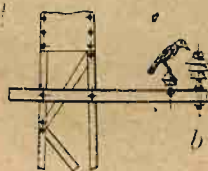
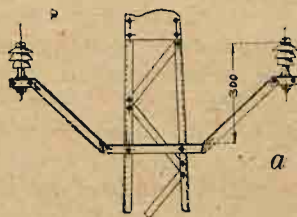


większą odległość wzajemną i stosujemy dla linii telefonowej oddzielne poprzeczniki i dość wielkie izolatory. Najlepszy jednak sposób usunięcia wpływów wzajemnych polega na zastosowaniu do linii telefonowej kabla napowietrznego lub podziemnego.

### Zabezpieczenie ptaków.

Chcąc zabezpieczyć ptactwo od porażenia, a instalacje od zakłóceń, stosujemy poprzeczniki wygięte (rys. 195-a), aby ptak, stojąc na poprzeczniku, w żaden sposób nie mógł dosięgnąć do przewodu; odległość między podstawą poprzecznika a przewodem powinna wynosić co najmniej 300 mm. Inny sposób polega na zakładaniu w pobliżu każdego izolatora, trzymającego przewód wysokiego napięcia, izolatora dodatkowego w takim miejscu, by ptak mógł dosięgnąć do przewodu tylko wówczas, gdy siedzi na izolatorze (rys. 195-b).



Rys. 195.

## K a b l e.

### § 72. Układanie.

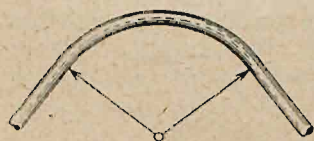
Kable obołowione gołe można zakładać w budynkach tylko w miejscach, nie narażonych na uszkodzenia mechaniczne ani chemiczne. Natomiast nie należy ich zakładać ani w ziemi, ani w murze, ani nawet w żłobkach drewnianych,

wszelkie bowiem materiały gnilne, a także zaprawa wapienna i cementowa, szkodliwie działają na powłokę ołowianą.

Do zakopania w ziemi nadają się kable gołe asfaltowane lub opancerzone wstęgami; pierwsze łatwo ulegają uszkodzeniom mechanicznym, drugie dzięki pancerzowi są pod tym względem dość odporne. Wreszcie kable szybowe przeznaczone są do zawieszenia w położeniu pionowym (w szybach kopalnianych) i do ułożenia w rzekach.

Przy prądzie stałym używamy kabli jednożyłowych, gdyż w ten sposób zyskujemy zupełną niezależność jednego przewodu od drugiego. W razie uszkodzenia naprawiamy tylko przewód pojedynczy. Natomiast przy prądzie zmiennym używamy kabli dwużyłowych i trójżyłowych, aby wszystkie żyły jednego obwodu objęte były wspólnym pancerzem żelaznym. Prąd bowiem zmienny, prowadzony kablem jednożyłowym, wznicałby w pancerzu szkodliwe prądy wirowe (§ 3). Z tych samych względów zakładamy przy prądzie zmiennym w jednej rurce stalowej wszystkie przewody wspólnego obwodu (§ 63).

Z kablem należy obchodzić się bardzo ostrożnie, aby nie uszkodzić powłoki. Przedewszystkiem trzeba unikać zgięć o małym promieniu.



Rys. 196.

Najmniejszy dopuszczalny promień krzywizny (rys. 196) równa się 15-krotnej średnicy kabla. Np. kable asfaltowane  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  o średnicy zewnętrznej  $29 \text{ mm}$  mogą być zgięte w łuk o promieniu co najmniej  $435 \text{ mm}$ . Zimą należy trzymać kable przed montażem w pomieszczeniu ogrzanym, gdyż powłoka ołowiana i izolacyjna w kablach zmarzniętych jest krucha i mogłaby popękać.

Podczas montażu sprawdzamy izolację kabli (§ 48, 74) kilkakrotnie: najpierw przed rozwinięciem z bębnow, następnie po ułożeniu, lecz przed obsadzeniem muf, wreszcie po zalaniu każdej pojedynczej mufy.

Kable w budynkach zawieszamy na sufitach lub ścianach możliwie wysoko, a co najmniej  $300 \text{ mm}$  nad poziomem

podłogi. Do wspierania służą uchwyty drewniane (rys. 171-a) lub żelazne (rys. 171-b). W razie zastosowania uchwytów żelaznych kable w odpowiednich miejscach owijamy papą. Uchwyty drewniane powinny obejmować kabel na długości około 150 mm, a żelazne — około 50 mm przy otworze ściśle dostosowanym do grubości kabla. Uchwyty ciasne mogłyby uszkodzić kabel przez nadmierne ściskanie. Grubsze kable wymagają gęstego rozstawienia uchwytów, przy kablach zaś cieńszych rozpiętości mogą dochodzić do 3 m, a w szybach kopalnianych nawet do 6 m. Gołe kable obołowione o małym przekroju prowadzimy w pomieszczeniach zupełnie suchych wprost po ścianie i przytwierdzamy skobelkami żelaznymi tak, jak rurki izolacyjne (rys. 170).

Kable asfaltowane i kable opancerzone mogą być w razie potrzeby wpuszczone pod tynk i zaprawione gipsem tak, jak rurki izolacyjne. Przejścia kabli przez ściany i sufity wykonywamy w rurach żelaznych.

Wierzchnia odzież włóknista kabli opancerzonych w pomieszczeniach zupełnie suchych jest zbyt bezpieczna a nawet niebezpieczna pod względem pożarowym. W razie bowiem przecięcia kabla, odzież może się zapalić i przenieść ogień na kable sąsiednie. Wobec tego, obnażamy pancerze z powłoki włóknistej i pociągamy je lakierem emaljowym, chroniącym od rdzy.

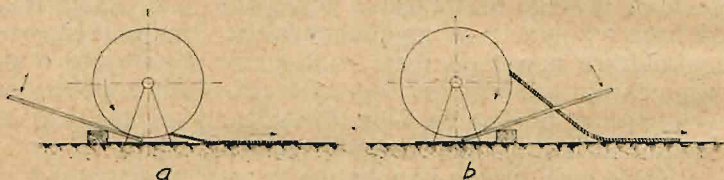
Kable w kopalniach — patrz § 88.

Kable w ziemi zakopujemy na głębokości co najmniej 700 mm. Wykopawszy odpowiedni rów, przystępujemy do odwijania kabla. Możemy to wykonać w sposób dwojaki: 1) tocząc bęben po ziemi wzdłuż całej linii kablowej, albo też 2) obracając bęben wokoło mocnej osi żelaznej, podpartej na dwóch kozłach lub dźwignikach. W pierwszym wypadku kabel rozciągamy obok rowu, poczem przenosimy go i układamy na właściwe miejsce, w drugim — wprowadzamy kabel od razu do rowu. Przy odwijaniu kabla powinno co najmniej dwóch ludzi obracać bęben, a w razie potrzeby przytrzymywać go i hamować. Rys. 197-a przedstawia hamowanie bębna zapomocą drążka, gdy kabel odwija się z dołu,



a rys. 197-b, gdy odwija się z góry. Kabla nie wyprężamy zbyt, lecz układamy po linii lekko falistej, aby był zapas na wypadek częściowego zapadnięcia się gruntu. Najlepiej konserwuje się kabel w gruncie sypkim i dlatego otaczamy go wokół warstwą piasku.

Kabel, zakopany w ziemi bez żadnej osłony, byłby wystawiony na niebezpieczeństwo zgniecenia lub przebicia ło-



Rys. 197.

patą czy oskardem. W warunkach zwykłych wystarcza osłona w postaci rzędu cegieł, ściśle przystających jedna do drugiej i ułożonych w odstępnie 100 mm nad kablem. Przy następnych rozkopach robotnik natrafia na cegły, które zwracają jego uwagę i przypominają o istnieniu kabla. W przejściach pod ulicą, drogą i pod plantem kolejowym kable wymagają osłony bardziej wytrzymałej. Najlepsze w tych wypadkach są grube rury żelazne.

Kable układamy zdala od przewodów rurowych. Również przy wprowadzaniu kabli do budynku wybieramy miejsce możliwie odległe od rur wodociągowych, kanalizacyjnych i gazowych. Gdy nie da się uniknąć skrzyżowania, staramy się prowadzić kable pod rurami w odstępnie co najmniej 300 mm. Podczas bowiem rozkopu i naprawy przewodu rurowego więcej są narażone kable leżące nad rurą, niż kable pod rurą. Odstępnie między kablem a rurą wypełniamy dla pewności cegłami.

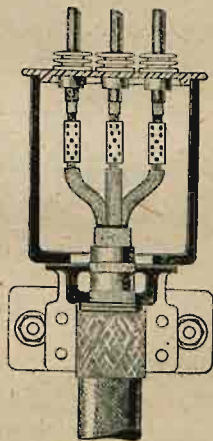
Zamiast zakopywać kable wprost do ziemi, możemy zbudować dla nich specjalne kanały podziemne. Jest to sposób drogi, lecz bardzo praktyczny. W razie dodawania lub zamiany kabli wystarczy otworzyć włązy i wciągać nowe kable

tak, jak wciągamy przewodniki do rurek. Kanały podziemne buduje się zwykle z rur betonowych, wewnątrz pociągniętych asfaltem.

### § 73. Zakończenia, złącza i odgałęzienia.

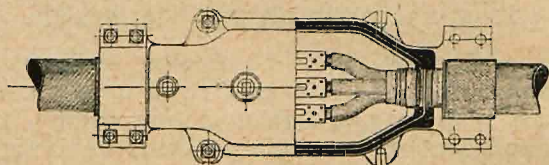
Na całej długości kabel jest zupełnie równomiernie izolowany. Najsłabsze miejsca w kablach są to jego końce i złącza. Miejsca te wymagają bardzo dobrej osłony, która ma w tym samym stopniu zabezpieczać warstwę izolacyjną od wilgoci, jak zabezpiecza ją powłoka ołowiana. Do tego celu służą specjalne pudła żelazne, zwane mufami, a wypełnione wewnątrz izolacyjną masą kablową. Mufy końcowe (inaczej głowy kablowe) (rys. 198) łączą kabel z pojedynczemi przewodami izolowanemi, mufy złączowe (rys. 199) łączą jeden kabel z drugim, mufy odgałęźne (inaczej odgałęźniki, trójniki) łączą w jeden punkt węzłowy trzy kable, wreszcie mufy rozgałęźne (inaczej rozgałęźniki, krzyżaki) łączą cztery kable. Ze względu na potrzebę łączenia żył miedzianych, mufy kablowe składają się z dwóch połówek. Zazwyczaj mufy przepołowione są wzdłuż czyli po osi kabla (rys. 199), a tylko końcowe buduje się niekiedy w kształcie jednolitego kielicha z odejmowaną pokrywą (rys. 198), przez którą wychodzą pojedyncze przewodniki izolowane.

Przystępując do montażu, obnażamy końce kabli w ten sposób, by poszczególne powłoki, otaczające żyłę, a więc powłoka izolacyjna, ołowiana, jutowa i żelazna utworzyły stopnie (rys. 200) po 3 cm długości. Wszystkie powłoki owijamy na końcu drutem wiązalkowym, aby po obciążeniu nie rozchodziły się i nie strzępiły. Końce kabli wprowadzamy do wnętrza mufy w pełnej odzieży przynajmniej na długości 1 cm. W wylotach muf owijamy kable



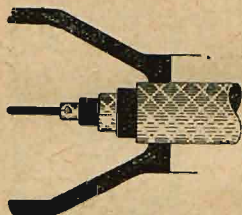
Rys. 198.

dla szczelności taśmą jutową lub papą i mocno skręcamy śrubami. Żyły miedziane łączymy przy pomocy odpowiednich zacisków. Zamknąwszy mufę i sprawdziwszy, czy żyły nie łączą się z sobą lub z kadłubem, przystępujemy do nalania roz-



Rys. 199.

topionej masy kablowej, przyczem mufę nagrzewamy lampką lutowniczą. Masę nalewamy przez otwór w górnej pokrywie.



Rys. 200.

Masa kablowa, stygnąc, kurczy się i dlatego niezbędne jest powtórne jej dołanie. Podczas całej tej czynności należy ochraniać wnętrze mufy od kurzu i wilgoci, a po ukończeniu zamknąć otwór w górnej pokrywie przez wkręcenie śruby. Mufy końcowe w kształcie kielicha napełniamy masą od strony przewodników (rys. 198) przed założeniem pokrywy. Połączenia kablowe w mufach nie są zbyt wytrzymałe na ciągni-

nie. Chcąc zabezpieczyć kable od wysuwania się z muf, należy je układać luźno, nie wyprężając.

Przy niskim napięciu zależy na tem, by powłoka ołowiana i pancierz były zaizolowane od kadłuba mufy. Przy wysokim napięciu wprost przeciwnie poleca się łączyć powłokę i panczerze wszystkich zbiegających się w mufie kabli między sobą, z kadłubem i z ziemią. Izolowanie zabezpiecza powłoki metalowe od prądów błędzących, a także zabezpiecza następne kawałki kabla od uszkodzeń na wypadek przebicia. Uziemienie zaś chroni ludzi od porażenia, w razie zetknięcia się pancierza z żyłą miedzianą.



Gdy kabel wchodzi do budynku zupełnie suchego, możemy zakończyć go, zamiast mufą żelazną, mankietem. Rys. 201 przedstawia mankieta ze sztywnego materiału izolacyjnego.



Rys. 201.

go. Na jeden koniec mankieta nasadzona jest tulejka porcelanowa, przez którą wychodzi na zewnątrz końcówka, dostosowana do szyn zbiorczych.

Przed założeniem tulejki zalewamy wewnątrz mankieta masą kablową. Natomiast sprężysty mankieta gumowy (rys. 202) obywa się zupełnie bez masy kablowej.



Rys. 202.

Naciągamy go na kabel w ten sposób, by jednym końcem obchwytywał żyłę miedzianą, a drugim — powłokę ołowianą. Mankieta gumowy do kabla wielożyłowego ma kształt rękawiczki i zaopatrzone jest w oddzielne wyloty do każdej żyły. Kilkakrotne owinięcie drutem wiązkowym zabezpiecza mankieta od zsunienia się z powłoki ołowianej. Guma działa szkodliwie na miedź i dlatego przed założeniem mankieta należy żyły miedziane ocynować.

Koniec kabla nigdy nie powinien pozostawać bez osłony. Na krótki przeciąg czasu pokrywamy go masą izolacyjną „Chatterton-Compound“ i owijamy taśmą gumową i izolacyjną, a na czas dłuższy nakładamy napastrki ołowiane (rys. 203). Przed założeniem napastrka, usuwamy koniec powłoki ołowianej na długości około 1 cm, a zaostriwszy nieco powłokę izolacyjną, pokrywamy ją najpierw warstwą masy „Chatterton-Compo-



Rys. 203.

und". Warstwa ta powinna osłaniać cały koniec kabla i zachodzić na powłokę ołowianą przynajmniej na 1 cm. Na warstwę masy izolacyjnej przychodzi owinięcie taśmą gumową, zwilżoną dla lepkości w benzynie, następnie owinięcie zwyczajną taśmą izolacyjną, a w końcu — dokładnie dopasowany naparstek ołowiany. Naparstek wykonywamy z płytki ołowianej i przylutowujemy go wokoło do powłoki ołowianej.

Do większych sieci kablowych używane są specjalne skrzynki odgałęźne, wpuszczone do ziemi a zawierające szyny zbiorcze, bezpieczniki i wyłączniki.

---

## Sprawdzanie stanu izolacji.

---

### § 74. Pomiary.

Po ukończeniu montażu należy sprawdzić stan izolacji całej sieci przewodów. W urządzeniach czynnych pomiary izolacji powtarzamy możliwie często; w mieszkaniach przynajmniej raz na 5 lat, w biurach i sklepach raz na 3 lata, gdzie zaś bardzo zależy na pewnem działaniu, jak w teatrach, rok rocznie.

Pomiary wykonywamy (§ 48) przy napięciu panującym w sieci albo też przy pomocy obcego prądu — z baterji lub induktora — o napięciu co najmniej 100 V. Galwanoskopy nie nadają się do pomiarów ścisłych. Przystępując do pomiarów, należy uważać, żeby druty do połączeń były powleczone gumą wulkanizowaną, żeby przewód badany łączył się z biegunem ujemnym źródła prądu (rys. 95) i żeby wskaźnik przyrządu był odczytywany nie wcześniej, jak po upływie 1 minuty.

Izolację sieci przewodów sprawdzamy przy odłączonych odbiornikach prądu i w ten sposób, by żadna część przewodu nie była pominięta. A więc w gałęziach oświetlenia żarowego (rys. 204 A) zamykamy wszystkie wyłączniki ( $W_1$ ,  $W_2$ ), do gniazd wtyczkowych. (G) przyłączamy świeczniki przenośne,



założywszy przytem paski bezpiecznikowe (*b*), w oprawkach zamykamy kurki czyli wyłączniki *K* — słowem, postępujemy tak, jakbyśmy chcieli wszystkie światła pozapalać. Jedynie tylko same żarówki (*Z*) wykręcamy. W gałęziach oświetlenia łukowego (rys. 204B) zamykamy wyłączniki (*W*<sub>3</sub>), od wszystkich tych przewodów łączymy przewody doprowadzające, a końce tych przewodów łączymy między sobą. Przy jednej tylko lampie (*l*<sub>3</sub>), ile możliwości na środku obwodu, pozostawiamy przewody nie połączone, aby w ten sposób oddzielić jeden biegun sieci od drugiego. Wreszcie w gałęziach z silnikami (rys. 204 C) zakładamy bezpieczniki, zamykamy wyłączniki (*W*), nastawiamy korbkę rozrusznika (*r*) tak, jakbyśmy chcieli silnik (*S*) uruchomić, i tylko odkręcamy od zacisków maszynowych wszystkie przewody doprowadzające.

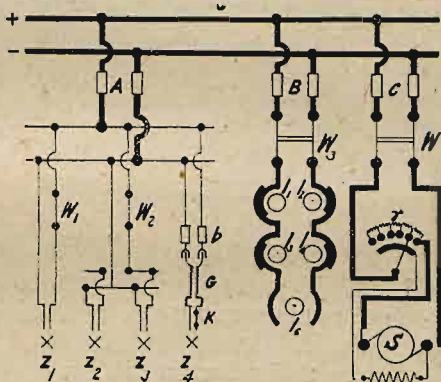
Mając w ten sposób sieć przygotowaną, możemy przystąpić do pomiarów. Opór izolacji mierzymy (§ 48):

1) między każdym przewodem a ziemią (np. między dodatnim a ziemią i między ujemnym a ziemią) i

2) między każdymi dwoma przewodami (np. między dodatnim a ujemnym).

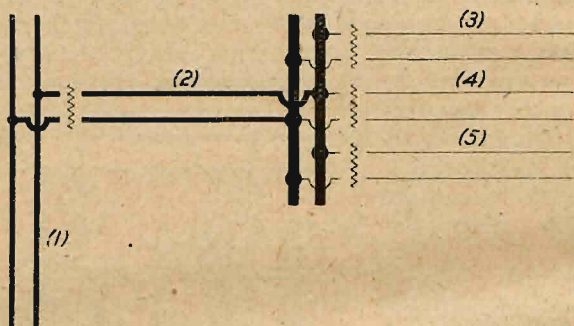
Przepisy wymagają tem lepszej izolacji, im wyższe napięcie panuje w sieci. Najmniejszy dopuszczalny opór izolacji w pojedynczej działce sieci, mierzony między każdymi dwoma przewodami, wynosi przy napięciu 110 V — 111000 Ω, w takiej samej działce przy 220 V — 220000 Ω, a ogólnie biorąc:

opór izolacji działki w Ω = napięcie w V × 1000.



Rys. 204.

Działką nazywamy każdą część sieci, zawartą między dwoma bezpiecznikami wielobiegunowymi, lub znajdującą się za ostatnim bezpiecznikiem wielobiegunowym, przyczem bezpieczników w gniazdach wtyczkowych, w świecznikach lub przy samych silnikach nie bierze się w rachubę. Zależnie od sieci, działki bywają dwu- lub trójbiegunowe. Np. na rys. 204 mieliśmy trzy działki dwubiegunowe: A, B, C. W instalacjach domowych (rys. 205) jedną działką jest pionowy prze-



Rys. 205.

wód zasilający (1), drugą — doprowadzenie do tabliczki odgałęźnej w mieszkaniu (2), a następnymi działkami są wszystkie gałęzie, odchodzące od tabliczki (3, 4 i 5).

Przy sprawdzaniu sieci niema konieczności mierzenia izolacji w każdej działce z osobna. Jednym pomiarem można objąć kilka działek z sobą powiązanych. Trzeba jednak uwzględnić, iż opór izolacji kilku działek jest mniejszy od oporu działki pojedynczej. Jeżeli przy 120 V wymagamy od jednej działki 120 000  $\Omega$ , to od gałęzi z dwóch działek możemy wymagać tylko 60 000  $\Omega$ , a od gałęzi, złożonej z pięciu działek (jak na rys. 205) — 24 000  $\Omega$  i t. d. Ogólnie biorąc,

$$\text{opór izolacji kilku działek} = \frac{\text{opór izolacji jednej działki} \cdot \text{liczba działek}}{\text{liczba działek}}$$

Należy jednak być ostrożnym ze sprawdzaniem po kilka działek naraz i, otrzymawszy liczbę niewiele przekraczającą

normę, pomiar powtórzyć, lecz tym razem w każdej działce osobną. Zdarza się bowiem, iż działka o izolacji niedostatecznej kryje się w sąsiedztwie innych o izolacji bardzo dobrej.

Jeżeli przy pomiarach izolacji sieci odłączamy odbiorniki prądu, to nie dlatego, żeby stan izolacji odbiorników nas nie interesował, lecz tylko dlatego, żeby izolację sieci i izolację odbiorników mierzyć zupełnie oddzielnie. O wielkości oporu izolacji maszyn mówiliśmy w § 29.

Przepisy, powyżej wyłuszczone, określające wielkość oporu izolacji sieci, stosują się tylko do przewodów o napięciu niskim, założonych w budynkach suchych, natomiast są nieważne: 1) dla przewodów w pomieszczeniach wilgotnych, gdzie trzeba się zadowolić izolacją gorszą, 2) dla przewodów napowietrznych i 3) dla kabli podziemnych.

Opór izolacji przewodów napowietrznych i kabli podziemnych jest wielkością zmienną, zależną od stanu pogody; podczas suszy opór izolacji wzrasta, po deszczu spada. Chcąc porównać izolację kilku linii o różnej długości, obliczamy przedewszystkiem opór 1 km każdej poszczególnej linii.

$$\text{opór izolacji} \\ \text{1 km} = \frac{\text{opór izolacji}}{\text{całego przewodu}} \times \frac{\text{długość}}{\text{przewodu w km.}}$$

Opór izolacji całego przewodu mnożymy przez długość, a nie dzielimy, gdyż opór izolacji jest tem większy, im krótszy przewód.

Przykład. Porównać izolację trzech linii napowietrznych, z których

I	długości 9500 m	wykazała opór 2 500 Ω
II	" 1850 m	" " 43 000 Ω
III	" 700 m	" " 25 000 Ω

Opór 1 km wynosi w linii:

$$\begin{array}{l} \text{I } 9,5 \times 2\,500 = 23\,750 \, \Omega \\ \text{II } 1,85 \times 43\,000 = 79\,550 \, \Omega \\ \text{III } 0,7 \times 25\,000 = 17\,500 \, \Omega. \end{array}$$

Najgorszą izolację wykazuje linja III, najlepszą — linja II.



Opór izolacji przewodu napowietrznego względem ziemi wynosi zwykle co najmniej 20 000  $\Omega$  na 1 km długości.

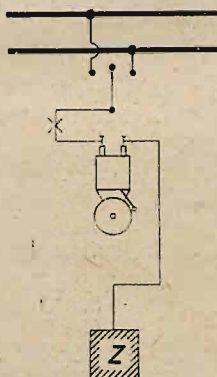
Kable próbowane w fabryce przy 15° C i po jedynitowej elektryzacji wykazują na 1 km przeszło

300 megomów przy przekroju żyły	do	50 mm <sup>2</sup>
200       "       "       "       "	50 mm <sup>2</sup> —	185 mm <sup>2</sup>
100       "       "       "       "	185 mm <sup>2</sup> —	1000 mm <sup>2</sup>

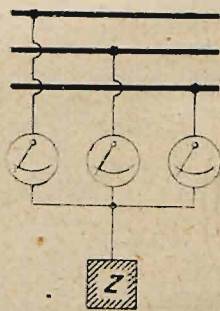
Natomiast po zakopaniu kabla opór izolacji wynosi przy suchej pogodzie około 15 megomów na 1 km, a przy dżdżystej zmniejsza się znacznie.

### § 75. Wskaźniki zwarcia z ziemią.

Do użytku codziennego bardzo są przydatne przyrządy, zwane wskaźnikami zwarcia z ziemią, wprawdzie mniej czułe od



Rys. 206.



Rys. 207.

mierników izolacji, lecz sprawdzające stan izolacji podczas ruchu bez żadnego zachodu.

Wskaźnik dla prądu stałego (rys. 206) składa się: 1) z żarówki, przystosowanej do woltażu sieci, i 2) z dzwonka. Przy-

rząd przyłącza się z jednej strony zapomocą przełącznika do jednego lub drugiego bieguna sieci, z drugiej zaś strony do płyty ziemnej. W razie uszkodzenia izolacji dzwonek sygnalizuje, a niezależnie od tego, przy większym upływie prądu, żarzy się lampka. Trzeba jednak pamiętać, iż wskaźnik pokazuje uszkodzenie nie tego przewodu, z którym jest połączony, lecz przeciwnego. Innymi słowy, gdy przyrząd wskazuje zwarcie z ziemią, będąc przyłączony do bieguna dodatniego (+), to należy szukać uszkodzenia w biegunie ujemnym (—) i odwrotnie.

Przy prądzie trójfazowym wskaźnik składa się z 3-ch woltomierzy (rys. 207), połączonych w gwiazdę z uziemionym punktem węzłowym. Przy dobrym stanie izolacji wszystkie woltomierze wskazują jednakowe napięcie (§ 5), w razie niedokładności w jednym z przewodów odpowiedni woltomierz wskaże mniej od innych.

### § 76. Odnajdywanie uszkodzeń.

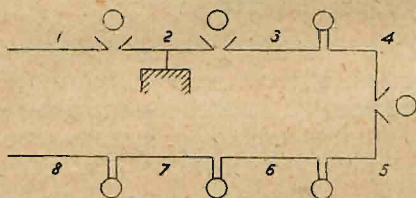
Dla wyszukania miejsca uszkodzonego w sieci przewodowej, wyłączamy poszczególne gałęzie jedną po drugiej, otwierając wyłączniki lub wykręcając korki bezpiecznikowe, a jednocześnie obserwujemy miernik izolacji, połączony z siecią. Wskazówka miernika zmniejszy wychylenie i wróci do właściwego punktu w tym momencie, gdy od sieci odłączymy odgałęzienie wadliwe. Poszukiwania powyższe możemy poprowadzić pod prądem, włączając między przewód zdrowy a ziemię zwyczajną lampkę żarową lub dzwonek (rys. 206). Lampka będzie się żarzyć, a dzwonek dzwonić, dopóki nie odłączymy linii uszkodzonej. Może się zdarzyć, że miernik, żarówka lub dzwonek nie przestaną wskazywać zwarcia z ziemią, nawet po oddzieleniu wszystkich gałęzi. W tym wypadku znajdujemy miejsce uszkodzone w przewodach głównych lub w tablicy rozdzielczej.

W obwodzie uszkodzonym prowadzimy dalsze poszukiwania w podobny sposób, odłączając po kolei odbiorniki prądu, lub też dzieląc cały obwód na części. Przy ostatnim

sposobie najprędzej dochodzimy do celu, dzieląc przewód za każdym razem na dwie równe części. Objasnimy to przykładem.

Przykład. Obwód z 7 lampami łukowymi (rys. 208) wykazuje zwarcie z ziemią. Lampy łukowe dzielą obwód na 8 części (na rys. — ponumerowane). Odłączywszy środkową lampę, rozdzielamy obwód na dwie połowy: jedna obejmuje część 1, 2, 3 i 4, druga — 5, 6, 7 i 8. Zmierzywszy ich izolację, przekonywamy się, iż uszkodzenie leży w pierwszej połowie. Dzielimy ją również na dwie połowy i powtarzamy pomiar izolacji. Część obwodu, wykazującą w dalszym ciągu zwarcie z ziemią, a obejmującą w naszym przykładzie działkę 1 i 2, dzielimy raz jeszcze na połowę i odnajdujemy uszkodzenie w działce 2. Trzy dzielenia doprowadziły do celu.

W podobny sposób możemy odnaleźć uszkodzenie w kablu podziemnym, dzieląc go na części w mufach łączonych lub odgałęźnych. Chcąc jednak uniknąć znużonej roboty odkopywania i rozłączania muf, próbujemy odnaleźć uszkodzenie zapomocą pomiarów.

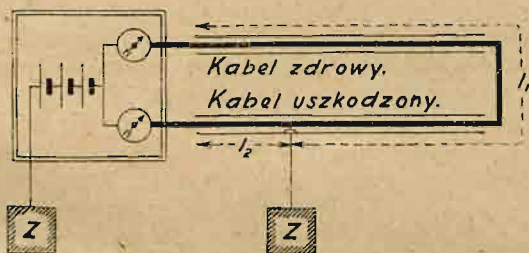


Rys. 208.

Do tego celu służy bądź 1) miernik z wielką baterją, który przy innym układzie połączeń odgrywa rolę miernika izolacji (§ 48 — 2), bądź też 2) mostek do mierzenia oporów, już na innym miejscu (§ 48 — 5) opisany. W jednym i drugim wypadku do pomiaru potrzebny jest, oprócz kabla uszkodzonego, drugi kabel zdrowy, ułożony równolegle. Na jednym końcu łączymy oba kable z sobą, na drugim — przyłączamy do miernika (rys. 209) lub do mostku (rys. 210). Przewód, złożony z dwóch kabli, połączony jest w miejscu uszkodzonym z ziemią. Punkt ten dzieli przewód na dwie części (na rys. 209 i 210 —  $l_1$  i  $l_2$ ). Zmierzywszy opór żyły miedzianej w jednej i drugiej części przewodu kablowego, nietrudno będzie obliczyć długość tych części i odnaleźć, przynajmniej z pewnem przybliżeniem, punkt uszkodzenia.



1) Pomiar zapomocą miernika z wielką baterją. Rys. 209 przedstawia układ połączeń. Obieg prądu jest następujący: od baterji do ziemi, z ziemi przez miejsce uszkodzone w kablu do żyły miedzianej, stąd dwiema gałęziami  $l_1$  i  $l_2$  do baterji. Prąd w obu gałęziach zależy od oporu; gdzie opór większy,



Rys. 209.

tam prąd jest mniejszy. Ponieważ opór żył miedzianych w kablu jest w stosunku prostym do długości kabla, przeto  $\text{długość } l_1 : \text{długość } l_2 = \text{prąd w gałęzi } l_2 : \text{prąd w gałęzi } l_1$ .

Wzór ten ważny jest tylko w tym wypadku, gdy oba kable mają przekrój jednakowy. Na rys. podane są w każdej gałęzi osobne mierniki prądu; zwykle jednak ograniczamy się na jednym mierniku, przełączanym to do jednej, to do drugiej gałęzi.

Przykład. Długość pojedynczego kabla 1000 m. Kabel Nr. 1 — zdrowy, kabel Nr. 2 — uszkodzony. W pierwszym kablu miernik wskazywał  $25^\circ$ , w drugim —  $75^\circ$ . A więc

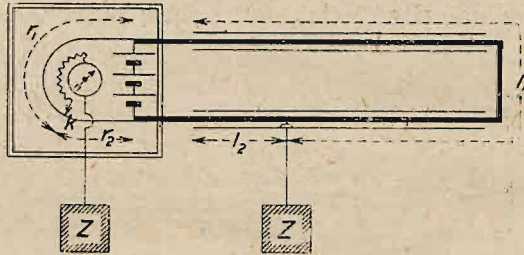
$$\text{długość } l_1 : \text{długość } l_2 = 75 : 25.$$

Ponieważ długość obu kabli  $l_1 + l_2$  wynosi 2000 m, łatwo obliczyć, iż

$$l_1 = 1500 \text{ m} \quad l_2 = 500 \text{ m}.$$

Miejsce uszkodzone leży w odległości 500 m od strony miernika

2) Pomiar zapomocą mostku. Rys. 210 przedstawia układ połączeń. Prąd rozszcza się i płynie dwiema równoległymi gałęziami:



Rys. 210.

- 1) przez kable na długości  $l_1$  i  $l_2$ ,
- 2) przez rozpiętą strunę mierniczą czyli przez opory  $r_1$  i  $r_2$ .

Właściwy mostek stanowi odgałęzienie dodatkowe od przesuwanego przycisku kontaktowego  $k$  przez galwanoskop do ziemi, a z ziemi przez miejsce uszkodzone w kablu do żyły miedzianej. Przesuwając przycisk  $k$  po strunie, natrafiamy na punkt, przy którym galwanoskop nie daje żadnego odchylenia. Wówczas opory zewnątrz przyrządu i wewnątrz przyrządu będą w jednakowym stosunku wzajemnym (§ 48—5), a zatem

$$\text{długość } l_1 : \text{długość } l_2 = \text{długość } r_1 : \text{długość } r_2.$$

Przykład. Kable jak w przykładzie poprzednim. Galwanoskop wskazywał 0 przy długości  $r_1 = 60 \text{ mm}$  i  $r_2 = 20 \text{ mm}$ . A więc

$$\text{długość } l_1 : \text{długość } l_2 = 60 : 20.$$

Ponieważ długość obu kabli  $l_1 + l_2$  wynosił 2000 m, przeto

$$l_1 = 1500 \text{ m} \quad l_2 = 500 \text{ m}.$$

Miejsce uszkodzone leży w odległości 500 m od strony miernika.