



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 22. 01. 79 (P. 212954)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 22. 09. 80

Opis patentowy opublikowano: 13. 07. 1984

Int. Cl.³
G01R 29/26

Twórcy wynalazku: Ludwik Spiralski, Andrzej Tylman, Zenon Zdybel
Uprawniony z patentu: Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

Urządzenie do pomiaru szumów nadmiarowych elementów i układów

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pomiaru szumów nadmiarowych elementów i układów, a w szczególności rezystorów.

W rezystorach poza szumami cieplnymi, których poziom można obliczyć ze znanego wzoru Nyquista, powstają pod wpływem przyłożonego napięcia stałego dodatkowe szumy nazywane szumami prądowymi. Poziom tych szumów jest jednym z istotnych jakościowych parametrów rezystorów.

Znany między innymi z normy amerykańskiej MTL-STO-2028 Method 308 i Polskiej Normy PN-74/T-04501 sposób pomiaru szumów prądowych rezystorów polega na tym, że przy dołączonym do wejścia toru pomiarowego badanym elemencie w pierwszym etapie pomiaru przy pomocy wzorcowego generatora napięcia sinusoidalnego, kalibruje się skuteczne wzmocnienie układu pomiarowego, o znanej energetycznej wstędze częstotliwości.

W drugim etapie mierzy się na wyjściu toru pomiarowego wartość skuteczną napięcia szumów układu pomiarowego, w tym również szumów ciepłych badanego rezystora.

W trzecim etapie, po spolaryzowaniu badanego rezystora napięciem stałym, o znanej wartości, na wyjściu toru pomiarowego mierzy się ponownie wartość skuteczną napięcia szumów, które odpowiada całkowitym szumom własnym układu pomiarowego oraz szumom prądowym badanego rezystora. Wynik końcowy wylicza się z odpowiednich wzorów w ten sposób, że najpierw z różnicy wartości napięć sku-

2

tecznych szumów całkowitych i szumów własnych układu wylicza się poprawkę, a następnie uwzględnia ją we wzorze ostatecznym, w którym mierzone szumy prądowe odnoszone są do wartości napięcia stałego polaryzującego badany rezystor.

Znane urządzenie firm Quan-Tech model 3158 do pomiaru szumów prądowych rezystorów według tego sposobu składa się z szeregowo połączonych następujących zasadniczych bloków: badanego rezystora, zasilacza napięcia stałego dla polaryzacji badanego rezystora wraz z woltomierzem mierzącym to napięcie, wzmacniacza z regulowanym wzmocnieniem, filtru pasmowego, miernika wartości skutecznej napięcia szumów oraz kalibrowanego generatora napięcia sinusoidalnego o małej rezystancji wyjściowej, który jest włączony w szereg z badanym rezystorem pomiędzy masą i końcówką badanego rezystora.

Wykorzystując do pomiaru szumów nadmiarowych elementów i układów metodą podstawiania, można pomiar ograniczyć do dwóch etapów pomiarowych, przy czym w jednym z nich do badanego elementu dołącza się napięcie polaryzacji i wówczas na wyjściu układu pomiarowego określa się poziom mocy lub wartość skuteczną napięcia odpowiadającą szumom całkowitym to znaczy szumom własnym układu pomiarowego oraz szumom nadmiarowym badanego elementu.

W innym etapie odłącza się napięcie polaryzacji badanego elementu i w szereg z nim podłącza się

generator o znanym poziomie i rezystancji wyjściowej pomijalnie małej w stosunku do badanego elementu. O ile pasmo energetyczne toru pomiarowego jest ściśle określone może to być generator sinusoidalny, o ile pasmo energetyczne nie jest określone musi to być generator szumów.

Jeżeli poziom generatora będzie zmieniać się tak, że na wyjściu układu pomiarowego uzyska się poziom identyczny jak w poprzednim etapie, to wówczas można wyskalować generator w odpowiednich miarach szumów nadmiarowych np. w μV Hz, albo jak to jest zalecane przez normy przy badaniach szumów prądowych rezystorów, w decybelach w stosunku do 1 μV na dekadę częstotliwości. Poziom generatora może być również stały i wtedy zmieniając wzmacnienie wzmacniacza np. za pomocą wzorcowego tłumika tak, żeby na wyjściu układu pomiarowego uzyskać identyczny poziom jak w poprzednim etapie, można bezpośrednio ze skali regulatora wzmacnienia uzyskać wynik pomiaru.

Dla badań alternatywnych wystarczy na wyskalowanych regulatorach poziomu generatora lub wzmacnienia ustawić poziom w odniesieniu do którego następuje testowanie, a na wskaźniku stwierdzić, czy wartość mierzona jest większa czy mniejsza od założonej.

Urządzenie do pomiaru szumów według wynalazku składające się z szeregowo połączonych generatora z regulatorem poziomu i wskaźnikiem poziomu, elementu badanego, wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmacnienia i detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia generatora taktującego, zasilacza ze wskaźnikiem napięcia i układu ilorazu napięć charakteryzuje się tym, że wyjście detektora mocy lub wartości skutecznej poprzez układ automatycznej regulacji wzmacnienia połączone jest ze wzmacniaczem i regulatorem poziomu generatora.

Natomiast generator połączony jest ze wskaźnikiem poziomu generatora i wyjściem generatora taktującego, którego wyjście doprowadzone jest poparadto do układów automatycznej regulacji wzmacnienia i zasilacza napięcia polaryzacji. Zasilacz napięcia polaryzującego połączony jest również z elementem badanym i woltomierzem.

Powyższe urządzenie ma również układ ilorazu napięć, którego wejścia połączone są z wyjściem generatora i zasilaczem napięcia polaryzacji, zaś wyjście doprowadzone jest do wejścia wskaźnika poziomu generatora.

Inne urządzenie według wynalazku składające się z szeregowo połączonych generatora z regulatorem poziomu i wskaźnikiem poziomu, elementu badanego, wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmacnienia, detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia, detektora fazy, generatora taktującego, zasilacza ze wskaźnikiem napięcia i układu ilorazu napięć, charakteryzuje się tym, że wyjście detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia poprzez układ automatycznej regulacji wzmacnienia połączone jest ze wzmacniaczem oraz poprzez detektor fazy i regulator poziomu z generatorem. Do wejścia detektora fazy dołączony jest generator taktujący połączony z wejściem generatora i wejściem zasilacza napięcia polaryzacji badanego ele-

mentu, a wyjście zasilacza napięcia polaryzacji połączone jest z badanym elementem, woltomierzem, zaś wyjście generatora połączone jest ze wskaźnikiem poziomu generatora.

Powyższe urządzenie ma również układ ilorazu napięć, którego wyjście połączone jest ze wskaźnikiem poziomu generatora, a wejścia dołączone są do generatora i zasilacza napięcia polaryzacji.

Jeszcze inne urządzenie według wynalazku składające się z szeregowo połączonych generatora z regulatorem poziomu, badanego elementu, wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmacnienia, detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia, przełącznika synchronicznego, układów z pamięcią i wskaźnikiem, generatora taktującego i zasilacza ze wskaźnikiem napięcia, charakteryzuje się tym, że wyjście detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia poprzez przełącznik synchroniczny połączone jest z wejściami układów z pamięcią pierwszego i drugiego. Wyjścia tych układów dołączone są do wskaźnika, a wyjście układu z pamięcią pierwszego poprzez układ automatycznej regulacji wzmacnienia dołączone jest do wzmacniacza, natomiast wyjście zasilacza napięcia polaryzacji połączone jest z elementem badanym i woltomierzem, a wejście zasilacza napięcia polaryzacji dołączone jest do generatora taktującego połączonego z wejściem generatora i wyjściem przełącznika synchronicznego.

Korzyści techniczne wynikające z zastosowania wynalazku polegają na wyeliminowaniu konieczności uciążliwego obliczania ostatecznego wyniku pomiaru z uwzględnieniem poprawek i zastąpienia go odczytem bezpośrednim zarówno przy pomiarze ilościowym jak i alternatywnym.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w trzech wersjach wykonania przedstawionych na rysunku na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy urządzenia do zautomatyzowanego ilościowego pomiaru szumów nadmiarowych elementów, fig. 2 — schemat blokowy drugiej wersji urządzenia według wynalazku a fig. 3 — schemat blokowy trzeciej wersji tego urządzenia.

Urządzenie pokazane na fig. 1 zawiera generator 1 wraz z regulatorem 2 poziomu generatora i wskaźnikiem 3 poziomu generatora, przy czym wyjście generatora 1 połączone jest poprzez element badany 4, wzmacniacz 5 o ustalonym energetycznym paśmie częstotliwości i detektor 6 mocy lub wartości skutecznej z wejściem układu regulacji wzmacnienia 7. Wyjście układu regulacji wzmacnienia 7 połączone jest z wejściem wzmacniacza 5 i regulatorem poziomu generatora 2. Urządzenie posiada zasilacz 8 dla napięcia polaryzacji badanego elementu oraz woltomierz 9 do pomiaru tego napięcia. Wyjście zasilacza 8 połączone jest z elementem badanym 4 i układem ilorazu napięć 11, który jest włączony pomiędzy wyjścia generatora 1 i wejście wskaźnika 3 poziomu generatora.

Pracą urządzenia steruje zespół generatora taktującego 10. Wyjścia tego generatora są połączone z wejściem generatora 1 z wejściem układu regulacji wzmacnienia 7 oraz z wejściem zasilacza 8.

Działanie tego urządzenia jest następujące. Pomiar realizuje się w dwóch etapach pomiarowych.

W obu etapach pomiarowych czynności regulacyjne takie jak ustalenie wzmocnienia toru pomiarowego oraz poziomu generatora są dokonywane automatycznie. Również etapy pomiarowe są przełączone automatycznie przez zespół generatora taktującego 10. W jednym etapie pomiarowym do badanego elementu 4 dołącza się z zasilacza 8 napięcie polaryzacji, którego wartość jest mierzona woltomierzem 9. Sygnał mierzony z badanego elementu 4 wzmacniany jest przez wzmacniacz 5 a następnie podawany do detektora 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia i dalej do układu automatycznej regulacji 7, który w tym etapie pomiaru ustala wzmocnienie wzmacniacza 5 tak, by na wyjściu był ściśle określony poziom. Ustalane w tym etapie wzmocnienie jest zapamiętywane na czas trwania następnego etapu.

W drugim etapie pomiaru odłącza się od badanego elementu 4 zasilacza 8 napięcia polaryzacji i dołącza generator 1, przy ustalonym w poprzednim etapie wzmocnieniu wzmacniacza 5.

Układy automatycznej regulacji 7 regulują poprzez regulator 2 poziom generatora tak, żeby na wyjściu detektora 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia był ten sam poziom jak w etapie poprzednim. Po dokonaniu tego następuje odczyt wyniku pomiaru we wskaźniku poziomu generatora 3.

Dodatkowo urządzenie może zawierać układ ilorazu napięć 11, który pozwala dla pomiaru tzw. wskaźnika szumów prądowych rezystorów na wyskalowanie wskaźnika poziomu generatora 3 w mikrowoltach skutecznej wartości na wolt przyłożonego napięcia polaryzującego.

Zakres częstotliwości i szerokość pasma wzmacniacza 5 mogą być ustalone w zależności od wymagań na warunki pomiaru. Urządzenie to nadaje się do badań szumów nadmiarowych w szerokim zakresie częstotliwości.

Urządzenie przedstawione na fig. 2 zawiera generator 1 wraz z regulatorem 2 poziomu generatora i wskaźnikiem 3 poziomu generatora, przy czym wyjście generatora 1 połączone jest poprzez element badany 4, wzmacniacz 5 o ustalonym energetycznym paśmie częstotliwości i detektor 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia z wejściem układu regulacji wzmocnienia 7, którego wyjście dołączone jest do wejścia wzmacniacza 5. Urządzenie ma zasilacz 8 dla polaryzacji badanego elementu wraz z woltomierzem 9 do pomiaru tego napięcia. Wyjście zasilacza połączone jest z elementem badanym 4 i układem ilorazu napięć 11, który jest włączony pomiędzy wyjście generatora 1 i wejście wskaźnika 3 poziomu generatora.

Pracą urządzenia steruje zespół generatora taktującego 10. Wyjścia generatora taktującego 10 dołączone są do wejścia generatora 1, do zasilacza 8 napięcia polaryzacji oraz do detektora fazy 12, który jest włączony pomiędzy wyjście detektora 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia a wejście regulatora 2 poziomu generatora 1.

Pomiar za pomocą urządzenia według wynalazku przedstawionego na fig. 2 przeprowadza się w ten sposób, że na wyjściu toru pomiarowego porównuje się wielokrotnie moc sygnału przy włączonym napięciu polaryzacji badanego elementu z mocą syg-

nału przy wyłączonym napięciu polaryzacji i włączonym generatorze 1.

W wyniku wielokrotnego porównywania otrzymuje się ciągły sygnał błędu, który reguluje poziom generatora 1 tak, by nastąpiło zrównanie poziomu mocy na wyjściu toru pomiarowego w obu etapach. Wówczas poziom generatora 1 może być wyskalowany w odpowiednich jednostkach mierzonego szumu nadmiarowego badanych elementów. Realizuje się to przez wielokrotne powtarzanie dwu etapów pomiarowych. W jednym etapie pomiarowym do badanego elementu 4 dołącza się z zasilacza 8 napięcie polaryzacji, którego wartość jest mierzona woltomierzem 9, sygnał mierzony z badanego elementu 4 wzmacniany jest przez wzmacniacz 5, a następnie podawany na detektor mocy lub wartości skutecznej napięcia 6 i dalej na detektor fazy 12 oraz układ automatycznej regulacji wzmocnienia 7, który ustala odpowiednie wzmocnienie wzmacniacza 5.

Sygnał z generatora taktującego 10 podaje próbkę napięcia do detektora fazy 12 oraz dołącza do badanego elementu 4 w jednym etapie sygnał z generatora 1, a w drugim etapie zasilacz 8 napięcia polaryzacji. Na skutek zastosowania zespołu generatora taktującego 10 sygnał na wyjściu detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia jest sygnałem prostokątnym. Na wyjściu detektora fazy 12 otrzymuje się napięcie błędu proporcjonalne do przebiegu prostokątnego na wyjściu detektora 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia.

Regulator poziomu generatora 2 tak reguluje poziom generatora 1, by na wyjściu wzmacniacza 5 poziom był identyczny w obu fazach pomiarowych w wyniku czego na wyjściu detektora 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia nastąpi zanik przebiegu prostokątnego.

Układ automatycznej regulacji wzmocnienia 7, który jest nieczuły na modulację zespołu generatorów taktujących 10 utrzymuje stałe wzmocnienie wzmacniacza 5 i zapewnia stały poziom sygnału na wyjściu detektora 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia niezależnie od poziomu szumów badanego elementu 4. Poziom generatora 1 jest mierzony odpowiednio wyskalowanym wskaźnikiem poziomu generatora 3 np. w $\mu V / Hz$.

Dodatkowo urządzenie zawiera układ ilorazu napięć 11, który pozwala na wyskalowanie wskaźnika 3 w mikrowoltach skutecznej wartości szumów na wolt przyłożonego napięcia polaryzującego, np. dla bezpośredniego odczytu wartości tzw. wskaźnika szumów prądowych rezystora. Szerokość pasma wzmacniacza 5 może być ustalona w zależności od wymagań na warunki pomiaru. Urządzenie to nadaje się w szczególności do badań szumów nadmiarowych na wyższych częstotliwościach.

Urządzenie według wynalazku przedstawione na fig. 3 ma generator 1 wraz z regulatorem 2 poziomu generatora, połączony z elementem badanym 4. Wyjście tego elementu jest połączone poprzez wzmacniacz 5 z automatyczną regulacją wzmacniacza i detektor 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia oraz przełącznik synchroniczny 15 z wejściem układów z pamięcią pierwszym 13 i drugim 14. Wyjścia obu układów z pamięcią dołączone są

do wskaźnika natomiast wyjście układu z pamięcią pierwszego 13 poprzez układ automatycznej regulacji wzmocnienia 7 dołączone jest do wzmacniacza 5. Urządzenie ma zasilacz 8 dla polaryzacji badanego elementu 4 wraz z woltomierzem 9 do pomiaru tego napięcia.

Pracą urządzenia steruje zespół generatorów taktujących 10 połączonych z wejściem generatora 1 wejściem przełącznika synchronicznego 15 i wejściem zasilacza 8 napięcia polaryzacji.

Pomiar za pomocą urządzenia według wynalazku przedstawionego na fig. 3 przeprowadza się w ten sposób, że poziomy mocy po detektorze 6 na wyjściu wzmacniacza 5 przy dołączonych do badanego elementu 4 naprzemian napięciu polaryzacji z zasilacza 8 napięcia polaryzacji i sygnale z generatora 1, są synchronicznie rejestrowane w oddzielnych układach z pamięcią pierwszym 13 i drugim 14, a uśredniona ich różnica podawana jest na wskaźnik 16, który pokazuje różnicę pomiędzy wartością mierzoną a ustawioną na generatorze 1. Realizuje się to przez wielokrotne powtarzanie dwu etapów pomiarowych. Są one wyznaczone przez zespół generatora taktującego 10.

W jednym etapie do badanego elementu 4 podłącza się z zasilacza 8 napięcia polaryzacji, którego wartość jest mierzona woltomierzem 9, zaś sygnał mierzony z badanego elementu 4 wzmacniany jest przez wzmacniacz 5 a następnie poprzez detektor 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia i przełącznik synchroniczny 15 podawany jest na układ z pamięcią drugi 14.

W drugim etapie pomiarowym do badanego elementu 4 podłącza się sygnał z generatora 1, następnie regulatorem 2 ustawia się poziom generatora w stosunku do którego jest dokonywany pomiar alternatywny. Następnie sygnał z badanego elementu 4 poprzez wzmacniacz 5 detektor 6 mocy lub wartości skutecznej napięcia i przełącznik synchroniczny 15 podawany jest na układ z pamięcią pierwszy 13 z którego wyjścia sterowany jest układ automatycznej regulacji wzmocnienia 7 utrzymujący stałe wzmocnienie w obu taktach. Wskaźnik 16 pokazuje czy wartość mierzonych szumów nadmiarowych jest mniejsza czy większa od wartości ustawionej na regulatorze poziomu generatora 2.

Zespół generatorów taktujących 10 steruje synchronicznie włączaniem i wyłączaniem zasilacza 8 napięcia polaryzacji, generatora 1 oraz przełącznika synchronicznego 15. Urządzenie to nadaje się w szczególności do badań szumów nadmiarowych na wyższych częstotliwościach.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pomiaru szumów nadmiarowych elementów i układów składające się z szeregowo połączanego generatora z regulatorem poziomu i wskaźnikiem poziomu, elementu badanego, wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmocnienia i detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia, generatora taktującego, zasilacza ze wskaźnikiem napięcia i układu ilorazu napięć, znamienne tym, że wyjście detektora mocy lub wartości skutecznej (6),

poprzez układ automatycznej regulacji wzmocnienia (7) połączone jest ze wzmacniaczem (5) i regulatorem poziomu (2), natomiast generator (1) połączony jest ze wskaźnikiem poziomu generatora (3) oraz wyjściem generatora taktującego (10), którego wyjście połączone jest również z układem automatycznej regulacji wzmocnienia (7) i zasilaczem (8) napięcia polaryzacji, przy czym zasilacz (8) napięcia polaryzacji połączony jest także z elementem badanym (4) i woltomierzem (9).

2. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że posiada układ ilorazu napięć (11), którego wejścia połączone są z wyjściem generatora (1) i zasilaczem (8) napięcia polaryzacji, zaś wyjście doprowadzone jest do wejścia wskaźnika poziomu generatora (3).

3. Urządzenie do pomiaru szumów nadmiarowych elementów i układów składające się z szeregowo połączanego generatora z regulatorem poziomu i wskaźnikiem poziomu, elementu badanego, wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmocnienia, detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia, detektora fazy, generatora taktującego, zasilacza ze wskaźnikiem napięcia i układu ilorazu napięć, znamienne tym, że wyjście detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia (6) poprzez układ automatycznej regulacji wzmocnienia (7) połączone jest ze wzmacniaczem (5) oraz poprzez detektor wazy (12) i regulator poziomu (2) z generatorem (1), przy czym do wejścia detektora fazy (12) dołączony jest generator taktujący (10) połączony z wejściem generatora (1) i wejściem zasilacza (8) napięcia polaryzacji badanego elementu (4), a wyjście zasilacza (8) napięcia polaryzacji połączone jest z badanym elementem (4), woltomierzem (9), zaś wyjście generatora (1) połączone jest ze wskaźnikiem poziomu generatora (3).

4. Urządzenie według zastrz. 3, znamienne tym, że posiada układ ilorazu napięć (11), którego wyjście połączone jest ze wskaźnikiem poziomu generatora (3), a wejścia dołączone są do generatora (1) i zasilacza (8) napięcia polaryzacji.

5. Urządzenie do pomiaru szumów nadmiarowych elementów i układów, składające się z szeregowo połączanego generatora z regulatorem poziomu, badanego elementu, wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmocnienia, detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia, przełącznika synchronicznego, układów z pamięcią i wskaźnikiem, generatora taktującego, zasilacza ze wskaźnikiem napięcia, znamienne tym, że wyjście detektora mocy lub wartości skutecznej napięcia (6) poprzez przełącznik synchroniczny (15) połączone jest z wejściami układów z pamięcią pierwszego (13) i drugiego (14), przy czym wyjścia tych układów dołączone są do wskaźnika (16), a wyjście układu z pamięcią pierwszego (13) poprzez układ automatycznej regulacji wzmocnienia (7) dołączone jest do wzmacniacza (5), natomiast wyjście zasilacza (8) napięcia polaryzacji połączone jest z elementem badanym (4) i woltomierzem (9), a wejście zasilacza (8) napięcia polaryzacji dołączone jest do generatora taktującego (10) połączanego z wejściem generatora (1) i wyjściem przełącznika synchronicznego (15).

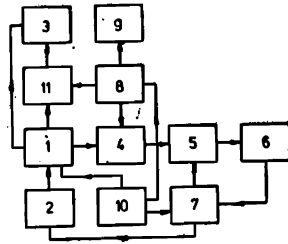


Fig. 1

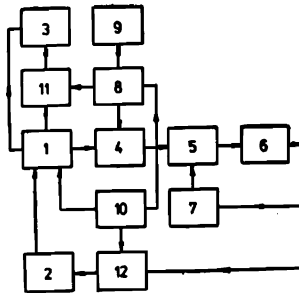


Fig. 2

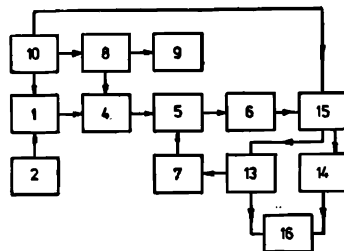


Fig. 3