

# Przyrządy i pomiary elektrotechniczne

CZĘŚĆ I

według wykładów  
prof. K. DREWNOWSKIEGO.

Opracował  
Inż. W. Żochowski

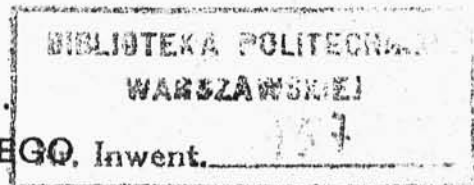
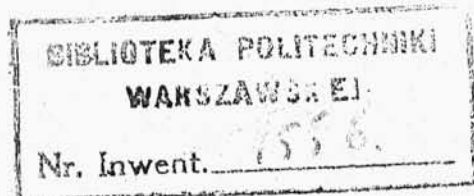


Nr Wyd. 155.

WARSZAWA

Nakładem Komisji Wydawniczej T-wa Brat. Pom. Student. Politech. Warszawskiej  
Drukarnia i Litografia „SATURN”, Marszałkowska 91. Telefon 20-44.

1923 r.



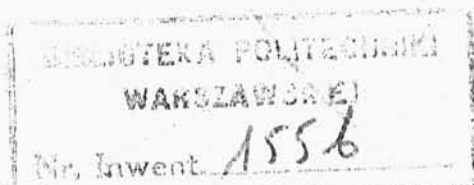
123758

C 1030.



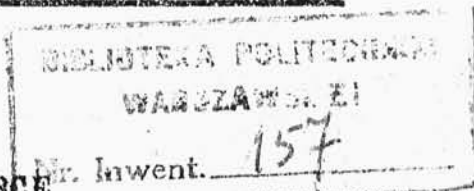
MP. 18

BG-02P/273-02



## PRZYRZĄDY POMIAROWE.

### ROZDZIAŁ I-szy.



### JEDNOSTKI, MIARY I WZORCE.

#### 1/ Jednostki.

Pomierzyć jakąś wielkość - znaczy porównać ją z inną obraną za jednostkę. Jednostki mogą być dowolne lub umówione t.j. przyjęte jako obowiązujące przez instytucje lub zjazdy międzynarodowe, albo rozporządzenia państwowe. Aby móc mierzyć, trzeba mieć możliwość odtworzenia miar tych jednostek. Miara służy zatem do praktycznego wyrażania liczby jednostek danej wielkości czyli do jej mierzenia.

Wszystkie miary elektryczne i magnetyczne można teoretycznie sprowadzić do trzech miar podstawowych: długości, masy i czasu. Taki układ miar, wyrażony w sposób powyższy, nazywa się układem bezwzględny. Jako jednostki

podstawowe układu bezwzględnego miar przyjęto dla długości centymetr /cm./, dla masy gram /gr./ i dla czasu sekundę /sek./; z tego względu nazywamy ten układ miar centymetro-gramo-sekundowym lub układem /C.G.S./.

Jednakże jednostki powyżej przytoczone są zbyt małe, przeto w praktyce stosuje się t.zw. układ praktyczny, którego jednostkami podstawowymi są: metr /m./, kilogram /kg./ i sekunda /sek./. We Francji przyjęto w roku 1920. metr, tonnę i sek. /M.T.S./ jako jednostki podstawowe układu praktycznego miar, z zachowaniem jednak tamtych do praktyki naukowej.

Wielkości elektryczne i magnetyczne można wyrazić w dwóch układach bezwzględnych, a mianowicie: elektrostatycznym i elektromagnetycznym, zależnie od tego, czy wychodzimy z wzajemnego działania ładunków elektrycznych, czy też mas magnetycznych. Te dwa układy są związane ze sobą w ten sposób, że stosunek wymiarów wielkości określonych elektrostatycznie i elektromagnetycznie jest wymiarem prędkości światła względnie jej dziesiętnej wielokrotności, a stosunek ich wielkości pomierzonych bezwzględnie według określeń elektrostatycznych

wzgl. elektromagnetycznych jest również dziesiętną wielokrotnością prędkości światła. Jak już zaznaczono, jednostek podstawowych bezwzględnych nie stosuje się, gdyż są one zbyt małe lub zbyt duże w stosunku do wielkości, z którymi mamy do czynienia w praktyce. Zamiast nich są używane jednostki praktyczne, przeważnie układu elektromagnetycznego, będące wielokrotnością dziesiętną jednostek bezwzględnych.

Praktycznymi jednostkami podstawowymi wielkości elektrycznych są: amper i om, określone dokładnie przez międzynarodowy kongres elektrotechniczny w Londynie w 1908 r.:

Om międzynarodowy ( $\Omega$ ) — jest to opór, jaki przedstawia dla prądu stałego słup rtęci o długości 106,300 cm., masie 14,4521 gr. o jednostajnym przekroju  $/\infty 1 \text{ mm}^2/$  przy temp.  $0^\circ$ .

Amper międzynarodowy /A/ — jest to natężenie prądu stałego, który przy przejściu przez roztwór azotanu srebra  $/\text{AgNO}_3/$  strąca w ciągu 1 sek. 0,00111800 gr. srebra.

Jako jednostki pochodne przyjęto.

Wolt międzynarodowy /V/ — jest to jednostka napięcia prądu elektrycznego, stanowiąca stałą

różnicę potencjałów na końcach przewodnika o oporze jednego oma międzynarodowego, gdy przez ten przewódnik przepływa prąd stały o natężeniu jednego ampera międzynarodowego.

Wat międzynarodowy /W/ - jest to jednostka mocy prądu elektrycznego, stanowiąca moc takiego prądu stałego, którego natężenie wynosi jeden amper międzynarodowy i który płynie pod napięciem jednego wolta międzynarodowego. 1000 watów stanowi 1 kilowat /kW/.

Dalszemi jednostkami pochodnemi są:

Kulomb lub amperosekunda /Asek./ - jest to ilość elektryczności, jaka przy prądzie jednego ampera przepływa przez przekrój przewodnika w ciągu jednej sekundy.

Dżaul lub watosekunda /J/ - jest to praca jednego wata w ciągu jednej sek.

Kilowatogodzina /kWh/ - jest to praca prądu elektrycznego, stanowiąca wykonaną w ciągu godziny pracę prądu, którego moc stale wynosi jeden kilowat.

Amperogodzina /Ah/ - jest ilością elektryczności, jaka przy prądzie jednego ampera przepływa przez przekrój przewodnika w ciągu 1 godziny.

Farad /F/ - jest to pojemność kondensatora, który można naładować jednym kulombem do napię-

cia jednego wolta.

Henr /H/—jest to współczynnik samoindukcji takiego obwodu, w którym indukuje się siła elektromotoryczna jednego wolta, wskutek równomiernej zmiany natężenia prądu o jeden amper w ciągu jednej sekundy.

Pozatem spotykamy różne inne jednostki nie przyjęte we wszystkich państwach kulturalnych, z których najważniejsze są:

Siemens /S/ — jednostka przewodności lub odwrotność jednostki oporu.

Gaus - jednostka strumienia magnetycznego.

W dalszym ciągu idą jednostki świetlne, o których później będzie mowa.

W Polsce niema dotychczas ustaw, dotyczących się miar elektrycznych, natomiast istnieją przepisy o sprawdzaniu i wzorowaniu liczników<sup>x/</sup>, opracowane przez związek elektrowni polskich, w których znajdują się przyjęte określenia głównych jednostek elektrycznych.

Do pomiaru wielkości fizycznych służą:

-----

x/ Przegląd elektrotechn. 1922 r. Nr. 24.

1/ miary, np. metr, litr, om, amper, wolt, farad, henry.

2/ mierniki czyli przyrządy pomiarowe właściwe, bezpośrednio mierzące odpowiednie wielkości, np. woltomierz, amperomierz...; przyrządy mierzące i zliczające pewne wielkości nazywamy licznikami.

3/ Zespoły przyrządów, które łączymy ze sobą dla pomierzenia pewnej wielkości według pewnej metody; przyrządy te mogą stanowić jeden złożony przyrząd.

Przyrządy możemy podzielić na trzy grupy, zależnie od ich przeznaczenia, a mianowicie: przyrządy do pomiarów elektrycznych, magnetycznych i fotometrycznych.

W pierwszej części niniejszego kursu zajmniemy się teorią i opisem właściwych przyrządów, a w drugiej części metodami pomiarów.

## 2/ Miary i wzorce:

W celu umożliwienia praktycznego stosowania jednostek wprowadzono, miary, dające się odtwarzać, celem porównywania z nimi mierzonych wielkości. Przy reprodukowaniu miar konieczne



jest porównywanie ich z miarami uznanymi za dokładne, które mogą służyć za wzór danej jednostki, t.zw. wzorcami.

Rozróżniamy wzorce podstawowe i wtórne. Wzorce podstawowe są wykonane z bardzo wielką dokładnością i przechowywane w wielkich instytucjach państwowych, celem porównywania z nimi wzorców wtórnych, używanych w zwykłych laboratoriach.

Wzorce są to więc bardzo dokładne przyrządy pomiarowe, odtwarzające pewną wielkość, służące do sprawdzania innych przyrządów i do bardzo dokładnych pomiarów. Rozróżniamy następujące wzorce: natężenia prądu, oporu, siły elektromotorycznej, indukcyjności i pojemności.

I. W z o r z e c \_ \_ \_ n a t e ż e n i a  
p r a d u .

Wzorcem natężenia prądu jest ścisły woltametr. Działanie woltametru polega na zasadzie prawa elektrolizy Faraday'a: prąd elektryczny, przepływający przez woltametr, strąca pewną masę jonów, z której możemy wyznaczyć natężenie tego prądu.

Jeżeli oznaczymy masę strąconych jonów przez  $M$ , czas przepływu prądu przez  $t$ , jego natężenie przez  $i$  oraz elektrochemiczny równoważnik przez  $\varepsilon$ , to na zasadzie prawa Faraday'a mamy:

$$M = \varepsilon q = \varepsilon \int_0^t i dt = \varepsilon i t \quad \text{przy } i = \text{Const}$$

gdzie  $q$  jest ładunkiem, potrzebnym do strącenia masy  $M$ .

Masę  $M$  określamy przez ważenie na czułej wadze elektrody, na której osadza się masa, czas  $t$  mierzymy chronometrem, elektrochemiczny równoważnik  $\varepsilon$  zaś jest podany w tablicach dla rozmaitych pierwiastków. Prąd  $i$  możemy zatem wyznaczyć z powyższego wzoru jako:

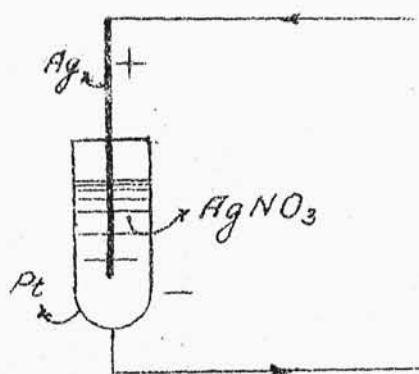
$$i = \frac{M}{\varepsilon t} \quad \dots \quad 1$$

Jeżeli prąd, przepływający przez woltametr, jest niestały, to wzór 1/ podaje wówczas wartość średnią tego prądu.

#### a/ Woltametr srebrowy.

Woltametr srebrowy /rys.1/ ma jako anodę pałeczkę z czystego srebra, jako katodę—platy-

nowy tygiel. Elektrolitem jest wodny roztwór



Rys. 1.

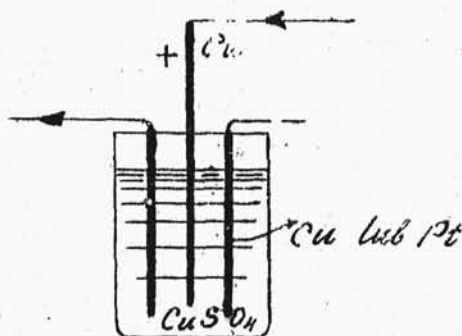
azotanu srebra, którego skład wynosi 20 - 40 części azotanu srebra na 100 części wody destylowanej, wolnej od chloru; ciężar gatunkowy elektrolitu wynosi wtedy 1,15 - 1,35. Elektrochemiczny równoważnik srebra  $\mathcal{E} = 1,11800$  mgr.

Elektroliza winna trwać tak długo, aż zostanie stracone przynajmniej 3 gr. srebra na 100 cm<sup>3</sup> elektrolitu, przyczem gęstość prądu nie powinna przekraczać 1/5 A na 1 cm<sup>2</sup> anody i 1/50 A na 1 cm<sup>2</sup> katody. Ma to na celu uniknięcie gwałtownej elektrolizy, przy której cząsteczki srebra nie osadzają się na ścianie tygielka, lecz opadają swobodnie na dno. Masa straconego srebra nie może przekraczać 0,1 gr. na 1 cm<sup>2</sup> katody. Przyrost masy tygielka, spowodowany osadzaniem się srebra, określamy

przez ważenie na czułej wadze, czas mierzymy chronometrem.

Woltametr srebrowy jest wzorcem prawnym dla prądu; my jednak zwykle nie posilkujemy się nim, lecz stosujemy pośrednie metody pomiarów spadku napięcia na znanym oporze za pomocą ogniw normalnych, które są wycechowane za pomocą woltametru srebrowego wzorcowego, przyczem można osiągnąć dokładność 0,00001 - 0,00002 wolta.

b/ Woltametr miedziowy.



rys. 2.

Woltametr miedziowy /rys. 2/ ma jako anodę płytkę miedzianą, zaś jako katodę - dwie płytki miedziane lub platynowe. Elektrolitem jest prawie nasycony roztwór siarczanu miedzi o

ciężarze gatunkowym 1,15. W celu osiągnięcia dobrego przylegania masy straconej, gęstość prądu nie powinna przekraczać 1 A na  $25 \text{ cm}^2$ .

Elektrochemiczny równoważnik miedzi

$$\varepsilon = 0,3294 \text{ mgr.}$$

Woltametr miedziowy służy do pomiarów, wymagających większych natężeń prądu; dokładność pomiaru jest tu jednak mniejsza, niż przy woltametrze srebrowym.

Woltometry mają zastosowanie tylko w ścisłych laboratorjach, dawniej służyły do cechowania amperomierzy, lecz zarzucono je jako zbyt dokładne, ponieważ już przy odczytywaniu amperomierza popełniamy błąd, który nie da się usunąć nawet przez zastosowanie bardzo dokładnych przyrządów czy metod.

## II. W z o r c e = = o p o r u =

a/ Wzorzec podstawowy rtęciowy. Wzorcem podstawowym jest wzorzec oma międzynarodowego, stanowiącego opór słupa rtęci w temp.  $0^\circ$ , którego długość przy jednostajnym przekroju /ok.  $1 \text{ mm}^2$ / wynosi 106,3 cm., a masa - 14,4521 gr.

/Rys.3/ przedstawia wzorzec rtęciowy oma