

PRZYSTAWKA MIESZAJĄCA - Typ PPM-4

/Komunikat/

KD: 621.372.63

Komunikat omawia konstrukcję, zastosowanie i zasadę pracy oraz podaje dane techniczne przystawki mieszającej typu PPM-4, opracowanej przez Katedrę Urządzeń Radiotechnicznych i Telewizyjnych Politechniki Warszawskiej.

Przystawka mieszająca typ PPM-4 opracowana została dla ZOPAN w r. 1967 przez Katedrę Urządzeń Radiotechnicznych i Telewizyjnych Politechniki Warszawskiej. Rozpoczęcie produkcji seryjnej zaplanowane zostało na rok 1969.

Wymieniona wyżej przystawka jest przeznaczona do rozszerzenia zakresu pomiarowego częstotliwościomierzy liczących o dolnej częstotliwości zliczania mniejszej niż 200 kHz i górnej częstotliwości zliczania większej niż 10,2 MHz na obszar do 500 MHz.

Częstotliwość mierzona F_x oblicza się ze wzoru:

$$F_x = F_w \pm F_r$$

gdzie:

F_w - częstotliwość wzorcowa będąca całkowitą wielokrotnością częstotliwości 10 MHz,

F_r - częstotliwość wskazywana przez współpracujący z przystawką częstotliwościomierz liczący i będąca bezwzględną wartością różnicy częstotliwości mierzonej F_x i wzorcowej F_w .

Ponadto w zakresie częstotliwości 200 Hz - 10,4 MHz przystawka mierzająca typ PPM-4 pracuje jako wzmacniacz, zwiększając czułość częstotłomierza.

Dane techniczne

1. Częstotliwość mierzona F_x
 - 1.1. Zakresy częstotliwości

	200 Hz - 500 MHz
Podzakresy: I	200 Hz - 10,4 MHz /wzmacniacz/
II	10,2 MHz - 100 MHz
III	100 MHz - 500 MHz
 - 1.2. Napięcie wejściowe /sinusoidalne/:

100 mV - 2 V

 - 1.3. Oporność wejściowa:

50 Ω

2. Częstotliwość obniżona F_r
 - 2.1. Zakres częstotliwości:

200 kHz - 10,2 MHz

 - 2.2. Napięcie wyjściowe na oporności obciążenia 100 Ω
 /prostokątne, przechodzące w trójkątne dla częstotliwości bliskich 10,2 MHz/:

/1 - 2/ Vpp

 - 2.3. Oporność wyjściowa:

$\leq 100 \Omega$

3. Częstotliwości wzorcowe F_w
 - 3.1. Częstotliwość sterująca:

10 MHz

 - 3.2. Napięcie wejściowe /sinusoidalne/:

/1 - 2/ V

 - 3.3. Oporność wejściowa:

$\geq 300 \Omega$

 - 3.4. Częstotliwości wzorcowe wewnętrzne

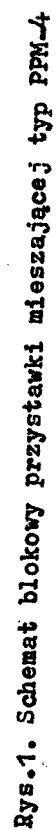
n - 10 MHz;
n = 1, 2, 3, 50

4. Poziom napięć zakłócających na wyjściu częstotliwości obniżonej przy nieobecności sygnału mierzonego dla dowolnej częstotliwości F_w : $\leq 30 \text{ mV}$
5. Błąd względny pomiaru częstotliwości za pomocą zestawu składającego się z przystawki PPM-4 i częstościomierza liczącego jest mniejszy niż błąd pomiaru częstotliwości obniżonej za pomocą samego częstościomierza
6. Zakres temperatury otoczenia: $+10^{\circ}\text{C} - +35^{\circ}\text{C}$
7. Napięcie zasilające: $110, 120, 220, 230 \text{ V } \pm 5\%; 50 \text{ Hz}$
8. Pobór mocy z sieci: ok. 20 VA
9. Wymiary:
 - wysokość 180 mm
 - szerokość 290 mm
 - głębokość 380 mm
10. Ciężar: 12 kg

Zasada pracy

Działanie przystawki polega na mieszaniu częstotliwości mierzonej F_x z odpowiednio dobraną, niższą lub wyższą od niej częstotliwością wzorcową F_w tak, aby uzyskana po odfiltrowaniu częstotliwość różnicowa $F_r = |F_x - F_w|$ leżała w zakresie zliczania częstościomierza liczącego.

Sygnał o częstotliwości mierzonej F_x /rys.1/ doprowadzony do gniazda WEJŚCIE F_x jest podany na potencjometr wielkiej częstotliwości R, który do regulacji poziomu sygnału F_x . Przy pomiarze częstotliwości F_x leżącej w zakresie $200 \text{ Hz} - 10,2 \text{ MHz}$ sygnał z potencjometru podany jest na



wejście filtra dolnoprzepustowego F o częstotliwości granicznej 10,2 MHz. Następnie jest on wzmacniany we wzmacniaczu szerokopasowym i po znormalizowaniu jego amplitudy w układzie formującym UF podawany na wyjście przystawki w postaci impulsów o wartości 1 - 2 Vpp.

Przy pomiarze częstotliwości F_x leżącej w zakresie 10,2 - 100 MHz sygnał F_x doprowadzany jest do mieszacza M, do którego doprowadza się również sygnał wzorcowy F_w . Mieszacz M jest zrównoważony dla sygnału 10 MHz

Przy braku sygnału F_x na jego wyjściu nie pojawia się żaden sygnał. Eliminuje on sygnał o częstotliwości 10 MHz znajdujący się w paśmie przenoszenia filtra.

Źródłem sygnałów wzorcowych F_w jest w tym przypadku generator harmonicznych GH. Zasada pracy generatora harmonicznych oparta jest na zjawisku zmiany pojemności diody waraktorowej w zależności od napięcia polaryzującego. W diodzie waraktorowej 0^+ następuje zjawisko wzrostu pojemności, dzięki czemu dioda gromadzi znaczny ładunek w obszarze złącza. Przyłożenie do diody waraktorowej napięcia sinusoidalnie zmiennego powoduje gromadzenie ładunku w obszarze złącza w momencie, gdy chwilowa wartość napięcia polaryzuje diodę w kierunku przewodzenia. Zgromadzony ładunek jest źródłem prądu zwrotnego przy zaporowej polaryzacji diody, który w obwodzie o małej oporności może być znaczny, wywołując w rezultacie wyczerpanie ładunku nagromadzonego w złączu w przeciągu nanosekund i dając charakterystyczny skok wartości prądu rozładowania. Dioda taka jest źródłem sygnału o bardzo szerokim widmie częstotliwości.

Wybranie odpowiedniej częstotliwości wzorcowej $F_w = n \cdot 10 \text{ MHz}$ następuje za pomocą przełącznika przez podłączenie diody waraktorowej, pobudzanej sygnałem 10 MHz, do obwodów rezonansowych LC nastrojonych na częstotliwości 10, 20, 30 100 MHz. Sygnał wzorcowy 10 MHz pobudzający diodę waraktorową dostarczany jest do generatora harmonicznych poprzez układ selektywny US zawierający obwody o dużej dobroci, eliminujący składowe o niepożądanych częstotliwościach. Na wyjściu mieszacza M pojawia się sygnał o częstotliwości $F_x - F_w$ lub $F_w - F_x$, który podany jest na wejście filtra dolnoprzepustowego F. Filtr dolnoprzepustowy po-

siada pasmo przenoszenia od 0 do 10,2 MHz. Sygnały o częstotliwościach $|F_x - F_w|$ większych od 10,2 MHz są silnie tłumione.

Dla zakresu częstotliwości mierzonej 100 - 500 MHz wyboru żądanej częstotliwości F_w dokonuje się przez nastrojenie obwodu rezonansowego o bardzo dużej dobroci z obwodem diody waraktorowej. Obwodem tym jest rezonator Rz. Dla tego zakresu pomiarowego sygnał wzorcowy 10 MHz jest doprowadzony do głowicy pobudzającej GP, której zadaniem jest wytworzenie bogatego prążkowego widma częstotliwości. Zrealizowane to jest przez zastosowanie diody waraktorowej, której zasadę pracy opisano wyżej. Głowica pobudzająca sprzęgnięta jest z polem H rezonatora za pomocą pętli utworzonej z diody waraktorowej wraz z jej doprowadzeniami. Zastosowany rezonator jest zwarty na jednym i rozarty na drugim końcu. Rezonans dla pola elektromagnetycznego TEM występuje w momencie, gdy długość rezonatora jest równa ćwiartce długości fali $\lambda/4$. Rezonator jest skrócony elektrycznie za pomocą pojemności umieszczonej w otwartym jego końcu. Znaczny stosunek zmiany pojemności skracającej uzyskano dzięki odpowiedniemu kształtowi rezonatora. Zmianę pojemności oraz długości rezonatora zrealizowano za pomocą zmiany położenia strojnika współosiowego w rezonatorze. Odpowiedni mechanizm zapewnia bezluzowy i suwliwy ruch strojnika przy pokręcaniu pokrętła płynnego strojenia rezonatora. Za pomocą dwustopniowej przekładni zębatej z pokrętłem strojenia sprzęgnięty jest bęben skali, na której odczytuje się wartość wybranej częstotliwości wzorcowej F_w . Z rezonatorem, za pomocą symetrycznej pętli umieszczonej w polu H, sprzęgnięta jest również głowica mieszająca GM, do której doprowadzony jest sygnał F_x . Wymiary pętli dobrano, uwzględniając kompromis między uzyskaniem odpowiedniej czułości a nieznacznym zmniejszeniem dobroci rezonatora w zakresie 100 - 500 MHz. Na skutek sprzężenia z rezonatorem w pętli indukuje się SEM o częstotliwości $F_w = n \cdot 10 \text{ MHz}$ /gdzie $n = 10, 11 \dots 50$ /, wybranej odpowiednim nastrojeniem rezonatora. Tak więc do mieszacza głowicy mieszającej GM przychodzi dwa sygnały: o częstotliwości F_x i o częstotliwości F_w . Sygnał o częstotliwości $|F_x - F_w| \leq 10,2 \text{ MHz}$ uzyskany w wyniku mieszania i wstępnie wzmacniony we wzmacniaczu głowicy pobudzającej doprowadzony jest do wejścia filtra dolnoprzepustowego F. Dalsza droga sygnału jest analo-

giczna jak dla zakresu pomiaru częstotliwości 10 - 100 MHz. Wskaźnik V zależnie od podłączenia spełnia następujące funkcje:

- kontroluje poziom napięcia o częstotliwości mierzonej F_x ,
- jest wskaźnikiem destrojenia rezonatora do odpowiedniej częstotliwości wzorcowej lub wskaźnikiem wybrania odpowiedniej częstotliwości wzorcowej z generatora harmonicznych,
- kontroluje poziom napięcia o częstotliwości różnicowej.

Sygnał o częstotliwości $|F_x - F_w| \leq 10,2 \text{ MHz}$ jest podany z wyjścia filtra F na wejście wzmacniacza szerokopasmowego.

Selektywne sprzężenie zwrotne zapewnia równomierne wzmocnienie wzmacniacza w paśmie od 50 kHz do 10,2 MHz i szybki spadek wzmocnienia powyżej 10,2 MHz.

Sygnał z wyjścia wzmacniacza jest podany na wejście przerzutnika Schmitta. Przerzutnik normalizuje amplitudę sygnału o częstotliwości różnicowej $|F_x - F_w| \leq 10,2 \text{ MHz}$. Na wyjściu przerzutnika uzyskuje się ciąg impulsów o kształcie zbliżonym do prostokątnego. Impulsy te przez wtórnik wyjściowy doprowadzone są do gniazda WYJŚCIE $|F_x - F_w|$.

Aby każdy pomiar dokonany za pomocą przystawki mógł być uzyskany metodą sumowania wartości częstotliwości wzorcowej F_w i wartości wskazania częstotliciomierza liczącego lub mógł być sprawdzony, częstotliwość graniczna filtra na wyjściu mieszacza winna być większa od 10 MHz. Tylko w tych warunkach dowolna wartość częstotliwości F_x może być zmierzona przy użyciu co najmniej dwóch częstotliwości wzorcowych: $F_w = n \cdot 10 \text{ MHz}$ i $F_w = (n + 1) \cdot 10 \text{ MHz}$. Jednak filtr nie może eliminować częstotliwości wzorcowej 10 MHz. Dlatego przy pomiarze częstotliwości F_x nieco większej od 10 MHz należy stosować układ mieszacza zrównoważonego dla częstotliwości wzorcowej 10 MHz.

Powyższe wymaganie oraz inne przesłanki narzuciły ostre warunki symetrii mieszacza, które ze względu na wygodę użytkowników w dostatecznie długim okresie byłyby trudne do osiągnięcia. Z tego względu zastosowano korektor szerokości pasma UK, który pozwala:

- złagodzić warunki symetrii mieszacza,
- złagodzić wymaganie odnośnie ostrości charakterystyki tłumienia filtru,
- złagodzić wymaganie dotyczące napięć o częstotliwościach wzorcowych $F_w = /L + 1/ \cdot 10 \text{ MHz}$ w stosunku do poziomu napięcia wybranej częstotliwości wzorcowej $F_w = n \cdot 10 \text{ MHz}$,
- zwiększyć pewność działania układu.

Sygnał wyjściowy $|F_x - F_w|$ doprowadzony do gniazda WYJŚCIE $|F_x - F_w|$ jest również doprowadzony na bazę tranzystora, który spełnia funkcję separatora /UK/. Na wyjściu separatora znajduje się filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości granicznej rzędu 1 MHz oraz detektor. Składowe o częstotliwościach mniejszych od 1 MHz, znajdujące się w sygnale wyjściowym dają na wyjściu detektora ujemne napięcie, które powoduje przejście następnego tranzystora ze stanu odcięcia do stanu nasycenia. Powoduje to włączenie dodatkowej pojemności na wejściu wzmacniacza i ograniczenie jego pasma przenoszenia poniżej 10 MHz.

Zasilacz Z dostarcza napięcie zmienne 12 V oraz napięcia stałe -12 V i +12 V. Stabilizacja wszystkich napięć jest tak zaprojektowana, że zmiany napięcia sieci w granicach $\pm 10\%$ nie mają praktycznego wpływu na pracę przystawki.

Konstrukcja przyrządu

W konstrukcji przyrządu wykorzystano technikę obwodów drukowanych. Wykonano na nich prostownik i stabilizator napięć zasilających Z, generator harmonicznych GH wraz z przełącznikiem, głowicę pobudzającą GP i mieszającą GM, układ selektywny US, mieszacz, filtr i wzmacniacz ze stopniami końcowymi.

Generator harmonicznych GH /z przełącznikiem i skalą/ stanowi samodzielny podzespół, który może być w razie potrzeby wymontowany z przyrządu. Wszystkie napięcia doprowadzone są za pomocą kabli koncentrycznych zakończonych wtykami. Każdy wtyk posiada wygrawerowany numer zgo-

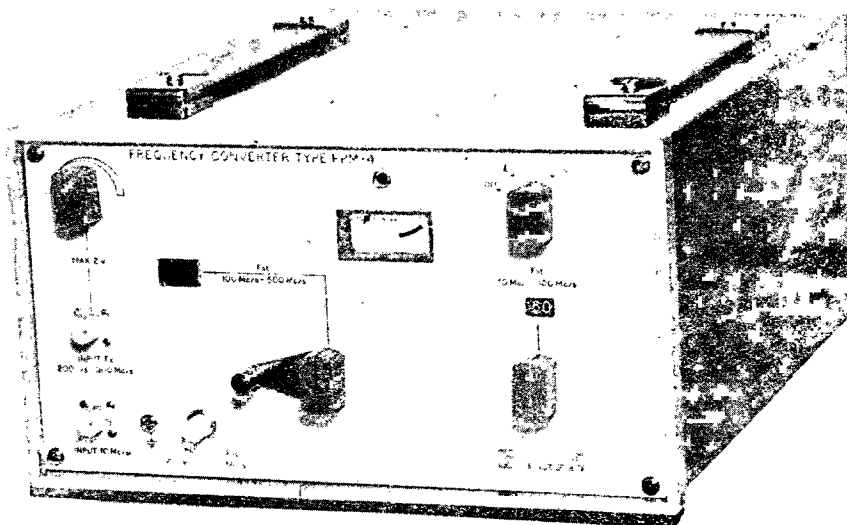
dnie z oznaczeniem na schemacie ideowym.

Rezonator wraz z napędem i skalą stanowi także wymienny podzespół, który można wymontować po odkręceniu gałki napędu i czterech wkrętów mocujących podstawę do ramy.

Zasilacz zmontowany jest na odchylanej za pomocą zawiasów tylnej ścianie przyrządu.

Konstrukcja mechaniczna składa się z ramy wsporczej, płyty czołowej oraz trzech części obłachowania /tył, spód oraz góra - boki/ zamocowanych do ramy za pomocą wkrętów.

Rys.2 przedstawia wygląd zewnętrzny przystawki mieszającej PPM-4.



Rys.2. Wygląd zewnętrzny przystawki mieszającej typ PPM-4