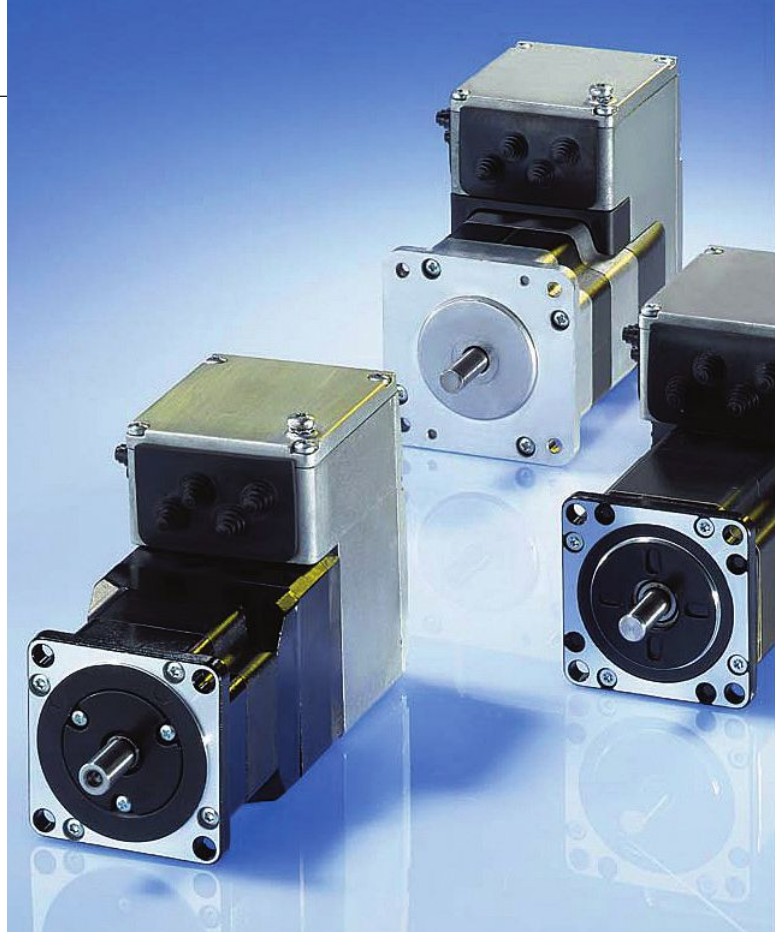


Главное конкурентное преимущество шаговых двигателей – значительно меньшая стоимость реализации задачи позиционирования в рамках системы электронного управления

Александр Карман,
karman@micropribor.kiev.ua

Павел Скударнов,
skudarnov@micropribor.kiev.ua



Эффективный инструмент позиционирования

Шаговые двигатели как инструмент позиционирования достаточно широко используются, например, в оборудовании для упаковки или маркировки в легкой и пищевой промышленности, в робототехнике и других областях и выпускаются многими фирмами.

Уровень требований к точности работы оборудования постоянно повышается, и главным конкурентным преимуществом шаговых двигателей становится меньшая стоимость реализации задачи позиционирования в рамках системы электронного управления.

В современном компьютеризированном оборудовании шаговые двигатели как правило используются в качестве элемента локальной схемы управления, состав и возможности которой могут быть рассмотрены на примере двигателей и блоков управления фирмы

BERGER LAHR (www.berger-lahr.com).

Контроллер движения двигателей

Контроллером движения для шаговых двигателей Berger Lahr является многоосевой контроллер TLM2, программируемый согласно фирменному алгоритму через Ethernet (протокол TCP/IP), или достаточно скоростной интерфейс RS-232 (115 Kbaud).

Контроллер TLM2 в состоянии управлять синхронно и независимо четырьмя драйверами шаговых двигателей SD-3 (или интегральными шаговыми приводами IFS (рис. 2) через интерфейсы «импульс/направление» (Step + Direction). Контроллер TLM2, как CANopen-мастер, обеспечивает координированное управление по шине CANopen 126-ю драйверами SD-3 или иными объектами, совместимыми с этой



Рис. 1. Трехфазные шаговые двигатели VRDM

Табл. 1. Основные параметры трехфазных шаговых двигателей Berger Lahr

Модель	VRDM 36			VRDM 39		
	364	366	368	397	3910	3913
Макс. момент, Nm	0,45	0,9	1,5	1,7	4	6
Момент удержания, Nm	0,51	1,02	1,7	1,92	4,52	6,78
Инерция ротора, кг/см ²	0,1	0,22	0,38	1,1	2,2	3,3
Кратность шага, шаг/об.	200/500/1000/2000/4000/5000/10000					
Напряжение/ток фазы, VDC/A	24/52	24/5,8	90/1,6	24/5,8	90/5,0	90/5,0
Вес, кг	1,3	1,6	2	2,1	3,2	4,3
Диапазон температур, °C	От - 25 до +40					
Степень защиты	IP-56					

шиной. Конфигурация объектов шины CANopen задается EDS-файлами, максимальная скорость обмена данными через CAN-интерфейс – 1,0 Mbaud.

Программирование TLM2 выполняется согласно CoDeSys Soft Motion (IEC 61131-3) и включает в себя стандартную библиотеку команд с различными профилями перемещения, которые обеспечивают:

- ▶ высокосинхронизированное перемещение по 4 осям («импульс/направление»);
- ▶ ручной режим;
- ▶ рекомендованный профиль перемещения, режим «от точки – до точки»;
- ▶ 2,5D-интерполяция (движение по пространственно-ориентированной траектории);
- ▶ «электронный редуктор»;
- ▶ синхронизированное угловое перемещение и др.

Память контроллера TLM2 состоит из основного ОЗУ – 64 МБ, памяти CoDeSys-приложений – 32 МБ, ОЗУ приложений – 13 МБ, энергонезависимой памяти – 32 КБ и позволяет сохранять все программные установки, как заносимые из фирменного CD-ROM, так и адаптированные к конкретному приложению. В контроллере предусмотрен интерфейс энкодера обратной связи – RS-422. Напряжение питания контроллера – 24 VDC; 32 цифровых входа и 16 цифровых выходов имеют защиту от короткого замыкания и от перегрузки по напряжению.

Управление двигателями

Драйверы серии SD3 предназначены для управления шаговыми двигателями, не имеющими встроенной электроники. На драйвер SD3 от мастер-PLC (TLM2) подается внешнее питание

24VDC, входные сигналы управления «импульс/направление». Эти драйверы отличаются превосходными характеристиками поддержания постоянной скорости, что важно, например, в процессах сканирования и длительной экспозиции.

Драйвер SD3 может быть эффективно использован для управления трехфазными шаговыми дви-

гателями VRDM36, VRDM39 (рис. 1), обмотки которых соединены «треугольником» (рис. 3).

Сдвинутый по фазе синусоидальный ток, промодулированный ступенчатой шаговой функцией, подается на вершины «треугольника» обмоток через двухтактные оконечные каскады трехфазной схемы управления (рис. 3). Управляющие сигналы этих кас-

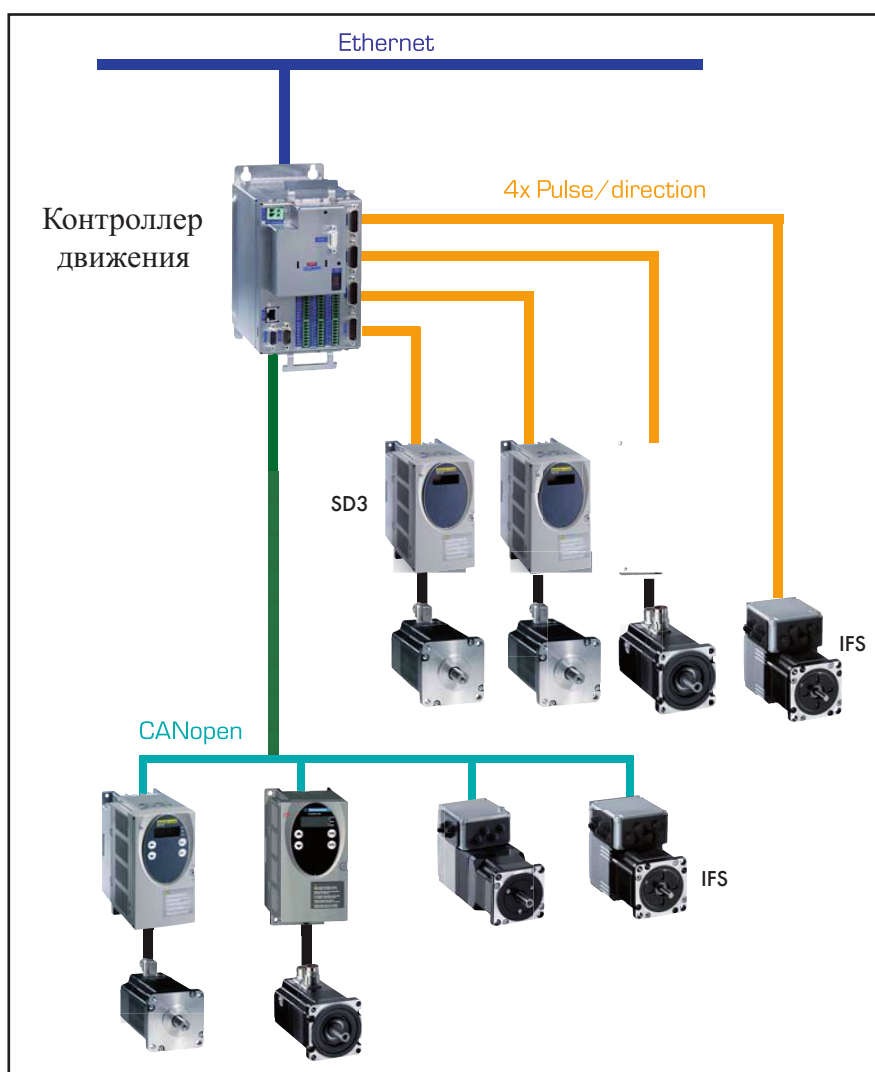


Рис. 2. Контроллер TLM2 эффективен в управлении трехфазными шаговыми двигателями

кадов попеременно коммутируют полюса каждой обмотки к источнику тока или к шине нулевого потенциала, что обеспечивает протекание тока через обмотки в обоих направлениях и реализует наиболее эффективный биполярный режим работы шагового двигателя. Модуляция управляющего тока ступенчатой шаговой функцией наряду с количеством полюсов обмоток определяют микрошаговый режим двигателя.

Практическое применение

Трехфазные шаговые двигатели Berger Lahr выпускаются в трех вариантах: серия VRDM36 – фланец 57 x 57 мм, серия VRDM39 – фланец 85 x 85 мм, серия VRDM311 – фланец 110 x 110 мм, серия ExRDM39 – взрывобезопасный вариант (EEx d IIC T4).

Основные параметры изделий представлены в табл. 1, причем двигатели серии VRDM36 выпускаются с вариантами обмоток на сигналы возбуждения 24–48 VDC, 80–140 VDC, а серии VRDM39 – 24–48 VDC, 80–140 VDC, 230 VAC.

Ресурс наработки вышеуказанных шаговых двигателей ограничивается временем жизни подшипников и составляет 20 000 часов при соблюдении рекомендованных в документации осевых и радиальных нагрузок.

Данные шаговые двигатели поставляются в варианте с двойным валом для энкодера обратной связи, точно отображающего истинную позицию ротора, а также с дополнительным электромагнитным тормозом, который удерживает вал двигателя после внезапного отключения тока возбуждения обмоток или аварийной остановки.

Все типы указанных шаговых двигателей сопрягаются с планетарными редукторами PLE, PLS, которые предусматривают три повышающих соотношения для момента на валу – 3:1, 5:1, 8:1

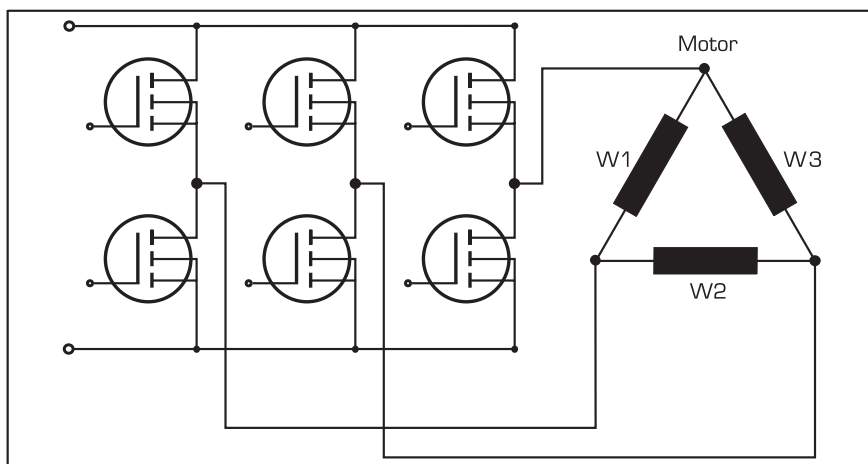


Рис. 3. Сдвинутый по фазе синусоидальный ток коммутируется на вершины «треугольника» обмоток шагового двигателя

при коэффициенте эффективности редуцирования 0,96.

Применение рассмотренных дискретных шаговых двигателей VRDM и драйверов управления SD3 сопряжено с коммутацией сигналов возбуждения обмоток и сигналов обратной связи энкодеров через кабели связи, размещение которых на подвижных элементах оборудования может вступить в противоречие с рациональной компоновкой системы в целом.

Это противоречие в определенной степени разрешается применением интегрального шагового привода, который состоит из трехфазного шагового двигателя и встроенного блока управления с различными вариантами интерфейсов: IFS – Profibus DP, CANopen, RS-485, IDS – интерфейс «импульс/направление» (Step + Direction). Основные параметры интегрального шагового привода представлены в табл. 2, общий вид – на иллюстрации в начале статьи.

В условиях неблагоприятной внешней среды, например, при запыленности в процессе деревообработки, интегральные шаговые приводы эффективны в связи с возможностью децентрализации: приводы IFS (степень защиты IP-54) размещаются непосредственно

на действующем оборудовании, тогда как контроллер движения и другие элементы системы вынесены из зоны оборудования и обеспечивают управление его работой через интерфейс RS-485, что существенно сокращает количество кабельных соединений.

Такое решение отличается более высокой плотностью компоновки, уменьшая общие габариты оборудования и простотой интеграции в систему, благодаря совместимости с фирменным программным обеспечением Soft Motion. Интегральные приводы Berger Lahr используют ранее рассмотренные шаговые двигатели, обеспечивают высокий момент на валу при малых скоростях вращения, эффективны при короткодистанционном позиционировании. За счет высокого момента удержания целесообразно их использование в процессах перемещения по трем координатам, предусматривающим фиксацию заданного положения (робототехника: «поднять – перенести – установить»).


Выделять в качестве преимуществ уникальные параметры шаговых двигателей серий VRDM 36, -39 (например, способность работать с максимальным ускорением 200 000 шаг/с²) или особые возможности контроллера TLM2 (управление 126-ю объектами по шине CANopen) было бы некорректно. Эти и другие преимущества могут быть реализованы только на системном уровне при комплексном использовании как шаговых двигателей и контроллеров Berger Lahr, так и фирменного программного обеспечения, ориентированных на достижение максимальной эффективности от их применения. 

Табл. 2. Основные параметры интегрального шагового привода

Модель	IFS 6	IFS 9
Макс. момент, Nm	0,45 – 1,5	2,0 – 6,0
Макс. скорость вращения, об/мин	2000	1000
Разрешение позиционирования, °	0,018	0,018
Ресурс эксплуатации, ч	20 000	20 000

