



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 805199

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 05.02.79 (21) 2722286/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.02.81. Бюллетень № 6

Дата опубликования описания 17.02.81

(51) М. Кл.³

G 01 R 25/08

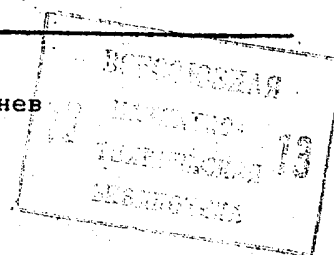
(53) УДК 621.317.

.77(088.8)

(72) Авторы
изобретения

К.А. Лаврентьев, М.И. Шевелев, А.Т. Селезнев
и С.С. Селезнева

(71) Заявитель



(54) ИНФРАНИЗКОЧАСТОТНЫЙ ЦИФРОВОЙ ФАЗОМЕТР-ЧАСТОТОМЕР

Изобретение относится к электроизмерительной технике и предназначено для одновременного измерения сдвига фаз и частоты исследуемых сигналов инфранизкой частоты. Оно может быть использовано при создании универсальных приборов для измерения частоты и фазовых сдвигов сигналов при наладке, регулировке, периодической проверке навигационных радиотехнических систем, сейсмотехнических регистрирующих устройств, к которым предъявляются высокие требования в отношении постоянства фазовых сдвигов инфранизкочастотных сигналов на входе и выходе отдельных узлов. Применение предложенного устройства возможно также при наладке различных механических систем, содержащих узлы с малыми скоростями вращения, где не исключена возможность возникновения различного рода люфтов, проскальзываний механических проводов (ременных, фрикционных передач и т.д.). Данный фазометр-частотометр может быть использован и в медицинских измерениях, в частности для измерения мгновенной частоты пульса, дыхания и фазовых соотношений между сигналами пульсовых волн в различ-

ных участках сердечно-сосудистой системы.

Известен инфранизкочастотный фазометр-частотометр, основанный на преобразовании сдвига фаз в цифровой код путем промежуточного преобразования во временной интервал и заполнения его импульсами, частота следования которых пропорциональна частоте исследуемого сигнала. Он содержит генератор опорной частоты, блок управления и электронные ключи [1].

Недостатком известного фазометра-частотометра является относительно низкое быстродействие, особенно при измерениях сигналов низкой частоты.

Известен также цифровой фазометр-частотометр, содержащий два генератора опорной частоты — основной и дополнительный, электронные ключи, схему собирания, два двоичных умножителя, в каждый из которых входят счетчики и электронные ключи, общий для обоих умножителей управляющий счетчик, формирователь импульсов, ключ и блок управления, состоящий из ключа, триггеров и формирователя импульсов [2].

Однако данное устройство обладает относительно низким быстродействием, особенно при измерении низкочастотных сигналов. Это обусловлено тем, что измерение частоты и фазового сдвига сигналов осуществляется за два такта работы устройства. При этом первый измерительный такт равен длительности периода входного сигнала, а второй такт определяется временной задержкой исследуемых сигналов относительно друг друга, которая при фазовых сдвигах в 360° также будет равна периоду входных сигналов. У устройства отмечается также сложность его схемной реализации, обусловленная наличием двоичных умножителей. Поскольку в известном устройстве в двоичных умножителях применены двоичные счетчики, то непосредственная индикация результата измерения на цифровые индикаторы невозможна, так как выпускаемые промышленностью стандартные дешифраторы цифровых индикаторов предназначены для преобразования двоично-десятичного кода. Применение в данном устройстве двоично-десятичных счетчиков значительно усложняет устройство, а применение преобразователей кодов, наряду с усложнением схемы, приведет к снижению быстродействия.

Цель изобретения - повышение быстродействия и упрощения устройства.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство, содержащее командный триггер, соединенный первым выходом с формирователем импульсов, два электронных ключа, первые входы которых соединены с генераторами опорной частоты, введены два преобразователя "время-напряжение", два компаратора напряжения и генератор пилообразного напряжения, выход которого через компараторы напряжения соединен со вторыми входами электронных ключей, а вход через преобразователь "время-напряжение" соединен со вторым выходом триггера, вход которого, как и вход формирователя импульсов, соединен с шиной входных сигналов, причем второй вход одного из компараторов напряжения через другой преобразователь "время-напряжение" соединен с выходом формирователя импульсов.

На фиг. 1 изображена блок-схема предложенного фазометра-частотомера; на фиг. 2 - один из примеров его оптимальной реализации.

Фазометр-частотомер содержит командный триггер 1, формирователь 2 импульсов, преобразователь 3, 4 "время-напряжение", генератор 5 пилообразного напряжения, компараторы 6, 7 напряжений, электронные ключи 8, 9 и генераторы 10, 11 опорной частоты. Преобразователи 3, 4 "время-напряжение" выполнены на интеграторах 12, 13 и кipp-реле 14, 15, генератор 5 пи-

лообразного напряжения имеет в своем составе кipp-реле 16 и интегратор 17. Фазометр содержит также блок 18 ключевых элементов, который состоит из элементов 19-22 коммутации, предназначенных для организации режима одновременного измерения частоты и фазового сдвига исследуемых сигналов и режима измерения мгновенной частоты сигнала. Элементы коммутации 19, 20 блока 18 выполнены на герконах типа КЭМ-3. Ключи 21, 22 служат для подключения выходов преобразователей 3, 4 "время-напряжение" в соответствующие моменты времени ко входу интегратора.

Фазометр-частотомер работает следующим образом.

В режиме одновременного измерения фазовых сдвигов и мгновенной частоты входных сигналов ключевые элементы коммутации 19, 20 блока 18 включены (фиг. 2), т.е. элемент 19 коммутации связывает выход формирователя 2 импульсов со входом преобразователя 4 "время-напряжение". На входы $V_x 1$, $V_x 2$ устройства поступают исследуемые сигналы $I_{Bx 1}$, $I_{Bx 2}$ соответственно. При этом между указанными сигналами имеется фазовый сдвиг Δt . По приходу на $V_x 1$ устройства каждого импульса $I_{Bx 1}$ командный триггер 1 изменяет свое состояние на противоположное. Сигналы командного триггера 1, подаются соответственно на входы преобразователя 3 "время-напряжение" и формирователя 2 импульсов. Последний вырабатывает положительные импульсы I , длительность которых равна фазовому сдвигу Δt между импульсами $I_{Bx 1}$, $I_{Bx 2}$. Через элемент коммутации 19 импульсы с формирователя 2 поступают на преобразователь 4 "время-напряжение". По передним фронтам положительных импульсов, поступающих на входы преобразователей 3, 4 срабатывают имеющиеся в них кipp-реле 14, 15, которые обеспечивают условия для разряда конденсаторов интеграторов 12, 13. По окончании этого процесса соответственно происходит заряд указанных интеграторов. При этом интегратор 12 преобразователя 3 вырабатывает линейно нарастающее напряжение, величина которого определяется выражением $I_{H3} = K_1 \cdot T_1$, где I_{H3} - напряжение на выходе преобразователя 3 "время-напряжение", K_1 - постоянный коэффициент пропорциональности; T_1 - длительность периода исследуемого сигнала $I_{Bx 1}$.

Интегратор 13 преобразователя 4 вырабатывает напряжение, определяемое выражением $I_{H4} = K_2 \cdot \Delta t$, где I_{H4} - напряжение на выходе преобразователя 4 "время-напряжение"; K_2 - постоянный коэффициент пропорциональности; Δt - временной сдвиг между исследуемыми сигналами.

При поступлении второго импульса исследуемого сигнала $I_{\text{вх}1}$ командный триггер 1 снова меняет свое состояние на противоположное. При этом происходит открывание аналогового ключа 21 и срабатывание кпп-реле 16, которое обеспечивает условия для разряда конденсатора интегратора 12. По окончании процесса разряда конденсатор интегратора 17 начинает заряжаться, и на выходе генератора 5 пилообразного напряжения формируется линейно-возрастающее напряжение $I_{\text{гпн}5}$, скорость возрастания которого линейно зависит от напряжения на выходе преобразователя 3, приложенного ко входу интегратора 17 через аналоговый ключ 21. Напряжение $I_{\text{гпн}5}$ на выходе генератора 5 пилообразного напряжения будет изменяться по закону $I_{\text{гпн}5} = K_3 \cdot I_{\text{н}3} \cdot t$, где K_3 - коэффициент пропорциональности; t - текущее время.

С выхода генератора 5 пилообразного напряжения напряжение $I_{\text{гпн}5}$ поступает на первые входы компараторов 6, 7 напряжений. На второй вход компаратора 6 подается напряжение $I_{\text{н}4}$ с выхода преобразователя 4 "время-напряжение", а на второй вход компаратора 7 - эталонное напряжение I_0 . При достижении напряжением $I_{\text{гпн}5}$ величин $I_{\text{н}4}$, I_0 срабатывают компараторы 6, 7 соответственно. Процесс формирования выходного импульса длительностью τ_1 компаратором 6 заканчивается при выполнении равенства напряжений на его входах, т.е. $I_{\text{гпн}5} = I_{\text{н}4}$.

Аналогичным образом компаратор 7 вырабатывает импульс длительностью τ_2 при выполнении равенства напряжений $I_{\text{гпн}5} = I_0$.

Таким образом, на выходе компаратора 6 формируются импульсы, длительность которых соответственно пропорциональна фазовому сдвигу между исследуемыми сигналами и обратно пропорциональна периоду сигнала, а на выходе компаратора 7 длительность выходных импульсов обратно пропорциональна периоду исследуемого сигнала. На время действия импульсов с компараторов 6, 7 открыты электронные ключи 8, 9 соответственно. Через открытые ключи 8, 9 с выходов генераторов 10, 11 опорных частот на выходы устройства поступают импульсные последовательности с частотами F_{01} , F_{02} соответственно. При этом количество импульсов в импульсной последовательности на выходе 1 характеризует собой фазовый сдвиг сигнала $I_{\text{вх}1}$ относительно $I_{\text{вх}}$, а количество импульсов в импульсной последовательности на выходе 2 - мгновенную частоту следования сигналов.

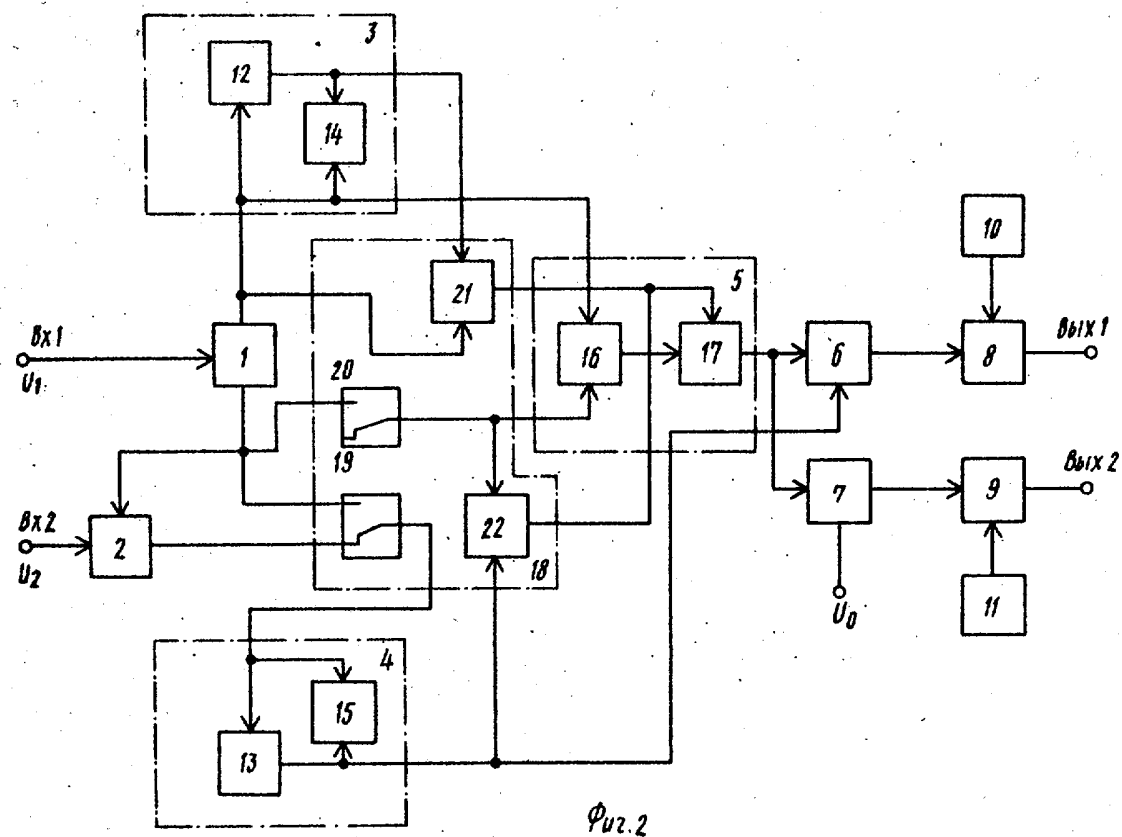
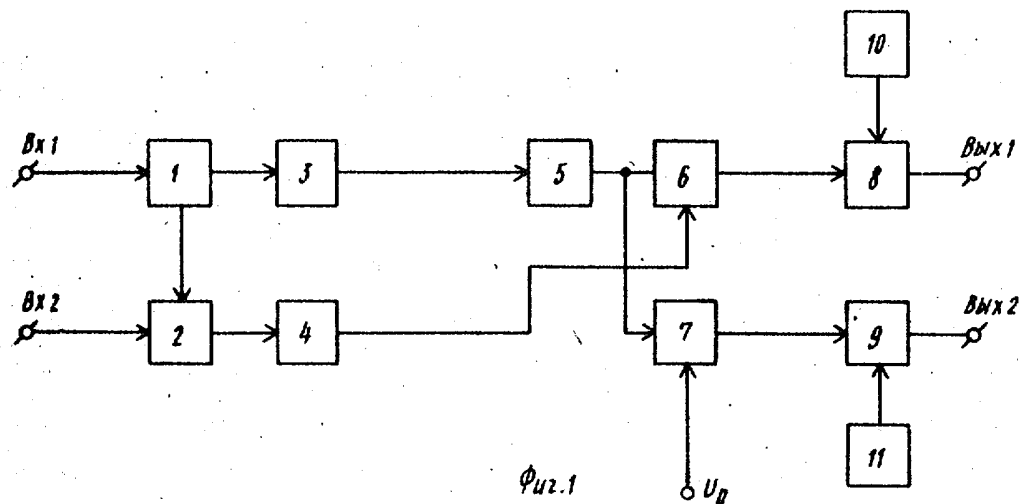
В режиме измерения мгновенной частоты сигнала измерения осуществляется по каждому периоду входных сигналов. В этом режиме элементы 19, 20 коммутации связывают выход командного триггера 1 с преобразователем 4 "время-напряжение" аналоговым ключем 22 и кпп-реле 16. Процесс измерения аналогичен вышеописанному с той разницей, что в устройстве происходит поочередное преобразование периодов входных сигналов преобразователя 3, 4 "время-напряжение", и на вход генератора 5 пилообразного напряжения сигналы с выходов преобразователей поступают также поочередно, кпп-реле 16 и интегратор 17 генератора 5 пилообразного напряжения и компаратор 7 срабатывают в каждом периоде исследуемого сигнала, в результате чего на выходе устройства значение измеряемой частоты регистрируется в каждом периоде.

Устройство позволяет одновременно измерять фазовый сдвиг и частоту исследуемых сигналов в диапазоне 0,01-10 Гц с погрешностью, не превышающей 0,1%, причем время измерения немного превышает длительность одного периода входных сигналов.

Формула изобретения

Инфранизкочастотный цифровой фазометр-частотомер, содержащий командный триггер, соединенный первым выходом с формирователем импульсов, два электронных ключа, первые входы которых соединены с генераторами опорной частоты, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия и упрощения устройства, в него введены два преобразователя "время-напряжение", два компаратора напряжения и генератор пилообразного напряжения, выход которого через компараторы напряжения соединен со вторыми входами электронных ключей, а вход через преобразователь "время-напряжение" соединен со вторым выходом триггера, вход которого, как и вход формирователя импульсов, соединен с шиной входных сигналов, причем второй вход одного из компараторов напряжения через другой преобразователь "время-напряжение" соединен с выходом формирователя импульсов.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Авторское свидетельство СССР № 189485, кл. G 01 R 25/04, 1966.
2. Авторское свидетельство СССР № 373647, кл. G 01 R 25/04, 19.01.71. (прототип).



Составитель Медведев
 Редактор П. Коссей Техред Н. Граб Корректор Н. Бабинец
 Заказ 10872/66 Тираж 743 Подписное
 ВНИПИ 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