



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY

57720

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

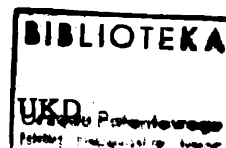
Zgłoszono: 11.VII.1966 (P 115 541)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Opublikowano: 15.VII.1969

Kl. 21 a<sup>4</sup>, 8/01

MKP H 03 b 25/00



Współtwórcy wynalazku: prof. dr Stanisław Bellert, mgr inż. Zbigniew Bolszakow

Właściciel patentu: Instytut Łączności, Warszawa (Polska)

## Układ do wytwarzania widma prążkowego

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do wytwarzania widma prążkowego.

W telekomunikacji, a zwłaszcza w teletransmisji, dla celów generacji widm prążkowych, których poszczególne składowe posiadają częstotliwości stanowiące harmoniczne zadanej częstotliwości podstawowej, wykorzystuje się przede wszystkim układy z zastosowaniem dławików nieliniarnych.

Analiza kształtu przebiegów napięcia, uzyskiwanego na zaciskach nieliniarnego dławika przesyłanego prądem zmiennym, lub na zaciskach opornika, stanowiącego element układu różniczkującego, sterowanego napięciem zmiennym o obwiedni prostokątnej, wykazuje, że w obu przypadkach przebiegi te zawierają nieparzyste harmoniczne częstotliwości podstawowej, przy czym uzyskuje się monotoniczny spadek amplitud  $(2k+1)$  — tego rzędu tych nieparzystych harmonicznych. Spadek ten jest tym wolniejszy im bardziej kształt uzyskiwanych impulsów jest zbliżony do funkcji delta Diraca.

Prostowanie napięcia, uzyskiwanego na zaciskach dławika nieliniarnego lub na zaciskach opornika układu różniczkującego, zapewnia uzyskanie na wyjściu układu prostowniczego widma parzystych harmonicznych częstotliwości podstawowej.

Stosowane dotychczas generatory harmonicznych w urządzeniach końcowych systemów telefonii nośnej, w których wykorzystuje się kształt napięcia powstającego na zaciskach dławika prze-

2

sycanego prądem zmiennym, wymagają stosowania wzmacniaczy o stosunkowo znacznych mocach dla przesyłania dławika.

Celem wynalazku jest realizacja układu generacyjnego, przydatnego dla wytwarzania widma harmonicznych częstotliwości podstawowej, wykorzystywanego do zasilania układów modulacyjnych w urządzeniach końcowych systemów telefonii nośnej oraz dla generacji ciągu sygnałów dyskretnych w celu oceny charakterystyki przenoszenia wzmacniaczy szerokopasmowych względnie dla generacji sygnałów symulujących dźwięki instrumentów muzycznych.

Zadaniem wynalazku jest budowa takiego układu do wytwarzania widma prążkowego, w którym zbędne będzie stosowanie dławików nieliniarnych oraz wzmacniaczy mocy. Zadanie to według wynalazku zostało rozwiązane przez połączenie w kołowej pętli sprzężenia zwrotnego jednego zestawu złożonego z układu rozgałęźnego, modulatora zrównoważonego i wzmacniacza z drugim zestawem złożonym również z układu rozgałęźnego, modulatora zrównoważonego i wzmacniacza.

Zaletami rozwiązania według wynalazku są: prostota układu, w którym nie trzeba stosować dławików nieliniarnych i wzmacniaczy mocy, możliwość odrębnego wydzielania sygnału, zawierającego tylko nieparzyste lub tylko parzyste harmoniczne częstotliwości podstawowej, jak również możliwość zmiany rozkładu amplitud harmonicz-

nych w sposób ciągły lub w sposób skokowy w wyniku regulacji wzmocnienia lub zmiany fazy napięcia w pętli sprzężenia zwrotnego.

Zasada budowy i działania układu do wytwarzania widma prążkowego według wynalazku zostanie omówiona na przykładach wykonania pokazanych na rysunku na którym fig. 1. przedstawia układ do wytwarzania widma prążkowego a fig. 2 i fig. 3 — przedstawiają odmiany układu do wytwarzania widma prążkowego.

Na fig. 1 układ rozgałęźny **R1**, modulator **M1**, wzmacniacz **S1**, układ rogałkowy **R2**, modulator **M2** i wzmacniacz **S2** są połączone w kołowej pętli sprzężenia zwrotnego, w której wyjście **c-d** układu **R1** jest połączone z wejściem **c'-d'** modulatora **M1**, wyjście **e-f** modulatora **M1** jest połączone z wejściem **e'-f'** wzmacniacza **S1**, wyjście **i'-j'** wzmacniacza **S1** jest połączone z wejściem **i-j** układu **R2**, wyjście **k-l** układu **R2** jest połączone z wejściem **k'-l'** modulatora **M2**, wyjście **o-p** modulatora **M2** jest połączone z wejściem **o'-p'** wzmacniacza **S2**, a wyjście **r'-s'** wzmacniacza **S2** jest połączone z wejściem **r-s** układu **R1** bądź przez połączenie zacisku **r'** z zaciskiem **r** i zacisku **s'** z zaciskiem **s** bądź przez połączenie zacisku **r'** z zaciskiem **s** i zacisku **s'** z zaciskiem **r**. Układy rozgałęźne **R1** i **R2** zawierają transformatory rozwidlające **Tr1** i **Tr1'**, które zawierają 3 uzwojenia; pierwotne **Z1** lub **Z1'** i dwa uzwojenia wtórne **Z2** lub **Z2'** i **Z3** lub **Z3'**. Każde z uzwojeń wtórnych transformatorów **Tr1** i **Tr1'** jest podzielone na połówki i ma wyprowadzony środek. Przy takim wykonaniu każdy z układów rozgałęźnych stanowi ósemnik o dwóch wejściach i dwóch wyjściach. Jedno wejście stanowi para zacisków **a-b** lub **i-j**, połączonych z początkiem **p1** lub **p1'** i z końcem **k1** lub **k1'** uzwojenia pierwotnego **Z1** lub **Z1'**, a drugie wejście stanowi para zacisków **r-s** lub **w-z**, połączonych z środkami **S2** i **S3** lub **S2'** i **S3'** uzwojeń wtórnych **Z2** i **Z3** lub **Z2'** i **Z3'**.

Jedno wyjście stanowi para zacisków **t-u** lub **y-x**, połączonych z końcem **K2** lub **K2'** uzwojenia **Z2** lub **Z2'** i z początkiem **p3** lub **p3'** uzwojenia **Z3** lub **Z3'**, a drugie wyjście stanowi para zacisków **o-d** lub **k-l**, połączonych z początkiem **p2** lub **p2'** uzwojenia **Z2** lub **Z2'** i z końcem **K3** lub **K3'** uzwojenia **Z3** lub **Z3'**.

Modulatory **M1** i **M2** są to modulatory zrównoważone, zbudowane w układzie pierścieniowym. Zawierają one po 4 diody **D1**, **D2**, **D3**, **D4** lub **D1'**, **D2'**, **D3'**, **D4'**, które są tak połączone, że ich polaryzacja na drodze **1-2-3-4-1** lub **1'-2'-3'-4'-1'** jest jednakowa oraz po 2 transformatory **Tr1** i **Tr1'** lub **Tr1IV** i **Tr1V**. Transformatory te mają uzwojenia wtórne **Z2''**, **Z2'''** **Z2IV** i **Z2V** podzielone na połówki z wyprowadzonymi środkami. Wejścia modulatorów stanowią pary zacisków **c'-d'** lub **k'-l'**, połączonych z początkiem **p1''** lub **p1IV** i z końcem **K1''** lub **K1IV** uzwojenia **Z1''** lub **Z1IV**, wyjścia modulatorów stanowią pary zacisków **e-f** lub **o-p**, połączonych z początkiem **p1'''** lub **p1V** i z końcem **K1'''** lub **K1V** uzwojenia **Z1'''** lub **Z1V**.

Wejścia do polaryzacji napięciem zmiennym diod modulatorów stanowią pary zacisków **g-h** i **m-n**, połączonych z środkiem **S''** lub **S2V** uzwojenia **Z2''** lub **Z2V** i z środkiem **S2'''** lub **S2IV** uzwojenia **Z2'''** lub **Z2IV**. Początek **p2''** i koniec **K2''** uzwojenia **Z2''** są połączone do zacisków **1-3** a początek **p2'''** i koniec **K2'''** uzwojenia **Z2'''** są połączone do zacisków **2-4** układu pierścieniowego **D1**, **D2**, **D3**, **D4** i analogicznie początek **p2V** i koniec **K2V** uzwojenia **Z2V** są połączone do zacisków **1'-3'** a początek **p2IV** i koniec **K2IV** uzwojenia **Z2IV** są połączone do zacisków **2'-4'** układu pierścieniowego **D1'**, **D2'**, **D3'** i **D4'**.

Wzmacniacze **S1** i **S2** zawierają potencjometry **Pt1** i **Pt1'**, służące do regulacji wzmocnienia i wyprowadzone do zacisków wejściowych **e'-f'** lub **o'-p'** wzmacniacza **S1** lub **S2**. Fazę napięcia wyjściowego wzmacniacza **S2** można zmieniać przez zamianę miejscami końcówek **r'** i **s'**.

Po zamknięciu wyjścia **t-u** układu rozgałęźnego **R1** na oporność równą w przybliżeniu oporności wejściowej, widzianej od strony zacisków **c'-d'** modulatora **M1** oraz po zamknięciu zacisków **y-x** na oporność obciążenia równą w przybliżeniu oporności wejściowej, widzianej od strony zacisków **k'-l'** modulatora **M2** i po doprowadzeniu do wejść **a-b**, **g-h** i **m-n** sinusoidalnego napięcia sterującego, na zaciskach **t-u** ustala się napięcie o kształcie funkcji okresowej zawierającej nieparzyste harmoniczne częstotliwości sterującej, natomiast na zaciskach **y-x** ustala się napięcie o kształcie funkcji okresowej zawierającej parzyste harmoniczne częstotliwości sterującej.

Odształcenie przebiegu sterującego uzyskuje się wskutek zastosowania diodowych układów nieliniowych, stosowanych w modulatorach, a wytwarzanie sygnałów o odrębnych rozkładach widma prążkowego uzyskuje się przez wprowadzenie do pętli sprzężenia zwrotnego dwóch układów modulacyjnych.

Przy pomocy regulacji wzmocnienia za pomocą potencjometrów **Pt1** lub **Pt1'** można zmieniać kształt napięcia uzyskiwanego na zaciskach **t-u** lub **y-x** układu w sposób ciągły.

Zmiana kształtu powoduje zmianę rozkładu widma harmonicznych. W stanie podkrytycznym, gdy tłumienność w pętli sprzężenia zwrotnego zbliża się do zera, uzyskuje się przebieg napięcia na zaciskach **t-u**, zbliżony do przebiegu uzyskiwanego na zaciskach dławika nieliniowego, przesyconego prądem zmiennym. Skokowa zmiana kształtu napięcia, uzyskiwanego na zaciskach **t-u** lub **y-x** jest dokonywana przy pomocy zmiany fazy napięcia wyjściowego wzmacniacza **S2** wskutek zamiany miejscami końcówek **r'** i **s'**.

Odmiana układu do wytwarzania widm prążkowych według wynalazku jest pokazana na przykładzie wykonania przedstawionym na rys. fig. 2.

Na fig. 2 między modulator **M1'** i wzmacniacz **S1'** jest włączony filtr dolnoprzepustowy **Fdp1** oraz między modulator **M2'** i wzmacniacz **S2'** jest włączony filtr dolnoprzepustowy **Fdp2**.

Układ rozgałęźny **R1'**, modulator **M1'**, filtr **Fdp1**, wzmacniacz **S1'**, układ rozgałęźny **R2'**, modulator **M2'**, filtr **Fdp2** i wzmacniacz **S2'** są połączone w ko-

łowej pętli sprzężenia zwrotnego, w której wyjście  $c'-d'$  układu  $R1'$  jest połączone z wejściem  $c''-d''$  modulatora  $M1'$ , wyjście  $e'-f'$  modulatora  $M1'$  jest połączone z wejściem  $e'''-f'''$  filtru  $Fdp1$ , wyjście  $eIV-fIV$  filtru  $Fdp1$  jest połączone z wejściem  $e''-f''$  wzmacniacza  $S1'$  o regulowanym wzmocnieniu, wyjście  $i''-j''$  wzmacniacza  $S1'$  jest połączone z wejściem  $i'-j'$  układu  $R2'$ , wyjście  $k'-l'$  układu  $R2'$  jest połączone z wejściem  $k''-l''$  modulatora  $M2'$ , wyjście  $o'-p'$  modulatora  $M2'$  jest połączone z wejściem  $oIV-pIV$  filtru  $Fdp2$ , wyjście  $o'''-p'''$  filtru  $Fdp2$  jest połączone z wejściem  $o''-p''$  wzmacniacza  $S2'$  o regulowanym wzmocnieniu, a wyjście  $r''-s''$  wzmacniacza  $S2'$  jest połączone z wejściem  $r'-s'$  układu  $R1'$  bądź przy pomocy połączenia zacisku  $r''$  z zaciskiem  $r'$  i zacisku  $S''$  z zaciskiem  $S'$  bądź przy pomocy połączenia zacisku  $r''$  z zaciskiem  $S'$  i zacisku  $S''$  z zaciskiem  $r'$ .

Zadaniem filtru  $Fdp1$  jest przepuszczanie tylko takich składowych sygnału, ustalającego się na zaciskach  $e'-f'$  modulatora  $M1'$ , których częstotliwości stanowią różnice między częstotliwością sygnału, przyłożonego do zacisków  $g'-h'$  i częstotliwościami składowych sygnału, ustalającego się na zaciskach  $c''-d''$  modulatora  $M1'$ .

Analogicznie zadaniem filtru  $Fdp2$  jest przepuszczanie tylko takich składowych sygnału, ustalającego się na zaciskach  $o'-p'$  modulatora  $M2'$ , których częstotliwości stanowią różnice między częstotliwością sygnału, przyłożonego do zacisków  $m'-n'$  modulatora  $M2'$  i częstotliwościami składowych sygnału, ustalającego się na zaciskach  $k''-l''$  modulatora  $M2'$ .

Po doprowadzeniu do wejścia  $a'-b'$  układu  $R1'$  sinusoidalnego napięcia o częstotliwości  $\omega_1$ , do wejścia  $g'-h'$  modulatora  $M1'$  sinusoidalnego napięcia o częstotliwości  $\Omega_1$ , do wejścia  $w'-z'$  układu  $R2'$  sinusoidalnego napięcia o częstotliwości  $\omega_2$  i do wejścia  $m'-n'$  modulatora  $M2'$  sinusoidalnego napięcia o częstotliwości  $\Omega_2$  i po dostrojeniu filtru  $Fdp1$  na częstotliwość graniczną  $\Omega_1 - \omega_1$  oraz filtru  $Fdp2$  na częstotliwość graniczną  $K(\Omega_2 - \Omega_1) + \omega_1 - \omega_2$ , gdzie  $K = 2, 3, 4 \dots$ , na wyjściu  $t'-u'$  układu  $R1'$  uzyskuje się napięcie odkształcone, zawierające składową o częstotliwości  $\omega_1$  oraz składowe o częstotliwościach  $K(\Omega_2 - \Omega_1) + \omega_1 - \omega_2$ , natomiast na wyjściu  $y'-x'$  układu  $R2'$  uzyskuje się napięcie odkształcone, zawierające składową o częstotliwości  $\omega_2$  oraz składowe o częstotliwościach  $K\Omega_1 - (K-1)\Omega_2 - \omega_1 + \omega_2$ .

W szczególnym przypadku, gdy do wejścia  $a'-b'$  doprowadzi się napięcie sinusoidalne o częstotliwości  $\omega_1$ , do wejścia  $g'-h'$  doprowadzi się napięcie sinusoidalne o częstotliwości  $(2K-1)\omega_1$  i do wejścia  $m'-n'$  doprowadzi się napięcie sinusoidalne o częstotliwości  $(2K+1)\omega_1$ , natomiast do wejścia  $w'-z'$  nie doprowadzi się żadnego napięcia, a częstotliwości graniczne obu filtrów  $Fdp1$  i  $Fdp2$  będą równe  $(2K-1)\omega_1$ , wtedy na wyjściu  $t'-u'$  pojawia się napięcie odkształcone, zawierające tylko nieparzyste harmoniczne częstotliwości  $\omega_1$ , a na wyjściu  $y'-x'$  pojawia się napięcie odkształcone, zawierające tylko parzyste harmoniczne częstotliwości  $\omega_1$ .

Odkształcanie napięcia uzyskuje się dzięki zastosowaniu w kołowej pętli sprzężenia zwrotnego modulatorów  $M1'$  i  $M2'$ .

Regulacja kształtu napięć, ustalających się na wyjściach  $t'-u'$  i  $y'-x'$  następuje w sposób ciągły w wyniku regulacji wzmocnienia wzmacniaczy  $S1'$  i  $S2'$  lub skokowo na drodze zamiany miejscami końcówek  $r''$  i  $s''$  wyjścia wzmacniacza  $S2'$ .

Dalsza odmiana układu do wytwarzania widm prążkowych według wynalazku jest pokazana na przykładzie wykonania przedstawionym na rys. fig. 3. Na fig. 3 między układ rozgałęźny  $R1''$  i wzmacniacz  $S1''$  jest włączony modulator dwufazowy  $M$  oraz między wzmacniacz  $S1''$  i układ rozgałęźny  $R1''$  jest włączony filtr dolnoprzepustowy  $Fdp2'$ .

Układ rozgałęźny  $R1''$ , modulator dwufazowy  $M$ , wzmacniacz  $S1''$  i filtr dolnoprzepustowy  $Fdp2'$  są połączone w kołowej pętli sprzężenia zwrotnego, w której wyjście  $c'''-d'''$  układu  $R1''$  jest połączone z wejściem  $cIV-dIV$  modulatora dwufazowego  $M$ , wyjście  $i'''-j'''$  modulatora dwufazowego  $M$  jest połączone z wejściem  $c''-f''$  wzmacniacza  $S1''$  o regulowanym wzmocnieniu, wyjście  $iV-jV$  wzmacniacza  $S1''$  jest połączone z wejściem  $iIV-jIV$  filtru  $Fdp2'$ , a wyjście  $sIV-rIV$  filtru  $Fdp2'$  jest połączone z wejściem  $r''-s''$  układu  $R1''$ .

W skład modulatora dwufazowego  $M$  wchodzi dwa przesuwniki fazowe  $\varphi_1$  i  $\varphi_2$  zapewniające uzyskanie różnicy faz napięć, występujących na zaciskach  $cIV-dIV$  i  $oVI-pVI$ , równej w przybliżeniu  $\frac{\pi}{2}$  w zakresie częstotliwości obejmującym zakres wytwarzanego widma prążkowego, przesuwnik fazowy  $\frac{\pi}{2}$ , zapewniający przesunięcie fazy napięcia, doprowadzanego do zacisków  $gIV-hIV$  o  $\frac{\pi}{2}$  względem fazy napięcia doprowadzonego do zacisków  $n'''-m'''$ , modulatory zrównoważone  $Mn1$  i  $Mn2$  oraz układ rozgałęźny  $Sum$ , umożliwiający uzyskiwanie na zaciskach wyjściowych  $i'''-j'''$  napięcia równego sumie geometrycznej napięć doprowadzonych do zacisków  $y''-x''$  i  $k'''-l'''$ .

Wejście  $eV-dV$  przesuwnika  $\varphi_1$  oraz wejście  $oVII-pVII$  przesuwnika  $\varphi_2$  są połączone równolegle i wyprowadzone na wspólne zaciski wejściowe  $cIV-dIV$  układu  $M$ , wyjście  $cIV-dIV$  przesuwnika  $\varphi_1$  jest połączone z wejściem  $c''-d''$  modulatora zrównoważonego  $Mn1$ , wyjście  $oVI-pVI$  przesuwnika  $\varphi_2$  jest połączone z wejściem  $oV-pV$  modulatora zrównoważonego  $Mn2$ , wyjście  $eV-fV$  modulatora  $Mn1$  jest połączone z wejściem  $y''-x''$  układu  $Sum$ , a wyjście  $kIV-lIV$  modulatora  $Mn2$  jest połączone z wejściem  $k'''-l'''$  układu  $Sum$ . Wyjście  $w''-z''$  układu  $Sum$  jest zamknięte na opornik  $Rw$ . Wejście  $g'''-h'''$  przesuwnika fazowego  $\frac{\pi}{2}$  i wejście  $n'''-m'''$  modulatora  $Mn2$  są połączone równolegle i wyprowadzone na zaciski  $m''-n''$ , do których doprowadza się napięcie, polarizujące modulatory  $Mn1$  i  $Mn2$ , a wyjście  $g''-h''$

przesuwnika fazowego  $\frac{\pi}{2}$  jest połączone z wejściem  $g^{IV}-h^{IV}$  modulatora  $Mn1$ .

Modulator dwufazowy  $M$  działa na zasadzie kompensacji fazowej dolnych wstęp bocznych wytwarzanych na wyjściach  $e^V-f^V$  i  $k^{IV}-l^{IV}$  modulatorów  $Mn1$  i  $Mn2$ , zatem na zaciskach wyjściowych  $i'''-j'''$  modulatora dwufazowego  $M$  pojawia się napięcie o składowych, będących górnymi wstępami bocznymi, wytwarzanymi na wyjściach  $e^V-f^V$  i  $k^{IV}-l^{IV}$  modulatorów  $Mn1$  i  $Mn2$  o częstotliwościach równych sumom częstotliwości sygnału, podawanego na wejście  $m''-n''$  układu  $M$  i częstotliwości składowych sygnału, ustalającego się na zaciskach wyjściowych  $c^{IV}-d^{IV}$  układu  $M$ .

Po doprowadzeniu do wejścia  $a''-b''$  układu  $R1''$  sinusoidalnego napięcia o częstotliwości  $\varphi$ , i do wejścia  $m''-n''$  układu modulatora dwufazowego  $M$  sinusoidalnego napięcia o częstotliwości  $\Omega$ , na wyjściu  $t''-u''$  układu  $R1''$  uzyskuje się napięcie odkształcone, zawierające składową o częstotliwości  $\omega$  oraz składowe o częstotliwościach równych sumom harmonicznych częstotliwości  $\Omega$  i  $\omega$ . W szczególnym przypadku, gdy do wejścia  $a''-b''$  układu  $R1''$  oraz do wejścia  $m''-n''$  układu  $M$  doprowadzi się napięcie sinusoidalne o częstotliwości  $\omega$ , na wyjściu  $t''-u''$  układu  $R1''$  uzyskuje się napięcie odkształcone zawierające składowe o częstotliwościach, stanowiących zarówno parzyste jak też i nieparzyste harmoniczne częstotliwości  $\omega$ .

Odkształcanie napięcia uzyskuje się dzięki zastosowaniu w układzie  $M$ , wchodzącym w skład kołowej pętli sprzężenia zwrotnego modulatorów  $Mn1$  i  $Mn2$ . Regulacja kształtu napięcia, ustalającego się na wyjściu  $t''-u''$  następuje w sposób ciągły przy pomocy regulacji wzmocnienia wzmacniacza  $S1''$ , a zakres częstotliwości uzyskiwanego widma prązkowego jest regulowany przy pomocy strojenia częstotliwości granicznej filtra dolnoprzepustowego  $Fdp2''$ .

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do wytwarzania widma prązkowego **znamienny tym**, że zawiera dwa układy rozgałęźne ( $R1$ ) i ( $R2$ ), dwa układy modulatorów zrównoważonych ( $M1$ ) i ( $M2$ ) oraz dwa wzmacniacze ( $S1$ ) i ( $S2$ ) połączone w kołowej pętli sprzę-

- nia zwrotnego, w której wyjście ( $c-d$ ) pierwszego układu rozgałęźnego ( $R1$ ) jest połączone z wejściem ( $c'-d'$ ) pierwszego modulatora ( $M1$ ), wyjście ( $e-f$ ) pierwszego modulatora ( $M1$ ) jest połączone z wejściem ( $e'-f'$ ) pierwszego wzmacniacza ( $S1$ ), wyjście ( $i'-j'$ ) pierwszego wzmacniacza ( $S1$ ) jest połączone z wejściem ( $i-j$ ) drugiego układu rozgałęźnego ( $R2$ ), wyjście ( $k-l$ ) drugiego układu rozgałęźnego ( $R2$ ) jest połączone z wejściem ( $k'-l'$ ) drugiego modulatora ( $M2$ ), wyjście ( $o-p$ ) drugiego modulatora ( $M2$ ) jest połączone z wejściem ( $o'-p'$ ) drugiego wzmacniacza ( $S2$ ), a wyjście ( $r-s$ ) drugiego wzmacniacza ( $S2$ ) jest połączone z wejściem ( $r-s$ ) pierwszego układu rozgałęźnego ( $R1$ ) bądź bezpośrednio bądź z odwróconą fazą.
2. Odmiana układu do wytwarzania widma prązkowego według zastrz. 1 **znamienna tym**, że między pierwszy modulator ( $M1'$ ) i pierwszy wzmacniacz ( $S1'$ ) jest włączony pierwszy filtr dolnoprzepustowy ( $Fdp1$ ), którego wejście ( $e'''-f'''$ ) jest połączone z wyjściem ( $e'-f'$ ) pierwszego modulatora ( $M1'$ ), a wyjście ( $e^{IV}-f^{IV}$ ) jest połączone z wejściem ( $e''-f''$ ) pierwszego wzmacniacza ( $S1'$ ), oraz między drugi modulator ( $M2'$ ) i drugi wzmacniacz ( $S2'$ ) jest włączony drugi filtr dolnoprzepustowy ( $Fdp2'$ ), którego wejście ( $o^{IV}-p^{IV}$ ) jest połączone z wyjściem ( $o'-p'$ ) drugiego modulatora ( $M2'$ ), a wyjście ( $o'''-p'''$ ) jest połączone z wejściem ( $o''-p''$ ) drugiego wzmacniacza ( $S2'$ ).
  3. Odmiana układu do wytwarzania widma prązkowego według zastrz. 1 **znamienna tym**, że między pierwszy układ rozgałęźny ( $R1''$ ) i drugi wzmacniacz ( $S1''$ ) w miejsce pierwszego modulatora, pierwszego wzmacniacza, drugiego układu rozgałęźnego i drugiego modulatora jest włączony modulator dwufazowy ( $M$ ), którego wejście ( $c^{IV}-d^{IV}$ ) jest połączone z wyjściem ( $c''-d''$ ) układu rozgałęźnego ( $R1''$ ), a wyjście ( $i'''-j'''$ ) jest połączone z wejściem ( $e'''-f'''$ ) wzmacniacza ( $S1''$ ), oraz między wzmacniacz ( $S1''$ ) i układ rozgałęźny ( $R1''$ ) jest włączony filtr dolnoprzepustowy ( $Fdp2''$ ), którego wejście ( $i^{IV}-j^{IV}$ ) jest połączone z wyjściem ( $i^V-j^V$ ) wzmacniacza ( $S1''$ ), a wyjście ( $s^{IV}-r^{IV}$ ) jest połączone z wejściem ( $s'''-r'''$ ) układu rozgałęźnego ( $R1''$ ).



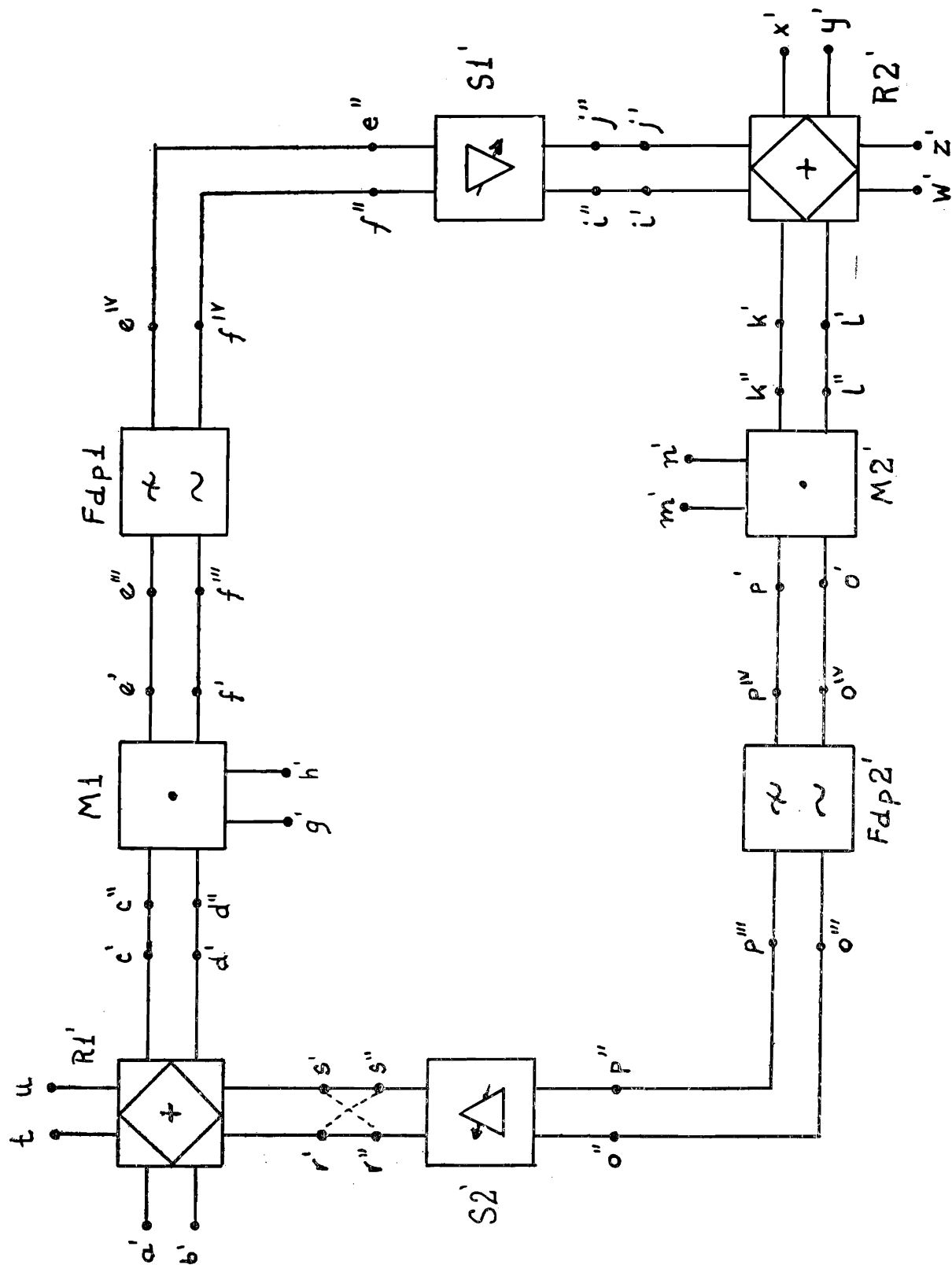


Fig 2

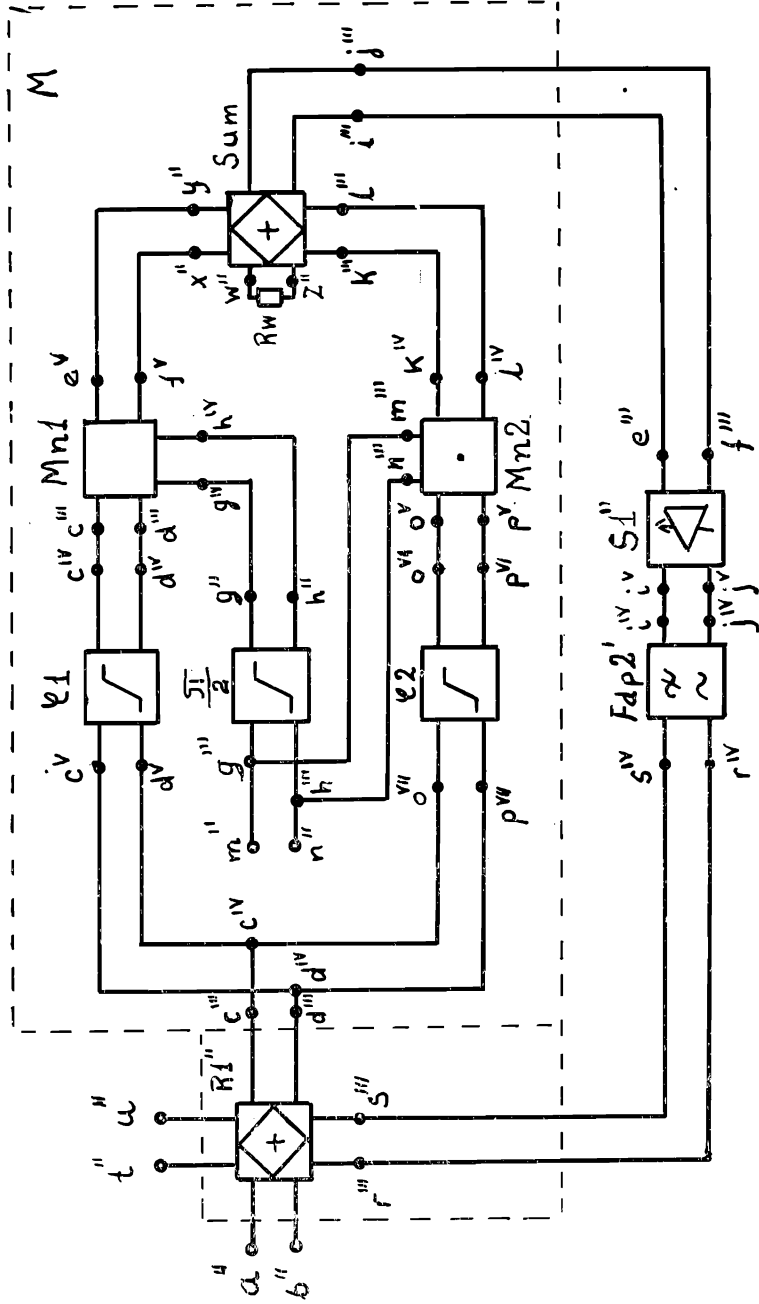


Fig 3