

Выбор разрешения энкодера

**Для сигнала
обратной связи**

Рекомендации





ООО “НПФ “Ракурс”
Официальный поставщик OMRON, Schneider Electric, Sick, Siemens

ВСТУПЛЕНИЕ. КРАТКАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	3
ВЫБОР ЭНКОДЕРА ПО ЕГО ВЫХОДНОЙ ЧАСТОТЕ	4
ВЫБОР ЭНКОДЕРА ПО ЧАСТОТЕ ПРИЁМНОГО УСТРОЙСТВА	4
ВЫБОР ЭНКОДЕРА ПО НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ	5
ПОДКЛЮЧЕНИЕ	5
ДОПОЛНЕНИЕ	7
ПРИМЕР	7
ВЫВОД	8



ВСТУПЛЕНИЕ. КРАТКАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Если рассматривать электропривод как часть современной системы, к которой предъявляются очень высокие требования, то представить её без обратной связи нельзя. В данном случае речь идёт об обратной связи по скорости привода, когда реальный сигнал скорости воспринимается приводом для коррекции напряжений и токов выходных фаз для управления двигателем. Практически во всех современных приводах, за исключением самых простых, для задачи регулирования скорости присутствует режим векторного управления. Сам по себе режим векторного управления не может существовать без обратной связи (случай «открытого вектора» мы не рассматриваем). Для организации замкнутого контура регулирования необходим датчик скорости. На сегодняшний день существует несколько основных типов датчиков скорости применяемых для обратной связи в современном электроприводе общепромышленного использования. Это энкодеры, резольверы, синусно-косинусно вращающиеся трансформаторы (СКВТ) и уже почти окончательно позабытые тахогенераторы. В данной рекомендательной статье будут рассмотрены только инкрементальные энкодеры (на самом деле энкодер – это датчик угла поворота, а не скорости, но сигнал изменения угла поворота можно продифференцировать и получить скорость, что и делает принимающее устройство). Выходные сигналы такого устройства имеют две фазы (А и В) и Z метку, см. рис. 1.

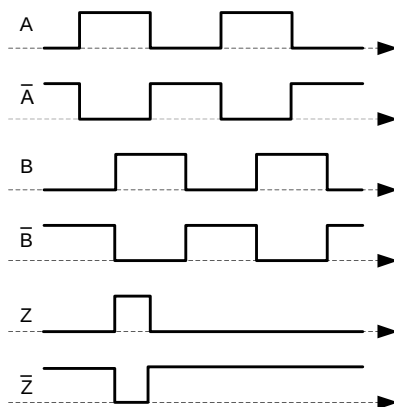


Рис. 1 Общий вид сигналов инкрементального энкодера с выходным интерфейсом TTL.

Как видно из рисунка каждая фаза энкодера имеет нормальный и инверсный сигнал. Это обеспечивает хорошую помехозащищённость линий связи. Наличие двух фаз тоже не является лишним, измерять угол поворота можно и по одной фазе, но тогда определить направление вращения будет невозможно. А в случае двух фаз и вращении мотора по часовой стрелке фаза В будет отставать от фазы А на 90°, при вращении против часовой стрелки всё будет строго наоборот. Z метка выдаётся энкодером после поворота на один оборот (в некоторых технологических задачах это необходимо).



ООО “НПФ “Ракурс”
Официальный поставщик OMRON, Schneider Electric, Sick, Siemens

ВЫБОР ЭНКОДЕРА ПО ЕГО ВЫХОДНОЙ ЧАСТОТЕ

Одним из основных параметров для выбора энкодера является скорость вращения (ограничена максимально допустимой механической скоростью вращения, обычно указанной в документации), с которой будет вращаться его вал, установленный на вал мотора, а в некоторых случаях на исполнительный орган, охватывая передачи и соединительные муфты. Этот же параметр необходимо учитывать при выборе разрешения энкодера. При вращении с большой скоростью и с большим числом импульсов на оборот, выходная частота логической части энкодера должна успевать выдавать импульсы (значение этой частоты обычно указывается в документации).

Например, инкрементальный энкодер производства фирмы SICK DRS61 имеет максимальную частоту равную 820кГц (в случае выходного интерфейса TTL), а энкодер DKS40 200кГц. При максимальном разрешении энкодера DRS61 в 8192 импульса на оборот энкодер может исправно выдавать импульсы, вращаясь только на частоте 6000 об/мин и не более. Максимально же допустимая скорость вращения вала энкодера 10000 об/мин. Следовательно, только понизив разрешение энкодера серии DRS61 (это возможно благодаря новейшей технологии, которая позволяет свободно перепрограммировать разрешение энкодера) можно «вписаться» в допустимую выходную частоту 820кГц, как показано ниже:

$$\frac{820[\text{кГц}]}{10000[\text{об / мин}] / 60} = 4939[\text{имп / об}] \quad (1.1)$$

ВЫБОР ЭНКОДЕРА ПО ЧАСТОТЕ ПРИЁМНОГО УСТРОЙСТВА

Выбирая разрешение энкодера нужно убедиться в том, что большое количество импульсов на оборот будет востребовано. С увеличением скорости вращения вала энкодера количество импульсов выдаваемых энкодером в единицу времени увеличивается. Устройство, которое будет принимать импульсы должно успевать считать импульсы, поступающие на вход, от энкодера. Таким устройством может быть карта обратной связи привода или канал входа стойки ЧПУ.

Например, карты связи для привода F7 производства OMRON имеют следующие значения максимальных частот входного сигнала для работы с энкодером.

Таблица 1 Максимальные значение частоты
для разных карт связи

Карта для обратной связи привода	Значение максимальной частоты, кГц
PBG2	30
PGX2	300



ООО “НПФ “Ракурс”
Официальный поставщик OMRON, Schneider Electric, Sick, Siemens

Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе энкодера. В противном случае, если частота выходного сигнала энкодера будет превышать максимальную входную частоту принимающего устройства, тогда устройство не будет успевать считать импульсы и, следовательно, правильно измерять скорость. Кроме того, согласно рекомендациям производителей приводов необходимо также принимать во внимание девиацию импульсов (разность фаз сигналов), а также форму сигналов при большой длине кабеля (она может отличаться от идеализированной прямоугольной формы). И расчет количества импульсов необходимо проверять по следующей формуле:

$$N = \frac{60 \times f[\text{Гц}]}{2 \times w[\text{об / мин}]} \quad (2.1)$$

Где, f - максимальная входная частота принимающего устройства, w - максимальная скорость вращения вала энкодера. Обратите внимание, что 2-ка в знаменателе относится и в том числе к тем случаям, когда используется привод F7, другие производители могут рекомендовать свои формулы. Таким образом, для гарантированной работы следует ориентироваться на максимальную частоту импульсов энкодера, равную половине рабочей частоты карточки обратной связи в случае использования оборудования OMRON. На практике не длинный кабель энкодера, отсутствие различных мощных помех, позволяют повысить частоту импульсов поступающих с энкодера, т.е. не ограничиваться половиной рабочей частоты, а работать до полной рабочей частоты. Но в этих случаях производитель не гарантирует, бесперебойную работоспособность системы. Получается, что чем больше рабочая частота, тем лучше (можно установить энкодер более высокого разрешения).

ВЫБОР ЭНКОДЕРА ПО НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ

Совсем другой вопрос, сколько импульсов на оборот будет достаточно для обеспечения точности системы. Если речь идёт об обратной связи по скорости с приводом и двигателем с асинхронным короткозамкнутым ротором, то от выбранного разрешения будет зависеть поведение системы. При маленьких разрешениях на очень низких скоростях вал мотора может двигаться не плавно, а дергаться, может измениться поведение системы при удержании вала на нулевой скорости. Но однозначно определить зависимость поведения системы от низких разрешений энкодера невозможно, не зная внутреннего логического устройства привода (а это уже коммерческая информация). Самым простым способом в таком случае будет проверка поведения системы «привод – мотор – энкодер» опытным путём.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Как правило, энкодеры подключаются с помощью 3-х проводной (открытый коллектор) или 6-ти проводной схемы (TTL интерфейс, или линейный драйвер), но существуют и другие интерфейсы (под интерфейс отводится один символ в полном коде энкодера). Выбирать выходной интерфейс надо исходя из принимающего устройства.



ООО “НПФ “Ракурс”
Официальный поставщик OMRON, Schneider Electric, Sick, Siemens

Например, для карты обратной связи PGX2 производства OMRON нужен энкодер с интерфейсом TTL, а с контроллером CP1H можно использовать и открытый коллектор и TTL, в зависимости от контроллера (CP1H-XA предназначен для 3-х проводной схемы, а CP1H-Y для TTL). На рис.2 показаны оба подключения.

Необходимо уточнить, что интерфейсу TTL соответствует более высокая выходная частота энкодера. Это происходит из-за разной реализации внутренних схем. На выходе TTL энкодера стоит операционный усилитель, сигнал меряется относительно инверсного сигнала. А все сигналы энкодера с выходом открытый коллектор меряются относительно общего провода.

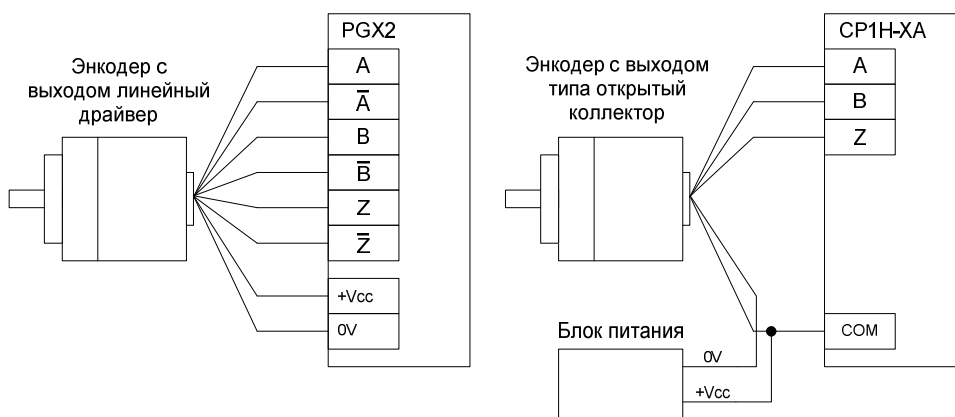


Рис.2 Пример схемы подключения энкодера.

Для кабелей связи с энкодером следует использовать только кабель, рекомендуемый заводом-изготовителем. Согласно документации на энкодер DRS61 следует использовать 12-ти жильный провод сечением 0.25мм² для сигналов и сечение 0.5 мм² для шины питания энкодера. Кроме того, если на принимающем устройстве нет клемм для питания энкодера, рекомендуется предусмотреть дополнительный отдельный источник питания. Это связано с тем, что энкодер – измерительный прибор, для которого рекомендуется стабилизированное напряжение питания. Не рекомендуется запитывать от источника реле, датчики и другое оборудование, потому что помехами по шине питания они могут внести изменения в показания энкодера.



ДОПОЛНЕНИЕ

Нельзя не уточнить, что разрешение энкодера может быть очень разным (например, ряд допустимого разрешения энкодера DKS40 – 10, 20, 50, 100, 200, 250, 256, 360, 500, 512, 720, 1000, 1024, 2000, 2048) и для разных задач могут быть нужны энкодеры с разным разрешением. Но, благодаря, новейшей технологии фирмы SICK энкодеры серии DRS61 можно легко перепрограммировать с помощью программатора и компьютера. Эта возможность значительно упрощает задачу выбора разрешения энкодера и значительно повышает адаптивность построенной на таких компонентах системы.

ПРИМЕР

Для 4-х полюсной машины с номинальной скоростью вращения 1500 об/мин требуется выбрать энкодер для привода F7.

Необходимо уточнить, какую максимальную скорость будет развивать мотор. Допустим, что машина будет разгоняться до 4700 об/мин. Карту связи будем использовать PGX2.

Для привода OMRON используем формулу 2.1.

$$N = \frac{60 \times 300000 [\Gamma\text{ц}]}{2 \times 4700 [\text{об} / \text{мин}]} = 1914 \text{ имп/об}$$

В нашем случае можно использовать энкодер SICK серии DRS61 и запрограммировать его на 1914 импульсов на оборот. При этом стандартным ближайшим числом импульсов в данном случае является 2000 либо 2048 имп/об. Поэтому в качестве альтернативного варианта можно выбрать либо энкодер DKS40-A5J02000, либо DKS40-A5J02048 соответственно. Буква А в коде энкодера соответствует интерфейсу TTL (линейный драйвер). Максимальная выходная частота энкодера 200 кГц. Частота, с которой энкодер будет выдавать импульсы на максимальной скорости. Проверить максимальную частоту импульсов можно по следующей формуле:

$$f = \frac{4700 [\text{об} / \text{мин}]}{60} \times 2048 = 160426 \text{ Гц}$$



ВЫВОД

Выбирая энкодер, не стоит слишком увеличивать разрешение и не стоит им сильно пренебрегать. Высокое разрешение и большие скорости вращения накладывают дополнительные требования на приёмное устройство. Низкое разрешение опасно тем, что для низких скоростей может не хватить минимального разрешения и поэтому нужно принимать во внимание:

- Максимальную скорость вращения;
- Необходимое разрешение (можно вычислить по формуле, зная только максимальную скорость вращения и скорость счёта приёмного устройства по формуле 2.1).

Например, фирма OMRON в техническом руководстве на привод рекомендует выбирать разрешение энкодера от 1000 до 2000 импульсов на оборот, если мотор не будет вращаться больше чем 4000 об/мин. Дальнейшее увеличение разрешения энкодера не даст увеличения диапазона регулирования и точности поддержания по скорости.