

Новое поколение

преобразователей частоты серии ЭПВ

В статье представлены новые совместные работы ООО «ЭЛПРИ» (Чебоксары) и НИЛ «Вектор» Ивановского государственного энергетического университета в области частотного и адаптивно-векторного управления электроприводом переменного тока.

**Анатолий Виноградов,
к. т. н.
Андрей Сибирцев**

vector@drive.ispu.ru

**Владимир Матисон,
к. т. н.**

matison@elpry.cbх.ru

Виктор Степанов

secret@elpry.cbх.ru

Татьяна Михайлова

kto@elpry.cbх.ru

Преобразователи серии ЭПВ, несколько вариантов конструкции которых показано на рисунке, представляют собой новое поколение многофункциональных «интеллектуальных» устройств управления низковольтными (до 440 В) электродвигателями переменного тока (асинхронными и синхронными, мощностью от 1 до 400 кВт), предназначенными для регулируемого привода механизмов и технологических процессов с самыми различными требованиями к параметрам регулирования и условиям эксплуатации: от насосов и вентиляторов до высокоточных станков и следящих систем.

Системы управления всех преобразователей серии выполнены на основе универсального микроконтроллерного ядра, образованного двумя 16-разрядными микроконтроллерами. В сравнении с предыдущей разработкой НИЛ «Вектор» [1], выпускаемой ООО «ЭЛПРИ» с 1999 года под маркой АПЧ, электроприводы новой серии отличаются:

- существенно более широкой областью использования, включающей объекты, требующие применения быстродействующего широкодиапазонного электропривода переменного тока, электропривода с высоким качеством двухстороннего обмена энергией с питающей сетью, а также высококачественного электропривода без датчика;
 - улучшенными показателями регулирования скорости (быстродействием, диапазоном);
 - улучшенными массо-габаритными и энергетическими характеристиками;
 - более высокими показателями надежности, достигнутыми за счет повышения степени интеграции и увеличения надежности отдельных компонентов;
 - широким набором входных и выходных сигналов;
 - существенно расширенными функциями интерфейса и повышением производительности интерфейсных каналов;
 - введением развитых функций программирования пользователем для решения разнообразных технологических задач;
 - введением новых и повышением качества уже существующих режимов работы, функциональных возможностей и интеллектуальных свойств;
 - наличием удешевленного бескорпусного исполнения для встраивания в шкафы управления.
- Среди новых режимов и возможностей [2] отметим следующие:
- Режим адаптации к изменению активных сопротивлений двигателя, обеспечивающий инвариантность характеристик привода к температурным изменениям сопротивлений статора и ротора.
 - Автоматическая настройка электропривода на заданные динамические характеристики (время регулирования, полоса пропускания контура скорости, вид переходного процесса). Возможность последующей точной подстройки в ручном режиме с помощью тестовых входных сигналов и настроечных рекомендаций.
 - Расширение числа параметров привода, определяемых в результате процедуры автонастройки, и повышение ее точности. В результате выполнения автонастройки асинхронного электропривода определяются активные сопротивления статора и ротора, взаимная индуктивность и индуктивность рассеяния, момент инерции, по которым произ-



Рисунок. Преобразователи частоты серии ЭПВ. Слева направо: преобразователь со встроенным цифровым пультом для двигателей мощностью до 11 кВт, преобразователь со встроенным цифровым пультом для двигателей мощностью до 5,5 кВт; преобразователь с выносным цифровым пультом для двигателей мощностью до 5,5 кВт

водится расчет базовых значений всех параметров и коэффициентов системы управления электроприводом при заданных показателях качества регулирования.

- Программно реализованная структура системы управления позволяет работать в замкнутом контуре регулирования скорости или момента. Минимальный полный цикл расчета контура скорости 100 мкс, контура момента — 50 мкс.
 - Алгоритм автоматической фазировки датчика скорости и положения исключает необходимость переключений при согласовании выходных сигналов с направлением вращения.
 - Наличие двух встроенных коммуникационных портов (RS-232/485 и CAN) при поддержке стандартных протоколов связи (MODBUS и CAN-Open) позволяет встраивать электроприводы в локальные информационно-управляющие сети, АСУ ТП и другие сложные системы, не требуя при этом затрат времени на освоение специфичных средств коммуникаций.
 - Четыре независимых набора параметров могут активизироваться аппаратно или программно для различных применений и при изменениях внешних условий работы объекта управления.
 - Программируемая частота модуляции 2–20 кГц позволяет для любых применений находить оптимальное соотношение между шумами, вибрациями двигателя и дополнительными потерями в системе «преобразователь–двигатель».
 - Широкий набор аналоговых и цифровых входов-выходов с возможностью их перепрограммирования и наращивания путем подключения дополнительных модулей.
 - Пульт ручного управления встраивается в корпус преобразователя или выполняется съемным (для установки на дверце шкафа или пульта оператора).
 - Различные исполнения интерфейсной платы обеспечивают подключение датчиков скорости и положения с различными типами сигналов: импульсных, синусно-косинусных, резольверов.
- В качестве дополнительных опций могут подключаться:
- Режим адаптации к изменению параметров механической части привода, обеспечивающий инвариантность характеристик привода к изменению момента инерции и момента нагрузки.
 - Компенсация динамических неидеальностей силовых ключей преобразователей энергии (задержек включения и выключения), обеспечивающая минимизацию влияния этих эффектов на характеристики электропривода, в особенности на малых скоростях и при высоких частотах модуляции.
 - Режим повышенного энергосбережения, обеспечивающий минимизацию потребляемой приводом энергии при случайном характере изменения нагрузки.
 - Режим торможения постоянным током, обеспечивающий фиксацию вала на нулевой скорости и эффективное торможение без отвода энергии в звено постоянного напряжения.

- Режим «самоподхвата» привода на заранее неизвестной скорости, реализующий автоматический поиск уровня скорости и плавное вхождение в работу при включении привода с вращающимся валом двигателя. Режим актуален, в частности, в электроприводах с большими моментами инерции при повторном включении в работу после кратковременного пропадаания напряжения питания.
 - Режим программирования и настройки электропривода с помощью персонального компьютера.
 - Режим позиционирования вала.
 - Возможность обновления программного обеспечения преобразователей самим пользователем без демонтажа оборудования.
 - Программные макросы, предназначенные для встраивания электропривода в специфические технологические процессы (управление многонасосной станцией, станции управления лифтами, управление механизмами с упругой механикой, управление натяжением намоточных механизмов, многосвязный, многодвигательный электропривод с согласованием по скорости, моменту или угловому положению и другие применения по спецификации заказчика).
 - Режим предельной перегрузочной способности привода, позволяющий существенно повысить перегрузочную способность преобразователя по току в пределах того же типоразмера.
- Серия ЭПВ включает в себя следующие исполнения:
- Бездатчиковый асинхронный электропривод мощностью 3–400 кВт, предназначенный для механизмов с диапазоном регулирования скорости до 50:1, не предъявляющих повышенных требований к быстродействию и точности регулирования скорости (насосы, вентиляторы, подъемно-транспортные средства и другие общепромышленные механизмы).
 - Преобразователи частоты мощностью 1–55 кВт с адаптивно-векторным управлением для высокоэффективных широкодиапазонных асинхронных и синхронных электроприводов, предназначенных для механизмов с повышенными требованиями к статическим и динамическим характеристикам (приводы главного движения и подач металлорежущих станков с диапазоном регулирования скорости от 1:1000 до 1:100 000 и полосой пропускания контура скорости до 100 Гц и более).
 - Векторный асинхронный и синхронный электропривод без датчика на валу двигателя, обеспечивающий высокие динамические характеристики в диапазоне регулирования скорости 100:1. Предназначен для механизмов, предъявляющих повышенные требования к динамике, у которых вследствие технологических особенностей установка датчика на вал двигателя не предусматривается (экструдеры, дробилки и другие механизмы химической и горнорудной промышленности, тяговые электроприводы транспортных средств).

- Рекуперативный выпрямитель мощностью 15–55 кВт с векторной системой управления, предназначенный для применения в преобразователях со звеном постоянного напряжения, реализующих функцию свободного двунаправленного обмена энергией между питающей сетью и нагрузкой с высокими энергетическими характеристиками и показателями электромагнитной совместимости. Характеризуется синусоидальным сетевым током и регулируемым коэффициентом мощности, который может устанавливаться равным единице, а также «опережающим» или «отстающим». Область применения — электропривод механизмов, значительное время работающих в тормозных режимах: подъемно-транспортные механизмы (краны, лифты и т. д.), станки, работающие в режимах частых циклов разгон–торможение, механизмы с большими моментами инерции.

Основные характеристики преобразователей частоты серии ЭПВ:

- напряжение питания: 380 В +10/–15%, 48–63 Гц;
- рабочий диапазон частот: 0–400 Гц;
- частота модуляции: программируется в диапазоне 2–20 кГц;
- допустимая перегрузка по току с типовым двигателем:
 - 1,5 в течение 30 с;
 - 2 в течение 5 с;
- входы изолированные:
 - аналоговые — 2 (4±20 мА), 2 (±10 В);
 - цифровые — 12 свободно программируемых; вход терморезистора двигателя; вход импульсного датчика скорости или положения с дублированием сигнала;
- выходы изолированные программируемые:
 - 2 канала ЦАП;
 - 2 импульсных;
 - 4 логических транзисторных;
 - 2 релейных;
- коммуникационные порты (изолированные):
 - RS-232/485 (протокол MODBUS);
 - CAN (протокол CAN Open).

В технической документации электроприводов серии ЭПВ приводятся и гарантируются такие важные характеристики, как диапазон регулирования и полоса пропускания частот контура скорости. Электроприводы комплектуются асинхронными и синхронными двигателями российских производителей, положительно зарекомендовавших себя на внутреннем и внешнем рынке.

Являясь чисто российской разработкой, преобразователи серии ЭПВ надежно работают в условиях существенных отклонений параметров качества питающего напряжения (форма, колебания, перекосы, импульсные помехи и прочее), не требуя при этом обязательной установки дополнительных дорогостоящих фильтров. Однако там, где эти фильтры действительно необходимы по условиям электромагнитной совместимости оборудования, например, при большой длине соединительного кабеля между преобразователем и двигателем, электроприводы комплектуются фильтрами, специально разработанными НИЛ «Вектор» совместно с ООО «ЭЛПРИ» для

работы с преобразователями серий ЭПВ и АПЧ. Подбор фильтров осуществляется в зависимости от частоты модуляции, типа, длины и способа укладки кабеля при проектировании конкретных объектов.

В целом технические характеристики преобразователей и комплектных электроприводов серии ЭПВ не уступают, а по ряду параметров — превосходят характеристики аналогов. При этом по стоимости преобразователи серии ЭПВ являются одним из самых недорогих предложений на российском рынке. Их стоимость в среднем на 15–50% меньше стоимости их аналогов соответствующего технического уровня исполнения.

Промышленное производство электроприводов и систем управления на их основе осу-

ществляется на ООО «ЭЛПРИ» — дочернем предприятии Чебоксарского электроаппаратного завода. Существенное отличие технологического процесса производства преобразователей ЭПВ и АПЧ, по сравнению с другими выпускаемыми в России преобразователями, — стендовая проверка под нагрузкой при повышенной температуре каждого из выпускаемых преобразователей, обеспечиваемая большим парком нагрузочных агрегатов.

Высокие технические характеристики наряду с широкомасштабной технической поддержкой внедрения и эксплуатации (вплоть до изменения программного обеспечения для адаптации к специфическим уникальным требованиям) и эффективной системой обеспечения качества обеспечивают успешное внед-

рение преобразователей серии ЭПВ в самых различных применениях.

Литература

1. Виноградов А. Б., Чистосердов В. Л., Сибирцев А. Н., Монов Д. А. Асинхронный электропривод общепромышленного назначения с прямым цифровым управлением и развитыми интеллектуальными свойствами // Изв. вузов. Электромеханика. 2001. № 3.
2. Виноградов А. Б., Чистосердов В. Л., Сибирцев А. Н. и др. Новые серии многофункциональных векторных электроприводов переменного тока с универсальным микроконтроллерным ядром // Привод и управление. 2002. № 3.

Наработка на отказ полупроводниковых приборов на основе SiC компании Cree — около 12 миллиардов часов

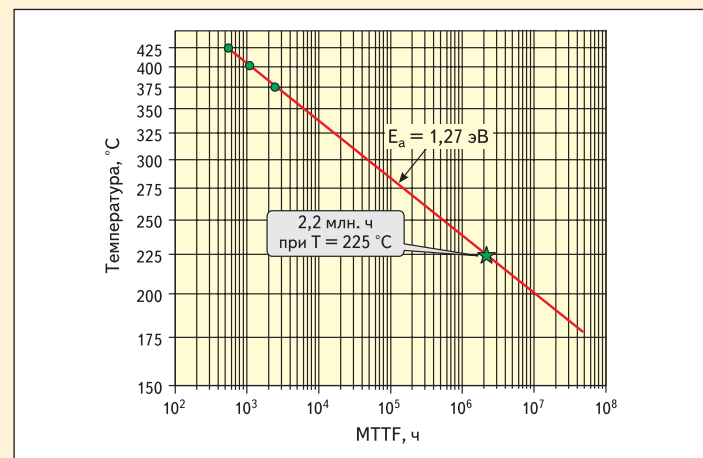
Компания Cree, известный производитель карбид-кремниевых полупроводниковых приборов, опубликовала отчет о результатах испытаний на надежность коммерчески доступных полупроводниковых приборов на основе карбида кремния (SiC). На протяжении более 3 лет испытаниям подвергались диоды Шоттки и СВЧ MESFET-транзисторы на основе SiC.

Результаты испытаний превзошли даже самые оптимистичные прогнозы. Так, накопленная статистическая информация по результатам стрессовых испытаний семейства 600-вольтовых SiC-диодов Шоттки дала показатель надежности 11 915 928 578 приборо-часов с усредненным количеством отказов 1,4.

Не менее интересные результаты испытаний получены для СВЧ MESFET. Время наработки на отказ (МТТФ) при температуре кристалла 225 °С составило 2,2 млн часов, а при температуре 175 °С — 60 млн ч (см. рис.).

Полученные данные еще раз подтверждают высочайшую надежность карбид-кремниевых полупроводниковых приборов.

www.cree.ru



Новый интегральный преобразователь с выходным током до 1,5 А и низким входным напряжением питания компании MPS

Компания Monolithic Power Systems, один из лидеров рынка высокоинтегрированных решений на базе DMOS-технологий, начала производство высокоэффективных интегральных преобразователей MP1543 для аппаратуры с автономным питанием.

Микросхема обеспечивает ток нагрузки до 1,5 А при входном напряжении от 1,5 до 6 В. Она построена по схеме повышающего преобразователя на частоте 500 кГц с синхронным выпрямлением и содержит два силовых N-MOS и P-MOS транзистора с сопротивлениями каналов 300 и 500 мОм соответственно.

Помимо высокой эффективности (более 90%), встроенных защит от токовой перегрузки и перегрева кристалла свыше 160 °С, контроллер имеет два ключевых достоинства: миниатюрный корпус для поверхностного монтажа SOT23-5

и изоляцию нагрузки в режиме электронного отключения (Shutdown Mode). Последнее обстоятельство в ряде случаев играет решающую роль при выборе микросхемы повышающего преобразователя, поскольку классическая бустерная схема обладает таким недостатком, как наличие на нагрузке входного напряжения при отключенном контроллере. В частности, это не позволяет использовать такие преобразователи для драйверов мощных светодиодов с функцией дистанционного отключения. MP1543 полностью свободна от этого недостатка.

Микросхема работает в промышленном температурном диапазоне от –40 до +85 °С.

www.prochip.ru