



# NA WARSZTACIE

WSKAŹNIKOWY MIERNIK UNIWERSALNY (inż. Witold Kozak) — ELEKTRYCZNO-OFOROWY PIEC DO TOPIENIA METALI, dokończenie (Piotr Gąsiorowski) — TERMICZNY SYGNALIZATOR DLA FOTOAMATORÓW (mgr Jacek Sawicki) — FILTR DO AKWARIUM (Jerzy Pietrzyk) — LAMPA CIEMNIOWA (J. p.)

## WSKAŹNIKOWY MIERNIK UNIWERSALNY

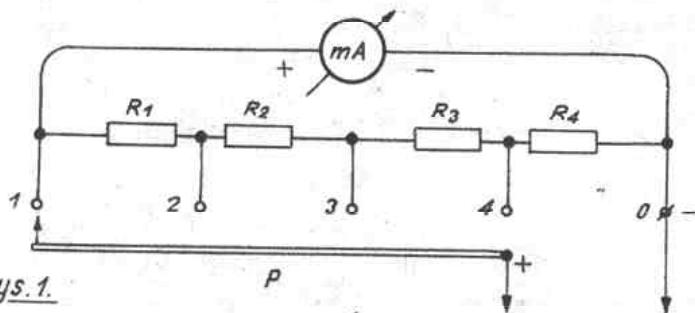
Do pomiarów wielkości elektrycznych najczęściej stosowane są specjalne przyrządy zwane miernikami, które w zależności od przeznaczenia (charakteru pracy) dzielimy na: woltczerze, amperomierze i omomierze. Buduje się je jako przyrządy wskaźnikowe umożliwiające odczyt wartości mierzonej na skali. Mierniki warsztatowe — przeznaczone do pomiarów w różnych obwodach urządzeń radioelektrycznych — wykonuje się jako przyrządy uniwersalne, w których jeden i ten sam miernik wykorzystuje się (dzięki odpowiednim przełączanym elementom) do różnych pomiarów. Tego typu mierniki nazwano awometrami (wolt, amper, om). Uniwersalne mierniki dostosowuje się do pomiarów zarówno w obwodach prądu stałego, jak i zmiennego (małej częstotliwości).

Układ elektryczny awometru jest dość skomplikowany, niemniej jednak przy pewnym zasobie wiedzy i umiejętności można go wykonać w warunkach amatorskich.

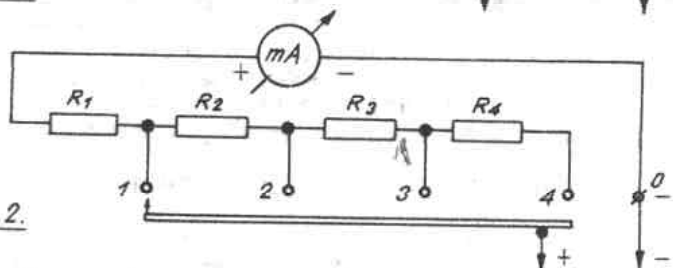
Najpierw omówimy zasadniczą część składową awometru, którą stanowi sam miernik. Do tego celu nadają się mierniki typu magnetoelektrycznego o ruchomej cewce. Mechanizm miernika magnetoelektrycznego składa się z ruchomej cewki (o określonej liczbie zwojów z bardzo cienkiego izolowanego drutu) umieszczonej w polu silnego magnesu trwałego. Ramka cewki jest połączona ze wskazówką. Podczas przepływu prądu przez cewkę nastąpi jej wychylenie proporcjonalne do natężenia prądu, dzięki czemu ten typ miernika ma równomierną podziałkę skali. Wskazówka miernika jest utrzymywana w położeniu zerowym za pomocą odpowiednich sprężyn spiralnych.

Mierniki mają skale wycechowane w odpowiednich jednostkach, a wielkość końcowa skali stanowi o zakresie pomiarowym przyrządu.

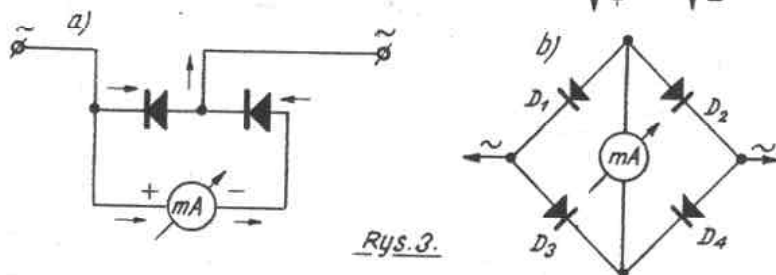
Mierniki magnetoelektryczne produkuje się jako miliamperomierze (mA), bądź mikroamperomierze ( $\mu$ A). W zależności od przeznaczenia dla odpowiedniego rodzaju i za-



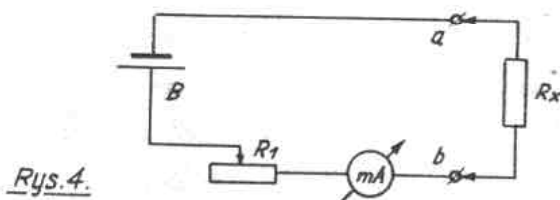
Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.



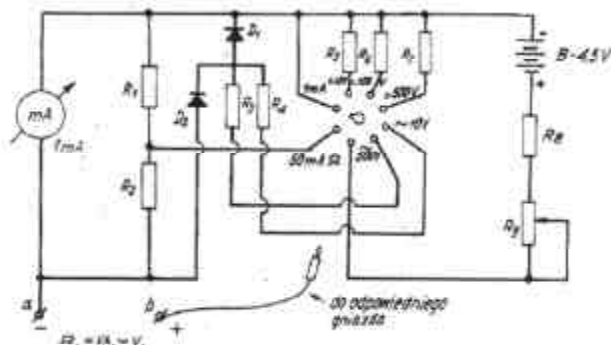
Rys. 4.

kresu pomiarów dobierane są odpowiednie układy mierników.

Na rys. 1 przedstawiony został układ miernika (mA) z bocznikiem uniwersalnym złożonym z czoowników  $R_1$  do  $R_4$ , które umożliwiają dokonywanie pomiarów natężenia prądu w czterech zakresach. Są one wybierane przełącznikiem (P). Miernik, w stosunku do bocznika,

jest załączony równolegle tak, że w każdym zakresie przez miernik przepływa tylko określona część prądu. Aby bocznik nie pogarszał czułości miernika, jego oporność wypadkowa ( $R_b = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ ) musi być wielokrotnie większa od oporności uzwojenia ramki miernika ( $R_r$ ).

Ponieważ w praktyce amatorskiej



Rys. 3. Schemat ideowy uproszczonego miernika uniwersalnego:

$R_1$  — 980  $\Omega$ /0,25 W;  $R_2$  — 20  $\Omega$ /0,25 W;  $R_3$  — 0,2 M $\Omega$ /1 W;  $R_4$  — 4 k $\Omega$ /1 W;  $R_5$  — 10 k $\Omega$ /0,25 W;  $R_6$  — 0,1 M $\Omega$ /0,5 W;  $R_7$  — 0,5 M $\Omega$ /1 W;  $R_8$  — 4 k $\Omega$ /0,25 W;  $R_9$  — 1000  $\Omega$  (potencjometr); diody  $D_1$ ,  $D_2$  — DZG 5 lub DZG 6

spotkamy się z różnymi miernikami, celowe będzie zapoznanie się z samodzielnym projektowaniem bocznika uniwersalnego.

$$R_b = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = \frac{r}{n_1 - 1};$$

gdzie  $R_b$  — oporność ogólna bocznika (w omach),  $n_1$  — liczba wskazująca, ile razy zwiększamy zakres skali, np.  $\times 10$  lub  $\times 100$ ;  $r$  — oporność uzwojenia ramki miernika (w omach).

$$R_1 = R_b \frac{r + R_b}{n_2};$$

$$R_2 = R_b - R_1 \frac{r + R_1}{n_3};$$

$$R_3 = R_b - R_1 - R_2 \frac{r + R_b}{n_4};$$

$$R_4 = R_b - R_1 - R_2 - R_3$$

Oporniki  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  stanowią część składowe bocznika uniwersalnego (patrz rys. 1).

Z kolei rozpatrzmy układy woltomierza wielozakresowego, posługując się przy tym schematem przedstawionym na rys. 2. Woltomierz ten składa się z czułego miernika, np. miliamperomierza lub mikroamperomierza z połączonymi szeregowo opornikami (np. od  $R_1$  do  $R_n$ ). Wychodząc z założenia, że woltomierz jest włączany przy pomiarach równolegle do źródła prądu,

dążymy do zastosowania miernika o małym poborze prądu (np. 1 mA, względnie 0,2 mA).

Czułość woltomierza charakteryzuje wielkość określająca, ile omów przypada na jeden wolt. Wyjaśniamy to na przykładzie zakładając, że dysponujemy przyrządem pobierającym prąd 1 mA (0,001 A) przy pełnym wychyleniu wskazówki, a jego czułość wynosi 1000  $\Omega/V$ ,

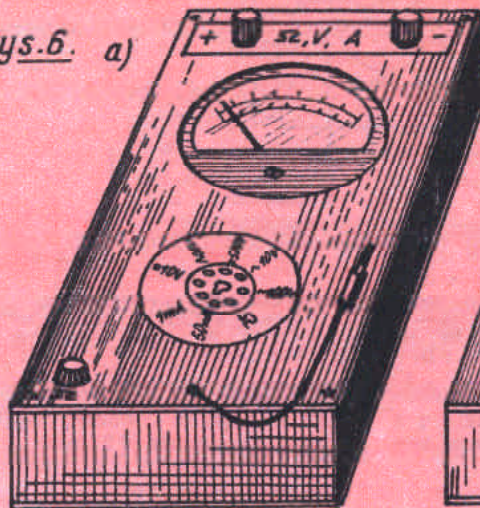
$$\text{ponieważ } \frac{1}{0,001} = 1000.$$

W celu zaprojektowania wielozakresowego woltomierza obliczamy wartość oporników poszerzających pomiary napięć. W tym przypadku

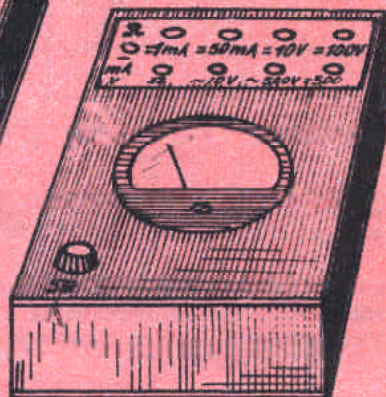
$$R_1 = \frac{U}{I} - r; \text{ gdzie } U - \text{ napięcie}$$

mierzone przy maksymalnej wartości skali,  $r$  — oporność ramki przyrządu,  $I$  — natężenie prądu płynącego przez miernik. Dalsze zaś oporniki szeregowo obliczamy według wzoru  $R_{sz} = R(n - 1)$ , gdzie  $R_{sz}$  — odpowiednio oporniki  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ , zaś  $R$  — pełna oporność woltomierza na poprzedniej skali, równająca się sumie oporności wewnętrznej miernika plus włączone w obwód odpowiednie oporniki szeregowo, np.  $R_1$  lub  $R_1 + R_2$  itd. W miernikach uniwersalnych przystosowanych do pomiarów prądów zmiennych stosuje się prostownik diodowy (rys. 3). Najbardziej roz-

Rys. 6. a)



b)



powszechniony jest układ prostowników półokresowych (patrz rys. 3a). Czulość przyrządu — przy pomiarach prądu zmiennego z prostownikiem tego typu maleje 2,2 raza w stosunku do skali prądu stałego, a z prostownikiem pełnokresowym (rys. 3b) tylko 1,1 raza, lecz podziałka skali staje się nierównomierna.

W roli prostowników stosuje się diody germanowe małej mocy.

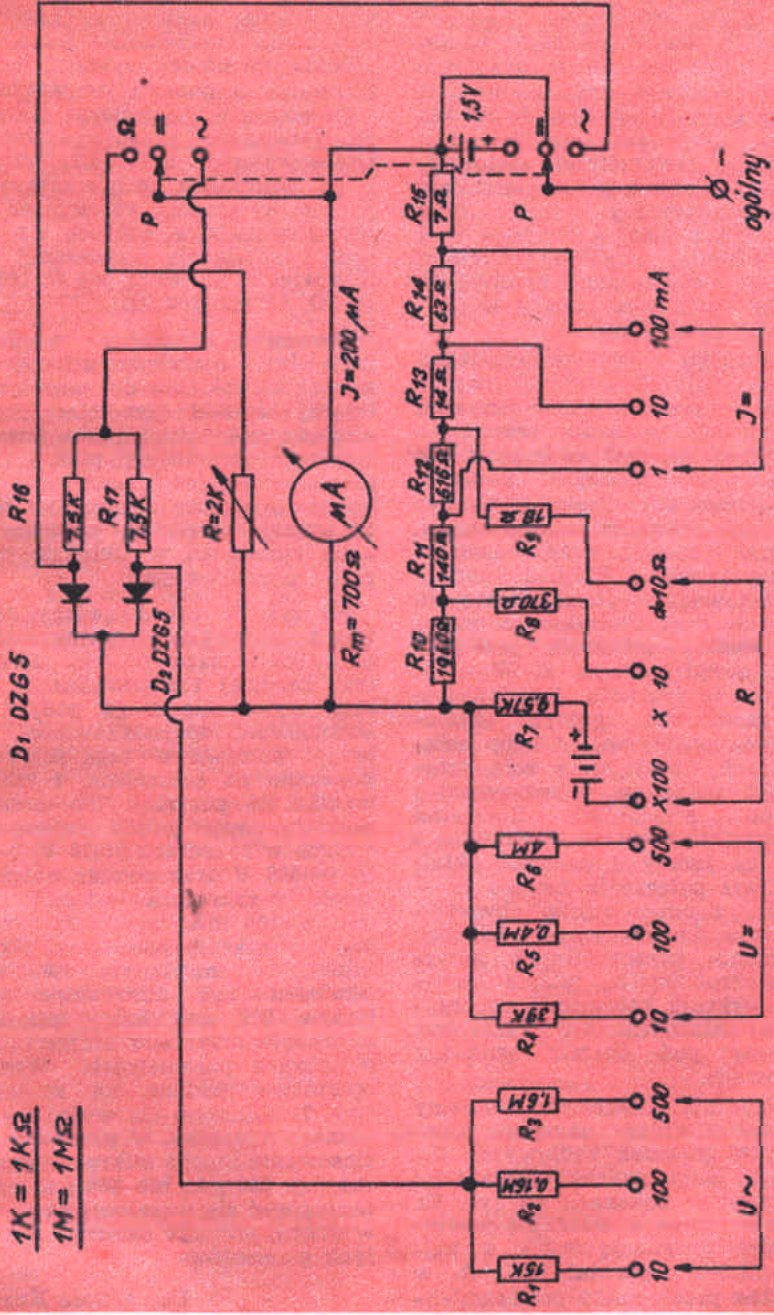
Rozpatrzmy jeszcze zasadę działania omiemia jako części składowej miernika uniwersalnego. Do pomiarów oporności — za pomocą omiemia wykorzystuje się najczęściej układ przedstawiony na rys. 4, w którym mamy: miliamperomierz (bądź mikroamperomierz) z podziałką wyskalowaną w omach, potencjometr ( $R_1$ ), źródło prądu (B), zaś do zacisków (a, b) tego układu dołącza się badany opornik (Rx). Potencjometr ( $R_1$ ) umożliwia takie regulowanie w elkości prądu płynącego w obwodzie, aby wskazówka miernika przy zwartych zaciskach (a, b) wychyliła się do końca skali, gdzie w omiemiu mamy

umowne „0”. Z chwilą dołączenia do zacisków (a, b) badanego opornika (Rx) wartość ustalonego poprzednio prądu odpowiednio maleje. Ponieważ kąt wychylenia wskazówki jest zależny od wartości Rx, to podziałkę możemy wyskalować bezpośrednio w omach.

Zgodnie z omówioną zasadą działania omiemia stwierdzamy, że skalowanie przyrządu będzie miało rodzaj wyłącznie dla stałej wartości napięcia zasilającego. W związku z tym w miarę zużywania się baterii konieczne jest przeprowadzanie „zerowania” omiemia za pomocą potencjometru  $R_1$ . Jednak przy znacznym wyczerpaniu baterii, niezależnie od „zerowania”, wzrasta błąd pomiarów o ponad 20%.

Zapoznanie się z zasadami działania układów służących do pomiarów natężenia, napięcia prądu oraz oporności, upoważnia nas do rozpatrzenia praktycznych układów uniwersalnych przyrządów pomiarowych. Na rys. 5 przedstawiony został układ uproszczonego uniwersalnego miernika służącego do pomiarów natężenia prądu stałego w

$1K = 1K\Omega$   
 $1M = 1M\Omega$



Rys. 7.

granicach 0—1 mA, 0—50 mA, napięcia prądu stałego w granicach 0—10 V, 0—100 V, 0—500 V, napięcia prądu zmiennego w granicach 0—10 V, 0—500 V oraz oporności w jednym zakresie od 100  $\Omega$  do 200 k $\Omega$ .

W uproszczonym mierniku uniwersalnym (awometrze) zastosujemy jako wskaźnik miliamperomierz magnetoelektryczny (np. typu MEM-85 lub 100), o zakresie 0—1 mA. Schemat połączeń przyrządu wyjaśnia wspomniany rysunek, a wartości oporników podano w podpisie pod rysunkiem.

W związku z tym przechodzimy do omówienia konstrukcji mechanicznej przyrządu. Każdy przyrząd służący do pomiarów warsztatowych powinien być umieszczony w praktycznym, mocnym pudełku. W wierzchu tego pudełka umocowuje się miernik wskazówkowy; przełącznik rodzaju pracy i pokrętko regulacyjne. Wygląd ogólny przykładowego rozmieszczenia głównych części składowych miernika według schematu przedstawiony został na rys. 6. W omówionym rozwiązaniu konstrukcyjnym zastosowano gniazdo oktalowe (ośmionóżkowe) od lamp elektronowych, spełniające rolę przełącznika zakresów pomiarowych i rodzaju pomiarów. Specjalna wtyczka (którą możemy wykonać z nożyki od lampy z cokołem oktal) umożliwi połączenie zacisku (b — rys. 5) z odpowiednim obwodem stosownie do mierzonej wielkości. Oznaczenia poszczególnych gniazdek wykreśliłyśmy na białym kartonie o wykroju kołowym i po przykryciu celofanem lub celuloidem założymy pod obrzeże gniazdka lampowego.

Przełącznik zakresów możemy wykonać również używając zwyczajnych gniazdek radiowych (do wtyczek bananowych). Tego typu rozwiązanie pokazano na rys. 6b. Oporniki użyte w mierniku powinny mieć tolerancję  $\pm 2\%$ , a najwyżej  $\pm 5\%$ . Oporniki  $R_3$  i  $R_4$  w obwodzie prostownika prądu zmien-

nego należy dobrać eksperymentalnie podczas skalowania miernika. Połączenia wszystkich elementów składowych należy wykonać bardzo starannie za pomocą lutowania.

Cechowanie woltomierza dla prądu zmiennego przeprowadzamy z zastosowaniem miernika wzorcowego. Natomiast cechowanie omomierza wykonamy za pomocą zestawu oporników, których wartości będą odpowiadały cechowanej skali (a więc 50  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 500  $\Omega$ , 1000  $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 50 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ ).

Wewnątrz obudowy przyrządu umieścimy odpowiedni uchwyt oraz zaciski kontaktowe do baterii zasilającej obwód omomierza. (Ze względu na stosunkowo powolne zużywanie się baterii można połączenie jej blaszek biegunowych wykonać za pomocą lutowania). Należy unikać wszelkich prowizorycznych rozwiązań w układzie przyrządu pomiarowego.

Na rys. 7 przedstawiony został układ elektryczny uniwersalnego miernika wskazówkowego (awometru) bardziej rozbudowanego, którego wykonanie mogą podjąć zaawansowanej majsterkowicze. Zakresy pomiarowe tego przyrządu pokazano na schemacie, z którego wynika, że przyrząd ten umożliwi pomiary napięć prądu zmiennego i stałego w zakresach 0—10 V, 0—100 V, 0—500 V oraz pomiar natężenia prądu w zakresach 0—1 mA, 0—10 mA, 0—100 mA; omomierz również ma trzy zakresy pomiarów. Wskaźnikiem w omawianym awometrze powinien być mikroamperomierz (zakres 200  $\mu$ A), który umożliwi uzyskanie przyrządu uniwersalnego o dobrych parametrach. Wartości oporników podane na schemacie (rys. 7) obliczono dla wyżej wymienionego miernika. W przypadku zastosowania innego mikroamperomierza, np. 250  $\mu$ A, lub 400  $\mu$ A, należy posługiwać się wcześniej poznanymi wzorami, obliczyć samemu wartości tych elementów.

Inż. Witold Kozak