



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 815666

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 28.06.79 (21) 2786741/24-07

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 23.03.81, Бюллетень № 11

Дата опубликования описания 23.03.81

(51) М. Кл.³

G 01 R 23/07//
H 03 K 5/22//
H 02 M 5/16

(53) УДК 621.314.
.26(088.8)

(72) Автор
изобретения

А. П. Инешин

(71) Заявитель

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ
СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

1

Изобретение относится к электро-технике и может быть использовано для автоматического измерения или регулирования частоты выходного напряжения переменного тока статических или электромашинных источников питания автономного бортового электрооборудования судов и самолетов.

Известны устройства преобразования частоты в электрический аналоговый сигнал постоянного тока, содержащие измеритель девиации частоты на последовательном резонансном контуре, фазовый детектор и выходной фильтр, в том числе предназначенные для использования в системах автоматического регулирования частоты [1].

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является мостовой фазочувствительный измерительный орган частоты [2].

Схема известного устройства содержит входной трансформатор, первичная обмотка которого связана с выходом измеряемого источника частоты. Две идентичные вторичные обмотки с выводами своих средних точек связаны между собой по крайним выводам с одной стороны двумя последователь-

2

но включенными резисторами, а с другой — конденсатором и первичной обмоткой дросселя последовательного измерительного резонансного контура. Дроссель имеет также две идентичные вторичные обмотки, средние точки которых, шунтированные конденсатором, образуют выходную цепь сглаженного выходного напряжения постоянного тока устройства. К средним точкам этих обмоток так же подключены последовательно резисторы, точка соединения которых связана с точкой соединения первых, выше упомянутых резисторов, а к крайним точкам обмоток дросселя подсоединены вентили, попарно образующие две схемы выпрямления, однополярные выходные выводы которых положительной полярности связаны со средними точками вторичных обмоток трансформатора. При необходимости получения выходного широко-импульсного сигнала устройства применяется дополнительная цепь формирования вспомогательного напряжения переменного тока треугольной формы, образованная третьей вторичной обмоткой трансформатора, нагруженной через балластное сопротивление на параллельно соединенные

цепочки из двух встречно включенных ограничительных стабилитронов, резистора и конденсатора. Выход этой цепи последовательно включают с выходом измерительного устройства и подключают ко входу выходного формирующего полупроводникового элемента, например транзисторного усилителя.

В статическом установившемся режиме работы величина и полярность сигнала на выходе преобразователя определяется сдвигом фаз между напряжением питания и током резонансного контура (точнее падением напряжения, создаваемым этим током на включенных в цепь контура сопротивлениях). Фазочувствительные схемы выпрямления включены своими выходными сопротивлениями последовательно и встречно, в результате этого устройство в целом имеет реверсивную характеристику вход-выход, причем пульсации выходного сигнала сглаживаются параллельно подключенным конденсатором. При использовании преобразователя в схеме автоматического регулятора скорости вращения электромашинного агрегата выходное сглаженное напряжение преобразователя дополнительно суммируется с напряжением переменного тока треугольной формы дополнительного формирователя, а затем при подаче на вход формирующего полупроводникового элемента преобразуется в соответствии с известным принципом "вертикального управления" в однотактный или двухтактный широтно-импульсный сигнал.

Основными недостатками известного измерительного органа частоты являются:

а) ограниченная статическая точность устройства, обусловленная вынужденным включением двух резисторов в цепь последовательного измерительного резонансного контура, что приводит к уменьшению не менее чем в 2 раза величины исходной добротности контура и соответственно чувствительности всего устройства;

б) инерционность и нежелательный фазовый сдвиг, вносимый наличием выходного сглаживающего конденсатора, что затрудняет использование его в системах автоматического регулирования или стабилизации частоты;

в) схемное усложнение преобразователя при его использовании в системах автоматического регулирования частоты, связанное с необходимостью применения дополнительной цепи формирования вспомогательного пилообразного напряжения переменного тока для образования широтно-импульсного выходного сигнала устройства, состоящего из шести элементов (вторичная обмотка трансформатора, два резистора, два стабилитрона и конденсатор);

г) отсутствие в преобразователе частоты простой электрической подрегулировки заданного уровня частоты в пределах, например, $\pm 2\%$, обычно необходимой и оговариваемой техническими условиями в устройствах автоматической стабилизации частоты.

Цель изобретения - устранение вышеотмеченных недостатков, т.е. усовершенствование схемного устройства преобразователя частоты цифровой в широтно-модулированную, а затем в аналоговый электрический сигнал, обеспечивающее упрощение схемы и улучшение статических и динамических характеристик, возможность простой электрической подстройки заданного уровня частоты.

Поставленная цель достигается тем, что известное устройство частоты, содержащее согласующий трансформатор с первичной обмоткой, подключаемой к источнику напряжения переменного тока измеряемой частоты, и со вторичными обмотками, образующими совместно с последовательно включенными первичной обмоткой дросселя индуктивности L , имеющего также две вторичные обмотки, и конденсатором C замкнутую цепь с резонансным LC-контуром, двухтактный фазовый детектор, выполненный в виде двух однофазных двухполупериодных выпрямителей, цепь питания каждого из которых образована последовательно связанными между собой вторичными обмотками согласующего трансформатора и дросселя индуктивности, причем одни из выходных выводов постоянного тока этих выпрямителей связаны между собой цепочкой из двух резисторов, снабжено потенциометром подстройки уровня частоты, включенным последовательно в цепочку между двумя упомянутыми резисторами, причем эта цепочка подсоединена к разноименным по полярности выводам выпрямителей, а подвижной контакт потенциометра образует один выходной вывод устройства.

В одной из модификаций устройство отличается тем, что выпрямители выполнены по мостовой схеме, их другие разноименные по полярности выходные выводы постоянного тока объединены и образуют второй выходной вывод устройства органа, две вторичные обмотки согласующего трансформатора и дросселя индуктивности LC-контура, образующие две цепи питания выпрямителя, соединены между собой непосредственно, а LC-контур подключен к дополнительно введенной третьей вторичной обмотке согласующего трансформатора.

В другой модификации устройство отличается тем, что выпрямители выполнены по нулевой схеме, вторичные обмотки дросселя индуктивности L выполнены со средними точками, между

которыми включен LC-контур, две вторичные обмотки согласующего трансформатора соединены между собой последовательно, причем точки их соединения образуют второй выходной вывод устройства, другие концы этих обмоток подключены к LC-контур, а концы вторичных обмоток дросселя индуктивности подсоединены к диодам, принадлежащим разным выпрямителям.

Устройство отличается также тем, что оно снабжено дополнительной RC-цепочкой динамической коррекции, подключенной к его выходным выводам.

На фиг. 1 и 2 представлены две модификации измерительного органа; на фиг. 3 и 4 – векторные и временные диаграммы, поясняющие работу измерительного органа частоты.

Входной источник 1 напряжения переменного тока подключен к первичной обмотке согласующего трансформатора 2, одна вторичная обмотка которого (средняя на фиг. 1) присоединена к последовательному измерительному резонансному LC-контур, образованного конденсатором 3 и дросселем 4 с разомкнутым магнитопроводом, имеющим одну первичную и две вторичные обмотки. Две идентичные вторичные обмотки трансформатора (соответственно вторая и третья крайние на фиг. 1) соединены попарно последовательно, согласно и встречно, с двумя идентичными вторичными обмотками дросселя 4 и подключены к диагоналям переменного тока двух однофазных диодных мостов 5 и 6, образующих схему двухтактного фазового детектора.

Выходные разнополярные по полярности выводы диагоналей постоянного тока мостов 5 и 6 объединены с одной (левой на фиг. 1) стороны, образуя первый выходной вывод устройства, а с другой (правой на фиг. 1) подключены к двум балластным сопротивлениям 7 и 8, связанным между собой потенциометром подстройки уровня частоты 9, вывод движка (подвижного контакта) которого образует второй выходной вывод устройства. К этим выходным выводам устройства подключены параллельно последовательная резисторно-конденсаторная цепочка динамической коррекции 10-11 и входная цепь выходного полупроводникового формирующего элемента 12.

Вторая модификация предлагаемого решения (фиг. 2) имеет всего одну вторичную обмотку трансформатора 2, к выводам которой подключены резонансный LC-контур 3-4 и средние точки двух вторичных обмоток дросселя 4, причем средняя точка вторичной обмотки трансформатора образует первый выходной вывод устройства, а вместо однофазных четырехвентильных мостов схемы (фиг. 1) здесь используются две упрощенные двухвентильные

схемы 5 и 6 выпрямления, так же последовательно и согласно включенные по выходным цепям постоянного тока к цепи формирования выходного сигнала измерительного органа (резисторы 7-8, потенциометр 9 и параллельно включенные цепь RC динамической коррекции 10-11 и вход формирующего элемента 12, в качестве которого может быть применен полупроводниковый операционный усилитель или транзисторный усилитель мощности).

На фиг. 3 а, б для схемы (на фиг. 1) приведены векторные диаграммы напряжений переменного тока для двух случаев режима работы, т.е. для совпадения величины частоты измеряемого источника с резонансной частотой контура и для несовпадения величин указанных частот.

На диаграммах (фиг. 3 а, б) обозначены:

U_2 – выходное напряжение одной из двух вторичных обмоток трансформатора 2, нагруженных на выпрямительные мосты 5 или 6;

U_4 – выходное напряжение вторичных обмоток резонансного дросселя 4;

U_5 и U_6 – соответственно напряжения переменного тока, подводимые от последовательно включенных, согласно и встречно, вторичных обмоток трансформатора и дросселя к однофазным мостам 5 и 6;

φ – фазовый угол резонансного контура 3-4 (угол сдвига фаз между током и напряжением питания контура).

На фиг. 4 а, б, в приведены так же временные диаграммы напряжений для двух упомянутых режимов работы предлагаемого устройства, показывающие соответственно:

а) форму выходных напряжений выпрямительных мостов 5 и 6;

б) форму напряжения на входе формирующего элемента 12;

в) форму выходного напряжения на его выходе (12).

В статическом установившемся режиме работы и совпадении величин частоты измеряемого источника 1 с резонансной частотой последовательного LC-контура 3-4, т.е. в режиме резонанса, фаза тока, протекающего по элементам контура, совпадает с фазой питающего напряжения, а фаза напряжений на выходных обмотках дросселя 4 сдвинута на угол 90° , что и учтено на векторной диаграмме (фиг. 3, а), где под углом 90° к вектору напряжения вторичной обмотки трансформатора 2 (U_2) проведены векторы напряжений вторичных обмоток дросселя 4 (U_4), образующие в результате геометрического сложения и упомянутого согласного и встречного включения обмоток по схеме (фиг. 1) два напряжения переменного тока U_5 и U_6 , подводимые соответственно к

диагоналям переменного тока выпрямительных мостов 5 и 6. Ввиду равенства амплитуд этих напряжений в рассматриваемом режиме резонанса выходные выпрямительные напряжения этих мостов (левый график фиг. 4, а) также равны по величине, но не совпадают по мгновенным значениям, в результате этого на выходных клеммах устройства, образованных общей точкой соединения зажимов постоянного тока мостов 5-6 и подвижным контактом потенциометра 9, появляется напряжение переменного тока пилообразной формы (левый график фиг. 4, б), переключающее со скважностью 0,5 выходной формирующий элемент 12 (левый график фиг. 4, в). При этом величина этого вспомогательного напряжения пилообразной формы определяется соотношением резисторов 10 и 7-8, а перемещением движка потенциометра 9 можно в небольших пределах (2%) осуществлять расстройку заданного уровня частоты устройства.

Соответственно, при несовпадении величин частоты измеряемого источника 1 с резонансной частотой контура 3-4, фаза тока, протекающего по элементам контура, не совпадает с фазой питающего напряжения, а фаза напряжений на выходных вторичных обмотках резонансного дросселя 4 сдвинута на угол ($90^\circ \pm \varphi$), что и учтено на векторной диаграмме фиг. 3, б. При этом нарушается баланс (равенство амплитуд) напряжений переменного тока U_5 и U_6 , подводимый к диагоналям переменного тока выпрямительных мостов 5-6, а на выходе устройства наряду с переменной составляющей напряжения пилообразной формы появляется так же постоянная составляющая (правый график на фиг. 4, б), пропорциональная отклонению девиации частоты. В результате такого "вертикального принципа" управления изменяется и скважность выходного широтно-импульсного сигнала формирующего элемента 12 (правый временной график на фиг. 4 в).

Положительный технико-экономический эффект, создаваемый предлагаемым измерительным органом, определяется:

1) улучшением статических и динамических свойств (путем повышения значения добротности измерительного резонансного контура и наличия цепи динамической коррекции, придающей устройству свойства ПИ-регулятора);

2) улучшением схемотехники и удобством эксплуатации путем исключения дополнительной цепи формирования вспомогательного пилообразного напряжения и наличия простой электрической подстройки уровня частоты.

Наиболее целесообразной областью применения измерительного органа частоты являются автоматические системы регулирования частоты электромашинных преобразователей или системы стабилизации скорости вращения двигателей с тахогенераторами переменного тока.

Формула изобретения

1. Устройство для измерения частоты синусоидального напряжения, содержащее согласующий трансформатор с первичной обмоткой, подключаемой к источнику напряжения переменного тока измеряемой частоты, и со вторичными обмотками, образующими совместно с последовательно включенными первичной обмоткой дросселя и индуктивности имеющего также две вторичные обмотки, и конденсатором С замкнутую цепь с резонансным LC-контуром, двухтактный фазовый детектор, выполненный в виде двух однофазных двухполупериодных выпрямителей, цепь питания каждого из которых образована последовательно связанными между собой вторичными обмотками согласующего трансформатора и дросселя индуктивности, причем одни из выходных выводов постоянного тока этих выпрямителей связаны между собой цепочкой из двух резисторов, отличающаяся тем, что, с целью улучшения статических и динамических характеристик при применении его в системах автоматического регулирования частоты, упрощения и подрегулировки заданного уровня частоты, оно снабжено потенциометром подстройки уровня частоты, включенным последовательно в цепочку между упомянутыми резисторами, причем эта цепочка подсоединена к разноименным по полярности выводам выпрямителей, а подвижной контакт потенциометра образует один выходной вывод устройства.

2. Устройство по п.1, отличающаяся тем, что выпрямители выполнены по мостовой схеме, их другие разноименные по полярности выходные выводы постоянного тока объединены и образуют второй выходной вывод устройства органа, две вторичные обмотки согласующего трансформатора и дросселя индуктивности LC-контура, образующие две цепи питания выпрямителей соединены между собой непосредственно, а LC-контур подключен к дополнительно введенной третьей вторичной обмотке согласующего трансформатора.

3. Устройство по п.1, отличающаяся тем, что выпрямители выполнены по нулевой схеме, вторичные обмотки дросселя индуктивности L

выполнены со средними точками, между которыми включен LC-контур, две вторичные обмотки согласующего трансформатора соединены между собой последовательно, причем точка их соединения образует второй выходной вывод устройства, другие концы этих обмоток подключены к LC-контур, а концы вторичных обмоток дросселя индуктивности подсоединены к диодам, принадлежащим разным выпрямителям.

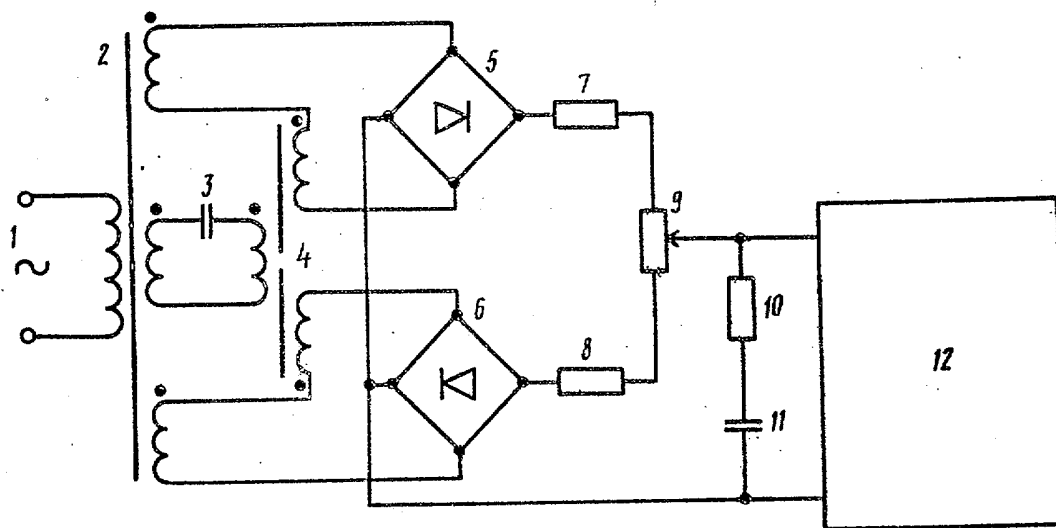
4. Устройство по пп.1,2 и 3, отличающееся тем, что оно снаб-

жено дополнительной RC-цепочкой динамической коррекции, подключенной к его выходным выводам.

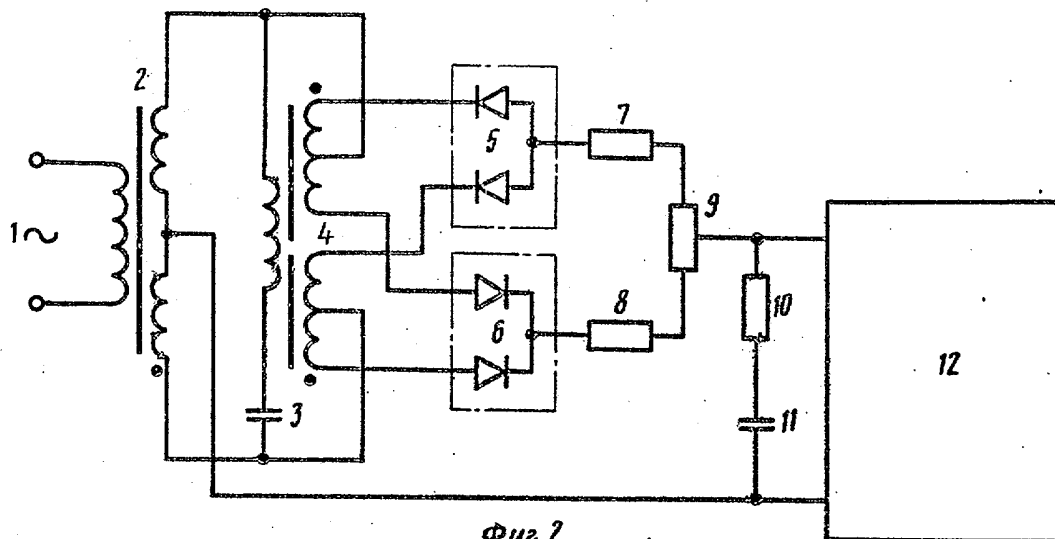
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 451963, кл. Н 02 М 5/16, 1976.

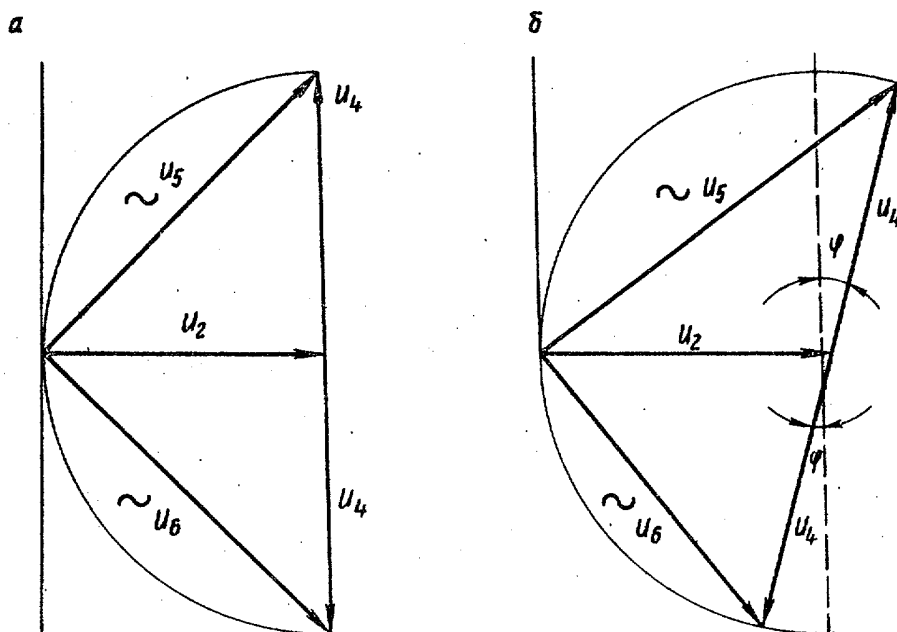
2. Бунаков В. Л. и Гаспаров Р. Г. Полупроводниковые регуляторы напряжения и частоты электрических машин. М.Л., "Энергия", 1966, с.27, с.115.



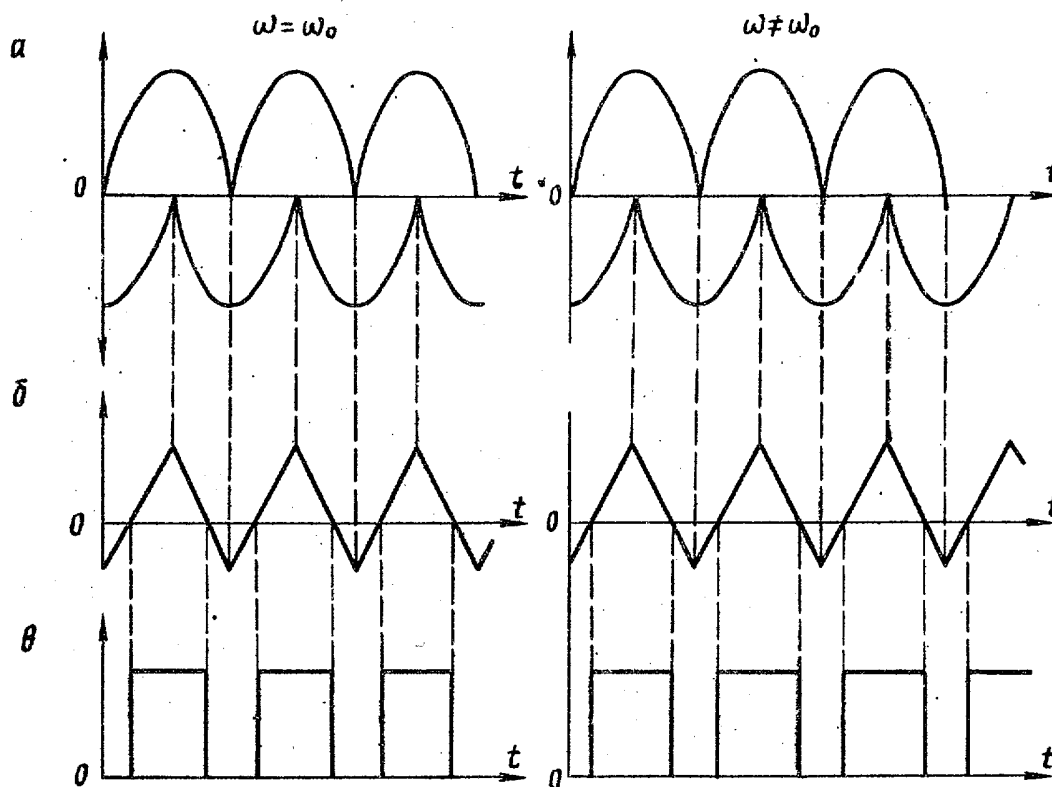
Фиг.1



Фиг.2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель Г. Мыцык
 Редактор Г. Волкова Техред М. Коштура Корректор Н. Стец

Заказ 1030/76 Тираж 732 Подписное
 ВНИИПИ 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