

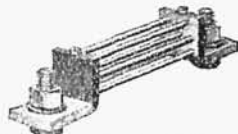
Bocznik innego ustroju widzimy na rys. 17-a. do 2000 A, przy spadku napięcia 60 mV.

Gdy amperomierz ma małą oporność np. $1\ \Omega$ lub mniej, to należy pamiętać o wpływie przewodów, łączących amperomierz z bocznikiem, na wskazania amperomierza.

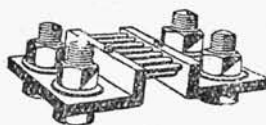
Ze wzorów powyżej podanych wyraźnie wypada, że oporność oznaczona literą r zawierać musi także oporność przewodów, łączących amperomierz z bocznikiem. Gdy oporność samego amperomierza jest dość znaczna, to oczywiście zwykle mała oporność powyższych przewodów nie odgrywa roli, jednak przy małej oporności amperomierza oporność przewodów należy mieć na względzie.

Z tego powodu jeżeli fabryka, dostarczając amperomierz z przenośnym bocznikiem, dodaje przewody, łączące bocznik z amperomierzem, to przewody te należy zawsze stosować, nie skracając ich i nie wydłużając.

Przy prądzie zmiennym boczniki stosuje się rzadko, gdyż rozdział prądu pomiędzy amperomierzem i bocznikiem odbywa się tu nie tylko pod wpływem oporności omowej, ale i indukcyjnej. przez to prąd rozdziela się rozmaicie, zależnie od częstotliwości zmian prądu. Tylko niektóre amperomierze, jak podano dalej, odpowiednio urządzone, zaopatruje się w boczniki.



Rys. 17. Bocznik do 600 amperów.
fir. S. & H.



Rys. 17-a. Bocznik na 2000 amperów
fir. S. & H.

16. Rozszerzenie skali amperomierzy za pomocą transformatorów prądowych.

Naogół rozszerzenie skali amperomierzy na prąd zmienny odbywa się przez zastosowanie transformatorów miernikowych, prądowych.

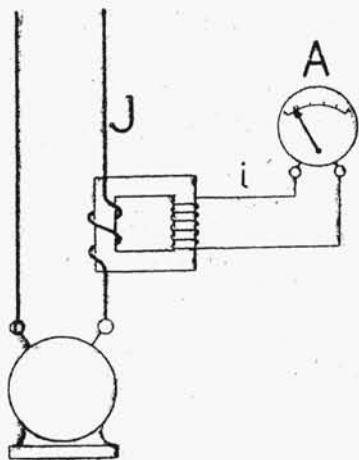
Zasada działania takiego transformatora polega na indukowaniu prądu wtórnego i (rys 18) w obwodzie amperomierza przez prąd mierzony J , przepływający po kilku zwojach, nawiniętych na wspólnym rdzeniu żelaznym (rys. 19). Odpowiednio do stosunku liczby zwojów wtórnych do liczby zwojów pierwotnych w amperomierzu otrzymuje się prąd zwykle o natężeniu mniejszym — i^*).

Najczęściej stosowane są transformatoriki dla największego prądu wtórnego 5 amperów, wyjątkowo dla 1 ampera.

*) W przybliżeniu prądy są odwrotnie proporcjonalne do liczb zwojów.

Największy prąd pierwotny bywa różny, zwykle od 5-ciu do 12000 amperów.

W praktyce nieraz znajdują zastosowanie cęgi transformatorowe pomysłu Dietze'a (rys. 19-a), zaopatrzone tylko w uzwojenie wtórne, połączone



Rys. 18. Włączenie prądowego transformatora miernikowego.

z amperomierzem. Pierwotne uzwojenie stanowi tu przewód, który obejmujemy cęgami i w ten sposób mierzymy, płynący w nim prąd.

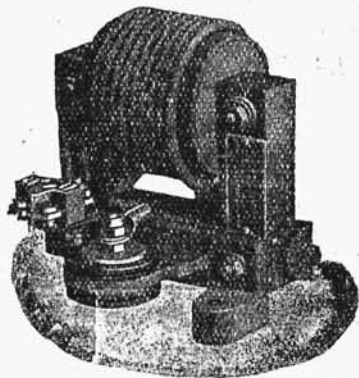
W urządzeniach elektrycznych o wysokim napięciu prądu transformatoriki mają często na celu nie tylko rozszerzenie skali amperomierza, ale także zabezpieczenie przyrządu pomiarowego od wysokiego napięcia względem ziemi. Wtedy pierwotne uzwojenie izoluje się bardzo dokładnie od żelaza i końcówki jego wyprowadza się przez duże izolatory przepustowe (rys. 19 b). Obwód zaś wtórny uziemia się. (Drut uziemiający miedziany musi mieć przekrój najmniej 16 mm²).

Transformator miernikowy może służyć nie tylko do zasilania prądem amperomierza, ale jednocześnie również watomierza i licznika, w których zwoje prądowe *) włącza się z amperomierzem i uzwojeniem wtórnym transformatora miernikowego w jeden obwód szeregowo (rys. 20.)

Dokładność wskazań amperomierzy z transformatorami jest tem większa, im mniejsze rozproszenie magnetyczne mają te transformatoriki i im mniejsze w nich są straty mocy.

Wahania częstotliwości i odkształcenie krzywej prądu, spotykane w dobrych urządzeniach elektrycznych, nie powodują znacznych błędów.

Przy zwykłych pomiarach technicznych stosunek prądu wtórnego do pierwotnego możemy uważać w dobrych transformatorach za stały, niezależnie od obciążenia. Przy pomiarach zaś dokładnych należy posługiwać się transformatorami ściśle z wykresami poprawek, wyznaczonymi doświadczalnie dla każdego transformatora osobno. Wykresy wskazują współczynnik, przez który należy mnożyć liczbę, wyrażającą przekładnię t. j. stosunek prądu wtórnego do pierwotnego, podaną na tabliczce cechowej transformatora.



Rys. 19. Transformator miernikowy prądowy na prąd niskiego napięcia fir. S. & H.

*) Patrz ustrój watomierza i licznika.

Gdy transformatorek zasila również watomierz albo licznik, to obok wielkości prądu wtórnego odgrywa rolę faza jego względem napięcia sieci, od którego płynie prąd w drugiej cewce przyrządu pomiarowego. W przybliżeniu faza prądu wtórnego transformatora względem fazy prądu pierwotnego jest przesunięta o 180° . Odchylenie od 180° sprawia błąd w pomiarze i przy dokładnych pomiarach ze względu na to odchylenie również wprowadza się odpowiednią poprawkę.

Zwykłe transformatoriki prądowe nie mogą być przeciążane na czas długi więcej, niż na 10 do 20%.

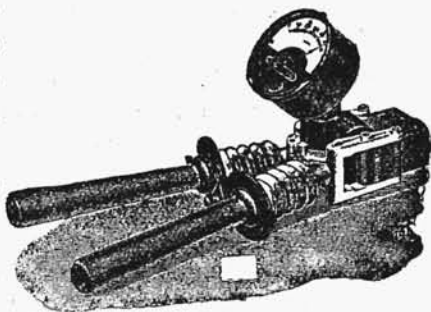
Jeżeli przyrząd pomiarowy ma być wyłączony z obwodu transformatora prądowego tak, że obwód ten byłby przerwany, to przed tem należy zaciski wtórne transformatora albo przewody, prowadzące do tego przyrządu, z e w r z e ć.

Przerwanie obwodu wtórnego, przy włączonym prądzie na obwód pierwotny, może wywołać nadmierne grzanie się żelaza w transformatorze i uszkodzenie izolacji wtórnego uzwojenia z powodu powstania tam zbyt wysokiego napięcia przy nadmiernym strumieniu magnetycznym w żelazie.

Takie niezwykle zachowanie się prądowego transformatora miernikowego tłumaczy się tem, że gdy oba uzwojenia są pod prądem, to strumień magnetyczny powstaje pod wpływem niewielkiej różnicy amperozwojów pierwotnych i wtórnych, a gdy przerwiemy obwód wtórny, to prąd pierwotny p o z o s t a j e i mamy wtedy wielką ilość amperozwojów, które bardzo mocno magnesują żelazo, stąd wielkie straty na prądy wirowe i histerezę, oraz wielka siła elektromotoryczna indukowana w zwojach wtórnych.



Rys. 19-b. Transformator miernikowy prądowy dla 100 do 350 amperów przy 5000 woltów.
fir. S. & H.

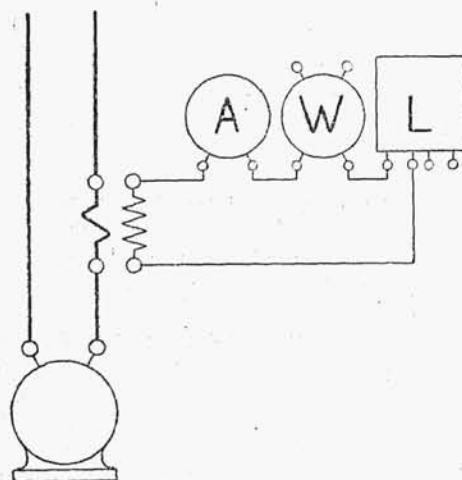


Rys. 19-a. Cęgi transformatorowe Dietze'a z amperomierzem
fir. Hartmann-Braun.

Specjalne transformatoriki są budowane dla prądów średniej częstotliwości: od 500 do 2500 okresów na sekundę, a jeszcze inne dla prądów szybkochylnych powyżej 2500.

W tych transformatorach rdzenie żelazne robi się z nadzwyczaj cienkiej blachy i wymiary ich są zwykle bardzo małe.

Na transformatoru miernikowym prądowym wskazana jest przekładnia np. $\frac{600}{5}$; co znaczy: 600 amperów największy prąd pierwotny, a 5 amperów wtórny. Jeżeli do takiego transformatora przyłączyć amperomierz ze skalą do 5 amperów, to prąd pierwotny znajdziemy mnożąc wskazania tego amperomierza przez 120. Pozatem podaje się zwykle najwyższe napięcie prądu pierw. tego, do którego jest przystosowana izolacja np. 6000 woltów, oraz częstotliwość prądu.



Kys 20. Transformator miernikowy prądowy zasila amperomierz, watomierz i licznik.

Transformator montażowe i laboratoryjne mają zazwyczaj urządzenie dla zmiany przekładni tak, że ten sam transformator może dla szerokiej skali prądów.

Osiąga się to zwykle przez odpowiednie przełączenie części uzwojenia pierwotnego, stosując połączenia szeregowo i równoległe.

Tak np. transformator ściśły Hartmann-Brauna może służyć dla 41 różnych przekładni od $\frac{15}{5}$ A do $\frac{1900}{5}$ A. Do 150 A stosuje się różne odgałęzienia od pierwotnych uzwojeń, a powyżej 150 A uzwojenie pierwotne wykonywa się na miejscu pomiaru, przez owinięcie odpowiednią liczbą razy przewod-

nika, prowadzącego mierzony prąd, wokoło żelaznego rdzenia transformatora.

Rodzaj i ilość przyrządów, jakie mogą być włączone na transformator, określa się w różny sposób. Firma Hartmann Braun podaje np., że przekładnia w zwykłych transformatorach, wyrażająca stosunek prądów, jest zachowana z dokładnością do 1% w pobliżu nominalnego obciążenia, o ile suma spadków napięć we wszystkich przyrządach, włączonych na transformator łącznie z przewodami połączeniowymi, nie przewyższa pewnej wielkości, odpowiedniej do budowy transformatora, a więc naprz. dla pewnych transformatorów suma spadków napięć nie powinna wynosić więcej od 4 woltów przy 50 okresach i od 2 woltów przy 25 okresach; dla orientacji podane są maksymalne spadki napięć w różnych przyrządach pomiarowych. Tak np. spadki napięć w amperomierzach pięcioamperowych różnego ustroju wahają się w granicach od 0,5 do 1 wolta.

Przy dokładnych pomiarach laboratoryjnych należy posługiwać się

transformatorkami ściślemi, których ustrój zapewnia większą dokładność, niż wyżej podana.

Tak np. ściśle transformatorki prądowe*) z wieloraką przekładnią mają błąd przekładni w granicach najwyżej $\pm 0,5\%$ przy prądzie od 20% do 100% natężenia nominalnego. W tych samych warunkach dopuszczalne jest uchybienie w kącie różnicy faz najwyżej w granicach do $\pm 40'$. Przy obciążeniach od 10% do 20% natężenia nominalnego, błąd w przekładni wynosi $\pm 1\%$, a uchybienie w kącie różnicy faz $\pm 60'$.

17. Galwanoskopy.

Przyrządy, za pomocą których spostrzegamy tylko obecność prądu, nazywamy galwanoskopami.

Zasada ustroju najprostszych i najtańszych galwanoskopów polega na zastosowaniu dwóch nieruchomych cewek, pomiędzy którymi znajduje się krótki magnes stalowy, oparty na ostrzu lub zawieszony na cienkiej nitce. Do tego magnesu przymocowana jest wskazówka, której położenie wyznacza się na skali.

Pole magnetyczne prądu odchyła magnes wbrew siłom magnetycznym, wywołanym pionową składową ziemskiego magnetyzmu i siłę ciężkości, gdy oś obrotu układu ruchomego jest pozioma i umieszczona wyżej od jego środka ciężkości, lub też wbrew momentowi obrotowemu wywołanemu poziomą składową magnetyzmu ziemskiego, gdy oś obrotu jest pionowa.

Galwanoskopy tego rodzaju teraz wychodzą z użycia i są zastępowane dogodniejszymi galwanometrami z ruchomą cewką.

18. Galwanometr z ruchomą cewką i nieruchomym magnesem.

Najczęściej stosowane są obecnie galwanometry, urządzone według pomysłu Deprez i d'Arsonval'a (rys. 21) z nieruchomym magnesem i ruchomą cewką. Taki galwanometr składa się z nieruchomego, silnego, stalowego magnesu $N S$, nieruchomego cylindra żelaznego C i ruchomej cewki K , zawieszanej na cienkiej wstążeczce metalowej. U góry do pręcika, umieszczonego na cewce, przymocowane jest lustro L .

Prąd do cewki doprowadzamy z góry przez wstążeczkę metalową, a z dołu przez lekko zwiniętą sprężynkę.

Bieg prądu jest uwidoczniony na rys. 22.

*) Patrz niemieckie przepisy.