

МЕТОДЫ ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩЕНИЯ РЕДУКТОРА СЕРВОМОТОРА

Проценко Д.В.¹, Савко Н.О.²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Рассмотрены основные методы преобразования механических движений вала двигателя в цифровые или аналоговые сигналы для подачи их на контроллер. Изучены основные виды абсолютных и инкрементальных энкодеров. Указаны преимущества и недостатки каждого из рассмотренных видов энкодеров, их области применения.

Ключевые слова: сервомотор, микроконтроллер, энкодер

Введение. При проектировании современных сервоприводов ставятся следующие задачи: позиционирование объектов, узлов, конструкций; детектирование положения (позиции) объектов, узлов, конструкций в пространстве (манипуляторы, роботы и т.п.); определение точной позиции объектов, узлов, конструкций в конвейерных системах; определение углов наклона или поворота объектов, узлов, конструкций (ОПУ, направленные антенны и пр.); измерение вращательных движений (электромоторы, электроприводы и пр.). Для решения этих задач необходима методика точного измерения параметров вращения редуктора сервомотора.

Основная часть. Измеряемыми параметрами вращения редуктора сервопривода могут быть: скорость вращения, угловое положение по отношению к нулевой метке, направление вращения. Для измерения данных параметров используют преобразователь угловых перемещений – энкодер.

Энкодер преобразует механические движения вала двигателя в цифровые или аналоговые сигналы для подачи их на контроллер. Фактически энкодер является датчиком обратной связи, на выходе которого цифровой сигнал меняется в зависимости от угла поворота. Этот сигнал обрабатывается и далее подается на устройство индикации или на привод. Вместо энкодера также можно использовать резольверы или датчики Холла для обнаружения движения [1].

Существуют два вида энкодеров – инкрементальный и абсолютный [1].

Инкрементальный энкодер по конструкции проще абсолютного и используется в подавляющем большинстве случаев. Данное устройство можно представить как диск с прорезями, который просвечивается оптическим датчиком. При вращении диска датчик включается или выключается в зависимости от того, находится ли он над прорезью или нет. В результате на выходе энкодера формируется последовательность дискретных импульсов, частота которых зависит от разрешения устройства и частоты его вращения.

Для того, чтобы определять начальное положение (точку отсчета), используется нуль-метка (выход *Z*, *Zero*), которая формируется один раз на полный оборот. Для определения направления вращения у энкодеров обычно имеются два выхода (*A* и *B*), на которых импульсы сдвинуты по фазе на четверть периода. По разнице фаз можно однозначно определить, в какую сторону вращается вал. Основным минусом инкрементального энкодера является необходимость непрерывной обработки и анализа сигналов — для этого требуется контроллер и соответствующая программа. Кроме того, чтобы узнать положение инкрементального энкодера после подачи на него питания, необходимо провести инициализацию для поиска нуль-метки [2].

Абсолютный энкодер имеет более сложное устройство, но позволяет определить угол поворота в любой момент времени, даже в неподвижном состоянии механизма сразу после

включения питания. На выходе абсолютного энкодера действует параллельный код Грея, разрядность которого определяет разрешение, а значит и точность показаний датчика.

Хотя абсолютные энкодеры считаются более точными и надежными, чем инкрементальные, они также являются более сложными, дорогостоящими и имеют свои ограничения.

Абсолютный энкодер необходимо использовать в случаях, когда:

- предпочтительный режим передачи данных скорее прерывистый, чем непрерывный;
- в приложении нет средств для установки нуля после прерывания питания, и энкодер должен быть готов вернуть однозначные положения двигателя в любой момент;
- точные параметры движения, доступные с самого начала работы машины, имеют решающее значение для безопасности [1 – 3].

Оптический энкодер закрытого типа (рисунок 1 [5]) включает электронные схемы энкодера и оптику, помещенные в герметичный блок, присоединенный к корпусу считывающей головки. Как герметичный оптический модуль, так и шкала энкодера дополнительно защищены герметичным корпусом. Такая конструкция обеспечивает эффективную защиту от проникновения жидкостей и твердых веществ.

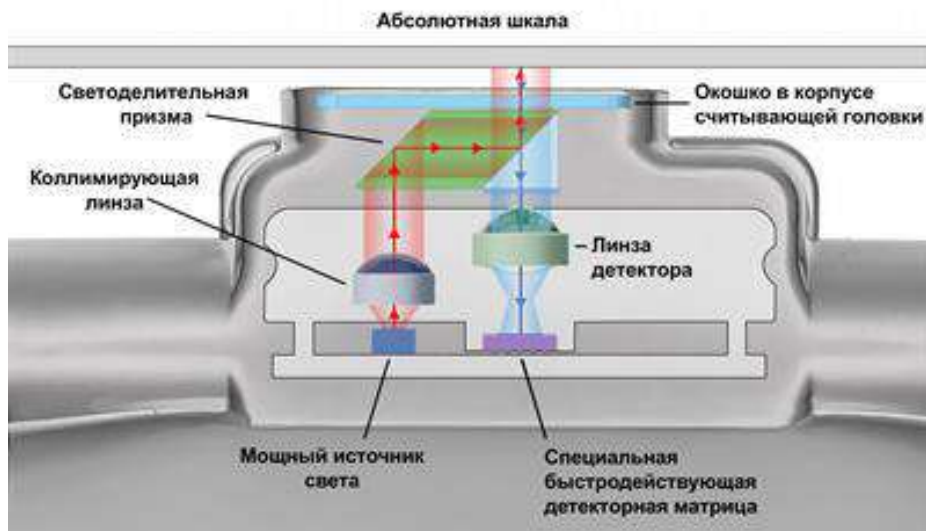


Рисунок 1 – Схема оптического энкодера закрытого типа

Линейный энкодер закрытого типа имеет корпус из профиля, вдоль которого расположены блокировочные манжетные уплотнения и герметичные концевые колпачки. Корпус считывающей головки присоединяется к герметичному оптическому модулю с помощью лопатки, которая перемещается вдоль энкодера через манжетные уплотнения. При перемещении линейной оси считывающая головка и оптика проходят абсолютную шкалу энкодера (которая закреплена на внутренней стороне корпуса) без механического контакта.

Шкала энкодера использует абсолютный код шкалы с контрастными линиями по всей ширине шкалы. Изображение шкалы формируется на детекторной матрице в считывающей головке с помощью линзы. Результаты измерения линейного положения выводятся в цифровой форме и совместимы с рядом стандартных отраслевых протоколов последовательной связи [5].

Магнитный энкодер (рисунок 2 [3]) использует тот же принцип для определения положения, что и оптический энкодер, но вместо света использует магнитные поля.

Электроника и механизм такого энкодера принимают информацию о положении и скорости, а затем передают сигнал, который отправляется в систему управления.

Технология классифицируется по методу определения управляющей информации. Существуют две основные категории:

- технология оптических энкодеров, как с маской, так и фазированной матрицей;

– технология магнитных энкодеров.

Различия в способе получения информации магнитным и оптическим энкодерах приводят к различиям в производительности в разных операционных средах. Понимание того, как работают оптический и магнитный энкодеры, может помочь определить, какой датчик лучше всего подходит для конкретных условий [3].



Рисунок 2 – Схема магнитного энкодера

Оптический энкодер использует свет (оптику) для идентификации уникальных положений датчика. Магнитный энкодер использует тот же принцип для определения положения, что и оптический энкодер, но вместо света использует магнитные поля [5].

В магнитном датчике большое намагниченное колесо или постоянный цилиндрический магнит (магнитный актуатор) вращается под пластиной магниторезистивных чувствительных элементов. Так же, как оптический диск вращается под маской, пропуская свет сквозь определенные штрихи (растры), магнитное колесо или актуатор вызывает определенные реакции магнито чувствительного элемента в зависимости от силы магнитного поля. Магнитная реакция передается через электрическую цепь формирования сигнала.

Количество пар намагниченных полюсов на колесе, количество чувствительных элементов и тип электрической цепи определяют разрешающую способность магнитного энкодера.

Основой к использованию магнетизма в качестве элемента для получения сигнала является то, что на него не влияют очень сложные окружающие условия, включая пыль, влажность, экстремальные температуры и встряски.

Магнитный энкодер разработан для обеспечения надежной цифровой обратной связи в самых суровых и жестких условиях эксплуатации. Сферы применения данной технологии, как правило, требуют широкого температурного диапазона, высокой устойчивости к ударам и вибрации, надежного уплотнения и защиты от загрязнений, при этом должны быть обеспечены высокая надежность выходного сигнала, простота установки и снижение времени простоев оборудования из-за неисправностей. Популярными сферами, в которых магнитные энкодеры используются для получения обратной связи по положению и скорости – сталелитейные, целлюлозно-бумажные и деревообрабатывающие комбинаты, краново-подъемное оборудование, морское оборудование, строительная и горнодобывающая техника [1].

В индуктивных энкодерах (рисунок 3 [4]) используется трансформатор, то есть их работа основана на явлении индукции. Они идеально подходят для использования в неблагоприятных условиях, где оптические энкодеры могут оказаться ненадежными.

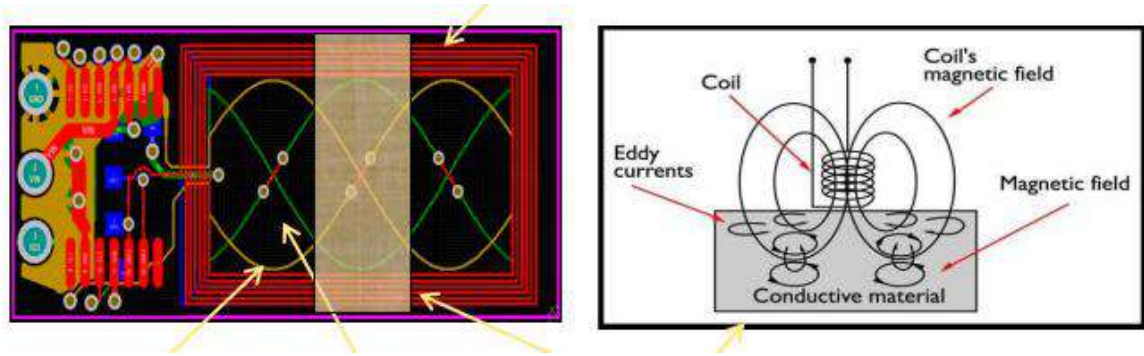


Рисунок 3 – Схема индуктивного энкодера

Индуктивный энкодер состоит из двух основных компонентов — статора и ротора, — которые выполнены в форме плоского кольца. Эта кольцевая форма позволяет с легкостью надевать их на сквозные валы, токосъемные кольца, световоды, патрубки и кабели. На статор индуктивного энкодера подается напряжение, а ротор является пассивным. Электронными схемами статора поступающее напряжение преобразуется в выходной сигнал. Выходной сигнал статора отображает истинное абсолютное положение ротора относительно статора без необходимости перемещения. Не нужны подходящие или специальные соединения — индуктивный энкодер можно зафиксировать на основном изделии обычными винтами. Не требуется ни точная механическая сборка, ни подшипники [4].

Заключение. Выполнен анализ способов измерения параметров вращения редуктора сервопривода. Проведен сравнительный анализ различных видов энкодеров – устройства, преобразующего механические движения вала двигателя в цифровые или аналоговые сигналы для подачи их на контроллер. Рассмотрены отличительные особенности инкрементальных и абсолютных энкодеров, их преимущества и недостатки, а также области применения.

Список литературы

1. Назначение и виды энкодеров/ Техпривод [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://tehprivod.su/poleznaya-informatsiya/naznachenie-i-vidy-encodirov.html/> – Дата доступа : 26.03.2022.
2. Absolute rotary encoder and RDrive servo motors / Blog Rozum Robotics [Электронный ресурс]. – 2029. – Режим доступа : <https://rozum.com/encoders-in-rdrive-servos/> – Дата доступа : 25.03.2022.
3. Магнитные угловые энкодеры / База знаний F-ENCO [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : <https://f-enco.ru/blog/tehnologii/magnitnye-uglovyie-encodery/> – Дата доступа : 27.03.2022.
4. Индуктивные энкодеры Zettlex / Celera Motion [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа <https://www.celeramotion.com/zettlex/ru/индуктивный-энкодер/> – Дата доступа : 25.03.2022.
5. Принцип работы оптических энкодеров / RENISHAW Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://www.renishaw.ru/ru/how-optical-encoders-work--36979/> – Дата доступа : 26.03.2022.

UDC 621.382

METHODS FOR PRECISE MEASUREMENT OF PARAMETERS SERVO MOTOR ROTATIONS

Protsenko D.V.¹, Savko N.O.²

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The main methods of converting the mechanical movements of the motor shaft into digital or analog signals for feeding them to the controller are considered. The main types of absolute and incremental encoders are studied. The advantages and disadvantages of each of the considered types of encoders, their fields of application are indicated.

Keywords: microprocessor technology, microcontroller, electrostatic discharge.