

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **219 793** (13) **U1**(51) МПК
[H03M 1/00 \(2006.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 17.10.2024)
 Пошлина: учтена за 3 год с 07.07.2025 по 06.07.2026. Установленный срок для уплаты пошлины за 4 год: с 07.07.2025 по 06.07.2026. При уплате пошлины за 4 год в дополнительный 6-месячный срок с 07.07.2026 по 06.01.2027 размер пошлины увеличивается на 50%.

(52) СПК

H03M 1/00 (2023.05); H03M 1/28 (2023.05)(21)(22) Заявка: **2023117886, 06.07.2023**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.07.2023Дата регистрации:
08.08.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **06.07.2023**(45) Опубликовано: **08.08.2023** Бюл. № **22**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **ПОЛОЖЕНЦЕВ Д. С. и др., Система управления исполнительного электропривода силового гироскопического комплекса, Изв. СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2019 N 8, с. 31-38. RU 2327222 C1, 20.06.2008. RU 2056700 C1, 20.03.1996. RU 2533305 C1, 20.11.2014. WO 2009060329 A1, 14.05.2009.**

Адрес для переписки:

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ГУАП, ЦКНИ

(72) Автор(ы):

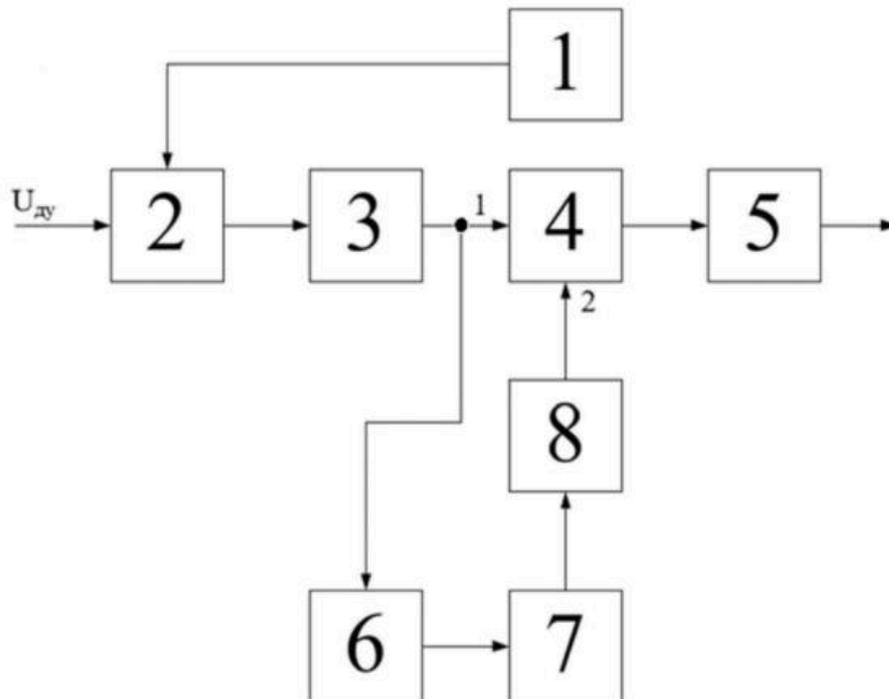
Положенцев Дмитрий Сергеевич (RU), Гончарова Виктория Игоревна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)**(54) Электронный преобразователь угла с автокоррекцией**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области автоматики и вычислительной техники, в частности, к устройствам, осуществляющим преобразование угловой величины в двоичный код. Техническим результатом полезной модели является повышение точности измерения углового положения датчика угла при его работе в среде с непостоянной температурой. Технический результат достигается путем проведения расчета значений постоянных составляющих и нормировочных коэффициентов амплитуд выходных напряжений датчика угла непосредственно в режиме штатной



Фиг. 1

Полезная модель относится к области автоматики и вычислительной техники, в частности, к устройствам, осуществляющим преобразование угловой величины в двоичный код, включающим в свой состав датчик углового положения типа синусно-косинусный вращающийся трансформатор или индукционный редуктосин.

На сегодняшний день датчики угла типа синусно-косинусный вращающийся трансформатор (СКВТ) и индукционный редуктосин (ИР) находят широкое применение в ответственных системах, особенно если эти системы используются в жестких условиях эксплуатации. Использование таких датчиков обусловлено их высокой надежностью, устойчивостью к воздействию факторов окружающей среды и экономичностью с точки зрения габаритно-массовых характеристик. Как правило, датчик угла (ДУ) используется в паре с электронным преобразователем (ЭП) «напряжение-код», который сначала детектирует, а затем оцифровывает выходные напряжения ДУ и осуществляет их преобразование в двоичный код.

Погрешность кода углового положения зависит от многих параметров ДУ и ЭП, таких как несинусоидальность коэффициента взаимной индукции, неравенство активных и индуктивных сопротивлений вторичных обмоток, неперпендикулярность вторичных обмоток, несинусоидальность напряжения питания, присутствие напряжения смещения (нулевого напряжения), присутствие емкостной связи между вторичными обмотками и многих других. Погрешности ДУ возникают вследствие несовершенства технологической оснастки, приспособлений, необходимости наличия технологических зазоров для сборки пакетов, из-за заусенцев, эллиптичности пластин, а также из-за неизбежных операций по шлифовке и притирке внешней и внутренней поверхностей пакета статора [1]. Погрешности, вносимые ЭП, определяются, в основном, применяемой в нем электронно-компонентной базой (ЭКБ). Применение микроконтроллеров, ПЛИС и других вычислительных устройств позволяет добиться снижения погрешности измерения углового положения за счет применения программных методов компенсации систематических составляющих погрешности.

Известен «Способ преобразования угла поворота вала в код» (Патент РФ № 2626552, МПК H03M 1/00, опубл.: 28.07.2017, бюл.: №22) в котором устройство для его реализации содержит последовательно соединенные первый датчик с различными спектрами пространственных погрешностей и первый преобразователь сигналов датчиков в код угла, последовательно соединенные первый блок сдвига кодов, первый блок вычитания кодов, первый анализаторы спектра, первый блок коррекции, первый блок синтеза поправки и первый сумматор, последовательно соединенные второй датчик с различными спектрами пространственных погрешностей и второй преобразователь сигналов датчиков в код угла, последовательно соединенные второй блок сдвига кодов, второй блок вычитания кодов, второй анализаторы спектра, второй блок коррекции, второй блок синтеза поправки и второй сумматор, при этом выходы первого второго сумматоров соединены с первым и вторым входами третьего блока вычитания кодов соответственно, а его выход соединен со входом компаратора, также

устройство содержит последовательно соединенные второй датчик различными спектрами пространственных погрешностей и второй преобразователь сигналов датчиков в код угла, при этом выходы первого и второго преобразователей сигналов датчиков в код угла соединены с первым и вторым входами блок формирования массива (значений) кодов и вторыми входами первого и второго сумматоров соответственно.

В процессе работы устройства формируется разность выходного и второго выходного кодов, по которой контролируют точность преобразования. Для этого вал датчиков устанавливаются в расчетные положения по значениям второго кода угла, а не по значениям эталона, в этих положениях фиксируют значения первого кода угла, находят приращения первого кода угла, формируют первую поправку как сумму пространственных гармоник погрешности первого датчика для угла, соответствующего первому коду угла, формируют выходной код, прибавляя первую поправку к первому коду угла. Для формирования второго выходного кода угла находят приращения первого кода угла при повороте вала, формируют вторую поправку как сумму пространственных гармоник погрешности второго датчика для угла, соответствующего второму коду угла, формируют второй выходной код, прибавляя вторую поправку к второму коду угла.

Недостатком является необходимость использования одновременно сразу двух датчиков угла с отдельным преобразователем для каждого из них, что не целесообразно с точки зрения экономических и габаритно-массовых характеристик.

Так же известен ЭП (Положенцев Д. С. Преобразователь угол-код на базе микросхемы 1310НМ025 / Д. С. Положенцев, Е. П. Казаков // Завалишинские чтения 20 : Сборник докладов, Санкт-Петербург, 15–18 апреля 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2020. – С. 142-147), где преобразование выходных сигналов ДУ в код производится в следящем контуре. Контур содержит модель датчика, которая осуществляет преобразование вычисленной на предыдущем шаге координаты в виртуальные сигналы ДУ. Сигнал ошибки для следящего контура вычисляется через свертку сигналов реального ДУ, полученных с аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), с сигналами от его модели. По сигналу ошибки в контуре обратной связи вычисляется новое значение кода углового положения, поступающее на выход преобразователя. Для контура с обратной связью настраивается полоса пропускания, что позволяет получить необходимую разрядность преобразования.

Недостатком устройства является недостаточная точность измерения углового положения ДУ при его работе в среде с непостоянной температурой в виду необходимости проведения технологической калибровки путем коррекции тарировочных коэффициентов в процессе его работы.

Прототипом предлагаемой полезной модели является ЭП описанный в (Положенцев Д. С., Смирнов К. А. Система управления исполнительного электропривода силового гироскопического комплекса // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2019. № 8. С. 31–38) состоящий из генератора частоты возбуждения, детектора, АЦП, блока таблиц тарировочных коэффициентов, блока компенсации и нормирования напряжений и блока вычисления угла. Для снижения погрешности измерения углового положения проводится тарировка всего тракта датчик-преобразователь, во время которой снимаются массивы мгновенных значений выходных напряжений синусной и косинусной обмоток ДУ (далее – выходные напряжения ДУ) и определяются величины смещения (постоянные составляющие) и нормировочных коэффициентов амплитуд выходных напряжений ДУ. Полученные данные записываются в блок таблиц тарировочных коэффициентов. Как правило, ДУ рассматриваемых типов являются многоотсчетными и многополюсными – каждому полюсу в каждом отсчете соответствует свой набор тарировочных коэффициентов. Во время работы датчика выходные напряжения ДУ детектируются и преобразуются в двоичный код с помощью АЦП. Далее производится компенсация смещения и нормирование полученных сигналов. После чего может быть получен код углового положения ДУ.

Недостатком прототипа является то, что при изменении условий окружающей среды, в первую очередь температуры, параметры используемой ЭКБ, входящей в состав преобразователя угла, а также параметры ДУ могут существенно изменяться, что влияет на итоговую погрешность измерения угла.

Задачей полезной модели является создание электронного преобразователя угла с автокоррекцией.

Техническим результатом полезной модели является повышение точности измерения углового положения ДУ при его работе в среде с непостоянной температурой и без необходимости проведения технологической калибровки – за счет проведения автокоррекции тарировочных коэффициентов в процессе его работы.

Технический результат достигается тем, что электронный преобразователь угла с автокоррекцией состоит из генератора, последовательно соединенных детектора, аналого-цифрового преобразователя, блока компенсации и нормирования напряжений и блока вычисления кода угла, а также блока таблиц тарировочных коэффициентов, выход которого соединен со вторым входом блока компенсации и нормирования напряжений, при этом вход детектора является входом выходных напряжений датчика

угла, а выход блока вычисления кода угла является выходом устройства, при этом устройство содержит последовательно соединенные формирователь массива напряжений и блок расчета тарифовочных коэффициентов, выход которого соединен со входом блока таблиц тарифовочных коэффициентов, а вход формирователя массива напряжений соединен с выходом аналого-цифрового преобразователя.

Технический результат достигается благодаря введению новых блоков и связей, что способствует снижению погрешности выходного кода углового положения ДУ путем проведения расчета значений постоянных составляющих и нормировочных коэффициентов амплитуд выходных напряжений ДУ непосредственно в режиме штатной работы ЭП.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, где на фиг. 1 приведена структурная схема устройства и введены следующие обозначения:

1. генератор;
2. детектор;
3. аналого-цифровой преобразователь;
4. блок компенсации и нормирования напряжений
5. блок вычисления кода угла;
6. формирователь массива напряжений;
7. блок расчета тарифовочных коэффициентов;
8. блок таблиц тарифовочных коэффициентов.

Электронный преобразователь угла с автокоррекцией состоит из последовательно соединенных генератора 1, детектора 2, аналого-цифрового преобразователя 3, блока компенсации и нормирования напряжений 4 и блока вычисления кода угла 5, а также последовательно соединенные формирователь массива напряжений 6, блок расчета тарифовочных коэффициентов 7 и блок таблиц тарифовочных коэффициентов 8, при этом выход аналого-цифрового преобразователя 3 соединен со входом формирователя массива напряжений 6, а выход блока таблиц тарифовочных коэффициентов 8 соединен со вторым входом блока компенсации и нормирования напряжений 4.

Устройство работает следующим образом.

На вход детектора 2 поступают выходные напряжения ДУ модулированные частотой возбуждения поступающей с генератора 1. Детектор 2 преобразует входные сигналы таким образом, чтобы они были оптимальны для считывания аналого-цифровым преобразователем 3, который преобразует детектированные напряжения в двоичный код, после чего сигнал поступает на формирователь массивов напряжений 6, который принимает, накапливает и прореживает детектированные выходные напряжения ДУ. В тот момент, когда накапливаются массивы мгновенных значений выходных напряжений ДУ за один период, они поступают в блок расчета тарифовочных коэффициентов 7, который, в свою очередь, проводит расчет значений постоянных составляющих и нормировочных коэффициентов амплитуд выходных напряжений ДУ. Эти значения поступают в блок таблиц тарифовочных коэффициентов 8, где выполняется перезапись значений тарифовочных коэффициентов, полученных в процессе изготовления ЭП или проведения пуско-наладочных работ, с целью использования актуальных значений. После чего сигнал поступает в блок компенсации и нормирования напряжений 4, где сначала проводится компенсация постоянных составляющих выходных напряжений ДУ, а затем нормирование амплитуд уже скомпенсированных напряжений. Далее сигнал поступает на вход блока вычисления кода угла 5, где происходит расчет текущего кода углового положения, в результате чего получают скомпенсированные и нормированные значения выходных напряжений ДУ, что и является результатом работы преобразователя.

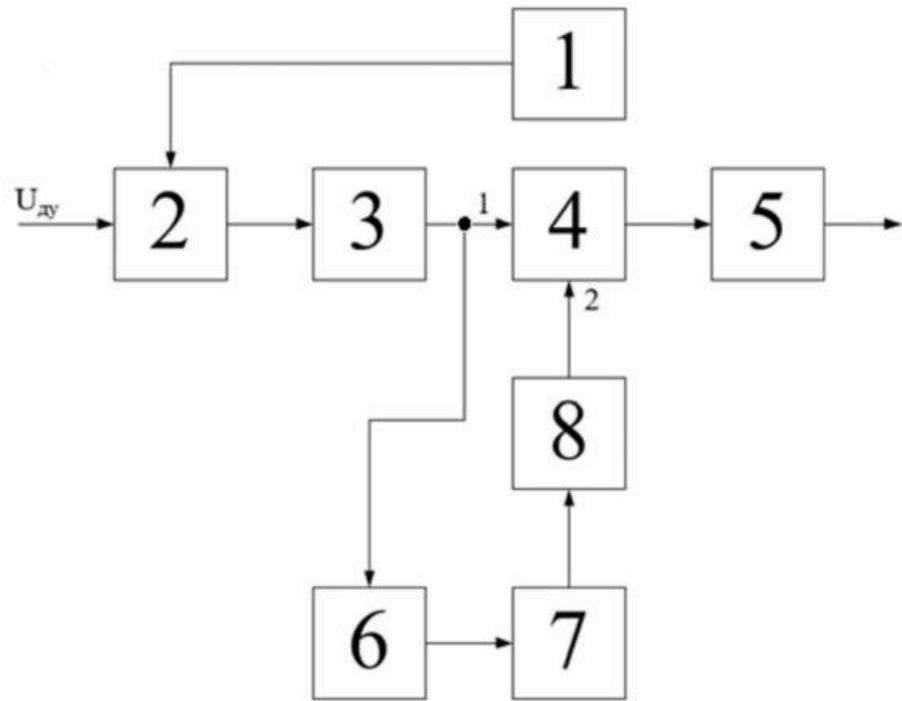
Как видно из вышеизложенного предложенное устройство позволяет существенно снизить погрешность выходного кода углового положения ДУ возникающую вследствие изменения параметров тракта датчик-преобразователь.

Список использованных источников информации

1. Ахметжанов А.А., Лукиных Н.В. Индукционный редуктосин. М., «Энергия», 1971, 80 с.

Формула полезной модели

Электронный преобразователь угла с автокоррекцией, состоящий из генератора, последовательно соединенных детектора, аналого-цифрового преобразователя, блока компенсации и нормирования напряжений и блока вычисления кода угла, а также блока таблиц тарифовочных коэффициентов, выход которого соединен со вторым входом блока компенсации и нормирования напряжений, при этом вход детектора является входом выходных напряжений датчика угла, а выход блока вычисления кода угла является выходом устройства, отличающийся тем, что устройство содержит последовательно соединенные формирователь массива напряжений и блок расчета тарифовочных коэффициентов, выход которого соединен со входом блока таблиц тарифовочных коэффициентов, а вход формирователя массива напряжений соединен с выходом аналого-цифрового преобразователя.



Фиг. 1