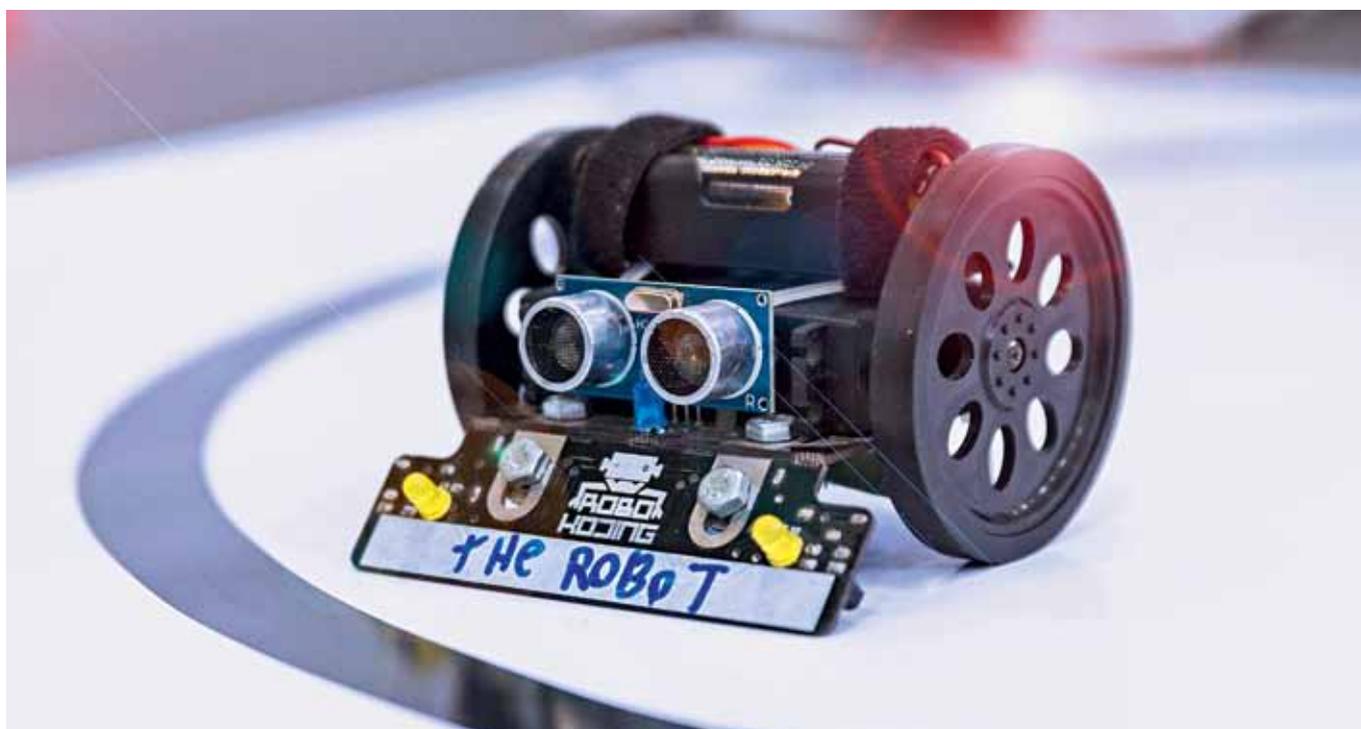


electronica 2018: отправляемся в будущее

Часть 3

В. Ежов, Ю. Ковалевский



Третья часть нашего обзора выставки electronica, которая проводилась в Мюнхене с 13 по 16 ноября прошлого года, посвящена преимущественно изделиям для электропитания – от интегральных схем (ИС) контроллеров и технологий построения DC/DC-преобразователей до функционально законченных блоков питания как для применения в составе конечных изделий, так и для задач испытаний и симуляции различных энергетических систем.

Разработчики решений для электропитания продолжают работать над улучшением таких характеристик, как выходная мощность и плотность мощности, КПД, качество электропитания. Вместе с тем активное развитие технологий в области электрического транспорта требует создания и совершенствования как компонентной базы, так и кабелей и соединителей, отвечающих требованиям этого направления. Многие ведущие компании активно вовлечены в этот процесс, что было видно по тем решениям, которые они представили на выставке.

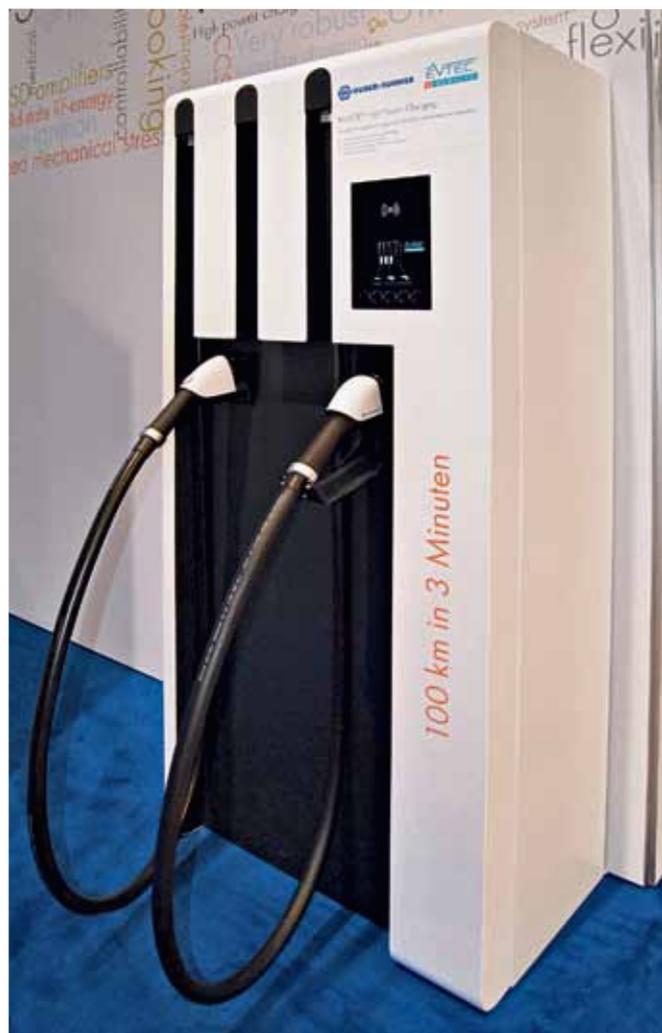
К обеспечению электропитанием близок и другой раздел силовой электроники – управление электроприводами. Этому направлению также уделяется большое внимание в отрасли в том числе в связи с развитием автоматизации и робототехники, и в данную часть обзора вошли некоторые передовые решения в области как самих приводов, так и управления ими.

Компания HUBER+SÜHNER
управляющий директор по региону ESEA
Рето Герман (Reto Germann)

Одно из наших новых решений, которые мы представляем в этом году на выставке electronica, – система для станций быстрой зарядки электромобилей RADOX HPC.

Представьте себе, что вы едете на электромобиле, например, из Москвы в Мюнхен. Совершенно очевидно, что одной зарядки аккумуляторов на всю такую поездку не хватит, и вам придется несколько раз заряжать ваш электромобиль в течение ночи. Однако подгадывать зарядку автомобиля под ночные остановки неудобно, и если так случится, что зарядка потребует в дневное время, то, конечно же, вам не захочется ждать несколько часов у зарядной станции.

Поэтому сейчас в отрасли ведутся разработки станций быстрой зарядки, которые позволяют за достаточно короткое время – порядка 15 мин – зарядить аккумуляторы до уровня 80% полного заряда и продолжить поездку.



Прототип станции быстрой зарядки с кабелем RADOX HPC

Как известно, кривая заряда нелинейная, она носит экспоненциальный характер, и времени для достижения уровня заряда 80% требуется значительно меньше, чем для того, чтобы приблизиться к 100%. Поэтому на данный момент предполагается, что владельцы электромобилей не будут полностью заряжать аккумуляторы на зарядных станциях, чтобы сократить время ожидания.

Однако для того, чтобы зарядить аккумулятор за 15 мин даже до 80%, требуется очень большая мощность.

Наше новое решение RADOX HPC позволяет выполнять зарядку при токе 400 А и напряжении 600 или 1000 В в зависимости от типа комбинированной зарядной системы, то есть мощность зарядки может составлять до 400 кВт. Это достигается благодаря применению специального гибридного кабеля с водяным охлаждением, который содержит, помимо электрических проводников, трубки для циркуляции жидкости. Вода по этим трубкам доходит до разъема и возвращается обратно в зарядную станцию, что обеспечивает эффективный отвод тепла от кабеля и, следовательно, позволяет увеличить плотность тока в токопроводящих жилах.

Решение предлагается в исполнениях комбинированной зарядной системы типа 1 (для США и Канады) или типа 2 (для Европы). Вес кабеля составляет 1200 г / м.

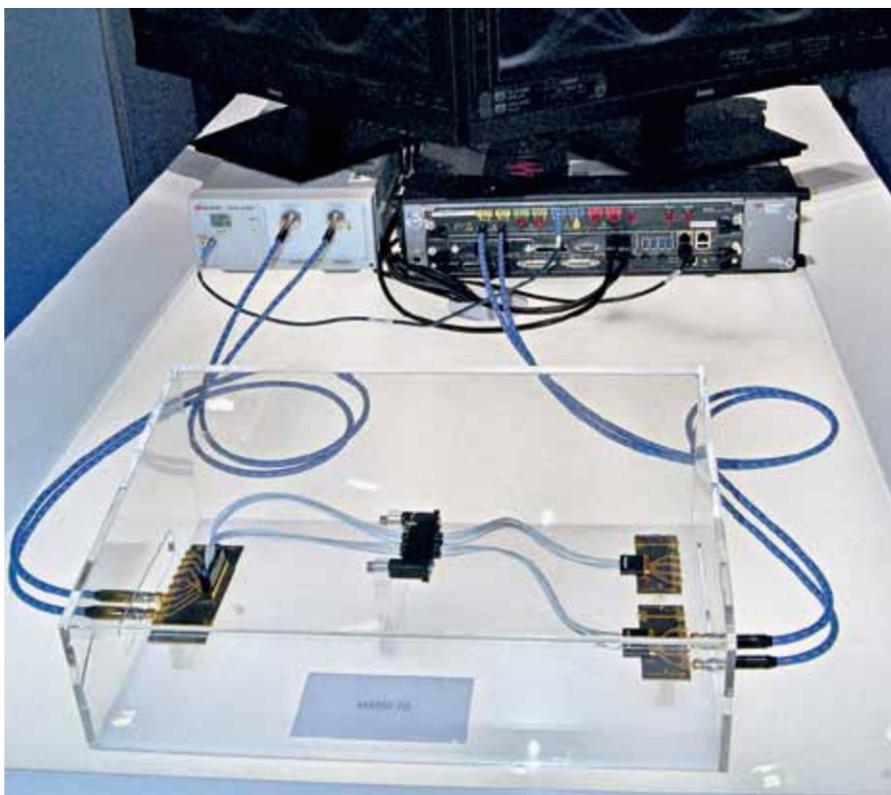
Мы активно взаимодействуем с несколькими крупными OEM-компаниями автомобильной промышленности и производителями автомобилей, такими как Bosch, Volkswagen и др. Один из наших крупнейших заказчиков – компания ABB. И что очень важно, мы плотно работаем с разработчиками и производителями зарядных станций. Уже сейчас ведутся разработки станций быстрой зарядки с применением системы RADOX HPC.

Также мы демонстрируем на нашем стенде новое решение, предназначенное для применения в высокочастотной и высокоскоростной технике, преимущественно в области измерений. Это разъемы MXP70.

Разработчикам высокопроизводительных ИС, таким как Intel, Broadcom, Motorola и др., требуется выполнять высокоточные измерения в том числе высокоскоростных



Рето Герман



Разъемы MXPM70 в составе демонстрационной установки

цифровых сигналов в своих передовых решениях. Для этого необходимы разъемы, которые обеспечивали бы высокую степень целостности сигналов. Наиболее важными характеристиками с этой точки зрения являются потери на отражение и вносимые потери. Для этих задач наша компания разработала мультикоаксиальные разъемы MXPM70, которые обеспечивают очень высокую точность и повторяемость измерений сигналов до 70 ГГц и отлично подходят для применения как в настольных измерительных установках для верификации высокоскоростных цифровых чипов, так и в составе автоматизированного контрольно-измерительного оборудования.

Разъемы MXPM70 могут содержать один или два ряда по восемь коаксиальных каналов с шагом 2,54 мм. Импеданс разъемов составляет 50 Ом. Стандартная линейка включает розетки для вертикальной установки на



Антенны серии SENCITY Rail для установки на крышу поезда

плату, кабельные сборки – переходники с одной вилки MXPM70 на восемь или шестнадцать разъемов типа PC1.85 и кабельные сборки с двумя разъемами MXPM70, но также возможно изготовление других исполнений под заказ.

В разъемах MXPM70 применяется магнитное сочленение, что обеспечивает удобство использования и высокую повторяемость измерений сигналов при разъединении и повторном соединении цепей.

Компания HUBER+SUNNER предлагает кабельную продукцию, разъемы, а также компоненты систем и инфраструктур беспроводной передачи данных для различных областей применения, включая автомобильную промышленность, медицину, авиацию, космическую отрасль и др. Однако стоит отдельно остановиться на такой области, как железнодорожный транспорт, который является одним из основных сегментов рынка для нашей компании в России.

Ранее компания HUBER+SUNNER в железнодорожном сегменте в основном фокусировалась на силовых кабелях, но в последнее время мы видим всё больше возможностей в оборудовании поездов решениями для беспроводных коммуникаций, такими как антенны на крышах, внутри вагонов, кабели телекоммуникационных систем в составах.

Сейчас в России рост железнодорожного сегмента фантастический. В частности, очень благоприятным для нашего бизнеса на российском рынке является расширение сети Московского метрополитена. На линии выходят новые поезда, оборудованные сетями Wi-Fi и другими беспроводными каналами передачи данных, для которых необходимы антенны, устанавливаемые на крышах поездов. Это, пожалуй, самая сложная часть беспроводных систем, поскольку поезда могут развивать большую скорость и требуется быстрое и четкое переключение приемопередатчиков на подвижном составе с одной стационарной станции на другую. Кроме того, эти антенны подвергаются различным воздействиям окружающей среды: влаги, ветра и проч. Поэтому к антеннам, устанавливаемым на крышах поездов, предъявляются особые требования. Компания HUBER+SUNNER обладает очень большим опытом в создании данных изделий и является лидером мирового рынка в области таких антенн.



Ойген Эльмигер

**Компания maxon motor
исполнительный директор
Ойген Эльмигер (Eugen Elmiger)**

Первое, на что хотелось бы обратить ваше внимание, из представленного на нашем стенде – контроллеры перемещений серий MasterMACS, MACS5-AMP1, MiniMACS от компании zub machine control, которая была приобретена maxon motor осенью 2017 года. Изделия этих серий и до 2017 года использовались нашими заказчиками для

сосредоточены на особенностях и потребностях конкретного сектора. При этом большая часть нашей продукции применима для многих областей, а это значит, что специалисты каждого подразделения должны хорошо разбираться практически во всем нашем ассортименте.

Существуют, конечно, и специализированные изделия. Обычно они предназначены для достаточно небольших секторов, таких как аэрокосмическая промышленность. Есть и другие примеры. В частности, здесь, на нашем стенде, мы показываем приводную систему с датчиком обратной связи, которая допускает стерилизацию, что позволяет использовать ее в медицинском оборудовании, для которого установлено такое требование. Система имеет в своем составе стерилизуемый энкодер ENX EASY, способный выдерживать до 1000 циклов обработки в автоклаве.

управления электродвигателями maxon motor. Теперь, будучи «одной семьей», мы с zub machine control можем усилить наши компетенции и лучше отвечать требованиям заказчиков, применяющих данные контроллеры. Кроме того, эти продукты очень хорошо влились в наше портфолио, представленное в том числе линейкой контроллеров позиционирования EPOS, в которой у нас относительно недавно появилась новая серия EPOS4 с интерфейсом EtherCAT, также присутствующая на нашем стенде.

Еще одна новость, которой я хотел бы поделиться, заключается в том, что мы недавно изменили структуру нашей компании, выстроив ее в виде подразделений – бизнес-единиц, специализирующихся на определенных секторах рынка.

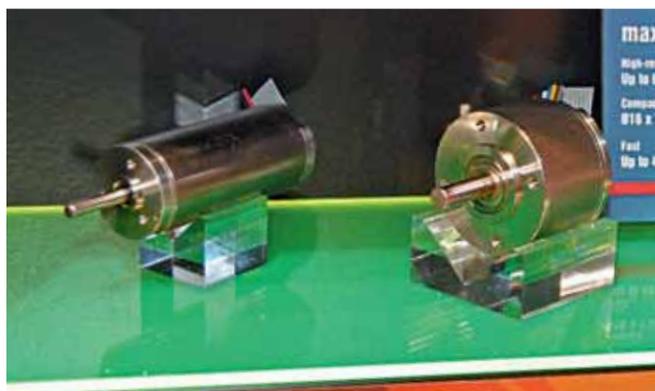
В каждом таком секторе заказчики говорят на своем языке, и мы должны в совершенстве понимать этот язык. Поэтому специалисты, занимающиеся продажами,

Одним из важнейших аспектов специфики рыночных секторов являются нормативные требования. Например, производство медицинского оборудования должно быть сертифицировано в соответствии со стандартом ISO 13485. В автомобильной промышленности также есть свои особые нормы. Мы как поставщики компонентов для этих рынков также должны понимать и выполнять требования соответствующих нормативных документов, поэтому мы как можно глубже погружаемся в особенности каждого сектора, стремимся разбираться не только в нашей продукции, но и в проектах заказчиков на системном уровне. Этому в большой степени способствует новая организационная структура компании.

Каждое из подразделений работает в своем направлении, но в мировом масштабе. Мы видим в разных странах проекты, схожие между собой, хотя и не полностью совпадающие. И это помогает нам расширять свой бизнес в этих секторах.



Контроллеры перемещений (позиционирования) zub MiniMACS (слева) и EPOS4 (справа)



Электродвигатели maxon motor с энкодерами серии RIO



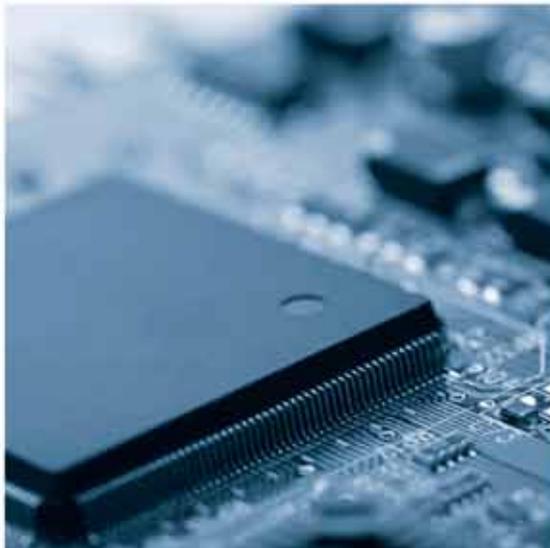
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ



Источники питания



Электроприводы



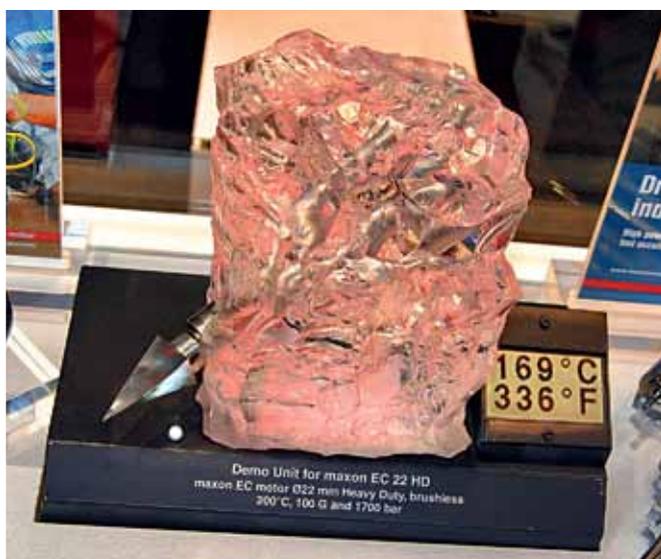
**Электронные
компоненты**



Датчики

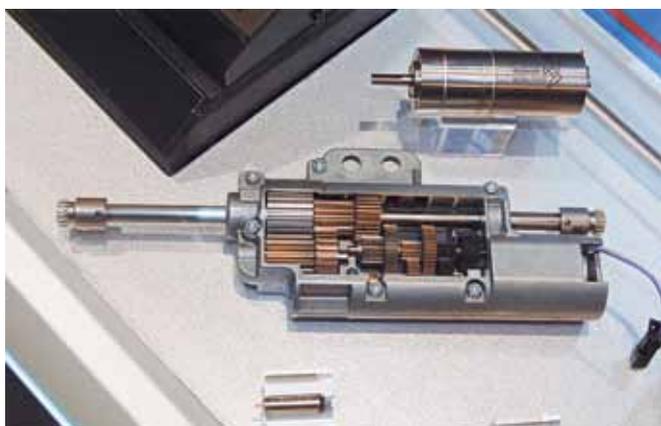
(812) 703-00-66
sales@avi-solutions.com
www.avi-solutions.com





Демонстрация возможностей двигателя EC 22 HD для тяжелых условий эксплуатации. Двигатель способен выдерживать температуру 200 °С, ударные перегрузки до 100 г и давление до 1700 бар

Поскольку наша продукция так или иначе связана с электроприводами, она находит применение в такой перспективной области, как робототехника. Однако в нашей новой структуре нет отдельного подразделения робототехники, поскольку это направление очень широкое и оно само по себе делится по секторам рынка, которыми занимаются подразделения нашей компании. В рамках подразделения, занимающегося медицинским оборудованием, у нас есть направление экзоскелетов. Однако и эти достаточно специфические системы могут применяться не только в медицине. Например, они могут обеспечивать опору при выполнении работ в промышленности, чтобы человек меньше уставал и работать ему было легче.



Зубчатый редуктор с переключаемым передаточным числом со снятой крышкой



Робот P-Rob компании F&P Robotics на основе электродвигателей maxon motor. Ожидается, что такие роботы смогут работать бок-о-бок с человеком, не представляя для него опасности

На этой выставке исполняется шесть лет с тех пор, как мы представили нашу первую линейку конфигурируемых электродвигателей DCX – это произошло на выставке electronica 2012. Для данной серии коллекторных электродвигателей постоянного тока, отличающихся малым шумом и высоким отношением крутящего момента к объему двигателя, мы разработали конфигуратор на нашем сайте, который позволяет не только выбрать тип двигателя по таким параметрам, как материал щеток, размер корпуса, тип подшипников и т. п., но и добавить к нему датчик, редуктор, выбрать тип фланцев, хвостовиков вала, провод для электрического соединения и проч. Затем была разработана серия бесколлекторных двигателей ECX, и для нее также был создан конфигуратор.

Сейчас все изделия из серий, разработанных после 2012 года, можно сконфигурировать и заказать непосредственно с нашего сайта.

В скором времени мы планируем выпустить новую линейку двигателей промышленного применения. Их конфигурирование также будет доступно для заказчиков на нашем сайте.

Рынок промышленных систем – для нас основной в России. Также мы видим определенный потенциал в российском рынке медицинского оборудования. В течение последних нескольких лет наш бизнес в России рос, однако мы ожидаем, что существенный объем мы увидим спустя некоторое время. Плоды появляются не сразу после того, как вы посеете семена. Иногда со старта проекта с заказчиком до серийного производства проходит около двух лет – если проект развивается очень быстро, но обычно работа ведется порядка 5–7 лет. Сейчас российский рынок для нас – это маленький бриллиант в короне maxon motor, но, я думаю, он скоро засияет.

Компания Power Integrations

директор по маркетинговым коммуникациям

Питер Роджерсон (Peter Rogerson)

Power Integrations – ведущий поставщик высоковольтных интегральных схем для импульсных источников питания. Компания известна разработками в области микросхем для AC/DC-преобразователей, которые обеспечивают компактное и энергоэффективное решение в широком диапазоне мощностей – от единиц до сотен ватт. Наши микросхемы применяются в источниках питания для мобильных устройств, настольных компьютеров, бытовой техники. Сегодня мы занимаемся также микросхемами для светодиодных драйверов и высоковольтными драйверами затвора IGBT, которые находят применение в таких приложениях, как инверторы солнечных батарей, источники питания электропоездов и др.

Новое направление нашего бизнеса – микросхемы для построения приводов электродвигателей, в частности бесколлекторных двигателей постоянного тока, спрос на которые постоянно растет. Эти изделия широко применяются в бытовой технике, промышленных насосах, компрессорах и другом оборудовании. Важнейшая задача в данной сфере – повышение КПД, от этого в первую очередь зависит энергопотребление, а следова-

тельно, и стоимость эксплуатации.

Мы рассматриваем это направление как чрезвычайно перспективное для нашей компании, поэтому представили на выставке electronica 2018 новейшее решение – семейство интегрированных высоковольтных драйверов электродвигателей постоянного тока BridgeSwitch. Эти микросхемы, содержащие полумостовой силовой каскад, обеспечивают КПД до 98,5%, в то время как в конкурирующих решениях данный параметр составляет, как правило, около 97%. Это обеспечивает нам ключевое преимущество



Питер Роджерсон



Трехфазный инвертор бесколлекторных двигателей постоянного тока DER-653

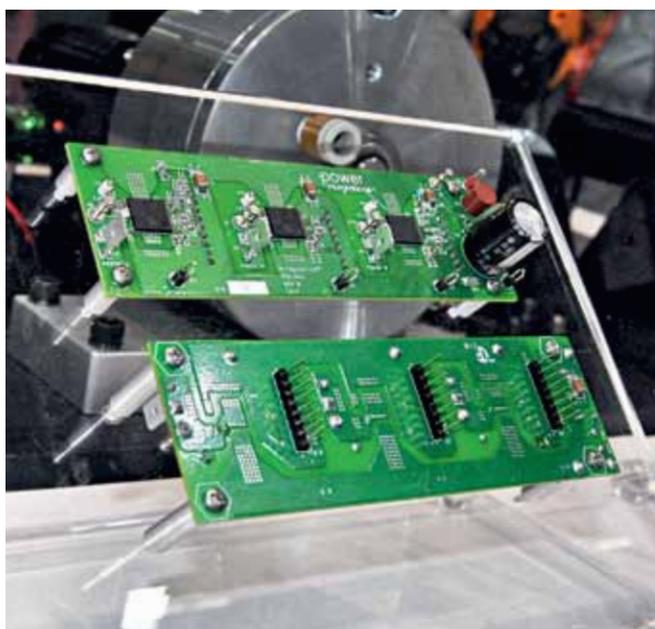
на рынке. Прирост КПД всего на 1,5% гарантирует значительное снижение потерь, а значит и стоимости системы охлаждения, потребляемой электроэнергии. Благодаря этому можно отказаться от внешнего радиатора, что существенно упрощает и снижает стоимость разработки и производства высоковольтных двух- или трехфазных приводов двигателей с постоянными магнитами и бесколлекторных двигателей постоянного тока.

Микросхема семейства BridgeSwitch содержит контроллеры и драйверы верхнего и нижнего плеча, а также два высоковольтных (600-В) мощных n-канальных транзистора со встроенным быстрым диодом – FREDFET, включенных по полумостовой схеме. Встроенные в транзисторы быстрые диоды характеризуются минимальным временем обратного восстановления, что достигается благодаря специальным технологическим приемам, сокращающим время жизни носителей заряда в кремнии. FREDFET идеально подходят для построения инверторных приводов двигателей с жестким переключением. Для драйверов верхнего и нижнего плеча в микросхемах BridgeSwitch предусмотрено автоматическое смещение, поэтому отпадает необходимость в дополнительном источнике питания.

Контроллеры драйверов оснащены высоковольтными источниками тока, что позволяет потреблять ток прямо из высоковольтной шины постоянного тока. Контроллеры также обеспечивают управление скоростью переключения FREDFET (транзисторы отключаются быстрее, чем включаются), чтобы достичь оптимального соотношения между тепловыми характеристиками и уровнем электромагнитных помех.

Для того чтобы упростить реализацию системы бездатчикового векторного управления двигателем в микросхемах BridgeSwitch предусмотрен специальный выходной сигнал мгновенного значения тока фазы. Они также оснащены встроенными схемами защиты, в том числе пошаговым ограничителем тока FREDFET и двухуровневой защитой от перегрева. Предусмотрена возможность внешнего мониторинга состояния микросхемы с помощью системного микроконтроллера. В систему мониторинга включены схема слежения за напряжением на шине питания (4-уровневый контроль понижения напряжения питания и 1-уровневый контроль повышения напряжения питания), а также вход подключения внешнего NTC-термистора для контроля температуры системы. Мониторинг состояния микросхемы обеспечивается через однопроводный двунаправленный интерфейс.

Микросхемы предлагаются в низкопрофильном корпусе для поверхностного монтажа с увеличенным расстоянием между выводами и встроенными контактными площадками для отвода тепла от двух FREDFET.



Трехфазный инвертор бесколлекторных двигателей постоянного тока DER-654

Основные области применения семейства BridgeSwitch: двух- или трехфазные инверторные приводы двигателей с выходной мощностью до 300 Вт, бытовая техника (холодильники, посудомоечные машины, вытяжки), системы кондиционирования воздуха, а также оборудование промышленной автоматики.

На нашем стенде представлены три демонстрационные платы, созданные на базе семейства BridgeSwitch: DER-653, DER-654 и DER-749.

DER-653 – это трехфазный инвертор высоковольтных бесколлекторных двигателей постоянного тока. На плате установлены три микросхемы BRD1165C семейства BridgeSwitch, микросхема для неизолированных источников питания еще одного семейства Power Integrations – LinkSwitch-TN2, а также 32-разрядный микроконтроллер от Toshiba для векторного управления двигателями. Решение обеспечивает выходную мощность в 300 Вт, ток фазы двигателя 0,9 А и КПД 97%.

Еще одно решение – DER-654 – трехфазный инвертор высоковольтных бесколлекторных двигателей постоянного тока мощностью 300 Вт, в котором, в отличие от DER-653, используются три микросхемы BRD1265C семейства BridgeSwitch, оснащенные выходным сигналом мгновенного значения тока фазы, его КПД превышает 98%.



Трехфазный инвертор бесколлекторных двигателей постоянного тока DER-749

Третий пример применения микросхем BridgeSwitch – DER-749 – трехфазный инвертор высоковольтных бесколлекторных двигателей постоянного тока мощностью 40 Вт для применения в вентиляторах, в нем реализована синусоидальная схема управления. Решение, обеспечивающее КПД более 93%, включает в себя три микросхемы BRD1260C BridgeSwitch и микросхему LinkSwitch-TN2.

Компания Analog Devices инженер по применению электронных компонентов подразделения управления питанием

Фредерик Досталь (Frederik Dostal), директор по маркетингу подразделения автономного транспорта и безопасности Уэйн Мейер (Wayne Meyer)

В области источников питания существует несколько тенденций развития, и одна из них, которая, вероятно, существовала всегда, – стремление к обеспечению как можно более высокого КПД преобразователей.

Среди наших решений, представленных на выставке electronica 2018, – ИС DC/DC-преобразователя LTC7820 с фиксированным отношением входного и выходного напряжения. Эта ИС представляет собой схему накачки заряда для импульсных источников питания на переключаемых конденсаторах. На демонстрационной установке на вход преобразователя подается напряжение около 47 В, а на выходе мы получаем напряжение, с точностью до потерь равное половине входного – несколько более 23 В. ИС LTC7820 способна работать в преобразователях с выходной мощностью 500 Вт и даже больше, что при таких малых размерах – она выпускается в корпусе QFN 4×5 мм



Фредерик Досталь (слева) и Уэйн Мейер (справа)

высотой 0,75 мм – обеспечивает очень высокую плотность мощности.

Измеренный КПД на установке составляет 98,8% – это очень большое значение. Однако в данной схеме понижение напряжения вдвое обеспечивается тем,



Установка, демонстрирующая КПД различных DC/DC-преобразователей. В ближнем ряду слева направо: преобразователь на переключаемых конденсаторах на основе ИС LTC7820, гибридный преобразователь мощностью 240 Вт на основе ИС LTC7821 и двухфазный гибридный преобразователь мощностью 600 Вт на основе ИС LTC7821

что схема накачки работает с коэффициентом заполнения строго 50%, а это значит, что напряжение на выходе не стабилизируется: оно будет всегда равно половине входного напряжения и будет повторять его отклонения в большую или меньшую сторону.

Другой представленный на этой выставке пример включает стабилизацию выходного напряжения. Это плата гибридного DC/DC-преобразователя на основе контроллера LTC7821, которая сочетает в себе



Установка измерения электромагнитных помех, создаваемых DC/DC-преобразователями, в том числе на основе технологии Silent Switcher 2

преобразователь на переключаемых конденсаторах для понижения напряжения в два раза и обычный понижающий импульсный стабилизатор, позволяющий задавать выходное напряжение в широких пределах – от 0,9 до $(U_{ВХ} / 2 - 2,5)$ В, где $U_{ВХ}$ – входное напряжение, которое для ИС LTC7821 тоже может варьироваться в широком диапазоне – от 10 до 72 В. Такая топология схемы достаточно новая и, можно сказать, нетрадиционная. Она позволяет получить очень высокий для стабилизированного источника КПД при достаточно высокой рабочей частоте. Например, при частоте 500 кГц КПД может достигать 97%, что при использовании только понижающего импульсного стабилизатора потребовало бы гораздо более низкой рабочей частоты, компонентов обвязки большего размера и, как следствие, больших габаритов всего источника питания.

Также на нашем стенде мы демонстрируем технологию Silent Switcher. Мы уже показывали ее на выставке Embedded World в прошлом году*, но тогда у нас были решения для входных напряжений от 8 до 65 В, а сейчас мы можем предоставить заказчикам контроллеры для построения по технологии Silent Switcher источников, локализованных к нагрузке (POL), с низким входным напряжением от 2,25 В.

Как известно, переходные процессы в импульсных источниках вторичного питания порождают большое количество электромагнитных помех. Это может привести не только к тому, что конечное изделие не пройдет определенные испытания по ЭМС, но и к нарушению его работы из-за воздействия этих помех на само устройство. Технология Silent Switcher позволяет существенно снизить уровень помех, создаваемых источником, что мы демонстрируем на нашем стенде.

В отличие от демонстрационной установки на выставке Embedded World, здесь для измерения электромагнитного излучения мы применяем не датчик ближнего поля, а полосковую линию. Это позволяет получить данные, более приближенные к результатам измерений, которые проводят наши заказчики в своих лабораториях. На этой установке мы измеряем излучение от платы Silent Switcher 2 – последнего поколения этой технологии, и сравниваем его с обычными платами импульсных источников питания. В некоторых случаях излучение от платы Silent Switcher 2 оказывается ниже на 40 дБ, то есть в 10 тыс. раз.

Еще одно представленное на стенде решение в области источников питания связано с такой актуальной задачей, как управление аккумуляторами. Это контроллеры для двунаправленных импульсных DC/DC-преобразователей с повышением или понижением напряжения LT8708 и LT8708-1, позволяющие

* См.: ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2018. № 5. С. 135.



Демонстрация возможностей системы измерения вибрации ADcmXL3021

достигать очень высоких значений КПД – до 98%. ИС LT8708-1 используется как ведомая по отношению к LT8708 для увеличения мощности и добавления фаз.

Одной из основных областей применения данных контроллеров является управление автомобильными системами с резервным аккумулятором, причем они могут использоваться не только в системах с одинаковым напряжением аккумуляторов, но и при сочетании напряжений: 48 и 12 В или 48 и 24 В. Широкий диапазон входных и выходных напряжений – 2,8...80 и 1,3...80 В соответственно, а также способность обеспечивать высокую выходную мощность до нескольких киловатт в зависимости от используемых внешних компонентов и количества фаз позволяют применять эти контроллеры в различных областях, включая как автомобильные системы, так и солнечную энергетику, телекоммуникационное оборудование и др.

Управление аккумуляторными системами – важная составляющая электрического транспорта, который является одним из основных трендов в современной автомобильной промышленности. Второй тренд – автономный транспорт, для создания которого предстоит решить ряд задач, в частности связанных с навигацией, ориентацией и безопасностью. У нашей компании очень большой опыт в области МЭМС-датчиков, в том числе для таких ответственных применений, как управление подушками безопасности. В то же время навигация и ориентация автономного транспорта требует позиционирования с очень высокой точностью – до сантиметров, а иногда и миллиметров, и в решении этой задачи также могут помочь МЭМС.

Мы можем предложить высокоточные инерциальные измерительные модули – устройства, представляющие собой комбинацию МЭМС-акселерометров и гироскопов, которые, работая совместно с радаром, лидарами, системами глобальной и локальной навигации, способны исключить множество ошибок и значительно повысить точность позиционирования транспортного средства. Увидеть применение наших инерциальных измерительных модулей в автономных системах можно уже сейчас, например в точном земледелии, где беспилотные машины осуществляют полив, внесение удобрений, сбор урожая с поразительной точностью.

Стоит обратить внимание еще на одну область применения МЭМС-датчиков, которая, вероятно, будет очень востребована в автономных автомобилях. Представьте себе, что вы собираетесь совершить поездку на автономном автомобиле вместе с группой других людей. Вне зависимости от того, кому принадлежит этот автомобиль, какое место вы в нем займете, фактически, вы ничем не будете отличаться от прочих пассажиров. В автономном автомобиле не будет человека, который ощущал бы, как работают его системы, «прислушивался» бы к нему, и который мог бы сказать: «Странный звук! Наверное, нужно заехать в сервис». А это значит, что такой автомобиль должен сам непрерывно следить за собственным состоянием и сообщать о том, что тот или иной узел проявляет признаки приближающегося отказа. Эта задача очень близка к подходу, называемому обслуживанием оборудования по техническому состоянию, который позволяет снизить потери, связанные с простоями на промышленных объектах из-за выхода из строя технологического оборудования и с его дорогим ремонтом.

На нашем стенде мы демонстрируем работу одного из решений для этого подхода с применением нашей функционально законченной системы измерения вибрации ADcmXL3021 на основе МЭМС-акселерометров, имеющей ряд встроенных функций обработки сигналов для упрощения разработки устройств с ее использованием. В качестве источника вибрации здесь применяется, в частности, вращающийся эксцентрик. Данные, выдаваемые системой, могут обрабатываться очень простым микроконтроллером. При этом мы можем настроить различные пороги выдачи предупреждений и сигналов тревоги. Таким образом можно увидеть в действии решение, способное, например, предупредить о возможном скором выходе из строя электродвигателя при изменении параметров его вибрации. Насколько чувствительна эта система, мы можем показать на этой установке, заменив эксцентрик, например, на электрическую зубную щетку.



Гжегож Кучиа

Компания Cosel
менеджер по продажам в Восточной Европе
Гжегож Кучиа (Grzegorz Kucia),
инженер технической поддержки
Сарат Кумар Матча (Sarath Kumar Matcha)

Компания Cosel – одна из крупнейших в Японии, нам принадлежит почти 35% рынка страны, мы конкурируем с такими игроками, как TDK-Lambda. С момента основания в 1969 году компания занимается разработкой и производством источников питания. Сегодня мы сфокусированы на трех направлениях: AC/DC-преобразователи, DC/DC-преобразователи и фильтры электромагнитных помех. Наша продукция отличается высочайшим качеством и надежностью, сочетает в себе высокую удельную мощность и эффективность. Мы поставляем в основном стандартные продукты, но по запросам заказчиков выполняем также модификацию изделий.

рынка, как Интернет вещей, Индустрия 2.0, медицинское и промышленное оборудование. Компания анонсировала новое поколение AC/DC-источников питания, оснащенных интеллектуальными и гибкими функциями настройки, которые наделяют эти продукты новыми возможностями. Среди AC/DC-преобразователей, представленных на стенде, следует выделить две серии – PCA и AME.

Серия PCA – это изолированные одноканальные AC/DC-источники питания с выходной мощностью от 300 до 1000 Вт. Устройства оснащены универсальным входом (от 85 до 264 В переменного тока), отвечают требованиям европейских стандартов для медицинского оборудования (уровень изоляции 2×MOPP) и отличаются компактными габаритами. Изделия этой серии могут применяться не только в медицинском оборудовании, но и в других областях, где требуется повышенная изоляция цепей. Источники питания PCA оснащены цифровым интерфейсом UART или PMBus, что обеспечивает контроль состояния прибора и установку параметров, хранение которых осуществляется во встроенной энергонезависимой памяти.

Предусмотрена возможность параллельного включения нескольких источников питания для увеличения мощности. КПД источников питания достигает 92%. В этой серии предлагаются модели с номинальным выходным напряжением 5, 12, 15, 24, 32 или 48 В. Срок гарантии на изделия составляет пять лет.

Еще одна новая серия, представленная на нашем стенде, – AME. В этой серии предлагаются две модели – с максимальной выходной мощностью 600 и 1200 Вт. Изделия отличаются гибкой модульной архитектурой, что обеспечивает возможность конфигурирования выходов. 600-Вт модели содержат до четырех слотов для установки выходных



Сарат Кумар Матча

Недавно Cosel приобрела шведскую компанию Powerbox, которая специализируется на разработке полузаказных и полностью заказных решений в области источников питания для промышленного, медицинского, транспортного и оборонного применения. С приобретением Powerbox у нас появилась возможность предложить на рынок широчайший спектр решений для источников питания, удовлетворяющих любым современным требованиям. Сейчас в рамках объединенной группы компаний сохраняются оба бренда – Cosel и Powerbox.

На выставке electronica 2018 мы сфокусировали внимание на новых продуктах для таких перспективных секторов



AC/DC-источники питания серии PCA

модулей с номинальным выходным напряжением 5, 12, 24 или 48 В и возможностью регулировки напряжения в широком диапазоне. В 1200-Вт моделях шесть слотов для установки выходных модулей. Как и PСA, эта серия отвечает требованиям европейских стандартов для медицинского оборудования. Гарантия на модели серии также составляет пять лет.

В области DC/DC-источников питания мы представили несколько новых серий. В первую очередь следует выделить модули серии MGFS – компактные одноканальные DC/DC-преобразователи мощностью от 1,5 до 40 Вт (MGFS40) и до 80 Вт (MGFS80) в стандартном металлическом полностью экранированном корпусе (габаритами 1×1 и 1×2 дюйма, соответственно), которые предназначены для ответственных применений и отличаются чрезвычайной надежностью. На эти изделия установлена 10-летняя гарантия – рекордная в отрасли. Чтобы обеспечить столь высокую долговечность, в изделиях серии не используются компоненты с ограниченным сроком службы, такие как алюминиевые или танталовые конденсаторы.

В серии предлагаются модели с тремя диапазонами входного напряжения: 4,5–13 В, 9–36 В и 18–76 В. Выходное напряжение этих изделий составляет 3,3, 5, 12 и 15 В с возможностью регулировки в пределах ±10% с помощью резистивного моста или потенциометра. Максимальная величина КПД



AC/DC-источники питания серии AME

этих устройств достигает 92%, диапазон рабочих температур составляет от –40 до 85 °С. В устройствах предусмотрены встроенные схемы защиты от перегрузки по току, от перенапряжений, а также от перегрева.

Длительный срок службы, низкие уровни кондуктивных и излучаемых помех устройств этой серии обусловили востребованность этого решения для промышленного оборудования и других вариантов применения с повышенными требованиями к надежности. Рассчитанное время наработки на отказ этих источников питания превышает 3 млн ч при



DC/DC-источники питания серии MGFS

комнатной температуре, изделия выдерживают высокую вибрационную и ударную нагрузку. Напряжение изоляции вход-выход составляет 1500 В.

Изделия компании Cosel не относятся к категории дешевых продуктов, но отличаются высоким качеством

и исключительной надежностью. Наши заказчики выбирают их для ответственных применений – ряд клиентов, в том числе в Европе, эксплуатируют наши источники питания уже более 25 лет и не собираются менять их на новые. Интенсивность отказов модулей серии MGFS не превышает 30 ppm, что является одним из лучших показателей в отрасли. Мы тщательно анализируем каждый случай отказа у клиента и на протяжении десятков лет ведем базу данных всех отказов. За время работы европейского офиса Cosel во Франкфурте – почти 25 лет – был собран большой объем информации об эксплуатации наших изделий. На основе этих данных мы рассчитываем такие ключевые показатели надежности, как среднее время наработки на отказ и другие параметры.

В России пока нет нашего офиса продаж, мы реализуем свою продукцию, пользуясь услугами дистрибьюторов, в частности компании «Макро Групп», с которой работаем около двух лет. Для нас российский рынок – один из приоритетных и перспективных, причем не только потому, что Россия – большая страна. Мы видим огромный потенциал развития нашего бизнеса в таких отраслях, как промышленность, транспорт и здравоохранение.



Джо Лай

Компания MEAN WELL директор по региону EMEA Джо Лай (Joe Lai)

На выставке electronica 2018 мы демонстрируем целый ряд недавно анонсированных продуктов для применения в промышленности, светодиодном освещении, автоматизации зданий, а также системные решения для питания.

В области промышленных источников питания мы предлагаем, например, источники питания UHP-750/1000

мощностью 750 и 1000 Вт, соответственно, которые расширили серию UHP, получившую множество положительных отзывов на рынке. Эта серия низкопрофильных AC/DC-источников питания с безвентиляторным охлаждением подходит для широкого спектра применений, где требуется обеспечить бесперебойную работу оборудования, установленного в труднодоступных местах. Низкопрофильная конструкция этих источников питания на U-образном основании

подходит для ограниченных пространств, например в модулях светодиодных дисплеев и вывесок. В производстве изделий применяется высококачественный компаунд для заливки компонентов. Специальная технология заливки, предотвращающая образование пузырьков воздуха в компаунде, позволяет идеально заполнить пространство под печатной платой и между компонентами. Пользователю предлагается две опции охлаждения – установка на металлическое основание или применение внешних вентиляторов, что обеспечивает гибкость при проектировании системы. Благодаря высокому КПД (до 96%) и эффективному охлаждению, источники питания позволяют достичь до 70% номинальной выходной мощности даже в ограниченном пространстве.

UHP-1000 также оснащены функциями программируемого напряжения и программируемого тока. С помощью внешнего сигнала постоянного напряжения выходное напряжение этих источников питания можно регулировать в диапазоне 50–120% номинального напряжения, а выходной ток – в диапазоне 20–100% номинального тока. Это обеспечивает возможность использовать для UHP-1000 различные типы нагрузок, что позволяет его применять, например, для питания оборудования для термотокковой тренировки, зарядных станций и лазерных систем.

Среди новых продуктов для питания светодиодных систем освещения, представленных на стенде, следует выделить светодиодные AC/DC-драйверы XLG-25/50 мощностью



AC/DC-источники питания серии UHP

25/50 Вт (в ближайшее время появятся устройства мощностью до 200 Вт) с широким диапазоном входного напряжения 100–305 В AC. Благодаря режиму постоянной выходной мощности драйвер подходит для различных вариантов применения с разными выходными токами. Максимальный КПД достигает 90%. Изделия поставляются в защищенном от пыли и влаги компактном металлическом корпусе (IP67), поэтому их можно использовать в жестких климатических условиях. Гарантийный срок – пять лет. Основная область применения устройств – точечные светильники для уличного освещения.

Еще одна серия светодиодных драйверов – ELGC-300 с выходной мощностью 300 Вт. Как и XLG-25/50, драйверы этой серии поддерживают режим постоянной мощности, режим стабилизации выходного тока. Их КПД достигает 94,5%. Изделия оснащены функцией диммирования в режиме 3 в 1, поддерживают протокол управления DALI, а также интеллектуальный димминг. Драйверы предлагаются в пыле- и влагозащитном исполнении IP67, работают в диапазоне температур от –40 до 85 °С и предназначены для освещения больших помещений, складов, павильонов.

Еще одно важное направление – продукты для систем автоматизации зданий и «умного» дома, которые становятся все более популярными на рынке. Для этих применений мы предлагаем KNX-совместимые продукты. На нашем стенде представлен ряд таких изделий, в частности IP-маршрутизатор шины питания KNX для установки на DIN-рейку KSR-01IP, который обеспечивает доступ к сетевым ресурсам и сопряжение систем, построенных на шине KNX. Устройство, не требующее дополнительного источника питания, оснащено встроенным веб-интерфейсом. Еще один KNX-совместимый продукт – USB-интерфейс KSI-01U, который обеспечивает двунаправленное соединение ПК с установочной

шиной KNX. USB-разъем устройства гальванически развязан с шиной KNX.

Среди источников питания для шины KNX новый наш продукт – KNX-40E-1280 с выходным током 1280 мА. KNX-40E-1280 оснащен дроссельным выходом на KNX-шину и дополнительным выходом для вспомогательного питания. В процессе производства он проходит термотоктовую тренировку при 100%-ной нагрузке. Еще один новый продукт для шины KNX – 4-канальный диммер светодиодных систем освещения KAA-4R4V. Его применение позволит значительно упростить управление системами освещения.

Кроме того, мы представили ряд источников питания с установкой на DIN-рейку, которые также используются в системах автоматизации зданий. Новый продукт в этой категории – серия источников питания HDR-150 мощностью 150 Вт, которая дополнила модели мощностью от 15 до 100 Вт. Эти источники питания отличаются компактной конструкцией (ultra slim), диапазон входных напряжений составляет 85–264 В AC. КПД достигает 90,5%, предусмотрена возможность регулировки выходного напряжения в диапазоне $\pm 10\%$.

Также следует отметить представленные на стенде модульные источники питания серии NMP



Светодиодные AC/DC-драйверы серий XLG и ELG



KNX-совместимые продукты для систем автоматизации зданий

с расширенными возможностями интеллектуального управления для медицинского применения. Источники питания NMP650 и NMP1K2 мощностью 650 и 1200 Вт, соответственно, оснащенные независимыми выходными модулями, работают в широком диапазоне выходных напряжений и токов. В них реализованы различные функции интеллектуального управления, в частности управление напряжением и током, удаленное включение и выключение, мониторинг температуры, сигнал исправности выхода и т. д. Наличие двухуровневой изоляции (2 × MOPP) отвечает требованиям к оборудованию, которое непосредственно контактирует с пациентом.

Компания Delta Elektronika
директор по продажам и маркетингу
Маринус Гилтай (Marinus Giltay)

В этом году на выставке electronica мы представляем наше новое решение, которое с полным правом можно назвать уникальным. Это блоки питания серии SM15K мощностью 15 кВт. Сама серия была представлена рынку некоторое время назад. Здесь мы показываем новую модель этой серии – SM 70-CP-450 – с диапазоном выходного напряжения 0...70 В и тока –450...450 А, которая дополняет выпущенные ранее модели SM 500-CP-90 и SM 1500-CP-30 с диапазонами выходного напряжения, соответственно, 0...500 В и 0...1500 В и тока –90...90 А и –30...30 А.

Но уникальность нашего решения заключается не в большой мощности и широком диапазоне выходных токов и напряжений отдельного блока: на рынке существуют подобные продукты.

Дело в том, что заказчикам требуется всё большая мощность, и это приводит к необходимости параллельного



Модульные AC/DC-источники питания серии NMP

Представленные на выставке новые продукты мы предлагаем и для российского рынка, на котором работаем уже около 20 лет. Особенность спроса в России – востребованность продукции по конкурентным ценам. За время деятельности компании на российском рынке продажи наших продуктов стабильно росли, за исключением 2012 года, когда отмечался небольшой спад. Сейчас динамика вновь положительная, поэтому рассматриваем рынок как весьма перспективный. В России с недавних пор функционирует наше представительство, что укрепляет позиции компании и позволяет ускорить продвижение продуктов. При условии успешного развития бизнеса рассмотрим возможность создания склада представительства в РФ.

включения нескольких блоков питания с управлением по схеме «ведущий – ведомый» (master – slave). Вместе с тем одной из важных характеристик данных устройств является время отклика, то есть то время, за которое блок выходит на режим при изменении нагрузки. Наши блоки обладают очень



Маринус Гилтай



Блоки питания серии SM15K. Сверху вниз: SM 1500-CP-30, SM 500-CP-90 и SM 70-CP-450

быстрым откликом. Так, для модели SM 1500-CP-30 при выходном напряжении 500 В и изменении нагрузки с 50 до 100%, то есть при изменении выходного тока с 15 до 30 А, время отклика составляет 100 мкс.

Однако при соединении нескольких блоков в единый источник питания время отклика всегда увеличивается. В частности, при использовании двух наших блоков, подключенных параллельно, это время составит 250 мкс.

В июне 2017 года мы начали работу по созданию систем с параллельным соединением нескольких блоков мощностью 15 кВт. До этого у нас был удачный опыт соединения трех блоков по 6 кВт по схеме «ведущий – ведомый». Мы рассчитывали обеспечить возможность соединения четырех блоков по 15 кВт для достижения суммарной мощности 60 кВт. В декабре 2017 года нам удалось это сделать. И при этом оказалось, что время отклика такой системы составляет те же 250 мкс, что и при соединении двух блоков.

Наши инженеры пошли дальше, и уже в начале 2018 года у нас была система из 10 блоков питания с суммарной мощностью 150 кВт. Мы могли бы на этом остановиться, поскольку такое количество объединенных блоков было достаточно большим на фоне конкурентов, а чтобы сделать следующий шаг, нам нужны были новые идеи, как это реализовать. Но мы приняли решение продолжить работу над увеличением мощности системы, и в апреле 2018 года нам удалось объединить 20 блоков, достигнув суммарной выходной мощности 300 кВт.

И что действительно уникально – время отклика этой системы при изменении нагрузки с 50 до 100% составляет те же 250 мкс, как и при соединении двух блоков. Этому результату удалось достичь благодаря применению специализированных систем управления и шин обмена данными нашей собственной разработки. Управление этими блоками полностью цифровое, что лежит в основе этого достижения.

Мы заявляем возможность получения суммарной выходной мощности 300 кВт, но у нас есть все основания полагать, что аналогичным образом может быть соединено и большее количество блоков. Однако на данный момент наша испытательная база не позволяет в полной мере протестировать систему большей мощности, и если заказчику требуется получить больше 300 кВт, мы предлагаем связаться с нами: возможно, мы сможем предоставить ему такое решение.

Стоит отметить, что благодаря наличию в нашей линейке блоков питания с выходной мощностью 15 кВт можно строить системы большой мощности с меньшим количеством блоков, тем самым снижая стоимость решения в сравнении с аналогичной системой, построенной на менее мощных блоках питания.

Система управления блоков также обеспечивает очень быстрый и плавный отклик при изменении polarity выходного тока, например, с –90 до 90 А. Это обеспечить очень сложно, потому что переход через нулевое значение обычно является достаточно тяжелым режимом для источника питания.

Я хотел бы подчеркнуть, что эти возможности – не маркетинговая уловка. Иногда наши клиенты не верят



Блоки SM 500-CP-90 в различных режимах: нижний блок работает как источник и подает энергию на верхний блок, выступающий в качестве нагрузки

нам, читая технические описания этих приборов, и бывают очень удивлены, измерив сигналы с помощью осциллографа и получив даже лучшие результаты.

Еще одно преимущество серии SM15K заключается в том, что все входящие в нее модели – двунаправленные и могут работать как в режиме источника, так и в режиме потребителя энергии, то есть нагрузки. Причем в режиме нагрузки блоки не рассеивают энергию в виде тепла, а отдают ее обратно в сеть. Представьте себе, что вам нужно выполнить тестирование разрядки аккумуляторов мощностью 15 кВт. Если бы нагрузка полностью рассеивала эту мощность в виде тепла, в этом помещении появился бы очень мощный нагревательный прибор. КПД блоков серии SM15K составляет 95%, таким образом при выполнении такой задачи они будут рассеивать всего 750 Вт. Это значит, что вы не только обеспечите лучшую экологичность,

но и получите существенную экономию на кондиционировании воздуха.

Блоки питания серии SM15K могут применяться в широком спектре областей, среди которых тестирование инверторов и симуляция солнечных батарей, тестирование электронных систем и аккумуляторов для автомобильной промышленности, управляемые зарядка и разрядка аккумуляторов, ШИМ-управление двигателями и многое другое.

Необходимо отметить, что для российского рынка модели источников питания серии SM15K, о которых шла речь, выпускаются со следующими наименованиями: SM 1500-CP-30P324, SM 500-CP-90P324 и SM 70-CP-450P324. Более подробную информацию можно получить у официального дистрибьютора компании Delta Elektronika в России – АВИ Солюшнс (www.avi-solutions.com).

Компания Preen (AC Power Corp.) менеджер по маркетингу продукции Дэниел Цзэн (Daniel Tseng)

В этом году на выставке мы представляем несколько линеек своей продукции, в том числе программируемые источники переменного напряжения (AC / AC) и постоянного напряжения (AC / DC).

Источники питания серии AFV-P – программируемые источники питания переменного напряжения (AC / AC), которые дополнительно имеют стабилизированный выход постоянного напряжения (DC). В данную серию входят четыре модели различной мощности: 600, 1250, 2500 и 5000 ВА.

Хотелось бы отметить несколько отличительных особенностей этих устройств:

- широкие диапазоны выходных параметров (напряжения, частоты), полностью удовлетворяющие требованиям для исследований, разработки и проведения тестов на соответствие различным стандартам (например, IEC-61000-4-11); устройства также можно запрограммировать для проведения испытаний на соответствие российским стандартам;
- широкие возможности по программированию и управлению выходными параметрами;
- низкие значения гармонических искажений;
- высокая скорость реакции;
- наличие различных последовательных интерфейсов для управления источниками питания;
- удобное, интуитивно понятное управление с использованием сенсорного экрана;
- воспроизведение на дисплее источника и экспорт результатов измерений;
- программирование в среде LabView, поддержка SCPI.

Источники питания серии AFV-P оснащаются двумя типами выходов. В зависимости от настройки пользователь может выбрать либо выход переменного напряжения, либо выход постоянного напряжения. Данная возможность расширяет область применения источника для тестирования различных типов компонентов, а также снижает затраты на оборудование, так как нет необходимости приобретать отдельно источник питания постоянного и переменного напряжения.

В стандартной комплектации серия AFV-P оснащена богатым набором последовательных интерфейсов, – USB, RS232, RS485 и Ethernet. Для управления источниками питания используется специализированное программное обеспечение и драйвер LabView.

Также в качестве дополнительных опций источники питания могут быть оснащены GPIB- и аналоговым интерфейсами. Установка данных интерфейсов не требует специального оборудования и калибровки в заводских условиях. Пользователю достаточно



Дэниел Цзэн



Программируемый AC/DC-источник питания AFV-P-5000

установить необходимую плату в предусмотренный для этого слот.

Источники питания серии AFV-P обладают широким функционалом программирования выходного сигнала. В памяти может быть сохранено до 50 программ. Каждая программа может содержать до 24 команд (шагов). Для каждого шага могут быть заданы такие параметры, как напряжение, частота и время задержки. Пользователи могут установить начальный и конечный шаг, а также зациклить выполнение определенных шагов (для эмуляции помех в сети или теста на включение/отключение). Благодаря малому времени отклика для источников питания серии AFV-P возможно изменение шага менее чем за цикл, что позволяет надежно эмулировать питание от сети.

Кроме того, устройства позволяют программировать линейное изменение выходного сигнала. С помощью данной функции пользователь может установить время линейного изменения (увеличения или уменьшения) напряжения и частоты. Таким образом, параметры на выходе источника питания будут изменяться в соответствии с заданной скоростью.

Источники питания серии AFV-P позволяют моделировать различные виды переходных процессов. Пользователь может управлять формой выходного сигнала, добавлять помехи (скачки/провалы). При этом источники питания серии AFV-P имеют быстрый отклик (время отклика составляет менее 300 мкс). Данные возможности могут широко применяться при проведении различных тестов на соответствие, при моделировании помех в электросети, для имитации провалов при проведении тестов на устойчивость.

Серия AFV-P обеспечивает два типа сигнала синхронизации. Это может быть продолжительный сигнал напряжением 5 В, когда выход включен, либо импульсный сигнал напряжением 5 В, который формируется каждый

раз при изменении выходных параметров источника. Данная функция может быть использована при работе источника серии AFV-P с автоматизированными тестовыми системами.

Устройства поддерживают работу с обратной связью по напряжению на нагрузке, которая отслеживает реальное значение напряжения на нагрузке вместо напряжения на выходных клеммах источника. Это обеспечивает точное соответствие напряжения установленному значению путем автоматической компенсации падения напряжения на кабеле.

Благодаря современным технологиям источники питания AFV-P могут обеспечить в кратковременном режиме ток, превышающий номинальный до 4,5 раз – это актуально при тестировании электродвигателей при значительных пусковых токах. Кроме того, пользователь может установить фазу выходного сигнала в начальной и конечной точках в пределах от 0 до 359°.

Кроме источников питания переменного напряжения серии AFV-P на нашем стенде представлены программируемые AC/DC-источники питания серии ADG-L, в состав которой входят 14 моделей выходной мощностью 4, 8 и 12 кВт.

Источники питания ADG-L могут работать в трех режимах: постоянного напряжения (CV), постоянного тока (CC) и постоянной мощности (CP). В серии предлагаются модели с выходным напряжением от 160 до 1000 В. Источники питания ADG-L оснащены широким набором интерфейсов для интеграции с автоматизированными тестовыми системами. В стандартной конфигурации предлагаются RS-232/RS-485 (MODBUS) и аналоговый интерфейс, опционально доступны Ethernet, USB и GPIB. Устройства оборудованы системой дистанционного измерения напряжения на нагрузке для компенсации падения напряжения в кабеле, когда тестируемое устройство находится на расстоянии от источника питания.

Модели серии ADG-L оснащены автоматическим выбором диапазона, что позволяет генерировать более высокие токи при меньшем выходном напряжении или более высокое выходное напряжение при низком выходном токе. Это дает возможность использовать одно устройство для различных приложений, что экономит затраты и занимаемое пространство.

На российском рынке мы предлагаем свою продукцию для применения в промышленности, на транспорте, в аэрокосмической и оборонной отраслях. Мы успешно работаем в вашей стране, опираясь на помощь нашего дистрибьютора – компании «АВИ Солюшнс». Российский рынок с большими возможностями, поэтому мы с оптимизмом смотрим в будущее.

На стр. 50 использовано фото с сайта <https://electronica.media.messe-muenchen.de/>