

## ШАГОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ПРОТИВ СЕРВОПРИВОДА

А.П. Каргу (НПФ "Электропривод")

*Представлено сравнение принципов функционирования и областей применения "интеллектуальных" шаговых приводов и сервоприводов.*

Технический прогресс неуклонно дает о себе знать, предлагая все новые устройства и усовершенствования в области производственных процессов, робототехники, станкостроения. Систем, использующих электропривод, с каждым годом становится все больше. И так как современная техника, вытесняющая устаревающее оборудование, становится все более требовательной к точности и надежности исполнительных электроприводов, зачастую "классические" типы приводов уже не удовлетворяют потребностям. Современный электрический привод должен быть не только высокоточным и надежным изделием, но и конкурентоспособным по стоимости.

Среди распространенных "интеллектуальных" электроприводов можно отметить два типа: шаговый двигатель (привод) и серводвигатель (сервопривод) (рисунок).

Классические двигатели постоянного тока с постоянными магнитами начинают вращение сразу, как только на обмотке появляется питание, то есть приложено постоянное напряжение. Переключение направления движения осуществляется изменением полярности питания.

Шаговый двигатель напоминает двигатель постоянного тока без коллекторного узла (вентильный двигатель). Фазы шагового двигателя — часть статора. На роторе располагаются постоянные магниты или зубчатый блок из магнитомягкого материала. Блок управления — драйвер шагового двигателя — производит коммутацию фаз. Ротор двигателя перемещается дискретно на определенный угол, называемый основным угловым шагом. Драйвер, как правило, имеет возможность дробить этот шаг, точность перемещения зависит от величины основного углового шага, управляющего блока и от геометрии двигателя. Для работы шагового двигателя не требуется система обратной связи, хотя использование энкодера в шаговом приводе возможно. Многие современные шаговые двигатели имеют основной угловой шаг 1,8 или 0,9°, который может дробиться драйвером в несколько раз, обеспечивая точность перемещения несколько сотых долей градуса.

Особенностью серводвигателя является обязательное наличие системы обратной связи, без которой невозможна его работа. В синхронных сервоприводах обычно используется датчик обратной связи по скорости или положению, но распространены варианты и с обеими системами. В качестве таких систем обычно используется синусный энкодер (sin-cos энкодер) либо резолвер (вращающийся трансформатор).

Шаговые двигатели, несмотря на высокую разрешающую способность (несколько тысяч шагов на



оборот), все же перемещаются дискретными шагами (микрошагами), обрабатывая строго определенный угол. Серводвигатель с установленной высокоточной системой обратной связи может обеспечить гораздо более плавное движение, максимально точно обрабатывая заданный контур. При этом плавность и точность перемещения и позиционирования зависят от выбранной системы обратной связи (которая может иметь разрешающую способность несколько миллионов/оборот).

Крутящий момент шагового двигателя падает с увеличением частоты обработки шагов. В некоторых случаях на больших скоростях происходит падение момента более чем в 10 раз. Этот эффект связан с тем, что ток в обмотках шагового двигателя за время прохождения шага не успевает достигнуть нужного значения. При увеличении напряжения питания этот недостаток несколько компенсируется. На высокой скорости есть опасность пропуска шагов, что отрицательно сказывается на точности позиционирования. Такой недостаток шаговых двигателей делает невозможным их использование в высокودинамичных системах. Однако в устройствах с невысокими скоростями перемещения использование шагового двигателя является одним из наиболее приемлемых решений. Для контроля пропуска шагов дополнительно используется энкодер.

Серводвигатель может работать на скоростях несколько тысяч оборотов в минуту, сохраняя при этом крутящий момент. Обычно сервоприводы могут работать в двух режимах: быстрое перемещение значительной нагрузки между точками, либо плавное точное обрабатывание контура. Однако стоимость сервопривода, способного принимать сигналы от сложной высокоточной системы обратной связи, обрабатывать эти сигналы и реагировать (коммутировать фазы) должным образом, чрезвычайно высока. Помимо высокой стоимости, недостатком можно отметить то, что для настройки и работы сервопривода требуется квалифицированный персонал. Десятки параметров и условий влияют на корректную работу сервопривода. Сложный механизм требует настройки и регулировки, без которой привод

*Противоположности, поставленные рядом, становятся более явными.*

Бонаventura

теряет свои преимущества и не выдает желаемые характеристики. То есть помимо стоимости оборудования, необходимо оплачивать еще и обучение персонала, в то время как с управлением шаговым двигателем может справиться даже неподготовленный пользователь, имея минимальную документацию.

Обобщив вышесказанное, можно сделать некоторые выводы в пользу шаговых двигателей:

- стоимость шагового привода на порядок ниже, чем сервомотора;

- легкость эксплуатации сделали шаговые двигатели доступными для применения даже неквалифицированными в этой области людьми, а для использования сервоприводов требуются значительные временные затраты на обучение;

- шаговый двигатель не привязан к конкретному блоку управления, при соблюдении минимальных условий (совпадение числа фаз, номинального тока и при необходимости возможности дробления шага). Серводвигатели хотя и могут работать с "неродными" устройствами управления, но не выдают при этом желаемых параметров. То есть приобретать необходимо не отдельные части, а всю сервосистему в целом у одного производителя (даже при завышенной стоимости отдельных компонентов)<sup>1</sup>.

Выводы по распространению и областям применения напрашиваются сами собой. Шаговые двигатели можно применять везде, где есть необходимость позиционирования (в том числе довольно точного) при невысоких скоростях. Шаговый привод является идеальной заменой высокоскоростных двигателей с редуктором и применяется в случаях, когда нет необходимости в дорогостоящем сервоприводе. Шаговые двигатели могут применяться в единичных изделиях: индивидуальными изобретателями, создателями роботов, при создании несерийных станков, в аппаратах, проектируемых по индивидуальному заданию. Если же речь идет о высокоскоростной динамичной системе с большими крутящими моментами и при необходимости крайне высокой точности позиционирования — вместо шагового двигателя используется сервопривод. В таких случаях о конкурентоспособности по цене речь уже не идет — здесь главное добиться желаемых параметров работы. В серийных изделиях есть возможность снизить стоимость за счет уменьшения цены серийно изготавливаемого сервопривода и за счет того, что настройка всех приводов одинакова и выполняется специалистами при изготовлении изделия (либо поставщиком сервопривода, либо производителем конечной продукции).

*Каргу Анна Петровна — инженер-программист компании "НПФ Электропривод".*

*Контактный телефон (812) 703-09-81. [Http://electroprivod.ru](http://electroprivod.ru)*

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРИВОДЫ ДАНФОСС****А.В. Туманов (ООО "Данфосс")**

*Рассмотрены функции преобразователей частоты Danfoss, которые расширяют стандартные возможности привода в управлении ТП, сокращают расходы на автоматизацию в целом и способны автономно выполнять определенные действия по управлению и диагностике.*

**Частотно-регулируемый привод или частотный преобразователь**

В последние годы значительно увеличился спрос на преобразователи частоты (ПЧ) широкого диапазона мощностей, усложнились задачи, которые должен решать частотно-регулируемый привод. Основная задача ПЧ — регулирование скорости или момента асинхронного двигателя в широком диапазоне с максимальным КПД. Сегодня его внедрение идет по нескольким направлениям. Одно из них связано с применением преобразователей в качестве основы энергосберегающих, ресурсосберегающих систем, другое — с применением комплектного частотно-регулируемого привода там, где технология производства требует изменения скорости вращения механизмов в широких пределах, поддержания стабильности технологических процессов, обеспечения синхронной работы многодвигательных приво-

дов. Раньше для этого, как правило, применялись приводы постоянного тока, многоскоростные двигатели, вариаторы. Наиболее эффективно применение ПЧ в приводах с вентиляторной нагрузкой, к которым относятся центробежные насосы, вентиляторы, воздухоудвки.

Далее, переходя от общей теории к рассмотрению приводов и ПЧ компании Danfoss, заметим, что под интеллектуальными функциями приводов будем подразумевать функции, которые расширяют стандартные возможности привода в управлении ТП, сокращают расходы на автоматизацию в целом и способны автономно, без участия верхнего уровня выполнять определенные действия. Эти функции поддерживаются ПЧ на программном и аппаратном уровнях. Приятный бонус — большинство описываемых функций встроено по умолчанию (бесплатно) в базовые конфигурации приводов Danfoss (рисунок).

<sup>1</sup> Подробно эта тема развита в статье Бартоса Ф. Советы по применению сервосистем // Control Engineering. (<http://www.dmotor.ru/servosystem.htm>).