

КАК ВЫБРАТЬ ДАТЧИК УГЛА ПОВОРОТА?

ТОМ УАЙЭТ (ТОМ WYATT), менеджер отделения автоматизации, Heidenhain

При выборе датчика для привода необходимо учитывать не только требования по точности определения углового положения, но и другие параметры — стабильность скорости вращения, акустический шум, потери мощности и полосу пропускания. Статья представляет собой перевод [1].

Управляемые сервоприводы используются во многих областях автоматизации, в системах преобразования, в печатном процессе, в системах погрузки и в робототехнике, при производстве станков и инструментов. Выбор датчика угла поворота, а также технологии кодирования для применения в той или иной системе зависит от требований к ее точности, будь то управление по положению или контроль скорости.

Прежде чем принять решение о выборе датчика, инженер должен изучить все его основные свойства, в том числе:

- точность определения положения ротора;
- стабильность скорости;
- минимальный уровень акустического шума;
- потери мощности;
- полоса пропускания, которая определяет время реакции драйвера на команду.

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ

Точность определения положения зависит исключительно от требований приложения. Например, в большинстве преобразователях координат (резоль-

верах) один оборот вала соответствует одному периоду сигнала. Поэтому их разрешение при определении положения весьма ограничено, и точность находится в пределах $\pm 500''$ (дуговых секунд), при этом электроника драйвера обычно интерполирует до 16384 положений за один оборот.

Индукционная сканирующая система, используемая во многих кодовых датчиках угла поворота, обеспечивает значительно более высокое разрешение, обычно в диапазоне 32-х периодов сигнала за один оборот, что соответствует точности $\pm 280''$. Интерполирование в этом случае производится в самом кодовом датчике и обеспечивает 131072 положений за один оборот.

Работа оптических кодовых датчиков основана на весьма точной шкале, как правило, с использованием 2048 периодов сигнала на один оборот, и потому обеспечивают намного более высокое разрешение, чем встроенная интерполирующая электроника. Выходное разрешение в этом случае составляет 25 бит, или 33554432 абсолютных положений на один оборот с точностью в диапазоне $\pm 20''$.

СТАБИЛЬНОСТЬ СКОРОСТИ

Чтобы обеспечить плавную, а не прерывистую характеристику управления приводом, датчик должен выполнять большое число шагов измерения за один оборот. Однако инженер должен учитывать и качество сигналов датчика. Чтобы достичь требуемого высокого разрешения, необходимо интерполировать сканирующие сигналы. неподходящий тип сканирования, нарушение требований измерительных стандартов и недостаточно качественное формирование сигнала приводят к тому, что форма сигнала отклоняется от идеальной. Тогда в процессе интерполяции возникают ошибки, период повторения которых лежит в пределах периода следования сигнала. Поэтому эти погрешности в пределах одного периода сигнала также называют погрешностями интерполяции. Для высококачественных датчиков уровень этой погрешности составляет, как правило, 1–2% периода сигнала (см. рис. 1 и 2).

Погрешность интерполяции отрицательно сказывается на точности определения положения, значительно ухудшает стабильность скорости и увеличивает уровень акустического шума электропривода. Контроллер скорости рассчитывает номинальные токи, необходимые для торможения или ускорения электропривода на основе кривой погрешности. При низких скоростях драйвер отстает по фазе от ошибки интерполяции. При увеличении скорости частота ошибки интерполяции также возрастает. Поскольку электропривод способен следить за ошибкой только в пределах управляющей полосы пропускания, его влияние на стабильное поведение скорости уменьшается при ее росте. Однако искажения тока электропривода продолжают расти, что ведет к появлению помех в драйвере при высоком уровне усиления контура управления.

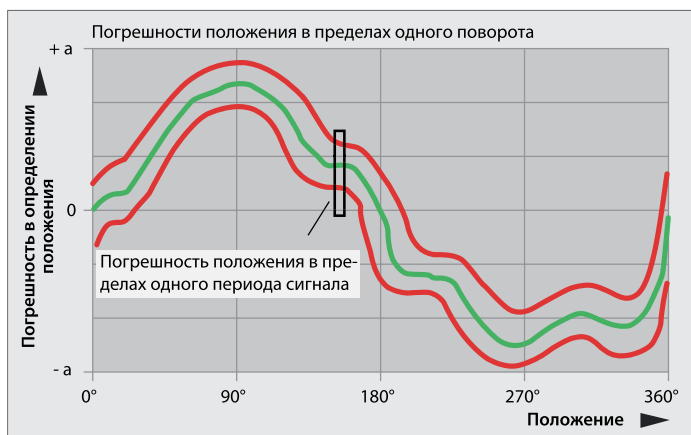


Рис. 1. Погрешность определения положения в зависимости от угла поворота

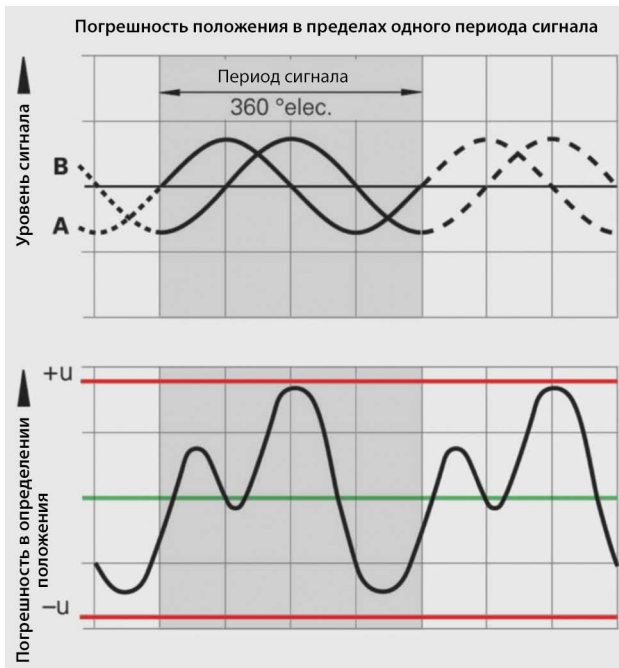


Рис. 2. Уровень сигнала и погрешность определения положения

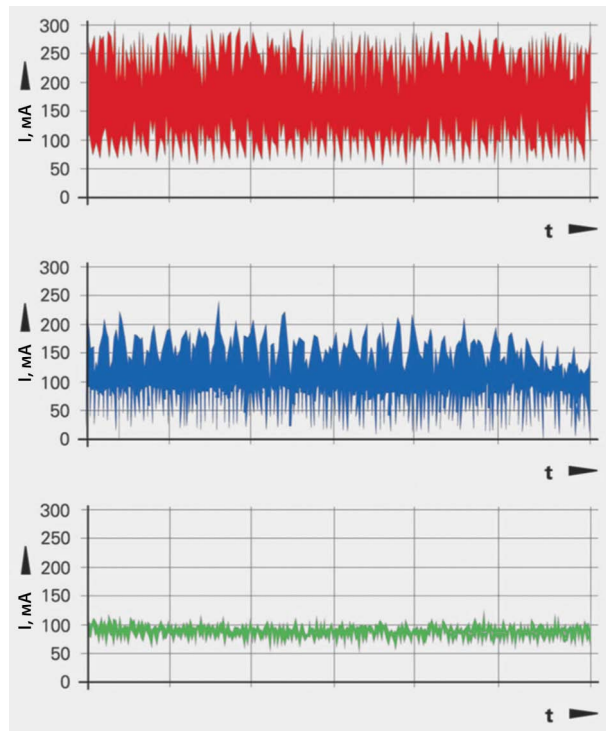


Рис. 3. Колебание тока для различных типов сканирующих систем: резольверов, индуктивных и оптических датчиков

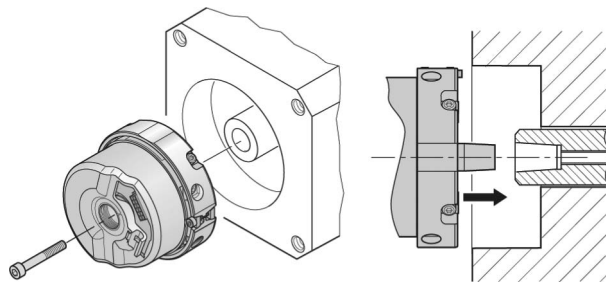


Рис. 4. Конусообразный выступ датчика и полость вала электропривода обеспечивают почти идеальное центрирование

Более высокое разрешение и точность также уменьшают помехи по току в электроприводе, которые приводят к нагреву и потерям мощности. На рисунке 3 сравниваются три технологии сканирования по уровню потребляемого тока.

ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ

Полоса пропускания (т.е. реакция датчика на команду и надежность

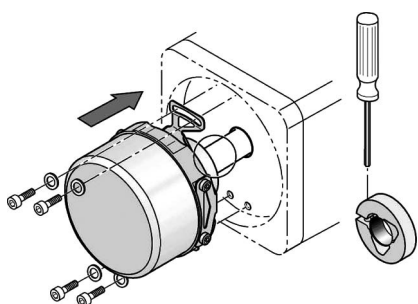


Рис. 5. Датчик с полой осью, в котором статор крепится с помощью двух монтажных петель

управления) может быть ограничена жесткостью соединения между валом электропривода и валом датчика, а также собственной частотой колебаний соединения. Датчики угла предназначены для работы в определенном диапазоне ускорений. Обычно диапазон ускорений составляет 55...2000 Гц. Однако если особенности приложения или неудовлетворительный монтаж датчика вызывают его продолжительную резонансную вибрацию, то характеристики датчика ухудшаются и возможно его повреждение.

Собственные частоты конструкции меняются в зависимости от конфигурации соединения со статором. Для достижения оптимальных характеристик эти частоты должны быть как можно выше.

Для хорошего центрирования важно, чтобы подшипники датчика и электропривода были расположены как можно ближе друг к другу. На рисунке 4 показано, как это реализо-

вано в устройстве. Конусообразный выступ датчика и соответствующая полость вала электропривода обеспечивают почти идеальное центрирование. Такая механическая конструкция обеспечивает приблизительно в 4 раза большую величину фиксированного крутящего момента, чем конструкция обычного датчика с полый осью, в котором статор крепится с помощью двух монтажных петель (см. рис. 5). Это увеличивает срок службы подшипника датчика и обеспечивает оптимальное соотношение между собственной частотой и ускорением. Кроме того, такая конструкция практически полностью устраняет любые ограничения по полосе пропускания драйвера.

Множество факторов влияет на выбор датчика углового положения для использования в управляемых сервоприводах. И хотя требования по точности определения положения имеют первостепенное значение при выборе, важно также учитывать и то, как другие свойства датчика — стабильность скорости вращения, акустический шум, возможные потери мощности и полоса пропускания — могут повлиять на работу приложения. Оптимальный выбор датчика на начальном этапе разработки обеспечит хорошие характеристики системы «электропривод-драйвер».

ЛИТЕРАТУРА

1. Tom Wyatt. *Rotary Encoder Selection// Control Engineering*, March 2011.