

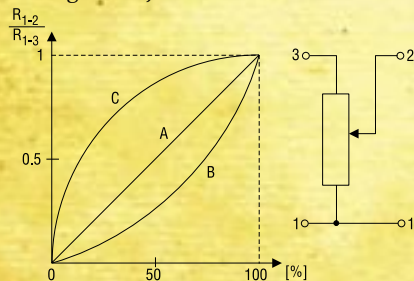
Odbiorniki radiowe retro

Regeneracja, uruchamianie i strojenie, część 11

Regeneracja potencjometrów



Potencjometry są dosyć trwałąmi podzespołami odbiornika, ponieważ producenci oceniali ich trwałość na 10000 pełnych regulacji z częstotliwością nie większą niż 1000 regulacji na godzinę. Według danych katalogowych wartość oporności nie powinna się wtedy zmienić więcej niż 15%. Trwałość potencjometrów zależy od mechanicznej twardości materiału rezystancyjnego, rodzaju i gładkości powierzchni suwaka oraz siły sprężyny dociskowej. Uwzględniając jakość wykonania potencjometry można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej można zaliczyć potencjometry wyprodukowane w latach trzydziestych i na początku lat czterdziestych. Do drugiej grupy należą potencjometry produkcji krajowej (produkcję uruchomiono pod koniec lat czterdziestych) i potencjometry warstwowe produkowane w byłym ZSRR i w Czechosłowacji. Do pierwszej grupy można zaliczyć potencjometry produkowane w byłej NRD. Były one bardziej trwałe w porównaniu z potencjometrami drugiej grupy. Potencjometry wymienionych grup różnią się jakością wykonania, a zatem potencjalnymi możliwościami ich regeneracji.



Rys. 24.

Oporniki nastawne (potencjometry) zaczęto stosować do regulacji głośności i barwy tonu dopiero w bardziej rozbudowanych odbiornikach o bezpośrednim wzmacnieniu i przede wszystkim w odbiornikach superheterodynowych. Popularne odbiorniki superheterodynowe wyposażone były wyłącznie w potencjometry pojedyncze z wyłącznikiem sieciowym, służące jedynie do regulacji głośności (np. polski Pionier, czeski Talizman i inne).

Potencjometr, który ma pracować w odbiorniku, należy bez względu na okres wyprodukowania poddać regeneracji, ponieważ nie jest on elementem absolutnie szczelnym. Po wielu latach używania odbiornika do jego wnętrza z pewnością dotarł kurz. Potencjometr z zabrudzoną warstwą oporową może wywoływać trzaski w głośniku podczas regulacji głośności i szybciej ulegnie zużyciu podczas dalszej eksploatacji.

Zależność wartości rezystancji od kąta obrotu

W odbiornikach stosowane były potencjometry osiowe o charakterystykach typu A, B lub C. Potencjometry o charakterystyce typu A mają liniowo zmieniającą się wartość rezystancji i służą do regulacji barwy dźwięku. Znalazły one zastosowanie w odbiornikach bardziej rozbudowanych. Włączane były w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego, która stanowiła obwód tak zwanej aktywnej regulacji barwy dźwięku. Potencjometry o charakterystyce typu B (wykładniczej) stosowane były w układach pasywnej regulacji dźwięku, jako dzielniki napięcia. Potencjometry o charakterystyce typu C (logarytmicznej) służą wyłącznie do regulacji głośności w odbiorniku. Charakterystyka zmiany wartości rezystancji między ślizgaczem a łączówką (dołączaną zwykle do masy) tych potencjometrów jest logarytmiczna w funkcji kąta obrotu. Dlatego tempo przyrostu rezystancji w zależności od obrotu osią potencjometru jest coraz wolniejsze. Dzięki takiemu przebiegowi charakterystyki rezystancji w głośniku odczuwa się równomierny przyrost głośności podczas regulacji potencjometrem.

Potencjometry pracujące w układzie zwykłej regulacji barwy dźwięku powinny mieć charakterystykę odwrotnie logarytmiczną, ponieważ wtedy podczas słuchania muzyki wyczuwa się równomierną zmianę barwy dźwięku podczas obrotu osią w prawo. Na rys. 24 pokazano przebiegi charakterystyk rezystancji potencjometrów typu A, B, C w funkcji kąta obrotu osi.

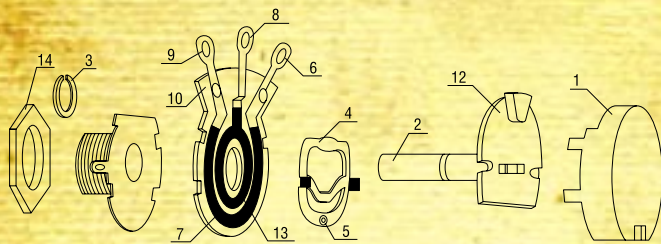
W odbiornikach wyższej klasy stosowane były potencjometry podwójne. Na jednej osi umieszczano dwa potencjometry obok siebie. Jeden potencjometr miał charakterystykę typu C, a drugi miał najczęściej charakterystykę typu B.

Tolerancja wartości rezystancji potencjometrów może wynosić $\pm 10\%$ i $\pm 20\%$ i nie jest to wartość istotna, ponieważ potencjometr najczęściej pracuje jako dzielnik napięcia małej częstotliwości lub jako zmienny rezystor.

Budowa potencjometrów

Potencjometry mające taką samą charakterystykę różnią się między sobą rozmiarami, rodzajem ślizgacza, obudową, rodzajem wyprowadzeń, długością i grubością osi oraz dodatkowym wyposażeniem (wyłącznik sieciowy). Potencjometry wyprodukowane w latach trzydziestych i na początku lat czterdziestych miały często większą średnicę osi w porównaniu z potencjometrami np. produkcji krajowej. Utrudnia to instalowanie gałek w przypadku zamiany potencjometru na odpowiednik krajowy. Z tego chociażby powodu regeneracja takiego potencjometru staje się koniecznością.

Na rys. 25 pokazano rozłożony potencjometr obrotowy. Na wałku 2 zamontowana jest płytką izolacyjną 12. Ma dwa wycięcia, w które wcho-



Rys. 25.

dzą występy ślizgacza 4. Ślizgacz wykonany jest ze srebrzonej sprężystej blachy. Górna jego część ślizga się po pierścieniu metalowym 13 stanowiącym kontakt zakończony końcówką lutowniczą 8. W dolnej części ślizgacza znajduje się otwór, w który włożony jest kołek grafitowy 5. Ślizga się on po ścieżce rezystywnej 7, zakończonej końcówką lutowniczą początkową 9 i końcówką 6. Elementy potencjometru zamknięte są w obudowie 1 przez zagięcie jej występow na płycie 10 i łożysku wałka 11. Potencjometr pokazany na rys. 25 nie ma wyłącznika sieciowego. Jeżeli potencjometr ma wyłącznik sieciowy, to jest on założony na zewnętrzny otwór w denku, przez który wpuszczony jest występ wyłącznika przerzucany przez palec znajdujący się na płycie 12. Pokazany na rysunku drugim potencjometr należy do bardziej udanych rozwiązań w krajowym asortymencie produkowanych potencjometrów, ponieważ ślizgacz wyposażony jest w kołek grafitowy. Znaczna część produkowanych w kraju potencjometrów miała ślizgacze ze sprężystego drutu fosforobrazowego (pojedynczy lub podwójny ślizgacz). Tego rodzaju potencjometry o wiele szybciej ulegały zużyciu w porównaniu z potencjometrami ze ślizgaczem grafitowym.

Uszkodzenia potencjometrów

Najczęstszym objawem złej pracy potencjometru są trzaski, gwizd, szum słyszany w głośniku podczas regulacji głośności. Podstawową przyczyną uszkodzenia potencjometru jest zużycie mechaniczne (wytarcie) ścieżki rezystancyjnej lub przekroczenie dopuszczalnych parametrów elektrycznych w wyniku niekontrolowanego przepływu prądu z powodu przebicia kondensatora sprzęgającego w obwodzie anodowym lampy. Znaczne zabrudzenie warstwy rezystancyjnej lub miejscowe jej wytarcie może powodować podobne objawy.

Zanim przystąpimy do kolejnych prac przy odbiorniku, należy

wymontować potencjometry bez względu na ich wygląd zewnętrzny. Ładny wygląd zewnętrzny wcale nie świadczy o dobrym stanie ścieżki rezystancyjnej.

Potencjometr należy następnie zbadać omomierzem, dokonując pomiaru rezystancji między skrajnymi łączówkami lutowniczymi. Rezystancja powinna mieć wartość zbliżoną do wartości znamionowej. Następnie należy sprawdzić stan rezystancji między środkową łączówką ślizgacza a pozostałymi, wolno kręcąc osią potencjometru. Podczas powolnego obrotu osi, rezystancja powinna się zmieniać w sposób ciągły, bez przerw i zgodnie z charakterystyką potencjometru (pokazaną na rys. 24).

W przypadku stwierdzenia nawet drobnych nieprawidłowości wewnątrz potencjometru należy dokładnie umyć benzyną ekstrakcyjną. Mycie wewnątrz potencjometru polega na kilkakrotnym wstrzyknięciu za pomocą dużej strzykawki lekarskiej (igła gruba o końcówce stępionej pilnikiem) sporej porcji benzyny. W trakcie wstrzykiwania benzyny należy obracać osią potencjometru w całym zakresie regulacji. Czynności te należy wykonywać na wolnym powietrzu lub w dobrze wentylowanym pomieszczeniu, z dala od ognia.

Jeżeli po umyciu i wysuszeniu potencjometru nadal będą występować nieprawidłowości (nieciągłość rezystancji podczas obrotu osi), to należy potencjometr rozebrać i sprawdzić stan powierzchni ścieżki rezystancyjnej. Rozbieranie potencjometru należy wykonywać niezwykle ostrożnie i za pomocą odpowiednich narzędzi (dobrze naostrzony nóż monterski, cienkie płaskie szczypce, cienki płaski śrubokręt, wiertło dobrze naostrzone, miniwiertarka o regulowanych obrotach, ewentualnie uchwyt do ręcznego gwintownika).

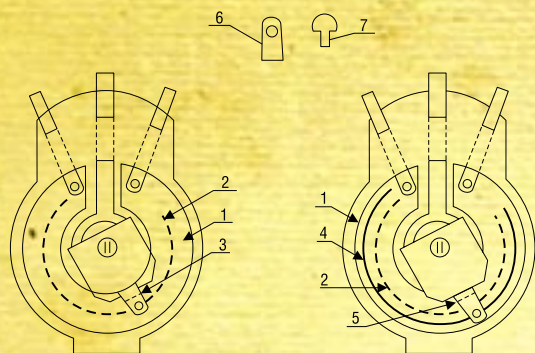
Potencjometry produkcji krajowej były po włożeniu do pudełka ekranującego zamykane za pomocą zagnanych łapek. Najczęściej występują cztery łapki, rozłożone równomiernie na obwodzie pudełka. Łapki te przy zbyt energicznym odginaniu łatwo się łamią i odpadają. Najlepiej odginać je dobrze naostrzonym ostrzem noża monterskiego, a następnie delikatnie

cienkimi płaskimi szczypcami lub cienkim śrubokrętem.

Naprawa urwanej łapki polega na wycięciu z blachy mosiężnej, o grubości 0,5 mm, odpowiedniego paska, który dolutowuje się do obudowy w miejscu urwanej łapki. W przypadku trudności z przylutowaniem paska do metalowego pudełka obudowy należy powierzchnię lutowaną dokładnie i delikatnie wyczyścić papierem ściernym o gradacji około 400...500, aby całkowicie nie usunąć cynkowej powłoki galwanicznej. Lutowanie blaszki do powierzchni stalowej bez użycia specjalnej pasty lub kwasu będzie bardzo trudne. Potencjometry stosowane w starszych typach odbiorników lub w odbiornikach produkcji byłej NRD były po złożeniu zamykane nitami rurkowymi o średnicy ok. 2 mm. Roznitowanie potencjometru polega na delikatnym rozwierceniu łba nitu za pomocą wiertła o średnicy pół milimetra większej niż szerokość łba nitu. Należy to wykonywać bardzo ostrożnie za pomocą miniwiertarki przy niskich obrotach wiertła. Można również włożyć wiertło do oprawki ręcznego gwintownika i delikatnie obracając usunąć łeb nitu. Nie poleca się stosowania wiertarki ręcznej, ponieważ przy rozwiercaniu łatwo można uszkodzić bakelitową obudowę potencjometru.

Po wyjęciu potencjometru z obudowy należy go ponownie dokładnie umyć za pomocą pędzelka zanurzając go w benzynie. Jeżeli mycie w benzynie ekstrakcyjnej nie przyniesie pożądanego efektów, to można jeszcze raz dokładnie umyć ścieżkę rezystancyjną czterochlorkiem węgla (tetra), który lepiej zmywa od benzyny wieloletni osad kurzu. Można zamiast benzyny ekstrakcyjnej lub tetry zastosować również trójchlorek węgla występujący w handlu pod nazwą „TRI”. W większości przypadków wystarczy przemywanie benzyną ekstrakcyjną. Po dokładnym obejrzeniu stanu ścieżki rezystancyjnej za pomocą lupy należy ponownie sprawdzić przebieg charakterystyki rezystancji podczas obrotu osi.

Jeżeli podczas obracania osią zauważymy wyczuwalny opór, to należy potencjometr rozebrać całkowicie. Oznacza to, że w warstwie smaru na osi jest jeszcze dużo zanieczyszczeń. Zazwyczaj oś potencjometru jest mocowana do korpusu za pomocą pierścienia zaciskowego, który znajduje się w rowku na osi (rys. 25). Przed ponownym złożeniem potencjometru



Rys. 26.

łożysko ślizgowe wałka należy posmarować wazeliną techniczną lub smarem do łożysk.

Ponowne zamknięcie obudowy potencjometru będzie możliwe za pomocą szpilkowej gwintowanej śruby z nakrętką M2 lub w przypadku potencjometrów produkcji krajowej przez zagięcie czterech łapek.

Regeneracja ścieżki rezystancyjnej

Po dokładnym umyciu będą widoczne uszkodzenia mechaniczne ścieżki rezystancyjnej. Zwykle wytarcie ścieżki ma szerokość około 1 mm dla potencjometrów ze ślizgaczem w kształcie grzybka grafitowego. Niektóre typy potencjometrów krajowych miały ślizgacze zbudowane z blaszki z wgniecionym charakterystycznym czopem lub postaci dwóch zagiętych sprężynek, rozsuniętych względem siebie na odległość około 2 mm. Wtedy wytarcie ścieżki będzie znacznie szersze lub będzie w postaci dwóch rowków.

Zregenerowanie wytartej ścieżki nie jest możliwe. Jedyną metodą naprawy potencjometru jest zmiana położenia ślizgacza (jego promienia obrotu) w taki sposób, aby ślizgał się on po niezniszczonej warstwie rezystancyjnej. W tym przypadku można nowy promień obrotu zwiększyć lub zmniejszyć, w zależności od szerokości warstwy rezystancyjnej.

Zwiększenie promienia obrotu ślizgacza jest możliwe, jeżeli występuje luz między obudową i korpusem izolacyjnym, na którym naniesiona jest rezystancyjna warstwa grafitowa. Zatem zabieg regeneracyjny polegać będzie na umiejętnym przesunięciu położenia ślizgacza z koralikiem lub sprężynką tak, aby ślizgały się one po niezniszczonej warstwie grafitowej.

Na rys. 26 pokazano kolejne czynności, które należy wykonać. Najpierw należy delikatnie uciąć końcówkę języczka (3), na którym znajduje się

ślizgacz (grafitowy lub w postaci sprężynki). Następnie wyciąć z cienkiej blaszki mosiężnej lub brązowej o grubości 0,3...0,5 mm nowy dłuższy języczek (6) i wywiercić w nim otwór o średnicy równej średnicy nowego grzybka grafitowego (7). Nowy grzybek grafitowy przygotowuje się z rdzenia rozebranego ołówka grafitowego typu B lub 2B. Kawałek rdzenia grafitowego można umieścić w futerku miniwertarki i na bardzo wolnych obrotach stoczyć średnicę rdzenia do wymaganego wymiaru za pomocą drobnosiarnistego pilnika (np. typu iglak) lub za pomocą papieru ściernego o gradacji np. 300. Po stoczeniu rdzenia grafitowego należy uciąć ostrym nożykiem jego nadmiar. Następnie należy spolerować kuliście grubszą końcówkę nowego grzybka papierem ściernym o gradacji co najmniej 700 lub nawet 1000.

Najtrudniejszą czynnością jest przylutowanie nowego języczka do sprężyny doprowadzającej (5). Należy to wykonywać za pomocą lutownicy o cienkim grocie, na przykład lutownicą o mocy 100 W z nawiniętą na grot spiralą z drutu miedzianego o średnicy 1,4...2 mm. Wszystkie czynności najlepiej jest wykonywać korzystając z lupy, ponieważ końcowy wynik zależy od jakości montażu. Po przylutowaniu nowej końcówki ślizgacza należy sprawdzić śrubokrętem zegarmistrzowskim jakość docisku nowego grzybka grafitowego do nowej ścieżki rezystancyjnej (4) i ewentualnie zwiększyć lub zmniejszyć ten docisk przez odpowiednie wygięcie języczka.

Regeneracja potencjometrów produkcji krajowej może być czasami łatwiejsza w porównaniu z potencjometrami starszych typów. Polegać może na przeniesieniu fibrowej płytki z warstwą rezystancyjną z jednego potencjometru do drugiego lub na zamianie osi i wyłącznika sieciowego.

Naprawa wyłączników sieciowych jest bardzo skomplikowana i zależy od rodzaju uszkodzenia. Została ona dokładnie opisana w Radioamatorze [1]. Wymontowywanie wyłączników sieciowych z potencjometrów produkcji krajowej należy przeprowadzać bardzo ostrożnie, ponieważ łatwo uszkodzają się łapki mocujące wyłącznik do korpusu. Podczas wkładania wyłącznika do korpusu należy zwrócić uwagę na położenie języczka spustowego. Po

złożeniu potencjometru należy sprawdzić działanie wyłącznika i dopiero wtedy można zaginać języczki mocujące wyłącznik.

Dobór potencjometrów zastępczych

Jeżeli zachodzi konieczność wymiany potencjometru w odborniku, a nie posiadamy potencjometru tego samego, to możemy zastąpić go innym, przy czym:

- potencjometr zastępczy powinien mieć w miarę możliwości taką samą lub podobną rezystancję znamionową,
- jeżeli nie dysponujemy potencjometrem o wymaganej rezystancji, to rezystancję potencjometru można zwiększyć lub zmniejszyć w sposób opisany jest w literaturze[1],
- jeżeli uszkodzony jest wyłącznik sieciowy, to można go zastąpić nowym wyłącznikiem z innego potencjometru – powinien mieć podobne parametry (jednobiegunowy lub dwubiegunowy, ponieważ jest to bardzo ważne jeżeli odbornik wyposażony jest w lampy tzw. serii uniwersalnej V, C, U),
- jeżeli naprawa wyłącznika sieciowego jest niemożliwa, to należy zainstalować wyłącznik na kablu sieciowym (np. od lampki nocnej), a łączówki wyłącznika potencjometru zewrzeć odrębnymi przewodami,
- należy unikać zastępowania potencjometrów o charakterystyce wykładniczej potencjometrami o charakterystyce logarytmicznej i odwrotnie,
- jeżeli przez potencjometr przepływa lub może płynąć w warunkach awaryjnych prąd stały (po przebiegu kondensatora sprzęgającego), to potencjometr zastępczy powinien mieć nie mniejszą moc znamionową niż potencjometr zastępowany.

Mieczysław Laskowski

Polecana literatura

1. J. Kadarowski. Naprawa potencjometrów. *Radioamator* 5/1970
2. T. Maj. Naprawa potencjometrów w odbornikach Kankan i Sarabanda, *Radioamator* 9/1972
3. J. Berdysz, Naprawa uszkodzonego potencjometru, *Radioamator* 2/1974r.
4. A. Książkiewicz, *Elementy i podzespoły elektroniczne*, WNT Warszawa 1987
5. J. Kotecki, *Rezystory – konstrukcja, technologia i zastosowanie w teleelektryce*, WKŁ, Warszawa 1970