

ka platynowa, pokryta gąbką platynową, a katodę - płytka z metalu szlachetnego również pokryta gąbką. Elektrolitem jest rozcieńczony kwas fosforowy. W czasie przepływu prądu wodór wydziela się na katodzie i zbiera się w rurce odpowiednio kalibrowanej.

R O Z D Z I A Ł XII.

LICZNIKI WAHADŁOWE.

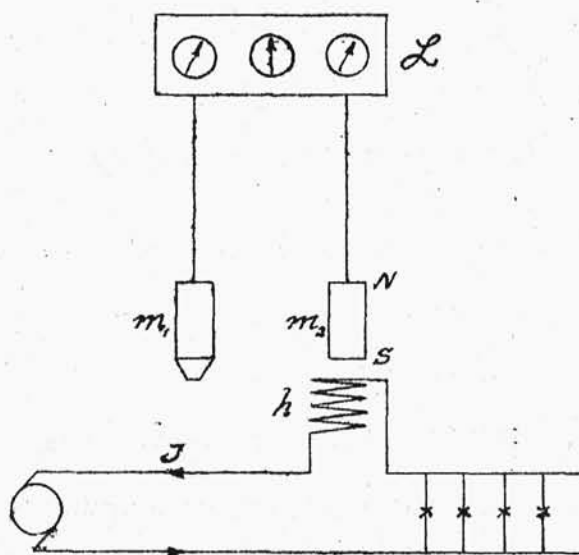
1/ Zasada działania.

Liczniki wahadłowe są oparte na zasadzie działania wahadła, znajdującego się pod wpływem dodatkowej siły, wywołanej natężeniem prądu mierzonego. Wahadło waha się tem szybciej, im większa siła przyciągająca nań działa; różnica wahań wahadła obciążonego i nieobciążonego stanowi miarę ilości elektryczności względnie mocy.

Zależnie od tego mamy liczniki amperogodzin. lub watogodzin.

2/ Liczniki amperogodzin.

Pierwszy licznik amperogodzin został podany w 1884 r. przez H. Arona. Składał on się z dwóch wahadeł m_1 i m_2 /rys:71/, z których m_1 jest zwykłym wahadłem, zaopatrzonym na końcu w ciężarek, wahadło m_2 posiada na końcu magnes trwały w formie sztabki. Poniżej



Rys. 71.

wahadła m_2 jest umieszczona cewka h przez którą przepływa główny prąd J . Przy biegu jałowym ($J=0$) obydwa wahadła poruszają się zupełnie synchronicznie. Skoro jednak przez

cewkę popłynie pewien prąd, wówczas wahadło m_2 , wskutek siły przyciągającej i pochodzącej od cewki, będzie się wahać szybciej. Jeżeli oznaczymy liczby wahanć wahadeł, wykonanych w ciągu pewnego czasu, odpowiednio przez n_1 i n_2 , to ilość amperogodzin jaka przepłynęła w ciągu tegoż czasu będzie proporcjonalna do różnicy tych liczb wahanć. A zatem:

$$C(n_1 - n_2) = It$$

O ile napięcie sieci jest stałe, to licznik ten może być również wycechowany w KWh , wówczas będzie:

$$C'(n_1 - n_2) = Pt$$

gdzie P jest mocą.

Każde wahadło jest zaopatrzone w swój własny mechanizm zegarowy; przy czem obydwa mechanizmy są w ten sposób ze sobą połączone, że liczydło

\mathcal{L} wskazuje odrazu różnicę wahanć wahadeł. Przy biegu jałowym liczydło powinno stale stać na zerze.

3/ Liczniki watogodzin.

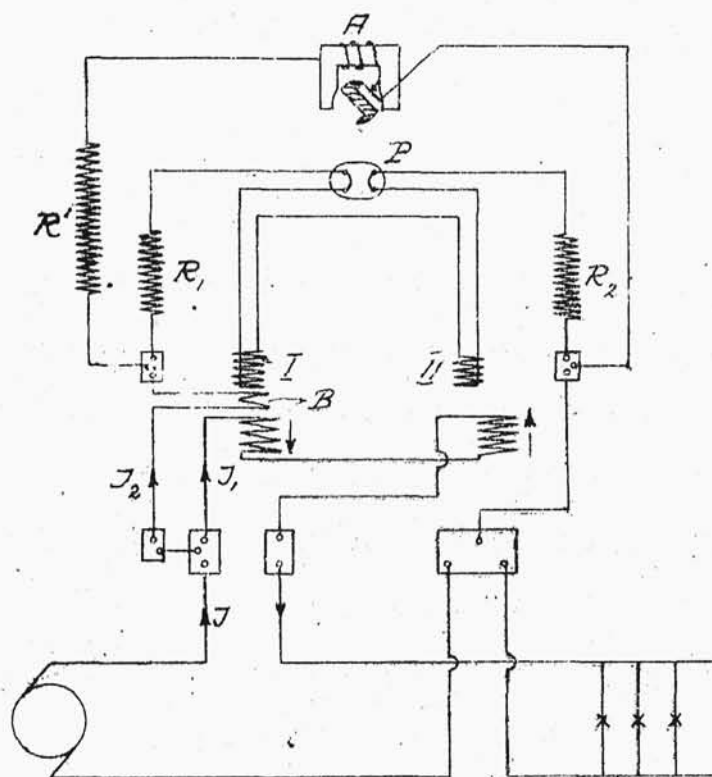
Aby można było liczyć nie tylko amperogodziny, lecz również i watogodziny, zastąpiono magnes trwały m_2 /rys.71/ cewką, przez którą przepływał prąd proporcjonalny do napięcia. Siła przyciągania, o którą została powiększona siła ciężenia, była proporcjonalna do mocy prądu. Wskutek tego licznik ten wskazywał watogodziny.

W nowszych licznikach wahadłowych, datujących się od 1892 r., obydwie wahadła są zaopatrzone na końcach w cewki napięciowe, pod którymi znajdują się cewki prądowe. Wskutek usunięcia magnesów trwałych można takie liczniki stosować i do prądów zmiennych. Liczniki te przy prądzie stałym mogą być szeregowo lub bocznikowe, a przy prądzie zmiennym - jednofazowe lub trójfazowe.

a/ Liczniki wahadłowe prądu stałego.

2/ Licznik szeregowy, przedstawiony na rys.72, posiada tę charakterystyczną cechę, że przez obie cewki prądowe przepływa całkowity prąd. Przez cewki napięciowe, jak już zaznaczono, przepływa prąd pro-

proporcjonalny do napięcia. Kierunki prądów w cewkach prądowych są tak dobrane, aby przy obciążeniu licznika jedno wahadło przyspieszało ruchu, a drugie opóźniało się.



Rys. 72.

Różnicę wahań podaje liczydło, wycochowane w watogodzinach.

Zauważyć należy, że w liczniku Arona wyregulowanie wahań z taką dokładnością, aby były bez prądu zupełnie jednakowe, jest rzeczą niewykonalną. Dla uniknięcia mogących stąd powstać niedokładności we wskazaniach licznika zmienia się co ok. 10 mi-

nut za pomocą przełącznika P , wprawianego w ruch mechanizmem zegarowym, kierunek prądu w cewkach napięciowych. Skutkiem tego wahadło przyspieszające staje się zwalniającem i odwrotnie. Zarazem musi się też zmieniać i przekładnia ruchu od mechanizmów zegarowych do wskazówek. Przez takie zmiany w układzie mechanizmów, powyżej wzmiankowana różnica w biegu zegarów będzie przesuwając wskazówki najpierw w jedną, a potem w drugą stronę, ostatecznie więc nie będzie miała wpływu na położenie wskazówek.

Dla uniknięcia ręcznego nakręcania sprężyn, poruszających wahadła, stosuje się tylko jedną sprężynę, poruszającą obydwa wahadła, nakręcaną samoczynnie co 30 ÷ 40 sek. za pomocą elektromagnesu A , połączonego w szereg z opornikiem dodatkowym R' . Co pewien czas elektromagnes przyciąga kotwicę, nakręcając sprężynę.

Regulowanie licznika odbywa się za pomocą oporników dodatkowych R_1 i R_2 , włączonych w obwód cewek napięciowych. Jeżeli np. licznik pokazuje za dużo, to należy opory te proporcjonalnie powiększyć.

Ażeby zabezpieczyć się przed biegiem jałowym licznika w razie przzerwania prądu w cewkach głównych, jest umieszczona obok jednego wahadła dodatkowa cewka bocznikowa B , która działa na nie w przeciwnym kierunku, niż cewka prądowa, przez co zmusza je do ruchu wstecznego. Ruch wsteczny jednakże nie następuje, ponieważ przeszkadza temu ustrój zegarowy, wskutek czego licznik staje.

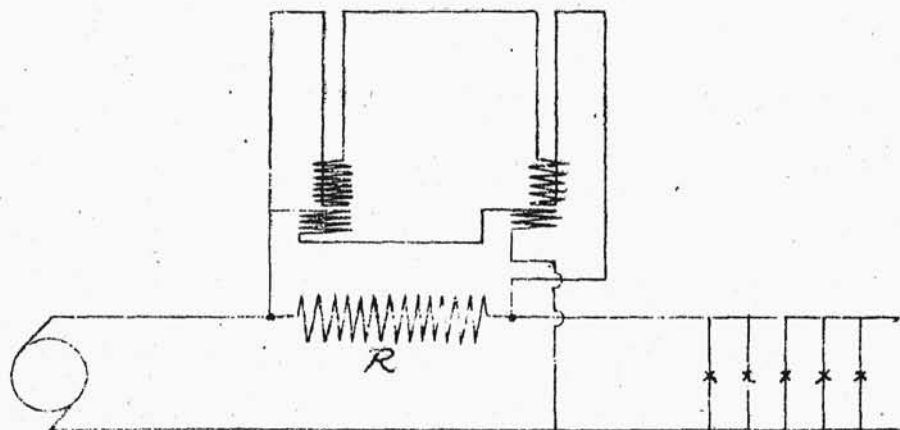
W stanie nieobciążonym wahadło może wykonać około 1200 wahanień w godzinę. Przy pełnem obciążeniu zaś może wykonać maximum 1800 wahanień różnicy w stosunku do biegu jałowego t.j. 3600 wahanień różnicy dla obu wahadeł. Licznik ten jest wprawiany w ruch automatycznie, skoro tylko elektromagnes nakręcający A zostanie wzбудzony przez napięcie sieci.

Wskutek lekkości wahadeł, uwięzienie ich w razie transportu jest zbyteczne.

Zużycie energii jest małe, wynosi ono 2 waty dla cewek napięciowych przy 110 V ; w cewce prądowej jeszcze mniej.

β / Licznik bocznikowy dla bardzo silnych

prądów, jest uwidoczniiony na rys.73. Zwojnice nieruchome są nawinięte na rdzeniach z miękkiego żelaza w celu wzmocnienia pola magnetycznego,



Rys. 73.

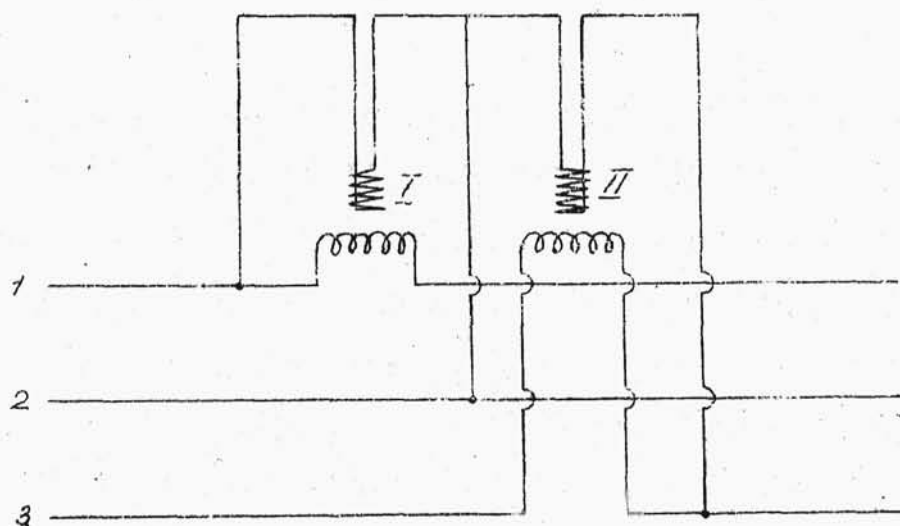
przez nie bowiem płynie prąd proporcjonalny do napięcia sieci. Przez obwód wahadeł, załączonych w boczniku do opornika R , płynie prąd odgałęziony. Spadek napięcia na oporze R wynosi $0,2 V$. Zresztą ustrój tego licznika jest taki sam jak bocznikowego.

b/ Liczniki wahadkowe prądu zmiennego.

Liczniki jednofazowe pod względem swojej budowy i działania są podobne do liczników prądu stałego.

Liczniki do prądu trójfazowego: W układzie trójfazowym niesymetrycznie obciążonym należałoby zastosować trzy liczniki, mierzące energję w poszczególnych fazach. Liczniki te mogą być złączone w jeden przyrząd.

Można jednakże przy pomiarze mocy prądu trójfazowego zastosować zasadę dwóch watomierzy, odpowiednio ze sobą połączonych, do pomiaru mocy układów trójfazowych. Rys. 74 uwidoczni licznik, oparty na tej zasadzie, zastosowanej przez Arena. Bliższy opis tej metody znaj



Rys. 74.

dzie się w dziale, traktującym o pomiarach elektrycznych.

Wskazania tego licznika są proporcjonalne do mocy całkowitej; przyczem działania cewek muszą się sumować.

4/ Zastosowanie, zalety i wady.

Liczniki wahadłowe mogą być stosowane tak przy prądzie stałym, jak i zmiennym, gdyż działanie ich jest oparte na zasadzie elektrodynamometru. Zaletą ich jest duża dokładność oraz niezależność od kształtu krzywej i częstotliwości. Przesunięcie fazy prądów pozostaje również bez wpływu na ich wskazania, ponieważ działanie elektrodynamiczne, występujące pomiędzy cewką prądową i napięciową, jest zależne jedynie od prądu watowego. Dalszą zaletą tych liczników jest znaczna czułość, dzięki której mogą wskazywać energję prądu nawet bardzo słabego w porównaniu z prądem normalnym, dla którego są przeznaczone. Wskazania ich nie zależą również od zmiennego tarcia w osiach i prawie zupełnie od temperatury. Nadają się szczególnie

do zmiennego obciążenia.

Wadę tych liczników stanowi konieczność nakręcania względnie stosowania automatów nakręcających, które mogą zawieść i które zużywają dużo energii. Następną wadą jest duża ich cena, która tłumaczy się skomplikowanym urządzeniem zegarowym; pozatem zajmują dużo miejsca.

Zamiast pionowych wahadeł, poddanych działaniu siły ciężkości, mogą być stosowane również wyrównoważone wahadła poziome. Siłę ciężkości zastępują wówczas sprężyny spiralne lub magnesy stałe. Tego rodzaju liczniki są używane w elektrowozach.

R O Z D Z I A Ł XIII.

LICZNIKI MAGNETOMOTORYCZNE.

1/ Zasada działania.

Liczniki magnetomotoryczne są oparte na zasadzie galwanometru z ruchomą cewką, z tą jednakże różnicą, że podczas gdy w galwanometrze cewka wykonywa tylko część obrotu, to w liczni-