

Wyraz ten równa się zeru, jeżeli:

$$2 \alpha_2 = \alpha_1,$$

czyli:

$$\alpha_2 = \frac{1}{2} \cdot \alpha_1.$$

Podstawiając wartość  $\alpha_2$  we wzór (a) (str. 134), otrzymamy:

$$X = R.$$

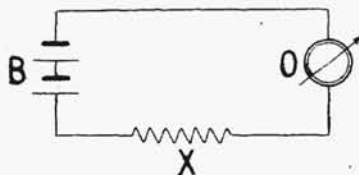
Z tego rozumowania wynika, że najdokładniej zmierzemy opór niewiadomy, gdy do pomiaru zastosujemy przyrząd, którego opór, łącznie z oporem dodatkowym, równa się oporowi niewiadomemu.

Można podany powyżej sposób stosować również do pomiaru oporności średnich, należy jednak w tym razie używać amperomierzy z oporami dodatkowymi, gdy zaś mamy mierzyć oporności duże, odpowiednie są woltomierze, których oporność zazwyczaj jest znacznie większa od oporności amperomierzy.

## 67. Omomierze.

Przyrządy pomiarowe, posiadające skalę z podziałką na omy, nazywamy omomierzami. Są dwie różne zasady ustroju omomierzy.

a) Omomierze woltomierzowe. Według jednej z tych zasad omomierze mają taki sam ustrój, jak woltomierze. Założmy, że przyrząd z podziałkami na wolty połączyliśmy bezpośrednio z odpowiednim źródłem prądu i otrzymaliśmy w tych warunkach odchylenie  $\alpha_1$ ; wprowadzając następnie w powyższy obwód opór niewiadomy  $X$  (rys. 140), otrzymujemy odchylenie mniejsze  $\alpha_2$ , wtedy  $X$ , jak wiemy z poprzednich rozumowań, wyraża się wzorem (a) (str. 134), albo inaczej:



Rys. 140. Łączenie w obwód omomierza.

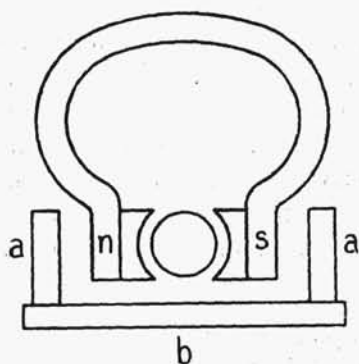
$$X = \alpha_1 \cdot R \cdot \frac{1}{\alpha_2} - R \quad . . . . . (b)$$

Przy różnych oporach  $X$  otrzymywać będziemy różne wychylenia  $\alpha_2$ ; inne zaś wielkości w tym wzorze są stałe, przeto na skali przyrządu obok działek i liczb, oznaczających wolty, możemy podać działki i liczby, wyrażające omy.

Mając takie podziałki wystarczy włączyć omomierz w obwód według rys. 140, aby móc odczytać na skali wartość oporu  $X$ .

Należy jednak pamiętać, że wartość podziałek na omomierzu obliczona jest dla pewnej wartości  $\alpha_1$ , a więc dla określonej siły elektromotorycznej źródła prądu. Zawsze przeto przy mierzeniu oporów omomierzem należy posługiwać się źródłem prądu z taką siłą elektromotoryczną, do której przystosowana jest podziałka omomierza.

Niektóre omomierze mają urządzenie, które umożliwia posługiwanie się źródłami prądu z rozmaitymi siłami elektromotorycznymi, różniąciami się jednak od siebie nie więcej, niż o kilka procent. Tego rodzaju omomierze,



Rys. 141. Układ obwodu magnetycznego omomierza ze zmiennym strumieniem magnetycznym w szczelinie.

z ruchomą cewką i nieruchomym magnesem mają bocznik magnetyczny (rys. 141). Trzy płytki żelazne  $a, b, a$ , umieszczone w pobliżu biegunów magnesu, tworzą obwód magnetyczny, równoległy do obwodu, przechodzącego przez szczeliny powietrzne, gdzie znajduje się ruchoma cewka przyrządu, nie pokazana na rysunku. Płytki  $a, a$  są ruchome; przysuwając je do biegunów magnesu, skierowujemy coraz większą część strumienia magnetycznego wzdłuż obwodu  $a b a$  i przez to osłabiamy pole magnetyczne w szczelinach powietrznych.

W omomierzach posługujemy się bocznikiem magnetycznym w sposób następujący. Łączymy omomierz bezpośrednio ze źródłem prądu i, przesuwanie za pomocą odpowiedniej śruby płytki  $a, a$  w ten sposób, aby wskazówka omomierza zatrzymała się na działce, oznaczonej liczbą 0 omów i następnie wprowadzamy w obwód niewiadomy opór  $X$ , wtedy wskazówka stanie na działce, odpowiadającej wartości oporu  $X$ .

Tym sposobem, niezależnie od wielkości siły elektromotorycznej źródła prądu, we wzorze (b) (str. 135), zawsze otrzymujemy tę samą wartość dla odchylenia  $\alpha_1$ .

Najdokładniej odczytamy wielkość oporu na omomierzu przy  $\alpha_1 = \frac{\alpha_1}{2}$ ,

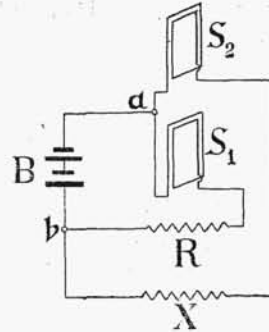
jak to wynika z rozważań, przeprowadzonych w paragrafie poprzednim. Z tego powodu do mierzenia oporów, różniących się pomiędzy sobą znacznie co do wielkości, stosować należy omomierze o różnej oporności  $R$ .

b) Omomierze różnicowe. W celu uniezależnienia wskazań omomierza od siły elektromotorycznej źródła prądu, obmyślono przyrządy, oparte na zasadzie nieco odmienniej.

Prąd ze źródła  $B$  (rys. 142) rozgałęzia się na dwa obwody: jeden z nich stanowią cewka  $S_1$  i opór  $R$ , umieszczony wewnątrz przyrządu, a drugi — cewka  $S_2$  i opór niewiadomy  $X$  zewnątrz przyrządu.

Jeżeli prądy w poszczególnych obwodach oznaczmy przez  $i_1$  i  $i_2$ , oporność zwojnic przez  $r'$  i  $r''$ , a napięcie pomiędzy punktami  $a$  i  $b$  przez  $V$ , to wypadnie:

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= \frac{V}{R + r'}, \dots \dots \dots \\ i_2 &= \frac{V}{X + r''} \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (a)$$

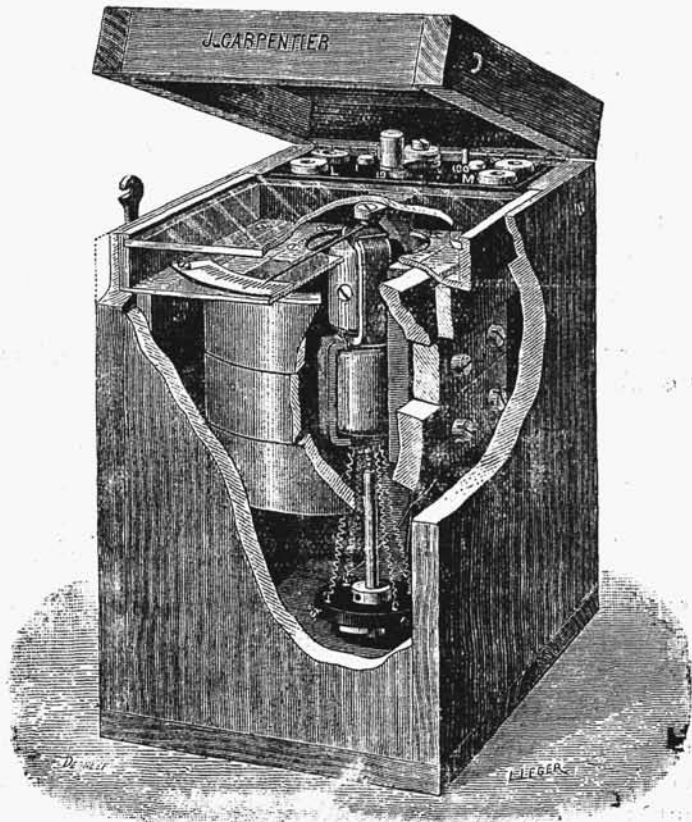


Rys. 142. Układ połączeń omomierza różnicowego.

Cewki  $S_1$  i  $S_2$  są ze sobą zmcowane pod kątem prostym i zaopatrzone u góry i u dołu w czopy, opierające się w odpowiednich łożyskach (rys. 143 i 144).

Cewki te obracają się w polu magnetycznym pomiędzy biegunami stałego magnesu stałego, którego nasadki biegunowe są płaskie; w środku cewek znajdują się nieruchome walce żelazne.

Pole magnetyczne pomiędzy biegunami magnesu jest niejednostajne. Największą indukcję magn. otrzymuje się w pobliżu środka nasadek biegunowych, gdzie szczelina jest najwęższa, a więc opór magnetyczny najmniejszy.

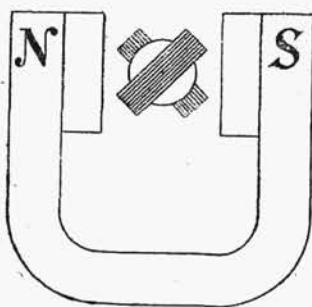


Rys. 143. Omomierz różnicowy w wykonaniu firmy J. Carpentier.

Momenty obrotowe, działające na zwojnice  $S_1$  i  $S_2$ , oznaczamy przez  $M_1$  i  $M_2$ . Przez  $B_1$  i  $B_2$  oznaczamy indukcję magn. w tych miejscach, gdzie znajdują się odpowiednie cewki  $A_1$  i  $A_2$  — czynniki, zależne od położenia cewek względem linii pola i od ustroju cewek. Mamy tedy zależności następujące:

$$M_1 = A_1 \cdot B_1 \cdot i_1,$$

$$M_2 = A_2 \cdot B_2 \cdot i_2,$$



Rys. 144. Układ cewek omiomierza różnicowego.

Prąd doprowadzamy do cewek za pomocą giętkich spiralek srebrnych (rys. 143), które wywierają na cewki moment obrotowy znikomo mały, położenie więc równowagi zespołu zwojnic ruchomych zależęć będzie tylko od momentów  $M_1$  i  $M_2$ . Stosując odpowiednie kierunki prądów w cewkach, łatwo osiągnąć odwrotne działanie momentów  $M_1$  i  $M_2$ . Gdy moment  $M_1$  obraca cewki w prawo, to moment  $M_2$  — w lewo:

Równowaga nastąpi przy:

$$M_1 = M_2,$$

czyli:

$$A_1 \cdot B_1 \cdot i_1 = A_2 \cdot B_2 \cdot i_2,$$

stąd:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{A_2 \cdot B_2}{A_1 \cdot B_1}.$$

Na podstawie wzorów (a) (str. 137) zastępujemy stosunek prądów stosunkiem oporności, wtedy wypadnie:

$$\frac{X + r''}{R + r'} = \frac{A_2 \cdot B_2}{A_1 \cdot B_1}.$$

Wartość stosunku  $\frac{A_2 \cdot B_2}{A_1 \cdot B_1}$  zależy oczywiście od położenia cewek w polu magnetycznym, możemy przeto wprowadzić oznaczenie:

$$\frac{A_2 \cdot B_2}{A_1 \cdot B_1} = f(\alpha),$$

gdzie  $f(\alpha)$  wyraża funkcję kąta  $\alpha$ , za pomocą którego będziemy oznaczali położenie cewek, licząc od pewnego położenia, dowolnie przyjętego za zerowe, wtedy:

$$\frac{X + r''}{R + r'} = f(\alpha),$$

a stąd:

$$X = (R + r') \cdot f(\alpha) - r''.$$

Wzór ten wskazuje, że różne wartości wielkości  $X$  odpowiadają różnym kątom  $\alpha$ , t. j. różnym położeniom cewek.

Wprowadzając do obwodu (rys. 142) różne znane opory  $X$ , możemy na skali, po której przesuwa się wskazówka, przymocowana do cewek, oznaczyć podziałki z liczbami, wyrażającymi odpowiednie oporności w omach,

Jeżeli:

$$r' = r'' \quad \text{ i } X = R,$$

to:

$$i_1 = i_2.$$

Cewki zajmą w tym razie położenie, wskazane na rys. 144. Gdy będzie:

$$X > R,$$

cewki przekręca się o pewien kąt w jedną stronę, a gdy będzie:

$$X < R,$$

to — w stronę przeciwną.

Zastanawiając się nad skalą takiego przyrządu, łatwo spostrzec, że przy zmianie oporności  $X + r''$  od 0 do  $\infty$ , wskazówka zakreśli kąt  $90^\circ$  \*). W tych warunkach równe odległości pomiędzy kreskami skali nie mogą odpowiadać wzrostowi oporu o równe wartości. Przyglądając się skali jednego z takich przyrządów, spostrzegamy np., że w pobliżu działki, odpowiadającej  $100 \Omega$ , na każde 2 mm przesunięcia wskazówki przypada około  $30 \Omega$ , w pobliżu działki  $1000 \Omega$ , na 2 mm przesunięcia wskazówki przypada około  $100 \Omega$ , a w pobliżu działki  $10000 \Omega$ , na 2 mm przesunięcia wskazówki przypada około  $2000 \Omega$ . Działka  $1000 \Omega$  odpowiada tu położeniu cewek, wskazanemu na rys. 144. Procentowo wartość 2 mm na skali stanowi:

$$\text{w pierwszym przypadku} \quad \frac{30}{100} \cdot 100 = 30\%$$

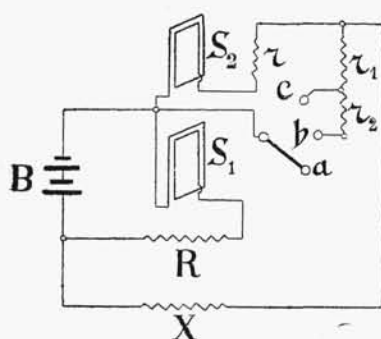
$$\text{w drugim} \quad \text{„} \quad \frac{100}{1000} \cdot 100 = 10\%$$

$$\text{w trzecim} \quad \text{„} \quad \frac{2000}{10000} \cdot 100 = 20\%.$$

Z tego zestawienia wynika, że najdokładniej odczytamy opór, którego wartość jest w danym przykładzie bliska  $1000 \Omega$ , wogóle zaś wartość oporu takiego, przy którym wskazówka zatrzymuje się w pobliżu środka skali.

\*) Wystarczy w tym celu zastanowić się nad wielkością momentów obrotowych, działających na cewki przy ich różnym położeniu w polu magnetycznym (rys. 144).

Do osiągnięcia dość dokładnych wyników przy pomiarach oporów różnej wielkości, stosuje się układ, wskazany na rys. 145. W obwód cewki  $S_2$  włączony jest dodatkowy opór  $r$ , a dwa boczniki  $r_1$  i  $r_1 + r_2$  mogą być wprowadzone do obwodu za pomocą przełącznika.\*) Jeżeli przełącznik ustawimy na kontakcie  $a$ , to cały prąd  $i_2$  popłynie przez cewkę  $S_2$ ; gdy zaś postawimy go na kontakcie  $b$  lub  $c$ , to do cewki popłynie tylko część prądu  $i_2$ .



Rys. 145. Układ połączeń omomierza różnicowego ze skalą wieloraką.

Jeżeli pewnej wartości niewiadomego oporu  $X$  odpowiada pewne położenie cewek przy przełączniku, ustawionym na kontakcie  $a$ , to opory  $r$ ,  $r_1$  i  $r_2$  dobieramy w ten sposób, aby przy przełączniku, ustawionym na kontaktach  $b$  i  $c$  otrzymać to samo położenie cewek przy oporze niewiadomym dziesięć razy i sto razy mniejszym.

Z powyższych równań łatwo wywnioskować, że wskazania omomierza z dwiema cewkami nie zależą zupełnie od wielkości siły elektromotorycznej źródła prądu. Ta siła elektromotoryczna nie powinna być jednak zbyt mała, gdyż wówczas momenty obracające nie byłyby w stanie utrzymać układu cewek we właściwym położeniu równowagi. Nie można również stosować siły elektromotorycznej zbyt wielkiej, bo silne prądy mogłyby uszkodzić cewki.

Do omomierzy powyższego ustroju najczęściej stosują się, jako źródła prądu, małe prądnice stałego prądu z magnesami stalowymi, zwane induktorami, które przy niezbyt szybkim obrocie ręczki dają siłę elektromotoryczną, wynoszącą około 120 V.

\*) Przełącznik widzimy na rys. 143 w głębi, pod pokrywką.