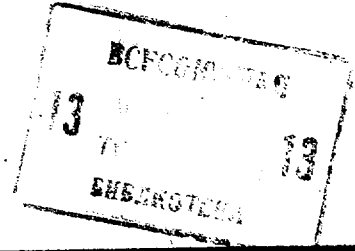




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



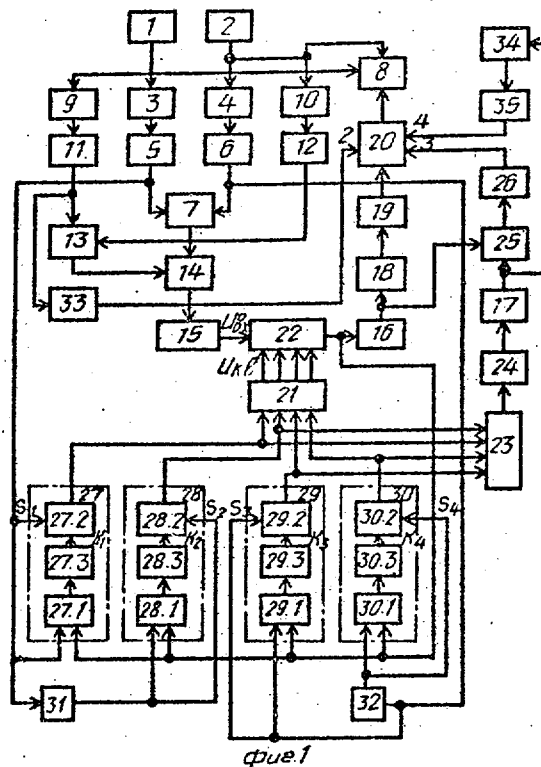
- (21) 3911116/24-21
- (22) 14.06.85
- (46) 15.10.86. Бюл. № 38
- (71) Минский радиотехнический институт
- (72) А.Ф. Апорович, Е.А. Буевич, Г.Н. Евтухин, М.И. Моисеенко и В.И. Мордачев
- (53) 621.317(088.8)
- (56) Патент США № 3711769, кл.324-102, 1969.

Авторское свидетельство СССР
№ 938204, кл. G 01 R 27/28//
G 01 R 23/20, 1982.

Авторское свидетельство СССР
№ 1004914, кл. G 01 R 27/28, 1983.

(54) УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ КОМБИНАЦИОННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛА НЕЛИНЕЙНОГО ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКА

(57) Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для измерения интермодуляционных искажений в активных элементах. Цель изобретения - повышение точности контроля и расширение функциональных возможностей. Устройство содержит генераторы 1 и 2 пилообразного напряжения, генераторы 3 и 4 качающейся частоты, регулируемые аттенюаторы 5 и 6, сумматор 7, индикатор 8, пороговые элементы 9, 10 и 19, формирователи 11 и 12 управляющих



(19) **SU** (11) **1264111** **A1**

импульсов, элемент ИЛИ 13, коммутатор 14, полосовой фильтр 16 и амплитудный детектор 18. Введение переключателя 21, весовых сумматоров 22 и 23, эталонного безынерционного нелинейного элемента 24, фазового дискриминатора 25, компаратора 26 нуля, формирователей 27, 28, 29 и 30 синусоидального напряжения, фазовращателя 31 и 32, триггера 33, амплитудного детектора 34, порогового элемента 35 с образованием новых связей исключают первые гармоники каждой из частот и обеспечивает возможность оценивать знаки параметров нелиней-

ности испытуемого четырехполюсника 15. Кроме того, положительный эффект достигается за счет применения квадратурной компенсации основных спектральных составляющих в выходном сигнале испытуемого четырехполюсника и сравнения фаз комбинационных составляющих спектров на выходе эталонного и испытуемого четырехполюсников с регистрацией результатов испытаний на экране электронно-лучевого индикатора при различных сочетаниях частот испытательных сигналов. 1 з.п. ф-лы, 5 ил.

1

Изобретение относится к радионизмерительной технике и может быть использовано для измерения интермодуляционных искажений в активных элементах, в том числе интермодуляционных искажений в усилителях и преобразователях частоты с большим динамическим диапазоном.

Цель изобретения - повышение точности контроля путем расширения динамического диапазона за счет исключения первых гармоник каждой из частот испытательного двухчастотного сигнала и расширения функциональных возможностей, заключающийся в возможности оценивать знаки параметров нелинейности испытуемого четырехполюсника.

На фиг.1 изображена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - типовое изображение комбинационных составляющих сигнала на экране индикатора; на фиг.3 - принципиальная схема переключателя и первого весового сумматора; на фиг.4 - функциональная схема формирователя видеосигнала; на фиг.5 - принципиальная схема второго весового сумматора.

Устройство содержит генераторы 1 и 2 пилообразного напряжения, генераторы 3 и 4 качающейся частоты, регулируемые аттенюаторы 5 и 6, сумматор 7, индикатор 8, пороговые элементы 9 и 10, формирователи 11

2

и 12 управляющих импульсов, элемент ИЛИ 13, коммутатор 14, испытуемый четырехполюсник 15, полосовые фильтры 16 и 17, амплитудный детектор 18, третий пороговый элемент 19, формирователь 20 видеосигнала с переключателем 20-1, переключатель 21, весовые сумматоры 22 с потенциометрами 22-1 - 22-7 и 23 с потенциометрами 23-1 - 23-5, эталонный безынерционный нелинейный элемент 24, фазовый дискриминатор 25, компаратор 26 нуля, первый формирователь 27 синусоидального напряжения, состоящий из двух перемножителей 27.1 и 27.2 и интегратора 27.3, второй формирователь 28 синусоидального напряжения, состоящий из двух перемножителей 28.1 и 28.2 и интегратора 28-3, третий формирователь 29 синусоидальных напряжений, состоящий из двух перемножителей 29.1 и 29.2 и интегратора 29.3, четвертый формирователь 30 синусоидального напряжения, состоящий из двух перемножителей 30.1 и 30.2 и интегратора 30.3, фазовращателя 31 и 32, триггер 33, второй амплитудный детектор 34, четвертый пороговый элемент 35, при этом последовательно соединенные первый генератор 1 пилообразного напряжения, первый генератор 3 качающейся частоты и первый регулируемый аттенюатор 5 подключены к первому входу сумматора 7, а последовательно соеди-

ненные второй генератор 2 пилообразного напряжения, второй генератор 4 качающейся частоты и второй регулируемый аттенюатор 6 подключены ко второму входу сумматора 7, выход которого через последовательно соединенные коммутатор 14, испытуемый четырехполосник 15, первый весовой сумматор 22, первый полосовой фильтр 16, первый амплитудный детектор 18 и третий пороговый элемент 19 подключен к первому входу формирователя 20 видеосигнала, выход которого подключен к входу управления яркостью индикатора 8, а второй вход через последовательно соединенные первый пороговый элемент 9, первый формирователь 11 управляющих импульсов и триггер подключен к выходу первого генератора 1 пилообразного напряжения. Выход второго весового сумматора 23 через последовательно соединенные эталонный безынерционный нелинейный элемент 24, второй полосовой фильтр 17, фазовый дискриминатор 25 и компаратор 26 нуля подключен к третьему входу формирователя 20 видеосигнала, четвертый вход которого через последовательно соединенные второй амплитудный детектор 34 и четвертый пороговый элемент 35 подключен к выходу второго полосового фильтра 17. При этом входы первого весового сумматора 22 через переключатель 21, а входы второго весового сумматора 23 непосредственно подключены к соответствующим выходам формирователей 27-30 синусоидальных напряжений, причем входы первого формирователя 27 непосредственно, а входы второго формирователя 28 через первый фазовращатель 31 подключены к выходу первого регулируемого аттенюатора 5. Выходы третьего формирователя 29 непосредственно, а выходы четвертого формирователя 30 через второй фазовращатель 32 подключены к выходу второго регулируемого аттенюатора 6. Кроме того, выход второго генератора 2 пилообразного напряжения подключен к одному из входов индикатора непосредственно, а через последовательно соединенные второй пороговый элемент 10, второй формирователь 12 управляющих импульсов - к одному из входов элемента ИЛИ 13, второй вход которого

подключен к выходу первого формирователя 11 управляющих импульсов, а выход - к управляющему входу коммутатора 14.

5 Устройство работает следующим образом.

Пилообразные напряжения с генераторов 1 и 2 поступают на индикатор 8 и управляют соответственно горизонтальной и вертикальной развертками индикатора. Период пилообразного напряжения с выхода генератора 1 выбирается значительно меньшим (в 200-300 раз) периода пилообразного напряжения с выхода генератора 2, так что имеет место растровое отклонение луча индикатора 8. Эти напряжения управляют также частотами генераторов 3 и 4, при этом скорость перестройки частоты генератора 3 значительно выше скорости изменения частоты сигнала генератора 4. Сигналы с частотами f_1 и f_2 через аттенюаторы 5 и 6 поступают на входы сумматора 7. С выхода сумматора 7 сформированный испытательный сигнал поступает на сигнальный вход коммутатора 14, который закрывается на время обратного хода пилообразных напряжений с выходов генераторов 1 и 2 для исключения нежелательных динамических эффектов, возникающих в полосовом фильтре 16. Управляющие импульсы, формируемые с помощью пороговых элементов 9 и 10 и формирователей 11 и 12, поступают с выхода элемента ИЛИ 13 на вход коммутатора 14, отключая выход сумматора 7 от входа испытуемого четырехполосника 15 на периоды, несколько превышающие длительность обратного хода луча по строке и по кадру, в результате чего сигналы генераторов 3 и 4 во время обратной быстрой перестройки не поступают на вход четырехполосника 15 и не проходят на вход фильтра 16, что исключает переходные процессы в этом фильтре из-за попадания в его полосу перестраиваемых с очень большой скоростью во время обратного хода пилообразных напряжений основных и комбинационных составляющих выходного сигнала четырехполосника 15.

Под воздействием испытательного сигнала на выходе нелинейного четырехполосника 15 появляются комбинационные частотные составляющие сиг-

нала, обусловленные взаимной модуляцией сигналов с частотами f_1 и f_2 на его нелинейности. Частоты этих составляющих определяются соотношением $f_{ij} = i f_1 + j f_2$, $i, j = \pm 1, \pm 2, \dots$, а их порядок равен $J = |i| + |j|$. При линейной частотной модуляции испытательных сигналов комбинационные составляющие также линейно перестраиваются по частоте со скоростью

$$U_{ij} \approx i df_1 / dt$$

Попадая в полосу Δf фильтра 16, настроенного на частоту f_0 , эти составляющие детектируются в амплитудном детекторе 18, а напряжение огибающей этого сигнала сравнивается с заданным пороговым уровнем в пороговом элементе 19. При превышении порогового уровня в элементе 19 сигналом с выхода детектора 18 на выходе порогового элемента 19 формируется сигнал логической единицы, который подается через формирователь 20 видеосигнала на вход управления яркостью луча индикатора 8 для подсветки луча. В результате на экране индикатора 8 появляются изображения в виде линий, уравнения которых в системе координат $\{f_1, f_2\}$ (в двухчастотной плоскости) имеют вид (фиг.3).

$$i f_1 + j f_2 = f_0; \quad i, j = \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

Ширина этих линий определяется полосой пропускания полосового фильтра 16, при этом одновременно могут наблюдаться изображения комбинационных составляющих различных порядков, а также изображения основных спектральных составляющих в виде горизонтальной ($j=0$) и вертикальной ($i=0$) линий.

Уровни комбинационных составляющих на выходе четырехполосника 15 могут быть определены путем сравнения и с величиной порогового уровня в пороговом элементе 19, в процессе которого, изменяя названный пороговый уровень, фиксируют его значения, соответствующие появлению (исчезновению) на экране индикатора 8 изображений соответствующих спектральных составляющих. В этом случае точность отсчета амплитуд составляющих определяется точностью установки порога в элементе 19.

Границы линейного участка амплитудной характеристики нелинейного

участка амплитудной характеристики нелинейного четырехполосника 15 могут быть определены с помощью регулируемых аттенуаторов 5 и 6 путем фиксации на входе четырехполосника таких уровней испытательных сигналов, при которых происходит появление на экране индикатора 8 изображений комбинационных составляющих его выходного сигнала. В этом случае пороговый уровень в элементе 19 устанавливается в заданное число раз превышающим уровень огибающей собственных шумов четырехполосника 15 на выходе детектора 18.

В целях исключения влияния неидеальности АЧХ полосового фильтра 16 на точность контроля двухчастотных диаграмм и параметров нелинейности четырехполосника в устройстве предусмотрено сжатие динамического диапазона спектральных составляющих выходного сигнала четырехполосника за счет подавления в нем основных спектральных составляющих с частотами f_1 и f_2 , значительно превышающих комбинационные составляющие по амплитуде (при контроле усилителей) и не несущих информации о нелинейности испытуемого четырехполосника. Это сжатие производится путем суммирования в весовом сумматоре 22 сигнала отклика четырехполосника 15 на испытательное воздействие и подаваемых через переключатель 21 синусоидальных напряжений, формируемых в формирователях 27-30. При этом синусоидальные напряжения с выходов формирователей 27 и 28 представляют собой сдвинутые по фазе квадратурные составляющие сигнала с частотой f_1 , амплитудой на суммирующем элементе сумматора 22, равной амплитуде спектральной составляющей выходного сигнала четырехполосника с частотой f_1 и равной противоположной фазе этой составляющей. Синусоидальные напряжения с выходов формирователей 27 и 28 представляют собой сдвинутые по фазе на $\Delta\varphi \approx \pi/2$ квадратурные составляющие сигналы с частотой f_2 , суммирование которых на суммирующем элементе сумматора 22 с выходным сигналом четырехполосника 15 обеспечивает подавление в его спектре составляющей с частотой f_2 .

Формирование квадратурных составляющих сигналов с частотами f_1 и f_2

в формирователях 27-30 осуществляется следующим образом.

Рассмотрим принцип компенсации гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 и особенности работы формирователей 27-30.

Для этого представим сигнал $U_{\text{вх}}(t)$, поступающий с выхода испытываемого четырехполосника 15 на первый вход сумматора 22, в виде

$$U_{\text{вх}}(t) = U_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + U_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2) + \sum_{ij} U_{ij} \sin[(i\omega_1 + j\omega_2)t + \varphi_{ij}].$$

Здесь первые два члена определяют зондирующие гармонические сигналы на выходе четырехполосника, а остальные - комбинационные составляющие и высшие гармоники. Амплитуды U_1 и U_2 и фазы φ_1 и φ_2 сигналов на входе сумматора априорно неопределены из-за неизвестной амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики четырехполосника 15.

Используя известное разложение по базисным ортогональным составляющим, перепишем сигнал $U_{\text{вх}}(t)$ в виде

$$U_{\text{вх}}(t) = m_1 \sin \omega_1 t + m_2 \cos \omega_1 t + m_3 \sin \omega_2 t + m_4 \cos \omega_2 t + \sum_{ij} U_{ij} \sin[(i\omega_1 + j\omega_2)t + \varphi_{ij}].$$

В качестве базисных квадратурных составляющих в данном случае используются сигналы регулируемых аттенюаторов 5 и 6 и сдвиги этих сигналов на $\pi/2$, снимаемые с выходов фазовращателей 31 и 32

$$\begin{aligned} S_1(t) &= \sin \omega_1 t; & S_2(t) &= \cos \omega_1 t; \\ S_3(t) &= \sin \omega_2 t; & S_4(t) &= \cos \omega_2 t. \end{aligned}$$

Сигнал $U_{\text{вх}}(t)$ в сумматоре 22 складывается с четырьмя компенсирующими сигналами

$$U_k t = K_1 \sin \omega_1 t + K_2 \cos \omega_1 t + K_3 \sin \omega_2 t + K_4 \cos \omega_2 t = \sum_{k=1}^4 U_{k\ell}(t).$$

Для полной компенсации гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 необходимо обеспечить компенсацию их составляющих, что выполняется при условии

$$m_\ell + K_\ell = 0, \quad \ell \in \{1, 4\}. \quad (2)$$

Для аппаратной реализации этих условий сигнал $U_\Sigma(t) = U_{\text{вх}}(t) + U_K(t)$ вы-

хода сумматора 22 поступает на первые входы перемножителей 27.1-30.1. На вторые входы этих перемножителей подаются отдельные квадратурные составляющие $S_\ell(t)$ гармонических сигналов с частотами f_1 и f_2 . В результате перемножения отдельных составляющих $S_\ell(t)$ с сигналом $S_\Sigma(t)$ на выходах соответствующих перемножителей формируются сигналы, пропорциональные величине рассогласования $m_\ell + K_\ell$.

Выходные сигналы перемножителей через соответствующие интеграторы 27.3-30.3, каждый из которых имеет операторный коэффициент $K(p) = -\alpha/p$ передачи, поступают на вторые входы перемножителей 27.2-30.2 и придают, тем самым, гармоническим сигналам $S_\ell(t)$, поступающим на их первые входы, веса K_ℓ при которых обеспечиваются условия (2), т.е. обеспечивается компенсация составляющих зондирующих сигналов.

Синусоидальные напряжения квадратурных составляющих с выходов формирователей 27-30 через весовой сумматор 23 поступают на вход эталонного, безынерционного нелинейного элемента 24 с известными параметрами K_1, K_2, K_3, \dots полиномиального разложения его передаточной характеристики.

Форма сигнала на выходе этого элемента определяется соотношением

$$U_{\text{вых}}(t) = \sum_{r=1}^{\infty} K_r \left[-G \left(\frac{l_2 U_1(t)}{l_1} + \frac{n_2 U_2(t)}{n_1} \right) \right]^2,$$

где $U_1(t)$ и $U_2(t)$ - сигналы с частотами f_1 и f_2 на выходе четырехполосника 15;

l_1 и n_1 - веса, с которыми эти составляющие суммируются в сумматоре 22;

l_2 и n_2 - веса, с которыми каждая пара квадратурных составляющих с частотами f_1 и f_2 суммируется в сумматоре 23;

G - коэффициент передачи регулируемого аттенюатора на выходе сумматора 23.

В спектре этого напряжения кроме составляющих с частотами f_1 и f_2 содержатся комбинационные спектральные составляющие с частотами (1). Фазы этих комбинационных составляющих определяются знаками коэффициентов K_1, K_2, \dots . Поскольку полосовые фильтры 16 и 17 идентичны и настроены на одну и ту же частоту, то комбинационные составляющие одного и того же типа при перестройке генераторов 3 и 4 попадают на выход фильтра 16 и на выход фильтра 17 одновременно. Фазы этих составляющих сравниваются в фазовом дискриминаторе 25. При совпадении фаз составляющих на выходе компаратора 26 формируется сигнал логической единицы, при несовпадении — сигнал логического нуля, который подается на третий вход формирователя 20 видеосигнала, который является одним из входов элемента И-НЕ. На второй вход этого элемента поступает сигнал с выхода триггера 33, который имеет вид меандра с полупериодом, равным периоду строчной развертки изображения на экране индикатора 8. В результате при присутствии на обоих входах элемента И-НЕ формирователя 20 сигналов логической единицы на его выходе формируется сигнал логического нуля (фиг. 4), препятствующий прохождению сигнала с первого входа формирователя 20 на его выход через элемент И (переключатель 20-1 формирователя 20 в положении "1"). Это обуславливает чтение каждой второй строки изображений комбинационных составляющих четных порядков, для которых параметры нелинейности соответствующих порядков передаточных характеристик четырехполосника 15 и элемента 24 совпадают по знаку, а также нечетных порядков, для которых параметры нелинейности соответствующих порядков передаточных характеристик четырехполосника 15 и элемента 24 противоположны по знаку. При других сочетаниях знаков параметров нелинейности как четных, так и нечетных порядков τ на третьем входе формирователя 20 будет присутствовать сигнал логического нуля, и при установке переключателя 20-1 в положение "1" сигнал с первого входа формирователя 20 будет проходить на его выход и подсвечивать луч индикатора 8 при любом логическом уровне

на втором выходе формирователя 20, при этом исключается гашение каждой второй строки изображения сигналом с выхода триггера 33. Таким образом производится оценка знаков коэффициентов эквивалентного полиномиального разложения передаточной характеристики четырехполосника 15.

Контроль параметров нелинейности четырехполосника 15 осуществляется следующим образом. В исходном состоянии переключатель 21 находится в разомкнутом состоянии, переключатель 20-1 формирователя 20 видеосигнала — в положении "1". В сумматоре 22 потенциометром устанавливаются наименьший вес суммирования сигнала с выхода четырехполосника 15. В сумматоре 23 потенциометром 23-5 устанавливаются наибольшие веса суммирования квадратурных составляющих. Далее измерения осуществляются в следующей последовательности.

1. При максимальных затуханиях S_{5max} и S_{6max} в аттенюаторах 5 и 6 потенциометром 22-1 сумматора 22 устанавливаются требуемый уровень собственных шумов четырехполосника 15 на выходе фильтра 16 и детектора 18;

2. Пороговый уровень в пороговом элементе 19 устанавливается в заданное число раз превышающем уровень шумового сигнала на выходе детектора 18, контролируя соотношение между пороговым напряжением и напряжением огибающей шумового сигнала по числу шумовых выбросов на экране индикатора 8, добиваясь отсутствия последних на экране;

3. Уменьшая затухание в аттенюаторах 5 и 6 до значений S'_5, S'_6 , устанавливаются наименьшие уровни $U_1 = U_2 = U_{min}$ испытательных сигналов, при которых на экране индикатора 8 появляются изображения вида $f_1 = f_0$ и $f_2 = f_0$ в виде горизонтальной и вертикальной линий;

4. Замыкают переключатель 21 и, уменьшая затухания в аттенюаторах 5 и 6 на одни и те же величины по сравнению с начальными затуханиями S'_5 и S'_6 фиксируют эти величины

$$\Delta S_5(i, j) = S'_5 - S_{5ij} = \Delta S(i, j) = \Delta S_6(i, j) = S'_6 - S_{6ij}$$

при которых на экране индикатора 8 появляются изображения комбинационных составляющих (1) (затухания

$S_{5,i}$ и $S_{6,j}$ в аттенуаторах 5 и 6 соответственно появлению на экране индикатора 8 изображения порядка $J = (|i| + |j|)$; затухания в аттенуаторах 5 и 6 уменьшают до значений, соответствующих наибольшим требуемым уровням испытательных сигналов $U_1 + U_2 = U_{max}$;

5. При $U_1 = U_2 = U_{max}$ оценивают наибольший порядок I_m комбинационных составляющих, изображения которых присутствуют на экране индикатора 8. Этот порядок соответствует порядку следующей эквивалентной безынерционной полиномиальной модели испытываемого четырехполосника 15 в диапазоне входных воздействий

$$D = U_{max} / U_{min}$$

$$\frac{U_{вых}}{U_{in}} = \frac{U_{вых}}{H_1 U_{min}} = A_1 \left(\frac{U_{вх}}{U_{min}} \right)^r; U_{вх} \leq U_{max}, \quad (3)$$

где H_1 - коэффициент усиления четырехполосника 15.

Оценку I_m производят путем зрительного опознавания типа и порядка изображений при $U_1 = U_2 = U_{max}$. Оценку абсолютных величин параметров A_r модели (3) оценивают из соотношения

$$|A_{(|i|+|j|)}| = \frac{L_{i,j}}{[\Delta S(i,j)]^{(|i|+|j|)} (|i|+|j|)! [\Delta S(i,j)]^{(|i|+|j|)}} = \frac{2^{(|i|+|j|)}}{(|i|+|j|)!} \quad (4)$$

где величина $\Delta S(i,j)$ выражается в единицах.

6. Переключатель 20-1 в формирователе 20 видеосигнала переводят в положение "II" (фиг.4) и последовательно устанавливают каждый из наименьших уровней $U_1 = U_2 = U_{(i,j)}$ испытательных сигналов на входе четырехполосника 15, при котором на экране индикатора 8 присутствует изображение комбинационной составляющей соответствующего вида (I). Одновременно для каждого из уровней $U_{(i,j)}$ входного испытательного воздействия потенциометром 23-5 сумматора 23 устанавливают наименьший уровень квадратных составляющих на входе нелинейного элемента 24, при котором напряжение огибающей сигнала, соответствующей комбинационной составляющей на выходе полосового фильтра 17, формируемое детектором 34, превышает пороговый уровень в пороговом элементе 35, и сигнал логической единицы с четвертого входа формирователя

20 видеосигнала обеспечивает прохождение сигнала с его первого входа на выход, при этом на экране индикатора 8 присутствует изображение соответствующей комбинационной составляющей при наименьших условиях сигналов с частотами f_1 и f_2 как на входе четырехполосника 15, так и на входе эталонного нелинейного элемента 24. Это условие обеспечивает наибольшую точность оценки знака каждого из параметров (4) в разложении (3).

Далее для каждого из уровней $U_{(i,j)}$ оценивают наличие черезстрочного гашения луча при формировании изображения соответствующей комбинационной составляющей на экране индикатора 8 (фиг.2). Отсутствие этого гашения в изображениях комбинационных составляющих четных порядков свидетельствует о том, что параметры соответствующих порядков полиномиальной модели (3) и полиномиальной модели передаточной характеристики элемента 24 противоположны по знаку, и наоборот. Отсутствие этого гашения в изображениях комбинационных составляющих нечетных порядков свидетельствует о том, что параметры соответствующих порядков названных полиномиальных моделей совпадают по знаку, и наоборот. Повторение изложенных в п.6 операций для комбинационных составляющих всех порядков до J_m включительно позволяет путем сопоставления знаков коэффициентов полиномиальных безынерционных моделей передаточных характеристик эталонного нелинейного элемента 24 и испытываемого четырехполосника 15 определить знаки параметров (4) четырехполосника 15 в модели (3).

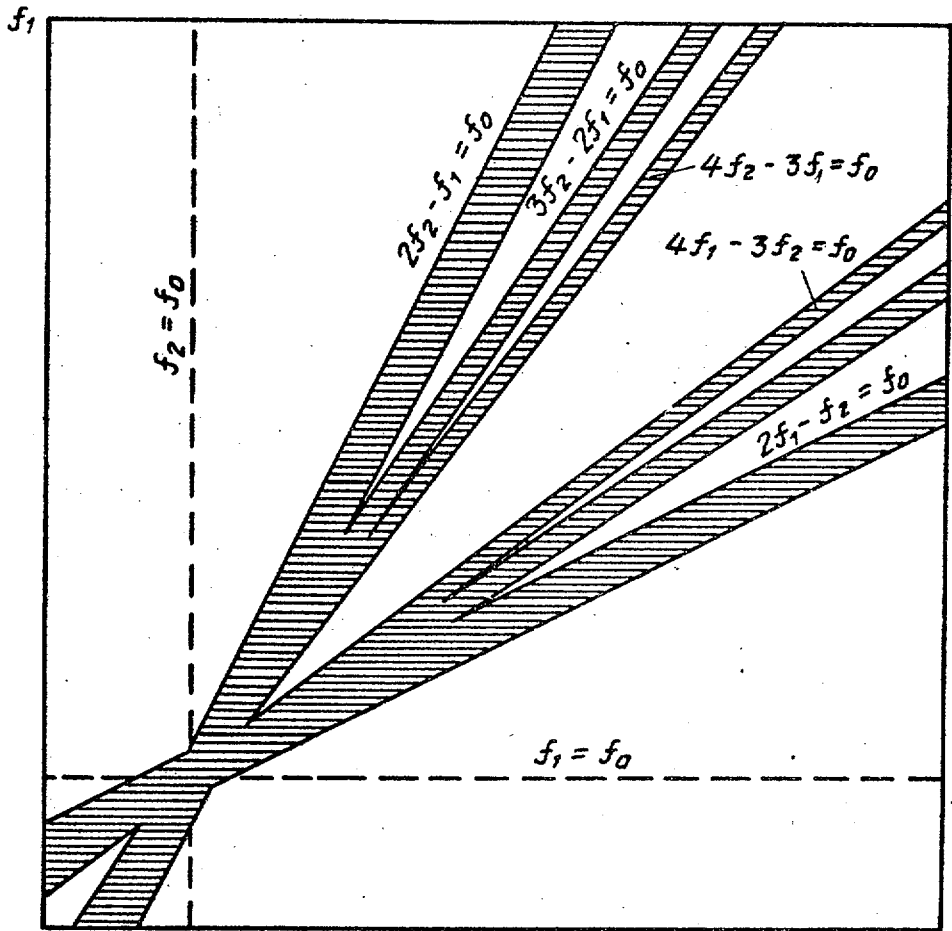
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Устройство контроля комбинационных составляющих сигнала нелинейного четырехполосника, содержащее две цепочки последовательно соединенных генератора пилообразного напряжения, генератора качающейся частоты и регулируемого аттенуатора, выходами подключенных к входам первого сумматора, индикатор, входами отклонения луча по горизонтали и по вертикали подключенный соответственно к выходам первого и второго

генераторов пилообразного напряжения, две цепочки последовательно соединенных порогового элемента и формирователя управляющих импульсов, входами подключенных к выходам соответствующих генераторов пилообразных напряжений, элемент ИЛИ, входом которого подключен к выходам соответствующих формирователей управляющих импульсов, а выходом — к управляющему входу коммутатора, сигнальный вход которого подключен к выходу первого сумматора, а выход соединен с входом испытуемого четырехполюсника, первый амплитудный детектор, входом соединенный с выходом первого полосового фильтра, а выходом подключенный к входу третьего порогового элемента, **отличается** тем, что, с целью повышения точности контроля, в него введены четыре формирователя синусоидального напряжения, первый весовой сумматор, два фазовращателя, переключатель, триггер, формирователь видеосигнала, последовательно соединенные второй весовой сумматор, аттазовый безинерционный нелинейный элемент, второй полосовой фильтр, фазовый дискриминатор и компаратор нуля, а также последовательно соединенные второй амплитудный детектор и четвертый пороговый элемент, при этом первый вход первого весового сумматора подключен к выходу испытуемого четырехполюсника, его второй, третий, четвертый и пятый входы подключены к соответствующим выходам переключателя, а выход соединен с входом первого полосового фильтра, первый вход формирователя видеосигнала соединен с выходом третьего порогового элемента, а выход подключен к входу управления яркостью луча индикатора, второй вход формирователя видеосигнала через триггер подключен к выходу первого

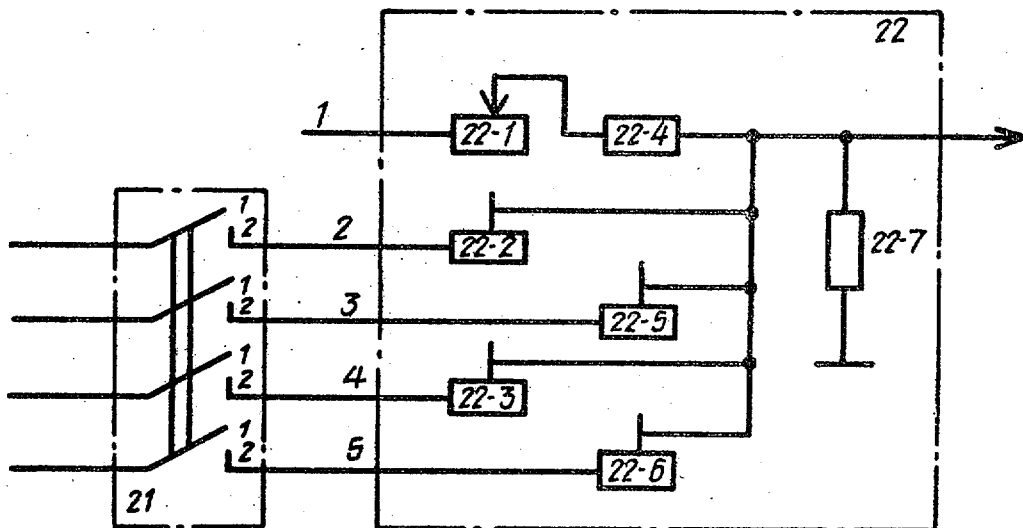
формирователя управляющих импульсов, третий вход формирователя видеосигнала подключен к выходу компаратора нуля, а четвертый — к выходу четвертого порогового элемента, причем второй вход фазового дискриминатора подключен к выходу первого полосового фильтра, входы переключателя и второго весового сумматора подключены к выходам соответствующих формирователей синусоидального напряжения, первые входы которых подключены к выходу первого весового сумматора, второй и третий входы первого формирователя синусоидального напряжения подключены к выходу первого регулируемого аттенюатора, второй и третий входы второго формирователя синусоидального напряжения подключены к выходу первого регулируемого аттенюатора через первый фазовращатель, второй и третий входы третьего формирователя синусоидального напряжения подключены к выходу второго регулируемого аттенюатора, второй и третий входы четвертого формирователя синусоидального напряжения подключены к выходу второго регулируемого аттенюатора через второй фазовращатель, выход второго полосового фильтра подключен к входу второго амплитудного детектора.

2. Устройство по п.1, **отличается** тем, что формирователь синусоидальных напряжений содержит последовательно соединенные первый перемножитель, интегратор и второй перемножитель, выход которого является выходом формирователя, входы первого перемножителя являются соответственно первым и вторым входами формирователя синусоидального напряжения, третьим входом которого является второй вход второго перемножителя.



фиг. 2

f_2



фиг. 3

