



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 —

(22) Заявлено 12.09.79 (21) 2815884/18-24

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 23.06.81. Бюллетень № 23

Дата опубликования описания 23.06.81

(11) 840995

(51) М. Кл.³

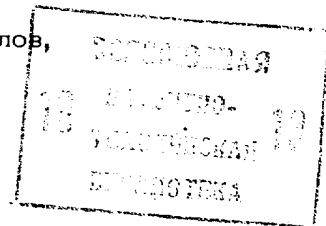
G 08 C 9/04

(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Е.Ф. Тупиков, А.С. Буданов, А.А. Гаврилов,
В.П. Максимов и С.В. Коротков

(71) Заявитель



(54) ДВУХОТСЧЕТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛА
ПОВОРОТА ВАЛА В КОД

1

Изобретение относится к цифровой измерительной технике и предназначено для высокоточных изменений угловых координат в цифровых вычислительных комплексах.

В настоящее время известные высокоточные (16 двоичных разрядов и более) преобразователи угол-код выполняются двухотсчетными, в которых в качестве датчиков угла грубого и точного отсчетов применяются различные модификации двухполюсных и многополюсных индукционных поворотных трансформаторов в режиме фазовращателя, а отсчетные части выполняются по компенсационному способу измерения фазовых сдвигов, позволяющему на сегодняшний день получить наибольшую точность преобразования [1].

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является двухотсчетный преобразователь угла поворота вала в код, содержащий СКВТ, подключенный через последовательно соединенные фазовый детектор, преобразователь напряжение-частота и блок управления к реверсивному счетчику, первый выход которого соединен с преобразователем код-напряжение, второй выход через последо-

2

вательно соединенные блок ввода кода и первый делитель частоты соединен с первым дешифратором, выход которого подключен к формирователю синусоидальных сигналов, кварцевый генератор, соединенный с первым входом синхронизатора, ко второму входу которого подключен СКВТ через нуль-орган, а выход синхронизатора соединен с первым входом блока считывания кода, выход которого через блок памяти соединен с первым входом блока согласования отсчетов, второй вход которого соединен с третьим выходом реверсивного счетчика, кварцевый генератор соединен также с делителями частоты, выходы второго делителя частоты соединены с блоком ввода кода, с блоком считывания кода и со вторым дешифратором, который соединен с формирователем синусоидального сигнала, первый выход которого соединен с сумматором, а второй и третий с СКВТ, формирователь синусоидальных сигналов через последовательно соединенные преобразователь код-напряжение и сумматор соединен с фазовым детектором [2].

Этот преобразователь обладает низкой температурной стабильностью

30

за счет изменения активного сопротивления СКВТ при изменении температуры и большой погрешностью за счет неравенства и неортогональности напряжения питания.

Кроме того, фазовый детектор, выполняющий выделение составляющей, пропорциональной фазовому разбалансу сигналов СКВТ и компенсирующего напряжения, имеет малую чувствительность по фазе, что ограничивает точность преобразования.

Изменение фазы компенсирующего напряжения в известном преобразователе производится циклически один раз за период заполнения опорного делителя частоты, что приводит к возникновению скачкообразно изменяющейся динамической ошибки при отработке угла поворота вала СКВТ.

Цель изобретения - повышение статической и динамической точности преобразования в диапазоне температур.

Сущность изобретения заключается в том, что для стабилизации собственного фазового сдвига обмотки возбуждения статора точного отсчета СКВТ записывается от усилителей мощности, охваченных отрицательной обратной связью. Для уменьшения погрешности преобразования, обусловленной неравенством и неортогональностью коэффициентов передачи СКВТ и напряжений питания применяется двухканальное устройство выделения и отработки фазового разбаланса, причем отработка ведется по фазе первой гармоники разностного напряжения. Для уменьшения динамической погрешности циклический принцип формирования фазовых сдвигов компенсирующего напряжения заменяется непрерывным.

Цель изобретения достигается тем, что в двухотсчетный преобразователь угла поворота вала в код, содержащий двухотсчетный синусно-косинусный вращающийся трансформатор, роторная обмотка синусно-косинусного вращающегося трансформатора грубого отсчета через нуль-орган соединена с первым входом формирователя импульса записи, выход которого соединен с первым входом регистра кода грубого отсчета, кварцевый генератор, выход которого соединен со вторым входом формирователя импульса записи и с входом делителя частоты, первый выход которого соединен со вторым входом регистра кода грубого отсчета, выход регистра кода грубого отсчета подключен к блоку согласования отсчетов, второй выход делителя частоты через первый дешифратор соединен со входами первого и второго формирователя синусоидального напряжения, первые выходы которых соединены со статорными обмотками синусно-косинусного вращающегося транс-

форматора грубого отсчета, фазовый синхронный детектор, выход которого через последовательно соединенные управляемый генератор и блок управления счетчиком подключен ко входу реверсивного счетчика, первый выход которого соединен с первым входом первого преобразователя код-напряжение, второй выход реверсивного счетчика соединен с блоком согласования отсчетов, второй дешифратор соединен через третий формирователь синусоидального напряжения с первым входом первого сумматора и через четвертый формирователь синусоидального напряжения со вторым входом первого преобразователя код-напряжение, выход которого соединен со вторым входом первого сумматора, в него введены амплитудный синхронный детектор, избирательный усилитель, второй и третий сумматоры, фазосдвигающий блок, управляемый делитель напряжения, инвертор, блоки сравнения, сумматор двоичного кода, усилители мощности и усилители обратной связи, синусно-косинусный вращающийся трансформатор точного отсчета выполнен с обмотками обратной связи на статоре, роторные обмотки синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета соединены с первыми входами блоков сравнения, выход одного из блоков сравнения непосредственно и выход другого блока сравнения через фазосдвигающий блок соединены с первым и вторым входом второго сумматора, выход которого через избирательный усилитель подключен к первым входам фазового синхронного детектора и амплитудного синхронного детектора, вторые входы фазового и амплитудного синхронных детекторов соединены с первым выходом сумматора двоичного кода, первый вход которого соединен с третьим выходом реверсивного счетчика, второй вход - с третьим выходом делителя частоты, а второй выход - со входом второго дешифратора, выход третьего формирователя синусоидального напряжения соединен с первым входом второго преобразователя код-напряжение, второй вход которого соединен с первым выходом реверсивного счетчика, а выход - с первым входом третьего сумматора, второй вход которого соединен с выходом четвертого формирователя синусоидального напряжения, а выход - с первыми входами управляемого делителя напряжения и инвертора и вторым входом первого блока сравнения, выход первого сумматора соединен со вторым входом второго блока сравнения, выходы управляемого делителя напряжения и инвертора подключены к третьему и четвертому входам сумматора обратной связи синусно-косинусного вращающегося-

ся трансформатора точного отсчета через первый усилитель обратной связи соединена с первым входом первого усилителя мощности, второй вход которого соединен с выходом первого формирователя синусоидального напряжения, а выход - с первой обмоткой возбуждения синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета, другая обмотка обратной связи синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета через второй усилитель обратной связи соединена с первым входом второго усилителя мощности, второй вход которого соединен с выходом второго формирователя синусоидального напряжения, а выход - с второй обмоткой возбуждения синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета.

На чертеже приведена блок-схема двухотсчетного преобразователя угла поворота вала в код.

Преобразователь содержит двухотсчетный синусно-косинусный вращающийся трансформатор 1 (СКВТ), грубый отсчет СКВТ 2, точный отсчет СКВТ 3, нуль-орган 4, формирователь 5 импульса записи, регистр 6 кода грубого отсчета, блок 7 согласования отсчетов, реверсивный счетчик 8, блок 9 управления счетчиков, управляемый напряжением генератор 10, кварцевый генератор 11, делитель 12 частоты, сумматор 13 двоичного кода, дешифраторы 14 и 15, формирователи 16-19 синусоидальных напряжений, усилители 20 и 21 мощности, усилители 22 и 23 обратной связи, преобразователи код-напряжения 24 и 25, первый и второй сумматоры 26 и 27, блоки 28 и 29 сравнения, фазосдвигающий блок 30, третий сумматор 31, избирательный усилитель 32, фазовый и амплитудный синхронные детекторы 33 и 34, управляемый делитель 35 напряжения, инвертор 36.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Код грубого отсчета преобразователя формируется по способу бегущей стробирующей метки. Нуль-орган 4 фиксирует моменты перехода через ноль информационного напряжения с выхода грубого отсчета СКВТ 2. Формирователь 5 вырабатывает импульс записи, синхронизированный с частотой кварцевого генератора 11. По этому импульсу производится запись числа из непрерывного работающего делителя 12 частоты в регистр 6 кода грубого отсчета. Код, записанный в регистре 6, является двоичным эквивалентом угла поворота ротора грубого отсчета СКВТ. Далее этот код подается на блок 7 согласования отсчетов, где

корректируется по коду старших разрядов реверсивного счетчика 8.

Совокупность блоков 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23 служит для формирования напряжений питания СКВТ-1 из кода делителя 12 частоты. Блоки 16 и 17 формируют по способу кусочно-линейной аппроксимации сдвинутые по фазе на 90 эл. градусов синусоидальные напряжения. Число участков аппроксимации, определяющее спектральный состав формируемых сигналов, задается дешифратором 14. Одна пара ортогональных напряжений с формирователями 16 и 17 используется непосредственно для питания грубого отсчета СКВТ 2, другая пара подается на входы усилителей 20 и 21 мощности, выходы которых нагружены на обмотки возбуждения точного отсчета СКВТ. Обмотки обратной связи намотаны параллельно обмоткам возбуждения, поэтому в них наводится ЭДС, пропорциональная магнитному потоку, которая через усилители 22 и 23 обратной связи подается на входы усилителей 20 и 21 мощности. В результате магнитный поток и, следовательно, выходные напряжения роторных обмоток точного отсчета СКВТ 3 стабилизируются по фазе и амплитуде.

Таким образом, чувствительность преобразователя к температурному изменению активных сопротивлений обмоток возбуждения СКВТ уменьшается в коэффициент стабилизации раз, который определяется усилением по петле обратной связи.

Совокупность блоков 15, 18, 19, 24, 25, 26 и 27 служит для формирования компенсирующих напряжений из кода сумматора двоичного кода 13. Назначение и работа блоков 15, 18 и 19 аналогичны тому же блокам 14, 16 и 17. Код сумматора 13 двоичного кода равен сумме кодов делителя 12 частоты и коду старших разрядов реверсивного счетчика 8, поэтому синусоидальные напряжения, сформированные на выходе блоков 18 и 19, изменяются по фазе относительно напряжений на выходе блоков 16 и 17 на величину, пропорциональную коду старших разрядов реверсивного счетчика 8 с соответствующей дискретностью. Дальнейшее увеличение дискретности изменения фазы компенсирующих напряжений достигается путем суммирования выходных напряжений блоков 18 и 19 с амплитудно-модулированными ортогональными им напряжениями, получаемыми в преобразователях код-напряжение 24 и 25 по коду младших разрядов реверсивного счетчика 8. Суммирование выполняется сумматорами 26 и 27. Таким образом, фазовый сдвиг сформированных компенсирующих напряжений на выходе сумматоров 26 и 27 относительно напряжений питания СКВТ определяется полным

кодом реверсивного счетчика 8. Блоки 28 и 29 сравнения сравнивают компенсирующие напряжения с сумматоров 26 и 27 с выходными напряжениями роторных обмоток точного отсчета СКВТ 3. Первое разностное напряжение с выхода блока 28 поворачивается по фазе на 90° фазосдвигающим блоком 30 и затем суммируются со вторым разностным напряжением с выхода блока 29 третьим сумматором 31. Избирательный усилитель 32 выделяет из суммарного напряжения сумматора 31 первую гармонику, что позволяет уменьшить влияние высших гармоник на точность определения равенства фаз и повысить чувствительность преобразования. Двухканальное устройство сравнения, включающее в себя блоки 28-32, позволяет скомпенсировать погрешности преобразования, обусловленные неравенством и неортогональностью коэффициентов передачи СКВТ 3 точного отсчета и напряжений его питания.

Напряжение на выходе сумматора 31 содержит в себе информацию как о фазовом, так и об амплитудном разбалансе. Рабочим параметром является фазовый разбаланс, амплитудный же является нежелательным, так как может перевести блоки 32 и 33 в нелинейный режим и привести к отказу в работе. Совокупность блоков 34-36 представляет собой устройство компенсации амплитудного разбаланса. Амплитудный детектор 34 выделяет из напряжения избирательного усилителя 32 составляющую амплитудного разбаланса, которая, воздействуя на неинвертирующий управляемый делитель 35 напряжения, изменяет его коэффициент передачи таким образом, чтобы разность напряжений блока 35 и инвертора 36 скомпенсировала амплитудный разбаланс на выходе сумматора 31. Фазовый разбаланс выделяется фазовым синхронным детектором 33, выходное напряжение которого управляет частотой генератора 10, которая через блок 9 управления поступает на реверсивный счетчик 8 до тех пор, пока фазовый разбаланс не станет ниже порога срабатывания генератора 10. При этом реверсивный счетчик 8 фиксирует код, эквивалентный углу поворота ротора СКВТ 3 точного отсчета. Полный код угла поворота снимается с блока 7 и реверсивного счетчика 8.

Предлагаемый двухотсчетный преобразователь угла поворота вала в код позволяет повысить стабильность преобразования в диапазоне температур путем охвата цепей возбуждения СКВТ обратной связью, скомпенсировать технологические погрешности СКВТ 6-также как неравенство коэффициентов передачи по обмоткам и их неортогональность, скомпенсировать неравенство

и неортогональность напряжений возбуждения СКВТ за счет двухканального выявления фазового разбаланса, поднять чувствительность и точность преобразования фазы в код путем введения системы компенсации амплитудного разбаланса, уменьшить динамическую погрешность за счет введения непрерывного преобразования кода в фазовый сдвиг компенсирующих напряжений.

Формула изобретения

Двухотсчетный преобразователь угла поворота вала в код, содержащий двухотсчетный синусно-косинусный вращающийся трансформатор, роторная обмотка синусно-косинусного вращающегося трансформатора грубого отсчета через нуль-орган соединена с первым входом формирователя импульса записи, выход которого соединен с первым входом регистра кода грубого отсчета, кварцевый генератор, выход которого соединен со вторым входом формирователя импульса записи и со входом делителя частоты, первый выход которого соединен со вторым входом регистра кода грубого отсчета, выход регистра кода грубого отсчета подключен к блоку согласования отсчетов, второй выход делителя частоты через первый дешифратор соединен со входами первого и второго формирователя синусоидального напряжения, первые выходы которых соединены со статорными обмотками синусно-косинусного вращающегося трансформатора грубого отсчета, фазовый синхронный детектор, выход которого через последовательно соединенные управляемый генератор и блок управления счетчиком подключен ко входу реверсивного счетчика, первый выход которого соединен с первым входом первого преобразователя код-напряжение, второй выход реверсивного счетчика соединен с блоком согласования отсчета, второй дешифратор соединен через третий формирователь синусоидального напряжения с первым входом первого сумматора и через четвертый формирователь синусоидального напряжения со вторым входом первого преобразователя код-напряжение, выход которого соединен со вторым входом первого сумматора, отличающийся тем, что, с целью повышения статической и динамической точности преобразователя, в него введены амплитудный синхронный детектор, избирательный усилитель, второй и третий сумматоры, фазосдвигающий блок, управляемый делитель напряжения, инвертор, блоки сравнения, сумматор двоичного кода, усилители мощности и усилители обратной связи, синусно-косинусный

вращающийся трансформатор точного отсчета выполнен с обмотками обратной связи на статоре, роторные обмотки синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета соединены с первыми входами блоков сравнения, выход одного из блоков сравнения непосредственно и выход другого блока сравнения через фазосдвигающий блок соединены с первым и вторым входом второго сумматора, выход которого через избирательный усилитель подключен к первым входам фазового синхронного детектора и амплитудного синхронного детектора, вторые входы фазового и амплитудного синхронных детекторов соединены с первым выходом сумматора двоичного кода, первый вход которого соединен с третьим выходом реверсивного счетчика, второй вход - с третьим выходом делителя частоты, а второй выход - со входом второго дешифратора, выход третьего формирователя синусоидального напряжения соединен с первым входом второго преобразователя код-напряжение, второй вход которого соединен с первым выходом реверсивного счетчика, а выход - с первым входом третьего сумматора, второй вход которого соединен с выходом четвертого формирователя синусоидального напряжения, а выход - с первыми входами управляемого делителя напряжения и инвертора и вторым входом первого блока срав-

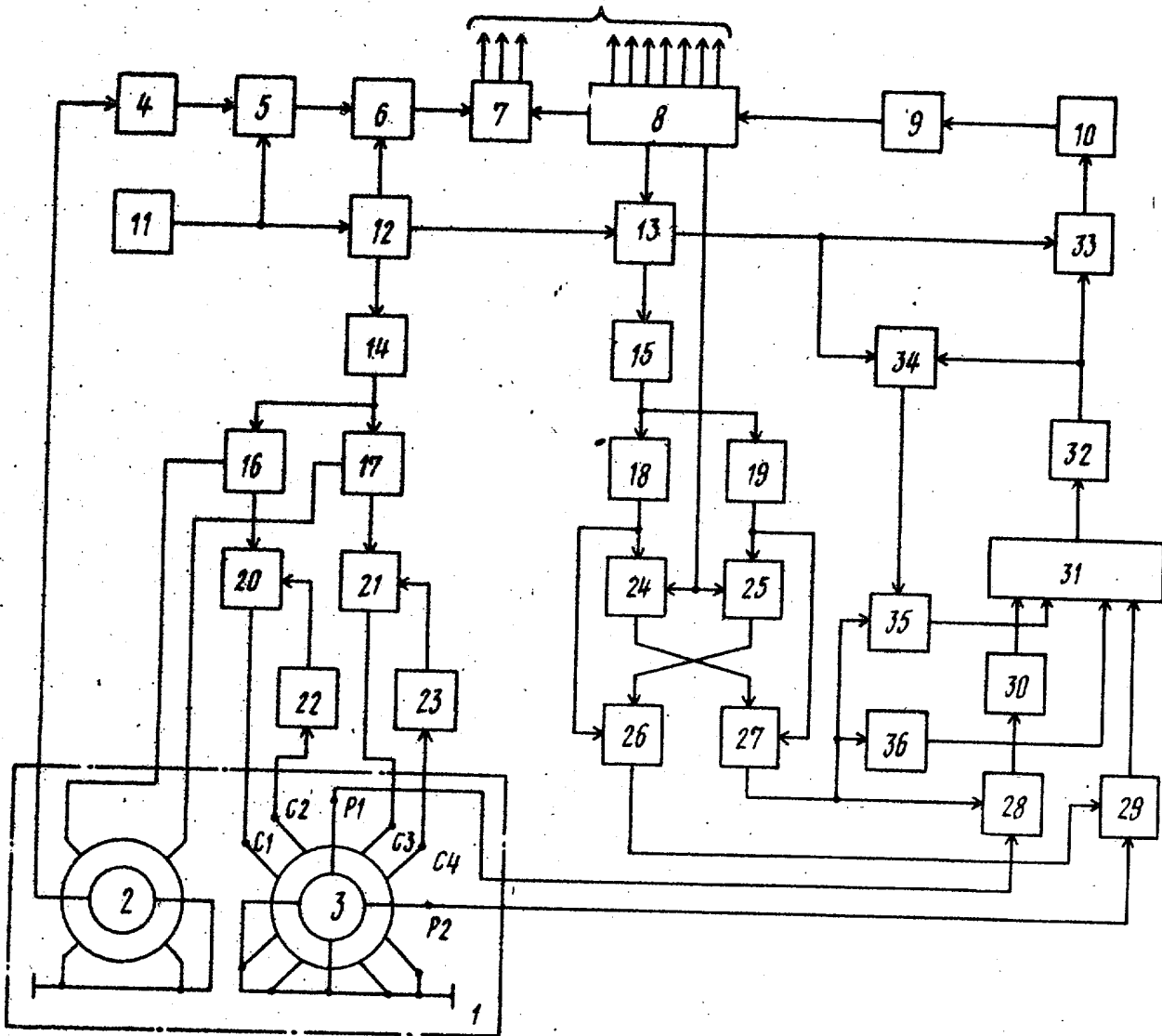
нения, выход первого сумматора соединен со вторым входом второго блока сравнения, выходы управляемого делителя напряжения и инвертора подключены к третьему и четвертому входам сумматора обратной связи синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета, одна обмотка через первый усилитель обратной связи соединена с первым входом первого усилителя мощности, второй вход которого соединен с выходом первого формирователя синусоидального напряжения, а выход - с первой обмоткой возбуждения синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета, другая обмотка обратной связи синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета через второй усилитель обратной связи соединена с первым входом второго усилителя мощности, второй вход которого соединен с выходом второго формирователя синусоидального напряжения, а выход - со второй обмоткой возбуждения синусно-косинусного вращающегося трансформатора точного отсчета.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Зверев А.Е. и др. Преобразователи угловых перемещений в цифровой код. Л., "Энергия", 1974, с. 85-89, 153-156.

2. Авторское свидетельство СССР № 526932, кл. G 08 C 9/04, 1978.



Редактор Н. Лазаренко Составитель И. Назаркина
 Техред С. Мигунова Корректор В. Синицкая

Заказ 4774/77 Тираж 691 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