

## UNIWERSALNY WOLTOMIERZ LAMPOWY ZE WSKAŹNIKIEM ELEKTRONOWYM

W pracy radioamatorskiej często zachodzi konieczność dokonywania różnych pomiarów w montażowych obwodach urządzeń elektronicznych. Z tych względów kilka kolejnych odcinków poświęcimy opisom wykonania podstawowych mierników przydatnych do samodzielnego wykonania.

Najpierw zajmiemy się woltomierzem uniwersalnym, który możemy traktować jako podstawowy przyrząd pomiarowy. Zakładając, że woltomierz uniwersalny będzie służył do pomiarów napięć prądu stałego i zmiennego, moglibyśmy wykonać ten przyrząd stosując odpowiedni wskaźnik wskazówkowy (systemu magnetoelektrycznego (będący zazwyczaj mikroamperomierzem), bądź wykonać układ pomiarowy, w którym zostanie zastosowany wskaźnik elektroniczny, zwany „magicznym okiem”.

Każde z wymienionych rozwiązań cechują określone zalety i wady. Przyrząd wskaźnikowy o dobrych parametrach jest stosunkowo drogi, a ponadto trudno go nabyć. W warunkach amatorskich niewielkim nakładem kosztów i przy pewnym wkładzie pracy montażowo-konstrukcyjnej możliwe jest wykonanie uniwersalnego woltomierza lampowego o wskaźniku elektronicznym, który będzie odznaczał się wysoką opornością wejściową i będzie mierzył napięcia w szerokim zakresie.

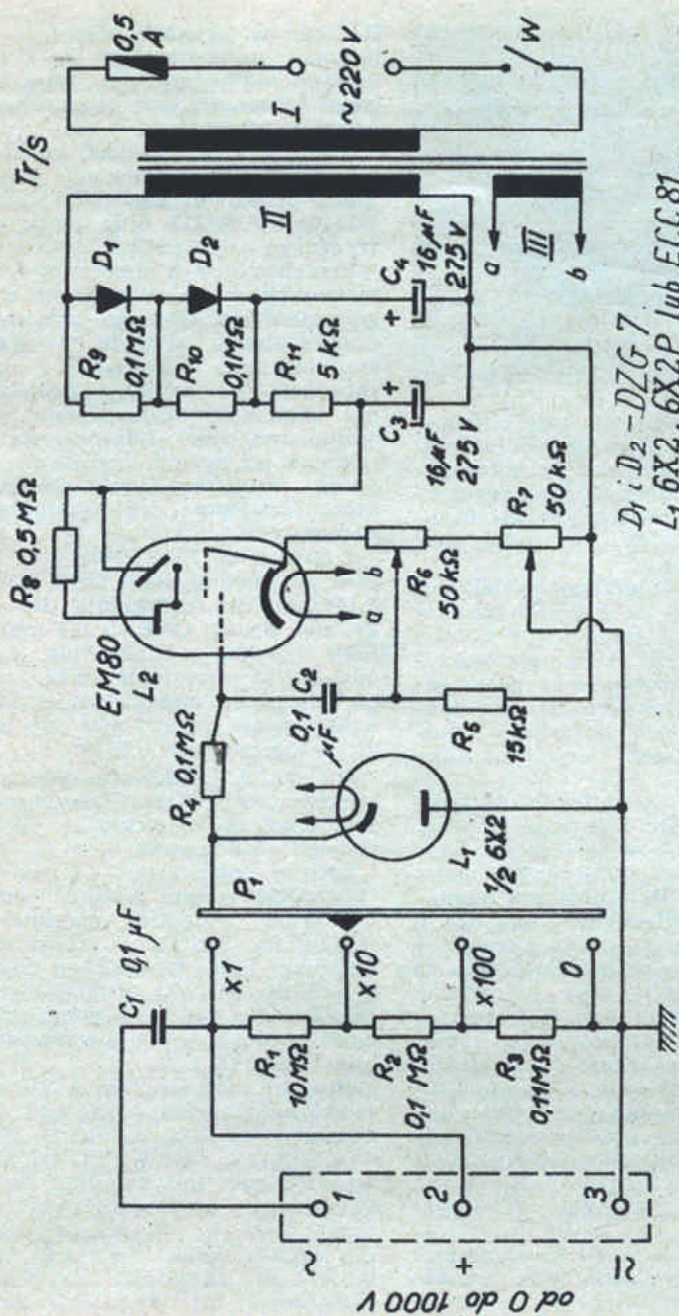
Przyrząd, którego schemat ideowy pokazano na rys. 1, charakteryzuje się tym, że pomiary mogą być nim dokonywane w trzech zakresach: 0–10 V, 0–100 V, 0–1000 V, zarówno prądu stałego, jak i zmiennego. Dzięki wysokiej oporności

wejściowej sięgającej dla prądu stałego 11 m $\Omega$  (niezależnie od zakresu) wykonywane pomiary nie obciążają mierzonego źródła. Umożliwia to dokonywanie pomiarów w wysokoomowych obwodach odborników radiowych i telewizyjnych. Przy pomiarze napięć prądów zmiennych oporność tego przyrządu zależy od częstotliwości badanych sygnałów i jest ograniczona głównie pojemnością montażu. Dla sygnałów o częstotliwości 100 kHz zazwyczaj pojemność pasożytnicza wynosi około 15 pF.

Rozpatrując bliżej układ woltomierza lampowego (rys. 1) stwierdzamy, że składa się on z detektora diodowego, wskaźnika elektronicznego oraz zasilacza sieciowego.

Zasada działania woltomierza lampowego jest oparta na kompensacyjnej metodzie pomiarów. W tym wypadku napięcie mierzone doprowadzone do wejścia układu pomiarowego jest kompensowane napięciem o przeciwnej biegunowości, czerpanym z opornika  $R_1$ , przez który płynie prąd katodowy lampy  $L_1$ . W wyniku kompensacji tych napięć zmniejsza się świecenie ekranu „oka magicznego” do minimum.

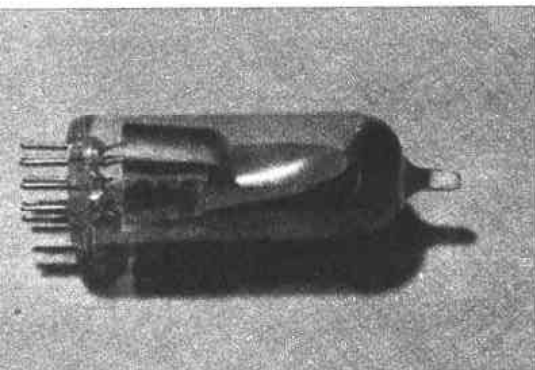
Omówimy jeszcze sposób przeprowadzania pomiarów napięć za pomocą uniwersalnego woltomierza o wskaźniku elektronicznym. Mierzone napięcie w zależności od rodzaju prądu — doprowadza się do zacisków 1–3 (prąd zmienny) lub 2–3 (prąd stały). Przed przystąpieniem do właściwego pomiaru wykonujemy czynność zwaną zerowaniem. W tym celu, gdy przyrząd po włączeniu do sieci wykaże świecenie ekranu „oka magicznego” przełącznik  $P_1$  ustawiamy w poło-



$D_1, D_2$  - DZG 7  
 $L_1$  6X2, 6X2P lub ECC 81

Rys. 1





zeniu „0” — dolnym (wg schematu), następnie suwak potencjometru  $R_7$  ustawiamy również w położeniu dolnym (wg schematu), zaś regulacją suwaka potencjometru  $R_6$  uzyskujemy minimalne świecenie powierzchni ekranu.

Do odczytu mierzonej wielkości służą skale, na tle których porusza się wskazówka sprzęgnięta z ośką potencjometru  $R_7$ . Ustalenie wartości mierzonej uzyskujemy przez regulację potencjometru  $R_7$  do momentu ponownego uzyskania minimalnej powierzchni świecącej „oka magicznego”.

Przechodzimy z kolei do krótkiej analizy schematu ideowego (rys. 1). Dzielnik napięć włączony do wejścia woltomierza, a złożony z oporników  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  umożliwia pomiary w odpowiednich zakresach. Przelącznik  $P_1$  — czteropozycyjowy służy do przelączania zakresów oraz zwierania wejścia przy zerowaniu.

Lampa elektronowa ( $L_1$ ), będąca diodą, stanowi detektor dla napięć zmiennych. Natomiast mostek filtracyjny złożony z  $R_4$  i  $C_2$  służy do wygładzenia składowej zmiennej wyprostowanego prądu (mierzonego napięcia). W układzie detekcyjnym pożądane jest zastosowanie diody mającej małą pojemność ( $C_{k-p}$ ) wewnętrzną.

W obwodzie „oka magicznego” typu EM80 (popularne na rynku krajowym) mamy opornik anodowy

$R_5$  oraz w katodzie szeregowo połączone potencjometry  $R_6$  i  $R_7$ , z których ten ostatni jest typu liniowego (oporność jest proporcjonalna do kąta obrotu).

Kolejny człon stanowi zasilacz z transformatora sieciowego  $Tr/s$ , układu prostowniczego ( $D_1$  i  $D_2$ ) typu DZG6 lub DZG7 oraz filtru elektrycznego ( $C_3$ ,  $C_1$  i  $R_{11}$ ).

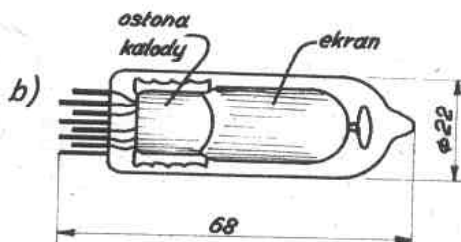
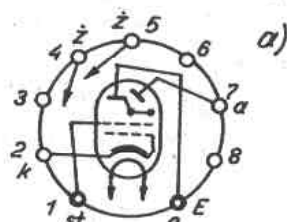
Przechodzimy z kolei do uwag technologicznych związanych z wykonaniem opisywanego woltomierza uniwersalnego. Przede wszystkim kompletujemy materiały i części składowe, a następnie projektujemy obudowę, wykonujemy płytę montażową oraz płytę czołową. Odrebnego omówienia wymaga wykonanie transformatora sieciowego, który uzajamamy wg następujących danych:

I uzwojenie liczy 1400 zw., II — 1440 zw., oba drutem DNE  $\phi$  0,14 — 0,15 mm, zaś uzwojenie III liczy 39 zw. drutu DNE  $\phi$  0,3 mm. W toku uzajamania dokładnie należy odizolować uzwojenie sieciowe (I) od uzwojenia anodowego (II). Przekrój rdzenia około 7 cm<sup>2</sup>, typ blaszki — płaszczowy („E”).

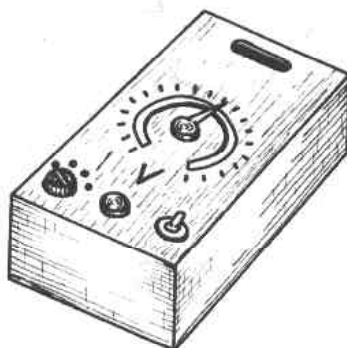
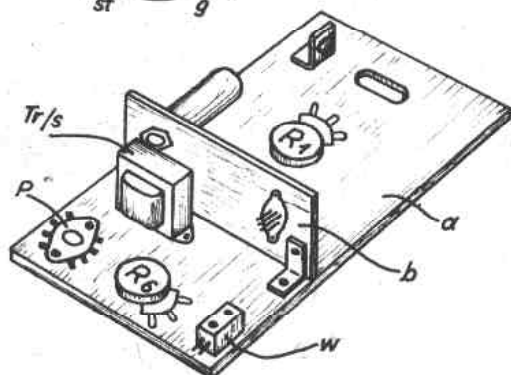
Na rys. 2. pokazano cokół lampy elektronowej („oka magicznego”) zastosowanej w układzie uniwersalnego woltomierza.

Lampę detekcyjną — duodiode typu 6X2P można zastąpić podwójną triodą wielkiej częstotliwości (UKF), np. ECC81, w której wykorzystamy jedną połówkę w połączeniu diodowym, zaś drugi system tej lampy może być zastosowany w obwodzie prostownika sieciowego zamiast diod  $D_1$  i  $D_2$ .

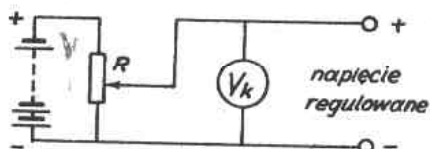
Projekt rozmieszczenia głównych części składowych przyrządu uwiidoczniiono na rys. 3. Mamy tu pokazaną płytę czołową (a) od strony wewnętrznej. Bezpośrednio do płyty czołowej montujemy potencjometry  $R_6$  i  $R_7$ , wyłącznik przyrządu, zaciski wejściowe oraz przelącznik  $P_1$ . Natomiast do płytki montażowej (b) montujemy gniazda



Rys.2



Rys.3



Rys.4

lampowe, elektrolity oraz transformator sieciowy.

Połączenia układu wykonujemy za pomocą drutu miedzianego w igielicie (grubośći 0,5—0,6 mm).

Obudowa przyrządu może być wykonana z odpowiedniego pudełka, np. z tworzyw sztucznych.

Poprawnie zmontowany układ przyrządu umożliwi przystąpienie do jego wyskalowania. W tym celu zakładamy papierową tarczę pod nakrętkę potencjometru  $R_7$ , a na ośkę potencjometru zakładamy (poprękło) gałkę wskaźnikową. „Zero-

we” położenie wskazówki odpowiada górnemu położeniu suwaka potencjometru  $R_7$  (wg schematu). Do skalowania niezbędny jest przyrząd kontrolny, możliwie dokładny (np. MUR-3), oraz źródło prądu stałego i zmiennego, równoległe z którym łączymy opornik zmienny 1 k $\Omega$  (patrz rys. 4), umożliwiający wybór punktów skalowania. Źródło prądu może mieć napięcie do 12V. Na skali nanosimy dwie podziałki od 0 do 10, jedną dla prądu stałego, a drugą dla prądu zmiennego.

Inż. Witold Kozak