



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 3 статьи 13 Патентного закона Российской Федерации от 23 сентября 1992 г. № 3517-1 патентообладатель обязуется передать исключительное право на изобретение (уступить патент) на условиях, соответствующих установившейся практике, лицу, первому изъявившему такое желание и уведомившему об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности, - гражданину РФ или российскому юридическому лицу.

(21), (22) Заявка: 2003137022/28, 24.12.2003

(24) Дата начала действия патента: 24.12.2003

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2004

(45) Опубликовано: 27.06.2005 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 741189 A, 20.06.1980.
Электрические измерения. Учебник для вузов. Изд. 5-е. Под ред. А.В.Фремке и Е.М.Душина. - М.-Л.: Энергия, 1980, с.243-244, рис. 6.19 а,б. FR 2281573 A1, 05.03.1976. SU 545967 A, 08.04.1977. SU 372506 A, 23.05.1973.

Адрес для переписки:
143909, Московская обл., Балашихинский р-н,
с. Пехра-Покровское, 134, Г.Р. Аванесяну

(72) Автор(ы):

Аванесян Г.Р. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

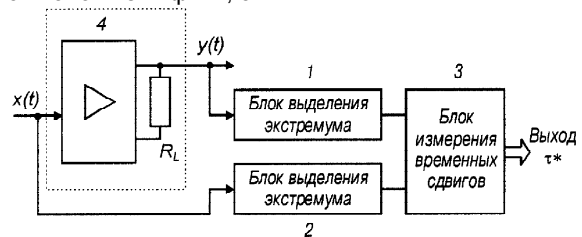
Аванесян Гарри Романович (RU)

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ ГРУППОВОГО ВРЕМЕНИ ЗАПАЗДЫВАНИЯ

(57) Реферат:

Измеритель предназначен для измерения временных сдвигов, возникающих в реальных четырехполюсниках, например в усилителях аудиосигналов, между выходным и входным сигналами, носящими как случайный характер, так и детерминированный моногармонический характер. Измеритель содержит два блока выделения экстремумов сигналов, выходы которых подключены к входам блока измерения временных сдвигов. Входы блоков выделения экстремумов служат входами измерителя. Измерение временных сдвигов между экстремумами входного

и выходного сигналов позволяет избавиться от погрешностей, вызванных смещениями нулевой линии сигнала в четырехполюснике и влиянием нелинейных искажений на форму выходного сигнала. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

Based on Article 13, par. 3 of the Patent law of the Russian Federation of September 23, 1992, #3517-I the patent owner undertakes to transfer the exclusive right to the invention (assign the patent), on generally practiced conditions, to the first person – citizen of the Russian Federation or a Russian legal person who expresses such a wish and conveys it to the patent owner and the Federal executive body for Intellectual Property.

(21), (22) Application: **2003137022/28, 24.12.2003**

(24) Effective date for property rights: **24.12.2003**

(43) Application published: **20.08.2004**

(45) Date of publication: **27.06.2005 Bull. 18**

Mail address:

143909, Moskovskaja obl., Balashikhinskij r-n, s. Pekhra-Pokrovskoe, 134, G.R. Avanesjanu

(72) Inventor(s):

Avanesjan G.R. (RU)

(73) Proprietor(s):

Avanesjan Garri Romanovich (RU)

(54) **GROUP DELAY TIME MEASURING UNIT**

(57) Abstract:

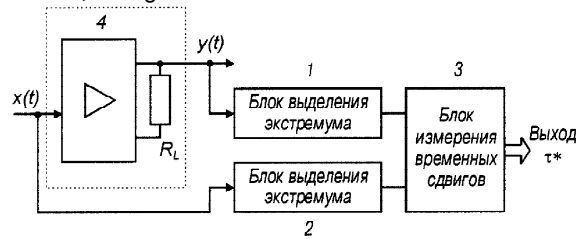
FIELD: measurement technology.

SUBSTANCE: measuring unit is used for measuring time shifts between output and input signals induced in real four-terminal networks, for example, in amplifiers of audio signals. Measuring unit can be used for measuring as random signals and determined monoharmonic signals. Measuring unit has two extremum selection units which have outputs connected with inputs of time shift measuring unit. Inputs of extremum selection unit have to be inputs of measuring unit. Measurement of time shifts between extreme of output and input signals allows to eliminate errors caused by shifts in

signal zero line in four-terminal network and influence of non-linear distortions on shape of output signal.

EFFECT: reduced errors; reduced influence of non-linear distortions.

2 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 2 5 5 3 4 3 C 2

RU 2 2 5 5 3 4 3 C 2

Изобретение относится к области радиоизмерений и может быть использовано для измерения временного сдвига, возникающего в реальных четырехполюсниках, например в усилителях аудиосигналов, между выходным и входным сигналами, носящими как случайный характер, так и детерминированный моногармонический.

5 В качестве прототипа, как наиболее близкий по технической сущности, выбран классический измеритель (фазометр), применяемый для оценки относительных временных сдвигов в усилительных устройствах и содержащий два формирователя импульсов, блок выделения временного интервала и блок измерения временных сдвигов, выход которого является выходом измерителя, входом запаздывающего сигнала является вход первого
10 формирователя, входом опережающего сигнала является вход второго формирователя, выходы первого и второго формирователей подключены соответственно к первому и второму входам блока выделения временного интервала, выходы которого подключены к входам блока измерения временных сдвигов [Электрические измерения / Под ред. А.В.Фремке и Е.М.Душина. - 5-е изд., перераб. и доп.- Л.: Энергия, 1980, стр.243-244,
15 рис. 6.19 а, б].

В прототипе реализован широко известный метод измерения фазовых сдвигов и группового времени запаздывания, основанный на выделении моментов пересечения сигналами нулевой линии и измерении временного сдвига между указанными моментами - опорными временными метками. К существенному недостатку как самого метода, так и
20 устройств, его реализующих, следует отнести погрешность, обусловленную не совсем корректным определением положения временных меток как одноименных точек входного и выходного сигналов, между которыми затем измеряют временное запаздывание. Так, при изменении положения нулевой линии выходного сигнала формируемые вышеуказанным
25 путем временные метки также будут смещаться, что приведет к появлению ошибки в измерениях временного сдвига, а следовательно, и группового времени запаздывания. Причем смещение нулевой линии возможно не только в усилителях постоянного тока или в видеоусилителях, но и в усилителях переменного тока, например в усилителях аудиосигналов, так как к подобному эффекту приводит и нелинейное преобразование с последующим центрированием (то есть то, что происходит в реальных усилителях). При
30 нелинейном преобразовании в спектре выходного сигнала появляется постоянная составляющая, после удаления которой результирующий процесс на нагрузке смещается вдоль оси ординат таким образом, чтобы площади под разнополярными полуволнами оказались равными - это приводит к смещению во времени моментов формирования опорных временных меток. В результате с увеличением нелинейных искажений
35 увеличивается и ошибка измерения группового времени запаздывания. Учитывая, что искажения, как правило, растут с увеличением амплитуды входного сигнала, то оценка искомого времени запаздывания также будет зависеть от амплитуды входного сигнала, в то время как истинное значение времени группового запаздывания не меняется.

Технический результат, достигаемый при использовании настоящего изобретения,
40 состоит главным образом в повышении точности оценки группового времени запаздывания при смещении нулевой линии и нелинейных искажениях.

Технический результат достигается тем, что в измеритель группового времени запаздывания, включающий в себя блок измерения временных сдвигов, выход которого является выходом измерителя, согласно изобретению введены два блока выделения экстремума, вход первого из них является входом запаздывающего сигнала, вход второго
45 блока выделения экстремума является входом опережающего сигнала, выходы первого и второго блоков выделения экстремума подключены соответственно к первому и второму входам блока измерения временных сдвигов.

Для достижения технического результата блок выделения экстремума содержит
50 аналого-цифровой преобразователь, три регистра, два компаратора двоичных кодов, элемент И и три элемента задержки, информационный вход аналого-цифрового преобразователя служит входом блока выделения экстремума, выходом которого служит выход элемента И, выход аналого-цифрового преобразователя соединен с

информационным входом первого регистра, выход которого соединен с информационным входом второго регистра, выход которого соединен с информационным входом третьего регистра, к выходу первого регистра подключен первый вход первого компаратора, второй вход которого подключен к выходу второго регистра, первый вход второго компаратора
 5 подключен к выходу третьего регистра, а второй вход второго компаратора объединен со вторым входом первого компаратора, выходы первого и второго компараторов подключены соответственно к первому и второму входам элемента И, третий вход которого соединен с выходом первого элемента задержки, вход которого подключен к тактовому входу блока, тактовые входы аналого-цифрового преобразователя и третьего регистра объединены и
 10 также подключены к тактовому входу блока, тактовый вход первого регистра соединен с выходом второго элемента задержки, вход которого соединен с выходом третьего элемента задержки, вход которого подключен к тактовому входу блока, тактовый вход второго регистра соединен с выходом третьего элемента задержки.

Сущность изобретения поясняется графическим материалом. На фиг.1 представлена функциональная схема измерителя группового времени запаздывания с подключенным тестируемым усилителем. На фиг.2 показаны временные диаграммы, поясняющие принцип измерений. На фиг.3 представлена функциональная схема блока выделения экстремума.

Функциональная схема по фиг.1 содержит два блока 1, 2 выделения экстремума, блок 3 измерения временных сдвигов и тестируемый усилитель 4 с нагрузкой R_L . Выход
 20 усилителя 4 соединен с входом запаздывающего сигнала $y(t)$ измерителя, которым (входом) служит вход блока 1, выход которого соединен с первым входом блока 3 измерения временных сдвигов, второй вход которого соединен с выходом блока 2, вход которого является входом опережающего сигнала $x(t)$ измерителя и объединен со входом тестируемого усилителя 4, выходом τ^* измерителя является выход блока 3.

Функциональная схема (фиг.3) блока 1 (2) выделения экстремума содержит аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 5, регистры 6, 7, 8, компараторы 9, 10, элемент И 11 и элементы 12, 13, 14 задержки. Информационный вход $x(t)$, $y(t)$ АЦП 5 служит входом
 25 блока, выходом которого служит выход элемента И 11, выход АЦП 5 соединен с информационным входом регистра 6, выход которого соединен с информационным входом регистра 7, выход которого соединен с информационным входом регистра 8, к выходу регистра 6 подключен вход А компаратора 9, вход В которого подключен к выходу регистра 7, вход А компаратора 10 подключен к выходу регистра 8, а вход В компаратора 10 объединен со входом В компаратора 9, выходы компараторов 9, 10 подключены
 30 соответственно к первому и второму входам элемента И 11, третий вход которого соединен с выходом элемента 14 задержки, вход которого подключен к тактовому входу CLK блока, тактовые входы АЦП 5 и регистра 8 объединены и также подключены к тактовому входу CLK блока, тактовый вход регистра 6 соединен с выходом элемента 12 задержки, вход которого соединен с выходом элемента 13 задержки, вход которого подключен к тактовому входу CLK блока, тактовый вход регистра 7 соединен с выходом
 35 элемента 13 задержки. Выход АЦП 5, информационные входы и выходы регистров 6, 7, 8, а также входы компараторов 9, 10 являются многоуровневыми и предназначены для работы с параллельными кодами.

Временные диаграммы (фиг.2) содержат входной $x(t)$ и выходной $y(t)$ сигналы тестируемого усилителя 4 в предположении, что групповое время запаздывания равно
 45 нулю (фиг.2а), а усилитель 4 обладает свойствами нелинейного четырехполюсника; входной $x(t)$ и выходной $y(t)$ сигналы тестируемого усилителя 4 в предположении, что групповое время запаздывания отлично от нуля и равно τ (фиг.2б), а усилитель 4 обладает свойствами нелинейного четырехполюсника.

Принцип действия измерителя (фиг.1) на функциональном уровне достаточно прост и
 50 состоит в выделении блоками 1, 2 точек экстремума входного $x(t)$ и выходного $y(t)$ сигналов, а затем измерении в блоке 3 временного сдвига τ между ними. Измерение временных сдвигов между экстремумами позволяет избавиться от погрешностей, вызванных колебаниями (смещениями) нулевой линии и влиянием нелинейных искажений

на форму выходного сигнала. Из графиков, приведенных на фиг.2а, видно, что при нелинейном усилении даже при полном отсутствии временного запаздывания точки пересечения нулевой линии входным $x(t)$ и выходным $y(t)$ сигналами расположены в разных местах. Что же касается расположения экстремумов, то они при незначительных

5 нелинейных искажениях не смещаются, также как и при изменении положения нулевой линии. По указанным причинам для измерения группового времени запаздывания или фазовых сдвигов целесообразно выделять точки экстремума и измерять временное расстояние между ними, как это показано для случая моделирования нелинейного усиления случайного процесса на фиг.2б.

10 Одним из вариантов блока выделения экстремума является устройство (фиг.3), выделяющее экстремум в области положительных значений по трем смежным точкам.

Работает такое устройство следующим образом.

На вход АЦП 5 поступает подлежащий дискретизации и квантованию аналоговый сигнал, например $x(t)$, отсчеты которого последовательно потактно записываются в регистры 6,

15 7, 8. Через три первых такта от начала тактирования АЦП 5 в регистре 8 будет находиться первый отсчет $x(t_1)$, в регистре 7 - второй отсчет $x(t_2)$ и в регистре 6 - третий - $x(t_3)$. Полученные отсчеты сравниваются в компараторах 9 и 10. Если ввести оператор сравнения R , то можно показать, что компараторы 9, 10 служат для выполнения операций:

$$x(t_1)Rx(t_2) \text{ и } x(t_2)Rx(t_3)$$

или в общем виде

$$x(t_i)Rx(t_{i+1}) \text{ и } x(t_{i+1})Rx(t_{i+2}).$$

Если в процессе сравнения будет установлено, что

$$x(t_i) < x(t_{i+1}) \text{ и } x(t_{i+1}) > x(t_{i+2}),$$

то выносится решение о наличии в точке t_{i+1} экстремума. При этом на выходах

25 компараторов 9, 10 устанавливаются высокие логические уровни и соответственно возникает импульс на выходе элемента И 11. В качестве компаратора может использоваться микросхема 1564 СП1, представляющая собой трехуровневый дискриминатор, который формирует признак "больше", "меньше" при соответствующем знаке разницы входных операндов [Аванесян Г.Р., Беспалов А.А. Униполярные

30 интегральные микросхемы. Справочное пособие - М.: Радио и связь, 2003, стр.169-170].

Для корректной записи отсчетов тактовые импульсы в регистры 6, 7 подаются с некоторой задержкой относительно тактовых входов АЦП 5 и регистра 8. Наличие элементов 12, 13 задержки позволяет последовательно в пределах одного такта переписать информацию из

35 регистра 7 в регистр 8, затем из регистра 6 в регистр 7 и только после этого занести в регистр 6 новый отсчет, сформированный в данном такте на выходе АЦП 5. Время задержки элементов 12, 13 выбирают исходя из быстродействия регистров и времени преобразования $t_{пр}$ АЦП. При этом должно выполняться условие $T > t_{12} + t_{13} > t_{пр}$ (T - период следования тактовых импульсов на входе CLK, t_{12} - время задержки в элементе 12; t_{13} - время задержки в элементе 13). Элемент 14 задержки необходим для смещения момента

40 выдачи выходного импульса наличия экстремума на время, за которое информация в регистрах 6, 7, 8 успеет обновиться, то есть указанное время задержки должно быть меньше T и примерно на (10-20)% больше суммы $t_{12} + t_{13}$.

Реализованный в описанном блоке выделения экстремума алгоритм позволяет выносить решение о наличии экстремума и определять положение экстремума не в момент

45 его формирования, а только после того, как он сформировался, примерно через один такт. Однако это не означает, что в измерениях будет присутствовать систематическая ошибка, равная примерно T . Ошибки нет, так как импульсы наличия экстремума смещаются на одинаковое время как для входного, так и выходного сигналов, поэтому теоретически относительного смещения может и не быть. Разумеется на практике, для минимизации относительного смещения (рассогласования) следует синхронно управлять работой АЦП в

50 блоках 1, 2 и, кроме того, в указанных блоках параметры элементов 14 должны быть максимально одинаковыми.

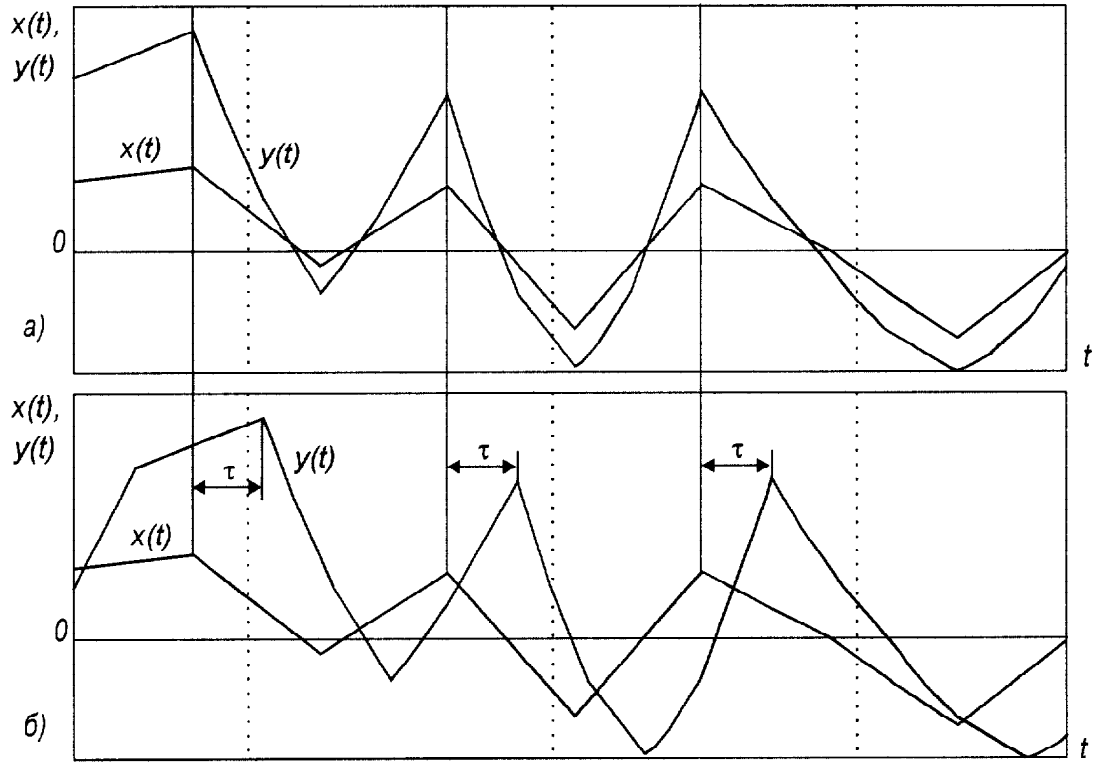
Применение описанного измерителя позволяет значительно снизить ошибки оценки

группового времени запаздывания в реальных устройствах, проявляющих нелинейные свойства, а также на выходе которых возможно смещение нулевой линии. Установлено, что даже при коэффициенте гармоник, не превышающем 6%, погрешности, вызванные некорректным выделением одноименных опорных точек путем широко применяемого клиппирования, могут достигать десятков микросекунд. В рассмотренном устройстве ввиду замены операции клиппирования на операцию выделения экстремума подобные ошибки исключены уже на методическом уровне.

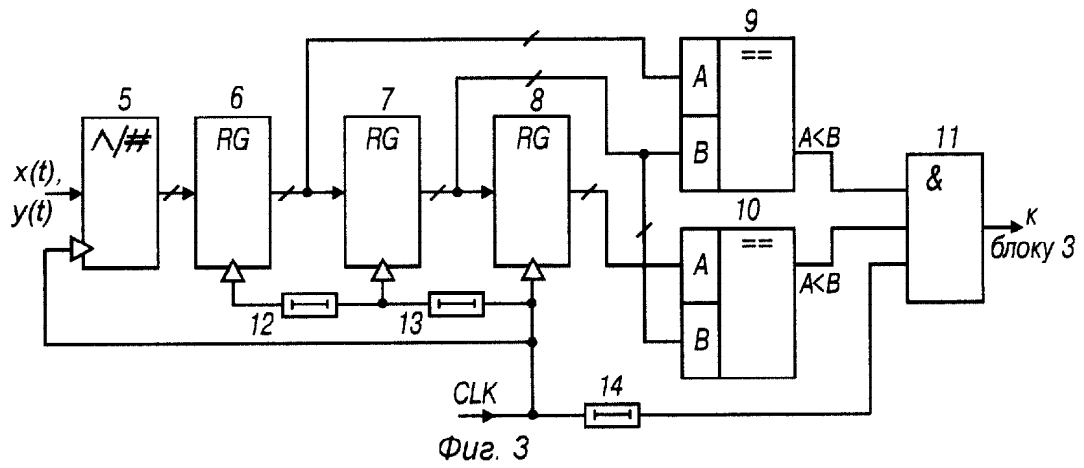
Формула изобретения

1. Измеритель группового времени запаздывания, включающий в себя блок измерения временных сдвигов, выход которого является выходом измерителя, отличающийся тем, что в него введены два блока выделения экстремума, вход первого из них является входом запаздывающего сигнала, вход второго блока выделения экстремума является входом опережающего сигнала, выходы первого и второго блоков выделения экстремума подключены соответственно к первому и второму входам блока измерения временных сдвигов.

2. Измеритель по п.1, отличающийся тем, что блок выделения экстремума содержит аналого-цифровой преобразователь, три регистра, два компаратора двоичных кодов, элемент И и три элемента задержки, информационный вход аналого-цифрового преобразователя служит входом блока выделения экстремума, выход которого служит выход элемента И, выход аналого-цифрового преобразователя соединен с информационным входом первого регистра, выход которого соединен с информационным входом второго регистра, выход которого соединен с информационным входом третьего регистра, к выходу первого регистра подключен первый вход первого компаратора, второй вход которого подключен к выходу второго регистра, первый вход второго компаратора подключен к выходу третьего регистра, а второй вход второго компаратора объединен со вторым входом первого компаратора, выходы первого и второго компараторов подключены соответственно к первому и второму входам элемента И, третий вход которого соединен с выходом первого элемента задержки, вход которого подключен к тактовому входу блока, тактовые входы аналого-цифрового преобразователя и третьего регистра объединены и также подключены к тактовому входу блока, тактовый вход первого регистра соединен с выходом второго элемента задержки, вход которого соединен с выходом третьего элемента задержки, вход которого подключен к тактовому входу блока, тактовый вход второго регистра соединен с выходом третьего элемента задержки.



Фиг. 2



Фиг. 3