



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: **2003125944/28, 26.08.2003**

(24) Дата начала действия патента: **26.08.2003**

(43) Дата публикации заявки: **10.03.2004**

(45) Опубликовано: **10.03.2005 Бюл. № 7**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы испытаний, Москва, "Миро", 1990, стр.383-388. US 6014027 A1, 11.01.2000. SU 564606 A, 28.08.1977. SU 1629873 A1, 23.02.1991. GB 635518 A, 12.04.1950.**

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):

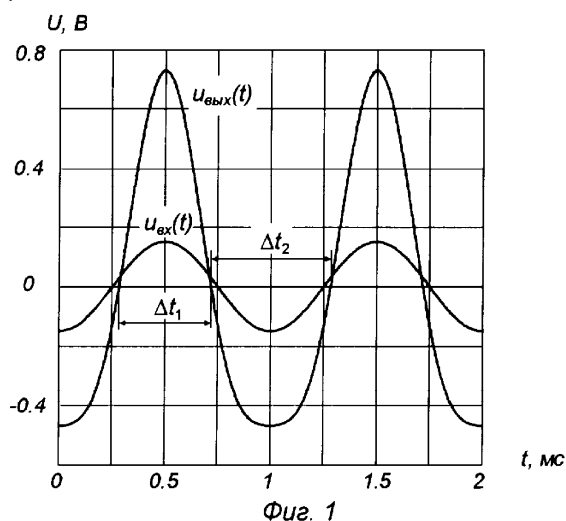
Аванесян Гарри Романович (RU)

(54) ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электрорадиоизмерений и позволяет оценивать наличие и степень гармонических искажений в усилительных трактах. Технический результат, достигаемый при использовании настоящего изобретения, заключается как в аппаратном, так и в функциональном упрощении устройства по сравнению с известными измерителями. Оценка гармонических искажений основана на измерении величины, показывающей, как отличаются друг от друга длительности положительной и отрицательной полуволн сигнала после нелинейного преобразования при условии, что исходным является гармонический процесс с постоянными параметрами. Основными узлами измерителя являются генератор синусоидального сигнала, компаратор и счетчик, служащий для отсчета разницы между информативными временными интервалами. Технический результат, достигаемый при использовании настоящего

изобретения, заключается как в аппаратном, так и в функциональном упрощении устройства по сравнению с известными измерителями. 2 н. и 1 з.п. ф-лы, 5 ил.





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: **2003125944/28, 26.08.2003**

(24) Effective date for property rights: **26.08.2003**

(43) Application published: **10.03.2004**

(45) Date of publication: **10.03.2005 Bull. 7**

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) HARMONIC DISTORTION DIGITAL METER (VERSIONS)

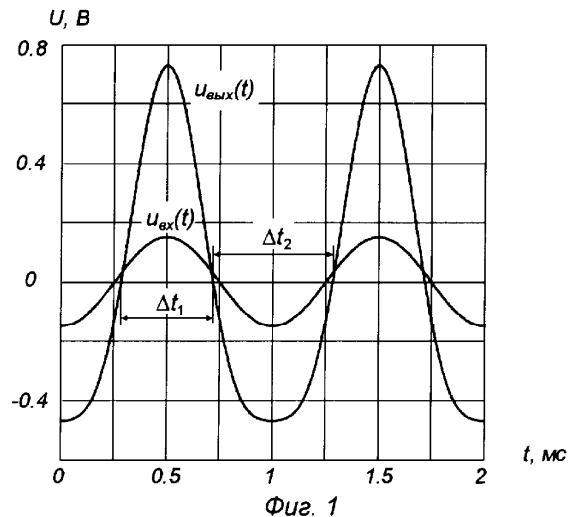
(57) Abstract:

FIELD: electric and radio measurements.

SUBSTANCE: invention allows estimating presence and degree of harmonic distortions in amplifying sections. Estimation of harmonic distortions is based upon measurement of value showing the rate of difference in duration of positive and negative half-waves of signal after the signal has been subjected to non-linear transformation at the condition that initial process has to be harmonic process with permanent parameters. Digital meter has sinusoidal signal oscillator, comparator and counter used for reading difference between informative time intervals.

EFFECT: functional simplification.

4 cl, 5 dwg



Изобретение относится к области электрорадиоизмерений и позволяет оценивать наличие и степень гармонических искажений в усилительных трактах.

В качестве прототипа выбрано классическое устройство для измерения гармонических искажений, содержащее генератор синусоидального сигнала, режекторный фильтр, два
5 блока измерения среднеквадратических значений и блок измерения отношений, выход которого является информационным выходом устройства, тестовым выходом которого служит выход генератора синусоидального сигнала, а тестовым входом служит вход режекторного фильтра, выход которого соединен с входом первого блока измерения среднеквадратических значений, выход которого соединен с первым входом блока
10 измерения отношений, второй вход которого соединен с выходом второго блока измерения среднеквадратических значений, вход которого объединен с входом режекторного фильтра [Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990, стр. 384, рис.14.146].

Измеритель - прототип служит для приближенного вычисления коэффициента гармоник K_r , выражаемого в данном случае как отношение среднеквадратического значения высших гармоник к среднеквадратическому значению всего сигнала

$$K_{r(n)} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}} 100\%,$$

20 где U_1, U_2, \dots, U_n - амплитуды гармоник.

Известно, что вычисление среднеквадратических значений сигналов несинусоидальной формы в относительно широком динамическом диапазоне приводит к построению достаточно сложных преобразователей, независимо от того, в аналоговом или цифровом
25 базисе реализуется измеритель. Безусловно, эта особенность прототипа является его существенным недостатком, так как аппаратное усложнение снижает надежность и повышает стоимость измерителей. Причем последний фактор ограничивает их широкое применение. Другим недостатком прототипа является необходимость удаления основной гармоники. От эффективности выполнения этой операции, как несложно убедиться из
30 вышеприведенной формулы, зависит точность вычислений коэффициента гармоник K_r . Важно, чтобы применяемый для этих целей режекторный фильтр не ослаблял соседние гармоники, как правило, значительно меньшие по амплитуде, чем основная гармоника.

Технический результат, достигаемый при использовании настоящего изобретения, состоит, главным образом, в упрощении измерителя.

35 Технический результат по первому варианту достигается тем, что в цифровой измеритель гармонических искажений, содержащий генератор синусоидального сигнала, выход которого является тестовым выходом измерителя, согласно изобретению введены компаратор, коммутатор, реверсивный счетчик, триггер, элемент И и инвертор, вход которого соединен с выходом компаратора, сигнальный вход которого является тестовым
40 входом измерителя, вход опорного напряжения компаратора соединен с общей шиной, первый и второй информационные входы коммутатора соединены соответственно с выходом компаратора и выходом инвертора, первый и второй информационные выходы коммутатора соединены соответственно с суммирующим и вычитающим входами реверсивного счетчика, выход переноса которого соединен с установочным входом триггера, обнуляющий вход которого является обнуляющим входом измерителя, выход
45 триггера подключен к адресному входу коммутатора, стробирующий вход которого соединен с выходом элемента И, первый вход которого является тактовым входом измерителя, а второй вход - стробирующим входом измерителя, информационным выходом которого является разрядный выход реверсивного счетчика.

50 Технический результат по второму варианту достигается тем, что в цифровой измеритель гармонических искажений, содержащий генератор синусоидального сигнала, выход которого является тестовым выходом измерителя, согласно изобретению введены компаратор, счетчик, триггер и элемент И, первый вход которого соединен с выходом компаратора, сигнальный вход которого является тестовым входом измерителя, вход

опорного напряжения компаратора соединен с общей шиной, выход элемента И соединен с вычитающим входом счетчика, выход переноса которого соединен с установочным входом триггера, обнуляющий вход которого является обнуляющим входом измерителя, тактовым входом которого является второй вход элемента И, третий вход которого является
 5 стробирующим входом измерителя, загрузочным входом которого является соответствующий вход счетчика, вход параллельной записи информации которого является эталонным входом измерителя, информационными выходами которого являются разрядный выход счетчика и выход триггера.

Кроме того, для упрощения процесса управления цифровым измерителем, между
 10 тестовым входом измерителя и стробирующим входом измерителя может быть подключен формирователь строб-сигнала.

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг.1 показаны графики, иллюстрирующие принцип оценки гармонических искажений; на фиг.2 и 4 представлены функциональные схемы двух вариантов цифровых измерителей гармонических искажений;
 15 на фиг.3 показана функциональная схема формирователя строб-сигнала.

Графики по фиг.1 содержат переменную составляющую $u_{вх}(t)$ входного синусоидального сигнала, выполняющего функции тестового, а также переменную составляющую $u_{вых}(t)$ сигнала с выхода нелинейного тракта. Временные параметры Δt_1 и Δt_2 являются
 20 длительностями соответственно положительной и отрицательной полуволн сигнала $u_{вых}(t)$.

Функциональная схема (фиг.2) цифрового измерителя гармонических искажений (вариант 1) содержит генератор 1 синусоидального сигнала, компаратор 2, коммутатор 3, реверсивный счетчик 4, триггер 5, элемент И 6, инвертор 7, формирователь 8 строб-сигнала и тестируемый усилитель 9 с сопротивлением нагрузки R_L . Выход генератора 1, являясь тестовым выходом измерителя, соединен с входом тестируемого
 25 усилителя 9, выход которого соединен с тестовым входом измерителя - сигнальным входом компаратора 2, вход опорного напряжения которого соединен с общей шиной, входы DI1 и DI2 коммутатора 3 соединены соответственно с выходом компаратора 2 и выходом инвертора 7, вход которого соединен с выходом компаратора 2, выходы DO1 и DO2 коммутатора 3 соединены соответственно с суммирующим "+1" и вычитающим "-1" входами
 30 реверсивного счетчика 4, выход Р переноса которого соединен с установочным входом триггера 5, обнуляющий вход которого является обнуляющим входом измерителя, выход триггера 5 подключен к адресному входу А коммутатора 3, стробирующий вход Е которого соединен с выходом элемента И 6, первый вход которого является тактовым входом CLK измерителя, а второй вход - стробирующим входом измерителя и соединен с
 35 выходом формирователя 8 строб-сигнала, вход которого подключен к тестовому входу измерителя, управляющий вход СО формирователя 8 служит управляющим входом измерителя.

Формирователь 8 (фиг.3) строб-сигнала состоит из входного усилителя 10, компаратора 11 с петлей гистерезиса и D-триггера 12, выход которого является выходом
 40 формирователя, входом которого служит вход усилителя 10, выход которого соединен с сигнальным входом компаратора 11, выход которого соединен с тактовым входом D-триггера 12, D-вход которого служит управляющим входом СО формирователя, вход опорного напряжения компаратора 11 соединен с общей шиной.

Функциональная схема (фиг.4) цифрового измерителя гармонических искажений (вариант 2) содержит генератор 13 синусоидального сигнала, компаратор 14, счетчик 15, триггер 16, элемент И 17, формирователь 18 строб-сигнала и тестируемый усилитель 19 с сопротивлением нагрузки R_L . Выход генератора 13, являясь тестовым выходом
 45 измерителя, соединен с входом тестируемого усилителя 19, выход которого соединен с тестовым входом измерителя - сигнальным входом компаратора 14, вход опорного напряжения которого соединен с общей шиной, выход компаратора 14 соединен с первым входом элемента И 17, выход которого соединен с вычитающим входом "-1" счетчика 15, выход Р переноса которого соединен с установочным входом триггера 16, обнуляющий
 50 вход которого является обнуляющим входом измерителя, загрузочным входом Load

которого является соответствующий вход счетчика 15, вход параллельной записи информации которого является эталонным входом DI измерителя, тактовым входом CLK которого служит второй вход элемента И 17, третий вход которого, являясь стробирующим входом измерителя, соединен с выходом формирователя 18 строб-сигнала, вход которого
5 подключен к тестовому входу измерителя, управляющий вход СО формирователя 18 служит управляющим входом измерителя.

Формирователь 18 (фиг.5) строб-сигнала состоит из входного усилителя 20, компаратора 21, триггеров 22 и 23, счетчика 24 и элемента И 25. Входом формирователя служит вход входного усилителя 20, выход которого соединен с сигнальным входом компаратора 21,
10 вход опорного напряжения которого соединен с общей шиной, выход компаратора 21 соединен с объединенными тактовым входом D-триггера 23 и первым входом элемента И 25, второй вход которого соединен с выходом D-триггера 23, D-вход которого соединен с выходом триггера 22, установочный вход которого служит управляющим входом СО формирователя, а обнуляющий вход триггера 22 соединен с выходом переноса счетчика
15 24, суммирующий вход "+1" которого соединен с выходом элемента И 25, выходом формирователя является выход D-триггера 23.

Принцип выявления и оценки гармонических искажений, используемый в рассматриваемых устройствах, предполагает вычисление разности длительностей
20 полувольт выходного тестового сигнала. В основе идеи лежат следующие предпосылки.

Если передаточная характеристика четырехполюсника имеет вид монотонной
нелинейной функции, то положительная и отрицательная полувольты входного синусоидального сигнала $u_{вх}(t)$ будут усиливаться по-разному, в зависимости от
25 меняющейся крутизны передаточной характеристики. Следовательно, на выходе четырехполюсника будет получен сигнал, напоминающий синусоиду, но имеющий различные амплитуды разнополярных полувольт. В отличие от входного сигнала $u_{вх}(t)$, указанный "несимметричный" процесс содержит в себе еще и постоянную составляющую - это следствие нелинейного преобразования. После удаления постоянной составляющей
30 выходной процесс смещается вдоль оси ординат таким образом, что площади под разнополярными полуволнами оказываются равными, а длительности, измеренные на уровне нулевой линии, уже различными. На фиг.1 приведен пример подобного нелинейного преобразования и удаления постоянной.

В качестве модели использовался четырехполюсник с квадратичной передаточной характеристикой, на вход которого подавался синусоидальный сигнал амплитудой 0,15 В. Как видно из приведенных графиков (фиг.1), длительности полувольт Δt_1 и Δt_2 выходного
35 сигнала $u_{вых}(t)$ действительно отличаются, а сам сигнал, безусловно, содержит высшие гармоники.

Рассмотрим далее, как функционирует первый из описываемых измерителей (фиг.2).

Тестовый синусоидальный сигнал, вырабатываемый генератором 1, пройдя
40 тестируемый усилитель 9, поступает на вход компаратора 2, на выходе которого образуется последовательность прямоугольных импульсов, длительности вершин которых равны длительностям положительных полувольт Δt_1 выходного сигнала $u_{вых}(t)$, а длительности пауз между ними - длительностям отрицательных полувольт Δt_2 . Для дискретной оценки модуля разности $|\Delta t_1 - \Delta t_2|$ служит реверсивный счетчик 4, импульсы на
45 который подаются через стробируемый коммутатор 3. Причем стробируется коммутатор с частотой дискретизации, задаваемой тактовой последовательностью по входу CLK и выбираемой в соответствии с требуемой погрешностью отсчета длительностей Δt_1 , Δt_2 . За время, равное одному периоду T тестового сигнала, счетчик 4 отсчитывает длительность одной полувольты, а затем уменьшает ее на длительность второй полувольты, имеющей
50 противоположный знак. В результате к концу периода T на разрядных выходах счетчика 4 сформируется код разности $|\Delta t_1 - \Delta t_2|$, отсчитанный с дискретом, задаваемым по входу CLK. Разумеется, если время наблюдения выбрать не T , а nT ($n=1, 2, \dots, N$), то на выходе реверсивного счетчика 4 через промежуток времени nT появится код, эквивалентный сумме

$$S_1 = \sum_{n=1}^N |\Delta t_{1n} - \Delta t_{2n}|_r$$

где Δt_{1n} , Δt_{2n} - длительности соответственно положительной и отрицательной полуволны сигнала $u_{\text{ввых}}(t)$ в n -ый период.

После усреднения указанная сумма разностей может использоваться как числовой показатель гармонических искажений δ , то есть $\delta = S_1/N$. Конечно, если позволяют помеховая ситуация и предъявляемые к точности результатов требования, то разность $|\Delta t_1 - \Delta t_2|$ можно и не усреднять, что позволит получить оценку гармонических искажений достаточно быстро за время T .

В схеме по фиг.2 работа реверсивного счетчика 4 в режиме последовательного счета предполагает вначале сложение, а затем вычитание. Это означает, что с началом измерений на обнуленный счетчик подается пакет импульсов длительностью Δt_1 на вход "+1", а по окончании этого пакета - на вход "-1" новый пакет длительностью Δt_2 . Исходя из нашего примера $\Delta t_1 < \Delta t_2$, видно, что из операнда с меньшим значением вычитается операнд с большим значением. Разность будет отрицательной, а к концу периода T на разрядных выходах счетчика 4 будет представлен код, соответствующий величине

$$P = \left(\frac{|\Delta t_2 - \Delta t_1|}{T_0} \right)_r$$

где P - коэффициент пересчета счетчика 4;

T_0 - период следования тактовых импульсов CLK.

Во избежание подобной ситуации, когда результат смещается на величину коэффициента пересчета P , на вход "+1" следует всегда подавать больший по длительности пакет импульсов, чем на вход "-1". Для выполнения этого требования в схему и введен коммутатор 3.

Коммутация происходит следующим образом. В исходном, начальном состоянии на адресном входе коммутатора 3 установлен уровень логического нуля - это соответствует коммутации на выход DO1 входа DI1 и на выход DO2 входа DI2. Строб-сигнал, заполненный тактовыми импульсами, поступает на вход Е коммутатора 3 с началом положительной полуволны сигнала $u_{\text{вх}}(t)$. Так как $\Delta t_1 < \Delta t_2$, то через некоторое время, меньшее периода T , на выходе Р переноса счетчика 4 сформируется импульс переноса, показывающий, что счетчик в режиме вычитания (обратного счета) обнуляется. Импульс переноса запоминается триггером 5, который устанавливает на адресном входе А коммутатора 3 высокий логический уровень и таким образом меняет направления следования входных сигналов. Теперь вход DI1 коммутируется на выход DO2, а вход DI2 - на выход DO1. После такой перекоммутации на суммирующий вход "+1" обнуленного счетчика 4 начинает поступать остаток пакета длительностью Δt_2 , который (остаток) равен разности $\Delta t_2 - \Delta t_1$. В итоге к концу интервала T счетчик 4 зафиксирует модуль разности $|\Delta t_1 - \Delta t_2|$, а со следующим периодом тестового сигнала на вход "+1" счетчика 4 будет подаваться уже пакет большей длительности, чем на вход вычитающий, что и обеспечит условие, при котором разность операндов всегда будет положительной.

Для корректного управления работой измерителя (фиг.2) строб-сигнал должен иметь длительность, кратную периоду T тестового синусоидального сигнала, вырабатываемого генератором 1. Начало строб-сигнала, представляющего собой прямоугольный импульс, должно совпадать с началом генерации положительной полуволны выходного сигнала $u_{\text{ввых}}(t)$. В качестве формирователя строб-сигнала для вышеописанного измерителя (фиг.2) может быть использована достаточно простая структура, представленная на фиг.3 и подключаемая как показано на схеме (фиг.2) штриховыми линиями. Запуск измерителя осуществляют по входу СО формирователя 8 подачей высокого логического уровня, который поддерживается таким до предполагаемого окончания интервала наблюдения. При этом триггер 12 переходит в состояние логической "1" на выходе только в момент

формирования переднего фронта импульса на выходе компаратора 11, на сигнальный вход которого поступает исследуемый процесс $u_{\text{вых}}(t)$. Для увеличения крутизны сигнала $u_{\text{вых}}(t)$, в частности, в области пересечения с пороговым уровнем компаратора 11, необходимой для сокращения интервала нестабильного срабатывания компаратора 11, служит входной усилитель 10. Кроме того, стабилизировать момент срабатывания компаратора 11 и избежать серии коротких ложных импульсов на его выходе можно и введением в него петли гистерезиса.

Второй вариант измерителя (фиг.4) отличается от первого прежде всего тем, что вместо сравнения между собой длительностей разнополярных составляющих сигнала $u_{\text{вых}}(t)$ сравнивают длительности положительных полувольт сигнала $u_{\text{вых}}(t)$ с заранее записанным в память устройства эталонным значением. Сравнение происходит в счетчике 15 путем вычитания из ранее занесенного в него кода суммы длительностей положительных полувольт. То есть счетчик 15 служит для реализации функции

$$S_2 = \frac{nT}{2} - \sum_{n=1}^M \Delta t_{1,n}$$

где $\frac{nT}{2}$ эталонный код, определяющий суммарную за n периодов длительность

положительных полувольт, которые, в свою очередь, для гармонического процесса равны половине периода T .

Отметим, что выбор эталона для сравнения является сугубо условным и в настоящем примере рассмотрен лишь один из возможных случаев.

Сумма S_2 используется для вычисления числового показателя гармонических искажений $\delta_0 = S_2/N$, представляющего собой среднее отклонение от эталонного значения полупериода тестового сигнала. Правоммерно предположить, что сумма S_2 может иметь и отрицательный знак. В этом случае на выходе P переноса счетчика 15 появится соответствующий импульс, переводящий в состояние высокого логического уровня триггер 16, на выходе которого и фиксируется признак переноса P . При этом состояние счетчика 15, определенное еще и коэффициентом пересчета P , будет представлено кодом числа

$$P - \frac{1}{T_0} \left| \frac{nT}{2} - \sum_{n=1}^M \Delta t_{1,n} \right|$$

Следовательно, если по окончании измерений на выходе P триггера 16 устанавливается логическая "1", то для вычисления суммы S_2 необходимо зафиксированный на выходе счетчика 15 код вычесть из величины P .

Эталонный код, кратный полупериоду $T/2$ тестового сигнала, записывается в счетчик 15 перед началом измерений по входу DI подачей импульса загрузки на вход $Load$. Указанный код может поступать как по внешней шине, так и храниться в специально выделенном для него эталонном регистре, разрядные выходы которого соединяют с разрядными входами DI счетчика 15.

Второй вариант измерителя (фиг.4) отличается от первого еще и тем, что длительность τ строб-сигнала должна быть строго определенной и вычисляться как $\tau = nT$. Объясняется это тем, что за время τ должно пройти именно столько периодов n тестового сигнала, сколько закодировано в эталонном коде. Для формирования заданного, указанными условиями, временного интервала можно использовать схему, показанную на фиг.5, где усилитель 20, компаратор 21 и триггер 23 выполняют те же функции, что и в ранее рассмотренном формирователе по фиг.3. Отсчет требуемой длительности строб-сигнала ведет счетчик 24, коэффициент пересчета которого выбирают таким образом, чтобы по окончании N периодов на его выходе переноса появился бы импульс, обнуляющий триггер 22.

Внешние сигналы, управляющие работой измерителя (фиг.4, 5), подают в следующем порядке. Перед началом цикла измерений всю последовательную логику, кроме счетчика 15, обнуляют. Далее на вход $Load$ подают импульс загрузки для записи эталонного кода.

Начало цикла измерений определяется моментом прихода на вход СО короткого импульса запуска, действие которого должно прекратиться до окончания цикла. Что же касается тактовых импульсов CLK, то для упрощения процесса управления подача их может быть непрерывной, а частота определяется требуемой точностью измерения временных интервалов (это относится как к первому, так и ко второму измерителям). Отметим также, что параметр $\frac{nT}{2}$ имеет размерность времени. Следовательно, код, непосредственно записываемый в счетчик 15, должен быть эквивалентен числу $\frac{nT}{2T_0}$. Разумеется,

параметры S_1 и S_2 , фиксируемые на разрядных выходах соответственно счетчиков 4 (фиг.2) и 15 (фиг.4), будут представлять собой число импульсов, пропорциональное искомому временным показателям. Поэтому для перевода зафиксированных чисел во временную область их следует умножить на период T_0 .

Касаясь вопросов реализации измерителей, заметим, что связь тестируемых усилителей 9, 19 с компараторами 2, 14 должна быть только по переменному току. По этой причине, если в схемах тестируемых усилителей не предусмотрено подключение нагрузки через распределительный конденсатор, то его необходимо включить в цепь между выходом усилителя и входом измерителя.

Коммутатор 3 может быть построен на основе микросхемы 1533КП18 [Аванесян Г.Р., Левшин В.П. Интегральные микросхемы ТТЛ, ТТЛШ: Справочник. - М.: Машиностроение, 1993, стр. 129]. Для этого вывод №2 (DI00) указанной микросхемы следует соединить с выводом №6 (DI11), а вывод №3 (DI01) с выводом №5 (DI10). Входом DI1 при этом (фиг.2) будут являться объединенные выводы №2, №6, а входом DI2 - выходы №3, №5, выходы - выходы №4 и №7. Кроме того, при включении этой микросхемы в рассмотренный измеритель следует иметь в виду, что у нее вход E и выходы DO инвертирующие. Поэтому при необходимости в коммутаторе 3 следует предусмотреть дополнительное инвертирование разрешающего и выходных сигналов. В качестве реверсивного счетчика 4, а также счетчика 15 с параллельной загрузкой данных можно применить счетчики 1533ИЕ7. При разработке принципиальных схем следует учесть наличие у счетчиков 1533ИЕ7 только инвертирующих входов "+1" (CU), "-1" (CD), L и выходов переноса.

Формула изобретения

1. Цифровой измеритель гармонических искажений, содержащий генератор синусоидального сигнала, выход которого является тестовым выходом измерителя, отличающийся тем, что в него введены компаратор, коммутатор, реверсивный счетчик, триггер, элемент И и инвертор, вход которого соединен с выходом компаратора, сигнальный вход которого является тестовым входом измерителя, вход опорного напряжения компаратора соединен с общей шиной, первый и второй информационные входы коммутатора соединены соответственно с выходом компаратора и выходом инвертора, первый и второй информационные выходы коммутатора соединены соответственно с суммирующим и вычитающим входами реверсивного счетчика, выход переноса которого соединен с установочным входом триггера, обнуляющий вход которого является обнуляющим входом измерителя, выход триггера подключен к адресному входу коммутатора, стробирующий вход которого соединен с выходом элемента И, первый вход которого является тактовым входом измерителя, а второй вход стробирующим входом измерителя, информационным выходом которого является разрядный выход реверсивного счетчика.

2. Цифровой измеритель гармонических искажений, содержащий генератор синусоидального сигнала, выход которого является тестовым выходом измерителя, отличающийся тем, что в него введены компаратор, счетчик, триггер и элемент И, первый вход которого соединен с выходом компаратора, сигнальный вход которого является тестовым входом измерителя, вход опорного напряжения компаратора соединен с общей

шиной, выход элемента И соединен с вычитающим входом счетчика, выход переноса которого соединен с установочным входом триггера, обнуляющий вход которого является обнуляющим входом измерителя, тактовым входом которого является второй вход элемента И, третий вход которого является стробирующим входом измерителя, загрузочным входом которого является соответствующий вход счетчика, вход параллельной записи информации которого является эталонным входом измерителя, информационными выходами которого являются разрядный выход счетчика и выход триггера.

3. Цифровой измеритель гармонических искажений по пп.1, 2, отличающийся тем, что между тестовым входом измерителя и стробирующим входом измерителя подключен формирователь строб-сигнала.

15

20

25

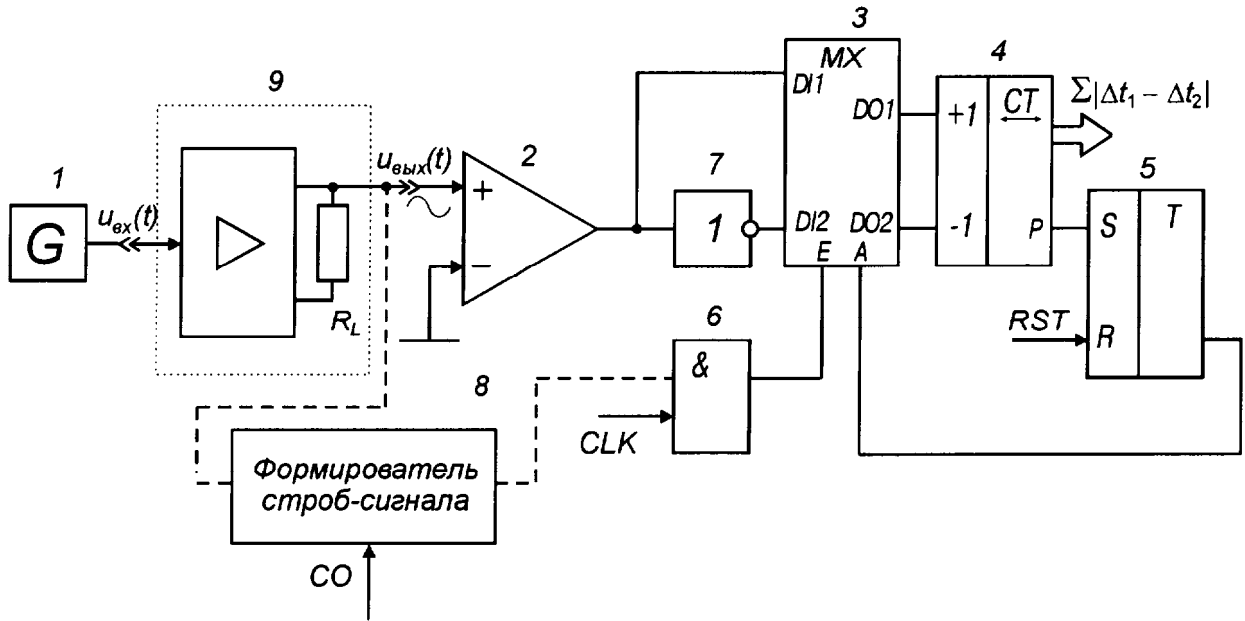
30

35

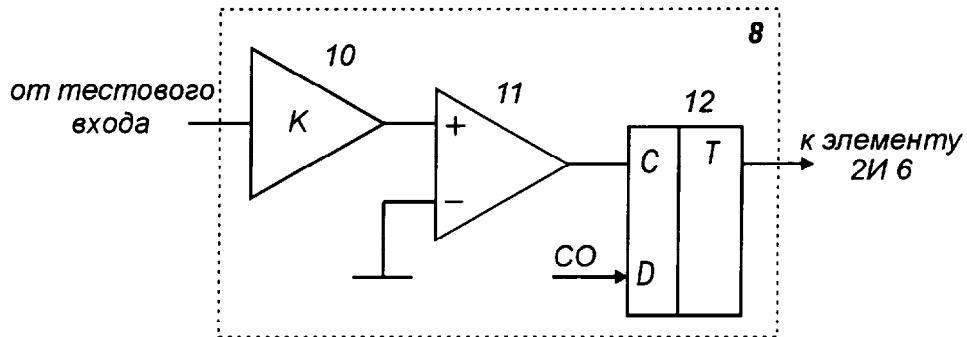
40

45

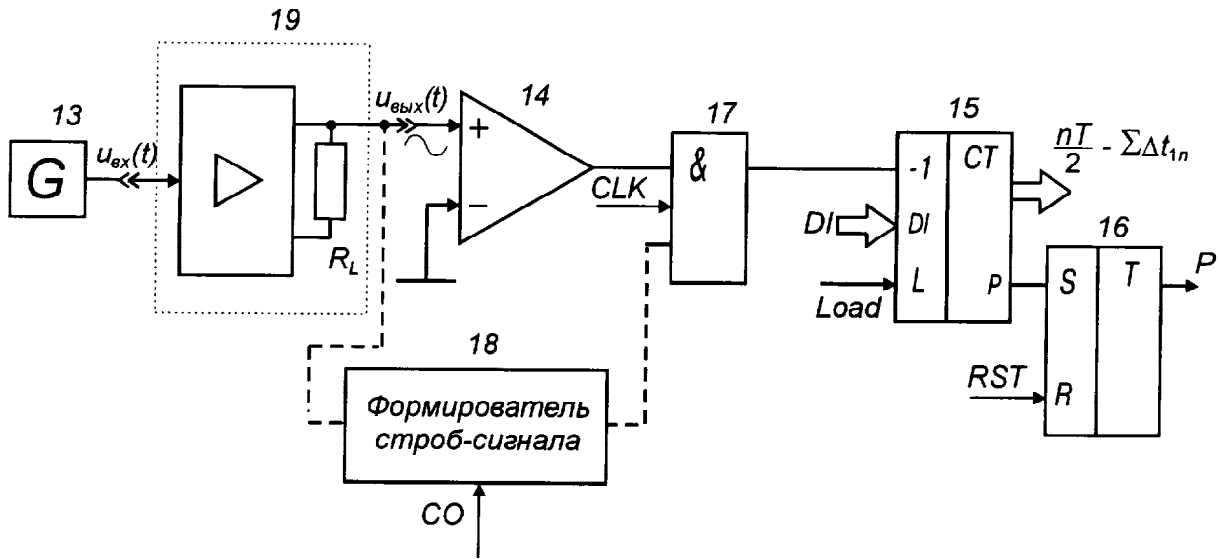
50



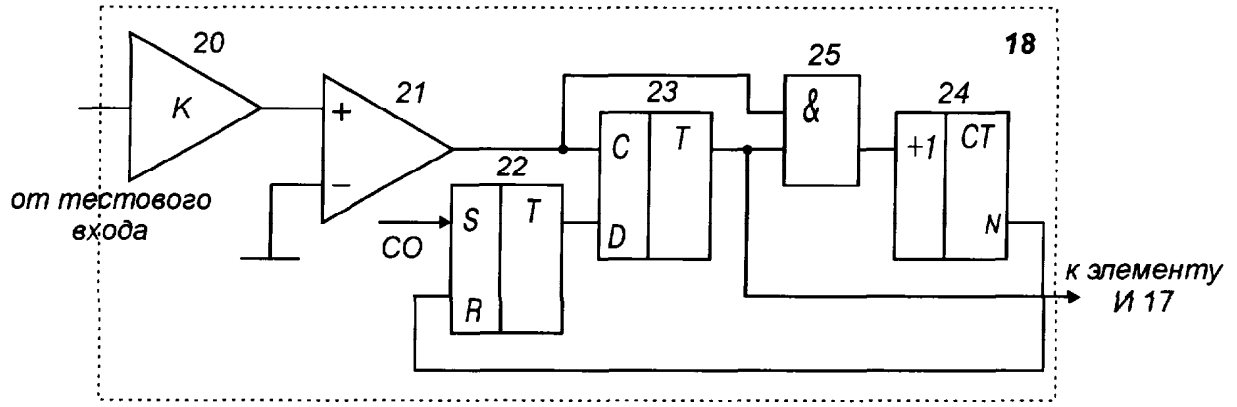
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5