



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е И З О Б Р Е Т Е Н И Я

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 739431

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 01.11.77 (21) 2537774/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 05.06.80. Бюллетень № 21

Дата опубликования описания 05.06.80

(51) М. Кл.<sup>2</sup>

G 01R 23/16

(53) УДК 621.

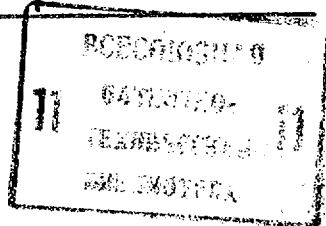
.317.757  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А. Н. Морозевич и А. Е. Леусенко

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



## (54) СТОХАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА

1

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для анализа спектрального состава исследуемого напряжения путем определения амплитудных значений его частотных составляющих. Такие анализаторы могут быть использованы при проведении гармонического анализа полигармонических сигналов либо для получения "спектрограмм", или "сырого спектра" случайных сигналов.

Известно устройство, содержащее блок счетчиков, схему И, схему ИЛИ, устройство управления, генератор косинусоидальной функции, схемы сравнения и пр. [1].

Недостатком устройства является невысокое быстродействие.

Известен также анализатор спектра, содержащий преобразователи аналог-код, блоки вероятностного округления, генератор гармонических функций, блоки динамической памяти, приемные числовые регистры, схемы сравнения, реверсивные счетчики импульсов, генераторы равномерно распределенных случайных чисел,

2

элементы задержки, триггеры, вентили, схемы ИЛИ [2].

Недостатком устройства также является низкое быстродействие.

Цель изобретения - повышение быстродействия.

Поставленная цель достигается тем, что в стохастический анализатор спектра, содержащий блок управления, выходы которого подключены к управляющим входам преобразователя напряжение-код и генератор гармонических функций, а также к установочным входам двух счетчиков, шесть элементов И, два элемента запрета, четыре элемента ИЛИ, два триггера, элемент задержки, введен счетчик с заданным коэффициентом пересчета, причем выход преобразователя напряжение-код подключен к первым входам первого элемента И, первого и второго элементов запрета, ко вторым и третьим входам которых подключены первый и второй выходы генератора гармонических функций, выход первого элемента И подключен к

первому входу первого элемента ИЛИ и первому входу второго элемента ИЛИ, выход которого подключен ко входу первого счетчика, а второй вход - к выходу третьего элемента ИЛИ и суммирующему входу второго счетчика, выходы которого подключены ко входам второго элемента И, выход которого подключен к первым входам первого и второго триггеров, первый выход второго триггера, подключен к первому входу третьего элемента И, второй вход которого подключен к первому входу четвертого элемента И и выходу второго элемента запрета, а выход - к первому входу третьего элемента ИЛИ и второму входу первого триггера, второй выход которого подключен к первому входу пятого элемента И, второй вход которого подключен к первому входу шестого элемента И и выходу первого элемента запрета, а выход - к первому входу четвертого элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу четвертого элемента И, второй вход которого подключен ко второму выходу второго триггера, второй вход которого подключен к выходу шестого элемента И и второму входу третьего элемента ИЛИ, выход четвертого элемента ИЛИ подключен через первый элемент ИЛИ ко входу счетчика с заданным коэффициентом пересчета, выход которого через элемент задержки подключен к третьему входу второго элемента ИЛИ, а установочный вход - к соответствующему выходу блока управления.

На чертеже показана структурная схема стохастического анализатора спектра.

Стохастический анализатор спектра содержит преобразователь 1 напряжения-вероятность, вход которого является входом устройства в целом, а выход подключен к первым входам первого элемента 2 И, первого и второго элементов 3 и 4 запрета, ко вторым и третьим входам которых подключены первый и второй выходы стохастического генератора 5 гармонических функций, выход первого элемента 2 И подключен к первому входу первого элемента 6 ИЛИ и первому входу второго элемента 7 ИЛИ, выход - которого подключен ко входу первого счетчика 8, а второй вход - к выходу третьего элемента 9 ИЛИ и суммирующему входу второго счетчика 10, выходы которого подключены ко входам второго элемента 11 И, выход которого подключен к нулевому входу первого триггера 12 и нулевому вхо-

ду второго триггера 13, нулевой выход которого подключен к первому входу третьего элемента 14 И, второй вход которого подключен к первому входу четвертого элемента 15 И и выходу второго элемента 4 запрета, а выход - к первому входу третьего элемента 9 ИЛИ и единичному входу первого триггера 12, единичный выход которого подключен к первому входу пятого элемента 16 И, второй вход которого подключен к первому входу шестого элемента 17 И и выходу первого элемента запрета 3, а выход - к первому входу четвертого элемента 18 ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу четвертого элемента 15 И, второй вход которого подключен к единичному выходу второго триггера 13, единичный вход которого подключен к выходу шестого элемента 17 И и второму входу элемента 9 ИЛИ, выход элемента 18 ИЛИ подключен ко входу счетчика 19 с заданным коэффициентом пересчета, выход которого через элемент 20 задержки подключен к третьему входу второй схемы 7 ИЛИ.

Устройство 21 управления и пульт 22 управления обеспечивают в процессе функционирования всеми необходимыми служебными и управляющими сигналами, а поэтому соответствующие выходы устройства 21 управления подключены к управляющим входам преобразователя 1 напряжения, генератора 5 гармонических функций и установочным (Р) входам счетчиков 19, 8 и 10. Вход преобразователя 1 подключен к информационному входу устройства 21.

В исходном состоянии все счетчики и триггеры, находятся в нулевом положении. Входной сигнал  $x(t)$ , проходя через преобразователь 1 напряжения, преобразуется в вероятностный код  $P(x)$ . Форма кодирования симметричная однолинейная, т.е. число +1 представляется серией импульсов с вероятностью, равной единице в каждом такте, число 0 - произвольной серией, состоящей из нулей и единиц, следующих с равной вероятностью ( $P=0,5$ ), число -1 представляется серией импульсов с вероятностью  $P=0$ . Вероятностный код  $P(x)$  поступает на первые входы элемента 2 И и элементов 3 и 4 запрета, на вторые и третьи входы которых поступают вероятностные коды  $P(\sin \omega_i)$  и  $P(\cos \omega_i)$  мгновенных значений функций синуса и косинуса требуемой  $\omega_i$  частоты с генератора 5. В каждый  $K$ -ый такт

сигнал возникает на выходе элемента 2 И, если в этот момент поступают импульсы  $P(x)_k, P(\sin \omega_1)_k$  и  $P(\cos \omega_1)_k$  на выходе элемента 3, если поступают импульсы  $P(x)_k$  и  $P(\sin \omega_1)_k$ , а  $P(\cos \omega_1)_k$  отсутствует; на выходе элемента 4, если поступают  $P(x)_k$  и  $P(\sin \omega_1)_k$ , а  $P(\cos \omega_1)_k$  отсутствует.

Во всех остальных случаях сигналы не формируются. Пусть до момента времени  $L_1$  ( $L_1$  тактов) происходит появление сигнала на выходе элемента 2 И, свидетельствующее о том, что в соответствии с выражениями (1) одновременно формируются частичные суммы  $\alpha_i$  и  $\beta_i$ . Тогда для вычисления амплитуды, составляющей  $\omega_i$  частоты, в соответствии с (2) формируют частичную сумму вида  $A_{i, L_1} = \sum_{\ell=1}^{L_1} (1/3)^\ell / \ell$ . Теперь предположим, что после момента времени  $L_1$  некоторое количество  $L_2$  тактов сигнал возникает на элементе 3, что соответствует формированию частичной суммы для  $\ell_i$  из выражения (1). В этом случае величина  $\beta_i$  увеличивается на  $L_2$ , так как происходит увеличение слагаемого  $\beta_i$  из (2). Следовательно, к моменту  $L_1 + L_2$

$$A_{i, L_1 + L_2} = \sum_{\ell=1}^{L_1} (1/3)^\ell / \ell + \sum_{\ell=L_1+1}^{L_1+L_2} (1)^\ell / \ell \quad (1)$$

Если в следующие  $L_3$  такты происходит увеличение второго слагаемого  $\alpha_i$  (сигнал формируется на выходе элемента 4), то до того момента, когда выполняется условие  $\ell_i > \alpha_i$  ( $L_3$ ) величина  $A_i$  возрастает с каждым тактом на величину  $(1/3)^\ell / \ell$ , а затем - на величину  $(1)^\ell / \ell$ , т.е.

$$A_{i, L_1 + L_2 + L_3} = \sum_{\ell=1}^{L_1} (1/3)^\ell / \ell + \sum_{\ell=L_1+1}^{L_1+L_2} (1)^\ell / \ell + \sum_{\ell=L_2+1}^{L_1+L_2+L_3} (1/3)^\ell / \ell + \sum_{\ell=L_3+1}^{L_1+L_2+L_3} (1)^\ell / \ell \quad (2)$$

Следовательно, предлагаемый способ позволяет избежать необходимость формирования частичных сумм вида (1), а, используя принцип следящего сравнения, сразу же перейти к формированию суммы вида (2). Причем, выбрав нормирующий коэффициент  $1/T = 2^n$ , можно путем жесткой "привязки" положения запятой устранить необходимость выполнения операции деления.

Таким образом, каждый из  $L_1$  сигнал, появившийся на выходе элемента 2 И поступает через элемент 7 на вход счетчика 8 и через элемент 6 на вход счет-

чика 19 с заданным коэффициентом пересчета, при переполнении которого возникает сигнал, который через элемент 20 задержки и элемент 7 также поступает на вход счетчика 8. В этом случае можно сказать, что каждый сигнал с выхода элемента 2 И увеличивает содержимое счетчика 8 на  $1-1/3$ , что необходимо в соответствии с (2).

При поступлении сигналов из  $L_2$  с выхода элемента 3 (пусть сигналы на выходе элемента 4 с начала функционирования еще не появились) происходит увеличение содержимого реверсивного счетчика 10 в каждый такт на единицу (-1) по цепи открытый элемент 17 И - элемент 9 ИЛИ. Кроме того, каждый сигнал с выхода элемента 9 через элемент 7 увеличивает состояние счетчика 8 на единицу, а первый же сигнала с выхода элемента 17 И устанавливает триггер 13 в единичное состояние.

Функционирование стохастического анализатора спектра происходит аналогично, если после сигналов из  $L_2$  (с выхода элемента 3) поступают сигналы из  $L_2$ , затем опять из  $L_1$  и т.д.

Если же после некоторого момента времени возникают сигналы с выхода элемента 4 из серии  $L_3$ , то с каждым сигналом происходит уменьшение состояния счетчика 10 (-1) по цепи открытый элемент 15 И - элемент 18 ИЛИ. Причем каждый сигнал с выхода элемента 18 суммируется на счетчике 8 с весом  $1/3$  по цепи элемент 6 - счетчик 19 - элемент 20 задержки - элемент 7 ИЛИ - счетчик 8. Работа стохастического анализатора спектра по каждому из  $L_3$  сигналов происходит аналогично до выполнения соотношения  $\ell_i > \alpha_i$ , т.е. содержимое счетчика 10 больше нуля. Причем возникающие после серии  $L_3$ , когда все еще выполняется условие  $\ell_i > \alpha_i$ , сигналы из  $L_1$  и  $L_2$  обеспечивают функционирование стохастического анализатора спектра в соответствии с описанным. При дальнейшем поступлении сигналов из  $L_3$  наступает такой момент, когда  $\ell_i = \alpha_i$ , т.е. содержимое счетчика становится равным нулю. На выходе элемента 11 И возникает сигнал, который устанавливает триггеры 12 и 13 в нулевое (исходное) состояние. Первый сигнал из  $L_2$  и  $L_3$ , поступающий в следующий момент времени, и через открытые элементы 17 И или 14 увеличивает состояние счетчика 10

(+1) и суммируется на счетчике 8 с весом единица.

Дальнейшее функционирование стохастического анализатора спектра происходит аналогично описанному, до окончания поступления сигналов с преобразователя 1.

**Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я**

Стохастический анализатор спектра, содержащий блок управления, выходы которого подключены к управляющим входам преобразователя напряжение-код и генератор гармонических функций, а также к установочным входам двух счетчиков, шесть элементов И, два элемента запрета, четыре элемента ИЛИ, два триггера, элемент задержки, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия, введен счетчик с заданным коэффициентом пересчета, причем выход преобразователя напряжение-код подключен к первым входам первого элемента И, первого и второго элементов запрета, ко вторым и третьим входам которых подключены первый и второй выходы генератора гармонических функций, выход первого элемента И подключен к первому входу первого элемента ИЛИ и первому входу второго элемента ИЛИ, выход которого подключен ко входу первого счетчика, а второй вход - к выходу третьего элемента ИЛИ и суммирующему входу второго счетчика, выходы которого подключены ко входам второго элемента И, выход которого подключен к

первым входам первого и второго триггеров, первый выход второго триггера подключен к первому входу третьего элемента И, второй вход которого подключен к первому входу четвертого элемента И и выходу второго элемента запрета, а выход - к первому входу третьего элемента ИЛИ и второму входу первого триггера, второй выход которого подключен к первому входу пятого элемента И, второй вход которого подключен к первому входу шестого элемента И и выходу первого элемента запрета, а выход - к первому входу четвертого элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу четвертого элемента И, второй вход которого подключен ко второму выходу второго триггера, второй вход которого подключен к выходу шестого элемента И и второму входу третьего элемента ИЛИ, выход четвертого элемента ИЛИ подключен через первый элемент ИЛИ ко входу счетчика с заданным коэффициентом пересчета, выход которого через элемент задержки подключен к третьему входу второго элемента ИЛИ, а установочный вход - к соответствующему выходу блока управления.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе  
 1. Авторское свидетельство СССР № 342191, G 01 R 23/16, 1973.  
 2. Гладкий В. С. Вероятностные вычислительные модели. "Наука", 1973, с. 145-146.

