

Рекуперация электроэнергии с помощью блока торможения и матричного преобразователя частоты



В статье представлено оборудование, позволяющее обеспечить энергоэффективность электроприводов с помощью применения современных высокотехнологичных конструкций: рекуперативного блока торможения D1000 и матричного преобразователя частоты U1000. Приводятся их характеристики, преимущества и сферы практического применения.

ООО «КоСПА», г. Москва

В XXI веке задача обеспечения энергоэффективности любого процесса, системы, механизма, электроприбора вышла на первый план. Напрямую она касается и электроприводов, потребление которых, по оценкам экспертов, составляет около 60 % всей генерируемой в мире электроэнергии.

Электропривод и энергоэффективность

Для понимания, где в системе электропривода возникают бесполезные потери электроэнергии, необходимо учесть, что любой электродвигатель может работать в двух режи-

мах: двигательном и генераторном. В первом он потребляет энергию из сети, во втором энергия поступает от электродвигателя в сеть.

Рассмотрим кратко работу электропривода переменного тока (его используют в 80–90 % случаев). Основным средством управления таким двигателем, асинхронным или синхронным, служат преобразователи частоты (ПЧ). Они делятся на два основных класса: с промежуточным звеном постоянного тока (ЗПТ) и непосредственно преобразователи.

Первые получили большее распространение в силу относительно

невысокой стоимости и достаточно простых алгоритмов управления. В них переменный ток электросети с помощью блока выпрямителя трансформируется в постоянный, который затем фильтруется в ЗПТ и поступает на блок инвертора, где с помощью ШИМ-модуляции генерируется переменный ток определенной частоты. При работе в двигательном режиме преобразователь с ЗПТ проблем не создает, но в момент перехода в генераторный режим возвращаемая с двигателя электроэнергия поступает в ЗПТ на конденсатор фильтра, что может стать причиной выхода этого элемента из строя.



Рис. 1. Схема подключения рекуператора D1000

Известно несколько решений этой проблемы:

- ▶ применение в ЗПТ тормозного сопротивления, выступающего в качестве преобразователя генерируемой двигателем энергии в тепло;

- ▶ применение вместо входного диодного моста активного выпрямителя, позволяющего возвращать энергию в сеть без дополнительных устройств;

- ▶ организация схемы возврата (рекуперации) энергии в сеть при помощи внешних устройств.

Инжиниринговая компания «КоСПА» («Компоненты и системы для промышленной автоматизации») известна на российском рынке как разработчик систем управления и их элементов для машиностроения, нефтегазовой промышленности, металлургии, пищевой и упаковочной отраслей и др. Несмотря на уход с отечественного рынка ряда известных мировых брендов, компания продолжает взаимовыгодное сотрудничество с наиболее доверенными и надежными зарубежными поставщиками востребованной продукции. Одним из них является японская фирма YASKAWA, о ее устройствах рекуперации электроэнергии мы и расскажем в статье.

Рекуперативный блок торможения D1000

Блок рекуперации D1000, позволяющий уменьшить общее электропотребление установки, служит как для перераспределения энергии между несколькими приводами и обеспечения безопасности преобразователей частоты, так и для рекуперации (возврата) избытка электроэнергии в сеть. Устройство предназначено для работы не только с преобразователями частоты, но и с одним или группой сервоприводов разной мощности, включая приводы промышленных роботов (рис. 1). Первоначально предполагалось, что блоки этого типа будут использоваться совместно с сервоприводами производства компании YASKAWA, однако опыт их эксплуатации доказал возможность работы блоков D1000 и с приводами других изготовителей приводной техники. Исходя из этого, его использование в качестве рекуператора/перераспределителя энергии для электрохозяйств предприятий в различных отраслях будет высокоэффективным, компактным комплексным решением.

Таблица 1. Основные технические характеристики рекуперативных блоков торможения серии D1000

Характеристика	Значение
Номинальное напряжение сети переменного тока (в зависимости от исполнения), В	380...480 (-15...+10%)
Частота сети, Гц	50/60 ± 2%
Максимальное время защиты от перегрузки (150% I _{ном}), с	60
Максимальная рекуперативная мощность (в зависимости от исполнения), кВт	3,5...630
Входной коэффициент мощности при номинальной нагрузке, минимум	0,99
Допустимая температура эксплуатации (без образования конденсата), °С	-10...+50
Оборудование оператора	ЖК-дисплей с поддержкой 11 европейских языков, включая русский. Исполнение – съемное (предусмотрена возможность монтажа на переднюю панель электрошкафа)
Диагностика	Предусмотрена расширенная диагностика работы и контроль ресурса основных элементов блока (доступность информации – через пульт, подключение к ПК и сетевые интерфейсы)
Поддерживаемые промышленные протоколы управления	Modbus RTU (встроен), CANopen, CC-link, DeviceNet, EtherCat, Ethernet/IP, MECHATROLINK-II, Modbus TCP/IP, Powerlink, Profibus DP, PROFINET
Программное обеспечение	DriveWizard Plus
Питание для цепи управления и дополнительных плат при отключении главной цепи (опция)	Блоки питания 24 В пост. тока, PS-A10LB и PS A10NB

В отличие от блока рекуперативного торможения типа R1000, в блоке рекуперации D1000 питание устройств, работающих в генераторном режиме, реализуется через сам модуль, который подключается к звену постоянного тока этих устройств. Основные технические характеристики рекуперативных блоков торможения серии D1000 представлены в таблице.

Применение блока D1000 позволяет не только снизить общее электропотребление установки, но и сэкономить место в шкафу, так как используется лишь один блок для питания всех устройств с рекуперацией. В комплект поставки могут входить непосредственно блок рекуперации, ЭМС-фильтр, дроссель переменного тока и защитный кожух, обеспечивающий уровень



Рис. 2. Рекуперативный блок торможения D1000: комплект поставки

защиты IP20 (рис. 2), что позволяет отказаться от дополнительных фильтров, дросселей и резисторов внутри электрошкафа.

Матричный преобразователь частоты U1000

Применительно к устройствам, использующимся в рекуперативном режиме, отличным решением для пользователей будет установка ультракомпактного матричного преобразователя частоты U1000 (рис. 3), созданного на основе инновационных технологий матричных конвертеров. Его отличительная особенность – отсутствие шины постоянного тока или выпрямителя. Такая конструкция позволяет с высокой эффективностью реализовать прямое преобразование переменного напряжения питающей сети в напряжение с максимальной частотой на выходе 400 Гц. Этот принцип позволяет сервоприводу работать в 4 квадрантах, при этом возвращая электроэнергию обратно в питающую сеть без использования какого-либо дополнительного оборудования.

С помощью матричной технологии преобразователь способен обеспечить полную регенерацию, то есть создаваемая энергия торможения полностью рекуперирована в сеть и поступает другим потребителям. Тем самым сокращаются расходы на электроэнергию, а тормозные резисторы и их охлаждение становятся ненужными, благодаря чему повышается пожаробезопасность.

Меньшее количество задействованных в U1000 компонентов повышает уровень его надежности. Устройство обладает высоким КПД, низкий уровень гармонических искажений способствует его эффективному применению в ИТ-сетях с изолированной нейтралью.

Важным достоинством преобразователя U1000 является возможность управления как асинхронными двигателями, так и двигателями с постоянными магнитами (с датчиком обратной связи или без него), что обуславливает широкую сферу применения прибора в самых разных областях народного хозяйства, устройствах и системах: в подъемно-транспортных и возвратно-поступательных механизмах и механизмах с большими инерционными нагрузками, в нагрузочных машинах, на испытательных стендах,



Рис. 3. Матричный преобразователь частоты U1000

а также в случае отсутствия возможности использования тормозных резисторов (к примеру, из-за высокой пожароопасности).

Матричный преобразователь частоты U1000 имеет отличные техни-

ческие и эксплуатационные характеристики:

- конструкция устройства обеспечивает подавление высших гармоник тока, выдавая на выходе практически чистую синусоиду (рис. 4), коэффи-

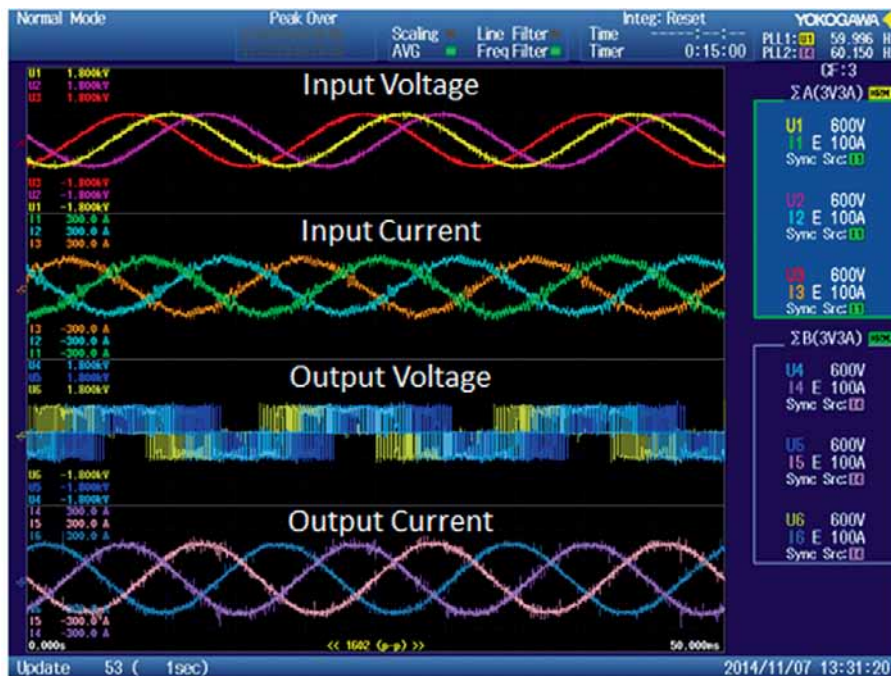


Рис. 4. Осциллограммы токов и напряжений преобразователя частоты U1000

циент гармонических искажений при этом составляет менее 5 %;

- ▶ коэффициент мощности преобразователя близок к единице, что характеризует практически полное отсутствие реактивной мощности;

- ▶ специальный алгоритм управления обеспечивает работу с асинхронными, синхронными явнополюсными (IPM) и неявнополюсными (SPM) двигателями на частотах до 400 Гц;

- ▶ все модификации (кроме самых мощных) оборудованы встроенными LC- и ЭМС-фильтрами;

- ▶ точность задания и обработки частоты: при цифровом управлении 0,01 Гц; при частотном управлении 1/32000; при аналоговом управлении 1/1000 от заданной в паспорте максимальной частоты;

- ▶ реализация очень медленных разгонов и торможений (до 6000 с) исполнительных механизмов (например, дробилок);

- ▶ наличие встроенного контура безопасного отключения двигателя SLI3 STO.

Кроме того, использование преобразователя U1000 обеспечивает существенную экономию доступного внутреннего пространства монтажного электрошкафа, поскольку в этом случае не требуется установка дополнительных компонентов, таких как дроссели переменного тока и ЭМС-фильтры, которые для преобразователей с номинальным током до 477 А выполнены во встроенном исполне-

нии. При этом монтаж преобразователя предельно упрощен: используются три входные клеммы со стороны сети и три выходные клеммы для подключения к электродвигателю.

К числу достоинств матричного преобразователя следует отнести и наличие встроенных функций для мониторинга времени выработки его основных элементов. При этом функциональность встроенного программируемого логического контроллера (ПЛК) позволила реализовать специальное ПО для обнаружения случаев дисбаланса нагрузки на валу двигателя.

Приведем несколько характерных примеров, когда крупные компании разработали эффективные решения с использованием матричного преобразователя U1000:

- ▶ оснащение данным ПЧ бесцентровых шлифовальных станков позволило оптимизировать систему их управления, рекуперировать электроэнергию и увеличить производительность, а также исключить дорогие комплектующие;

- ▶ после модернизации станков для обработки гибких материалов, кабелей и проводов появилась возможность использовать их круглосуточно (24/7), при этом исключить простои из-за перегрева тормозных резисторов и превышения напряжения на звене постоянного тока, а также исключить искажения тока со стороны питающей сети за счет улучшения гармоник потребляемого тока ПЧ;

- ▶ модернизация поворотного сбрасывателя бревен (лесопильное производство) позволила пользователю плавно управлять большой инерцией сбрасывателя как в режиме рекуперации, так и в двигательном режиме, а также отказаться от использования блока тормозных резисторов, что повысило срок службы станка и уменьшило затраты на обслуживание;

- ▶ использование U1000 в приводе подъемных конвейеров на горно-обогатительном комбинате обеспечило компактное комплексное решение по непрерывной рекуперации номинальной мощности обратно в сеть при перемещении продуктов добычи по разновысотным уровням расположения конвейерной ленты.

В заключение следует напомнить, что выбрать тип рекуператора для конкретного применения можно на любом этапе реализации проекта, включая уже реализованный (заменяя тормозные сопротивления большой мощности на компактный рекуператор). Данное решение не только улучшит энергоэффективность объекта и оптимизирует его эксплуатационные характеристики, но и сэкономит внутреннее пространство места установки устройства.

ООО «КоСПА», г. Москва,
тел.: +7 (495) 660-2822,
e-mail: cospa.office@cospa.ru,
сайт: www.cospa.ru

interlight
RUSSIA

intelligent building
RUSSIA

interlight-building.ru

28 лет
в России

Международная выставка освещения,
автоматизации зданий, электротехники
и систем безопасности

18–21.09.2023
ЦВК «Экспоцентр», Москва

Отправь промокод **INTERLIGHT_BUILDING**
и получи бонус к участию!

+7 495 649 87 75 • interlight@gefera.ru

ГЕФЕРА MEDIA