



Jak naprawiać rower? Patrz str. 89

NA WARSZTACIE

Pod redakcją Jerzego Niebojewskiego

AMATORSKI PRZYRZĄD DO POMIARÓW KONDENSATORÓW I OPORNIKÓW (inż. Witold Kozak) — USZCZELNIANIE DRZWI, OKIEN I PODŁÓG (J.N.) — NAPRAWA ROWERRU (Jerzy Niebojewski)

AMATORSKI PRZYRZĄD DO POMIARÓW KONDENSATORÓW I OPORNIKÓW

W pracy radioamatorskiej niezbędne są podstawowe przyrządy umożliwiające wykonanie pomiarów wartości elektrycznych różnych elementów oraz pomiarów napięć prądów stałych i zmiennych. Posiadanie kompletu takich przyrządów umożliwia sprawne wykonanie każdej konstrukcji, względnie naprawy sprzętu radiowego i telewizyjnego. Listy czytelników kierowane do Redakcji świadczą o dużych trudnościach napotykanych w toku pracy z powodu braku możliwości wykonania odpowiednich pomiarów. Z tego względu w kilku kolejnych odcinkach zajmiemy się opisami wykonania nieskomplikowanych układów przyrządów pomiarowych, które mogą wykonać nawet mniej zaawansowani radioamatorzy. Wszystkie przyrządy cechuje nie tylko prostota wykonania, lecz również niski koszt potrzebnych do budowy materiałów, które — naszym zdaniem — można nabyć bez większych trudności w większych miastach.

W każdym przyrządzie jako optyczny wskaźnik strojenia zostanie zastosowane „oko magiczne”.

Lampy elektronowe są tańsze i bardziej dostępne od magnetoelektrycznych przyrządów pomiarowych (miliamperomierzy).

W niniejszym odcinku zajmiemy się opisem wykonania przyrządu do pomiarów pojemności kondensatorów oraz wartości oporników. Przyrząd pozwala mierzyć kondensatory o pojemności od 100 pF do $10\mu\text{F}$, na trzech podzakresach. Podobnie badamy oporniki w granicach od 100 omów do 10 megomów, również na trzech podzakresach. Zasada działania przyrządu jest oparta na klasycznym układzie mostkowym (z pewnymi zmianami). Schemat przyrządu pokazany jest na rysunku 1. Natomiast rysunek 1a wyjaśnia nam układ tego mostka. Pierwszą parę ramion mostka stanowią oporności potencjometru. Następnie tworzą oporniki (względnie kondensatory) wzorcowe i badane (R_x lub C_x).

Element badany dołączamy do zacisków 1—2, względnie 2—3 (patrz schemat na rys. 1). Regulując suwakiem potencjometru R_4 uzyskujemy równowagę mostka. Zrówno-

ważenie ramion mostka powoduje to, że prąd w jego przekątnej przestaje płynąć, dzięki temu na siatce sterującej lampy E_1 brak napięcia, a to z kolei powoduje, iż „sektor ciemny” w „oczku magicznym” (optycznym wskaźniku) zwiększa się, dając maksymalny kąt wychylenia. Jak wynika ze schematu, układ mostka jest zasilany prądem zmiennym (o częstotliwości sieci 50 Hz) za pośrednictwem odpowiedniego transformatora, którego uzwojenie pierwotne może być dołączone do obwodów żarzenia lamp. (O zasilaniu całego przyrządu opowiemy obszerniej w dalszej części opisu).

Rozpatrując dalej działanie naszego przyrządu stwierdzamy, że podstawową częścią układu jest przełącznik P_1 wyposażony w komplet kondensatorów i oporników wzorcowych. Najwięcej uwagi należy poświęcić tym właśnie elementom. Istotną przy tym jest tolerancja każdego opornika i kondensatora, nie powinna ona przekraczać 5% (najlepiej zastosować elementy o tolerancji $\pm 1\%$ do 2%). Szczególnie ważne są zakresy podstawowe: 100 Ω i 100 omów.

Pamiętajmy, iż tolerancja wzorca decyduje o błędach pomiarów. Prąd, zasilający mostek za pośrednictwem transformatora, płynie przez opornik R_{10} spełniający rolę ogranicznika. Opornik ten automatycznie reguluje napięcie prądu zasilającego mostek, przy różnych zakresach pomiarowych, co jest szczególnie ważne na niższych zakresach np. 100 omów (przy napięciu zasilającym 55 V zachodziłoby przeciążenie opornika, co z kolei ujemnie wpływa na wyniki pomiarów). Zwiększenie prądu w obwodzie mostka powoduje spadek napięcia na oporniku R_{10} , a w rezultacie maleje napięcie zasilające mostek. Lampa elektronowa zastosowana w układzie jako pierwsza, służy do wzmocnienia sygnałów celem uzyskania odpowiedniej czułości przyrządu.

Ze schematu wynika, iż lampa ta pracuje w typowym układzie wzmacniacza oporowego. W obwodzie siatki sterującej znajduje się tu opornik R_5 , a w obwodzie anody

R_6 . Napięcia wzmocnione w tym stopniu za pośrednictwem kondensatora C_5 o znacznej pojemności (0,1 μF) działają na siatkę sterującą wskaźnika optycznego — „magicznego oka”.

Opornik zmienny — potencjometr o oporności 1 megoma pozwala na regulację czułości układu mostka. Rozumiemy, że pomiary małych wartości oporników i kondensatorów wymagają zwiększonej czułości przyrządu. Wzrost czułości uzyskujemy przez zwiększenie oporności R_7 . Potencjometr ten przesuwamy w skrajne dolne położenie (wg rysunku na schemacie), co powoduje wzrost napięcia podawanego na siatkę sterującą „oczka”. Obsługa przyrządu jest stosunkowo prosta. Element badany należy załączyć do odpowiednich zacisków „ C_x ” względnie „ R_x ”. Pokrętkę przełącznika ustawiamy na zakres odpowiedni dla badanego kondensatora lub opornika.

Przyrząd oczywiście wcześniej należy włączyć do źródeł zasilania. Następnie za pomocą pokrętki (potencjometru R_4) ze wskazówką poszukujemy na skali miejsca, w którym zaciemniony sektor „oczka” rozszerzy się, będzie to właściwy moment do odczytania mierzonej wartości badanego elementu. Odczyt wartości umożliwiał nam skala przyrządu, przy czym należy uwzględnić odpowiednie przeliczenie skali z $x 1$ na $x 10$, względnie na $x 100$ (w zależności od położenia przełącznika zakresów). W toku pomiarów małych wartości, jak było już wspomniane, regulujemy czułość przyrządu za pomocą potencjometru R_7 .

Opisany przyrząd pozwala również ocenić jakość kondensatorów. Kondensatory o znacznej upływności, złej jakości izolacji, w toku pomiarów dają zamazany, nieostry kontrast między jasnym a ciemnym sektorem oczka.

Konstrukcja przyrządu

Na wstępie zapoznajmy się z zestawieniem materiałów niezbędnych do wykonania przyrządu. Wymieni-

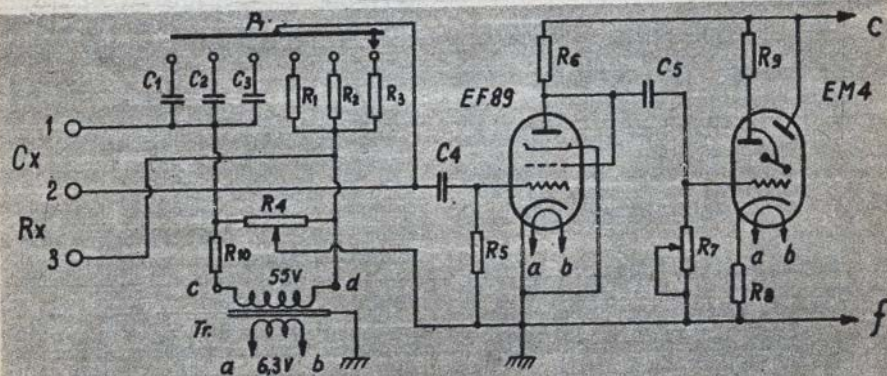
my najpierw lampy elektronowe nadające się do wykorzystania w przyrządzie. Mogą to być triody napięciowe, nawet starego typu, jakie znajdziemy w swoich zbiorach, np. Ac2, 6F5, 6Q7 lub pentody 6U7. Jako wskaźnik optycznego strojenia zastosujemy lampę EM4, względnie 6E5c. Do odpowiednich typów lamp należy oczywiście przygotować stosowne podstawki (2 szt.). Dalej potrzebne będą kondensatory: C_1 — 100 pf (koniecznie mikowy), C_2 — 10 000 pf (pożądany styrofleksowy), C_3 — 1,0 μ F (może być papierowy dobrej jakości). Pozostałe kondensatory C_4 i C_5 mają pojemność 0,1 μ F (styrofleksowe). Oporniki: R_1 — 100 omów, drutowy, obciążenie 3 waty; R_2 — 10 000 omów obciążenie 2 waty; R_3 — 1 megom (obciążenie — 1 wat). Potencjometr R_4 koniecznie drutowy o obciążeniu 2—5 watów. Opornik stały R_5 — 5 kiloomów, obciążenie 1 wat. R_6 — 5 megomów, obciążenie 1/2 wata. Opornik R_7 — masowy, 330 — 400 kiloomów. R_8 — potencjometr (może być logarytmiczny). Oporniki R_9 — 0,5 M i R_{10} — 1,5 kilooma, masowe, obciążenie 1/2 wata.

Zaciski typu laboratoryjnego 3 szt. (tzw. uniwersalne). Przełącznik 6-pozycyjny 1 szt. Pokręta — (gałki) 2 szt., jedna z dorobioną wskazówką. Drobną sprzet montażowy: przewody, rurki izolacyjne — igelitowe o \varnothing 2 mm około 1 metra.

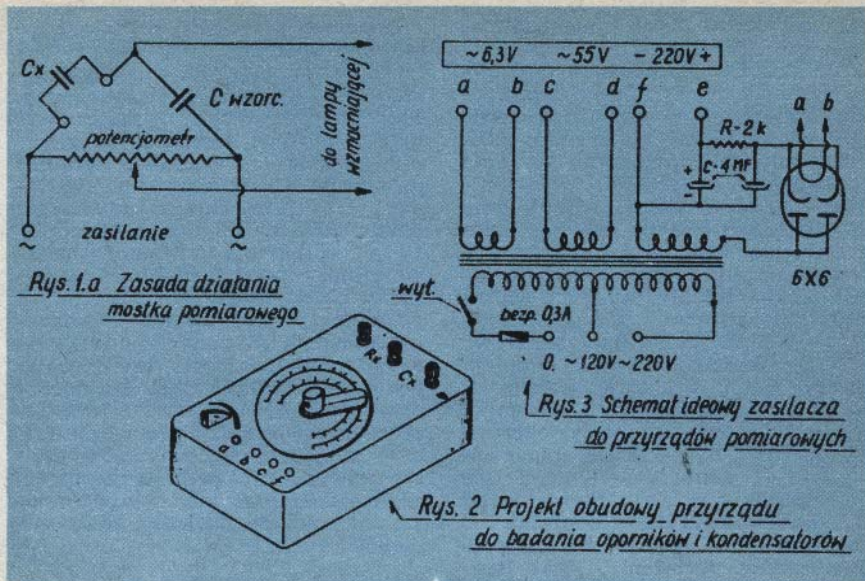
Obudowę przyrządu pomiarowego możemy wykonać całkowicie z materiałów izolacyjnych, bowiem przyrząd ten nie wymaga ekranowania. Najodpowiedniejszym materiałem byłoby płyty z gumoidu lub z winiduru, który da się łatwo obrabiać termicznie. Cienkie płyty winidurowe byłyby przydatne do wykonania boków pudełka. Płytkę czołowa może być zrobiona z dowolnego materiału, np. z blachy aluminiowej, bakelitu albo winiduru. Na rysunku 2 podajemy proponowane rozwiązanie konstrukcji obudowy, nie narzucając wykonawcom konkretnych wymiarów, które zależą od dobranych elementów przyrządu. Na płycie czołowej znajdzie się w centralnym miejscu skala przyrządu, zaciski uniwersalne, oprawka do optycznego wskaźnika, pokrętko potencjometru oraz przełącznika zakresów pomiarowych.

Zasilanie przyrządu pomiarowego

Do zasilania mostka nieodzowne są: prąd anodowy o napięciu 200—250V oraz prąd do żarzenia lamp (6,3 V). Niewątpliwie wielu radioamatorów posiada już skonstruowane przez siebie zasilacze, co od razu rozwiązuje sprawę. Przyrząd można także przystosować do zasilania z odbiornika radiowego, unikając w ten sposób dodatkowych kosztów. W tym celu należy tylko wy-



Rys 1 Schemat ideowy przyrządu do pomiaru oporników i kondensatorów



Rys. 1.a Zasada działania mostka pomiarowego

Rys. 3 Schemat idealowy zasilacza do przyrządów pomiarowych

Rys. 2 Projekt obudowy przyrządu do badania oporników i kondensatorów

konać cokol „prześciowy”, umożliwiając wstawienie go do odbiornika w gniazdko lampy głośnikowej oraz sporządzić transformator Tr-1. Wykonanie dodatkowego transformatora (Tr-1) do zasilania mostka nie sprawi kłopotu nawet początkującym. O projektowaniu tego typu transformatorów pisaliśmy w artykule zamieszczonym w nrze 5 „M. T.” pt. „Prostownik selenowy”.

Dla radioamatorów pragnących wykonać odrębny zasilacz podajemy jego schemat. Uwzględniając pobór prądu około 5–6 miliamperów przez cały przyrząd (rys. 3), możemy zaprojektować odpowiedni transformator. Jak widzimy, transformator ten służy również do zasilania mostka za pośrednictwem osobnego uzwojenia.

Rdzeń do transformatora możemy wykorzystać z transformatora głośnikowego względnie z innego transformatora sieciowego niewielkiej mocy (około 15–25 watów), np. wyjętego ze starego odbiornika.

W zasilaczu zastosujemy najbardziej dostępną lampę prostowniczą, duodiode detekcyjną, taką jak 6K6

lub podobną. Filtr zasilacza ze względu na mały pobór prądu może być oporowo-pojemnościowy. Kondensatory filtra posiadają minimalną pojemność — 4 μ F. (Zastosowanie prostowników stykowych, względnie diod germanowych uprościłoby nieco konstrukcję, jednak prostowniki wysokonapięciowe tego typu są stosunkowo drogie).

Opisany zasilacz będzie również przydatny do zasilania innych przyrządów pomiarowych, jakie opiszemy w następnych odcinkach warsztatowych.

Skalowanie przyrządu należy traktować jako jedną z bardzo ważnych czynności wykonawczych. Od starannego wyskalowania w pewnym stopniu będą uzależnione efekty późniejszych pomiarów. Najbardziej dostępną dla radioamatorów metodą skalowania będzie wykonanie skali na podstawie zestawu elementów wzorcowych umożliwiających ustalenie przynajmniej kilku punktów skali, pozostałe dadzą się nanieść metodą przybliżeń, pamiętając, że potencjometr mostka jest elementem liniowym.

Inż. Witold Kozak