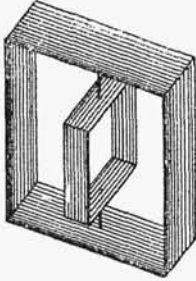


### 23. Amperomierze elektrodynamiczne.

Amperomierze tego rodzaju oparte są na tej samej zasadzie co, czułe elektrodynamometry (patrz str. 28).

Wyróżniamy amperomierze elektrodynamiczne bez żelaza i amperomierze elektrodynamiczne z żelazem.

a) Amperomierze elektrodynamiczne bez żelaza mają dwie cewki zwinięte z drutu izolowanego jedwabiem. Jedną, często podwójną, nieruchomą i drugą ruchomą, znajdującą się zewnątrz lub wewnątrz cewki ruchomej (rys. 38).



Rys. 38. Układ cewek w amperomierzach elektrodynamicznych.

Strumienie magnetyczne przebiegają tu w powietrzu. Według wywodów, podanych na str. 28, moment obrotowy współdziałania cewek jest proporcjonalny do średniej z kwadratów natężenia prądu, gdy np. ten sam prąd przebiega przez obie cewki. Zatrzymujący moment sprężyn, działający na układ ruchomy, jest proporcjonalny do kąta wychylenia, więc:

$$(i^2_t)_{sr.} = K'' \cdot \alpha$$

Jeżeli prąd jest zmienny okresowo i wartość jego skuteczna będzie  $J$ , to:

$$J = \sqrt{(i^2_t)_{sr.}} = K''' \cdot \sqrt{\alpha}$$

A gdy prąd będzie stały —  $J$ , to:

$$J^2 = (i^2_t)_{sr.}$$

Więc tak samo:

$$J = \sqrt{(i^2_t)_{sr.}} = K''' \cdot \sqrt{\alpha}$$

Stąd wynika, że cyfry na skali, oznaczone przy wzorcowaniu prądem stałym, oznaczają wartości skuteczne prądów zmiennych, wywołujących te same odchylenia.

Skala tych przyrządów nie jest równomierna. Jednak, przez odpowiedni układ i kształt cewek, można przynajmniej w środku otrzymać skalę niewiele różniącą się od równomiernej.

Tłumienie wahań wskazówki odbywa się w tych przyrządach za pomocą tłumików powietrznych.

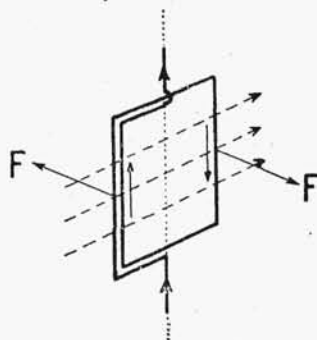
Według omawianej tu zasady sporządza się najściślej przyrządy na prąd zmienny, które mogą być wzorcowane prądem stałym.

Dla zmniejszenia natężenia prądu w cewce ruchomej, obwód jej włącza się zwykle równolegle do obwodu cewki nieruchomej.

Na rys. 39 pokazany jest układ wewnętrznych połączeń amperomierza elektrodynamicznego na dwa zakresy pomiarów. Gdy kołeczek zwiera kontakty *A*, to mamy amperomierz na mniejsze prądy, gdy zaś kołeczek zewrze kontakty *B*, to wychylenia odpowiadają skali na większe prądy.

Przyrządy elektrodynamiczne bez żelaza mają małe momenty obrotowe i z tego względu, dla zmniejszenia tarcia czopów, są używane najczęściej w pozycji leżącej, zwykle jako przyrządy laboratoryjne.

Względnie słabe pole magnetyczne cewki nieruchomej sprawia, że wpływ pola ziemskiego jest bardzo znaczny. Gdy przez amperomierz płynie prąd stały, to pole ziemskie (rys. 40) wywołuje moment obrotowy, który wytwarzają siły  $F$ ,  $F'$ , działające na pionowe przewodniki w cewce ruchomej.



Rys. 40. Pole magnetyczne wywołuje moment obrotowy.

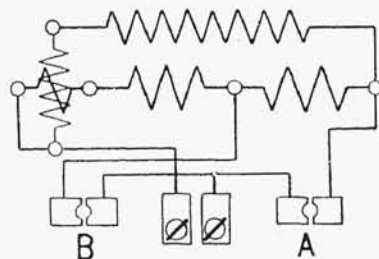
Moment ten będzie zgodny lub przeciwny momentowi, wywołanemu działaniem cewki nieruchomej i odpowiednio do tego otrzymamy wychylenie za małe, czy za duże.

Dla otrzymania odczytu, niezależnego od działania pola magnetycznego ziemskiego, odczytujemy położenie wskazówki dwa razy, przy różnych kierunkach prądu w amperomierzu, nie zmieniając jego położenia, i bierzemy wartość średnią z tych dwóch odczytów.

Przy zmianie kierunku prądu w amperomierzu, zmienia się kierunek momentu obrotowego, wywołanego przez pole ziemskie, natomiast nie zmienia się kierunek momentu obrotowego głównego, wywołanego oddziaływaniem cewki nieruchomej na cewkę ruchomą. Wobec tego, dla wartości średniej, wpływy pola ziemskiego znoszą się.

Podobne działanie jak pole ziemskie mają również wszystkie inne pola magnetyczne o stałym kierunku, wywołane np. innymi przyrządami pomiarowymi, lub przewodami z prądem.

Przy prądzie zmiennym pola magnetyczne stałe wpływu nie mają, tak samo jak pola magnetyczne zmienne o innym okresie. Wpływ mają



Rys. 39. Układ połączeń amperomierza elektrodynamicznego na dwa zakresy skali.

tylko pola magnetyczne zmienne o tym samym okresie, co prąd, przepływający przez amperomierz. Dla uniknięcia tego wpływu, należy odsuwać amperomierz jak najdalej od innych przyrządów, cewek i t. p. z prądem zmiennym.

Czy amperomierz jest dość daleko odsunięty od przewodów z prądem, przekonać się można, odczytując wychylenie wskazówki przy tym samym prądzie, ale różnych położeniach przyrządu pomiarowego.

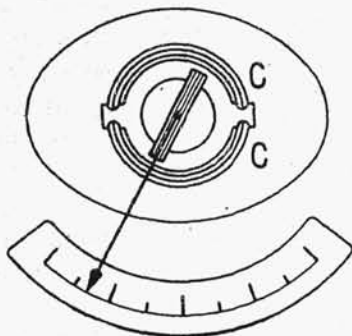
Na wskazania przyrządu mają wpływ również pola magnetyczne, wywołane prądami indukowanymi w otaczających przedmiotach metalowych. Z tego względu przy konstruowaniu przyrządu staramy się używać jak najmniej części metalowych. Przy prądach znacznej częstotliwości trzeba unikać sąsiedztwa przedmiotów metalowych.

Wogóle wskazania przyrządów elektrodynamicznych są niezależne od częstotliwości prądu w szerokich granicach. Zwykle uważamy, że można stosować te przyrządy bez zmiany skali do tysiąca okresów. Należy jednak pamiętać, że granica częstotliwości zależy od szczegółów ustroju przyrządu. Jako sprawdzian służyć może tu porównanie wskazań amperomierzy elektrodynamicznego z amperomierzem cieplnym.

To samo, co o częstotliwości, można powiedzieć również o kształcie krzywej prądu. Zwykle można przyjąć, że kształt krzywej prądu nie ma wpływu na wskazania przyrządu.

Pomiary za pomocą tych przyrządów mogą być przeprowadzone z błędem względnym, nie przewyższającym 0,3%.

b) Amperomierze elektrodynamiczne z rdzeniem żelaznym mają podwójną cewkę nieruchomą  $c, c$ , nawiniętą w żłobkach na wewnętrznej powierzchni pierścienia żelaznego (rys. 41), utworzonego z cienkich blaszek izolowanych. W środku znajduje się nieruchomy walec ułożony również z cienkich blaszek żelaznych. Cewka ruchoma obraca się w szczelinie pomiędzy pierścieniem a walcem. Linje magnetyczne większą część szlaku mają tu w żelazie, więc niewielki prąd może wytworzyć znaczną gęstość linii magnetycznych, pomimo mniejszej liczby zwojów w porównaniu do przyrządów bez żelaza.



Rys. 41. Ustrój amperomierza elektrodynamicznego z żelazem.

Skutkiem większego strumienia magnetycznego mamy tu większy moment obrotowy, a przez to przyrząd taki jest znacznie mniej wrażliwy na obce wpływy i tarcie czopów w łożyskach. Sąsiedztwo kilku przyrządów zwykle nie daje się tu odczuwać nawet przy

niewielkich odległościach. Cewki, mające mniej zwojów, mają mniejszą oporność elektryczną, skutkiem czego w tych przyrządach mamy mniejsze straty mocy.

Skala wzorcuje się zwykle na normalną częstotliwość prądu—50 okresów na sekundę, może służyć jednak bez zmiany dla prądu dowolnej częstotliwości w granicach od 10 do 100.

Kształt krzywej prądu praktycznie nie ma wpływu na wskazania przyrządu

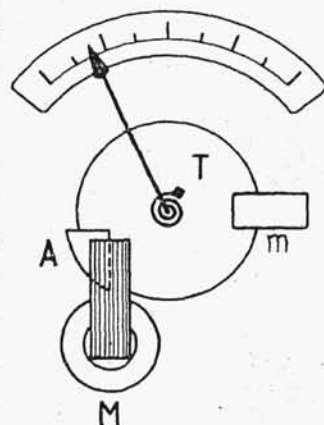
## 24. Amperomierze indukcyjne.

Głównie jako przyrządy tablicowe stosuje się amperomierze, oparte na powstawaniu w układzie ruchomym indukowanych prądów wirowych. Znałe są dwa rodzaje: amperomierze indukcyjne tarczowe i bębnekowe.

a) Amperomierze indukcyjne tarczowe składają się z elektromagnesu  $M$  (rys. 42), zasilanego mierzonym prądem zmiennym, i tarczy aluminiowej, lub miedzianej  $T$ , obracającej się na osi w ten sposób, że część tarczy znajduje się w szczelinie pomiędzy biegunami elektromagnesu, którego część powierzchni biegunowych przykrywają miedziane płytki  $A$ .

Zmienny strumień magnetyczny elektromagnesu wznieca prądy wirowe w ruchomej tarczy i nieruchomych przykrywkach  $A$ . Prądy te są w fazie, więc zawsze przyciągają się i wywołują moment obrotowy, działający na tarczę.

Drugi moment zatrzymujący wytwarza spiralna sprężynka, odpowiednio przymocowana do osi tarczy. Stały magnes  $m$  tłumi wahania tarczy. Wskazówka, przymocowana do osi tarczy, przesuwają się po skali.



Rys. 42. Amperomierz indukcyjny tarczowy.

Moment elektrodynamiczny, działający na krążek, jest proporcjonalny do prądów wznieconych w krążku —  $i_1$  i do prądów wznieconych w przykrywkach —  $i_2$ . Jeżeli przez  $M_t$  oznaczmy wartość tego momentu elektrodynamicznego w chwili  $t$ , a przez  $K$  stały współczynnik, to:

$$M_t = K \cdot i_{1t} \cdot i_{2t}.$$

Każdy z prądów  $i_1$  i  $i_2$  jest proporcjonalny do prądu, płynącego w elektromagnecie —  $i$ , więc:

$$M_t = K' \cdot i^2_t$$