo starannie. W razie niedostatecznego uziemienia porozumiewanie się, naprz. telegraficzne, bywa utrudnione, a czasem niemożliwe; indukcja w linjach sąsiednich bywa większa, nawet choćby posiadały oddzielne uziemienia, zamiast jednego, wspólnego, a dobrego. Pożądane jest naturalnie dla każdego obwodu osobne dobre uziemienie. Należy dążyć do tego, aby opór połączenia ziemnego był możliwie mały, a samo połączenie trwałe.

Uziemienie uskutecznia się zapomocą przewodnika, połączonego z ciałem zakopanym w ziemi, posiadającym dobrą przewodność i dużą powierzchnię kontaktową z gruntem. Drut, stosowany jako przewodnik, powinien być w miarę możności z tego samego materiału, co ciało uziemiane (dla uniknięcia zjawiska elektrolizy w miejscu zetknięcia tych dwóch części urządzenia, która ujemnie wpływa na trwałość połączenia).

Jako przedmioty uziemiające, mogą być użytkowane rury żelazne wodociągowe lub gazowe (wodociągowe są lepsze, bo gazowe zwykle bywają łączone na minję, która jest ciałem izolującym); rury takie ze względu na długi przebieg w ziemi, posiadają z nią dużą wspólną powierzchnię kontaktową. W braku takich uziemień naturalnych należy wykonać uziemienie sztuczne zapomocą przedmiotów metalowych o dużej powierzchni, zakopanych w nadający się do tego celu grunt.

Przy wyborze miejsca, odpowiedniego dla urządzenia uziemienia piorunochronu, należy szczególnie wybierać grunt, który stale pozostaje wilgotnym, co można poznać po bujnej na nim roślinności. Przytem w zależności od klimatu danej miejscowości powinno się urządzać uziemienia na takiej głębokości, na jakiej ziemia nie zamarza, bo zmarznięta ziemia jest złym przewodnikiem. W braku wilgotnego gruntu w miejscu, gdzie potrzebne jest uziemienie, należy umieścić ciało kontaktowe głębiej w ziemi, możliwie w wodzie gruntowej. Czysta woda jest złym przewodnikiem, odpowiedniejszem więc miejscem dla uziemień jest grunt błotnisty, doły nawozowe, doły do pomij (nawet obmurowane) i t. d.; pogrążanie płyt miedzianych naprz. w studniach, jak to się praktykuje, daje gorsze uziemienie i przytem może zepsuć smak wody.



Rys. 246.

W celu wykonania sztucznych uziemień stosowane są przeważnie przedmioty metalowe (żelazne lub miedziane) w kształcie blach, rur, szyn, siatek i t. d. Jednostronna powierzchnia tych przedmiotów nie powinna być mniejsza od $\frac{1}{2}$ m². Grubość płyt miedzianych, koniecznie cynowanych) — 2 mm. Zamiast płyt jednolitych, mogą być również stosowane siatki metalowe z drutu

o średnicy 4 mm, z otworami o powierzchni, nie przynoszącej 100 mm². Stosując blachy, nie należy ich związać ślimakowo (spiralnie) lecz co najwyżej walcowo (cylindrycznie), najlepiej zaś nie związać wcale.

Często stosowane bywa uziemienie zapomocą linki żelaznej, cynowanej, składającej się z 4-ch drutów o średnicy 4 mm każdy, zwiniętej w 5 do 6 okręgów o średnicy $\frac{1}{2}$ m, jak wskazano na rys. 246.

W razach, gdy dopuszczalny jest duży względnie opór uziemień — 30 do 50 omów, można stosować system J. v. Grüner'a, polegający na zastąpieniu płyty metalowej bryłą koksu, w którą wpuszcza się i zalewa ołowiem przewodnik metalowy. Bryłę obsypuje się w ziemi luźnymi kawałkami koksu. Uziemienie tego rodzaju jest trwałe.

Przewodnik uziemiający prowadzimy pod ziemią od miejsca uziemienia do ściany budynku i następnie po ścianie do jego wnętrza. Przewodnik powinien być zabezpieczony od uszkodzenia przynajmniej do wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu. Wewnątrz budynku należy stosować, jako przewodnik uziemiający, drut izolowany, dla uniknięcia możliwości zetknięć z innymi przewodami.

9) Budowa linii

Dla osiągnięcia szybkiego postępu robót i prawidłowego ich wykonania niezbędnymi warunkami są: fachowe i energiczne kierownictwo, uprzednie przygotowanie materiałów i należyty podział pracy pomiędzy wykonawcami.

Roboty przy budowie linii napowietrznej składają się z następujących okresów: a) wyznaczenie kołkami trasy, b) rozwieszenie materiałów wzdłuż linii, c) wykopanie dołów, d) przygotowanie słupów z umocowaniem na nich poprzeczek, izolatorów i t. d., e) ustawienie i zakopanie słupów oraz umocowanie podpór i odciągaczek, f) obcięcie gałęzi i usunięcie innych przeszkód do prowadzenia linii, g) zawieszenie i przymocowanie drutów.

Miejsca na słupy należy oznaczyć zapomocą kołków (m. w. 0,5 m długości i 5 cm średnicy na grubszym końcu), ociosanych na dolnym końcu, wbitym w ziemię i ściętych skośnie na końcu górnym, na którym należy oznaczyć ołówkiem kolorowym numer słupa. Równocześnie w odpowiednim spisie daje się wykaz, jakiego rodzaju słupy i inne urządzenia mają być ustawione w miejscach, oznaczonych numerami.

Słupy należy zawczasu rozwieźć wzdłuż linii i poukładać tak, aby nie tamowały przejazdu.

Isolatory i inne materiały rozwozi się zazwyczaj tylko w ilości, przeznaczonej na jednodniową robotę — dla ułatwienia dozoru.

Następnie kopie się doły pod słupy według wskazówek, podanych w p. 3.

Słupy po odpowiednim przygotowaniu (umocowaniu poprzeczników, osadzeniu izolatorów i t. d.) ustawia się i zakopuje.

Po usunięciu gałęzi i innych przedmiotów, które stać mogą na przeszkodzie w ciągnięciu linii, można przystąpić do tej czynności.

Drut z początku rozciąga się wzdłuż linii na ziemi. Odwijając go z kręgów należy bardzo ostrożnie, aby go nie poskręcać i nie porobić na nim pętlic. W tym celu, szczególnie dla drutu brązowego, który jest bardzo łamliwy, należy stosować kołowrotki, umieszczone na noszach lub na wózkach, drut zaś żelazny można rozwijać wprost przez toczenie rolki po ziemi.

Po rozwinięciu całej rolki trzeba wykonać starannie połączenie końca drutu z początkiem drutu rolki następnej. Gdy dwie rolki są rozwinięte i złączone, można przystąpić do wyprostowania drutu i następnie do zawieszenia go na słupach. W tym celu koniec drutu przymocowuje się za pomocą żabki i wielokrążków (bloku) do mocnej podpory, naprz. do dolnej części pnia drzewa, poczem drut na powierzchni ziemi napręża się i prostuje. Jeżeli przy tej czynności okażą się jakie uszkodzenia drutu, należy je niezwłocznie naprawić. Wyprężać drut brązowy o średnicy 1,5 do 2 mm powinno się ręcznie (bez wielokrążków) ze względu na jego łamliwość. Następnie za pomocą widełek (rososzek), osadzonych na długich tyczkach (3 do 4 m. długości), zakładamy drut na haki izolatorów lub na kroksztyny. Po zawieszeniu w ten sposób drutu na przestrzeni 5 do 7 słupów, przymocowujemy go do słupa również żabką z wielokrążkami, za pomocą których zostaje on wyprężony i jego zwis uregulowany, jak było wskazane w p. 2. Wyprężanie to wykonywa się czasem za pomocą specjalnego przyrządu, składającego się z bębna z korbką, umocowanego do słupa. Przy wyprężaniu drutu na słupach należy dbać, by jego powierzchnia nie uległa porysowaniu o kroksztynę, a dla zapobieżenia temu trzeba umieścić na nich drewniane podkładki. Po wyregulowaniu zwisu należy przymocować drut do izolatorów za pomocą przewiązek, jak to było wskazane w p. 2.

Do oddziału, budującego linję, oprócz kierownika, potrzebnych jest kilku fachowych pomocników-monterów (2 do 3), kilku kopaczy (3) i zwykłych robotników (do 6). Podział pracy można zastosować następujący. Po wytknięciu linii przez kierownika (technika) i oznaczeniu jej pali-

kami, wbijanemi przez robotnika, jeden z monterów dozoruje rozwieszenia materiałów, drugi rozstawia kopaczy (po jednym do każdego dołu) i osadza na słupach poprzeczki i izolatory. Po rozwieszeniu pierwszy monter przy pomocy 3-ch ludzi ustawia słupy. Gdy ustawiono już dostateczną ich ilość do zawieszania drutów, można nie przerywając roboty przy dalszem kopaniu dołów i montowaniu słupów, przystąpić do zawieszania. Czynnością tą kieruje jeden z monterów, główny zaś kierownik powinien dozorować całokształtu robót, dbać o dostawę materiałów i załatwiać inne czynności, związane z budową. Jeden z robotników idzie naprzód i odwija przewodnik, drugi go prostuje, dwu pozostałych zakłada go na haki. Ten sam monter ze swoimi pomocnikami wypręża następnie przewodnik, a dwuch z pomiędzy nich przymocowuje go do izolatorów.

Dobra robota wymaga dobrych narzędzi, należy przeto zaopatrzyć monterów w dostateczną ilość odpowiednich narzędzi, a mianowicie: słupełazów, żabek, wielokrążków, świrdrów, kleszczy i t. d.

B. Linje wewnętrzne

Urządzenia przewodów wewnętrznych do prądów słabych, szczególnie przy mniejszych urządzeniach sygnalizacyjnych, często wykonywane są nieprawidłowo, a materiały nieodpowiednie. Instalacje dzwonekowe, a nawet czasem i telefoniczne, urządzone są zapomocą przewodników, posiadających niedostateczną izolację, przymocowanych często zwykłemi gwoździemi, wskutek czego warstwa izolacyjna ulega uszkodzeniu. W urządzeniach o większej ilości linii spotyka się jeszcze i obecnie przewodniki skręcone razem i, wraz z giętką rurką, zamurowane pod tynkiem. Oczywiście urządzenia takie ulegają łatwo uszkodzeniu wskutek wilgoci lub naprz. z powodu przebicia wbitym w mur gwoździem; uszkodzone w ten sposób miejsca trudne są do odnalezienia a naprawa niemożliwa bez naruszenia tynku. Koszt i niedogodności, które z tego powodu wynikają, przewyższają pozorną oszczędność, osiągniętą na materiale instalacyjnym.

Obecnie przy wykonywaniu przewodów urządzeń prądów słabych stawiane są wymagania takie same, jak dla urządzeń silnego prądu; i tu również ustalono przepisy i wskazówki. Powinny te przepisy być przestrzegane bezwarunkowo, dla osiągnięcia urządzeń dobrze działających

i trwałych. Uwzględnione są też przy podanych poniżej normach izolacji przewodników i sposobie ich układania.

Wybór rodzaju przewodników jest przede wszystkim zależny od tego, czy pomieszczenie, w którym mają być prowadzone, jest suche, gdyż wilgoć najwięcej szkodzi izolacji przewodników, jeżeli zastosowano ją nieodpowiednio. Pozatem rodzaj przewodników jest zależny od tego, czy urządzenie może być wykonane na tynku, czy też ma być ukryte pod tynkiem; pierwszy sposób jest tańszy, lecz mniej estetyczny i wygodny ze względu na uszkodzenia, na jakie przewody są narażone przy malowaniu ścian lub zmianie tapet.

1) Przewodniki izolowane

W urządzeniach wewnętrznych, przeznaczonych dla prądów słabych, używamy przeważnie przewodników z miedzi elektrolitycznej posiadające współczynnik przewodnictwa 57, t. j. taki, jaki posiadają przewodniki prądu silnego. Należy unikać spotykanych czasem w handlu przewodników izolowanych, zrobionych ze stopów miedzi, gdyż różnią się one mało ceną od poprzednich, a ich własność przewodnicza nie jest określona.

Izolowane przewodniki miedziane, najczęściej stosowane wewnątrz budynków mają średnicy od 0,8 do 0,9 mm.

Izolacja przewodników, przeważnie sprzedawanych dotąd u nas pod nazwą izolacji podwójnej, potrójnej i w taśmie gumowej, nie odpowiada obecnie ustanowionym za granicą normom i powinna być uważana za niedostateczną.

Przewodnik, przeznaczony do ułożenia na tynku w pomieszczeniach zupełnie suchych, powinien posiadać conajmniej następującą izolację: na żyłę miedzianej dwie warstwy bawełnianego owinięcia — w odmiennych kierunkach, przytem dolne owinięcie powinno być nasycone masą asfaltową, a wierzchnie — parafinowane lub woskowane.

Przewodniki, posiadające izolację tego rodzaju, mogą być stosowane tylko jako pojedyncze i nie mogą być skręcone w sznury.

Przewodnik przeznaczony do ułożenia w rurkach pod tynkiem, powinien posiadać izolację w t. zw. pełnej gumie, t. j. składać się z żyły miedzianej cynowanej, otoczonej jednolitą warstwą wulkanizowanej gumy, pokrytej oplecieniem bawełnianem, przesyconem masą izolacyjną.

Średnice przewodników i grubość izolacji powinny odpowiadać następującym normom:

Średnica żyły miedzianej mm	Grubość powłoki gumowej co najmniej mm.	Średnica całkowitego przewodnika mm
0,8	0,5	2,3
0,9	0,5	2,4
1,0	0,6	2,8
1,2	0,6	3,0
1,5	0,6	3,3

Powłoka gumowa powinna zawierać co najmniej 33,3% czystego kauczuku.

Kabel wielożyłowy, bez opony ołowianej może być układany zarówno na tynku, jak i w rurkach pod tynkiem, zależnie od tego, z jakich przewodników się składa. Rodzaj izolacji pojedynczych żył powinien odpowiadać wyżej przytoczonym normom — z tą różnicą, że zamiast zewnętrznego oplecenia może być zastosowane owinięcie bawełną. Kolor zewnętrznej powłoki każdego z przewodników powinien być odmienny, dla łatwiejszego ich rozpoznania. Dopuszczalna jest również w tym razie mniejsza średnica żyły miedzianej, mianowicie 0,6 mm. Pojedyncze przewodniki powinny być razem owinięte taśmą lub oplecione.

Kabel w oponie ołowianej może być układany tak na tynku, jak i w rurkach pod tynkiem. Normy dla pojedynczych żył kabla są te same, co dla wyżej opisanego kabla z tą różnicą, że dla izolacji pojedynczych przewodników jest dopuszczalny papier, przesycony masą izolacyjną, bez wszelkiego owinięcia i oplecenia. Wszystkie przewodniki są natomiast razem owinięte taśmą izolacyjną i następnie pokryte jednolitą oponą ołowianą. Grubość opony tej powinna wynosić, zależnie od ilości zawartych w kablu przewodników, od 1 do 3 mm.

Opona ołowiana jednolita jest nieprzenikalna dla wilgoci, więc kable tego rodzaju mogą być układane zarówno w pomieszczeniach suchych, jak i w wilgotnych, także i na zewnątrz budynków.

Sznury giętkie powinny składać się z żył miedzianych linkowych, przyczem średnica pojedynczego drucika nie może być większa, niż 0,2 mm. Przekrój pojedynczej żyły

natomiast — nie mniejszy od $0,3 \text{ mm}^2$. Każda miedziana żyła powinna być owinięta bawełną i ponadto opleciona bawełną albo jedwabiem.

2) Materiały instalacyjne

Jeżeli chodzi przede wszystkim o taniość urządzenia, to w pomieszczeniach suchych dopuszczalne jest układanie przewodników izolowanych bezpośrednio na tynku. W takich urządzeniach do umocowania przewodników najczęściej stosowane są gwoździe, które powinny być cynowane dla uniknięcia szkodliwego oddziaływania rdzy na izolację. Przewodnik przed przybiciem gwoźdźcia owija się dookoła niego. Przy takim umocowywaniu izolacja może być łatwo uszkodzona, lepiej więc jest zamiast gwoździ stosować skobelki, z podkładką kartonową, zabezpieczającą izolację od uszkodzenia.

Miejsca umocowania — co 1 m.

Przewodniki sznurowe można prowadzić na gałkach porcelanowych składanych (t. zw. peszłowskich), umocowanych na murze przy pomocy kołków stalowych, ze śrubkami, naśrubkami i podkładkami.

Przy większej ilości przewodników, prowadzonych w jednym kierunku, w celu ich umocowania, stosowane bywają wspólne listewki lub zaciski drewniane, przymocowane do ściany. Przewodniki są do nich przytwierdzone bezpośrednio, lub zapomocą małych gałek porcelanowych. Taki sposób montowania pozwala na równoległe umieszczenie szeregu przewodników i ułatwia robotę.

Przy większej ilości przewodników, idących w tym samym kierunku, jeszcze dogodniej jest stosować rurki izolacyjne, lub kabelki, szczególnie w *oponie ołowianej*, jak to się spotyka często w instalacjach telefonicznych miejscowych.

Przy przejściach przewodników przez ściany i sufity należy je prowadzić w rurkach izolacyjnych.

Dla przymocowania kabli z *oponą ołowianą* do muru stosuje się specjalne klamerki, bez ostrych kantów, by zabezpieczyć powłokę od uszkodzeń.

W pomieszczeniach, w których chodzi o wygląd estetyczny i zabezpieczenie przewodników od uszkodzeń, należy stosować przewodniki w pełnej gumie, ułożone w rurkach pod tynkiem, lub też w ten sam sposób zmontowany kabel. Jako rurki izolacyjne pod tynkiem mogą być stosowane

wane tylko rurki *opancerzone* z powłoką obołowioną. Zamiast rurek izolacyjnych dopuszczalne są również stalowe emaljowane.

Rurki pod tynkiem powinny być układane tylko w pionowym lub poziomym kierunku (nie zaś ukośnie), tak, iżby z położenia pudełek wlotowych, przycisków i gniazd dołącznych można było określić ich położenie pod tynkiem.

Po umieszczeniu rurek w przeznaczonych dla nich rowkach, wyciętych w murze, należy je dokładnie obrzucić gipsem, tak, by wapno nie dotykało ich bezpośrednio.

Rurki powinny być założone zawczasu a przewodniki wtedy dopiero wciągnięte, gdy tynk obeschnie.

Średnica rurki powinna być odpowiednio większa od ogólnej średnicy umieszczonych w niej przewodników; dla kabli wielożyłowych co najmniej o 10 mm tak, iżby mogły one być z łatwością do rurki wciągnięte.

Do każdego rozgałęzienia rurki powinno być użyte pudełko wlotowe, przyczem odległość między pudełkami nie może przewyższać 10 m.

W pomieszczeniach wilgotnych może być stosowany tylko kabel w oponie ołowianej, lub też przewodnik, zawieszony na izolatorach okapowych. Zaleca się przytem dla ochrony od wpływów chemicznych tak oponę ołowianą kabla, jak i powierzchnię zwykłego przewodnika, pomalować minją lub specjalną farbą emaljową, odporną na działanie kwasów. Miejsca wejścia przewodników do przycisków i innych przyrządów powinny być specjalnie zabezpieczone od wilgoci.

3) Łączenie przewodników

Należy możliwie unikać łączenia końców przewodników między sobą bezpośrednio, t. j. bez pomocy zacisków, a *łączenie przewodników wewnątrz rurek jest wogóle niedopuszczalne*. Gdy nie można uniknąć bezpośredniego łączenia przewodników, prowadzonych na tynku, złącza powinny być wykonane starannie, zlutowane i izolowane.

Szczególłą uwagę trzeba zwrócić na miejsca rozgałęzień; są one wykonywane często niedbale, wskutek czego powstają w nich przypadkowe zetknięcia przewodników, a wtedy odszukiwanie właściwych przewodników jest bardzo utrudnione.

W pudełku rozgałęznych powinna być umieszczona płytka (najlepiej ebonitowa) z mosiężnymi zaciskami. Przy

zaciskach należy umieścić napisy, wskazujące przeznaczenie poszczególnych przewodów. Przewodniki powinny być dokładnie przyśrubowane do zacisków, doprowadzone przytem do nich bez skrętek (spiralek), które tylko gmatwają połączenia.

W miejscu doprowadzenia przewodników do tabliczek rozgałęźnych i do przyrządów, należy je dokładnie ułożyć i położenie ich utrwalić, przez przymocowanie każdego poszczególnego przewodnika, lub przez związywanie sąsiednich grup przewodników pomiędzy sobą. Przy układaniu tych przewodników można posilkować się odpowiednim szablonem, w rodzaju używanego przy montowaniu połączeń w centralach telefonicznych (rys. 149).

C. Linje kablowe podziemne i podwodne

Przy liniach podziemnych i podwodnych, jako przewodniki stosowane są wyłącznie kable, w powłoce zabezpieczającej od wilgoci. Żyłka przewodnia lub żyły takie w większej liczbie, zaopatrzone są w różnorodną, w zależności od przeznaczenia kabla, izolację. Na zewnątrz kabel ma pancerz żelazny lub stalowy — dla ochrony od uszkodzeń mechanicznych.

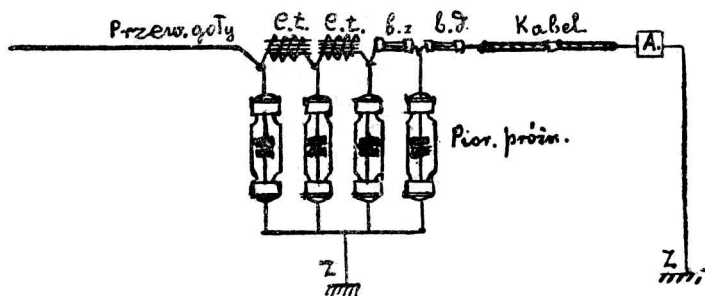
Dla małych urządzeń sygnalizacyjnych są używane czasem, jako przewody podziemne, kable, posiadające tylko oponę ołowianą — bez dodatkowego opancerzenia. Dla zabezpieczenia takiego kabla od wpływów chemicznych trzeba przed ułożeniem go w ziemi wysmołować jego powierzchnię, a dno przeznaczonego dla niego rowu wysypać grubą warstwą czystego piasku. Dla zabezpieczenia zaś od przypadkowych uszkodzeń mechanicznych należy przykryć kabel warstwą cegły, kładzionej na płask, lub ułożyć go w rurze.

Kable tylko obołowione, lecz nieopancerzone, są stosowane czasem również i dla wielkich instalacji, jak naprz. w sieci telefonów Warszawskich, gdzie kable są wciągnięte do okrągłych kanalików, znajdujących się w większej liczbie w rurach cementowych. Wnętrze tych kanalików jest wysmołowane, co ułatwia wciąganie kabli i chroni ich powierzchnię od wpływów chemicznych. Rury posiadają pewną ilość kanalików zapasowych. Takie urządzenie ma tę dogodną stronę, że, w razie potrzeby sprawdzania kabla istniejącego, lub też potrzeby ułożenia kabla dodatkowego,

rozkopywanie gruntu jest zbyt ciężkie, a czynności tych dokonywają za pośrednictwem umieszczonych w tym celu studzienek.

Jeżeli nie są stosowane specjalne urządzenia dla ochrony od uszkodzeń mechanicznych, jak naprz. opisane rury cementowe lub inne podobne,—a istnieje ich wiele— to używać należy kabli opancerzonych taśmą lub drutem stalowym albo żelaznym. Pancierz taki jest dla ochrony od wpływów chemicznych owinięty jeszcze jutową, asfaltowaną powłoką. Kable opancerzone, pomimo większej ich odporności na uszkodzenia mechaniczne, należy również dodatkowo zabezpieczać naprz. warstwą cegieł.

Kable ziemne prądów słabych powinny być prowadzone możliwie z dala od kabli prądu silnego, a w żadnym razie nie bliżej, niż na 0,3 m; w przeciwnym razie



Rys. 247.

trzeba kable oddzielić od siebie zapomocą muf cementowych o grubości ścianek nie mniejszej, niż 60 mm, albo umieścić je w osobnych rurach lub kanałach.

Odgałęzienia kabli, ułożonych w ziemi, wykonywane są w łatwo dostępnych studzienkach, zapomocą szczelnie zamkniętych muf. Również szczelne mufy innego rodzaju umieszcza się na końcach kabli przy połączeniach ich ze skrzynkami rozgałęźnymi. Szczelność muf na końcach kabla jest niezbędna dla zapobieżenia dostaniu się wilgoci wewnątrz kabla pod oponę ołowianą.

W miejscach połączenia linii napowietrznej z kablową niezbędne jest umieszczenie bezpieczników i piorunochronów dla zabezpieczenia kabla od uszkodzenia przez wyladowanie atmosferyczne, lub przez prądy, pochodzące z instalacyj prądu silnego.

Szczególnie dla zabezpieczenia kabli podwodnych stosowane są urządzenia, zaopatrzone w wielorakie przyrządy ochronne, naprz., jak wskazano na rys. 247. Widzimy tutaj układ połączeń, w którego skład wchodzi 4 pionochrony próżniowe, 2 cewki tłumikowe (samoindukcyjne), bezpiecznik zwykły i bezpiecznik dokładny. Dla zabezpieczenia kabli podziemnych stosuje się układ przyrządów ochronnych taki, jak już wskazano na rys. 92 (w dziale Telefonja).

Pod względem wewnętrznej budowy kable, stosowane w urządzeniach prądu słabego, można podzielić na dwa zasadnicze typy: *telegraficzne* i *telefoniczne*. Żyłka miedziana kabli telegraficznych podziemnych i podwodnych posiada izolację, składającą się z materji włóknistej lub z gutaperki, a kable podmorskie są wyłącznie tylko izolowane gutaperką. Żyłki miedziane kabli telefonicznych są natomiast prawie wyłącznie izolowane taśmą papierową, pomiędzy warstwami której znajduje się powietrze. Kable, posiadające izolację papierową lub włóknistą, nie mogą być bezpośrednio łączone z przewodami napowietrznymi ani ze stacjami, ze względu na łatwość przedostawania się do nich wilgoci; w tym celu musi być zastosowany kawałek kabla o innej izolacji, bardziej odpornej, na działanie wilgoci.

Kable telegraficzne posiadają przeważnie, jako żyły przewodzące, druty miedziane o średnicy 1,5 mm — w kablach izolowanych owinięciem włóknistym (naprz. juta), lub z 7 drucików o średnicy 0,73 mm — w kablach gutaperkowych. W kablach, w których pojedyncze żyły są izolowane owinięciem włóknistym, są one w odpowiedniej do potrzeby liczbie skręcone razem i owinięte podwójną warstwą wstęgi papierowej i pojedynczą taśmą. Całość jest otoczona jednolitą oponą z ołowiu, zawierającego 3% cyny. Dla kabli, które mają być umieszczone wprost w ziemi, niezbędne jest jeszcze dodatkowe zewnętrzne opancerzenie, złożone ze stalowych lub żelaznych drutów. W kablach telegraficznych gutaperkowych, każda żyła przewodnia (składająca się z kilku drucików miedzianych), posiada powłokę z Chatterton compound, (należy wymawiać chatterton kompaund), na której znajdują się dwie lub trzy powłoki z czystej gutaperki, podzielone warstewkami Chatterton compound. W kablach wielożyłowych wszystkie żyły są skręcone razem, a wolna przestrzeń pomiędzy nimi jest wypełniona przesyconymi wkładkami jutowymi;

następnie wszystkie razem są owinięte jutą i ujęte w pan-cerz ochronny z żelaznych drutów, pokryty warstwą masy asfaltowej.

Kable telefoniczne posiadają żyły przewodzące miedziane, składające się z pojedynczych drutów o średnicy 0,8 do 2 mm, zależnie od odległości. Dla każdego obwodu są przeznaczone po dwa druty, z których jeden dla odróżnienia jest zwykle cynkowany. Każda żyła umieszczona jest w oddzielnej papierowej pochewce, w której pozostawiona jest pewna przestrzeń powietrzna. Tak izolowane żyły zwiija się razem — po dwie, stanowiące jeden obwód, poczem wszystkie przewodniki, należące do jednego kabla są umieszczone obok siebie (wspólne ich skręcenie jest niedopuszczalne), owinięte taśmą i pokryte jednolitą powłoką ołowianą, zawierającą domieszkę cyny (3%). W razie potrzeby, jak to było już nadmienione, tak zbudowany kabel otrzymuje jeszcze odpowiednie opancerzenie ochronne, złożone ze stalowych albo z żelaznych drutów lub taśmy.

W sieci przewodów telefonicznych miejskich w Warszawie i wogóle w sieciach, budowanych przez Polską Akcyjną Spółkę Telefoniczną, przyjęty jest następujący system. W centrum miasta stosowana jest kanalizacja podziemna zapomocą kabli obołowionych, wciągniętych w rury cementowe, na przedmieściach—przewody napowietrzne na izolatorach, umocowanych na stojakach żelaznych, umieszczonych na dachach.

Od stacji centralnej kable, prowadzone są w rurach betonowych (do 37 otworów) do szafek rozdzielczych. Kable te posiadają tyle żył podwójnych, ile szafka obsługuje abonentów. Posiadają one żyły miedziane o średnicy 0,5 mm w izolacji papierowej w ilości 600 lub 900 par, w oponie ołowianej.

Od szafki rozdzielczej rozprowadzone są przewody również kablami podziemnymi w rurach cementowych (każdy od 10 do 100 par żył), do puszek naściennych w domach z większą ilością abonentów, względnie do puszek na stojakach sieci napowietrznej na krańcach miasta. Z puszek naściennych przewody idą w jedno lub dwuparowych kablach obołowionych, przymocowanych do ścian domów, do poszczególnych abonentów.

Szafki rozdzielcze są umieszczone na chodnikach i przy nich się znajdują studzienki kablowe. Rury cementowe leżą pod chodnikami na głębokości 70 do 90 cm.

Studzienki znajdują się też na skrzyżowaniach ulic. Posiadają one przykrywy cementowe, lub dla większych ilości kabli — przykrywy z żelaza lanego.

Od stojaków do domów, posiadających jednego lub dwóch abonentów, są prowadzone przewodniki napowietrzne z drutu brązowego o śr. 1 mm (wytrz. na zerw. 55 kg, opór 43,5 omów na 1 km); wprowadza się je na strych w postaci t. zw. przewodników smołowanych (żyła miedziana pojedyncza śr. 0,7 mm, o oporze 0,45 omów na km izolowana warstwą gumy czystej, warstwą gumy wulkanizowanej i opleciona bawełną, nasyconą masą smołową compound). Przewodniki te są łączone zapomocą mufek lub zacisków z kabelkiem ołowianym, prowadzącym do aparatu telefonowego. W razie większej ilości abonentów w jednym domu, zamiast pojedynczych gołych przewodników, są stosowane kable napowietrzne obołowione, wielożyłowe. Kable te, do trzydziestoparowego włącznie, zawieszają się na pojedynczym ocynkowanym drucie żelaznym (śr. 5,2 mm — wytrzymałość na zerw. 1500 kg). Przy większej ilości par są używane linki stalowe cynkowane (do 50-parowych o 7 drutach, każdy o średnicy 2,11 mm i wytrz. na zerw. 2500 kg, do 100-parowych o 19 drutach, każdy o śr. 1,65 mm i wytrz. na zerw. 5000 kg).

Ustrój kabli obołowionych wielożyłowych jest następujący. Żyły miedziane składają się z pojedynczego, dobrze wyzarzonego drutu miedzianego o śr. 0,5 mm i przewodności 98%. Każda żyła jest owinięta spiralnie taśmą papierową tak, iż każdy zwój pokrywa na 2 mm zwój poprzedni. Tak izolowane dwie żyły są skrócone razem i owinięte przędzą bawełnianą. Każda z nich dla rozróżnienia posiada inny kolor papieru. Pary żył są ułożone warstwami współśrodkowymi i całość jest owinięta taśmą papierową i bawełnianą i otoczona jednolitą oponą ołowianą (z zawartością 3% cyny). Grubość powłoki ołowianej wynosi od 1,3 mm (dla kabla 10-par.), do 2,6 mm (dla kabla 600-parowego). Pojemność każdej żyły — przeciętnie 0,06 μF . Opór izolacji 1 km żyły w stosunku do ziemi — nie mniej od 1000 megomów. Kabel powinien być wolny od indukcji.

Ustrój kabelka obołowionego dwużyłowego jest następujący. Żyła miedziana z pojedynczego, dobrze wyzarzonego drutu miedzianego o 0,7 mm śr. Każda taka żyła jest pociągnięta lakierem emaljowym i owinięta dwiema warstwami (w przeciwnym kierunku) nici bawełnianych nasyconych. Dwie takie żyły są razem owinięte bawełnianą

taśmę nasyconą i otoczoną jednolitą powłoką ołowianą, o grubości 0,75 mm, zawierającą od 1,5 do 2% cyny. Opór izolacji 1 km każdej żyły w stosunku do drugiej i do ziemi nie mniejszy, niż 1000 megomów.

Dla umożliwienia rozmów telefonicznych na duże odległości przy kablach telefonicznych bywa stosowana pupinizacja oraz przekaźniki (lampy) katodowe.

O stosowaniu cewek *Pupina* była już mowa w dziale Telefonji (str. 140) oraz przy budowie linii spupinizowanych (str. 307). Cewki (często o indukcyjności 0,20 H) włączane w przewody kablowe, są umieszczane zazwyczaj w pudełkach z blachy cynowej, wypełnionych masą izolacyjną i następnie umieszczone w szczelnych żelaznych skrzynkach. O ile w kablach żyły pojedyncze są połączone po dwie razem i są zużytkowane do rozmów przeciwsobnych, to w powyższych skrzynkach są umieszczane dodatkowe cewki *Pupina* w odległościach co 2 km. Dzięki pupinizacji zmniejsza się tłumienie dla żył o śr. 0,9 mm do $\beta l = 0,022$, a dla żył o śr. 1,4 mm do $\beta l = 0,011$.

Lampy katodowe (patrz str. 143), stosowane przy długich kablach jako wzmacniacze prądu (przekaźniki telefonowe), są umieszczane na stacjach pośrednich lub krańcowych, a czasem na jednych i na drugich równocześnie. Zastosowanie przekaźników katodowych nie tylko ulepsza komunikację telefoniczną zapomocą istniejących przewodów, lecz i umożliwia stosowanie mniejszych przekrojów żył w przewodnikach kablowych (zamiast żył miedzianych o śr. 2 i 3 mm, — żyły 0,9 i 1,4 mm, które w Niemczech uważane są obecnie za normalne). Zależnie od długości linii bywają stosowane na stacjach pośrednich wzmacniacze, złożone z 2, 3, 4 i więcej lamp katodowych.

Wzmacniacze na stacjach są włączane w przewody linijowe na stałe lub są umieszczane w obwodach sznurów wtyczkowych i w ten sposób mogą być włączane w obwody różnych aparatów telefonowych.

Przy bardzo długich kablach można włączyć w kilku miejscach wzmacniacze katodowe, stosując większą ilość lamp i specjalny układ połączeń. *) Przy zastosowaniu wyżej wspomnianych normalnych kabli, dla śr. żył 0,9 mm — odległość rozmieszczenia wzmacniaczy wynosi m. w. 75 km, dla śr. 1,4 mm m. w. co 140 km.

*) szczegóły patrz: C. W. Kollatz „Die Fernsprechtechnik“, Berlin, 1922.

Łączenie kabli telefonicznych pomiędzy sobą wymaga dużej staranności i wprawy, podajemy więc sposób wykonywania tej czynności (dla kabli w jednolitej powłoce ołowianej, posiadających żyły z izolacją papierową).

Należy z początku usunąć z kabla powłokę ołowianą, na tem większej przestrzeni, im kabel posiada więcej żył. Następnie pojedyncze przewodniki odgina się symetrycznie w różne strony, aby je uczynić łatwo dostępnymi i wtedy zapomocą pomiaru elektrycznego zostaje sprawdzony ich stan izolacji. Potem żyły miedziane poszczególnych przewodników odizolowuje się (na długości m. w. 20 cm) i łączy zapomocą splecenia i zlutowania (jak zwykle przewodniki), lub specjalnymi owalnymi rurkami miedzianymi. W razie zastosowania do złącz takich rurek, należy z każdego z łączonych przewodników usunąć izolację na długości 20 cm, oczyścić powierzchnię papierem szmerglowym, wsunąć w rurkę oba końce drutów jeden obok drugiego z dwu przeciwnych kierunków i następnie ścisnąć rurkę zapomocą specjalnie do tego celu przeznaczonych kleszczy. Wargi tych kleszczy wytłaczają w rurce 4 do 5 wgłębień, dzięki czemu następuje ścisłe połączenie pomiędzy obu drutami i rurką. Następnie należy na gotowe złącze wsunąć pochewkę papierową (30 mm dł.), która uprzednio, przed przystąpieniem do łączenia przewodników, powinna być wsunięta na jeden z nich. Pochewka ta powinna ściśle przylegać do powierzchni przewodników.

Z początku w ten sposób zostają połączone przewodniki, znajdujące się w środku kabla, następnie, kolejno, przewodniki umieszczone bliżej powierzchni. Po uskutecznieniu połączeń i uporządkowaniu przewodników należy je wszystkie razem obwinąć taśmą. Jeżeli robota ta została wykonana starannie, to zewnętrzna średnica miejsca złącza niewiele przewyższa zwykłą średnicę kabla. Prawdliwość wykonania połączeń należy sprawdzić pomiarem przewodności poszczególnych przewodników, wykonanem na jednym z końców kabla (na drugim końcu — przewodniki, należące do jednego obwodu, na czas pomiaru zostają połączone pomiędzy sobą). Na zakończenie miejsce złącza kabla zabezpiecza się od wilgoci zapomocą ołowianej pochwy, (która przed wykonaniem złącza została wsunięta na jeden z końców kabla) i dokładnie przylutowuje się ją do ołowianej powłoki; powinno to być wykonane nadzwyczaj starannie, tak, aby wewnątrz kabla było szczelnie zabezpieczone od wilgoci. Jeżeli pochwa jest zbyt obszerna,

trzeba między nią i powierzchnią kabla umieścić podkładki ołowiane. Powierzchnie powłoki ołowianej kabli i pochwy (jak również podkładek) cynuje się, zapomocą specjalnej lampki benzynowej, oczyszcza kalafonją i następnie lutuje. Do lutowania stosowany bywa stop ołowiu z cyną, w stosunku m. w. 1 część cyny na 1,5 części ołowiu.

Kable, przeznaczone do układania na dnie morskiem, mało się różnią pod względem wewnętrznej budowy od poprzednio opisanych kabli gutaperkowych, tylko ilość żył przewodzących jest w nich zwykle mniejsza; dla krótkich kabli nie przewyższa czterech, a długie zawierają tylko żyłę jedną. Opancerzenie kabli podwodnych jest mocniejsze, niż kabli oddziemnych; czasem nawet stosuje się opancerzenie podwójne: w dwu oddzielnych warstwach.

ROZDZIAŁ XXIII

SPRAWDZANIE STANU LINJI

Długie linje, szczególnie linje kablowe, wymagają stałego sprawdzania ich stanu, co wykonywa się przy pomocy odpowiednich prób elektrycznych.

Pomiary takie robione są codziennie i ich wynik jest systematycznie notowany.

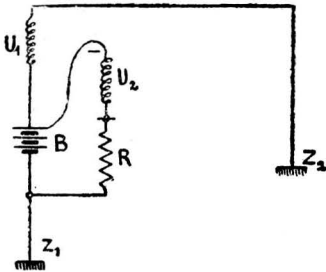
W tym celu na większych stacjach powinny być zmontowane specjalne pomiarowe obwody elektryczne, w których skład wchodzi przyrządy pomiarowe, bateria, wyłącznik, oraz przełączniki, pozwalające bez zachodu, włączać do obwodu pomiarowego poszczególne linje i uzimienie.

Pomiary codzienne dotyczą: oporu przewodnika linjowego, oporu jego izolacji, a przy kablach i ich pojemności elektrycznej,

A. Sprawdzanie oporu linji

Opór przewodnika linjowego mierzy się zazwyczaj zapomocą galwanometru różnicowego. Galwanometr taki posiada dwa równe, niezależne od siebie uzwojenia (rysunek 248). Ze wspólnej baterji B są zasilane dwa obwody: jeden, składający się z uziemienia Z_1 , baterji B , jednego z uzwojeń U_1 galwanometru, linji i uziemienia Z_2 , znajdującego się na drugim jej końcu; drugi obwód stanowi —

baterja B , drugie uzwojenie U_2 galvanometru (które jest włączone w przeciwnym do pierwszego kierunku) i opornik pomiarowy R .



Rys. 248.

Przy pomiarze opór opornika R zmieniamy dopóki galvanometr nie przestanie ujawniać odchylenia, co wskazuje, że znaleziony wtedy opór (włączony w oporniku R) równa się oporowi linii wraz z jej uziemieniami.

B. Sprawdzanie izolacji linii

Sprawdzania stanu izolacji domowych urządzeń sygnalizacyjnych dokonywa się, jak to było już wspomniane, zapomocą bezpośredniego pomiaru oporu między przewodnikiem a ziemią. W tym celu stosuje się obwód, utworzony z paru ogniów galwanicznych i galwanoskopu lub galvanometru, zaopatrzonego w induktor. Instrumenty wzorcuje się w omach.

Przy długich liniach pewne wady izolacji nie są do uniknięcia. Ma to miejsce tak w liniach napowietrznych (szczególnie przy wilgotnem powietrzu), jak i w kablach podziemnych i podwodnych. Aby wady te nie wpływały zbyt ujemnie na działanie urządzenia, wymaga się, by izolacja posiadała opór (mierzony między przewodnikiem a ziemią) nie mniejszy od ustanowionej normy. Dla przewodników telegraficznych napowietrznych, uważana jest za dostateczną norma 1.000.000 omów na kilometr ($1 M\Omega$ -km, przy dłuższych liniach poniżej tej normy schodzić nie wolno); zwykle wymagana jest jednak izolacja 5 do 15 $M\Omega$ -km; dla kabli podziemnych zaś 200.000.000 omów na kilometr ($200 M\Omega$ -km). Dla sprawdzenia, czy norma ta jest zachowywana dla całej linii, należy podzielić podaną wyżej ilość omów przez całkowitą ilość kilometrów i sprawdzić, czy wynik pomiarów izolacji odpowiada tej wymaganej ilości omów.

Ponieważ opór izolacji zmniejsza się w razie jej uszkodzenia, więc jeżeli przy codziennych pomiarach okaże się, że stopień izolacji nie odpowiada przepisanej normie, przyczyny tego domyślać się trzeba w uszkodzeniu linii; powinna więc być ona odszukana i uszkodzenie naprawione.

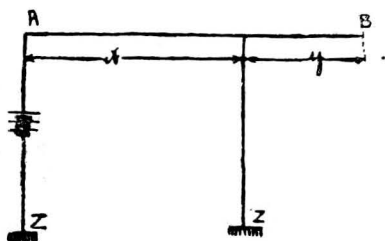
Uszkodzenia linii bywają przeważnie trojakiego rodzaju: 1) połączenia z ziemią, 2) zetknięcie się przewodów pomiędzy sobą i 3) przerwy przewodnika, nie powodujące połączenia ziemnego.

1) Ziemne połączenie

Połączenie linii napowietrznej z ziemią może być spowodowane: pęknięciem drutu, pęknięciem izolatora, zetknięciem się z drutem obcego dobrego przewodnika elektryczności i t. d. Przyczynę, która spowodowała połączenie ustalić nie trudno, przez objazd i obejrzenie linii. Trudniej jest natomiast odnaleźć uszkodzenie w instalacji kablowej podziemnej lub podwodnej, szczególnie jeśli są to instalacje istniejące od dłuższego czasu.

W długich liniach napowietrznych i w liniach kablowych miejsce uszkodzenia można określić drogą pomiarów elektrycznych.

Jeżeli oznaczymy przez X i Y (rys. 249) opory odcinków linii, łączącej miejsce przypadkowego połączenia z końcami linii,



Rys. 249.

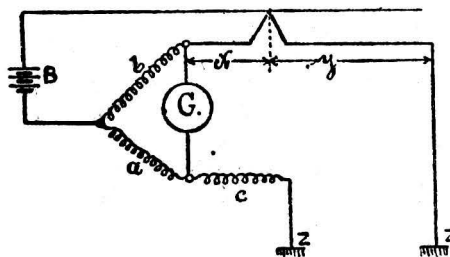
łączy miejsce przypadkowego połączenia z końcami linii, to na podstawie codziennych pomiarów znany nam jest zwykły opór linii $r_1 = X + Y$. Po odizolowaniu linii od ziemi na końcu B , przez pomiar otrzymamy opór $r_2 = X + Z$. Trzeci pomiar należy wykonać po ponownym uziemieniu linii w punkcie B , przez co otrzymamy $r_3 = X + \frac{YZ}{Y+Z}$. Z powyższych trzech równań otrzymujemy opór przewodnika na przestrzeni od punktu B do miejsca uszkodzenia Z , a mianowicie:

$$Y = r_1 - r_2 \pm \sqrt{(r_2 - r_3)(r_1 - r_3)}$$

i na podstawie tego oporu, znając przekrój i materiał przewodnika, możemy określić odległość od punktu B do miejsca uszkodzenia.

2) Zetknięcie się dwóch przewodników

W celu określenia przy pomocy pomiarów elektrycznych miejsca zetknięcia się dwóch przewodników należy odizolować koniec jednego przewodnika od ziemi, koniec



Rys. 256.

drugiego uziemić (rysunek 250). Drugie końce obu przewodników włącza się w układ mostku Wheatstone'a z dołączeniem baterji B, galwanometru C i oporników a, b i c. Przez pomiary określamy stosunek opo-

rów: $\frac{X}{Y+C}$, z co-

dziennych zaś pomiarów wiadomym nam jest opór $X + Y$; z tych dwóch równań możemy określić opór linii od jej końca do miejsca uszkodzenia i na tej podstawie — odległość od końca linii do miejsca uszkodzenia.

3) Przerwa w przewodniku

W razie zerwania przewodnika linii napowietrznej, końce jego zwykle spadają na ziemię, przez co powstaje uziemienie. Miejsce takiego wypadku może być więc określone przez opisane w punkcie 1) pomiary. W razie zaś przerwy przewodnika napowietrznego bez spowodowania uziemienia, lub też przerwy przewodnika w kablu, miejsce uszkodzenia można określić przez pomiar pojemności elektrostatycznej linii. Ponieważ na podstawie codziennych pomiarów znana jest normalna pojemność linii na kilometr, więc podług otrzymanej z pomiaru wartości pojemności pozostałego odcinka linii możemy określić jego długość do miejsca uszkodzenia.

Przytoczyliśmy powyżej kilka najczęściej stosowanych sposobów sprawdzania stanu linii. Samej techniki pomiarów, jako wchodzącej w zakres ogólnej nauki o pomiarach elektrycznych*), nie podajemy.

*) Patrz M. Pożaryski. Podstawy naukowe elektrotechniki łączone z zasadami pomiarów. Warszawa, 1915 r., K. Drewnowski „Pomiary elektrotechniczne“, Lwów, 1914, oraz H. Dreisbach „Die Telegraphen-Messkunde“, Braunschweig.

CZEŚĆ VI

RADJOTECHNIKA

W urządzeniach telegraficznych i telefonicznych zwykłych, aparat nadawczy z aparatem odbiorczym jest połączony zapomocą przewodnika metalicznego. Ponieważ przewodnik taki, szczególnie na większych przestrzeniach, jest kosztowny, a nadto bywa często wskutek uszkodzeń przyczyną przerw w komunikacji, robiono więc liczne próby celem uniknięcia potrzeby używania go; naprz. próbowano stosować jako przewodnik ziemię i wodę, przesyłać sygnały zapomocą promieni świetlnych, lub przez indukcję elektromagnetyczną i elektrostatyczną. Praktyczny jednak rezultat, nadający się do szerokiego rozpowszechnienia, osiągnięto dopiero przez zużytkowanie w tym celu fal elektromagnetycznych, powstających przy prądach szybkozmiennych.

ROZDZIAŁ XXIV

WYNAŁAZEK RADJOTELEGRAFJI

Już od czasu wynalezienia przez Faraday'a zjawiska indukcji (w r. 1831), było wiadome, że prąd zmienny, płynący w jednym przewodniku, jest w możności wzbudzić prąd w innym przewodniku, znajdującym się w pobliżu, z którym się nie styka. Już to wskazywało na możność przenoszenia się zjawiska prądu elektrycznego z jednego przewodnika na drugi, bez konieczności bezpośredniego ich połączenia między sobą. Praktycznie przenoszenie sygnałów tym sposobem jest wykonalne tylko na bardzo małe odległości. Pierwszy Feddersen w r. 1858 wytworzył świadomie fale elektryczne, co do których genialny fizyk angielski Maxwell postawił m. w. w roku 1865 między in-

nemi następującą hipotezę: fale elektryczne podlegają tym samym prawom odbicia i załamania (dyfrakcji), co i fale świetlne.

H. Hertz w r. 1889 otrzymał fale elektromagnetyczne krótkie i wykazał, że zgodnie z przypuszczeniem Maxwella podlegają one tym samym prawom pod względem odbicia i załamania, co i fale świetlne. Wykazał, że jeżeli na drodze fal elektromagnetycznych zostanie umieszczony, prostopadle do kierunku ich drogi, pręt metalowy, posiadający długość m. w. równą połowie długości fali, to zjawiają się w nim drgania elektryczne. Zjawisko to może być uwidocznione, jeżeli przeciąć pręt powyższy pośrodku, gdyż przez utworzoną w ten sposób przerwę zaczną przeskakiwać iskry.

Następnie w r. 1890 został wynaleziony przez francuza Branly'ego bardziej czuły przyrząd odbiorczy w postaci rurki, nazywanej jego imieniem lub inaczej *kohererem*.

Dzięki wynalazkom Hertza i Branly'ego profesorowi Popowowi w Kronsztacie udało się zbudować w r. 1895 pierwszy przyrząd odbiorczy, który notował wyładowania atmosferyczne; zastosował on przytem po raz pierwszy wysoki pręt metalowy, uziemiony na dolnym końcu, co było zapoczątkowaniem przy przyrządzie odbiorczym t. zw. *anteny*, powszechnie obecnie stosowanej w radjotechnice. Do skompletowania urządzenia telegrafu bez drutu w pierwotnej formie brakowało tedy zastosowania anteny i przy aparacie nadawczym, czego zasługa, jak wogóle zasługa urzeczywistnienia pierwszego zdatnego do praktycznego użytku radjotelegrafu, przypada włochowi Marconiemu (1896 r.).

W r. 1898 prof. Slaby zastosował zjawisko rezonansu do urządzeń radjotechnicznych, a prof. Braun — indukcyjne sprzężenie obwodu drgań z anteną.

Następnie należy zaznaczyć wynalazek Wiena w roku 1907, mianowicie wynalazek iskiernika z iskrami dzwięczącymi.

Do dalszego rozwoju radjotechniki przyczynił się duńczyk Paulsen, który w r. 1903 wynalazł sposób wywoływania drgań nietłumionych zapomocą lampy łukowej.

Następnie E. F. W. Alexanderson, Fessenden i R. Goldschmidt zbudowali prądnice dużej częstotliwości.

Nakoniec w r. 1916 zostały zastosowane w radjotechnice wynalezione przedtem przez De Foresta lampy katodowe, które znalazły szerokie rozpowszechnienie zarówno

w przyrządach nadawczych, jak i w odbiorczych. Lamy katodowe stosowane jako wytwarzacze fal niegasnących, jako odbieracze fal (detektory) i jako wzmacniacze fal, wybitnie ulepszyły urządzenia radjotechniczne.

Przed przystąpieniem do opisu urządzeń, stosowanych w radjotechnice, rozpatrzmy zjawiska fizyczne, na których polega ich działanie. *)

ROZDZIAŁ XXV

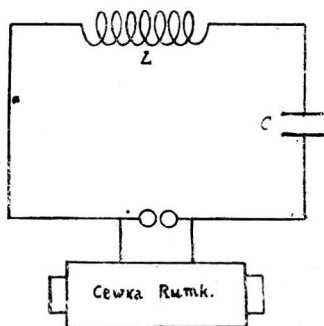
ZJAWISKA, NA KTÓRYCH POLEGA DZIAŁANIE URZĄDZEŃ RADJOTECHNICZNYCH

Działanie urządzeń radjotechnicznych polega na wytwarzaniu zapomocą t. zw. stacji nadawczej fal elektromagnetycznych i na wysyłaniu ich przez stosowanie przerw do stacji odbiorczej, gdzie pod wpływem tych fal powstają prądy elektryczne w przewodnikach, połączonych z urządzeniami telegrafowymi lub telefonowymi.

Fale elektromagnetyczne mogą być wytwarzane zapomocą t. zw. zamkniętego obwodu drgań elektrycznych (rys. 251), złożonego z kondensatora C (pojemność), cewki indukcyjnej L (samoindukcja), przerwy iskrowej i połączonego ze źródłem prądu (naprz. z cewką Ruhmkorff'a).

W takich obwodach kondensator naprzemian ładuje się i wyładowywa, wskutek czego powstają w obwodzie szybkie zmiany kierunku i natężenia prądu. Samoindukcja nadaje temu ustrojowi cechę bezwładności, przedłużając przepływ prądu w obwodzie po wyładowaniu kondensatora. Drgania takie nazywane są *swobodnemi*.

Drgania elektryczne swobodne są zawsze drganiami t. zw. *zanikającymi*, t. j. po szeregu wahań ich energia zostaje wyczerpana i zjawisko drgań — ustaje.



Rys. 251.

*) patrz również J. Machcewicz „Radjotelegrafja i radjotelefonja, krótki i przystępny podręcznik radjotechniki“, Warszawa, 1922 r.

Zamiast drgań swobodnych — zanikających, mogą być wywoływane w specjalnych obwodach (które będą opisane dalej) drgania wzniecane — *niezanikające*.

Częstotliwośćią drgań (frekwencją) nazywamy ilość drgań w czasie sekundy. *Okresem drgań* nazywamy przeciąg czasu, w ciągu którego prąd osiąga dwa razy największą swą wartość i dwa razy zmniejsza się do zera.

Drgania, powodujące powstawanie fal elektromagnetycznych, mają kierunek prostopadły do kierunku rozchodzenia się ich, t. j. są to drgania poprzeczne, a wytworzone przez nie fale nazywamy również poprzecznymi.

Wspomniane wyżej obwody zamknięte, w których powstają drgania elektromagnetyczne, nie mogą jednak służyć do wysyłania fal w przestrzeń. W tym celu stosowane są *obwody otwarte, posiadające oscylator, czyli wytwarzacz fal*, dzięki któremu energia drgań nie zużywa się wewnątrz obwodu, lecz w postaci fal elektromagnetycznych zostaje wyładowana w przestrzeń.

Obwody otwarte, nazywane *antenami* posiadają równie jak i obwody drgań zamknięte, pojemność i samoindukcję różnią się od nich tem, że są jak gdyby przecięte pomiędzy okładkami kondensatora: dielektryk kondensatora jest zastąpiony powietrzem, a sam obwód wyprostowany. Wskutek tego linje *pola elektrycznego*, zamiast znajdować się pomiędzy okładkami kondensatora, mają przebieg w powietrzu wokół anteny. Linje *pola magnetycznego* otaczają antenę w postaci pierścieni. Z tych dwóch pól złożonych razem wytwarza się *pole elektromagnetyczne*. Drgania elektryczne obwodu otwartego oddziałują na otaczające go pole elektromagnetyczne, wskutek czego wytwarzają się w niem *fale elektromagnetyczne*, które rozchodzą się w przestrzeń.

Fale elektromagnetyczne posiadają drgania poprzeczne, ich szybkość przenoszenia się wynosi, podobnie, jak i szybkość fal świetlnych 300.000 km na sek., rozchodzą się one przytem z miejsca, w którym powstały, we wszystkich kierunkach równomiernie. Posiadają też własności fal świetlnych, a mianowicie: odbijania się, rozszczepiania, interferencji i polaryzacji, energia ich zmniejsza się w prostym stosunku do drugiego stopnia odległości. Fale elektryczne przenikają ciała izolujące, a pochłaniane są przez ciała posiadające złą przewodność elektryczną, również są odbijane przez dobre przewodniki. Różnią się od fal świetlnych głównie pod względem długości, mianowicie: gdy

długość fal świetlnych wynosi tysięczne części milimetra, długość fal elektrycznych jest znacznie większa i wynosi od kilku centymetrów do tysiący metrów; liczba drgań na sekundę choć jest znaczna, bo wynosi 10^4 do 10^{10} , jest o wiele mniejsza, niż w falach świetlnych.

Długością fali nazywamy odległość, na którą rozchodzi się ruch falowy w ciągu trwania jednego okresu drgań. Tę długość można określić, dzieląc szybkość rozchodzenia się fal, wyrażoną w metrach, przez częstotliwość, t. j. ilość wytwarzających ją drgań na sekundę. Tak naprz. długość fali elektromagnetycznej o częstotliwości 1 miliona wyniesie $300000000 : 1000000 = 300$ m, czyli długość fali znajduje się w stosunku odwrotnym do częstotliwości. Fale elektromagnetyczne, stosowane obecnie w radjotechnice, posiadają długość od 10 m do 25000 m.

Fale o dużej długości posiadają własność omijania natrafianych na swej drodze przeszkód, przyczem w dobrych przewodnikach wznecają prąd elektryczny.

W zależności od własności obwodu elektrycznego, który je wywołuje, okres drgań wynosi:

$$T = 2 \pi \sqrt{LC} \quad (\text{wzór Thomson'a})$$

gdzie T oznacza czas, wyrażony w sekundach, C oznacza pojemność obwodu—w faradach, L jego współczynnik samoindukcji — w henrach, a $2 \pi = 6,28$.

Ponieważ długość fali równa się:

$$\lambda = v T$$

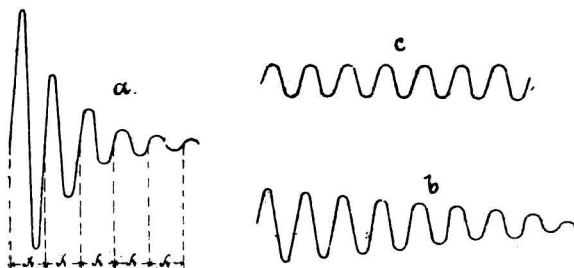
t. j. iloczynowi szybkości rozchodzenia się fal ($v = 3,10^{10}$) przez okres drgań (T), więc:

$$\lambda = v T = 3,10^{10} 2 \pi \sqrt{LC};$$

z tego wzoru widzimy, że przez zmianę w obwodzie, wytwarzającym fale, wielkości jednego z współczynników L lub C , możemy zmieniać długość fali, co też i bywa stosowane. Należy jednak zmieniać wartości tych współczynników tak, aby ich iloczyn uległ zmianie, gdyż w przeciwnym razie okres drgań nie uległby zmianie, lecz tylko ich energia. W urządzeniach radjotechnicznych często okres drgań bywa regulowany zgruba przez zmianę wielkości współczynnika samoindukcji, a następnie ściśle przez zmianę pojemności.

W radjotechnice są stosowane zarówno fale zanikające jak i niezanikające.

Fale zanikające są obecnie stosowane tylko w mniejszych urządzeniach. Wywołuje je wyładowanie przez pojedynczą iskrę, mają one przebieg, wskazany na rys. 252 a, t. j. że chociaż zachowują swoją długość (λ) w czasie całego przebiegu drgań, to jednak natężenie i ich energia szybko się zmniejszają. Zjawisko to jest zbliżone do fal dźwiękowych, wywołanych pojedynczym uderzeniem w dzwon. Na rys. 252 b wskazane są *fale wolnozaniakające*, powstające wskutek drgań słabo tłumionych.



Rys. 252.

Fale niezaniakające mają przebieg wskazany na rys. 252 c; ich natężenie i energia drgań pozostają prawie stałe. Tu drgania nie tylko nie są tłumione, lecz stale podniecane, tak, jak to ma miejsce przy falach dźwiękowych, wywołanych przez gwizdek. Fale niezaniakające dla radjotechniki posiadają te zalety, że lepiej przewyciężają spotykane przeszkody i że mogą być użytkowane w razach, gdy niezbędne jest działanie fal stałe, a nie w postaci oddzielnych impulsów, jak to ma miejsce przy stosowaniu fal zanikających. Z tego powodu dają one możliwość osiągnięcia znacznie większych odległości przy zużyciu tej samej energii. Nadają się specjalnie do radjotelefonji, gdzie służą jako podłoże do przenoszenia nierównomiernych i zawiłych drgań telefonicznych.

Przy stosowaniu fal elektromagnetycznych w radjotechnice użytkowyywa się też zjawisko *rezonansu*; zjawisko to, podobne do znanego w akustyce oddziaływania wzajemnego dwóch kamertonów, zachodzi pomiędzy dwoma obwodami drgań elektrycznych. Rezonans będzie tem lepszy, im obwoyy będą lepiej dostrojone przez swą po-

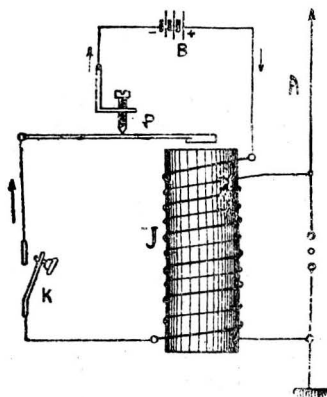
jemność i indukcyjność. Rezonans będzie największy, gdy $L_1 C_1 = L_2 C_2$, t. j., gdy iloczyn współczynnika indukcyjności i pojemności jednego obwodu będzie równy iloczynowi z tych współczynników obwodu drugiego.

Również i zjawisko *interferencji* fal znalazło zastosowanie w radjotechnice dla odbierania fal niegasnących metodą t. zw. heterodynową metodą (dudnień). Interferencja fal polega na jednoczeniu się w jednym obwodzie fal rozmaitych długości, przez co wytwarzają się wspólne drgania złożone.

ROZDZIAŁ XXVI

SYSTEM MARCONIEGO PIERWOTNY

Marconi w r. 1896 zbudował pierwszy telegraf bez drutu, działający na odległość 14 km. Pierwotne urządzenie nadawcze złożone było (rysunek 253) z obwodu elektrycznego, zawierającego baterję *B*, klucz Morsa *K*, samoczynny przerywacz *P* i pierwotne uzwojenie cewki indukcyjnej *J*, której uzwojenie wtórne było połączone z dwoma długimi metalowymi prętami *A*. Zbliżone końce tych prętów służyły jako elektrody do wyładowania, przy czem dolny koniec jednego był uziemiony; drugi pręt wznosił się w górę na wysokość 20-tu metrów.

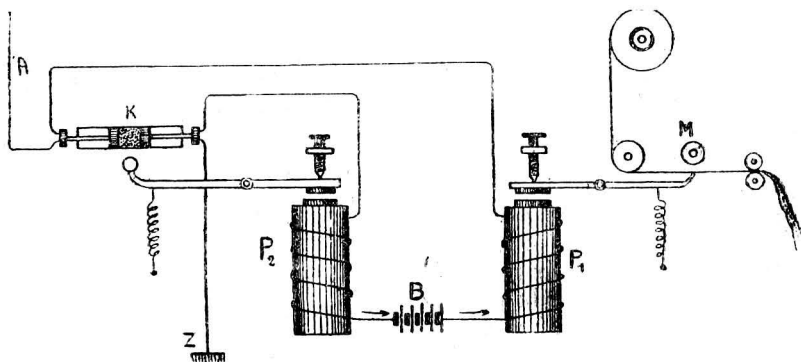


Rys. 253.

W przyrządzie odbiorczym (rys. 254), jako aparat do przyjmowania fal, zastosował Marconi rurkę *Branly'ego*, nazwaną *kohererem*. *Przyrząd Branly'ego* jest to szklana rurka z wpuszczonemi w nią srebrnemi elektrodami, odległemi od siebie na $\frac{1}{2}$ mm, przy czem wolna przestrzeń pomiędzy nimi jest wypełniona mieszaniną niklowych i srebrnych opilek. Rurka taka posiada własność, że jeżeli ją włączyć w obwód ze źródłem prądu (naprz. baterją galwaniczną), to, chociaż w normalnych warunkach przedstawia ona tak duży opór, że prąd przez nią nie przepływa, pod wpływem fal elek-

tromagnetycznych staje się ona dobrym przewodnikiem, co można objaśnić spawaniem się opiłek.

Koherer *K* jest włączony pomiędzy antenę odbiorczą *A* i uziemienie *Z* oraz w obwód, zawierający przekazywacz *P*₁, *P*₂ i baterję miejscową *B*. W chwili nadejścia fali elektrycznej obwód ten zostaje zamknięty przez koherer, kotwiczka przekazywacza *P*₁, stanowiąca część składową aparatu Morsa *M*, przyciągnięta i tym sposobem sygnał będzie przyjęty. Obwód ten zawiera oprócz tego uzwojenia *P*₂ elektromagnesu, poruszającego młoteczek podobny, jak w dzwonku elektrycznym. Młoteczek ten po zamknięciu obwodu wskutek nadejścia fali elektromagnetycznej uderza w rurkę, wstrząsa opilką i w ten sposób przerywa prąd.



Rys. 254.

Jeżeli na stacji nadawczej klucz Morsa zostanie naciśnięty na krótką chwilę, to zjawia się krótkotrwała iskra i na stacji odbiorczej otrzymamy na taśmie telegraficznej znak w postaci pojedynczej kropki. Jeżeli zaś przetrzymamy klucz trochę dłużej, to zjawi się kilka iskier — koherer i młoteczek będą uruchomione kilka razy i w wyniku otrzymamy kilka kropek bardzo zbliżonych do siebie lub nawet jednolitą kreskę.

Zapomocą takiego prymitywnego urządzenia udało się Marconiemu już w r. 1899 przesyłać depešy ponad powierzchnią morza z Douvre do Boulogne, t. j. na odległość 50 km, a w r. 1901 już na odległość 175 km; przytem była osiągnięta szybkość 14 słów na minutę.

ROZDZIAŁ XXVII

CZĘŚCI SKŁADOWE URZĄDZEŃ RADJOTECHNICZNYCH

Przy ciągłym dążeniu do osiągnięcia coraz większej odległości typ urządzenia, stosowanego pierwotnie przez Marconiego, okazał się nieodpowiednim; szkodliwe oddziaływanie elektryczności atmosferycznej nazbyt silnie dawało się odczuwać i otrzymywane sygnały nie były dość wyraźne. Sam nawet koherer uznano jako nieodpowiedni przyrząd odbiorczy i przyrząd ten, który umożliwił osiągnięcie po raz pierwszy dodatniego wyniku, został prawie zupełnie zarzucony i zastąpiony przyrządami bardziej czułymi. Wypowiadano nawet zdanie, że właśnie koherer był długi czas przyczyną nie dość szybkiego rozwoju radjotelegrafji.

Rozpatrzmy kolejno główne części składowe urządzeń radjotechnicznych.

A. Źródła prądu, stosowane w radjotechnice

Obwód elektryczny, wytwarzający fale elektromagnetyczne, jest zasilany ze źródła prądu, które w zależności od wielkości urządzenia i od warunków, w jakich pracuje, bywa rozmaite.

Dla małych stacyjek wystarcza jako źródło prądu baterja ogniw galwanicznych, dla większych stosowane są specjalne prądnice o napędzie zapomocą silnika elektrycznego (o ile istnieje w pobliżu elektrownia) lub spalinowego; były nawet stosowane dla stacyjek przewoźnych napędy nożne — w rodzaju bicyklowego, lub konne — kieratowe, a nawet ręczne — korbkowe.

Jako prądnice, stosowane są przeważnie maszyny prądu zmiennego o 500 okresach na sekundę. Prąd ten bywa przetwarzany na wyższe napięcie (4000 V do 70000 V) zapomocą transformatorów. Przetwarzanie zaś na jeszcze większą ilość okresów (do 10000000 na sek.) skutecznia się zapomocą specjalnych przetwarzaczy.

Moc prądnic elektrycznych, stosowanych w urządzeniach radjotechnicznych jest bardzo rozmaita, w zależności od zakresu pola działania stacji. Najwyższa moc elektryczna, stosowana obecnie w największych stacjach, dochodzi

do 500 kilowatów. Większych mocy zwykle nie stosują, ze względu na możliwość osiągnięcia dobrych wyników przez użytkowanie prądu o dużej ilości okresów.

B. Kondensatory i cewki samoindukcyjne

Kondensatory, stosowane na początku rozwoju radjotelegrafji, były to zwykle t. zw. butelki Leydeńskie. Obecnie używane są najczęściej kondensatory płytkowe, zazwyczaj z okładkami miedzianymi lub mosiężnymi i z izolacją powietrzną, papierową, mikową, szklaną lub inną.

Dla umożliwienia regulowania pojemności są stosowane kondensatory z okładkami ruchomymi, posiadającymi kształt półkrążków i nastawianymi przy pomocy rączki (patrz rys. 280 na Tabl. V na końcu Radjotelegrafji).

Stosowane też są czasem kondensatory rurkowe systemu prof. Mościckiego.

Odpowiedni stopień *samoindukcji* obwodu jest osiągnięty za pomocą *cewek samoindukcyjnych*. Cewki te bywają kształtu walcowatego lub płaskiego, przytem są tak budowane, że pewna część ich zwojów może być w celu regulacji dowolnie włączana lub wyłączana. Takie cewki nazywają się *warjometrami*. Na rys. 281 (na Tabl. V na końcu Radjotelegrafji) wskazany jest warjometr syst. G. Seibt'a; zmiana samoindukcyjności jest w nim uskuteczniata przez obracanie jednej cewki wewnątrz drugiej.

W cewkach kształtu walcowatego regulacja uskuteczniata się za pomocą wtyczek lub też ślizgacza z kółkiem, toczącym się po wewnętrznej powierzchni uzwojenia cewki. Ślizgacz ten jest osadzony na osi z nacięciami śrubowemi, umieszczonej wewnątrz cewki i zaopatrzonej na końcu w rączkę do obracania.

Cewki płaskie bywają kształtu ósemek, są podwójne i płaszczycznymi zwrócone do siebie. Jedną z nich można obracać naokoło osi, prostopadłej do jej powierzchni, dzięki czemu współczynnik samoindukcji może być zmieniany.

Inny rodzaj płaskiej cewki posiada uzwojenie kształtu ślimakowatego, regulacja zaś współczynnika samoindukcji jest uskuteczniata za pomocą ślizgacza, przesuwanego po powierzchni uzwojenia.

C. Wytwarzacze fal czyli oscylatory

Ponieważ stosowana pierwotnie do wytwarzania drgań cewka Ruhmkoffa nie nadaje się do wytwarzania drgań

o większej mocy i przerywacz wchodzący w jej skład jest przyrządem niedokładnym i zbyt słabym, używane są w tym celu inne urządzenia.

Obecnie istnieją cztery główne systemy wytwarzaczy fal elektromagnetycznych: 1) iskrowy, 2) łukowy, 3) maszynowy i 4) katodowy.

1) Iskierniki

Przyrząd, który początkowo służył do wywoływania fal elektrycznych, mianowicie pojedynczy wyładowywacz iskrowy, nie pozwalał na stosowanie wysokich napięć, bo iskry (których jonizacja szybko wzrasta, przez co stają się przewodnikami) musiały być zbyt długie i z tego powodu łatwo przeistaczały się w łuk; wskutek tego przetwarzały znaczną część energii w ciepło. Pojedyncze wywoływacze iskrowe posiadają też duży opór omowy, co powoduje straty energii.

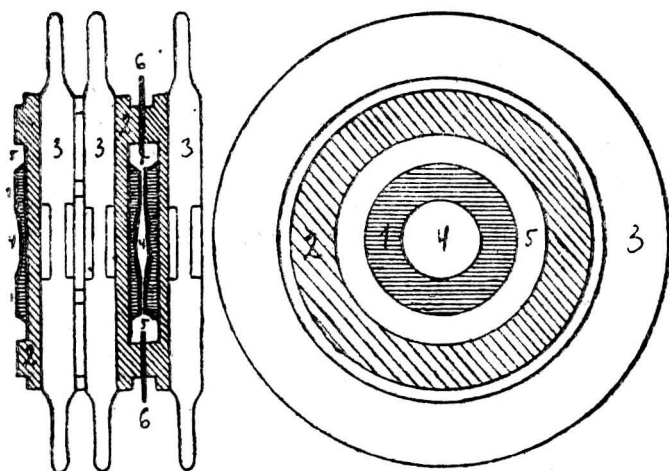
Dla ułatwienia zanikania jonizacji zastosowano rozdzielacze napięcia, za pomocą których iskra dzielona była na kilka mniejszych, połączonych w szereg.

Z początku stosowano wyładowania, następujące wolno jedno po drugim (m. w. 20 wyładowań na sekundę). Używane obecnie wielokrotne wyładowywacze iskrowe zaopatrzone są w dzielniki iskiei i wytwarzają, stosownie do potrzeby, 500 do 2000 iskiei na sekundę (najczęściej 1000).

Od r. 1907 zastosowano do iskierników system, wynaleziony przez Wien'a, wytwarzający t. zw. „iskry gasnące dzwięczące“ na zasadzie spostrzeżenia, że jeśli w obwodzie pierwotnym drga iskry będzie przerwana w chwili, gdy obwód wtórny już się rozkołysał, wtedy zapobiega się powrotnemu oddziaływaniu wtórnego obwodu drgań na pierwotny, wskutek czego cała energia drgań pozostaje w obwodzie wtórnym. Dzięki zastosowaniu takiego urządzenia sprawność iskiernika wzrosła z 20% do 60%.

Iskiernik systemu Tow. „Telefunken“ jest przedstawiony w przekroju na rysunku 255. Składa się on z okrągłych płytek miedzianych lub srebrnych (1), przylutowanych do miedzianych krążków (2), które są oddzielone od siebie krążkami z miki (6). Płytki (1) mają rowki współśrodkowe. Odległość między powierzchniami elektrod, a zatem i długość iskiei, nie przewyższa 0,2 mm. Napięcie prądu wynosi około 1000 woltów na każdą przerwę iskrową. Przy więk-

szem napięciu łączy się w szereg większą liczbę płytek. Wkładki mikowe (6) utrzymują stałą odległość pomiędzy płytkami (1) i zabezpieczają iskry od dostępu powietrza. Pomiędzy parami wyżej wymienionych płytek (2) umieszczone są płytki miedziane (3) o większej średnicy które służą do odprowadzania ciepła, powstającego przy wyładowaniach iskrowych, i zarazem są zużytkowane do umocowania przyrządu w szkielecie za pośrednictwem trzech porcelanowych rurek. Przerwy iskrowe mogą być wyła-



Rys. 255.

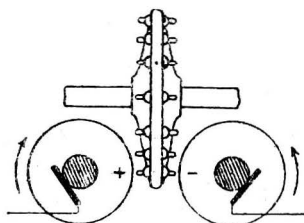
czane przez krótkie zwarcie płytek pomiędzy sobą zapomocą metalowych zatyczek; w ten sposób można regulować obwody. *)

Marconi zastosował inny rodzaj wielokrotnego iskiernika, mianowicie: *iskiernik wirujący*. Składa się on z miedzianego kółka zębatego, osadzonego na osi i od niej izolowanego, poruszanego z bardzo wielką szybkością zapomocą małego silnika elektrycznego. W czasie przechodzenia dwóch przeciwległych zębów w pobliżu elektrod pow-

*) Rys. 255, jest zaczerpnięty, za łaskawem zezwoleniem autora, z książki por. Tarło-Mazińskiego. (Zasady Radjotelegrafji, Warszawa 1919 r.).

stają dwie iskry, włączone w obwód szeregowo. Elektrody są zaopatrzone w specjalne występy, służące do zwiększenia ochładzanej powierzchni.

W nowym typie wirującego iskiernika Marconiego koło zębate jest zastąpione kołem, posiadającym boczne występy (rys. 256), a stałe elektrody zastąpione przez wirujące metalowe tarcze, poruszane przez ten sam silnik, co i wyżej wspomniane koło. Przez zmianę ilości obrotów koła i liczby znajdujących się na nim występow można zmieniać ilość podwójnych isker od 100 do przeszło 1000 na sekundę.



Rys. 256.

Gdy iskiernik zwykły wytwarza fale *szybko zanikające*, iskiernik wielokrotny daje fale *wolno zanikające*. Dla otrzymania zaś fal *niezanikających* należy stosować jeden z dalej opisanych wytwarzaczy: łukowy, prądnicowy lub katodowy.

2) Wytwarzacze fal łukowe

Jako przyrząd do wytwarzania fal elektromagnetycznych stosuje się również t. zw. łuk elektryczny Poulsena. Jeżeli włączymy równolegle do łuku elektrycznego (rysunek 270), zasilanego prądem stałym (naprz. z dynamomaszyny), obwód, w którego skład wchodzi kondensator i cewka samoindukcyjna, to w obwodzie tym powstają drgania elektryczne, które udzielają się łukowi. Z powodu wywołanych tą drogą zmian temperatury łuku, drgania jego udzielają się otaczającemu go ośrodkowi. Jeżeli częstotliwość drgań odpowiada wyższym tonom muzycznym, udzielają się one powietrzu w postaci dźwięku (t. zw. łuk śpiewający). Gdy zaś częstotliwość wynosi 100.000 do 1.000.000 na sek. — powstają fale elektromagnetyczne. Ponieważ straty energii, powodowane wytwarzaniem fal, są stale pokrywane dopływem fal ze źródła prądu, (naprz. z prądnicy), więc otrzymywane w ten sposób fale będą — niegasnące.

Przyrząd, w którym powstaje łuk, posiada elektrodę dodatnią miedzianą i ujemną węglową. Elektroda dodatnia, miedziana, bywa chłodzona wodą. Elektrodzie ujemnej, węglowej, nadajemy zwykle powolny ruch obrotowy. Elektrody są umieszczane w polu magnetycznym i w spe-

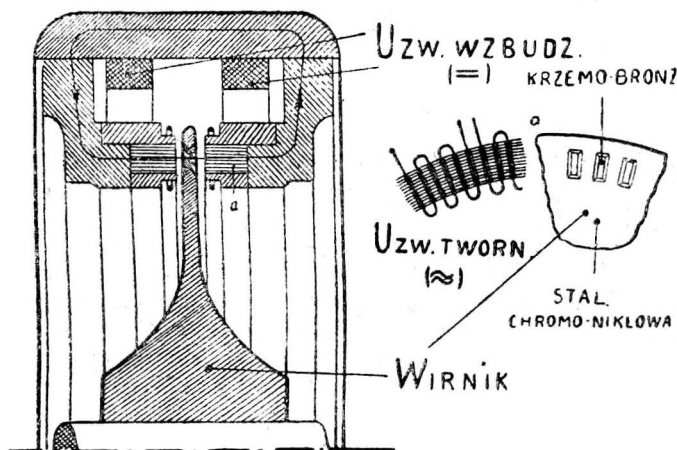
cyjnym środowisku: w wodorze lub w gazie, zawierającym wodór. Komora, w której się znajdują, chłodzona jest wodą.

Wodór, potrzebny dla napełnienia komory, wytwarzany jest zwykle przez wpuszczanie kroplami do jej wnętrza spirytusu, który z powodu wysokiej temperatury rozkłada się i wydziela wodór. W komorze jest umieszczona kłapa bezpieczeństwa, dla zapobieżenia skutkom wybuchu przy zapalaniu łuku na wypadek, gdyby powstał w niej gaz piorunujący.

Łuk elektryczny jest zasilany prądem stałym o napięciu 400 do 600 V.

3) Wytwarzacze fal prądnicowe

Prądnice, stosowane jako wytwarzacze fal, są zbudowane przeważnie na tej samej zasadzie, co zwykle prąd-



Rys. 257.

nice prądu zmiennego, używane w technice prądów silnych, posiadają tylko znacznie większą szybkość i większą ilość biegunów.

Bardziej znane są prądnice Alexanderson'a i Goldschmidt'a.

Prądnica Alexanderson'a *) posiada zarówno uzwo-

*) Opis patrz Przegl. El., 1922 r., Z. 10 i 11, J. Groszkowski „Stacja nadawcza radiotelegraficzna E. F. W. Alexanderson'a”.

jenie wzbudzające, jak i uzwojenie twornika — nieruchome, wiruje tylko rdzeń elektromagnesów. Przekrój takiej maszyny wskazany jest na rys. 257. Uzwojenie wzbudzające widać u góry rysunku. Zasilane jest ono prądem stałym, wywołującym strumień magnetyczny, pokazany strzałkami. Uzwojenie twornika jest umieszczone z obu stron wirnika. Wirnik, zbudowany ze stali, ma kształt tarczy i jest zaopatrzony na obwodzie w wycięcia (wypełnione krzemobronzem) w ilości, odpowiadającej liczbie cewek twornika. Wycięcia te powodują zmiany w strumieniu magnetycznym, dzięki czemu wznieczają siłę elektromotoryczną w cewkach twornika. Tego typu prądnice będą ustawione na budującej się stacji transatlantyckiej w Warszawie.

Ponieważ budowa prądnic, wytwarzających prądy szybkozmienne związana jest z dużymi trudnościami, stosuje się czasem prądnice o mniejszej częstotliwości, a ta następnie jest odpowiednio zwiększana zapomocą specjalnych przetwarzaczy. Przetwarzacze jednak mają wadę, że pochłaniają znaczną część energii.

4) Wytwarzacze fal katodowe

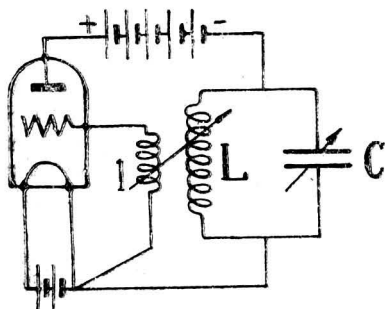
Lampy katodowe, stosowane coraz częściej w radjotechnice nazywane również lampami Round'a, pod względem budowy, podobne są do t. zw. audionu De Forest'a, opisanego już na str. 144 niniejszej książki i często posiadają kształt, jak na rys. 125.

W lampie katodowej*) włókno żarówki połączone jest z biegunami baterji niskiego napięcia (naprz. 4 V), pomiędzy zaś to włókno, stanowiące katodę, i płytkę cylindryczną, umieszczoną również w lampie i stanowiącą anodę, włączona jest baterja wysokiego napięcia (naprz. 100 V). W czasie działania lampy płynie między anodą i katodą prąd o natężeniu kilku miliamperów. Natężenie może być regulowane zapomocą siatki metalowej (takiej jak w lampie De Forest'a), umieszczonej pomiędzy anodą i katodą i połączonej ze specjalną baterją.

Działanie lampy katodowej, zastosowanej jako wytwarzacz fal elektromagnetycznych niegasnących, jest następujące (rys. 258). Do wyżej opisanego układu połączeń

*) patrz również Przegl. El., 1921, Z. 13 i 15, J. Groszkowski „Lampy katodowe“.

dołącza się dwie cewki L i l , sprzężone indukcyjnie: jedna w obwód siatki, druga w obwód drgań, połączony z anodą. Przebieg zjawiska jest następujący. W chwili włączania anody ładujemy kondensator C , który wysłę impuls prądu do cewki L . Impuls ten udzieli się również



Rys. 258.

i sprzężonej z nią cewce l , a przez nią i siatce) w lampie katodowej. Zmiany napięcia na siatce wywołują wzmocnione drgania prądu anodowego, które za pośrednictwem sprzężonych cewek zasilają poprzednio powstałe drgania w obwodzie L, C . Te wzmocnione drgania znowu udziela się siatce, która ponownie wpłynie na zmianę własności prądu

anodowego i tem samym ponownie wzmocni drgania w obwodzie L, C i t. d. — zjawisko będzie się powtarzać do chwili, póki nie osiągnie granicy, określonej wielkością i budową lampy i zastosowaniem napięciem na anodzie (anodowem).

Oprócz lamp katodowych trójelektrodowych zbudowano lampy czteroelektrodowe. Inż. Boncz - Brujewicz w Niżnim Nowgorodzie zbudował lampę katodową nadawczą poczwórną; posiada ona 4 katody, 4 siatki i 4 anody. Anody są w niej chłodzone wodą. Katody dla żarzenia się zużywają 16 A przy 12 V; napięcie anody 2.000—3.000 V; moc użyteczna drgań 1.25 kW, sprawność 40%.

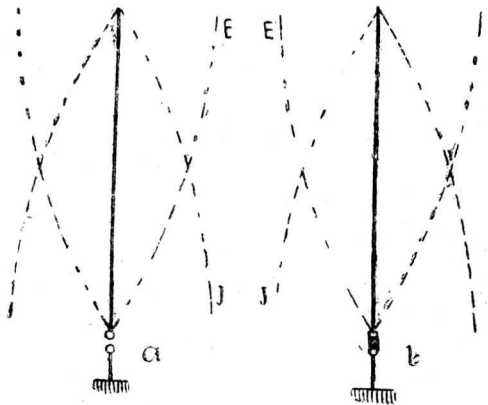
Lampy katodowe, jako wytwarzacze fal, są obecnie stosowane dla mniejszych stacyj — o mocy 10 do 500 W, dla większych do 1,5 kW (istnieją już lampy 4 kW i wyżej). Ostatnio w Ameryce są czynione próby zbudowania lampy katodowej o mocy 100 kW; wyniki są podobno dodatnie.

Zamiast kosztownych lamp o dużej mocy można stosować mniejsze, łącząc je równolegle.

D. Anteny

Zarówno stacja nadawcza radjotelegraficzna, jak i stacja odbiorcza, są zaopatrzone w t. zw. *anteny*. Działanie tych anten możemy sobie wyjaśnić, gdy rozpatrzemy przebieg zjawisk w antenach pierwotnej budowy, przedstawionych

na rys. 259, z których antena nadawcza jest zaopatrzona w iskiernik, składający się z dwóch kulek, odbiorcza — w koherer. W antenie nadawczej jedna z kulek iskiernika jest połączona z ziemią, druga — z napowietrzną częścią anteny i ze źródłem prądu (naprz. z cewką indukcyjną); drugi jego biegun jest również połączony z ziemią. Gdy w danej chwili jedna z kulek zostanie naładowana dodatnio, a druga ujemnie, następuje wyładowanie iskrowe pomiędzy nimi, w czasie którego płynie przez iskiernik prąd z części anteny naładowanej dodatnio — do części, naładowanej ujemnie. Ponieważ prąd ten wznieca w obwodzie, w którym sam płynie, prąd samoindukcyjny odmiennego kierunku, więc w następnym momencie ładunek anten będzie odwrotny, co spowoduje ponowne wyładowanie i t. d. Tym sposobem będzie się odbywało wyładowanie wahadłowe do chwili, kiedy energia się wyczerpie. Energia prądów zamienia się przytem w znacznej mierze na energję fali elektromagnetycznej, wybiegającej z przewodnika, a częściowo w energję cieplną i świetlną.



Rys. 259.

Z wyżej podanego przebiegu zjawisk, zachodzących w antenie, widzimy, że pod tym względem stanowi ona rodzaj kondensatora, którego jedną okładkę tworzy część napowietrzna anteny, drugą — ziemia, dielektrykiem zaś — jest powietrze.

Natężenie prądu w antenie jest największe w jej dolnej części (w układzie wskazanym na rys. 259 a w pobliżu iskiernika), gdyż w czasie wyładowania wszystkie ładunki, rozłożone na całej długości anteny, przepływają w tem miejscu przez antenę. Rozkład napięć w czasie wyładowania jest odwrotny do rozkładu natężenia prądu: najwyższe napięcie, a zatem i największa amplituda (brzusiec) drgań

znajduje się na wierzchołku anteny i zmniejsza się do zera w miejscu wyładowania. Pokazane na rysunku linje krzywe kreskowane przedstawiają napięcia (E) i natężenia prądu (J) w różnych miejscach anteny. Wskazany zaś okres największego natężenia prądu ma miejsce m. w. o $1/4$ okresu później, niż przedstawiony okres najwyższego napięcia.

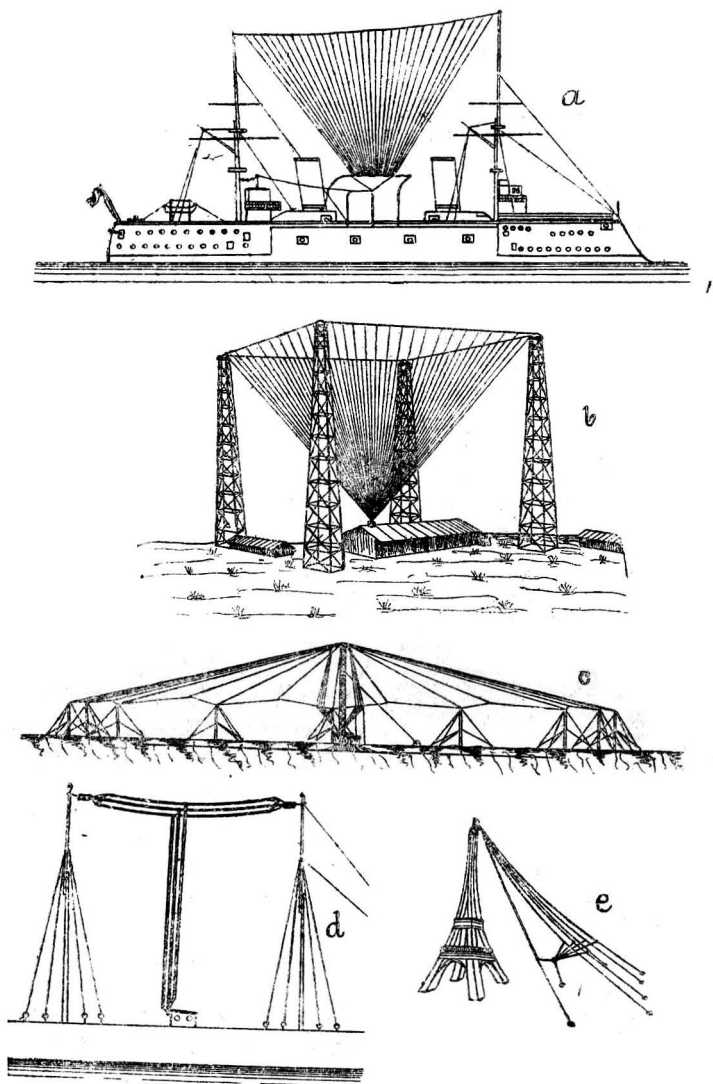
Dolna część anteny jest zwykle uziemiona ze względu na to, że ziemia posiada stosunkowo ogromną pojemność elektrostatyczną; dzięki temu osiąga się daleko mniejsze wymiary anteny.

Wskazane na rysunku 259 umieszczenie koherera w antenie nie jest odpowiednie, gdyż działa on głównie pod wpływem napięcia prądu, gdy w tym punkcie właśnie napięcie jest najmniejsze; z tego powodu dla stacyj odbiorczych stosowane są obecnie inne układy połączeń, przedstawione dalej.

W antenie aparatu odbiorczego powstaje pod wpływem nadchodzących fal elektromagnetycznych siła elektromotoryczna, która wywołuje prąd, wprawiający w działanie przyrządy odbiorcze.

Jeżeli anteny nadawcza i odbiorcza dwu stacyj posiadają te same wymiary lub też własności ich zostaną wyrównane przez włączenie stosownych pojemności i indukcyjności, to fale elektromagnetyczne, spowodowane drganiami elektrycznymi anteny nadawczej, wywołują odgłos elektryczny (rezonans) w antenie odbiorczej, który powoduje takie same drgania jak w antenie nadawczej.

Z początku stosowano jako anteny długie metalowe pręty, lub druty przymocowane do masztów albo rusztowań. Ze jednak długość fali elektrycznej, wywołanej za pośrednictwem takiej anteny, równa się tylko poczwórnej jej wysokości, a pożądane jest wywołać jaknajsilniejsze działanie, ponieważ z drugiej strony budowa anten o bardzo dużej wysokości jest trudna do wykonania, więc obecnie, zamiast pojedynczych drutów, stosuje się jako anteny druty połączone pomiędzy sobą w większej ilości; działanie ich dodaje się. Antenom tego rodzaju nadawane są najrozmaitsze kształty: drutów rozpiętych wachlarzowo w górę (rys. 260 *a* i *b*), rozchodzących się z jednego punktu w dół w formie parasola (rys. 260 *c*), zawieszonych poziomo (rys. 260 *d* — t. zw. antena *T*) i inne. Na rys. 260 *e* wskazano kształt, zastosowany przy wieży Eiffla w Paryżu.



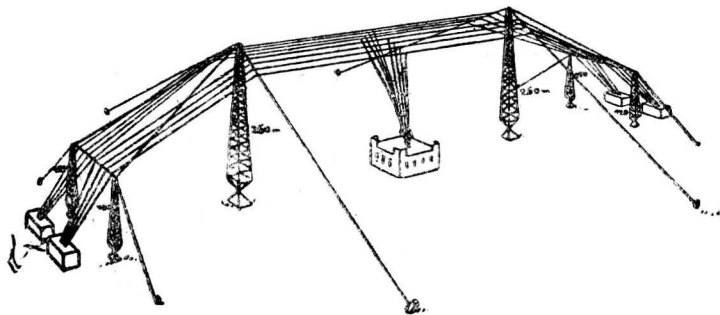
Rys. 260.

W celu nadania drutom antenowym większej wytrzymałości, robione one są z linek splecionych z cienkich drutów z fosforbrązu (naprz. $7 \times 13 \times 0,15 \text{ mm}$). Dla izolowa-

nia drutów antenowych od słupów są stosowane *izolatory* porcelanowe kształtu jajkowego, lub szklane, talerzowe. Izolatory takie umieszczane są również w odciągaczkach. Do przewodników łączących antenę z aparatami stosowany jest materiał instalacyjny dla wysokiego napięcia.

Dla otrzymania fal większej długości, niż czterokrotny wymiar anteny, można ją w pewnych granicach sztucznie przedłużyć przez przyłączenie do niej cewki samoindukcyjnej.

Próby, dokonane z różnymi kształtami anten, wykazały, jak najlepiej określić najodpowiedniejsze ich wymiary i położenie, a mianowicie: długość drutów — w zależności od długości fal, długość pozioma anteny — w zależności od wysokości i długości fal, szerokość pozioma anteny — w zależności od energii.



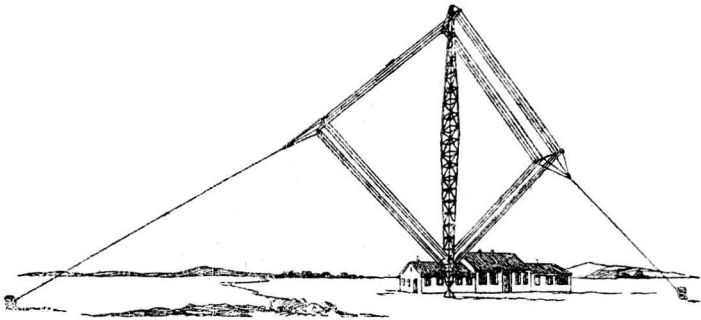
Rys. 261.

Gdy bezpośrednie uziemienie anten jest niemożliwe, jak naprz. dla radiostacji, umieszczonych na balonach lub aeroplanach stosowane są przeważnie anteny w formie zwieszającego się drutu 60 — 100 m długości, który się rozwija po wzniesieniu się statku w powietrze. Zamiast uziemienia stosowana jest t. zw. *przeciwwaga*, składająca się z krótszego drutu, połączonego z metalowymi częściami statku. Na statkach wodnych jako uziemienie, zużytkowany jest żelazny kadłub statku, przyczem szczególnie woda morska, posiadająca dobrą przewodność elektryczną, ulepsza uziemienie. Przeciwwaga, zastępująca uziemienie, bywa stosowana również i przy stacjach lądowych przewoźnych — składa się ona z dodatkowej sieci przewodów napowietrznych, rozpiętych na słupach drewnianych o wy-

sokości 1 m. Bywa też czasem używana t. zw. przeciwwaga uziemiona, składająca się z przewodników, zakopanych w ziemi.

Oprócz wyżej opisanych typów anten dla większych stacyj są obecnie stosowane anteny poziome, umieszczone na szeregach wysokich słupów (do 260 m wys.). Rys. 261 wskazuje taką antenę (typu *T*), zastosowaną w Nauen.

Odrębny, bardzo rozpowszechniony obecnie typ anteny, szczególnie dla stacyj odbiorczych, stanowią t. zw. *anteny ramowe*. Są to cewki, złożone 10 do 40 zwojów drutu miedzianego, posiadającego kształt ramy kwadratowej (czasem trójkątnej), o średnicy 0,5 do 4 m. Druty te są nawinięte na szkielet drewniany, osadzonym na pionowej



Rys. 262.

osi tak, że płaszczyzna ramy antenowej może być łatwo ustawiana w dowolnym kierunku. Stosowane są jednak i większe anteny ramowe — do 40 m średnicy; ich oś stanowi słup żelazny, jak na rys. 262 (antena w Geltow).

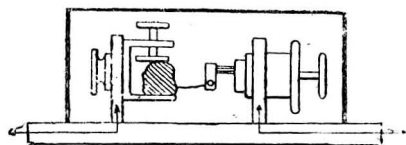
Anteny ramowe stanowią *zamknięty obwód drgań* (gdy inne anteny tworzą obwód drgań otwarty). Opór omowy tego obwodu jest nieznaczny i łatwo dają się one nastroić do odbieranych fal przy pomocy zmiany pojemności i indukcyjności. Posiadają oprócz tego tę własność, że gdy są ustawione powierzchnią w kierunku rozchodzenia się fal stacji nadawczej, ich własność odbiorcza jest największa, a gdy prostopadle do nich — najmniejsza. Z tego powodu anteny ramowe mogą być używane dla określania kierunku, skąd fale pochodzą. Zaletą ich jest również mała wrażliwość na wyładowania atmosferyczne.

Pojemność skuteczna anten ramowych jest znacznie mniejsza, niż anten otwartych. Jednak przy zastosowaniu wzmacniaczy (amplifikatorów) możliwe jest odbieranie za pomocą anteny o średnicy 1 m fal stacji europejskich, a przy wymiarach 4 m — fal stacji amerykańskich.

E. Wykrywacze fal (detektory)

Zamiast stosowanych początkowo w celu przetwarzania nadchodzących fal elektrycznych na prąd, odpowiedni do odtwarzania nadawanych sygnałów, kohererów, które prawie zupełnie odrzucono, używane są obecnie przyrządy, zwane wykrywaczami (detektorami) fal. Są one rozmaitych systemów; najczęściej używane są: krystaliczne, elektrolityczne, magnetyczne i katodowe.

Wynalazcą *wykrywacza krystalicznego* jest Amerykanin Dunwoody. Zrobił on spostrzeżenie, że wystarczy ścisnąć kryształ karborundowy pomiędzy ostrzami metalowymi, ażeby otrzymać czuły wykrywacz fal.



Rys. 263.

W wykrywaczach krystalicznych najczęściej stosuje się obecnie kryształy metali (siarczki, błyszcze ołowiu i t. d.) lub karborund. Kryształy w zetknięciu pomiędzy sobą lub też z metalem, przetwarzają otrzymane impulsy

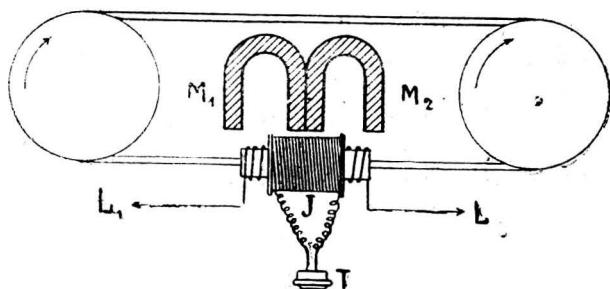
wzniesionego prądu zmiennego na prąd stały tętniący — działają zatem jako prostowniki prądu.

Wykrywacze krystaliczne bywają najrozmaitszej budowy. Główną ich częścią składową są kontaktujące ze sobą kawałki minerału, lub minerału i metalu.

Na rys. 263 jest przedstawiony wykrywacz systemu Tissot i M. Pellin. Jako ciało krystaliczne zastosowana w nim jest galena. Ostrze kontaktowe tworzy drucik platynowy (0,1 mm średnicy). Ponieważ powierzchnia galeny posiada punkty nie jednakowe pod względem wrażliwości i punkty odpowiednie należy wyszukiwać, więc dla ułatwienia tej czynności drucik kontaktowy jest osadzony (za pośrednictwem sprężynki) w ruchomej oprawie. Obracając główkę tej oprawy, można włączać lub wyłączać obwód.

Wykrywacze krystaliczne mogą działać bez baterji pomocniczej, co przypisywane jest zjawiskom termoelektrycznym.

Wykrywacze elektrolityczne również mają własność przepuszczania prądu tylko jednego kierunku, działają więc wyprostowująco na prąd zmienny i tak samo, jak wyżej opisane, przetwarzają otrzymane impulsy prądu zmiennego na prąd stały tętniący. Budowa ich jest zbliżona do stosowanego w rentgenografji prostownika Wehnelta. Wykrywacz elektrolityczny Fessendena składa się z niezmiernie cienkiego drutu platynowego, obciążonego srebrną powłoką; jego ostrze jest zanurzone w kwasie saletrzanym, przyczem dokładnie może być regulowany stopień zanurzenia końca drutu w cieczy. Drut służy jako elektroda i połączony jest z biegunem dodatnim.



Rys. 264.

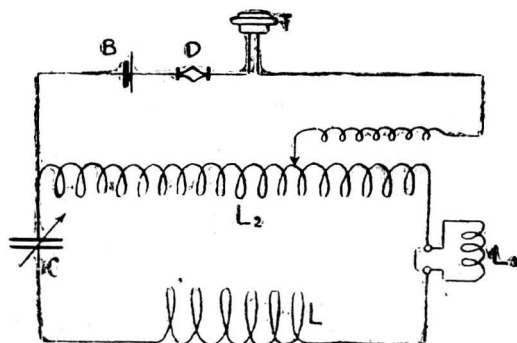
Wykrywacz *magnetyczny*, stosowany przez Marconiego (rys. 264), składa się z żelaznej linki bez końca, założonej na dwóch kółkach; linka ta przesuwa się z szybkością kilku centymetrów na sekundę, zapomocą mechanizmu zegarowego. Przechodzi ona przez pole magnetyczne, wytworzone przez dwa stałe magnesy M_1 , M_2 , przechodzi również przez wnętrze cewki indukcyjnej J , której uzwojenie pierwotne jest włączone w obwód drgań elektrycznych L_1 , L_2 , wtórne — w obwód słuchawki telefonowej T . Częstotki w linie żelaznej, w czasie jej przechodzenia w pobliżu magnesów, są stale magnesowane. Pod wpływem drgań prądu w pierwotnym uzwojeniu cewki pole magnetyczne zmienia się, co powoduje wzbudzenie prądu w uzwojeniu wtórnym, którego skutkiem są wywoływane drgania błony w słuchawce telefonowej.

Najczęściej stosowane są obecnie wykrywacze kryształiczne, jako proste pod względem budowy i przytem czułe.

Oprócz wyżej opisanych kategorii wykrywaczy fal elektrycznych, stosowane są jeszcze t. zw. wykrywacze cieplikowe, oraz lampy katodowe. Ostatnie są podobnego typu jak lampy, stosowane jako wytwarzacze, opisane w punkcie C. 4; działanie ich jako wykrywaczy i wzmacniaczy opisane jest w punkcie G. niniejszego Rozdziału.

F. Falomierze

Dla umożliwienia dostrojenia aparatu odbiorczego do aparatu nadawczego stosowane są przyrządy nazwane „miernikami długości fal”, lub „falomierzami”, określają



Rys. 265.

one długość, względnie ilość okresów przepływających fal elektrycznych. Przyrządy te posiadają obwód drgań, zaopatrzone w określoną pojemność i samoindukcję, które mogą być regulowane i w ten sposób obwód dostrajany; na mocy tego

można określać długość nadpływających fal. W tym celu ruchome części przyrządów regulowanych (kondensatorów i cewek) są zaopatrzone w skalę, wzorcowaną co do długości fal, której odpowiada dane nastawienie przyrządu.

Na rysunku 265 wskazany jest układ połączeń miernika długości fal zwanego „Dekremeterem Marconiego”. Obwód zawiera: kondensator regulujący C, cewkę L_1 , posiadającą stały współczynnik samoindukcji, cewkę L_2 , której współczynnik samoindukcji może być zmieniany zapomocą wyłączenia zwojów, cewkę L_3 , która może być wyłączana. W boczniku zaś do tego obwodu znajduje się obwód, zawierający wykrywacz fal D, ogniwo galwaniczne B i słuchawkę telefonową T.

Falomierze zaopatrzone są w przyrządy, służące do stwierdzenia chwili osiągnięcia rezonansu. W tym celu stosuje się: lampki żarowe, rurki helowe lub telefony. W chwili otrzymania rezonansu lampka zaczyna świecić jaśniej (lub telefon odzywa się głośniej) i wtedy można bezpośrednio odczytać długość fali na podziałce odpowiednio wzorcowanej, umieszczonej przy wskazówce przytwierdzonej do rączki regulowanego kondensatora.

W urządzeniach radjotelegraficznych, jako przyrządów pomiarowych używa się aparatów cieplikowych, które jednak nie są dokładne i powinny być często sprawdzane.

G. Wzmacniacze (amplifikatory)

Jako przyrządy dodatkowe na stacjach odbiorczych, są stosowane *wzmacniacze*, inaczej nazywane *amplifikatorami*. Używa ich się do wzmacniania drgań prądu, w celu zwiększenia oddziaływania tych drgań na telefon, — słowem, działają one jako przekąźniki telefoniczne. Jako wzmacniacze są stosowane też lampy katodowe (elektrowowe) tegoż typu, co opisane na str. 144 i 146. Wyzyskuje tu się własność lampy katodowej, że już przy małych zmianach potencjału na siatce (zasłonce) otrzymujemy duże zmiany prądu anodowego. Dla zwiększenia wyniku czasem kilka takich przekąźników łączy się w szereg. Zapomocą jednego wzmacniacza katodowego można wzmocnić dźwięki w słuchawce telefonowej do 15 razy, zapomocą dwóch do 200 razy, zapomocą trzech do 1500 razy, zapomocą czterech do 6000 razy. Baterje stosuje się z ogniów galwanicznych suchych, przyczem baterja, znajdująca się w obwodzie anody posiada zazwyczaj napięcie do 100 V, a baterja katodowa m. w. 6 V.

Jeżeli impulsy fal, przyjmowane przez antenę (naprzemową) są tak słabe, że nie oddziałują na detektor, należy zastosować lampę katodową również dla przyjmowania bezpośrednio drgań wielkiej częstotliwości i w tym celu obwód drgań jest bezpośrednio połączony z siatką i katodą lampy. Wzmocnione w ten sposób drgania na siatce lampy katodowej przekazywane są siatce drugiej lampy katodowej, działającej jako wzmacniacz (amplifikator) otrzymane tą drogą drgania o małej częstotliwości są już doprowadzone do słuchawki telefonowej. Jeżeli te impulsy są jeszcze za słabe, to dołącza się jeszcze dalsze amplifikatory, które je wzmacniają przed doprowadzeniem do słu-

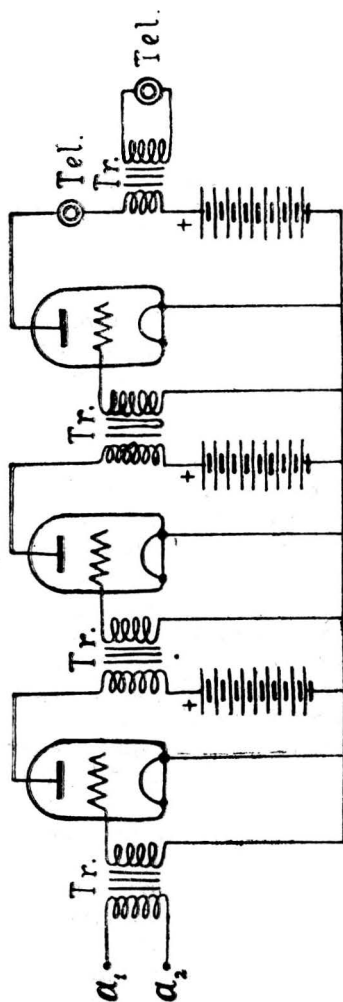
chawki. Włączanie w szereg amplifikatorów skuteczniejsza się w układzie wskazanym na rys. 266.

W taki sposób można osiągać wzmocnienie dźwięku w słuchawce do 10.000 razy i więcej.

H. Aparaty odbiorcze

Odtwarzanie na stacji odbiorczej sygnałów, podawanych na stacji nadawczej radiotelegrafu, może być skuteczniejsza sposobem akustycznym — za pomocą słuchawki telefonicznej, lub też za pomocą przyrządu piszącego.

Najprostsze urządzenie posiada aparat odbiorczy, zaopatrzone w słuchawkę telefoniczną, gdyż oprócz niej mamy w obwodzie tylko wykrywacz fal. Takie urządzenie wystarcza do odczytywania sygnałów za pomocą słuchu: w zależności od długości nadsyłanych sygnałów daje się słyszeć dłuższy lub krótszy dźwięk. Jeżeli dla wzmocnienia wrażliwości telefonu, jako aparatu odbiorczego, umieścimy w jego obwodzie ogniwo galwaniczne B (rysunek 267), to dla nastawiania najodpowiedniejszego dla telefonu napięcia włą-



Rys. 266.

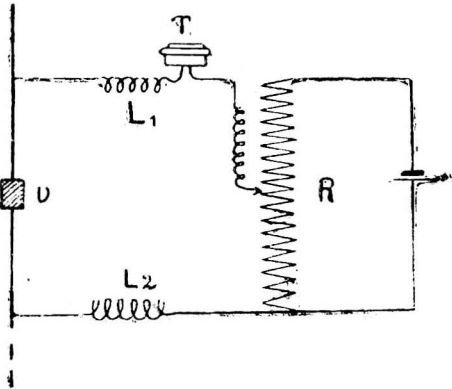
cza się regulowany opór R . Obwód telefonu zawiera wykrywacz fal D . Dla zapobieżenia, by część drgań nie odgałęziła się z właściwego obwodu drgań do obwodu telefonicznego, umieszczone są w tym ostatnim obwodzie dwie cewki tłumikowe L_1 i L_2 .

Jako słuchawka, stosowany jest telefon z uzwojeniem o dużym oporze, z muszlą słuchową powiększonych rozmiarów, a dodatkowo przy nim są jeszcze stosowane wzmacniacze (amplifikatory) katodowe.

Państwowe Zakł. Electr.-Telef. w Warszawie budują dla radjo słuchawki trójmagnesowe, z uzwojeniem o oporze 2000 Ω , z błonką grubości 0,15 mm.

W celu zapisywania otrzymywanych sygnałów, zamiast słuchawki telefonowej, lub równolegle z nią, włącza się w obwód aparatu odbiorczego galwanometr lub przełącznik, za których pośrednictwem, podobnie jak na zwykłych stacjach telegraficznych, uskutecznia się zapisywanie.

Przy obecnym stanie techniki przyjmowanie depesz za pomocą znaków, zapisywanych na taśmie aparatu Morsa, jest możliwe nawet na bardzo dużych odległościach (Geltow — Jawa 12.000 km). Były robione próby sto-



Rys. 267.

sowania aparatów telegrafu maszynowego — drukującego litery, przyczem osiągnięto już dobre wyniki. Przy zastosowaniu naprz. maszynowego telegrafu Siemens'a i Halskiego do radjokomunikacji między Berlinem a Lipskiem osiągnięto szybkość 650 liter na minutę.

Jakoprzyrząd do przyjmowania radjotelegramów, najwięcej jednak zastosowania ma słuchawka telefonowa, gdyż jest to przyrząd prosty i czuły. Znaki Morsa są przyjmowane na podstawie dłuższych i krótszych dźwięków, słyszanych w telefonie. Użytkowanie słuchawki telefonowej w tym celu zostało ułatwione, dzięki zastosowaniu w stacjach nadawczych zamiast iskierników pojedynczych, iskierników wielokrotnych, jako też i innych ulepszonych wytwarzaczy fal.

Przy przyjmowaniu fal szybko zanikających, wytwarzanych przez iskierniki zwykle, słyszymy w telefonie trzeszczenie nieprzyjemne dla ucha. Natomiast stacja nadawcza, zaopatrzona w iskiernik wielokrotny, wytwarza fale

wolnozaniakujące, dzięki którym w słuchawce telefonowej na stacji odbiorczej otrzymujemy *ton czysty*. Jakość tego tonu jest zależna od ilości okresów prądniczy zasilającej stację nadawczą, przyczem zapomocą regulowania napięcia stacji możemy dowolnie zmieniać ton, w granicach słyszalnych dla ucha, t. j. od 500 do 2000 drgań na sekundę.

Dla przyjmowania fal niezaniakających, stosowane były t. zw. *stykacz* (ticker), lub t. zw. *ślizgacz* (schleifer). Ponieważ ucho nasze nie może usłyszeć drgań szybszych ponad 2000 na sek., włączano w obwód słuchawki jeden z powyższych przyrządów, który przerywał prąd 1000 do 2000 razy na sek., dzięki czemu wprawiał w drgania błonkę słuchawki telefonowej, która wydawała dźwięk dobrze słyszalny.

Ze jednak powyższe przyrządy działały nie dość regularnie i zamiast tonu muzycznego otrzymywano szum, więc obecnie stosowana jest metoda *heterodynowania*, (metoda dudnień). Polega ona (jak już było nadmienione w Rozdz. XXV) na interferencji fal rozmaitych długości, które we wspólnym obwodzie wytwarzają wspólne drgania złożone, oddziałujące na błonkę słuchawki. W słuchawce słyhać ton czysty muzyczny i wysokość tego tonu może być dowolnie zmieniana.

Oprócz samego rodzaju urządzenia stacji, ma duży wpływ na sprawność działania urządzenia radjotechnicznego również *pora, w której stacja jest czynna*. Doświadczeniem wykazało, że radjokomunikacja odbywa się daleko lepiej w nocy, niż w dzień, również lepiej w zimie, niż w lecie. Przypisać to należy szkodliwemu działaniu promieni słonecznych na rozchodzenie się fal elektromagnetycznych. Dla zaradzenia temu należy stosować w dzień fale dłuższe. W nocy natomiast, ponieważ warunki się zmieniają, mianowicie: przewodnictwo powietrza się polepsza, lecz zarazem zwiększa się szkodliwy wpływ elektryczności atmosferycznej, — odpowiednie są fale krótsze, gdyż nie wymagają tak długich anten, narażonych na większy wpływ elektryczności atmosferycznej.

ROZDZIAŁ XXVIII

UKŁADY POŁĄCZEŃ I URZĄDZENIE STACJI RADJOTELEGRAFICZNEJ

W pierwotnym układzie Marconiego, opisanym w Rozdziale XXVI, wywoływacz drgań elektromagnetycznych (oscylator) był włączony bezpośrednio w antenę, czyli dla wywoływania fal elektromagnetycznych był stosowany je-

den tylko obwód, a mianowicie *obwód drgań otwarty*. Przy tego rodzaju urządzeniach promieniowanie fal w przestrzeń jest duże, lecz zasób energii drgań — mały. Daleko większą ilość energii można przetworzyć w energję drgań elektromagnetycznych zapomocą t. zw. *obwodu drgań zamkniętego*, zawierającego kondensatory i cewki samoindukcyjne. Obwód taki jednak, jak już było wskazane, wprawdzie posiada większy zasób energii, lecz promieniuje bardzo mało. Zazwyczaj więc bywają łączone razem dwa te rodzaje obwodów: obwód zamknięty wytwarza silne i trwałe drgania, a obwód otwarty, zawierający antenę, promieniuje fale w przestrzeń. Obwody te bywają sprzężone między sobą różnymi sposobami, zależnie od zastosowanego systemu, najczęściej jednak w sposób indukcyjny zapomocą transformatora.

Oprócz powyższych dwu obwodów w skład układu stacji nadawczej wchodzi jeszcze obwód (czasem kilka), łączący obwód drgań zamknięty ze źródłem prądu.

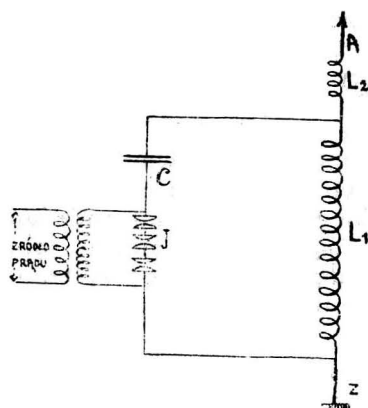
Układ stacji odbiorczej składa się z dwu zasadniczych obwodów: obwodu anteny i obwodu wykrywacza (detektora). Do tych dwu obwodów bywa czasem dołączany trzeci (lub więcej), łączący je między sobą.

Ponieważ w radiotelegrafji stacje odbiorcze nie są związane wyłącznie z pewnymi stacjami nadawczymi, jak to bywa w telegrafji przewodowej, lecz dowolnie mogą się porozumiewać z rozmaitemi stacjami nadawczymi, więc rozpatrzmy osobno układy połączeń stacyj nadawczych i odbiorczych.

A. Układy połączeń stacyj nadawczych

Na rys. 270 przedstawiony jest układ połączeń stacji nadawczej *iskrowej*, według *Systemu Slaby-Arco*, złożony z bezpośrednio z sobą skojarzonych obwodów: zamkniętego i otwartego. W układzie tym obwód drgań zamknięty składa się z cewki samoindukcyjnej L_1 , kondensatora C i z wtórnego uzwojenia cewki samoindukcyjnej, połączonej z iskiernikiem J . Obwód drgań otwarty stanowią: antena A , cewki samoindukcyjne L_2 i L_1 i uziemienie Z . Antena ładuje się i wyładowuje równocześnie z obwodem drgań zamkniętym. Oddziaływanie obwodu zamkniętego na otwarty będzie tem silniejsze, im lepiej będą te obwody do siebie dostrojone, co może być uskutecznione zapomocą

cewki samoindukcyjnej L_2 . Podany na rys. 268 układ połączeń jest uproszczony dla wskazania zasady działania. W rzeczywistości jest dołączony do pierwotnego uzwojenia



Rys. 268.

zawierający źródło prądu, jak również piorunochrony, przyrządy pomiarowe i t. d. Zamiast bezpośredniego zespolenia obu obwodów, mogą one być sprzężone za pośrednictwem transformatora.

Wyżej opisany układ nadaje się do wytwarzania fal zanikających przy zastosowaniu zwykłego iskiernika, lub fal wolnozaniakających przez zastosowanie iskiernika wielokrotnego (opis na str. 341), wytwarzającego tak zw. iskry dzwięczące.

W celu wywoływania fal niezaniakających niezbędne jest zastosowanie układów, zawierających jako wywoławcze fal, lampę łukową, prądnicę prądów szybkozmiennych lub lampę katodową.

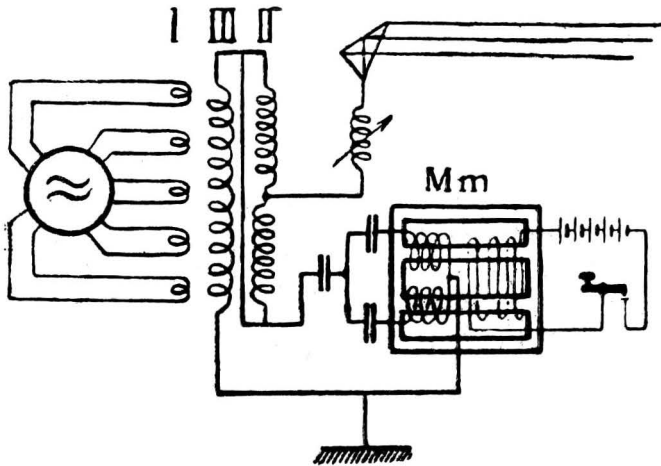
Układ połączeń stacji nadawczej z lampą łukową podany jest w rozdziale XXX (na str. 371). Lampa łukowa jest zasilana prądem stałym, jej łuk zaś służy za drogę do przepływu prądów szybkozmiennych, powstających dzięki włączonej do obwodu pojemności (kondensator) i samoindukcji (cewka).

Na rys. 269*) wskazany jest układ połączeń, przy zastosowaniu, jako źródła prądu i zarazem jako wywoławcza drgań elektrycznych, prądnicę, wytwarzającą prądy szybkozienne. Jeżeli prądnicą taka wytwarza prąd o dostatecznej ilości okresów (dochodzącej do 75.000 na sek.), to bywa bezpośrednio włączona w zamknięty obwód drgań, w razie niedostatecznej ilości okresów — jest łączona za pośrednictwem transformatora częstotliwości.

Rys. 271 przedstawia układ połączeń stacji nadawczej systemu E. F. W. Alexanderson'a. W skład tego układu wchodzi prądnicą wielkiej częstotliwości, t. zw. modulator

*) Rys. 269 jak również rys. 257, 259, 266 i 279 wzięte są z artykułów inż. J. Groszkowskiego w „Przeł. El.” z r. 1921 i 1922, za łaskawym zezwoleniem autora.

magnetyczny (magnetic amplifier) i antena wielokrotnie nastrojana. Między prądnicą i anteną jest włączony transformator (I, II, III), którego pierwotne uzwojenie (I) jest utworzone ze zwojów połączonych z cewkami prądnicy, a uzwojenie wtórne (II) składa się z dwu cewek, włączonych w obwód anteny. Oprócz tych dwu uzwojeń znajduje się w transformatorze uzwojenie trzecie (III), które służy dla uzyskania silnego sprzężenia. Działanie modulatora magnetycznego (Mm) polega na zmianie stanu magnetycz-

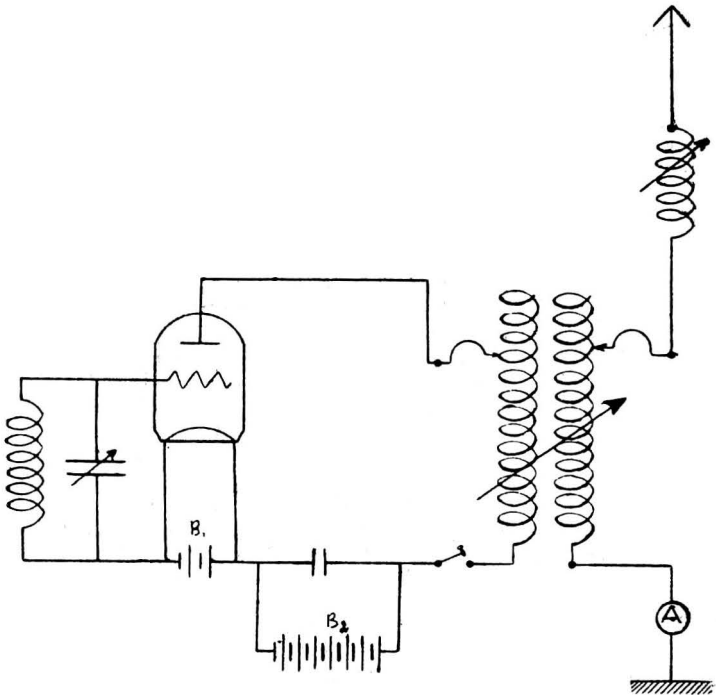


Rys. 269.

negu rdzenia pod wpływem prądu, włączanego przez klucz telegrafowy. W chwili otwarcia klucza modulator zmniejsza napięcie prądnicy i rozstraja obwód anteny, przy naciśnięciu klucza — wywiera działanie odwrotne. Antena w systemie Alexanderson'a posiada, oprócz połączenia wskazanego na rysunku, kilka innych połączeń z ziemią zapomocą nastrojanych cewek samoindukcyjnych. Dzięki takiemu urządzeniu, opór uziemienia jest znacznie zmniejszony, co umożliwia stosowanie, przy jednakowej zdolności promieniowania, anten dłuższych, lecz o mniejszej wysokości, a zatem tańszych.

System stacji nadawczej maszynowej Alexanderson'a zastosowano w budowanej obecnie przez Ministerjum Poczty i Telegrafów stacji Transatlantycznej w Warszawie.

Układ połączeń z lampą katodową, użytą jako wytwarzacz fal elektromagnetycznych, wskazany jest na rys. 270, według układu połączeń Kühn-Huth'a. Działanie lamp katodowych w tych warunkach zostało wyjaśnione na str. 345. Na rysunku widoczne są dwie baterje, z których jedna (B_1) służy do zasilania prądem lampki żarowej, druga (B_2) połączona z anodą, służy do zasilania prądem



Rys. 270.

obwodu drgań elektrycznych. Na układzie połączeń umieszczony jest w obwodzie, jako przyrząd nadawczy, klucz Morsa. Obwód drgań lampy katodowej sprzężony jest z anteną w sposób indukcyjny (co jest oznaczone na schematach strzałką, łączącą dwie cewki; strzałka na kondensatorze oznacza, że pojemność może być regulowana; strzałka na cewce indukcyjnej, że samoindukcja jej może być regulowana, t. j., że posiada ona budowę t. zw. warjometru).

Dla stacyj o większej mocy bywa stosowana zamiast baterji anodowej prądnicą dużej częstotliwości. Jednokierunkowość prądu anodowego osiąga się przez zastosowanie prostownicy. Niższe napięcie—dla żarzenia i wyższe—anodowe otrzymuje się zapomocą odpowiednich transformatorów.

Należy zaznaczyć, że klucz Morsa, stosowany w radiotelegrafji, jest nieco odmiennie budowy, niż klucz, używany w telegrafji zwykłej; mianowicie jego kontakt roboczy ma o wiele większą powierzchnię ze względu na ochładzanie i jest zaopatrzony w daszek, chroniący rękę od iskier. Jest to nieodzowne, bo natężenie prądu, przepływającego przez ten przyrząd w urządzeniach radiotelegraficznych, dochodzi czasem do 10 A.

Na układzie rys. 270 oznaczony jest literą *A*, amperomierz, który bywa zazwyczaj pomieszczany dla określenia natężenia prądu w antenie.

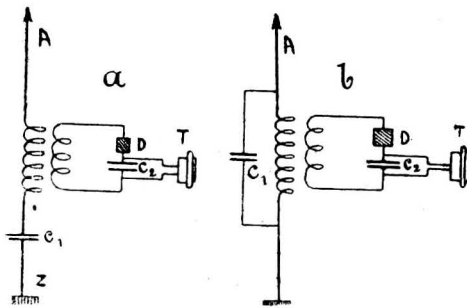
B. Układy połączeń stacji odbiorczych

Układ połączeń stacji odbiorczej, jak było nadmienione na początku niniejszego rozdziału, składa się z dwu głównych obwodów: obwodu anteny i obwodu wykrywacza fal (detektora). Jeszcze prostszy jest układ, w którym zarówno wykrywacz fal jak i odbiornik (telefon), umieszczony jest bezpośrednio między anteną a jej uziemieniem, gdyż w tym razie cały układ składa się z pojedynczego obwodu. Układ taki jednak trudno daje się dostrajać do długości fal i z tego powodu w stacjach odbiorczych, podobnie jak w stacjach nadawczych, stosowany jest układ, składający się z obwodów sprzężonych.

Jako odbiorniki, szczególnie przy większych odległościach, są stosowane przeważnie telefony, gdyż są czulsze od aparatów telegrafowych. Depesze przyjmuje się zapomocą słuchawki telefonowej, przyczem dźwięk krótki oznacza kropkę, a dźwięk długi, lub kilka bezpośrednio po sobie następujących dźwięków — kreskę według alfabetu Morsa. Wykrywacze fal przetwarzają prądy szybkozmienne na prądy stałe tętniące, które oddziałują na telefon.

Na rys. 271 wskazane są zasadnicze układy połączeń stacji odbiorczej, przy zastosowaniu telefonu jako odbiornika. *T* oznacza telefon, *C* — kondensator, *D* — wykrywacz fal. Układ *a* jest przeznaczony dla przyjmowania fal krótkich, układ *b* — dla długich. Zazwyczaj w stacjach od-

biornych stosowane są obydwa te obwody, przy czym za pomocą przełącznika przełącza się kondensator dla fal krótkich — szeregowo z anteną, dla fal długich — równoległo do niej.



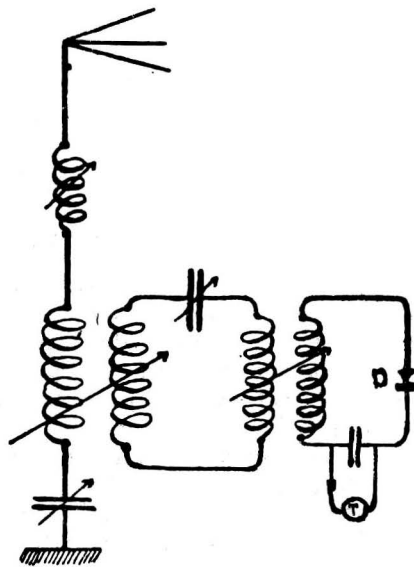
Rys. 271.

szego dostrajania stacji na długość fal. Układ taki wskazany jest na rys. 272.

Obwód anteny i obwód pośredni są obwodami drgań, obwód trzeci — obwodem detektora. W tym ostatnim obwodzie drgania są aperiodyczne z powodu dużego oporu detektora. Układ z obwodem pośrednim (jak na rys. 272) nadaje się w razie, gdy równocześnie pracuje kilka stacji nadawczych, wysyłających fale o małej różnicy długości.

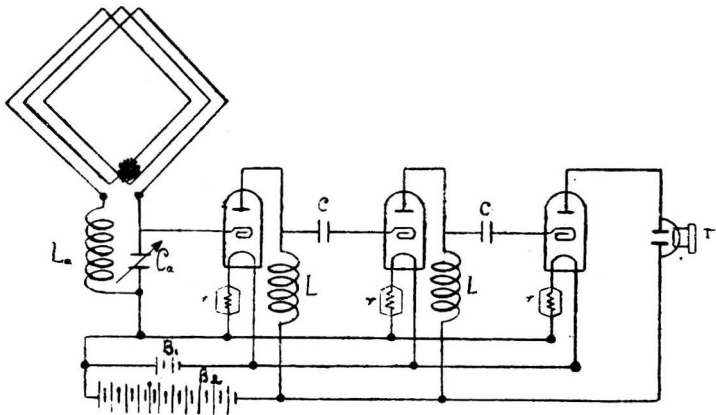
Jako wykrywacze fal, mogą być stosowane opisane już poprzednio przyrządy stykowe, elektrolityczne, elektromagnetyczne i lampa katodowa, która w układzie stacji odbiorczej równocześnie spełnia czynność wykrywacza fal i ich wzmacniacza.

Tego rodzaju układ jest wskazany na rys. 273, przy zastosowaniu anteny ramo-



Rys. 272.

wej, która, jak było już wspomniane, ma znacznie mniejszą pojemność skuteczną, niż antena otwarta, i z tego powodu wymaga zastosowania lamp katodowych, jako wzmacniaczy. W układzie tym, drgania elektryczne, wywołane przez przyływające fale w obwodzie drgań (L_a , C_a) anteny ramowej, oddziałują bezpośrednio na napięcie zasłonki. Ta zmiana napięcia wywołuje zmianę natężenia prądu w obwodzie, zamkniętym przez anodę i katodę. Wzmocnione w ten sposób drgania są doprowa-



Rys. 273.

dzone do siatki następnej lampy katodowej, gdzie powtórnie ulegają wzmocnieniu i doprowadzone są do trzeciej (lub w razie potrzeby i dalszych lampek), w której obwodzie jest umieszczona słuchawka telefonowa. Cewki L służą do wzmocnienia drgań, a kondensatory C równocześnie chronią siatki od stałego napięcia anodowego. W układzie tym jest stosowane przeważnie sprzężenie pojemnościowe (jak wskazano na rys.), zamiast sprzężenia indukcyjnego.

C. Urządzenie stacji radjotelegraficznej

Radjostacje mniejsze zawierają zazwyczaj zarówno przyrządy, służące do wysyłania fal, jak i do ich przyjmowania, przyczem tak dla celów nadawczych, jak i odbiorczych używa się tych samych anten, z odpowiednim prze-

łącznikiem. Przełącznik ten posiada kilka kontaktów, dzięki czemu równocześnie z przełączeniem anteny wyłącza obwód wykrywacza fal, lub aparatu nadawczego, zależnie od tego, czy stacja ma pracować jako nadawcza, czy jako odbiorcza.

O ogólnym wyglądzie i rozmieszczeniu przyrządów w radjostacji może dać pojęcie rys. 282 (na Tablicy VI), na którym jest przedstawiony widok tylnej strony radjostacji nadawczej typu 250 LTS z lampowym wytwarzaczem fal, o mocy użytecznej $0,25 \text{ kW}$, dla fal długości 800 do 1300 m, wykonanej przez Tow. Farad w Warszawie (obecnie Polskie Tow. Radjotechniczne PTR).

Na rysunku tym widzimy u góry cewkę samoindukcyjną anteny (L_a), zaciski woltomierza (V), cewkę samoindukcyjną siatki (L_g), lampy katodowej. W środkowej części rysunku widoczne są: warjometr anteny (W_a), lampa katodowa nadawcza (l_n), dwie żarówki, zastosowane jako oporniki (l_{op}), i warjometr siatki lampy katodowej (W_g). W dolnej części rysunku znajdują się: kondensator obwodu drgań (C_w); kondensator, włączony między bieguny baterji (C_b); obok umieszczony jest transformator anodowy, z za którego widoczna jest górna część prostownika neonowego (P_r), a po prawej stronie rysunku transformator zwykły.

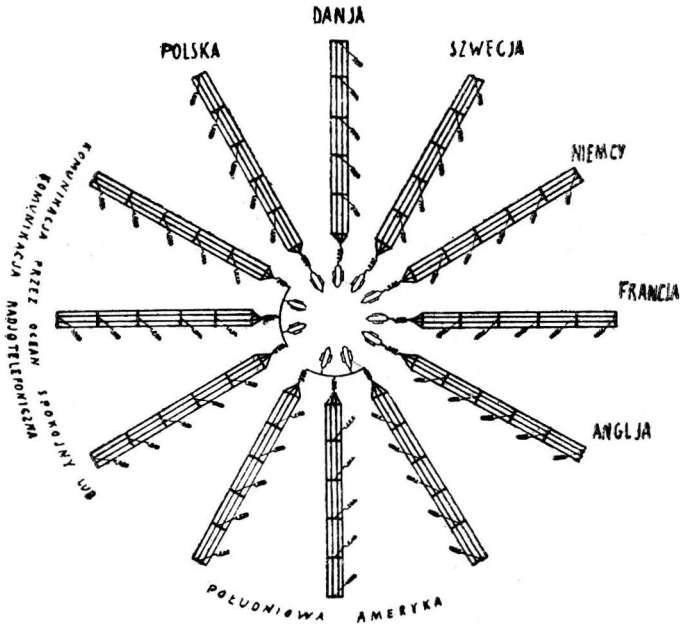
Na przedniej części powyższej radjostacji są umieszczone na płytach marmurowych ręczki do powyższych przyrządów i do przełączników wraz z odpowiednimi napisami oraz woltomierz, amperomierz antenowy i amperomierz żarzenia.

Stacja odbiorcza bywa zazwyczaj umieszczana obok powyższej stacji nadawczej.

Radjostacje o większej mocy zaopatrywane bywają często w większą ilość anten, przyczem inne anteny przeznaczone są do nadawania, a inne do odbierania fal. Stacja odbiorcza bywa nawet dla uniknięcia szkodliwych perturbacji, umieszczana w innej miejscowości, niż stacja nadawcza, i łączy się z nią zwykłymi przewodami.

Takie urządzenie posiada budowana obecnie radjostacja transatlantycka w Warszawie: stacja nadawcza znajduje się pod samą Warszawą, a — odbiorcza w Grodzisku. W stacji nadawczej będą umieszczone dwa alternatory systemu Alexanderson'a po 200 kW każdy. Antena będzie zawieszona na 10 żelaznych wieżach o 130 m wysokości.

Radjostacja amerykańska, która będzie bezpośrednio komunikować się ze stacją Warszawską, będzie po kompletnem zbudowaniu, najpotężniejszą w świecie *). Radjostacja nadawcza mieści się w Rocky Point Long Island w okolicy New-Yorku, a stacja odbiorcza w oddaleniu 25 klm. od niej — w Reverhead. Praca nadawcza i odbiorcza będą scentralizowane w New-Yorku przy Broad-



Rys. 274.

Street, gdzie będzie się znajdował urząd, połączony przewodami zwykłymi zarówno ze stacją nadawczą, jak i z odbiorczą.

Powyższa stacja nadawcza jest przeznaczona dla bezpośredniego porozumiewania się z różnymi częściami świata, jak to widać z rys. 274. W ogólnym projekcie przewidziane jest ustawienie 12 alternatorów Alexanderson'a,

*) Patrz „Przeł. El.” 1921 r. Z. 23 artykułu J. Machcewicza „Najpotężniejsza Centrala Radjotechniczna”, z którego zaczerpnięto Rys. 274, znajdujący się również w „The New-York Times” z d. 2/X 21 r. i w „Scientific American” ze stycznia 1922 r.

z których jeden ma być przeznaczony specjalnie dla komunikacji z Polską. Na rysunku tym jest również widoczne rozmieszczenie anten, zaopatrzonych w urządzenia dla wielokrotnego nastrajania. Każda antena składa się z 16 linek krzemobronzowych o średnicy $\frac{3}{8}$ cala. Pod całą długością anten zakopane są druty uziemiające, połączone w równych odstępach z anteną zapomocą przewodów, zaopatrzonych w cewki samoindukcyjne. Pierwszy alternator został uruchomiony 5 listopada 1921 r.

ROZDZIAŁ XXIX

RADJOTELEGRAFJA KIERUNKOWA

Fale elektromagnetyczne z miejsca ich wytwarzania rozchodzą się we wszystkich kierunkach, a sygnały zapomocą prostych względnie przyrządów, zaopatrzonych w wykrywacze fal i słuchawki telefoniczne, mogą być odczytywane w różnych miejscach. Dążeniem więc specjalistów jest wynalezienie sposobu skierowywania fal, wychodzących ze stacji nadawczej w określonym kierunku, tak aby mogły one być przyjmowane tylko przez stację, dla której są przeznaczone.

Jak już wspomniano, pomimo że fale elektryczne, podobnie jak fale świetlne, mogą być odbijane, lecz z powodu ogromnej różnicy w ich długości nie mogą być zastosowane do fal elektromagnetycznych przyrządy, które służą do skupienia i skierowywania w jednym kierunku promieni świetlnych, gdyż z powodu swych wymiarów byłyby technicznie niewykonalne.

Jako wynik dotychczasowych prób, osiągnięto tylko możność wysyłania mocniejszych fal w jednym kierunku, niż w kierunkach pozostałych. W tym celu, jak to uczynił Marconi w stacji w Clifden w Irlandji, zastosowano większą liczbę poziomych równoległych anten (60 sztuk, każda długości 300 m), połączonych na jednym końcu ze stacją nadawczą. Zauważono przytem, że jedne fale elektromagnetyczne rozchodzą się, jak zwykle od stacji nadawczej, ku końcowi anteny, a inne, mocniejsze, skierowują się w kierunku odwrotnym i promieniują daleko dalej, niż poprzednie. Przyczyna tego zjawiska nie jest jeszcze wyjaśniona. Przy odpowiednim kierunku wyżej opisanych

anten na stacji odbiorczej i nadawczej osiąga się daleko lepsze połączenie między niemi, niż z inemi stacjami.

Są robione próby z bardzo krótkimi falami (10 do 15 m), które nie rozchodzą się we wszystkie strony, lecz są skierowane w żądanym kierunku zapomocą zwierciadeł druczianych.

Dokładnego jednak sposobu kierowania fal elektromagnetycznych dotąd jeszcze nie wynaleziono i w celu zachowania tajemnicy porozumiewania się telegraficznego jedynym pewnym sposobem jest podawanie depeesz zapomocą sekretnego alfabetu.

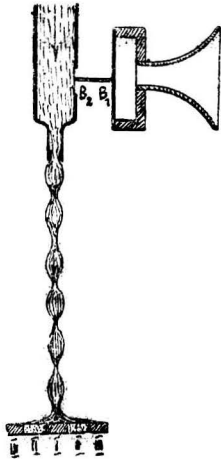
ROZDZIAŁ XXX RADJOTELEFONJA

Technika urządzeń, przeznaczonych do telefonowania bez drutu, ma do przewyciężenia jeszcze większe trudności, niż telegrafja bez drutu. W radjotelefonji zachodzi potrzeba przesyłania zapomocą fal elektrycznych, nie pojedynczych znaków (które mogą być odbierane słuchawką telefonową zwykłej stacji), lecz nieprzerwanego szeregu drgań złożonych, odpowiadających drganiom błonki mikrofonu. Z tego powodu w radjotelefonji jako stacje nadawcze, mogą być używane *tylko stacje wytwarzające fale ciągłe (niezanikające)*.

Słuchawka telefonowa, jak było już nadmienione, nie odtwarza drgań, spowodowanych falami niezanikającemi, lecz natomiast odtwarza dokładnie nierównomierne drgania, spowodowane drganiami błonki mikrofonu, wywołanemi falami głosowemi. Fale niezanikające w tym razie służą poniekąd jako nośniki fal zanikających mikrofonowych, przez które są zniekształcane, w zależności od dźwięków, jakie padają na błonkę mikrofonu.

Mikrofony, używane w telefonji zwykłej, przy początkowo stosowanych układach połączeń, gdy były włączane bezpośrednio w obwód anteny, okazały się nieodpowiedniemi dla radjotelefonji, gdyż nie wytrzymały prądu o natężeniu, przewyższającym 1 Amp. Dla zaradzenia temu włączano po kilka mikrofonów równolegle, lub też stosowano mikrofon specjalnej budowy, jak naprz. mikrofon hydrauliczny Majorany. Opis tego mikrofonu podajemy ze względu na oryginalność budowy, choć obecnie go się nie stosuje.

Mikrofon hydrauliczny Majorany (rys. 275) składa się z muszli mikrofonowej z przymocowaną za nią błonką B_1 , która jest zmcowana z drugą błonką B_2 , wprowadzoną w ściankę rurki, przez którą stale przepływa płyn, posiadający dobrą przewodność. Strumień tego płynu splywa prostopadle na płytkę, złożoną z trzech części: środkowej (I) i zewnętrznej (III), przewodzących (z platyny), oraz



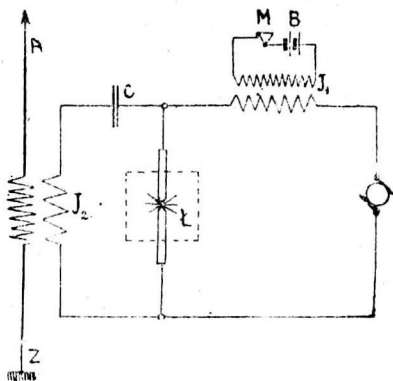
Rys. 275.

z umieszczonej między niemi — izolującej (II). Części (I) i (III) płytki służą jako elektrody mikrofonu i są włączone w odpowiedni obwód elektryczny. W czasie, gdy mikrofon nie działa, strumień wody splywa równomiernie na płytkę środkową i tworzy między elektrodami warstwę przewodnią o stałym oporze (I) i (III). Gdy natomiast, pod wpływem fal głosowych, błonka zaczyna drgać, w zależności od tych drgań następują rytmiczne zważania się przekroju strumienia, i grubości warstewki płynu pomiędzy elektrodami I i III. Wskutek tego zmienia się opór między niemi, co powoduje odpowiednie zmiany w natężeniu prądu.

Ponieważ obecnie mikrofony nie są włączane bezpośrednio do anteny, więc natężenie prądu jest mniejsze i mogą być stosowane mikrofony węglowe. Mikrofony te są podobne do zwykłych, stosowanych w telefonji przewodowej.

Dopiero Rümerowi udało się w roku 1906 urządzić komunikację telefoniczną bez drutu, z początku na odległość 30 m, a następnie na 40 km. Jako przyrząd do wytwarzania fal elektrycznych (oscylator), zastosował on łuk Volty przy układzie, podobnym do układu t. zw. łuku śpiewającego Duddell'a, który polega na tem, że, jeżeli do obwodu prądu stałego, zasilającego łuk, dołączymy cewkę samoindukcyjną i kondensator, to łuk zaczyna drgać i powoduje powstawanie fal dźwiękowych, a równocześnie wytwarza fale elektromagnetyczne. W układzie, zastosowanym do radjotelefonji (rys. 276) mikrofon M był włączony w sposób, stosowany w telefonji zwykłej. Obwód mikrofonowy zawierał: mikrofon M , baterję galwaniczną B i pierwotne uzwojenie cewki indukcyjnej J_1 . Uzwojenie wtórne

cewki J_1 , posiadające mały opór, włączono w obwód lampy łukowej \mathcal{L} , w którym oprócz tego znajdują się: źródło prądu stałego (dynamomaszyna), kondensator C i pierwotne uzwojenie transformatora J_2 , łączącego ten obwód z obwodem anteny. Prądy, wzniecone we wtórnym uzwojeniu cewki J_1 , a wywołane drganiem błonki mikrofonowej, przepływając przez łuk elektryczny \mathcal{L} . Prądy te zmieniają natężenie płynące przez łuk prądu i powodują w ten sposób zmianę jego objętości i zmianę wywołanych przez niego niezanikających fal elektromagnetycznych. Zależnie od sposobu włączenia obwodu mikrofonu, drgania jego błonki wywołują zmianę natężenia fal, liczby ich okresów, lub też wpływają tak na jedne, jak na drugie.



Rys. 276.

Łuk Duddell'a wytwarzał do 30000 drgań na sekundę; Poulsen ulepszył ten system i podniósł ilość drgań do 500000 na sekundę. Ulepszenie Poulsena polegało głównie na umieszczeniu łuku w specjalnym środowisku—w wodorze i że był wydłużony przez zdmuchiwanie w jedną stronę *).

Obecnie na radiotelefonicznych stacjach nadawczych, oprócz lamp łukowych, które są stosowane dla komunikacji na bardzo duże odległości, używane są przeważnie jako wywoływacze fal niezanikających, prądnice prądów szybkozmiennych i lampy katodowe.

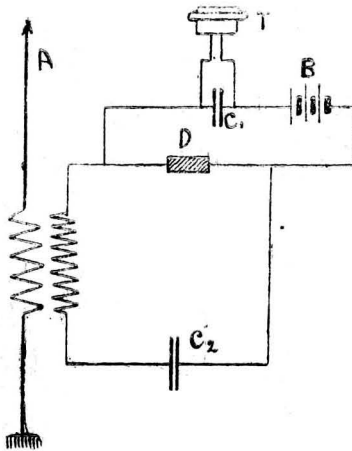
Układy połączeń stacji nadawczych, zaopatrzonych w powyższe przyrządy, wraz ze wskazaniem sposobu włączania mikrofonu, pokazane są na rys. 269 i 270.

Fale elektromagnetyczne rozchodzą się z anteny aparatu nadawczego do anteny stacji odbiorczej w takiej postaci, jaka im została nadana pod wpływem drgań mikrofonu. Antena stacji odbiorczej przyjmuje je, następnie przepływają one przez wykrywacz (detektor) i pod posta-

*) Dalsze ulepszenia patrz opis w ETZ 1922 r. Z. 3, str. 87.

cią prądu stałego tętniącego oddziaływają na błonkę słuchawki telefonowej, udzielając jej drgań zgodnych z drganiami mikrofonu stacji nadawczej.

Stacja odbiorcza może być wykonana podług układu wskazanego na rys. 277. W obwód telefonu T , włączony



Rys. 277.

jest wykrywacz fal D i bateria B , a równolegle do telefonu kondensator C , o stałej pojemności, służący do wzmacniania dźwięków w słuchawce. W czasie przepływu fal elektrycznych przez wykrywacz, opór jego ulega zmianom, wskutek czego powstają drgania prądu w obwodzie, w który jest włączony telefon, i drgania te, przy pomocy błonki telefonu, przetwarzane są na fale dźwiękowe.

Stosowane obecnie stacje odbiorcze radiotelegraficzne są przeważnie

zaopatrzone w lampy katodowe, używane zarówno jak wykrywacze fal (detektory), jak i ich wzmacniacze (amplifikatory).

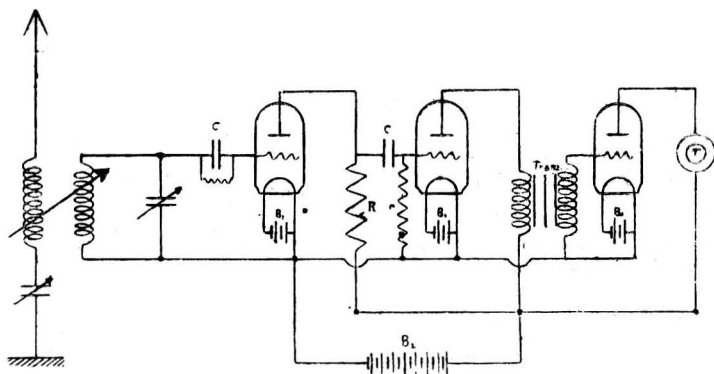
Układ połączeń takiej stacji wskazano na rys. 278; przez B_1 oznaczona jest bateria żarzenia, a przez B_2 — bateria anodowa.

Obwód drgań anteny jest sprzężony indukcyjnie z obwodem drgań połączonym z siatką (zasłonką) lampy katodowej przez kondensator C , do którego równolegle jest włączony duży nieindukcyjny opór (o kilku milionach omów). Tą drogą drgania z anteny przechodzą w obwód anody lampy, w którym ulegają wyprostowaniu i wzmocnieniu, powodując przez to wzmocnienie prądu, płynącego w obwodzie anody. Wyżej wspomniany wieloomowy opornik służy do umożliwienia wyładowania do zera siatki w czasie przerw pomiędzy falami, co jest konieczne, aby lampa katodowa mogła działać ponownie jako detektor. Lampa działa nie tylko jako wykrywacz, lecz częściowo jako wzmacnicz. W celu jeszcze większego wzmocnienia natężenia otrzymanego prądu, włączane są dalsze lampy

katodowe. W obwód anodowy ostatniej z tych lamp jest włączona słuchawka telefonowa T , z (nieoznaczonym na rysunku) kondensatorem zaworowym, włączonym do niej równolegle.

W Ameryce jeden z pierwszych urządzeń Fessenden telefon bez drutu, działający na odległość 350 km. Do wytwarzania fal elektrycznych była zastosowana prądnicą prądu zmiennego o mocy 1 kW i o 100 000 okresach na sekundę, przyczem natężenie prądu w mikrofonie dochodzi do 5 Amp.

W Europie również osiągnięto wcześniej pomyślne wyniki telefonowania na większą odległość bez drutu, czego



Rys. 278.

dowodem jest, że wyraźnie było słycać rozmowę między Berlinem a Wiedniem, t. j. na odległość 600 km, przyczem rozmowa ta była podsłuchana przez jedną ze stacji rosyjskich, odległą na m. w. 2000 km od Berlina. Ta możność podsłuchiwania jest też jedną z przyczyn, które utrudniały szersze zastosowanie radjotelefonji. Obecnie rozwój radjotelefonji postępuje szybko naprzód. Radjotelefon na odległość 1000 km działa równie sprawnie jak radjotelegraf. W Niemczech zaopatrzone już w radjotelefon nawet niektóre pociągi pospieszne. Wydaje się jednak, że radjotelefonja nie będzie w stanie zastąpić radjotelegrafji, gdyż nie może z nią współzawodniczyć pod względem szybkości komunikacji i nie pozostawia widomych znaków nadsyłanych sygnałów; rozwój więc obu tych gałęzi radjotechniki postępuje równolegle.

Marconiemu udało się osiągnąć komunikację radjotelefoniczną między stacją położoną w pobliżu New-Yorku, i stacją w Anglii, czyli na odległość 6000 km. Obecnie osiągnięto już jeszcze większe odległości.

Prof. D. Fleming stwierdza, że „radjotelefon nie zniekształca sinusoidalnego kształtu fali, gdy w zwykłym telefonie wyższe harmoniczne ulegają większemu zniekształceniu niż niższe, wskutek czego istnieje pewna granica długości linii. W radjotelefonie wszystkie fale, długie czy krótkie, małe czy duże, rozchodzą się tak samo i ich amplitudy zmniejszają się jednakowo; niema zniekształceń i głos ludzki przenosi się z jak największą dokładnością i jasnością“.

ROZDZIAŁ XXXI

ROZMAITE ZASTOSOWANIA RADJOTECHNIKI

Rozpowszechnienie radjotelegrafii i radjotelefonji i, co za tem idzie, korzyści, jakie urządzenia te mogą oddać ludzkości, zależne są w znacznej mierze od tego, czy będą one stanowiły wyłączny przywilej państwowy, czy też będą mogły również znajdować się w posiadaniu osób prywatnych. Należy zaznaczyć, że postęp w budowie radjostacji w czasach ostatnich jest tak znaczny, że istnieją stacje już nietylko przewoźne, lecz nawet przenośne nie obciążające zbyt wiele pojedynczej osoby. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej niema ograniczeń w posiadaniu radjostacji. Ingerencja państwa ogranicza się do sprawdzania obznajmienia się właściciela z urządzeniem i do pewnych przepisów natury czysto technicznej, mających na celu zapobieganie szkodliwemu oddziaływaniu jednych stacji na inne. Dzięki temu radjostacje odbiorcze liczą dwa miliony posiadaczy, postęp w ich udoskonaleniu idzie w szybkim tempie i oddają one liczne usługi, np. pośrednicząc w komunikowaniu sygnałów dawanych przez statki, wzywające pomocy, umożliwiając słuchanie odczytów i koncertów na odległość i t. p. Z tych więc względów, jak również ze względu na doniosłe znaczenie kulturalne, jakie mogą mieć rozpowszechnione radjostacje, pośredniczące w szybkim komunikowaniu się poszczególnych miejscowości z resztą świata, należałoby pragnąć, aby tym urządzeniom pozostawiona była jak największa możność swobodnego rozwoju.

A. Radjogoniometria

Zakres zastosowania radjotechniki ciągle się zwiększa. Pomimo krótkiego względnie okresu swego istnienia, oddała ona ludzkości już nieobliczalne usługi. Już sama możliwość dowolnego komunikowania się z okrętami, znajdującymi się na pełnym morzu, przed wynalezieniem telegrafji bez drutu zdawała się nie do ziszczenia. Komunikacja taka nietylko zapewnia dostarczanie statkowi wiadomości z lądu, lecz pozwala mu wzywać pomocy w razie niebezpieczeństwa i określić dokładnie położenie miejsca, w którym się znajduje.

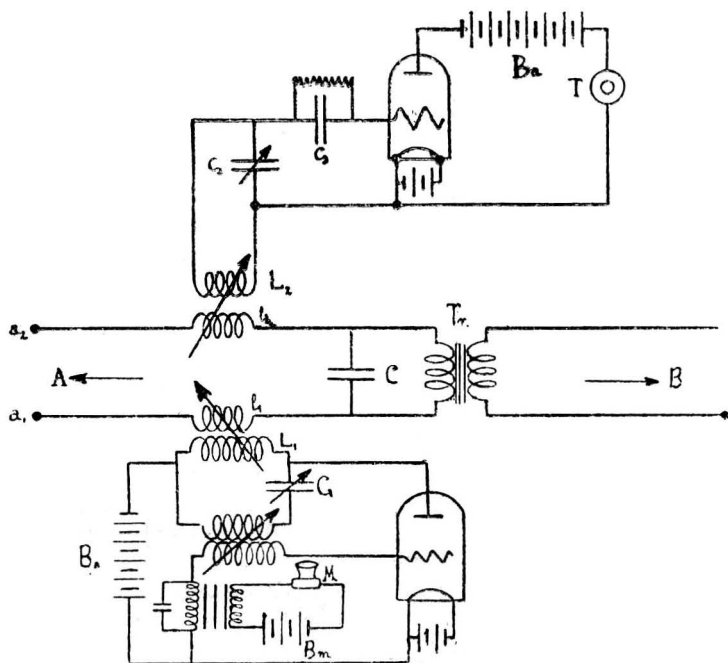
Położenie statku określa się na podstawie szerokości i długości geograficznej; szerokość oblicza się na zasadzie badań położenia gwiazd na firmamencie, do obliczenia zaś długości — niezbędne jest ściśle ustalenie godziny w czasie obserwacji. W tym celu ustanowiono wysyłanie umówionych sygnałów z radjostacji na wieży Eiffla stale, dwa razy dziennie, o 10 rano i o północy, ściśle według południka w Greenwich. Pozatem radjotelegrafja daje możliwość określenia miejsca znajdowania się statku przy pomocy t. zw. kompasu elektrycznego, nawet w czasie mgły, gdy pomiary astronomiczne są niemożliwe; kompas ten wynaleziony został przez Tosiego i Belliniego. Przyrząd ten wskazuje kierunek, skąd zostały wysłane dane fale elektromagnetyczne; znając więc położenie dwóch stacji na kontynencie, z których fale pochodzą, i określiwszy przy pomocy tego przyrządu kierunki, w których one się znajdują, można obliczyć położenie statku.

Wynalazek anten ramowych umożliwił określanie, gdzie statek lub płatowiec (samolot) w danej chwili znajduje się za pomocą tak zw. *radjogoniometriji* (czyli zastosowania radjo do mierzenia kątów) przy pomocy dwóch radjostacji, znajdujących się na lądzie. W tym celu na każdej z nich za pomocą anten ramowych określa się kierunek, skąd przypływają wyemitowane przez statek fale sygnałowe. Ponieważ odległość pomiędzy temi stacjami jest wiadoma, więc nakreśliwszy trójkąt, którego podstawa jest proporcjonalna do wzajemnej odległości stacji, a przyległe do niej kąty odpowiednie do kierunku otrzymanych fal, to wierzchołek trójkąta wskaże położenie statku *).

*) patrz również opis radjogoniometru wskazówkowego przez J. Machcewicza w „Przeegl. Elektr.” 1922 r. Z. 9, str. 141.

B. Radjotelegrafia i radjotelefonja przewodowa

Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych w przestrzeni jest ułatwione, jeżeli w żądanym kierunku znajdują się przewodniki metalowe takie, jak np. telegraficzne, telefoniczne lub przeznaczone dla prądów silnych. W razie zużytkowania w tym celu takich przewodników można zastosować stację nadawczą o daleko mniejszej mocy, niż przy urządzeniu bezprzewodowym.



Rys. 279.

Przy odpowiednim urządzeniu radjostacji nadawczej i odbiorczej, możliwe jest zużytkowanie powyższych linii dla radjokomunikacji bez ujemnego wpływu na czynność, do której są one normalnie przeznaczone.

Jeżeli w tych przewodnikach wznieść prądy szybkozmienne o różnej częstotliwości, powyżej 20 000 zmian na sekundę — dla nieprzeszkodzenia zwykłej komunikacji telefonicznej możliwym jest za ich pośrednictwem osiągnąć kilka radjokomunikacji naraz.

Tego rodzaju urządzenia posiadają poza tem zaletę, że odpowiednia kierunkowość danej komunikacji jest zapewniona.

Jak wygląda takie urządzenie, można zdać sobie sprawę z układu połączeń, wskazanego na rys. 279. *)

W radjokomunikacji przewodowej stosuje się lampy katodowe, zarówno jako wytwarzacze fal, jak i ich wykrywacze i wzmacniacze.

W środkowej części rysunku wskazana jest linja telefoniczna dwuprzewodowa AB . W dolnej części przyłączona do niej stacja nadawcza radjotelefonu, a w górnej — odbiorcza.

Przyłączenie tych stacji do przewodów uskutecznia się zapomocą sprzężenia indukcyjnego przez włączenie w przewody a_1 i a_2 cewek l_1 i l_2 o małej samoindukcji, aby nie przesadzały normalnemu działaniu zwykłego połączenia telefonicznego.

W układzie stacji nadawczej umieszczona jest lampa katodowa, działająca jako wytwarzacz fal elektromagnetycznych. Jest ona sprzężona za pośrednictwem cewki L_1 z cewką l_1 . Zapomocą znajdujących się w obwodzie drgań: zmiennej indukcyjności L_1 i zmiennej pojemności C_2 — można nastroić obwód na żadaną liczbę drgań. Obwód mikrofonu (MB_m) jest włączony za pośrednictwem transformatora (T). W ten sposób mikrofon wpływa na zmiany potencjału siatki lampy katodowej, które powodują zmiany w drganiach obwodu wysokiej częstotliwości $C_1 L_1$, odpowiadające drganiom błony mikrofonowej. Drgania te zapomocą cewki l_1 przechodzą do linii $a_1 a_2$ i rozchodzą się w stronę A . Dla omińnięcia uzwojenia przenośnika T przez prędy szybkozmiennne włącza się równolegle do niego kondensator C o małej pojemności.

Obwód stacji odbiorczej składa się z nastrajanego obwodu drgań $L_2 C_2$. Wywołane w nim drgania przenoszą się na siatkę lampy katodowej, która dzięki kondensatorowi C_3 i włączonemu do niego równolegle oporowi, posiada własność detektora. Wahania potencjału siatki wywołają odpowiednie drgania błony telefonu, umieszczonego w obwodzie anodowym.

*) Rysunek ten jest zaczerpnięty, za pozwoleniem autora, z artykułu J. Groszkowskiego „Radjotelefonja i radjotelegrafia przewodowa”, „Przeł. El.”, 1921 r., Z. 6 i 7, w którym podane są również szczegóły takich urządzeń.

Zarówno stacje nadawcze, jak i odbiorcze, mogą być umieszczane w dowolnym miejscu linii.

Budowa radjostacji przewodowych jest już o tyle udoskonalona, że posługiwanie się nimi nie wiele się różni np. od manipulacji ze zwykłym telefonem, a obsługa ich również ogranicza się tylko do zamiany przepalonych lamp katodowych i ładowania akumulatorów.

Radjotelegrafia i radjotelefonja przewodowa znajdują też coraz większe zastosowanie na liniach telefonów międzymiastowych, na liniach wysokiego napięcia (przy zastosowaniu bezpieczniejszego sprzężenia pojemnościowego), w kolejnictwie i t. p.

Przy użytkowaniu tych nowoczesnych zdobyczy techniki, ma się możliwość wielokrotnego równoczesnego użytkowania istniejących linii do telegrafji i telefonji. *)

C. Telegrafja ziemna

W czasie ostatniej wojny znalazł zastosowanie inny rodzaj komunikacji telegraficznej, a mianowicie t. zw. telegrafja ziemna, w której rolę przewodnika odgrywa częściowo ziemia, lecz głównie działa tu zjawisko indukcji. **)

Urządzenie takie zazwyczaj posługuje się jako aparatami nadawczymi i odbiorczymi telefonami typu wojskowego, zaopatrzonymi w brzęczyki i w klucze Morsa, połączonymi z antenami uproszczonej budowy.

Antena nadawcza posiada długość m. w. 50 m — odbiorcza 80 do 100 m. Anteny te składają się z drutu izolowanego, położonego w ziemi, przyczem oba końce każdej z nich są uziemione. Anteny, dla skutecznego działania, powinny posiadać kierunek równoległy do siebie.

Prąd, pochodzący z baterji, włączanej zapomocą klucza Morsa, przechodzi przez brzęczyk aparatu nadawczego, w którym zamienia się na prąd zmienny, który częściowo płynie przez ziemię, częściowo indukcyjnie oddziałuje na obwód odbiorczy. Dzięki temu powstają w obwo-

*) patrz szczegółowe opisy ETZ 1920 H. 36 K. W. Wagner „Betriebsverfahren im Mehrfachfernsprechen und Mehrfachtelegraphieren mit Hochfrequenz“, oraz C. W. Kollatz „Die Fernsprechtechnik. Berlin 1922.

**) opisy szczegółowe takich urządzeń patrz Przegl. El. 1921, z. 4. K. Dobrski „Telegrafja ziemna“ i z. 19, W. Łukasiewicz „Ziemia w praktyce Wojsk Łączności“. J. Machcewicz. „Radjotelegrafia i Radjotelefonja“. Warszawa 1922.

dzie odbiorczym prędy zmienne. Jako przyrząd odbiorczy, najczęściej stosowana jest słuchawka telefonowa, połączona ze wzmacniaczem katodowym. Odbioranie depesz odbywa się zapomocą znaków Morsa, gdyż komunikacja telefoniczna byłaby zbyt niewyraźna.

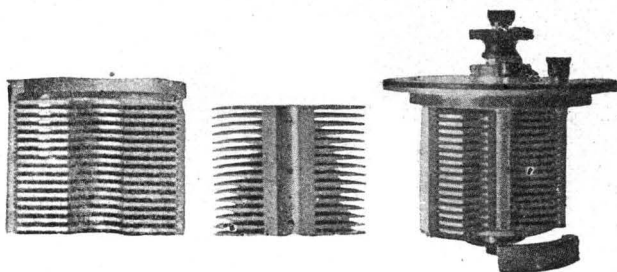
Urządzenia takie mogą być stosowane tylko na niedużych odległościach, naprz. na paru kilometrach, pomimo to, w czasie wojny, przy trudności przekładania przewodów pod ogniem nieprzyjaciela, oddały one duże usługi.

D. Radjotelemechanika

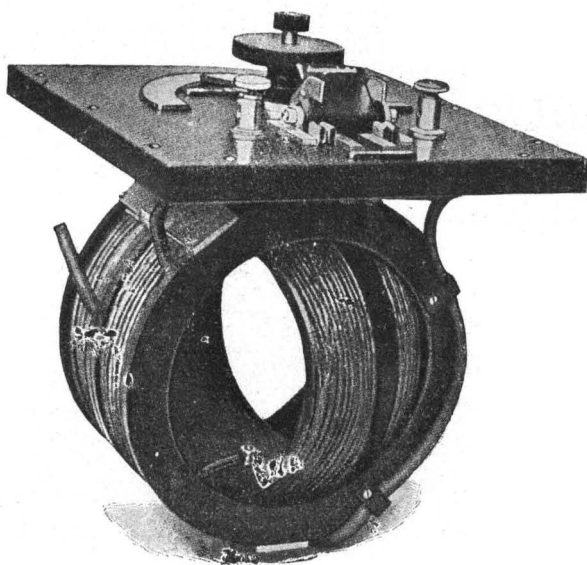
Oprócz stosowania fal elektromagnetycznych dla przesyłania bez drutów sygnałów i dźwięków na odległość, jak to jest stosowane w radjotelegrafji i radjotelefonji, fale te będą mogły służyć do przenoszenia na odległość energii wogóle. Zapoczątkowanie w tym względzie już zrobiono: były robione pomyslnie doświadczenia uruchomienia na odległość różnych urządzeń, zaopatrzonych w dodatkowe miejscowe źródła energii, jak naprz.: włączanie i wyłączanie oświetlenia elektrycznego, uruchomienie i zatrzymywanie silników i t. d., a nawet kierowanie ruchem torped wodnych i samolotów. Dalszym postępowaniem w tym względzie byłoby przesyłanie bez drutu na odległość większych zasobów energii z możliwie małą stratą.

Odkrywa się więc pole dla wynalazczości w nowej gałęzi elektrotechniki — radjotelemechanice.

TABLICA V

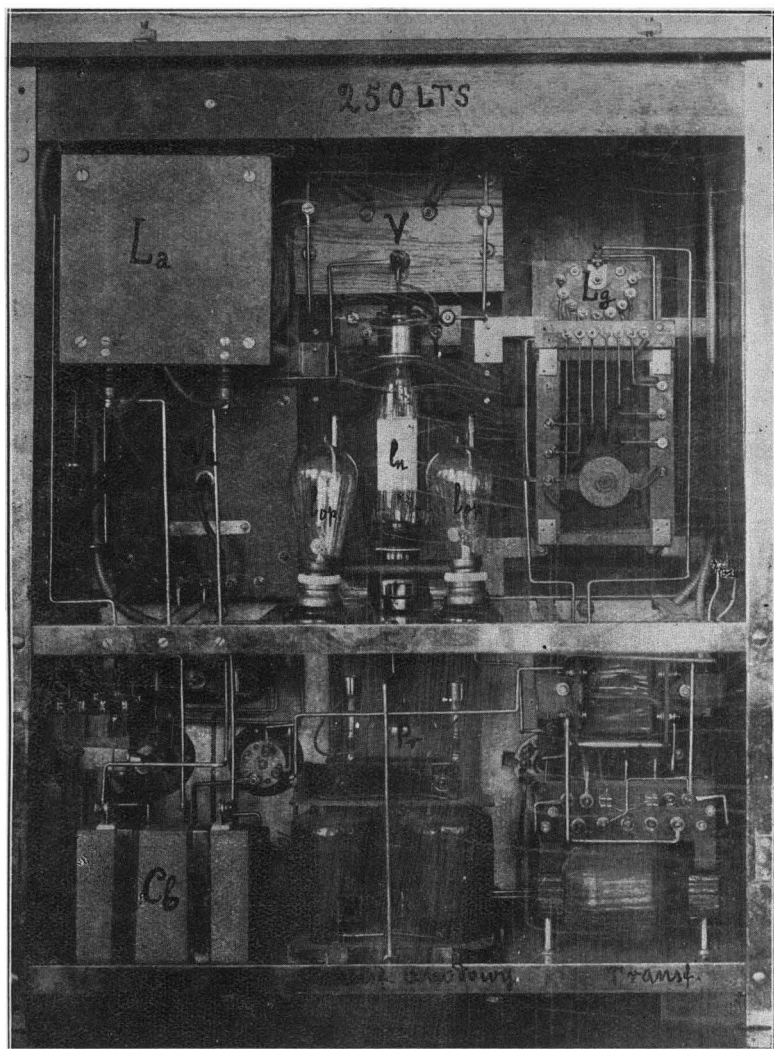


Rys. 280.



Rys. 281.

TABLICA VI



Rys. 282.

Wydawnictwa Stowarzyszenia Pracowników Księgarskich w Warszawie

- Baczyński S.** Miecz i korona.
Gąsowski J. Wiosna śmierci.
Gąsiorowski W. Pigularz. Powieść.
Gnoiński K. inż. Elektrotechnika prądów słabych.
z. I. Źródła prądu. Sygnalizacja domowa i alarmowa.
z. II. Telefonja.
z. III. Telegrafja, linje prądu słabego, Radio.
z. IV. Sygnalizacja kolejowa i inne.
Gomulicki W. Bój olbrzymów. Powieść.
Grodzicka-Czechowska. Poezje. W Stepach.
Ku Ojczyźnie.
Jeske-Choiński T. Historia żydów w Polsce.
Konar A. Jesień. Powieść.
Maziński-Tarło W. Zasady radjotelegrafji.
Merunowicz T. Żydowska polityka narodowa doby obecnej.
Minkiewicz R. U wiecznych wrót tęsknicy.
Młynarski Dr. F. Siła nabywca pieniądza.
Modelski J. Podręcznik do powlekania metali za pomocą elektryczności.
Noyszewski St. Dziennik człowieka niepotrzebnego.
Olechowski G. Legja rycerska.
" Księga nowej wiary.
" Przodownicy.
" U wrót Barbarji.
Olkiewicz A. Opaczne historie.
" Załamania.
Przybyszewski S. Gody życia. Dramat.
Radliński I. J e h o w a.
Rappaport Dr. E. Carat i rewolucja.
Sclavus. Ugodowcy. Powieść
Walewska G. Błąd. Powieść.
Zaleska I. M. Pamiętnik dobrego dziecka.

OSTATNIO WYDANE:

- Andrejew I.** Pamiętnik szatana.
Conan Doyle. Mistrz z Krocksley.
Garlikowska H. Żar. Powieść, wyd. III.
Maciejowski J. Jabłko szatana. Powieść.
Mille Pierre. Kurtyzana.
Mirbeau O. Ogród udręczeń.
Olechowski G. Dzieje mężczyzny. Powieść.
" Psycholog i poganka. Powieść.
Thomas S. Teorja arytmetyki, cz. I. Wydanie nowe przerobione i uzupełnione.
Ostrowska B. Pierścień życia, opr.