

## ELEKTRYCZNY PRZYRZĄD POMIAROWY

Zapewne każdy majsterkowicz wie, że prąd elektryczny przepływający przez przewodnik charakteryzuje się wielkością napięcia i natężenia. Te wielkości można zmierzyć za pomocą specjalnych przyrządów pomiarowych. Do mierzenia napięcia prądu służą woltomierze, do mierzenia natężenia zaś — amperomierze.

Jak jednak zmierzyć napięcie prądu? Odpowiedni przyrząd pomiarowy — woltomierz — musimy przyłączyć do źródła prądu (B) równolegle z innymi odbiornikami, np. z żarówką (Z) (rys. 1). Natomiast natężenie prądu mierzymy łącząc amperomierz szeregowo z innymi odbiornikami (rys. 2). W pierwszym przypadku przez woltomierz przepływa tylko niewielka część prądu, bo woltomierz ma bardzo duży opór i nie obciąża źródła prądu. Natomiast oporność amperomierza jest mała i prąd przepływa przez niego wywołując na jego zaciskach minimalny spadek napięcia tak, że praktycznie całe napięcie przepływa przez odbiornik.

Sposób mierzenia parametrów prądu elektrycznego ma dla nas zasadnicze znaczenie, bowiem budując miernik elektryczny będziemy się starali uzyskać jak największą oporność przyrządu do pomiaru napięcia i jak najmniejszą oporność do pomiaru natężeń prądu. Należy także pamiętać, że szeregowe włączenie woltomierza do obwodu nie spowoduje żadnych ujemnych następstw dla przyrządu, jednakże odbiornik nie otrzyma odpowiedniego prądu i po prostu nie będzie pracował. Natomiast równoległe włączenie amperomierza do obwodu (tak jak włączono woltomierz na rys. 1) spowoduje jego zniszczenie, bo pamiętając zależność wynikającą z prawa Ohma, z łatwością zauważyliśmy, że przez przyrząd w takim wypadku popłynie prąd o bardzo dużym natężeniu,

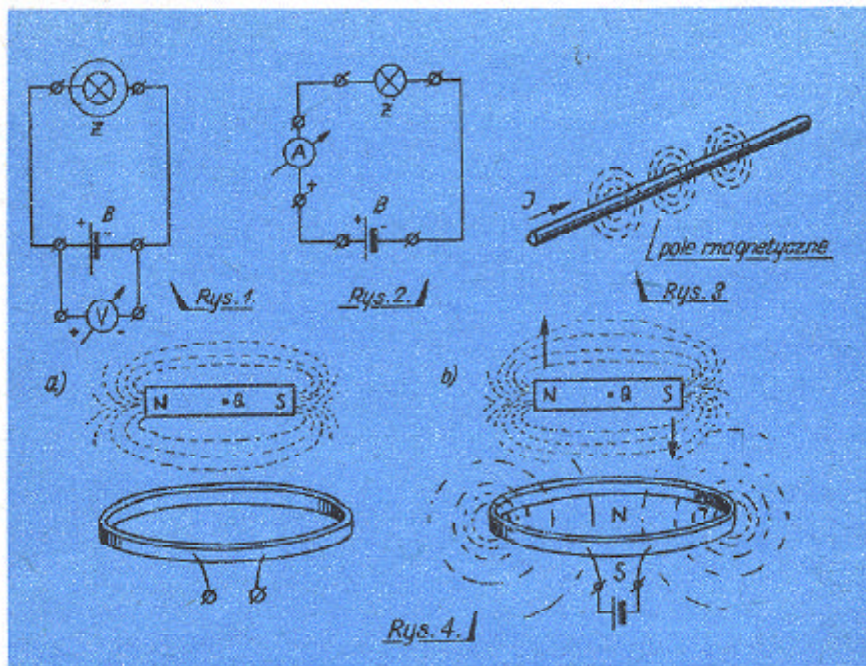
wielokrotnie przewyższający zakres pomiarowy amperomierza.

Jak jednak praktycznie można zbudować przyrząd pomiarowy? Otóż wykorzystamy zjawisko występowania pola magnetycznego dokoła przewodnika, przez który przepływa prąd elektryczny o natężeniu  $I$  (rys. 3). Natężenie pola magnetycznego jest zależne od natężenia prądu przepływającego przez przewodnik w ten sposób, że przy wzroście natężenia prądu zwiększa się natężenie pola magnetycznego.

Jeżeli przewód zwinimy tak, by utworzył on spiralę, lub inaczej mówiąc, nawiniemy cewkę, to pole magnetyczne poszczególnych zwojów cewki będzie się dodawało i w rezultacie jego natężenie wzrośnie. Widzimy więc, że natężenie pola magnetycznego jest zależne od dwóch czynników, a mianowicie: od natężenia prądu i ilości zwojów cewki, przez którą przepływa ten prąd. Aby więc uzyskać większe natężenie pola magnetycznego, mamy do wyboru albo zwiększenie natężenia prądu płynącego przez cewkę o małej ilości zwojów (o małej oporności), albo zastosowanie cewki o dużej ilości zwojów (o dużej oporności) przy niewielkim natężeniu prądu. Z pierwszej możliwości skorzystamy podczas budowy amperomierza, z drugiej zaś podczas budowy woltomierza.

Jak będzie działał nasz przyrząd pomiarowy? Przypuśćmy, że nawinięta została owalna cewka o dużej oporności, nad nią zaś umieszczony został magnes stały w kształcie sztabki, osadzony obrotowo na osi tak, by mógł obracać się zbliżając do cewki raz swój biegun północny (N), a drugi raz biegun południowy (S) — rys. 4a. Magnes wytwarza wokół siebie stałe pole magnetyczne, zaznaczone na rys. 4 liniami przerywanymi. Jeżeli przez cewkę nie płynie prąd, to





magnes jest nieruchomy i układ znajduje się w stanie spoczynku. Jeżeli przez cewkę zacznie przepływać stały prąd elektryczny (rys. 4b), to wokół niej wytworzy się także stałe pole magnetyczne oddziałujące na pole magnetyczne magnesu. Jeżeli nad cewką będzie biegun północny elektromagnesu, to będzie on odpychał biegun północny magnesu, a przyciągał biegun południowy. (Pamiętamy z fizyki, że bieguny jednorodne odpychają się, a bieguny różnorodne — przyciągają). W związku z tym na sztabkę magnesu będą działały dwie siły powodujące jego obrót wokół osi. Jeżeli do sztabki zamocowana zostanie wskazówka przesuwająca się na tle odpowiedniej skali, to otrzymamy woltomierz — przyrząd do mierzenia napięcia prądu elektrycznego.

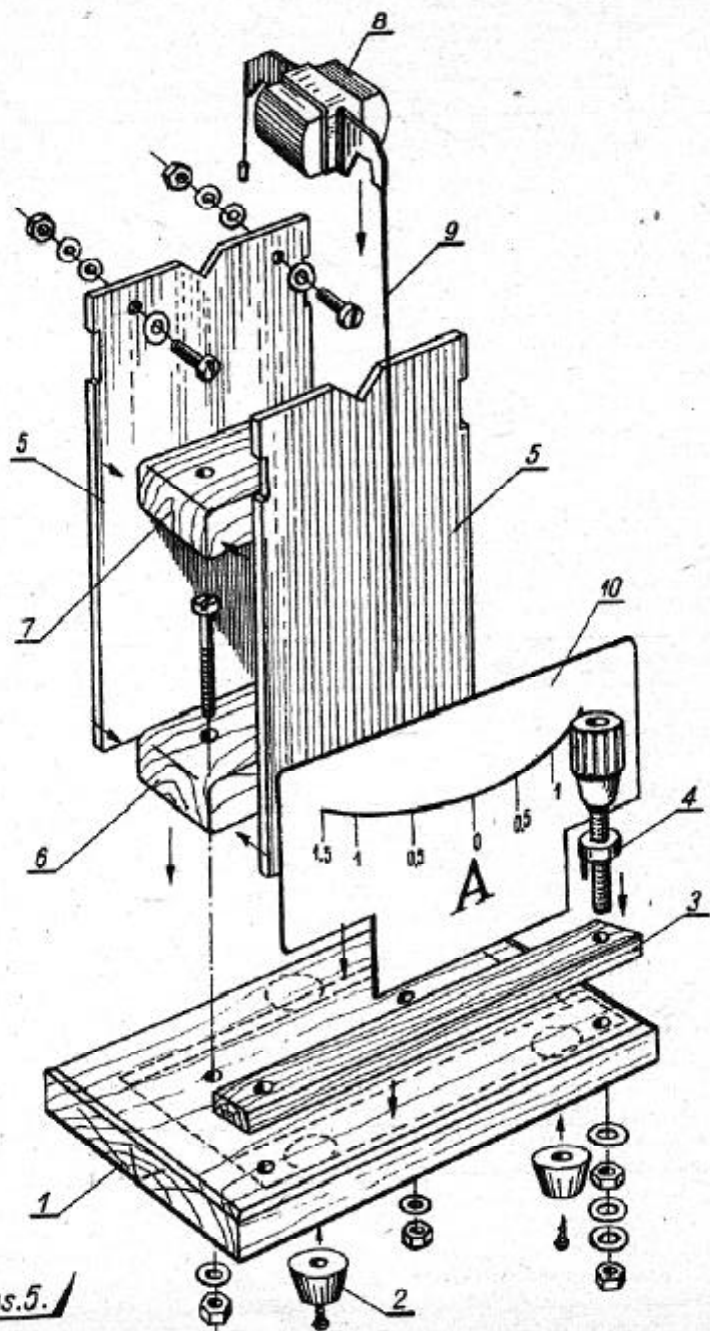
Warto zauważyć, że odwrócenie włączenia mierzonego źródła prądu do zacisków przyrządu spowoduje wychylenie

wskazówki w przeciwną stronę, ponieważ wraz ze zmianą kierunku prądu w uzwojeniu, nad cewką powstanie biegun południowy, a pod cewką północny. W związku z tym skala przyrządu musi być podwójna — symetryczna, z zerem pośrodku.

Elementy elektrycznego przyrządu pomiarowego przedstawione zostały na rys. 5. Strzałki wskazują kierunek zbliżenia elementów podczas montażu w celu ich zamocowania.

Pracę rozpoczniemy od wykonania podstawki (1) z kawałka sklejk lub deski sosnowej grubości 10—15 mm o wymiarach 80×160 mm. Po odcięciu odpowiedniego kawałka materiału powierzchnię drewna wyrównamy, a następnie dokładnie wyszlifujemy papierem ściernym.

Do podstawki, od spodu, przykręcimy wkrętami do drewna trzy gumowe nożyki (2), które można nabyć w sklepach



Rys. 5.

z artykułami chemicznymi. Dwie nożki zamocujemy z przodu, trzecią zaś z tyłu przyrządu, pośrodku podstawki. W ten sposób przyrząd zawsze będzie pewnie stał, bez względu na nierówności podłoża.

Na wierzchu podstawki zamocujemy listwę (3) o przekroju  $8 \times 15$  mm i długości 130 mm. Dokładnie wyszlifowaną listwę przykleimy do podstawki klejem stolarskim, po jego wyschnięciu zaś, przy końcach listwę przewiercimy wraz z podstawką wiertłem o średnicy 5 mm.

W otrzymanych otworach zamocujemy dwa zaciski (4), tzw. laboratoryjne (do nabycia w sklepach elektrotechnicznych), lub specjalne, mosiężne śruby z nakrętkami, spełniające rolę zacisków. Na rys. 5 pokazany został tylko jeden zacisk (4), aby nie zaciemniać rysunku.

Do podstawki zamocowane zostały dwa kawałki sklejk (5) spełniające rolę elementów nośnych ruchomego układu przyrządu. Elementy te wytniemy piłką włościcową ze sklejki grubości 3—5 mm. Ponieważ muszą być one jednakowe (o wymiarach  $60 \times 180$  mm), więc najlepiej będzie złożyć razem dwa odpowiednie kawałki sklejki i razem wyciąć obydwie elementy.

Następnie sklejkę, tak jak inne elementy, dokładnie wyrównamy, a w jednej z nich (w tylnej) wywiercimy u góry dwa otwory o średnicy 3 mm na śruby  $M3 \times 15$  mm służące jako zaciski końcówek cewki nawiniętej w wycięciach sklejki dokoła przyrządu.

Pomiędzy płytkami (5) znajdują się dwa klocki drewniane (6 i 7) służące do połączenia sklejki razem (klocek 7) i do połączenia z podstawką (klocek 6). Klocki sporządzimy z listwy drewnianej o przekroju  $15 \times 30$  mm i długości 60 mm (długość klocków powinna być taka jak szerokość elementów 5).

Po obrobieniu powierzchni klocków, w obydwóch wywiercimy po dwa otwory o średnicy 3 mm, w odstępach od siebie 30 mm.

Teraz obydwie klocki wkleimy pomiędzy elementy (5), a po wyschnięciu kleju, w podstawce wywiercimy otwory tak, by całą konstrukcję można było zamocować do podstawki śrubami  $M3 \times 50$  mm.

Po skręceniu konstrukcji śrubami, dokonamy połączeń elektrycznych przyrządu. W tym celu lewy zacisk laboratoryjny (4) połączymy kawałkiem drutu miedzianego o średnicy 0,8—1,5 mm z lewą śrubą ( $M3 \times 50$  mm) od spodu podstawki. Drugim kawałkiem tego samego drutu połączymy śrubę ( $M3 \times 50$  mm) z lewą śrubą ( $M3 \times 15$  mm) znajdującą się u góry tylnego elementu (5). Połączenia zacisku prawego dokonamy tak samo. Drut połączeniowy powinien przechodzić przez otwory wywiercone w klocku (7), nad śrubami łączącymi klocki (6) z podstawką (1).

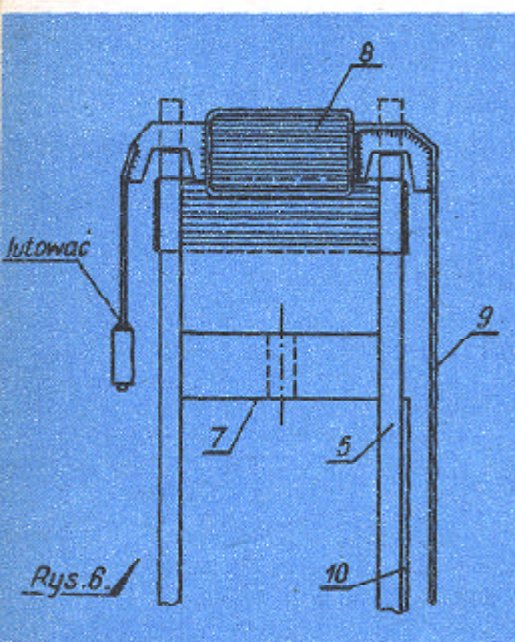
Do przyrządu wykorzystamy niewielki magnes stały (8) o wymiarach  $17 \times 17 \times 10$  mm. Magnesy takie można nabyć w Centralnej Składnicy Harcerskiej. Były one używane w elektrycznych silniczkach modelarskich sprzedawanych także przez CSH (w cenie 34 zł).

W razie trudności z nabyciem takiego magnesu, można użyć dowolnego, małego magnesu sztabkowego. W ostateczności magnes można sporządzić samemu z kawałka stalowego płaskownika o odpowiednich wymiarach. Płaskownik taki należy owinać kilkudziesięcioma zwojami drutu o średnicy około 1 mm i przepuścić przez takie prymitywne uzwojenie prąd elektryczny z czterech baterii płaskich połączonych równolegle, przez kilka sekund.

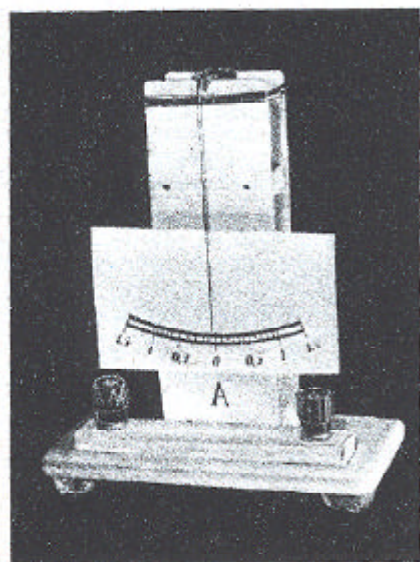
Sposób zamocowania magnesu (8) w „łożyskach” elementów (5) został przedstawiony na rys. 6.

Najpierw zlutujemy prostokątną ramkę mocującą magnes, z blachy mosiężnej grubości 0,3—0,5 mm. Wymiary wewnętrzne ramki powinny być dopasowane do wymiarów magnesu. Na-





Amperomierz przystosowany do pomiaru natężenia prądu do 1,5 A



stępnie po obu stronach ramki przylutujemy blaszki w kształcie odwróconych liter U. Należy uważać, aby rozstawienie podcięć w blaszkach było takie samo, jak odstęp pomiędzy elementami (5). Do przedniej blaszki przylutujemy kawałek drutu miedzianego o średnicy 0,5–0,8 mm, który będzie stanowił wskazówkę (9). Natomiast do tylnej blaszki przylutujemy kawałek (długości do 60 mm) nieco grubszego drutu ( $\varnothing$  1 mm), na jego końcu zaś przylutujemy kawałek blaszki zwiniętej w rurkę jako ciężarek. Drut z ciężarkiem będziemy odginać w prawo lub w lewo, aby wskazówka przyrządu ustawiona była na zerze skali.

Gotowy magnes z ramką będziemy nakładali na elementy (5), tak, by blaszki z podcięciami znalazły się w wycięciach skleiki. W ten sposób magnes będzie mógł przechylać się na obie strony i zbliżyć jeden, bądź drugi biegun do cewki. Uzwojenie przyrządu będzie różne dla woltomierza i amperomierza. Uzwojenie cewki amperomierza powinno mieć 5–10 zwojów nawiniętych drutem o średnicy 0,8–1,2 mm. Natomiast uzwojenie woltomierza trzeba nawinąć jak najcieńszym drutem, np. o średnicy 0,1 mm. Powinno ono mieć nie mniej niż 300 zwojów dla napięcia do 12 V.

Końcówki uzwojenia należy dołączyć do śrub M3×15 mm i zacisnąć je nakrętkami.

Prototypowy amperomierz (patrz fot.) został wyposażony w skalę (10 — na rys. 5) wyciętą z kartonu z bloku technicznego. Podziałki skali trzeba oznaczyć, porównując wskazania przyrządu ze wskazaniami jakiegoś dokładnego amperomierza, który z łatwością możemy wypożyczyć w szkolnej pracowni fizycznej.

Starannie wykonany przyrząd należy pomalować bezbarwnym lakierem, aby zabezpieczyć go przed wilgocią i zanieczyszczeniem.

Jerzy Pietrzyk