

# WIADOMOŚCI TELETECHNICZNE

## DODATEK MIESIĘCZNY DO PRZEGLĄDU TELETECHNICZNEGO

	str.		str.
1. Telegrafja podakustyczna . . . . .	37	4. O czym mówią praktycy . . . . .	48
2. Kable telefoniczne dalekosiężne . . . . .	39	5. Rozmowy z naszymi czytelnikami . . . . .	48
3. Wyznaczanie miejsc uszkodzeń obwodów kablowych . . . . .	45		

### TELEGRAFJA PODAKUSTYCZNA.

W skład każdego obwodu telegraficznego wchodzi urządzenie stacyjne nadawczo-odbiorcze oraz przewody połączeniowe. Przewody, łączące aparaty telegraficzne, stanowią najpoważniejszą część kosztów instalacji obwodów telegraficznych, tem większą, im dłuższy jest przewód. Chcąc zmniejszyć powyższe koszty, staramy się jaknajbardziej wykorzystać przewody przez stosowanie odpowiednich urządzeń.

Poznaliśmy już dwa sposoby takiego wielokrotnego wykorzystania przewodów do celów telegraficznych w art. p. t. „Obwody simultaneousne i kombinowane” (Nr. 8 Wiadom. Telet. z 1933 r.). Mianowicie opisaliśmy w powyższym artykule obwód **simultanowy** (zwany obecnie **pospólnym**) oraz obwód **kombinowany** (zwany obecnie **pochodnym**) z **simultanem**. Zarówno jeden, jak i drugi obwód, pozwalał na **jednoczesne** telefonowanie i telegrafowanie po tych samych przewodach—bez wzajemnego przeszkadzania sobie.

Mianowicie w obwodzie pospólnym, dzięki zastosowaniu dwóch **przenośników**, czyli transformatorów telefonicznych, można z druty przewodu wykorzystać do urządzenia jednego połączenia telefonicznego oraz jednego połączenia telegraficznego, pracujących jednocześnie.

Podobnie dwa obwody telefoniczne, przy zastosowaniu sześciu przenośników, pozwalają na wytworzenie trzeciego obwodu telefonicznego, czyli obwodu pochodnego, na którym można urządzić jeszcze jedno połączenie telegraficzne. W danym przypadku 4 druty przewodów pozwalają na jednoczesne telefonowanie trzem parom abonentów oraz na pracę na jednym obwodzie telegraficznym.

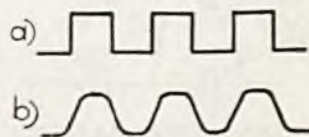
W artykule niniejszym zapoznamy się z jeszcze jednym sposobem wielokrotnego wykorzystania przewodów, mianowicie z **telegrafją podakustyczną**.

W miarę rozwoju telefonicznej sieci kablowej dalekosiężnej oraz zwijania linii i przewodów telefonicznych napowietrznych, powstawała trudność z istniejącymi połączeniami telegraficznymi. Mianowicie w tych przypadkach, gdy połą-

czenia telegraficzne były pospólne (simultanowe), lub pospólne na obwodach pochodnych (simultanowe na kombinacji), wraz ze znoszeniem przewodów telefonicznych pozbywaliśmy się również i połączeń telegraficznych. W tych zaś przypadkach, gdy istniały osobne przewody telegraficzne, niejednokrotnie nie opłacało się utrzymywać dla nich osobnych linii.

W takich przypadkach należało pomyśleć o wielokrotnem wykorzystaniu istniejących obwodów kablowych do celów telegrafji, a jedno z rozwiązań dała właśnie telegrafja podakustyczna. Aczkolwiek obwody kablowe wykorzystywała się z reguły dla połączeń pochodnych (a więc również połączeń telefonicznych), to jednak połączeń simultaneousnych na kablach nie stosuje się, bowiem w kablach dalekosiężnych nie wolno uziemiać przewodów, co jest konieczne przy połączeniach simultaneousnych

Przy urządzeniach telegrafji podakustycznej, które stosujemy zasadniczo na obwodach kablowych, wykorzystywała również przewody telefoniczne, pracując przytem na prądach o częstotliwości teoretycznie do 80 okr./sek. (praktycznie do 40—50 okr./sek.). Nie przeszkadza to prądom telefonicznym (czyli prądom o częstotliwości słyszalnej (akustycznej), gdyż częstotliwość ich zawiera się, jak wiadomo, w granicach od 300 okr./sek. do 2.500 okr./sek.

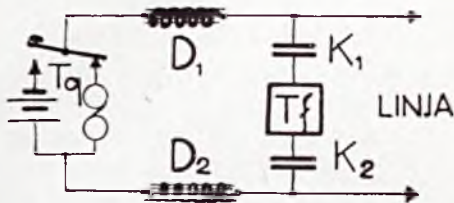


RYS. 1. WYKRES PRĄDU TELEGRAFICZNEGO.

Zanim przystąpimy do opisu urządzeń telegrafji podakustycznej, wyjaśnimy dlaczego mówimy o „częstotliwości” prądu telegraficznego, choć prąd ten jest w zasadzie prądem stałym. Rozpatrzmy wykres zmian prądu telegraficznego, np. przy nadawaniu kropek, które polega na przerywaniu i zamykaniu obwodu. Teoretyczny taki wykres jest podany na rys. 1-a, zaś rzeczy-

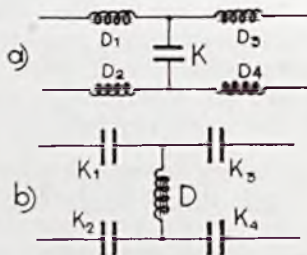
wisty—na rys. 1b. Jak widać z tego rysunku, przebieg krzywej prądu telegraficznego przypomina przebieg prądu zmiennego, można zatem mówić o częstotliwości prądów telegraficznych. Jeśli np. mamy do czynienia z aparatem telegraficznym, pracującym przy zastosowaniu alfabetu 5-cioimpulsowego z szybkością 600 znaków na minutę, co daje  $5 \times 600 = 3000$  impulsów na minutę, czyli  $3000 : 60 = 50$  impulsów na sekundę, to częstotliwość wynosi 2 razy mniej, czyli 25 okresów na sekundę.

Jak zaznaczyliśmy wyżej, prąd telegraficzny o częstotliwości do 40–50 okr./sek., nie przeszkadza prądom telefonicznym o częstotliwościach słyszalnych, które są o wiele wyższe. Z drugiej jednak strony komunikacja telefoniczna wymaga



RYC. 2. ZASADA DZIAŁANIA URZĄDZEŃ TELEGRAFII PODAKUSTYCZNEJ.

do sygnalizacji prądów, które normalnie posiadają częstotliwość 25 okr./sek. Gdyby w obwodach telefonicznych, na których pracują jednocześnie urządzenia telegrafii podakustycznej, przesyłałyby one komunikacji telegraficznej, bowiem częstotliwość 25 okr./sek. zawiera się właśnie w paśmie częstotliwości, używanych w telegrafii. Dlatego też w obwodach telefonicznych, które są wykorzystywane dla urządzeń telegrafii podakustycznej, stosujemy prądy sygnałowe o częstotliwości, wynoszącej 500 okr./sek., a więc o częstotliwości, zawierającej się w granicach częstotliwości słyszalnych. (Prądy sygnałowe o częstotliwości 500 okr./sek. stosujemy również w obwodach telefonicznych, przechodzących przez wzmacniaki).

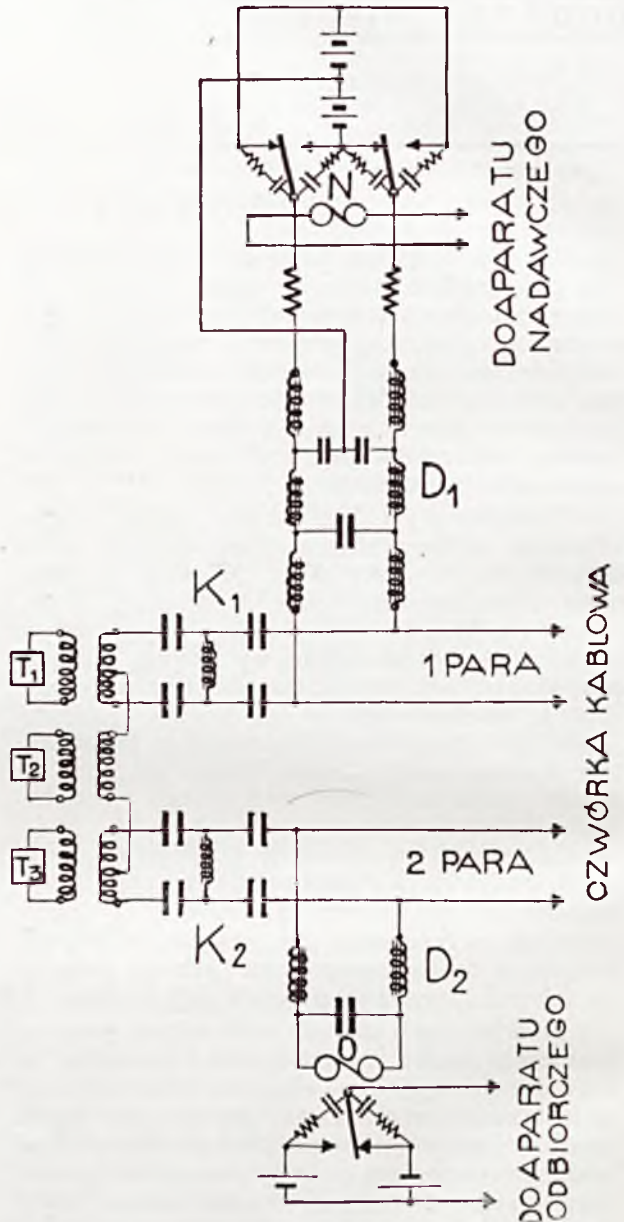


RYC. 3. FILTRY: a) TELEGRAFICZNY I b) TELEFONICZNY.

Urządzenie telegrafii podakustycznej można by zainstalować na jednym obwodzie telefonicznym. Uproszczony schemat połączeń takiego urządzenia (niestosowanego obecnie w praktyce) pokazuje rys. 2. Jak widać z powyższego schematu, do dwudrutowego przewodu jest włączony zarówno aparat telefoniczny Tf, jak i aparat telegraficzny Tg—przy zastosowaniu filtru, który ma za zadanie segregowanie prądów: telefonicz-

nego i telegraficznego. Mianowicie filtr ten ma za zadanie kierowanie prądów telefonicznych (o częstotliwości słyszalnej) do aparatu telefonicznego, a prądów telegraficznych (o częstotliwości podakustycznej)—do aparatu telegraficznego.

Na schemacie, podanym na rys. 2, rolę filtru grają kondensatory  $K_1$  i  $K_2$  oraz dławiki  $D_1$  i  $D_2$ . Aparat telefoniczny Tf jest włączony (wraz z szeregowo z nim połączeniami kondensatorami  $K_1$  i  $K_2$ ) równolegle do przewodu. Szeregowo



RYC. 4. SCHEMAT URZĄDZENIA TELEGRAFII PODAKUSTYCZNEJ.

z aparatem telegraficznym Tg są połączone dławiki  $D_1$  i  $D_2$ .

Kondensatory i dławiki są tak dobrane, że kondensatory przepuszczają do aparatu telefonicznego Tf prądy telefoniczne, nieprzepuszczają zaś do prądów telegraficznych. Z drugiej zaś strony dławiki przepuszczają do aparatu telegraficznego prądy telegraficzne, nie przepuszczają zaś

prądów telefonicznych. Przyczyna powyższego przepuszczania, względnie nieprzepuszczania prądów opiera się na znanych zjawiskach, polegających na tem, że: 1) kondensatory przepuszczają łatwo prądy o dużych częstotliwościach (prądy telefoniczne), zaś nie przepuszczają (względnie trudno przepuszczają) prądy o małych częstotliwościach (prądy telegraficzne) oraz 2) dławiki przepuszczają łatwo prądy o małych częstotliwościach (prądy telegraficzne), zaś nie przepuszczają (względnie trudno przepuszczają) prądy o dużych częstotliwościach (prądy telefoniczne).

Powyższe właściwości dławików i kondensatorów wykorzystano przy budowie filtrów, używanych przy stosowanych w praktyce urządzeniach telegrafii podakustycznej, pracujących na dwóch obwodach telefonicznych (na czwórce kablowej). Na rys. 3a jest pokazany schemat **filtra telegraficznego**, czyli **dławikowego**, zaś na rys. 3b—schemat **filtra telefonicznego**, czyli **kondensatorowego**.

Filtr telegraficzny (rys. 3a) składa się z dławików:  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  i  $D_4$ , połączonych szeregowo oraz kondensatora  $K$ , włączonego równolegle do przewodu. Filtr telegraficzny przepuszcza łatwo prądy telegraficzne, zaś dla prądów telefonicznych stanowi bardzo duży opór.

Filtr telefoniczny (rys. 3b) składa się np. z kondensatorów:  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  i  $K_4$ , połączonych szeregowo oraz dławika  $D$ , włączonego równolegle do przewodu. Filtr telefoniczny przepuszcza łatwo prądy telefoniczne, zaś dla prądów telegraficznych stanowi bardzo duży opór.

Filtry: dławikowy i kondensatorowy znajdują zastosowanie w urządzeniu telegrafii podakustycznej, którego uproszczony schemat dla jednej stacji podaje rys. 4. Jak widać z tego rysunku, 2 pary przewodów kablowych jednej czwórki kablowej są skombinowane, dzięki zastosowaniu trzech przenośników, tak, iż można na nich prowadzić trzy rozmowy telefoniczne. W szereg z pierwotnymi uzwojeniami przenośników, których drugie uzwojenia są zamknięte na aparaty telefoniczne  $T_1$ ,  $T_2$  i  $T_3$ , są włączone filtry telefoniczne (kondensatorowe)  $K_1$  i  $K_2$ , które przepuszczają łatwo prądy telefoniczne, o wyższej częstotliwości, blokują zaś prądy telegraficzne, o małej częstotliwości.

Równolegle do pierwszej pary kablowej jest dołączony filtr  $D_1$ , prowadzący do telegraficznego urządzenia nadawczego. Jest to filtr telegraficzny (dławikowy), przepuszczający łatwo prądy telegraficzne, a blokujący prądy telefoniczne.

Podobnie do drugiej pary kablowej jest dołączony filtr  $D_2$ , prowadzący do telegraficznego urządzenia odbiorczego. Jest to również filtr telegraficzny (dławikowy), przepuszczający łatwo prądy telegraficzne, a stanowiący zaporę dla prądów telefonicznych.

Na drugiej stacji (na drugim końcu czwórki kablowej) należy wyobrazić sobie podobne urządzenie do podanego na rys. 4, z tą tylko różnicą, że telegraficznie urządzenie nadawcze jest na niej dołączone do drugiej pary kablowej, a telegraficznie urządzenie odbiorcze—do pierwszej pary.

Abi praca aparatów telegraficznych nie przeszkadzała rozmowom telefonicznym, obie żyły każdego obwodu kablowego muszą posiadać jednakowe właściwości elektryczne. Dlatego też i w filtrach dołączanych do obwodów, dajemy jednakowe dławiki i kondensatory w obu żyłach, aby zachować zawsze całkowitą symetrię obwodów.

Bardzo ważnymi częściami składowymi urządzeń telegrafii podakustycznej są **przekazniki: nadawczy N i odbiorczy O** (rys. 4). Przekazniki te są polaryzowane, a więc bardzo czułe (szczególnie czuły jest przekaznik odbiorczy). Rola tych przekazników jest następująca: jeśli aparat nadawczy wyśle impuls prądu, zostanie wzbudzony przekaznik nadawczy  $N$ , którego kotwiczki zostaną uruchomione, co spowoduje wysłanie z baterji nadawczej impulsu prądu na linię poprzez dławik telegraficzny  $D_1$ . Podobnie, gdy do naszego przekaznika odbiorczego zostanie wysłany poprzez dławik  $D_2$  impuls prądu, kotwiczka jego zostanie uruchomiona, co spowoduje wysłanie z miejscowej baterji odbiorczej impulsu prądu do aparatu odbiorczego.

Urządzenia telegrafii podakustycznej wykonywa się zazwyczaj w układzie przeciwsobnym różnicowym (o układzie tym p. art. p. t. „Układy telegraficzne przeciwsobne” Nr. 2/35 r. Wiadom. Telet.).

Urządzenia telegrafii podakustycznej pracują prądami roboczymi o małym natężeniu, które na obwodach kablowych wynosi około 4 mA, ze względu na cewki Pupina, przez uzwojenia których nie można przepuszczać zbyt dużych prądów. W urządzeniach telegrafii podakustycznej na przewodach napowietrznych stosujemy prądy o natężeniach znacznie większych, bo dochodzących do 15 mA. Napięcie baterji, zasilającej urządzenie telegrafii podakustycznej, wynosi  $2 \times 24 V$ .

## KABLE TELEFONICZNE DALEKOSIĘŻNE.

(Dokończenie do str. 32 Nr. 3 Wiadom. Teletechn.)

c) **Indukcyjność** obwodów kablowych jest bardzo mała w porównaniu do indukcyjności przewodów napowietrznych. Ponieważ powiększenie indukcyjności obwodów kablowych zmniejsza ich tłumienie, stosuje się sztuczne powiększenie tej indukcyjności przez:

- 1) **krarupizację** lub
- 2) **pupinizację**.

**Krarupizacja**, polegająca na powiększeniu indukcyjności obwodów kablowych przez owinięcie miedzianych żył kabla drutem lub wstęgą z miękkiego żelaza, nie ma zastosowania w lądowych kablach dalekosiężnych, a tylko w kablach morskich.

Zwiększanie indukcyjności, obwodów kabli dalekosiężnych odbywa się drogą **pupinizacji**.

Pupinizacja polega na włączaniu w obwód kablowy co pewien odcinek **cewek Pupina**, (p. niżej). Cewki Pupina posiadają znaczną indukcyjność, dzięki której tłumienie obwodów kablowych zmniejsza się, przez co zwiększa się ich zasięg.

Obecnie w telefonicznych linjach kablowych dalekosieżnych jest stosowana pupinizacja dwóch typów: tak zwany **typ Ia** (jest to typ pupinizacji, zaprojektowany przez amerykańską f. **Standard'a**) oraz **typ Ib** (jest to typ pupinizacji, stosowany przez niemiecką f. **Siemens'a**).

W **typie Ia** odległość jednej cewki Pupina od drugiej, czyli t. zw. **odcinek pupinizacyjny** wynosi 1 830 m. W **typie Ib** odcinek pupinizacyjny ma 2 000 m długości. Odchylenia długości odcinków pupinizacyjnych mogą dochodzić do  $\pm 2\%$ .

Poza powyższymi dwoma typami pupinizacji istnieje jeszcze mało używany **typ II**, w którym długość odcinka pupinizacyjnego wynosi 1 700 m, również z dopuszczalnym odchyleniem  $\pm 2\%$ .



RYS. 6. SCHEMAT CEWKI PUPINA.

W każdym z powyższych trzech typów pupinizacji odróżniamy dwa stopnie pupinizacji: **pupinizację mocną** oraz **pupinizację słabą** — w zależności od wielkości indukcyjności stosowanych cewek Pupina.

W poniższej tabeli podano, obok wielkości średniej pojemności skutecznej obwodów kablowych w  $\mu F/km$ , indukcyjność cewek Pupina w milihenrach ( $mH$ ), stosowanych dla obwodów rzeczywistych i pochodnych (inaczej: kombinowanych) we wszystkich typach pupinizacji (Ia, Ib i II) — dla dwóch stopni pupinizacji: mocnej i słabej.

Tabela I.

Typ pupinizacji	Średnica żył w mm	Rodzaj obwodu	Średnia pojemność skuteczna w $\mu F/km$	Indukcyjność cewek Pupina w $mH$	
				Pupinizacja mocna	Pupinizacja słaba
Ia	0,9	macierz. pochodny	0,0385 0,0625	177 63	44 25
	1,3	macierz. pochodny	0,0385 0,0625	177 63	— —
Ib	0,9	macierz. pochodny	0,0335 0,0540	200 70	50 20
	1,4	macierz. pochodny	0,0355 0,0570	190 70	— —
II	0,9	macierz. pochodny	0,0335 0,0540	140 56	— —
	1,4	macierz. pochodny	0,0355 0,0570	140 56	30 12

Zaznaczyliśmy wyżej, że tłumienie obwodów kablowych zależy od wielkości częstotliwości przesyłanych prądów rozmównych. Przypominamy, że prądy rozmowne posiadają częstotliwość, wynoszącą od 300 okr./sek do 2 500 okr./sek. (Por. artykuł: „Tłumienie przewodów napowietrznych”). Pupinizacja kablowych obwodów rozmównych musi być tak wykonana, aby prądy o tych częstotliwościach nie były nadmiernie tłumione.

Prądy o wyższych częstotliwościach są przez obwody kablowe więcej tłumione, niż prądy o częstotliwościach niższych. Ta najwyższa częstotliwość prądu, która jest jeszcze przepuszczalna przez kabel bez znacznego tłumienia, nazywa się **częstotliwością graniczną**. Ponieważ dla zrozumienia mowy ludzkiej pasmo przesyłanych częstotliwości musi się zawierać pomiędzy 300 okr./sek. a 2500 okr./sek., częstotliwość graniczna dla obwodów kablowych telefonicznych musi być nie mniejsza, niż 2500 okr./sek.

Inaczej jest przy transmisjach radiowych przez obwody kablowe, przy których dla muzyki wymagane jest przesyłanie pasma częstotliwości od 50 okr./sek. do 10000 okr./sek. Dlatego też częstotliwość graniczna radiowych obwodów kablowych musi być nie niższa od 10000 okr./sek.

Wielkość częstotliwości granicznej obwodu kablowego zależy od stopnia jego pupinizacji. Mianowicie im mocniej obwód kablowy jest spupinizowany, tem częstotliwość graniczna przesyłanych prądów jest niższa, a więc tem szersze jest pasmo przesyłanych częstotliwości. Z tego wynika wniosek, że chcąc, by przez obwód kablowy można było przepuszczać szerokie pasmo częstotliwości, należy je pupinizować słabo, czyli stosować cewki Pupina o małej indukcyjności.

Z powyższego powodu kablowe obwody radiowe są pupinizowane bardzo słabo. Np. w systemie Standarda indukcyjność cewek Pupina dla kablowych obwodów radiowych o średnicy żył 1,3 mm wynosi tylko 15,5  $mH$ , a w systemie Siemens'a — dla obwodów o średnicy żył 0,3 mm — tylko 9,4  $mH$ .

Wogóle obwody kablowe musimy tem słabiej pupinizować, im większe pasmo częstotliwości chcemy przez nie przepuścić. Przytem należy pamiętać jednak o tem, że obwody kablowe słabo pupinizowane posiadają większe tłumienie, a więc mniejszy zasięg. Zatem przy pupinizowaniu obwodów kablowych wchodzi w grę dwie wielkości, które przeciwstawiają się sobie: tłumienie (zasięg) i częstotliwość graniczna. Przy pupinizacji należy zatem obie te wielkości brać pod uwagę i w zależności od przeznaczenia obwodu pupinizować go słabiej lub mocniej.

Międzynarodowy Komitet Doradczy do spraw telefonji dalekosieżnej (w skróceniu nazwy francuskiej: C. C. I. F.) zaleca, aby zmniejszać podane wyżej odcinki pupinizacyjne (1830 m i 2000) oraz indukcyjność cewek Pupina. Inne mi słowy Komitet Doradczy zaleca stosowanie gęściejszej i słabszej pupinizacji, w porównaniu do podanej w tabeli I.

W tabeli II podano wielkości częstotliwości granicznych dla obwodów kablowych macierz-

stych i pochodnych dla obu typów i stopni pupinizacji.

Tabela II.

Typ pupinizacji	Stopień pupinizacji	Częstotliwość graniczna (okr./sek.)	
		Obwód macierzysty	Obwód pochodny
I a	mocna	2900	3600
	słaba	5800	6000
I b	mocna	2750	3670
	słaba	5340	6840

Z tabeli II wynika, że częstotliwość graniczna jest większa dla obwodów kablowych pupinizowanych słabiej.

Tabela III podaje wielkości współczynnika tłumienia  $\beta$  w neperach na 1 km. obwodów kablowych o średnicach żył: 0,9 mm, 1,3 mm i 1,4 mm dla różnych typów i stopni pupinizacji przy częstotliwości prądu, wynoszącej 800 okr./sek.

Tabela III.

Typ pupinizacji	Stopień pupinizacji	Średnica żył mm	$\beta$ (N/km) dla obwodów macierzystych	$\beta$ (N/km) dla obwodów pochodnych
I a	mocna	0,9	0,0217	0,0228
	mocna	1,3	0,0121	0,0125
	słaba	0,9	0,0390	0,0328
	słaba	1,3	0,0197	0,0166
I b	mocna	0,9	0,0197	0,0210
	mocna	1,4	0,0097	0,0101
	słaba	0,9	0,0307	0,0350

Znając współczynnik tłumienia  $\beta$ , czyli tłumienie, przypadające na 1 km obwodu kablowego, możemy łatwo określić zasięg w km dla danego rodzaju obwodu, dzieląc całkowite dopuszczalne tłumienie dla obwodu kablowego przez współczynnik tłumienia.

O ile np. przyjmemy, że największe dopuszczalne tłumienie  $b$  dla obwodu kablowego o średnicy żył 0,9 km, spupinizowanego mocno według typu Ia, wynosi 1,3 N, to maksymalny zasięg  $l$  tego obwodu będzie wynosił:

$$l = \frac{b}{\beta} = \frac{1,3}{0,0217} = 60 \text{ km.}$$

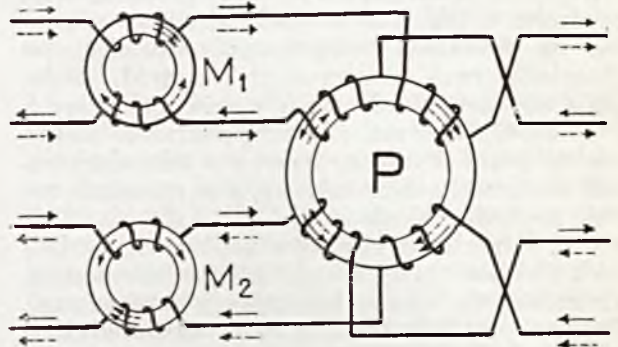
Tabela IV podaje zasięg obwodów pupinizowanych i niepupinizowanych, przy założeniu, że tłumienie obwodu wynosi najwyżej 1,5 N. Z tabeli tej widać, że zasięg obwodów kablowych zwiększa się dzięki pupinizacji trzy- a nawet pięciokrotnie.

Tabela IV.

Średnica żył mm	Zasięg dla obw. pupiniz. km.	Zasięg dla obw. niepupiniz. km.
0,9	75	22
1,3	130	32
1,4	150	34

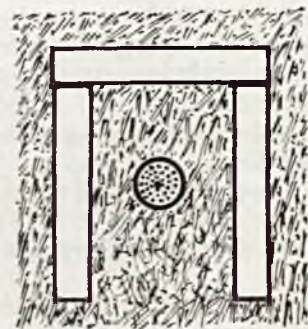
### Pupinizowanie obwodów kablowych.

W tym przypadku, gdy obwody kablowe nie są wykorzystywane do utworzenia obwodów pochodnych (kombinowanych) cewkę Pupina z dwoma uzwojeniami włącza się w obwód kablowy według schematu, podanego na rys. 6. Kierunki nawinięcia uzwojeń powinny być przytem takie, aby strumienie magnetyczne, wywoływane przez obydwa uzwojenia, posiadały ten sam kierunek.



RYS. 7. ZESPÓL PUPINIZACYJNY.

W kablach dalekosiężnych, ze względu na duży ich koszt, stosuje się z reguły obwody pochodne (kombinowane), dzięki czemu na jednej czwórce możemy prowadzić 3 rozmowy: 2 na obwodach rzeczywistych i 1 na obwodzie pochodnym. W tych warunkach do spupinizowania jednej czwórki stosuje się **zespół pupinizacyjny**, złożony z **trzech cewek**; dwie z tych cewek,  $M_1$  oraz  $M_2$  służą do spupinizowania rzeczywistych obwodów, zaś trzecia cewka  $P$ , do spupinizowania obwodu pochodnego (rys. 7).



RYS. 8. ZABEZPIECZENIE KABLA OD USZKODZEŃ.

Nie wchodząc narazie w szczegóły budowy cewek Pupina, co będzie przedmiotem osobnego artykułu, zaznaczmy jedynie, że cewki te mają postać pierścieni, wykonanych ze specjalnych stopów, na których nawinięte są dwa uzwojenia, wykonane z drutu izolowanego, którego końcówki są wyprowadzone nazewnątrz. Zespoły cewek Pupina umieszcza się w pudłach blaszanych, a te z kolei w szczelnych skrzyniach żeliwnych. Cewki w pudłach oraz przestrzeń pomiędzy pudłami i skrzyniami są zalane masą izolacyjną. Końce uzwojeń cewek są wyprowadzone nazewnątrz przy pomocy ogumowanych przewodników.

W zespole pupinizacyjnym, podanym na rys. 7, strzałkami pełniami podano chwilowe kierunki prądów i strumieni magnetycznych, przepływających podczas rozmów, prowadzonych na obwodach macierzystych, zaś strzałkami przerywanymi—chwilowe kierunki prądów i strumieni magnetycznych, przepływających podczas rozmowy prowadzonej na obwodzie pochodnym.

Jak widać z powyższych obiegów prądów i strumieni, cewki Pupina powinny posiadać cewki, nawinięte w takich kierunkach, aby przy rozmowie na obwodach macierzystych strumienie w rdzeniach cewek macierzystych ( $M_1$  i  $M_2$ ) dodawały się, zaś w rdzeniach cewek pochodnych ( $P$ )—znosiły się oraz, aby przy rozmowie na obwodzie pochodnym—strumienie w rdzeniach cewek macierzystych znosiły się, a w rdzeniach cewek pochodnych—dodawały.

d) Pupinizacja obwodów kablowych, aczkolwiek zwiększa zasięg ich do kilkuset kilometrów, nie rozwiązuje sprawy komunikacji dalekosiężnej. Dopiero zastosowanie i rozwój **wzmacniaków** umożliwiło komunikację telefoniczną na dowolnie wielkie odległości, przy małej średnicy żył kablowych.

Omówienie wzmacniaków odkładamy do osobnego artykułu. Narazie zaznaczmy, że wzmacniakiem jest takie urządzenie, które służy do wzmacniania i przekazywania telefonicznych prądów rozmównych. Najistotniejszymi częściami urządzeń wzmacniakowych są **lampy katodowe**.

### 3. Budowa linii kablowych.

Przy budowie dalekosiężnych linii kablowych wykonywa się prace w następującej kolejności:

- wytrasowanie linii kablowej oraz ustalenie punktów pupinizacyjnych,
- przygotowanie specjalnie trudnych miejsc, jak: mostów, wiaduktów, przejść przez drogi, strumienie i t. p.,
- wykopanie rowu kablowego i ułożenie kabla,
- montaż kabla,
- próby sprężonym powietrzem,
- pupinizacja,
- końcowe pomiary elektryczne i odbiór.

#### a) Wytrasowanie linii i ustalenie punktów pupinizacyjnych.

Przy wyborze trasy kablowej należy starać się o to, aby ona łączyła najkrótszą drogą punkty krańcowe linii kablowej, a przebiegała przytem przez jaknajwiększą ilość większych miast. Przytem mniej więcej co 75 km musi wypadać miejscowość, w której należy przewidzieć urządzenie stacji wzmacniakowej. W miejscowości takiej winno być źródło energii elektrycznej (elektrownia), potrzebne do zasilania tej stacji. Trasa kabla musi omijać przytem tereny, narażone na zalewy, osuwanie się ziemi i t. p. Ponadto musi być przewidziany możliwie łatwy dowóz materiałów, potrzebnych do budowy linii.

Pomiary długości trasy wykonywa się przy pomocy mierniczej taśmy stalowej o długości

50 m. Pomiary te są podstawą do ustalenia **odcinków wzmacniakowych i odcinków pupinizacyjnych**. Odcinki wzmacniakowe są to odcinki linii kablowej, zawarte pomiędzy dwiema sąsiednimi stacjami wzmacniakowymi. Długość odcinków wzmacniakowych wynosi u nas około 75 km. Odcinki pupinizacyjne są to odcinki linii kablowej, zawarte pomiędzy sąsiednimi skrzyniami z cewkami Pupina. Długość odcinków pupinizacyjnych w systemie Standard'a stosowanym w Polsce, wynosi 1830 m  $\pm 2\%$ .

Każdy odcinek wzmacniakowy zaczyna i kończy się półodcinkiem pupinizacyjnym, tak, iż z obu stron stacji wzmacniakowej mamy skrzynię z cewkami Pupina w odległościach, wynoszących po 915 m. od stacji.

Podczas wykonywania pomiarów długości trasy kablowej w miejscach, gdzie wypadają punkty pupinizacyjne, wbija się kołki oznaczeniowe, podając przytem dokładnie punkty te na planie.

#### b) Przygotowanie trudnych przejść.

Przygotowanie trudnych przejść przez mosty, mostki, tunele, drogi i t. p. polega na przygotowaniu odpowiedniej konstrukcji wsporczej dla kabla, układanego zazwyczaj w tych miejscach w rurach. Na małych słabych mostkach drewnianych konstrukcje wsporcze trzeba niejednokrotnie stawiać niezależnie od konstrukcyj samych mostków. Jeśli na trasie znajduje się znaczna ilość obiektów, które należy odpowiednio przystosować, to kolumnę roboczą należy wysłać odpowiednio wcześniej, by zdążyła ona skończyć swe prace przed rozpoczęciem układania kabla. Kolumna robocza, zajmująca się przystosowywaniem trudnych obiektów do układania kabla, musi być zaopatrzona w odpowiednie narzędzia ciesielskie i ślusarskie oraz ew. także i w kuźnię polową, potrzebną np. przy wyginaniu rur, przeznaczonych na tych obiektach do ochrony kabla.

#### c) Kopanie rowu i układanie kabla.

Przed rozpoczęciem kopania rowu na trasę powinny być rozesłane bębny z kablami w takiej ilości, aby zapewnić ciągłość pracy po i wykopaniu rowu umożliwić natychmiast układanie kabla.

Praca, połączona z układaniem kabla w ziemi, składa się z następujących czterech etapów: przygotowania rowu kablowego, ułożenia kabla w rowie, zabezpieczenia ułożonego kabla od uszkodzeń oraz

zasypania rowu i doprowadzenia nawierzchni do pierwotnego stanu.

**Przygotowanie rowu kablowego.** Po wyznaczeniu trasy kabla należy przedewszystkiem zdjąć na odpowiedniej szerokości nawierzchnię drogi. Zdjęty z nawierzchni materiał powinien być przechowany i użyty przy doprowadzeniu jej do pierwotnego stanu. Następnie należy przygotować rów, kopiąc go na głębokość około 80 cm.

Szerokość wykopu zależy od ilości kabli, jaka ma być w nim ułożona. Średnio szerokość rowu kablowego wynosi u góry około 60 cm, a u dołu rowu—około 20—30 cm.

Ziemię, wydobywaną z rowu, należy układać po obu stronach wykopu, na odległości około 50 cm od jego krawędzi, aby ułatwić dostęp do wykopu przy układaniu kabla oraz aby wyjęta ziemia nie obciążała ścianek rowu i nie powodowała ich obsypywania się. Jeśli grunt, w którym kopimy kabel, jest sypki, ściany wykopanego rowu należy zabezpieczyć przed obsuwaniem się zapomocą desek. Dno rowu kablowego powinno być możliwie gładkie, ubite i oczyszczone z kamieni. Nierówności dna rowu są niedopuszczalne, gdyż powodują one wyginanie się obciążonego zgóry warstwą ziemi kabla, co może spowodować uszkodzenia powłoki ołowianej.

Dno rowu kablowego należy wysypać kilkunastocentymetrową warstwą czystego drobnopiękistego piasku rzeczno-jezdnego. Taką samą warstwą piasku zasypuje się kabel po ułożeniu go w rowie. W braku piasku rzeczno-jezdnego można użyć ziemi, wydobytej przy kopaniu rowu, przesianej przez gęste sito.

O ile linja kabla krzyżuje się z rurami kanalizacyjnymi, wodociągowymi, gazowymi, lub kablami silnoprądowymi, wykop należy odpowiednio pogłębić, aby kabel znalazł się pod nimi, wtedy bowiem będzie on narażony najmniej na uszkodzenia podczas robót, prowadzonych przy powyższych urządzeniach. Przy takim pogłębianiu rowu głębokość jego powinna się zwiększać stopniowo, aby kabel nie był gwałtownie wygięty.

Przy przejściach przez tory kolejowe i jezdnie zakłada się przeważnie kabel w rurach żelaznych, dzięki czemu unika się rozkopywania torów, lub jezdni. O ile istnieje możliwość powiększenia ilości kabli na danej trasie, należy instalować rury o odpowiednio dużych średnicach. Jeśli przekopuje się jezdnię w celu ułożenia wpoprzek niej rury, należy najpierw przekopać połowę szerokości jezdni, ułożyć rury i zasypać je, a następnie to samo wykonać na drugiej połowie jezdni. Na tych szosach, lub ulicach, gdzie w dzień panuje znaczny ruch, często roboty te powinny być wykonane w nocy.

Wogóle przy kopaniu rowu w miejscach, gdzie panuje duży ruch kołowy, lub pieszy, roboty powinny być prowadzone tak, aby jaknajmniej przeszkadzały temu ruchowi. Z reguły należy dziennie kopać tylko tyle rowu, ile zdąży się w ciągu dnia ułożyć kabla, po którego ułożeniu rów powinien być zasypany. O ile jesteśmy zmuszeni pozostawić na noc rów niezasypany, należy go ogrodzić barjerami i postawić światła ostrzegawcze. Przy wykopywaniu rowu kablowego należy też dbać o to, aby nie uszkodzić innych instalacji (gazowych, wodnych, kabli silnoprądowych i t. p.), krzyżujących się z rowem, lub przebiegających w jego pobliżu.

**Ułożenie kabla w rowie.** Kabel dostarczany jest na miejsce budowy na bębnych z odcinkach, wynoszących zazwyczaj 220—230 m.

Długość odcinków fabrykacyjnych kabla jest zresztą zależna od warunków miejscowych. Gdy dostęp do wykopanego rowu kablowego jest od strony drogi swobodny, a przeszkód w nim nie ma, bęben z kablem umieszcza się na specjalnym wozie kablowym. Podczas posuwania się wozu, ciągniętego przez konie, lub traktor, odwija się kabel z bębna i układa obok rowu. Za wozem kablowym posuwa się partja robotników, która unosi kabel i opuszcza go ostrożnie do wykopu. Gdy nie rozporządzamy wozem kablowym, kabel odwijają robotnicy, przetaczając bęben ręcznie wzdłuż rowu.

O ile po drodze napotykamy w rowie na przeszkody, pod którymi kabel należy przeciągać, albo gdy wóz nie może się poruszać wzdłuż rowu, bęben z kablem ustawiamy przed przeszkodą na dwóch kozłach, tak, aby mógł on się obracać naokoło osi, przesuniętej przez otwór w bębnie. Kabel zostaje z bębna odwijany, a robotnicy, rozstawieni w odpowiednich odległościach jeden od drugiego, wnoszą kabel do rowu i przeciągają go pod przeszkodami. Odległość, w jakiej rozstawieni są robotnicy, zależy od ciężaru kabla i od ilości łuków linii kablowej. Kabel nie może być ciągnięty po dnie rowu, a musi być niesiony przez robotników.

Przy przeciąganiu kabla pod przeszkodami mogą być także stosowane specjalne rolki drewniane, ustawione na dnie rowu, po których ślizga się kabel.

Kabla nie należy w rowie rozciągać, a układać po linii lekko sfalowanej, aby utworzyć pewien zapas na wypadek obsuwania się ziemi. Zapas na sfalowanie w zwykłych warunkach wynosi około 4‰ (4 promille, czyli 0,4 procentu). W tych przypadkach, gdy kabel jest narażony na zapadanie lub osiadanie ziemi, zapas na sfalowanie kabla może dochodzić do kilku procent.

Przy przeciąganiu kabla przez rurę, ułożoną pod jezdnią lub torem kolejowym, musimy przedewszystkiem przeciągać przez nią, np. przy pomocy drutu lub tyczek, stalową linkę przeciągową. Dopiero zapomocą tej linki przeciągamy kabel przez rurę, starając się o to, aby nie uszkodzić warstwy juty, pokrywającej pancierz ołowiany kabla.

Podczas układania kabla w rowie należy dbać o to, aby nigdy nie zginać ostro kabla, gdyż może to spowodować powstawanie pęknięć w płaszczu ołowianym. Również nie należy uderzać kabla, gdyż może to zniekształcić płaszcz i zmienić odległości pomiędzy żyłami ośrodka, co wpłynie na zmianę pojemności obwodów kablowych. Ponadto należy uważać, aby kabel nie ocierał się o kamienie i ostre przedmioty, aby końce i pojedyncze zwoje kabla nie ocierały się o ziemię przy odwijaniu kabla oraz przetaczaniu bębnow i t. p.

**Zabezpieczanie uszkodzonego kabla od uszkodzeń.** Aby zabezpieczyć ułożony w ziemi kabel (np. na skrzyżowaniach i na przejściach wpoprzek dróg) od uszkodzenia go przez robotników, pracujących w czasie robót ziemnych w pobliżu kabla, kilkanaście centymetrów nad

kablem układa się warstwę cegieł. Cegły układa się wzdłuż, lub wpoprzek, w zależności od ilości kabli, ułożonych w rowie. Można również zamiast zwykłych cegieł używać do ochrony kabla cegieł fasonowych, układanych na zakładkę. Cegły te lepiej chronią kabel, ponieważ niema pomiędzy nimi szczelin nad kablem. Chcąc lepiej zabezpieczyć kabel, okłada się również i jego boki cegłami, tak, iż wszystkie cegły mają kształt odwróconego do góry dnem korytka (rys. 8). Ponadto można spotkać zabezpieczenia kabli, mające postać pokryw betonowych, ochraniających kabel zgóry i z boków oraz korytek betonowych, uzbrojonych prętami żelaznymi i zakrytych zgóry pokrywami. W tych miejscach, gdzie kabel jest szczególnie narażony na uszkodzenia mechaniczne, kabel układa się w rurach żeliwnych.

**Zasypanie rowu i doprowadzenie nawierzchni do pierwotnego stanu.** Po ułożeniu kabla w rowie zasypuje się go warstwami ziemi grubości około 20 cm, ubijając je żelaznymi 10-kilogramowymi ubijakami żelaznymi. Przy ubijaniu pierwszej warstwy należy uważać, aby kabla nie uszkodzić.

Po zasypaniu rowu z ułożonym kablem, wyrównaniu i ubiciu ziemi, należy nawierzchnię doprowadzić do pierwotnego stanu, a więc wybrukować, lub wyasfaltować ją i t. p.

Na drogach, w tych miejscach, gdzie znajdują się mufy złączowe, ustawia się betonowe słupki oznaczeniowe, na których podaje się: numer odcinka pupinizacyjnego, kolejny numer złącza, oraz litery Z. P. T. (Zarząd Poczty i Telegrafów). W miastach złącza kablowe oznacza się zapomocą tablic, umieszczanych na ścianach do domów.

W tych przypadkach, gdy w rowie kablowym leży obok siebie kilka kabli, należy je przed zasypaniem zaopatrzyć w ołowiane lub żelazne ocynkowane blaszki z numerami kabli, które przymocowuje się do nich co 10 do 20 metrów.

Po pewnym czasie po zasypaniu rowu kablowego na linii wykopu tworzą się wklęsnięcia, spowodowane osiadaniami ziemi, pomimo nawet starannego ubicia ziemi. Powoduje to zapadanie się bruków, lub chodników w miastach, względnie powstawanie wyboi na szosach. Obowiązek naprawy uszkodzonych w powyższy sposób ulic lub szos ciąży na prowadzących ziemne roboty kablowe.

Sposób układania dalekosieżnych kabli telefonicznych wprost w ziemi ma cały szereg zalet i wad. Głównie zalety tego sposobu, np. w stosunku do systemu układania kabla w kanalizacji, są następujące: prostota w pracy, polegającej jedynie na wykopaniu rowu i ułożeniu kabla oraz mniejsze koszty budowy linii, w porównaniu do droższego i trudniejszego sposobu wciągania kabli do kanalizacji.

Najważniejszymi wadami układania kabli telefonicznych w ziemi są następujące: kable nie są dostatecznie zabezpieczone od uszkodzeń mechanicznych, powodowanych najczęściej robo-

tami ziemnymi, prowadzonymi przez robotników drogowych, kanalizacyjnych i t. p., następnie utrudniona naprawa uszkodzeń, często trudnych do odszukania, wreszcie trudności, związane z koniecznością powiększenia ilości kabli na danej linii kablowej.

Od uszkodzeń mechanicznych nie są zabezpieczone całkowicie nawet te odcinki kabli, które posiadają osłony z cegieł, lub płyt. Osłony te zwracają raczej uwagę robotników ziemnych na to, że w danym miejscu jest położony kabel i że należy zachować większą ostrożność przy kopaniu. W razie konieczności ułożenia na istniejącej już linii kablowej nowych kabli, trzeba ziemię rozkopywać na nowo, czego nie trzeba robić przy kanalizacji kablowej, która z reguły przewiduje zapas otworów, potrzebnych do powiększenia sieci kablowej.

Jak widać z powyższego, układanie kabla wprost w ziemi należy stosować w pierwszym rzędzie tam, gdzie nie jest on narażony na uszkodzenia mechaniczne oraz gdzie nie przewiduje się w krótkim czasie układania nowych kabli na tej samej linii kablowej.

Przy przejściach kabli przez rzeki należy przewidzieć odpowiednie konstrukcje mostowe, bowiem instalowanie odcinków kabli podwodnych, aczkolwiek możliwe, jest jednak kłopotliwe i kosztowne.

**Na mostach** kable otrzymują ochronę z rur. Zazwyczaj stosuje się w celu ochrony kabli t. zw. rury Honigmanna. Ponieważ rury te są dwudzielne (mianowicie odcinki ich składają się z dwóch połówek, przyśrubowanych do siebie), układanie w nich kabla jest bardzo łatwe. Układanie to odbywa się w ten sposób, że najpierw zostaje ułożona dolna połowa rury, następnie na nią układa się kabel, który przykrywa się górną połową rury. Połówki rury ściągają się opaskami, względnie łączy zapomocą specjalnych zacisków. Rury Honigmanna można łatwo wyginać po podgrzaniu. Są one dostarczane w odcinkach 6-cio-metrowych.

Sposób układania kabli na mostach zależy od ich rodzaju. Na mostach murowanych z podłożem ziemnym kabel układa się tak, jak na drodze, z tą tylko różnicą, że głębokość wykopu jest mniejsza, zaś kabel musi być przykryty warstwą ziemi grubości 40 cm. Na mostach żelaznych i drewnianych kable, umieszczony w rurze, podwieszają się na specjalnych konstrukcjach, lub uchwytach, przymocowanych do części konstrukcyjnych mostu. O ile mosty są krótkie rurę z kablem opiera się na przyczółkach mostowych.

W każdym wypadku należy starać się, aby kabel nie był widoczny. Dlatego też rurę z kablem należy tak umieszczać, aby ona była możliwie przysłonięta jakąś częścią konstrukcyjną mostu. Ma to jeszcze i tę zaletę, że kabel jest mniej narażony na uszkodzenia.

Przy budowie nowych mostów należy starać się o to, aby Zarząd drogowy przewidział w przy-



szłości przeprowadzenie przez nie kabli, budując specjalne koryta pod chodnikami mostów.

O ile most np. drewniany, jest zbyt słaby, tak, że nie można go obciążać kablem, należy wybudować specjalną konstrukcję wsporczą dla kabla.

Na mostach wiszących kabli nie należy układać, gdyż wahania mostów, powodowane ruchem wozów, mogą wywołać uszkodzenia bądź płaszczy ołowianych, bądź też żył kablowych.

**W tunelach** kable układa się albo w wykopach ziemnych w drewnianych korytach, lub murowanym kanale obok ściany tunelu, albo też na jego ścianie. Ze względu na konserwację pierwszy sposób jest właściwszy. Gdy kabel umieszczamy na ścianie tunelu, stosujemy jako jego ochronę rynny kablowe, złożone z desek o grubości 2 do 3 cm. Rynny te umieszcza się na hakach, wmurowanych w ścianę tunelu. Rynna jest wypełniona suchym piaskiem. W krótkich tunelach kabel można zawieszać na rolkach porcelanowych, umieszczanych w odległości ok. 5 m od siebie.

#### d) Montaż kabla.

Montaż kabla polega na łączeniu poszczególnych odcinków kabla ze sobą oraz na wyrównaniu pojemności żył kablowych przez odpowiednie krzyżowanie ich. Tę ostatnią czynność wykonywa się (w systemie Standard'a, stosowanym u nas) na podstawie specjalnych pomiarów. Grupa montażowa, składająca się z techników i monterów, pozostawia narazie tylko te odcinki kabla niepołączone, pomiędzy które przy pupinizacji włącza się skrzynie z cewkami Pupina.

Opis montażu kabla dalekosiężnego będzie przedmiotem osobnego artykułu.

#### e) Próby sprężonym powietrzem.

Celem sprawdzenia, czy powłoka ołowiana oraz mufy złączowe kabla są zupełne szczelne, wykonywa się próby sprężonym powietrzem. Próbom tym podlega każdy odcinek pupinizacyjny, w który wprowadza się powietrze o ciśnieniu około 3 atmosfer. Po zanotowaniu ciśnienia powietrza na manometrach, umieszczonych na obu końcach kabla, pozostawia go się pod ciśnieniem powietrza przez 24 do 48 godzin, poczem znów sprawdza się ciśnienie. Gdy nie nastąpi widoczny spadek ciśnienia powietrza, zawartego w kablu, jest to dowodem, że jego powłoka i złącza są dostatecznie szczelne. W przeciwnym przypadku przyczynę nieszczelności trzeba usunąć.

#### f) Pupinizacja kabla.

Pupinizacja kabla polega na ustawieniu skrzyń z cewkami Pupina w punktach pupinizacyjnych oraz włączeniu tych cewek do obwodów kablowych. Pupinizacja jest wykonywana bezpośrednio po ukończeniu montażu kabla. Po wykonaniu połączeń końców odcinków kablowych z cewkami Pupina bada się szczelność utworzonych złącz.

#### g) Pomiary elektryczne i odbiór.

Po wykonaniu montażu i pupinizacji kabla należy wykonać pomiary elektryczne całego odcinka wzmacniakowego, celem przekonania się, czy obwody kablowe posiadają odpowiednie właściwości elektryczne. Pomiary te są dokonywane ze stacji wzmacniakowych. Następnie komisja odbiorcza przeprowadza objazd trasy kabla celem zbadania, czy rów został dobrze zasypany i czy na trasie znajdują się wszystkie słupki oznaczeniowe. Po stwierdzeniu że wszystko zostało należyście wykonane, komisja spisuje protokół odbiorczy danego odcinka wzmacniakowego kabla.

## WYZNACZANIE MIEJSC USZKODZEŃ OBWODÓW KABLOWYCH.

Opisując uniwersalny przyrząd pomiarowy Siemens (por. art. „Uniwersalny przyrząd pomiarowy” w Nr. 8/35 r. Wiadom. Telet.) zapoznaliśmy się ze sposobami wyznaczania miejsc uszkodzeń przewodów napowietrznych. W niniejszym artykule zajmiemy się z kolei sposobami wyznaczania miejsc uszkodzeń obwodów kablowych.

Wyznaczanie miejsc uszkodzeń obwodów kablowych ma daleko większe znaczenie, aniżeli wyznaczanie miejsc uszkodzeń przewodów napowietrznych. W pierwszym bowiem wypadku musimy możliwie najdokładniej określić miejsce uszkodzenia, co jest niezbędne ze względu na konieczność odkopywania kabla, lub też — w niektórych wypadkach — kanalizacji kablowej, aby błąd usunąć. Im ściślej określimy miejsce uszkodzenia kabla, tem prędzej i taniej błąd usuniemy. Ścisłe określenie miejsca uszkodzenia przewodu napowietrzego nie jest tak ważne, ponieważ przeważnie łatwo jest to uszkodzenie odszukać „na oko” na dość znacznym odcinku przewodu, przy-

czem dostęp do miejsca uszkodzonego jest łatwy.

Najczęstszymi uszkodzeniami, z jakimi spotykamy się w obwodach kablowych są: uziemienie żył, zwarcie żył ze sobą oraz przerwanie się żyły. W wielu przypadkach można zapomocą pomiarów elektrycznych określić ze znacznym przybliżeniem odległość miejsca uszkodzonego od miejsca, w którym wykonywamy pomiary.

Poniżej opiszemy kilka najbardziej rozpowszechnionych sposobów wykonywania takich pomiarów, mających na celu określenie:

- 1) miejsca uziemienia żyły kablowej,
- 2) miejsca zwarcia dwóch żył oraz
- 3) miejsca przerwy w żyłe.

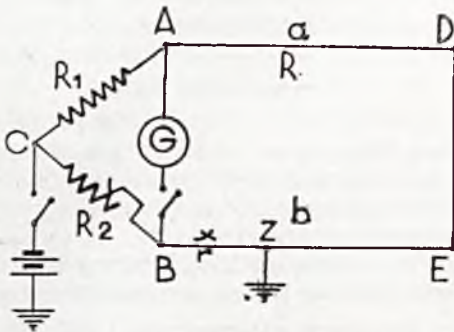
#### 1. Wyznaczanie miejsca uziemienia.

##### a) Metoda pętli Murray'a.

Przypuścmy, że jedna z żył obwodu kablowego, np. żyła *b*, została uziemiona w punkcie *Z* (rys. 1). Chcąc określić odległość *x* miejsca uziemienia od tego punktu, w którym wykonywamy pomiary (stacji pomiarowej, studni kablowej), według me-

tody **pełni Murray'a** postępujemy w następujący sposób: Zestawiamy układ połączeń według schematu, podanego na rys. 1. A więc prosimy o zwarcie końców żył *a* i *b* na stacji współpracującej z nami, początki tych żył na naszej stacji dołączamy do punktów *A* i *B* mostka. Baterję, dołączoną jednym biegunem do punktu *C* mostka, drugim biegunem uziemiamy.

Otrzymujemy w ten sposób znany nam dobrze mostek Witstona, którego cztery ramiona są następujące: opór stały  $R_1$ , opór zmienny  $R_2$ , opór  $r$  odcinka *BZ* żyły *b* oraz opór  $(2R-r)$



RYŚ. 1. PEŁTLA MURRAY'A.

pozostałej części pełni. W mostku tym galwanomierz jest włączony w przekątni *AB*, zaś druga przekątnia składa się z baterji zasilającej oraz dwóch uziemień. Stan równowagi mostka ustalamy przez odpowiedni dobór oporu zmiennego  $R_2$ .

W stanie równowagi, jak wiadomo, mamy:

$$r \cdot R_1 = (2R - r) \cdot R_2.$$

W równaniu powyższym nieznanym jest opór  $r$ . Chcąc go znaleźć, wykonywamy odpowiednie przeróbki, a więc najpierw otwieramy nawias:

$$r \cdot R_1 = 2R \cdot R_2 - r \cdot R_2$$

Wyrazy, zawierające  $r$  przenosimy na jedną stronę:

$$r \cdot R_1 + r \cdot R_2 = 2R \cdot R_2$$

Wynosimy  $r$  przed nawias:

$$r(R_1 + R_2) = 2R \cdot R_2.$$

Skąd ostatecznie:

$$r = \frac{2R \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Ostatnie równanie można napisać w następującej postaci:

$$\frac{r}{R} = \frac{2R_2}{R_1 + R_2}$$

Stosunek—oporów żył *BZ* oraz *AD* jest równy stosunkowi  $\frac{x}{l}$  długości tych odcinków wobec czego:

$$\frac{x}{l} = \frac{2R_2}{R_1 + R_2} \text{ skąd:}$$

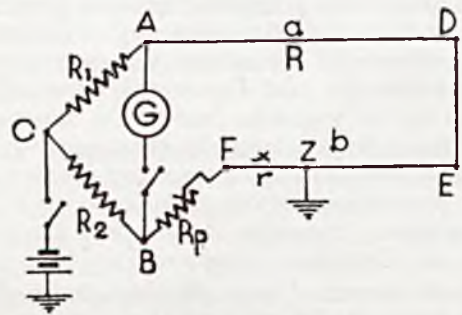
$$x = \frac{2l \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Znając więc długość  $l$  obwodu, a z pomiaru wartości oporów  $R_1$  i  $R_2$  łatwo określimy odległość  $x$  od miejsca pomiaru do miejsca uszkodzenia żyły.

Przy odszukiwaniu miejsca uziemienia żyły kablowej należy pamiętać o tem, że  $x$  oznacza nie tylko długość rowu kablowego, ale również i odcinki kabla, prowadzonego np. po ścianie budynku stacyjnego, względnie po słupie, a także odcinki, prowadzone wewnątrz stacji. Długość tych odcinków należy odjąć od znalezionej długości  $x$ .

b) **Metoda pełni Varley'a.**

Miejsce uziemienia można wyznaczać również przy pomocy **pełni Varley'a** (rys. 2). Pełnia ta jest podobna do pełni Murray'a, a różni się od niej jedynie tem, że w szereg z uszkodzoną żyłą jest włączony zmienny opór  $R_p$ . Baterja jest również i przy tej pełni uziemiona jednym biegunem. Ramiona mostka są w danym wypadku następujące: opory stosunkowe  $R_1$  i  $R_2$ , opór zmienny  $(r + R_p)$ , gdzie  $r$  jest oporem odcinka *FZ* uszkodzonej żyły oraz opór  $(2R - r)$  — pozostałej części pełni. Stan równowagi mostka ustala się przez odpowiedni dobór oporu  $R_p$ .



RYŚ. 2. PEŁTLA VARLEY'A.

W stanie równowagi istnieje zależność:

$$(R_p + r) \cdot R_1 = (2R - r) \cdot R_2$$

Niewiadomą jest tu opór  $r$  odcinka kabla od miejsca pomiaru do miejsca uziemienia. Aby znaleźć  $r$  wykonywamy następujące przeróbki:

$$R_p \cdot R_1 + r \cdot R_1 = 2R \cdot R_2 - r \cdot R_2,$$

$$r \cdot R_1 + r \cdot R_2 = 2R \cdot R_2 - R_p \cdot R_1,$$

$$r(R_1 + R_2) = 2R \cdot R_2 - R_p \cdot R_1,$$

skąd ostatecznie:

$$r = \frac{2R \cdot R_2 - R_p \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

W tym wypadku, gdy  $R_1 = R_2$ , otrzymany wzór upraszcza się. Mianowicie wtedy:

$$r = R - \frac{R_p}{2}$$

Znając opór  $r$  odcinka żyły od miejsca pomiaru do miejsca uszkodzenia oraz opór  $r_1$  i km żyły, łatwo określić długość  $x$  tego odcinka. Mianowicie:

$$x = \frac{r}{r_1}$$

Na zasadzie metody pełni Varley'a jest zbudowana duża ilość przyrządów pomiarowych, za-

równo przenośnych, jak i zainstalowanych na stacjach. Metoda pętli Varley'a jest szczególnie dogodna w użyciu, gdy opory stosunkowe  $R_1$  i  $R_2$  są sobie równe, wtedy bowiem otrzymujemy najprostszy wzór na  $r$ . Ponadto metoda ta jest bardzo łatwa w użyciu, gdyż stan równowagi ustala się jedynie przez dobieranie oporu przesuwanego opornika  $R_p$ , wycechowanego w omach.

Zarówno w metodzie Murray'a, jak i Varley'a, należy starać się, aby wielkości oporów stosunkowych były możliwie zbliżone do siebie i przynajmniej tego samego rzędu, co opór szukany, wtedy bowiem wyniki pomiarów są dokładniejsze.

Ponadto w obu metodach należy, o ile możliwości, do utworzenia pętli brać żyły kabla o jednakowej średnicy, a w wypadku kabłą pupinizowanego — o tym samym stopniu pupinizacji. Biorąc do utworzenia pętli żyłę uszkodzoną, należy wybierać taką, która ma możliwie najmniejszy opór izolacji, zaś biorąc do tego celu żyłę nieuszkodzoną, należy wybierać taką, która ma możliwie największy opór izolacji.

Metody pętli Murray'a i Varley'a pozwalają na określanie miejsca uziemienia żyły z dokładnością do 100 m.

### c) Metoda zamiany.

**Metoda zamiany** różni się zasadniczo od dwóch powyżej opisanych metod wykrywania miejsc uziemień żył kablowych. Chcąc przy zastosowaniu metody zamiany określić miejsce uziemienia żyły  $b$ , musimy mieć do rozporządzenia nieuszkodzoną żyłę  $a$  tej samej długości i o tej samej średnicy, co i żyła  $b$ . Obie żyły uziemiamy na współpracującej z nami stacji, zaś końce utworzonej pętli dołączamy do punktów  $A$  i  $B$  układu, pomiędzy które włączamy galwanomierz  $G$ . Baterję pomiarową dołączamy jednym biegunem do jednobiegunowego przełącznika  $P$ , zaś drugi biegun uziemiamy (rys. 3).

Pomiaru dokonywamy w następujący sposób: Przełącznik  $P$  przestawiamy w położenie 1 i odczytujemy wychylenie galwanomierza  $a_1$ . Następnie przełącznik ten przestawiamy w położenie 2 i znów odczytujemy wychylenie galwanomierza  $a_2$ . W pierwszym przypadku prąd przepływa przez galwanomierz  $G$  i opór części pętli o długości  $(2l-x)$ , zaś w drugim — również przez galwanomierz  $G$  i opór odcinka pętli o długości  $x$ .

W założeniu, że całkowity prąd, przepływający w obu przypadkach nie zmienia się, możemy napisać, że wychylenia galwanomierza są odwrotnie proporcjonalne do długości odcinków pętli, przez które przepływa prąd. A więc:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{2l-x}{x}$$

skąd, przez mnożenie:

$$a_1 \cdot x = 2l \cdot a_2 - a_2 \cdot x,$$

następnie po przeniesieniu wyrazów z niewiadomą na jedną stronę:

$$a_1 \cdot x + a_2 \cdot x = 2l \cdot a_2$$

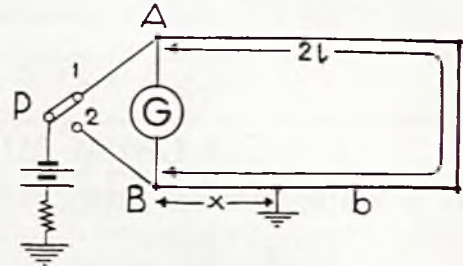
i wyciągnięciu  $x$  przed nawias:

$$x(a_1 + a_2) = 2l \cdot a_2,$$

ostatecznie otrzymujemy:

$$x = 2l \frac{a_2}{a_1 + a_2}$$

Znając więc długość obwodu  $l$  oraz wychylenia  $a_1$  i  $a_2$  łatwo określimy odległość  $x$  od miejsca uszkodzenia do miejsca pomiaru.



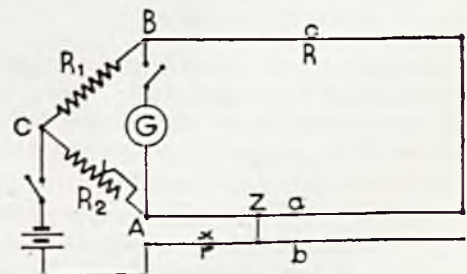
RYC. 3. METODA ZAMIANY.

Metodę zamiany przy odnajdywaniu miejsc uszkodzeń żył kablowych należy stosować wtedy, gdy opór miejsca uszkodzenia jest bardzo duży. Wtedy bowiem metody pętli Murray'a, względnie Varley'a, nie dają dobrych wyników, jako metody zamała czułe. Metoda zamiany jest bardzo dokładna, zwłaszcza, gdy użyjemy czułego galwanomierza lusterkowego.

Dla wyjaśnienia zaznaczyć należy, że wielkość oporu uziemienia w metodzie zamiany nie wpływa na wyniki pomiarów, a to z tego powodu, że opór ten wchodzi do obwodu przy obu wychyleniach galwanomierza. Również i w pętlach Murray'a oraz Varley'a wielkości oporów uziemień nie grają przy pomiarach roli, ponieważ wchodzi one w skład gałęzi zasilających, nie zaś ramion mostków.

### 2. Wyznaczanie miejsca zwarcia żył.

Celem określenia miejsca zwarcia dwóch żył  $a$  i  $b$  korzystamy z trzeciej nieuszkodzonej żyły  $c$  o tej samej średnicy i długości, którą na współpracującej z nami stacji zwieramy z jedną z żył, np.



RYC. 4. WYKRYWANIE MIEJSCA ZWARCIA.

z żyłą  $a$  (rys. 4). Utworzoną w ten sposób pętlę dołączamy do punktów  $A$  i  $B$  mostka. Baterję zasilającą dołączamy: jednym biegunem do punktu  $C$  mostka, a drugi łączymy z początkiem drugiej żyły  $b$ . Dzięki temu utworzy się mostek Witstona, którego cztery ramiona są następujące: opór stały  $R_1$ , opór zmienny  $R_2$ , opór  $r$  odcinka  $AZ$  żyły  $a$  oraz opór  $(2R-r)$  pozostałej części pętli. Stan równowagi dobieramy oporem  $R_2$ .

W stanie równowagi będziemy mieć:

$$r \cdot R_1 = (2R - r) \cdot R_2.$$

Jest to zupełnie takie samo równanie, jakie otrzymaliśmy przy pętli Murray'a. Rozwiązując je względem  $r$  otrzymamy, tak jak i poprzednio:

$$r = \frac{2R \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

względnie, o ile przez  $l$  oznaczymy całkowitą długość żyły,  $x$  przez  $x$ —długość odcinka AZ:

$$l = \frac{2l \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

## O CZEM MÓWIĄ PRAKTYCY.

### JEDNA Z PRZYCZYŃ PRZERW W OBWODACH TELETECHNICZNYCH.

Technik Z. Janota—Łęczycza.

Duży procent przerw powstałych w zimie, a podawanych w dziennych raportach jako przerwa z mrozu, lub przerwa na przewiązce, ma wiele różnych przyczyn. Część z nich powstaje wskutek skaleczenia drutu linowego przy wiązaniu, lub rozwiązywaniu, część wskutek przetarcia tego drutu przez przewiązkę.

Prowadząc roboty linowe, miałem możliwość dość często zaobserwować przyczynę przerw powstających w porze zimowej wskutek skaleczenia drutu linowego na przetartych izolatorach. Przyczynę tę chcę tu omówić.

Bardzo dużo, na niektórych linach nawet 100% izolatorów jest jeszcze z czasów okupacji, a więc izolatory te pracują po 20 lat. Wskutek drgania przewodów, w izolatorach przez tarcie powstają rowki, (szczególnie ma to miejsce przy izolatorach porcelanowych), polewa izolatorów

### 3. Wyznaczanie miejsca przerwy w żyłce.

Metoda wyznaczania miejsca przerwy żyły kablowej polega na zmierzeniu pojemności uszkodzonej żyły. Znając pojemność 1 km żyły, łatwo jest określić odległość uszkodzonego miejsca żyły od miejsca pomiaru z dokładnością do 4%. Pomiar pojemności żyły kablowej wykonywamy przy pomocy galwanomierza balistycznego.

Sposób wykonywania tych pomiarów był już podany w art. p. t. „Pomiary kablowe” w Nr. 10/35 r. Wiadom. Teletechn.

wyciera się, miejsce wytarte jest bardzo ostre i skolei spłowuje drut, który po skaleczeniu nie wytrzymuje mocniejszego naciągu i w zimie pęka.

Wymiana wszystkich zauważonych przetartych izolatorów, byłaby zbyt kosztowna, tembardziej, że ilość izolatorów z wytartymi rowkami na niektórych linach dochodzi do 90 procent, a nawet więcej. Zaradzić temu można w taki sposób, że na izolatorach, które mają górne wiązanie, (na główce) należy zmienić je na boczne wiązanie (na szyjce). Wskutek zmiany sposobu wiązania, można uniknąć zbyt kosztownej wymiany większej ilości izolatorów.

Na linach, na których jest corocznie duży procent zbitych izolatorów, wypadki przerwy obwodu wskutek skaleczenia się drutu o przetarty izolator, albo nie zdarzają się wcale, albo bardzo rzadko.

## ROZMOWY Z NASZYMI CZYTELNIKAMI.

Urząd Telefoniczno - Telegraficzny Poznań nadsyła uwagi o artykułach, zamieszczonych w Nr. 11 „Wiadomości teletechnicznych”, z ub. r. Uwagi te wysunęli monterzy na jednej z pogadanek teletechnicznych.

W artykule o jednostkach pracy napotkano błąd, prawdopodobnie drukarski, to na stronie 130 w ósmym wierszu od dołu lewej kolumny, gdzie winno być: „wykonało 10 pewnych robót”, a nie „20”.

Opisany w dziale „O czym mówią praktycy” sposób przymocowania przystawek obecni na pogadance uważali za nieracjonalny. Przystawki daje się na to, by zepsuty słup utrzymać w linii jeszcze przez rok—dwa do następnego remontu i tym sposobem zmniejszyć koszty konserwacji. Przy zastosowaniu sworzni do umocowania przystawek w sposób opisany koszty wzrosną, natomiast korzyści przez to osiągnięte wydają się wątpliwie. Wiązanie przystawek starym drutem stalowym o średnicy 4 mm w sposób dotychczas stosowany jest dostatecznie pewne, o ile zostanie prawidłowo wykonane, t. j. zwój za zwojem przy wiązaniu będzie silnie przycią-

gnięty skobelkami. Przy takim wykonaniu nie zachodzą wypadki zluźnienia się wiązań.

Pozatem na zamieszczonej fotografii zwraca uwagę nieodpowiedni dobór przystawki. Na przystawki należy stosować odcinki słupów o przekroju przybliżonym do słupa wzmacnianego, a nie jak pokazano na fotografii, według które słupki o średnicy około 12 cm. rzekomo podtrzymał zepsuty słup o średnicy około 24 cm. przez okres 12 lat.

Następnie zgłosił jeden z monterów wniosek, by zwrócić ogółowi uwagę na narzędzia bardzo użyteczne, t. zw. rozbijak do ziemi, dawniej używany w kolumnach remontowych, a dzisiaj rzadko spotykany. Rozbijak z powodzeniem zastępuje kilof, a jest od niego czasem użyteczniejszy, gdyż łatwiej można nim pracować w miejscach trudno dostępnych np. przy odkopywaniu słupów H, a nie potrzeba kopać tak obszernych dołów w twardej ziemi, jak przy użyciu kilofów. Rozbijak wykonany jest ze stali w postaci klina i osadzony na mocnym trzonku drewnianym lub rurze stalowej. Ze względu na praktyczność, zalecałoby się omawiany rozbijak wprowadzić do użytku.