



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву №505127
(22) Заявлено 01.11.77 (21) 2538962/18-21
с присоединением заявки № -
(23) Приоритет -
Опубликовано 25.06.80. Бюллетень № 23
Дата опубликования описания 25.06.80

(11) 742829

(51) М. Кл.²
G 01 R 29/02
H 03 K 13/20

(53) УДК 621.325
(088.8)

(72) Автор
изобретения

Ю. С. Шмалий

(71) Заявитель

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ ВРЕМЕНИ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА УСТАНОВЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ

1

Изобретение относится к технике автоматического измерения динамических параметров различных объектов и может быть использовано для измерения времени переходного процесса сигналов с частотно-импульсной модуляцией.

Известно устройство для измерения времени переходного процесса установления частоты, содержащее реверсивный счетчик, входы которого через первый и второй ключи и соответствующие формирователи подключены к источникам исследуемой и опорной частоты, а выход соединен с входом триггера, управляющего первым и вторым ключами, устройство усреднения, устройство сравнения с источником регулируемого опорного напряжения на одном входе и цифровые часы, вход которых соединен с выходом устройства сравнения, второй вход которого через устройство усреднения подключен к выходу триггера [1].

Недостатком этого устройства является низкая точность измерения из-за неоднозначности отсчета времени окончания переходного процесса.

Цель изобретения - повышение точности измерений кратковременных пере-

2

ходных процессов установления частоты посредством усреднения последовательно получаемых результатов измерений.

Для этого в предлагаемый измеритель времени переходного процесса установления частоты введены второе устройство усреднения, регистратор и блок управления, два выхода которого соединены соответственно с входами установки "нуля" и "единицы" триггера, а его два входа соединены соответственно с управляющими входами первого и второго ключей, при этом третий вход блока управления подключен к выходу реверсивного счетчика, а его четвертый вход соединен с входом стартового импульса цифровых часов, выход которых через второе устройство усреднения подключен к входу регистратора.

На фиг. 1 приведена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - временная диаграмма работы известного измерителя при кратковременном аperiodическом переходном процессе, время установления которого составляет несколько периодов исследуемой частоты; на фиг. 3 - аналогич-

5
10
15
20
25
30

ная временная диаграмма для предлагаемого измерителя; на фиг. 4 - временная диаграмма, характеризующая зависимость погрешности измерений от времени задержки стартового импульса.

Устройство содержит формирователи сигналов 1 и 2 измеряемой эталонной частоты, первый 3 и второй 4 ключи, реверсивный счетчик 5, триггер 6, первое устройство усреднения 7, элемент сравнения 8, цифровые часы 9, источник 10 регулируемого опорного напряжения, блок управления 11, второе устройство усреднения 12 и регистратор 13.

Известный измеритель обеспечивает необходимую точность измерения времени переходного процесса установления частоты при монотонной зависимости времени установления и значительной длительности.

В этом случае погрешность измерений не зависит от начального состояния триггера. После подачи питания начальное состояние триггера может быть произвольно, но дальнейшее его состояние подчинено жесткой логике.

Однако к моменту последующих изменений состояние триггера опять будет произвольно, что влияет на погрешность измерения кратковременных переходных процессов установления частоты известным измерителем.

Поясним сказанное с помощью фиг. 2.

На фиг. 2а показан аperiodический переходной процесс входного сигнала; на фиг. 2б - переходной процесс установления исследуемой частоты f_x ; на фиг. 2в - импульсы эталонной частоты $f_{эт}$; на фиг. 2г - сигнал на выходе триггера 6, если счет импульсов начинается с исследуемой частоты f_x ; на фиг. 2д - сигнал на выходе триггера, если счет импульсов реверсивным счетчиком 5 начинается с эталонной частоты $f_{эт}$ при числе импульсов переполнения, равном двум; на фиг. 2е и ж - результат измерения длительности переходного процесса для двух следующих один за другим случаев измерения в первом случае, начиная с момента измерения исследуемой частоты, а во втором эталонной частоты; на фиг. 2 и - импульс "Старт", поступающий на цифровые часы.

Из приведенных фиг. 2е, ж видно, что для двух логических состояний триггера имеются два различных результата измерения времени переходного процесса установления частоты.

При измерении кратковременных переходных процессов известный измеритель дает значительную погрешность.

В предлагаемом измерителе точность измерений увеличена благодаря усреднению получаемых интервалов времени (см. фиг. 2е и ж).

Предлагаемый измеритель работает следующим образом.

Исследуемая частота времени установления переходного процесса, которой требуется измерить, поступает через формирователь 1 и ключ 3 на вход реверсивного счетчика 5, на вход которого поступает также эталонная частота $f_{эт}$ через формирователь 2 и ключ 4. Ключи 3 и 4 управляются разными выходами триггера 6. В произвольный момент времени может быть открыт только один из ключей 3 или 4 в зависимости от уровня выходного сигнала триггера 6. Последний изменяет свое состояние при приходе на его счетный вход импульса переполнения с выхода реверсивного счетчика 5 или при приходе на его разделные входы сигналов с выходов блока управления 11.

В зависимости от начального состояния триггера 6 реверсивный счетчик 5 просчитывает каждый раз до своего переполнения либо импульсы исследуемой частоты, либо импульсы эталонной частоты. В результате на выходе триггера 6 образуется последовательность широтно-модулированных импульсов, длительность которых зависит от исследуемой частоты, а промежутки времени между ними постоянны и определяются постоянством эталонной частоты.

После усреднения последовательности широтно-модулированных импульсов на выходе устройства усреднения 7 получается постоянное напряжение, значение которого однозначно зависит от их исследуемой частоты. При монотонном изменении исследуемой частоты значение этого напряжения также монотонно изменяется. При достижении исследуемой частотой заданного значения, соответствующего окончанию времени установления переходного процесса, напряжение на выходе устройства усреднения 7 достигает соответствующего уровня источника опорного напряжения 10. После этого срабатывает элемент сравнения 8 и выдает стоп-импульс на цифровые часы 9 и блок управления 11, разрешающий переброс триггера 6 в состояние, противоположное первоначальному. Цифровые часы запускаются в момент начала переходного процесса, поэтому после прихода стоп-импульса они останавливаются, выдавая в устройство усреднения 12 импульс длительности переходного процесса установления частоты, который фиксируется регистратором 13.

Перед началом измерения блок управления 11 анализирует состояние выходных уровней триггера 6. Первый импульс переполнения с выхода реверсивного счетчика 5 запрещает блоку управления 11 анализ состояния триггера 6. При этом в блоке управления 11 запоминается начальное состояние триггера 6 и подготавливается команда на его переброс. Выдача команды осу-

ществляется после прихода импульса разрешения с выхода элемента сравнения 8 после окончания первого цикла измерения времени переходного процесса. После переброса триггера 6 в состояние, противоположное первоначальному, измеритель готов к проведению следующего цикла измерения, задаваемого стартовым импульсом по входу цифровых часов 9.

Измерения проводятся попеременно, начиная либо с частоты f_x , либо с частоты $f_{эТ}$, что исключает неоднозначность отсчета времени окончания переходного процесса установления частоты. На выходе устройства усреднения 12 накапливается информация об усредненном значении времени переходного процесса за все циклы измерения, которая регистрируется регистратором 13.

Точность измерения может быть повышена, если реверсивный счетчик 5 выполнить с регулируемым переполнением. В этом случае измерение времени переходного процесса проводится аналогично для каждого значения переполнения.

При измерениях значение эталонной частоты может быть меньше или больше заданного установившегося значения исследуемой частоты, от разных частотных датчиков. В этом случае, чтобы не подстраивать источник эталонной частоты можно осуществить регулировку опорного уровня источника опорного напряжения 10, проградуйровав его органом регулировки в значениях частоты. Тогда перестройка измерителя при смене частотных датчиков сведется лишь к повороту ручки до заданной отметки на шкале регулировочного органа источника опорного напряжения 10.

Работа устройства поясняется временными диаграммами, приведенными на фиг. 3.

На фиг. 3а показана кривая переходного процесса; на фиг. 3б - переходной процесс установления исследуемой частоты f_x ; на фиг. 3в - импульсы эталонной частоты $f_{эТ}$; на фиг. 3г - сигнал на выходе триггера, если счет импульсов реверсивным счетчиком 5 начинается с исследуемой частоты f_x ; на фиг. 3д - сигнал на выходе триггера, если счет импульсов реверсивным счетчиком начинается с эталонной частоты $f_{эТ}$; на фиг. 3е и ж - промежуточный для предлагаемого измерителя результат измерения длительности переходного процесса установления частоты для двух следующих один за другим случаев измерения: в первом случае, начиная с момента измерения исследуемой частоты, а во втором - эталонной частоты с выхода цифровых часов 9; на фиг. 3 и - стартовый импульс, поступающий на блок управле-

ния цифровыми часами 9; на фиг. 3 з - конечный усредненный результат измерения длительности переходного процесса установления частоты на выходе устройства усреднения 12.

(На фиг. 2 и 3 обратный переходный процесс не показан).

Из сравнения временных диаграмм работы на фиг. 2 и 3 видно, что к моменту подачи стартового импульса триггер 6 может находиться в одном из двух логических состояниях "1" и "0" (см. фиг. 2г, д и 3г, д).

Если к моменту подачи импульса "Старт" триггер 6 находится в положении "1", то счет импульсов реверсивным счетчиком 5 начнется с исследуемой частоты f_x (см. фиг. 2б и 3б). При этом сигнал на выходе триггера 6 соответствует эякурам на фиг. 2г и 3г, а измеренная цифровыми часами 9 длительность переходного процесса соответствует точке t_1 на фиг. 2е и 3е.

Если к моменту подачи стартового импульса триггер 6 находится в положении "0", то счет импульсов реверсивным счетчиком 5 начнется с эталонной частоты $f_{эТ}$ (см. фиг. 2в и 3в). При этом сигналы на выходе триггера 6 соответствуют эякурам 2д и 3д, а измеренная цифровыми часами 9 длительность переходного процесса соответствует точке t_2 (см. фиг. 2ж и 3ж).

Из изложенного видно, что для двух логических состояний триггера получают два различных результата измерения времени переходного процесса установления частоты, соизмеримого с несколькими периодами исследуемой частоты, как при измерении известным, так и предлагаемым измерителями. Однако для известного измерителя результат измерения t_1 или t_2 является конечным результатом, а для предлагаемого - промежуточными результатами измерения, которые затем усредняются вторым устройством усреднения 12. Конечный результат измерения времени переходного процесса установления частоты показан на фиг. 3з.

Погрешность измерений в значительной мере зависит от синхронизации стартового импульса с логическими уровнями установки начального положения триггера и с импульсами исследуемой частоты.

В предлагаемом измерителе стартовый импульс формируется только после установки триггера в надлежащее состояние, окончания регистрации длительности переходного процесса регистратором 13 и окончания обратного переходного процесса. Этим устраняется элемент случайности в выборе начального состояния триггера и решается задача временного расположения стартового импульса с логическими уровнями

ми установки начального положения триггера.

В предлагаемом измерителе подача стартового импульса синхронизируется передним фронтом импульсов исследуемой частоты с регулируемой задержкой, т.е. синхронизация по переднему фронту осуществляется со сдвигом на величину τ_n после каждого двух измерений, где τ время задержки синхронизации, n - число пар измерений. Время задержки τ должно быть в несколько раз меньше периода исследуемой частоты и выбирается из конкретных условий схемной реализации источника стартового импульса (на фиг. 1 не показан).

Зависимость погрешности измерений от времен задержки синхронизации показано на фиг. 4.

На фиг. 4г, д приведены диаграммы сигналов на выходе триггера б, на которых несколько последовательных циклов измерения расположены один под другим, причем начала переходных процессов совмещены (для наглядности). Условно считают, что отсчет времени переходного процесса заканчивается при достижении импульсами "г", "д" определенной длительности. Следовательно, изменяя задержку синхронизации стартового импульса относительно переднего (заднего) фронта импульса исследуемой частоты на величину τ_n в двух ближайших циклах измерения, получают различные значения времени переходного процесса (точки t_2, t_1, t_3, t_4 , на фиг. 4з).. Точкам $t_1 - t_4$ могут соответствовать значения измеренного времени переходного процесса в известном измерителе. Точке t_{cp} соответствует результат измерения предлагаемым измерителем.

В известном измерителе, в котором не предусмотрена синхронизация стартового импульса с логическими уровнями установки начального положения триггера и с импульсами исследуемой частоты, может произойти случайная синхронизация стартового импульса по переднему или по заднему фронту импульса измерения со значительной ошибкой и тем самым может создаться видимость достоверности результата (методическая ошибка).

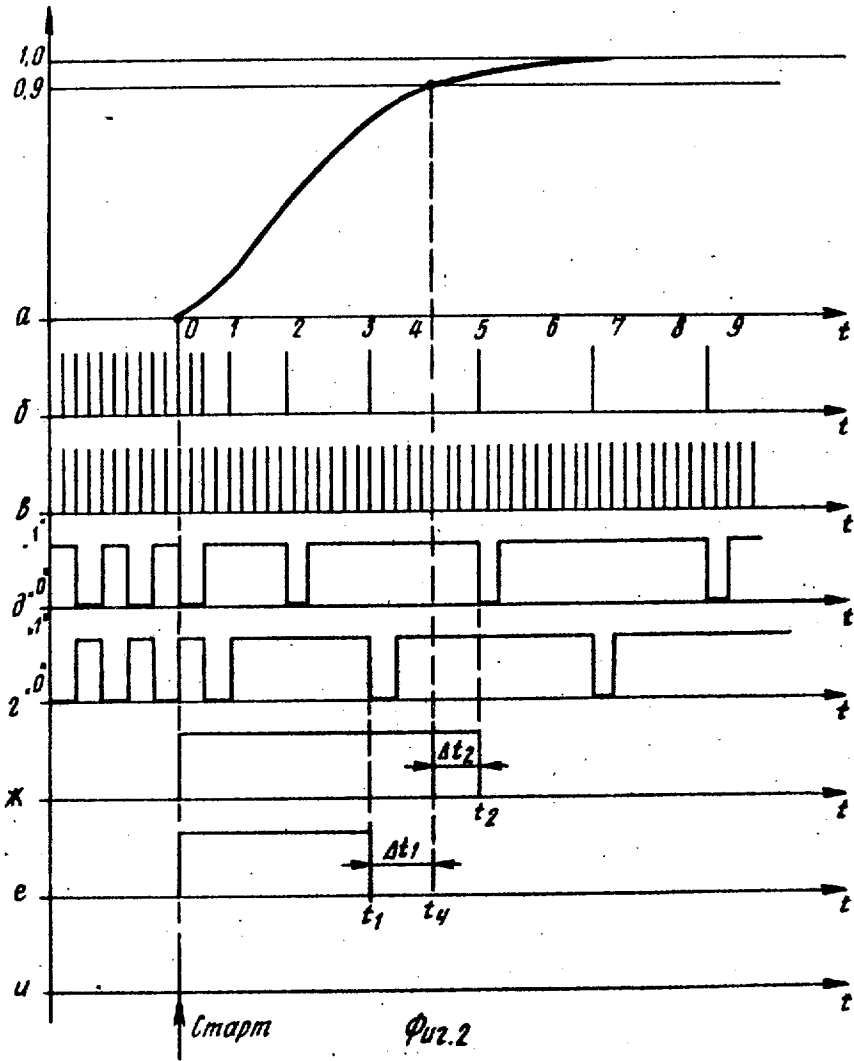
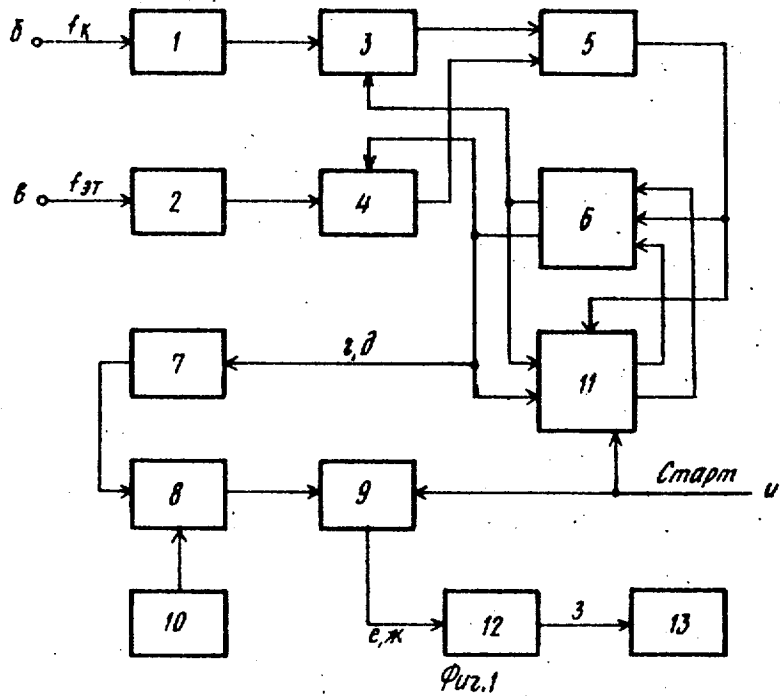
В предлагаемом измерителе введение синхронизации стартового импульса относительно переднего или заднего фронта импульса исследуемой частоты позволяет уменьшить вероятностную и исключить методическую ошибки измерения.

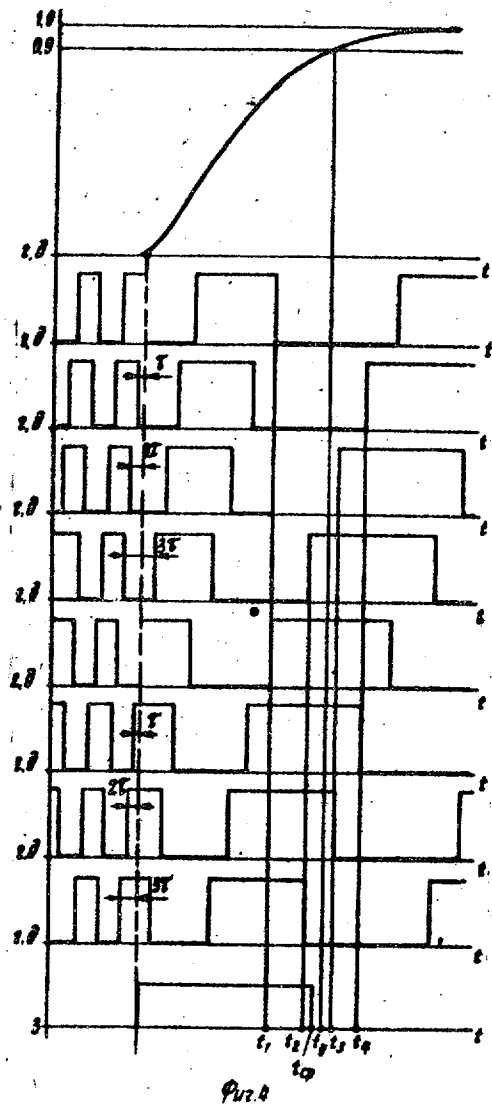
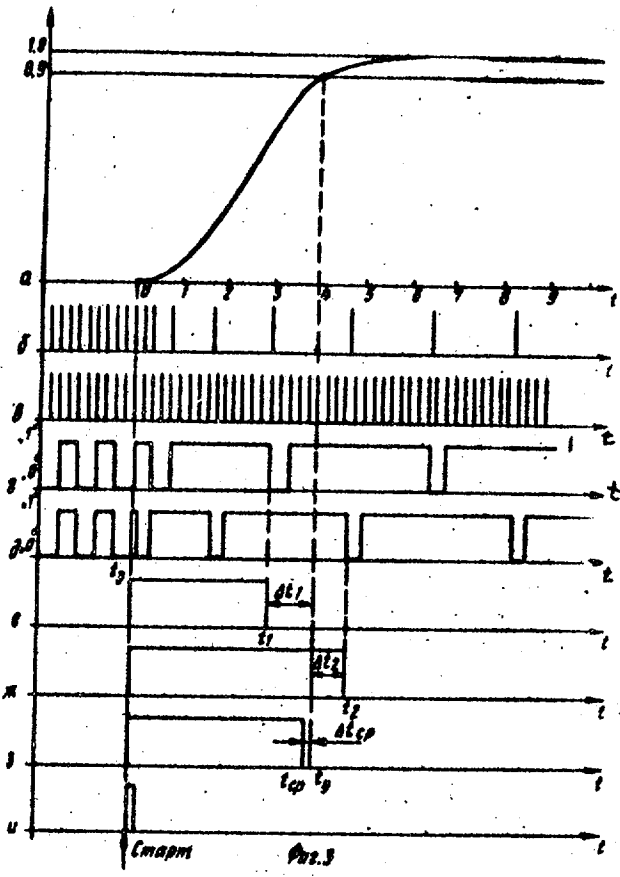
Для исключения методической ошибки в предлагаемом измерителе каждый последующий импульс "Старт" через устройство управления 11 перебрасывает триггер б в противоположное предыдущему состояние. Например, на фиг. 3д видно, что после подачи стартового импульса триггер б находится в том же состоянии, что и в предыдущем цикле измерения. При этом устройство управления 11 перебрасывает триггер б в противоположное состояние (см. на фиг. 3д точка t_3). Если после подачи стартового импульса триггер б находится в противоположном предыдущему состоянии, то переброса триггера не происходит.

Предложенный измеритель повышает точность измерения кратковременных переходных процессов 6-8 раз.

Формула изобретения

Измеритель времени переходного процесса установления частоты по авт. св. № 505127, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения кратковременных переходных процессов установления частоты посредством усреднения последовательно получаемых результатов измерений, в него введены второе устройство усреднения, регистратор и блок управления, два выхода которого соединены соответственно с входами установки "нуля" и "единицы" триггера, а его два входа соединены соответственно с управляющими входами первого и второго ключей, при этом третий вход блока управления подключен к выходу реверсивного счетчика, а его четвертый вход соединен с входом стартового импульса цифровых часов, выход которых через второе устройство усреднения подключен к входу регистратора.





Редактор П.Горькова
 Составитель Л.Муранов
 Техред М.Петко
 Корректор М. Пожо

Заказ 3455/40
 Тираж 1019
 Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП 'Патент', г. Ужгород, ул. Проектная, 4