

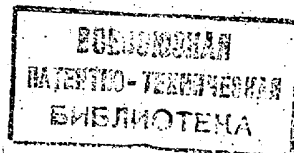


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1756830 A1**

(51)5 G 01 R 23/16

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

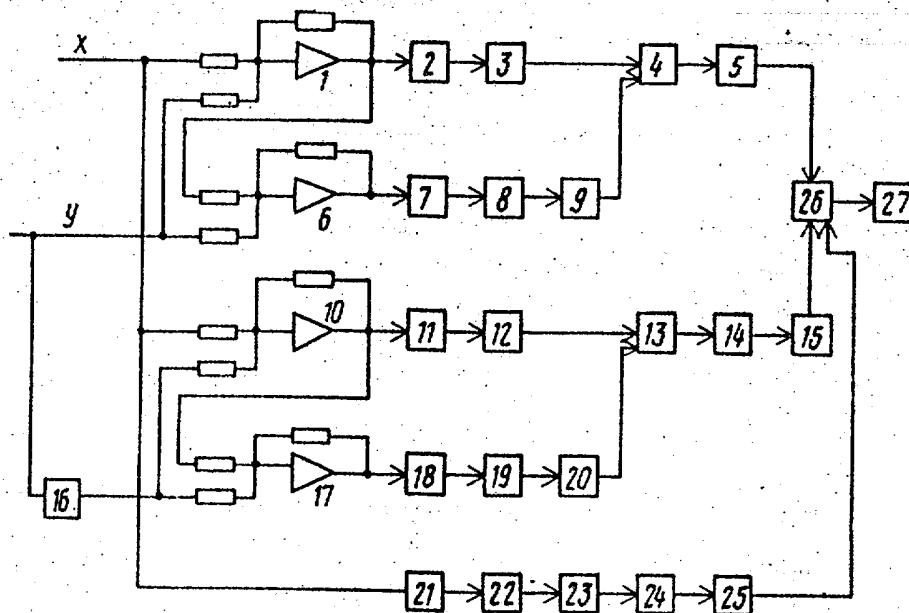


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4680586/21
(22) 20.03.89
(46) 23.08.92. Бюл. № 31
(71) Коммунарский горно-металлургический институт
(72) Н.Я.Портной
(56) Авторское свидетельство СССР № 1534412, кл. G 01 R 23/16, 1988.
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОГЕРЕНТНОГО СПЕКТРА МОЩНОСТИ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ОБЪЕКТА
(57) Изобретение относится к анализатору гармонических составляющих с помощью фильтров и предназначено для выявления

связей между случайными процессами. Цель изобретения – повышение точности определения когерентного спектра сигнала объекта, который в сумме и разности усредняется. Для этого в устройство введен узкополосный фильтр 21, квадратор 22, интегратор 23, усилитель 24 с переменным коэффициентом усиления, инвертор 25, сумматор 26, усилитель 14 с переменным коэффициентом усиления, квадраторы 5 и 15. Устройство содержит также сумматоры 1, 6, 10 и 17, фильтры 2, 7, 11 и 18, квадраторы 3, 8, 12 и 19, инверторы 9 и 20, интеграторы 4, 13 и 16 и регистрирующий прибор 27. 1 ил.



(19) **SU** (11) **1756830 A1**

Изобретение относится к измерению электрических величин, к устройствам и способам измерения спектральных составляющих, в частности к анализаторам гармонических составляющих с помощью фильтров, и предназначено для выявления связей между случайными процессами.

Цель изобретения – повышение точности определения когерентного спектра мощности выходного сигнала объекта.

На чертеже представлена функциональная схема устройства для оценки когерентного спектра мощности выходного сигнала объекта.

Устройство содержит последовательно соединенные и образующие первый канал первый сумматор 1 на базе операционного усилителя с коэффициентом усиления 0,5, первый узкополосный фильтр 2, первый квадратор 3, первый интегратор 4, квадратор 5, последовательно соединенные и образующие второй канал второй сумматор 6 на базе операционного усилителя с коэффициентом усиления 1, второй узкополосный фильтр 7, второй квадратор 8, первый инвертор 9, последовательно соединенные и образующие третий канал третий сумматор 10 на базе операционного усилителя с коэффициентом усиления 0,5, третий узкополосный фильтр 11, третий квадратор 12, второй интегратор 13, второй усилитель 14 с переменным коэффициентом усиления, шестой квадратор 15, последовательно соединенные и образующие четвертый канал третий интегратор 16, сумматор 17 на базе операционного усилителя с коэффициентом усиления 0,5, четвертый узкополосный фильтр 18, четвертый квадратор 19, второй инвертор 20, последовательно соединенные и образующие пятый канал пятый узкополосный фильтр 21, пятый квадратор 22 четвертый интегратор 23, усилитель с переменным коэффициентом усиления 24, третий инвертор 25, выход которого совместно с выходами шестого 15 и седьмого 5 квадраторов соединены с входами пятого сумматора 26, к выходу которого подсоединен регистрирующий прибор 27, вход пятого узкополосного фильтра 21 соединен с первыми входами первого 1 и третьего 10 сумматоров и образуют вход для одного из исследуемых сигналов x , второй выход первого сумматора 1 соединен с вторым входом второго сумматора 6, а первый вход 6 – с выходом первого сумматора 1, второй вход второго сумматора 6 соединен с входом третьего интегратора 16 и образуют вход для другого исследуемого сигнала y , выход третьего сумматора 10 соединен с первым

входом четвертого сумматора 17, второй вход 10 соединен с вторым входом 17.

Рассмотрим сигналы, действующие на входах узкополосных фильтров 2, 7, 11 и 18. На входе фильтра 2 действует сигнал,

равный Σ

$$\Sigma + = -\frac{1}{2}(x + y). \quad (1)$$

Знак минус определяется свойством инвертирования первого сумматора на базе операционного усилителя 1 с коэффициентом усиления 0,5.

На входе фильтра 7 действует сигнал, равный

$$\Sigma - = \frac{1}{2}(x - y). \quad (2)$$

Коэффициенты усиления по каждому входу второго сумматора 6 равны единице.

На входе фильтра 11 действует сигнал,

равный $\Sigma +_p$

$$\Sigma +_p = -\frac{1}{2}\left(x + \frac{1}{p}y\right), \quad (3)$$

где P – оператор преобразования Лапласа.

Это можно объяснить действием на входе третьего сумматора 10 суммы $\left(x + \frac{1}{p}y\right)$ сигналов, каждый из которых усиливается с коэффициентом 0,5 и свойством инвертирования операционного усилителя 10.

Аналогично можно показать, что на входе фильтра 18 действует сигнал $\Sigma -_p$, равный

$$\Sigma -_p = \left(x - \frac{1}{p}y\right). \quad (4)$$

На входе фильтра 21 действует сигнал x . Каждый сигнал предложенного устройства в результате узкополосной фильтрации, квадратичного детектирования осуществляет выделение спектральной составляющей мгновенной мощности сигналов (1), (2), (3), (4) или x . После усреднения в каждом из каналов получается оценка спектральной плотности. Определим спектральную плотность каждого из сигналов (1)–(4). Согласно прямому методу вычисления спектральной плотности (2) спектральная плотность сигнала $\Sigma +$ равна

нала $\Sigma +$ равна

$$S_{\Sigma+}(\omega) \approx \frac{1}{2T} |\Sigma+(j\omega)|^2 = \frac{1}{2} \Sigma+(j\omega) \Sigma+(-j\omega), \quad (5)$$

где $\Sigma+(j\omega)$ — преобразование Фурье-процесса.

В результате усреднения на выходе 4 получают разность спектральных плотностей $S_{\Sigma+}(\omega)$ и $S_{\Sigma-}(\omega)$, равную действительным частям $S_{xy}(j\omega)$ взаимной спектральной плотности. Спектральная плотность $S_{\Sigma-P}(\omega)$

сигнала $\Sigma-P$ равна

$$S_{\Sigma-P}(\omega) = \frac{1}{8T} \left\{ A_x^2(\omega) - \frac{2A_x(\omega) \cdot B_y(\omega)}{\omega} + \frac{B_y^2(\omega)}{\omega^2} + B_x^2(\omega) + \frac{2B_x(\omega)A_y(\omega)}{\omega} + \frac{A_y^2(\omega)}{\omega^2} \right\} \quad (6)$$

где $A_x(\omega)$, $A_y(\omega)$, $B_x(\omega)$, $B_y(\omega)$ — вещественная и мнимая части $x(j\omega)$, $y(j\omega)$;

T — период анализа.

В результате одновременного усреднения 13 фильтрованной спектральной составляющих мощности $\Sigma+P(j\omega)$ и инвертированной $\Sigma-P(j\omega)$ получают

$$S_{\Sigma+P}(\omega) - S_{\Sigma-P}(\omega) = \frac{1}{2T} \frac{A_x(\omega)B_y(\omega) - B_x(\omega)A_y(\omega)}{\omega} \quad (7)$$

Таким образом, величина $S_{\Sigma+P}(\omega) - S_{\Sigma-P}(\omega)$ пропорциональна мнимой части взаимно спектральной плотности.

На выходе пятого канала инвертора 25 получают усиленную инвертированную спектральную плотность $S_x(\omega)$ сигнала x на частоте фильтрации, которая поступает на один из входов пятого сумматора 26.

Коэффициент 14 усиления равен частоте настройки узкополосных фильтров 2, 7, 11, 18 и 21. Таким образом, на выходе шестого квадратора 15 получают оценку квадратора мнимой части $S_{xy}(j\omega)$. Пятым сумматором 26 осуществляется суммирование квадрированной вещественной и мнимой частей $S_{xy}(j\omega)$, усиленной инвертированной $S_x(\omega)$.

Изменением коэффициента 24 усиления добиваются нулевого сигнала на выходе 26. При этом будет иметь место

$$m S_x(\omega) - S_{xy}(j\omega)^2 = 0.$$

Отсюда имеют

$$m = \frac{|S_{xy}(j\omega)|^2}{S_x(\omega)} = \gamma_{xy}^2 \cdot S_y(\omega).$$

Таким образом, величина коэффициента 24 усиления равна оценке когерентного спектра мощности выходного сигнала объекта.

Формула изобретения

Устройство для определения когерентного спектра мощности выходного сигнала объекта, содержащее каналы, первый и третий из которых состоят из последовательно соединенных сумматора, узкополосного фильтра, квадратора и интегратора, второй и четвертый — из последовательно соединенных сумматора, узкополосного фильтра, квадратора и инвертора, при этом выходы первого и второго каналов соединены с входами первого интегратора, выходы третьего и четвертого каналов соединены с входами второго интегратора, выход сумматора первого канала соединен с первым входом сумматора второго канала, выход сумматора третьего канала соединен с первым входом сумматора четвертого канала, второй вход сумматора второго канала соединен с вторым входом сумматора первого канала, второй вход сумматора четвертого канала — с вторым входом сумматора третьего канала, первые входы сумматоров первого и третьего каналов соединены между собой и с первым входом устройства, второй вход второго сумматора соединен с входом третьего интегратора и с вторым входом устройства, выход третьего интегратора соединен с вторым входом сумматора четвертого канала, а также регистрирующий прибор, отличающийся тем, что, с целью повышения точности определения, в него дополнительно введены пятый канал из последовательно соединенных пятого узкополосного фильтра, пятого квадратора, четвертого интегратора, первого усилителя с переменным коэффициентом усиления и третьего инвертора, пятый сумматор, к выходу которого подсоединен регистратор, последовательно соединенные второй усилитель с переменным коэффициентом усиления и шестой квадратор, а также седьмой квадратор, при этом вход второго усилителя с переменным коэффициентом усиления соединен с выходом второго интегратора, вход седьмого квадратора соединен с выходом первого интегратора, выходы шестого и седьмого квадраторов — с вторым и третьим входами соответственно пятого сумматора, а вход пятого узкополосного фильтра — с первым входом устройства.