



Краткий обзор новых источников питания компании TDK-Lambda

Виктор Жданкин

В статье представлены новые источники электропитания компании TDK-Lambda, специализирующейся на разработке и производстве высокоэффективных ИВЭП для промышленных применений. Дана краткая информация о структуре компании TDK-Lambda и её месте на мировом рынке. Проанализированы основные тенденции совершенствования современных источников электропитания большой мощности.

Мировой рынок источников вторичного электропитания (ИВЭП) для промышленных применений растёт темпами 5,1% в год. К сегменту источников электропитания для промышленных применений аналитическая компания Micro-Tech Consultants относит источники для контрольно-измерительных устройств и систем, производственного оборудования, медицинского электрооборудования, промышленной автоматики и т.п. Для нормального функционирования оборудования и успешного выполнения им и построенными на его базе системами функций, предусмотренных техническим заданием, ИВЭП должны соответствовать определённым, зачастую уникальным требованиям.

Необходимо заметить, что в последнее время на мировом рынке источников питания происходят процессы слияния компаний-производителей с целью укрепления их позиций на рынке. В течение последних лет три из пяти наиболее крупных компаний-производителей источников питания были вовлечены в эти процессы. В результате возросла опасность для не участвующих в слияниях компаний, что, в свою очередь, может породить новую волну укрупнений в попытке выровнять положение на игровом поле.

В 2006 году корпорация TDK приобрела компанию Lambda. Объединение производственных возможностей TDK и Lambda создало крупнейшего производителя, сразу занявшего вторую строчку в списке ведущих мировых производителей источников питания

промышленного назначения. С апреля 2006 года началось использование для продукции общей фирменной марки TDK-Lambda. Используя её, обе компании значительно усилили свои позиции в продажах, маркетинге, производстве и разработке изделий и, как следствие, укрепили свой бизнес в области источников электропитания, предлагая потребителям широкий спектр разнообразных решений.

Компания TDK-Lambda поставляет высокоэффективные источники электропитания для промышленных применений, телекоммуникаций, транспортных применений. В сегменте источников для промышленных применений, который является приоритетным для компании, TDK-Lambda выступает явным лидером с 24-процентной долей всего мирового рынка таких источников. Следом за TDK-Lambda в этом сегменте рынка идёт компания Power One, доля которой составляет лишь около 5%).

В настоящее время в состав группы компаний Lambda входят подразделения, расположенные во многих странах мира: Densei-Lambda (Япония), Lambda Китай, Lambda Корея, Lambda Израиль (компания Nemic-Lambda), Lambda Великобритания, Lambda Германия, Lambda Франция, Lambda Италия, Lambda Швеция, Lambda Америка (включает в свой состав подразделение по выпуску маломощных источников питания — Low Power Division и подразделение по выпуску мощных источников питания — High Power Division).

Кстати, аббревиатура NEMIC в названии израильского подразделения компании происходит от названия компании Nippon Electronics Memory Industrial Company, на основе которой при участии Lambda Америка в июне 1978 году была организована акционерная компания Nemic-Lambda.

В результате слияния TDK и Lambda создана мощная организационная основа, обладающая значительными инвестиционными ресурсами, которые сконцентрированы на направлении развития высокотехнологичного электронного бизнеса. Совокупный оборот объединённой компании TDK-Lambda в 2006 году составил примерно 730 млн. долларов США.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Программируемые сильноточные источники питания быстро совершенствуются, постоянно появляются новые модели, отличающиеся более широкой функциональностью, лучшими эксплуатационными свойствами, более привлекательными показателями эффективности. При таком быстро изменяющемся рынке возникает вопрос: каким образом потребителю убедиться, что он получает наилучшее? Современные потребители обычно хотят от источников питания четырёх вещей: небольших габаритных размеров, надёжности, простоты управления и, конечно, адекватной цены. Давайте

посмотрим, как новейшие изделия соответствуют этим требованиям.

Габаритные размеры и вес

Начнём с габаритных размеров и связанного с ними веса устройств. Пятнадцать лет назад программируемый источник питания с фазовым управлением SCR и выходной мощностью 1 кВт имел высоту 2U и вес около 30 кг. Сегодня источник питания с аналогичной выходной мощностью, как правило, должен быть высотой 1U и весом всего лишь 8 кг. Для более мощных источников питания уменьшение габаритов и веса за последние годы было ещё более впечатляющим. Например, 10-киловаттные устройства эволюционировали из «монстров» высотой 7U и весом 150 кг и более в относительно компактные устройства высотой 3U и весом около 50 кг, обеспечивающие в нагрузке ток до 1 000 А. Уменьшение объёма стало тут возможным благодаря тому, что для нормальной работы источников питания не требуется воздушного охлаждения через отверстия в конструкции и не требуется дополнительного пространства сверху или снизу источников в случае их установки в шасси.

Несомненно, ведущие компании обращают внимание на требования заказчиков производить компактные источники питания, но каким образом достигается уменьшение габаритов и веса?

Ответом на данный вопрос отчасти является применение новых структур конверторов (например, с переключением силовых транзисторов при нуле напряжения) в сочетании с тщательным моделированием схем на стадии проектирования источника питания. Также повышению показателей удельной мощности способствуют модульная конструкция устройства и широкое применение поверхностного монтажа. Определённый выигрыш сулит повышение коэффициента мощности (KM) и коэффициента полезного действия (КПД) источников питания. Более высокое значение KM означает уменьшение входных токов, которое открывает возможность применения проводников с меньшим сечением. Повышение КПД означает, что меньшую рассеиваемую тепловую мощность необходимо принудительно отводить от источника питания, поэтому габариты и стоимость устройства могут быть дополнительно уменьшены.

Заслуживает особого внимания тот факт, что процесс уменьшения габаритных

размеров современных источников питания идёт без какого-либо ущерба для их функциональных возможностей. Новые компактные изделия имеют даже более широкую функциональность, чем их предшественники. Например, многие новые источники способны работать от сетей переменного напряжения с широким диапазоном изменения значения питающего напряжения 85...256 В без необходимости изменять уставки или осуществлять настройки. Это свойство является крайне важным, сулящим удобство и прямую экономическую выгоду для компаний, которые используют источники питания в оборудовании, поставляемом в разные страны, так как одна и та же модель источника питания может быть установлена независимо от конечного пункта назначения оборудования и принятого в местной сети номинала питающего напряжения.

Надёжность

Наиболее важным критерием при выборе программируемых источников питания является показатель надёжности. Ключами к достижению необходимого уровня надёжности источника являются использование компонентов с подтверждённой надёжностью и проверенных схемотехнических решений, а также применение ускоренных ресурсных испытаний (Highly Accelerated Life Testing — HALT) для усовершенствования устройства.

В отличие от традиционных испытаний ускоренные ресурсные испытания предполагают проведение испытаний прототипа устройства до тех пор, пока он не откажет. Это позволяет выявить наиболее уязвимые компоненты и заменить их. Всякий раз новая модификация источника подвергается ускоренным испытаниям, устанавливаются очередные уязвимые компоненты и заменяются. Этот процесс может повторяться столько раз, сколько необходимо для достижения требуемого уровня надёжности устройства.

Компонентом, с которым в прошлом было связано больше всего отказов, является вентилятор. Надёжность источника увеличивается за счёт эксплуатации современного вентилятора с большим ресурсом и возможностями по управлению. Например, если скорость вращения охлаждающих вентиляторов изменяется пропорционально нагрузке источника питания, ресурс вентиляторов может быть значительно увеличен.

Также в современных источниках питания отказываются от печально известных своей низкой надёжностью потенциометров, традиционно использовавшихся для регулирования с передней панели, заменяя их надёжными оптическими кодирующими устройствами, работающими совместно с цифровыми схемами управления. В наиболее прогрессивных моделях даже идут дальше, отказываясь также от внутренних калибровочных потенциометров в пользу программной калибровки.

Управление

Перейдём теперь к упрощению управления. Откровенно говоря, до последнего времени это было больше желанием, чем реальностью. Сегодня для управления источником существует масса возможностей: передняя панель, дистанционное аналоговое управление, цифровой последовательный порт и универсальная интерфейсная шина (GPIB, стандарт IEEE 488), интерфейс локальной сети Ethernet (новейшая опция — расширение для измерительных приборов LAN eXtensions for Instrumentation, или сокращённо LXI).

История эволюции источников питания показывает, что, к сожалению, их производители раньше особенно не стремились унифицировать функции управления даже в рамках одного семейства изделий. В результате было в порядке вещей, что, например, 600-ваттный и 2-киловаттный источники питания одного и того же производителя могли иметь различный состав оборудования управления и абсолютно отличную компоновку органов управления на передней панели источника. Это сбивало пользователей с толку и вызывало их обоснованное раздражение. Реагируя на данную проблему, ведущие производители источников питания, в том числе компания Lambda, закрепили на уровне технических требований к конструкции не только унификацию управляющих интерфейсов для изделий с различными характеристиками, но и возможность перемещения с передней панели на заднюю панель аналогового или цифрового управления со всеми доступными функциями.

При выборе программируемых источников питания всегда бывает полезно детально ознакомиться с функциями управления, принимая во внимание как текущие, так и будущие потребности. С высокой вероятностью можно утверждать, что многие основные

функции управления у большинства источников разных производителей идентичны, однако некоторые производители предлагают изделия с дополнительными возможностями, которые во многих случаях могут сулить большие преимущества.

Хорошим примером таких дополнительных возможностей служат опции безопасного (safe) и автоматического (auto) перезапуска, которые управляют режимом работы источника питания во время повторного запуска после отключения, например при временном снятии сетевого напряжения. При выборе безопасного режима повторного включения источник питания сохраняет установки, которые использовались до произошедшего отключения, но восстанавливает предшествующее состояние с отключённым выходом. Вмешательство пользователя необходимо только для того, чтобы включить выходное напряжение. При выборе режима автоматического повторного включения, в том случае если выходное напряжение источника питания было включено на момент отключения переменного напряжения сети, выходное напряжение источника со всеми настройками автоматически восстановится при повторном включении после восстановления напряжения питающей сети. Несмотря на то что автоматический перезапуск может показаться менее безопасным режимом, существует множество случаев, когда такой режим крайне необходим, в первую очередь при использовании источника питания в силовом оборудовании, работающем без обслуживающего персонала.

Для приложений, требующих высоких токов нагрузки и/или гибкости исполнения системы питания, возможность суммирования токов при параллельном соединении источников явля-

ется ещё одной очень желательной дополнительной опцией. Она позволяет включать параллельно некоторое количество источников питания (обычно до четырёх) в топологии ведущий/ведомый таким образом, что они работают во всех практических применениях подобно одному источнику. Контрольные сигналы, соответствующие общему суммарному току группы источников, предоставляет ведущий источник питания.

Особого внимания заслуживают управляющие интерфейсы. Сохраняет свою популярность универсальная приборная шина (GPIB), но в последнее время некоторые поставщики стали предлагать снижающую себестоимость опцию многоточечного интерфейса GPIB. Она даёт возможность одному ведущему источнику питания, оборудованному платой GPIB, управлять несколькими ведомыми источниками через недорогие каналы передачи данных RS-485, тем самым исключая необходимость оснащать платой GPIB и кабелем каждый ведомый источник питания.

Технология Ethernet является новичком в сфере управления источниками питания, но её значение быстро возрастает. Лучшим советом здесь является выбор изделия, которое сертифицировано на соответствие требованиям стандарта LXI, определяющего модульную платформу на основе LAN для автоматизированных контрольно-измерительных систем. Этот стандарт поддерживается консорциумом ведущих мировых производителей, чей профессиональный опыт распространяется на источники питания, испытательное оборудование и сетевые технологии. Стандарт LXI обеспечивает базу для длительного жизненного цикла реализаций систем. Более подробно требования стандарта и

преимущества использования приборов LXI описаны в [1, 2, 3].

Затраты

Пользователь должен принимать во внимание не только цены базовых моделей изделий, но и стоимость опций, которые ему могут потребоваться. Возможны ситуации, когда одни источники питания имеют, например, встроенные интерфейсы RS-232/RS-485, которые в других моделях являются дополнительной опцией, предоставляемой за отдельную плату.

Всегда нужно учитывать суммарные затраты за весь срок эксплуатации источника питания. Покажем обоснованность такого подхода: изделия с высокими значениями КМ и КПД будут потреблять меньшую мощность и меньше нагружать систему охлаждения, в итоге получается экономия затрат на электроэнергию, которая в течение всего срока эксплуатации источников питания многократно компенсирует ту относительно небольшую переплату, которая имела место при первичной покупке более эффективного изделия.

Наряду с эксплуатационными затратами важно принимать во внимание, каким образом производитель поддерживает свою продукцию после продажи. Многие ведущие производители, такие как Lambda, предлагают пятилетнюю гарантию для программируемых источников питания.

Пример: источники питания Genesys™

Программируемые источники питания серии Genesys™ компании TDK-Lambda были представлены на семинарах, в периодических изданиях и пользуются заслуженной популярностью у российских потребителей [4, 5, 6]. Невзирая на это, хотелось бы сделать краткий обзор изделий этой серии, их применений и показать, насколько их характеристики отвечают запросам современных заказчиков, постоянно требующих небольших габаритных размеров, высокой надёжности, простоты в управлении и низких цен.

Прежде всего, надо отметить, что компания Lambda, используя свой опыт, способна предложить источники питания, которые характеризуются значением удельной мощности на 25% выше, чем у ближайших конкурентов. Например, устройства серии Genesys™ с выходной мощностью 1500 Вт доступны в корпусе высотой 1U, а 15-ки-



Рис. 1. Внешний вид программируемого источника питания Genesys™ с выходной мощностью 15 кВт (высота корпуса всего 3U!)

ловаттные модели (рис. 1) используют каркас высотой только 3U. Конечно, невелико преимущество иметь компактный источник питания, если требуется большой объём вокруг него для обеспечения нормального теплового режима. Поэтому все источники питания серии Genesys™ были разработаны таким образом, чтобы была возможность их установки без зазоров и не требовалось обеспечения притока воздуха сверху или снизу, что позволяет устанавливать несколько блоков в минимальном объёме.

Для реализации функций управления изделия серии Genesys™ поддерживают ряд интерфейсов обмена данными. Через интерфейс последовательной передачи данных RS-232/485 производятся управление и контроль всех основных рабочих параметров. Доступна также плата универсальной приборной шины IEEE 488, которая обеспечивает управление ведомыми источниками питания через стандартный коммуникационный интерфейс RS-485. Наличие этой платы устраняет затраты на оснащение каждого ведомого устройства собственной платой интерфейса IEEE 488. Ещё одной опцией является интерфейс LXI

для передачи данных по сети LAN, который совместим фактически с любой стандартной сетью Ethernet и поддерживает такие функции, как быстрый запуск, фиксированная и динамическая адресация, автоматическое определение аварийного состояния сети. Помимо этого в перспективе планируется сделать возможным подключение через интерфейс USB.

Надёжность источников серии Genesys™ обеспечивается не только применением высококачественных компонентов и эффективной охлаждающей системы на основе асинхронных бесколлекторных вентиляторов постоянного тока с управлением скоростью вращения в зависимости от нагрузки, но и применением оптических кодирующих устройств вместо не-



Рис. 2. Программируемые источники питания серии Genesys™ с выходной мощностью 750 Вт, 1500 Вт, 3300 Вт и 10 кВт

надёжных потенциометров для осуществления настроек с передней панели и программной калибровки.

Другими прогрессивными особенностями изделий серии Genesys™ являются режим безопасного перезапуска (Safe Re-Start), который обеспечивает два варианта восстановления источника питания после пропадания переменного напряжения в питающей сети (вариант первый — возврат источника к своим

Таблица 1

Модельный ряд программируемых источников питания серии Genesys™ с выходной мощностью 5 кВт

Модель	Диапазон выходных напряжений, В	Ток нагрузки, А	Выходная мощность, Вт
GEN 8-600	0-8	0-600	4800
GEN 10-500	0-10	0-500	5000
GEN 16-310	0-16	0-310	4960
GEN 20-250	0-20	0-250	5000
GEN 30-170	0-30	0-170	5100
GEN 40-125	0-40	0-125	5000
GEN 60-85	0-60	0-85	5100
GEN 80-65	0-80	0-65	5200
GEN 100-50	0-100	0-50	5000
GEN 150-34	0-150	0-34	5100
GEN 300-17	0-300	0-17	5100
GEN 600-8.5	0-600	0-8,5	5100

предыдущим настройкам, вариант второй — ожидание внешнего вмешательства для восстановления подачи напряжения в нагрузку), и режим запоминания параметров (Last Setting Memory), который обеспечивает сохранение всех основных настроек при отключении питающей сети без необходимости применения резервной батареи.

Все модели серии Genesys™ (750 и 1500 Вт с высотой 1U, 3,3 кВт с высотой 2U, 10 и 15 кВт с высотой 3U, а также новейшие модели 5 кВт с высотой 2U) имеют совершенно одинаковые интерфейсы и управление. Это существенно упрощает потребителям переход с одних моделей на другие, отличающиеся мощностью, освобождает от необходимости вносить при этом изменения в схему управления и контроля. На рис. 2 показаны источники питания серии Genesys™ с различной выходной мощностью. Модели с разной выходной мощностью имеют одинаковый набор дополнительных опций и выполненную в едином стиле панель управления.

Новейшими в серии Genesys™ являются источники питания мощностью 5 кВт (2U), разработанные специалистами компании Nemic-Lambda в четвертом квартале 2007 года. Эти изделия логично заполнили пробел между моделями мощностью 3,3 кВт и 10/15 кВт. Их отличает наивысшее значение удельной мощности. Ряд источников питания мощностью 5 кВт насчитывает 12 моделей, основные параметры которых приведены в табл. 1.

Доступны модели для работы от трёхфазных сетей переменного напряжения с номинальным значением напряжения сети от 170 до 265 В) и 400 В (диапазон изменения напряжения сети от 342 до 460 В). Все модели оснащены активным корректором мощности, обеспечивающим значение $KM=0,94$. На рис. 3 показан внешний вид 5-киловаттного источника пита-

ния Genesys™, габаритные размеры источника составляют 423×88×442,5 мм (Ш×В×Г).

Необходимо обратить внимание на такой важный фактор, как стоимость. Очевидно, что мощные источники питания, подобные изделиям серии Genesys™, никогда не будут доступны по цене «карманных денег». Но отзывы потребителей и исследования рынка подтверждают, что источники питания Genesys™ являются несомненным успехом компании Lambda, с точки зрения удачного сочетания отличных рабочих характеристик, широких функциональных возможностей и соответствующей им, но при этом весьма конкурентоспособной цены.

Теперь рассмотрим некоторые из многих видов приложений, в которых источники питания Genesys™ находят успешное применение, и преимущества, которые они при этом демонстрируют.

● **В контрольно-измерительных и испытательных системах**, где выходные уровни и другие рабочие параметры должны находиться под постоянным контролем и где часто необходимо применять много источников питания, возможности, предоставляемые интерфейсом IEEE 488, являются очень привлекательными, так как

позволяют последовательно подключить до 30 ведомых устройств, управляемых одним ведущим устройством. Возможность дистанционного программирования аналоговым сигналом также является весьма полезным свойством во многих приложениях подобного типа.

● **В системах промышленного и военного назначения** до четырёх источников питания Genesys™ могут работать параллельно и обеспечивать суммарную мощность до 60 кВт. Возможность установки этих источников без воздушных зазоров позволяет занимать минимальный объём, а свойство «прозрачной» передачи данных к ведомому устройству означает, что при управлении и контроле модули, включённые параллельно, выглядят как один модуль. Точная установка прецизионной защиты от перенапряжения (Over-Voltage Protection — OVP) и быстродействующее ограничение тока с острой коленообразной характеристикой (Foldback) источников Genesys™ могут защитить даже такую чувствительную нагрузку, как лазерные диоды. Существуют модификации с высокой скоростью нарастания выходного напряжения, востребованные для тех же лазерных диодов или испытательных систем автомобильного оборудования. В [7] описано применение программируемого источника мощностью 1500 Вт (модель GEN300-5) для запитки силового ключа в высоковольтном импульсном источнике питания рентгеновской трубки, высокая стабильность источника GEN300-5 при изменении тока нагрузки позволила упростить схему системы электропитания. Известны примеры применения источников Genesys™ для питания



Рис. 3. Программируемый источник питания Genesys™ с выходной мощностью 5 кВт — наивысшее значение удельной мощности в корпусе высотой 2U

подогревателей, электромагнитов и другого оборудования систем промышленного и военного назначения.

- **В медицинских системах** важнейшим требованием является надёжность. Испытанная конструкция изделий серии Genesys™, их способность непрерывно работать при полной мощности в круглосуточном режиме (режим «24/7» — работа 24 часа в сутки и 7 дней в неделю без отключения), а также приведённые ранее высокие показатели надёжности обеспечивают соответствие этих источников питания высоким требованиям, предъявляемым к оборудованию медицинских систем.

- **Для производства полупроводниковых изделий и испытаний их на принудительный отказ** выпускается технологическое оборудование, которое может использоваться практически в любой стране мира. Широкий диапазон входных напряжений источников питания серии Genesys™ делает возможной их работу от сети переменного напряжения с любым значением напряжения в диапазоне 85...265 В для моделей с выходной мощностью до 1500 Вт, от однофаз-

ной сети с любым значением напряжения в диапазоне 170...265 В для моделей с выходной мощностью 3,3 кВт, а также от трёхфазной сети (четырёхпроводная схема без нейтрального провода) для ряда моделей с выходными мощностями 3,3, 5, 10 и 15 кВт. В этом проявляется существенное преимущество данных источников. Кроме того, возможность работать в широком диапазоне изменения напряжения питающей сети позволяет выдерживать помехи в цепи питания. Наконец, наличие режимов безопасного перезапуска и запоминания параметров последней по времени настройки способствует защите критичных нагрузок, встречающихся в связанных с полупроводниковым производством применениях, и обеспечивает непрерывность производственного процесса.

Конечно, это только часть применений, в которых с высокой эффективностью используются многофункциональные источники питания серии Genesys™. Потребители могут быть уверены, что любое применение этих изделий, в которых нашёл своё воплощение целый ряд прогрессивных тех-

нических идей, обеспечивает надёжное, гибкое, удобное и экономически эффективное решение.

Новые источники питания AC/DC с выходной мощностью 1000 Вт

В настоящее время источники питания AC/DC (преобразователи переменного напряжения в постоянное) составляют наибольшую часть рынка источников питания, а объёмы продаж мощных источников питания в денежном выражении превышают объёмы продаж маломощных изделий. При этом во многих областях применений увеличился спрос на источники питания с выходной мощностью 1000 Вт. Реагируя на требования рынка, компания TDK-Lambda начала выпуск источников питания AC/DC с такой выходной мощностью для различных областей применения.

HWS1000

В популярную серию HWS одноканальных источников питания AC/DC для промышленных применений был введён ряд 1000-ваттных моделей HWS1000. Поддерживаемые пятилет-



Рис. 4. Внешний вид источника питания AC/DC серии HWS1000

ней гарантией новые модели HWS1000 являются идеальными для обеспечения электропитанием промышленного оборудования, которое предъявляет повышенные требования к надёжности и длительности срока эксплуатации.

Доступны модули HWS1000 со следующими номиналами выходного напряжения: 3,3, 5, 6, 7,5, 12, 15, 24, 36, 48 и 60 В. Для обеспечения аппаратуры нестандартным напряжением значение выходного напряжения каждой модели может регулироваться внешним потенциометром в пределах $\pm 20\%$ от номинала (для моделей с выходными напряжениями 48 и 60 В диапазон регулирования имеет границы 20% вниз и 10% вверх от номинала). Кроме того, регулирование выходного напряжения может осуществляться дистанционно посредством уровней напряжения от 1 до 6 В; при этом обеспечивается диапазон регулирования от 20 до 120% номинального значения напряжения (соответственно для моделей с выходными напряжениями 48 и 60 В — от 20 до 110%, а для модели с выходным напряжением 3,3 В — от 30 до 110%).

Источники питания HWS1000 способны работать от однофазной сети переменного напряжения 85...265 В (пределы изменения частоты сети от 47 до 63 Гц) и от сети постоянного напряжения 120...330 В. Источники соответствуют жёстким требованиям стандарта SEMI F47 (только для сети переменного напряжения 220 В) к параметрам понижения напряжения в сети, а также стандарта EN 61000-3-2 (ГОСТ Р 51317.3.2-99) к гармоническим составляющим тока.

Стандартными сервисными функциями являются удалённое включе-

ние/выключение, внешняя обратная связь, равномерное распределение тока нагрузки при параллельном включении нескольких (до пяти штук) модулей и формирование сигнала состояния выходного напряжения (DC Good). Кроме того, на передней панели установлен светодиодный индикатор зелёного свечения, который загорается при включении источника питания. Предусмотрены также защиты от перенапряжения и перегрузки по току.

Источники питания снабжены высококачественным внутренним вентилятором, который может работать в диапазоне температур окружающего воздуха от -10 до $+71^\circ\text{C}$. Доступны также модификации источников питания с расширенным диапазоном рабочих температур от -40 до $+71^\circ\text{C}$. Для защиты электрических цепей от вредных внешних воздействий применяются защитные акриловые покрытия (HumiSeal 1A27NS или 1B73, а также DC1-2577, Pelgan Z). Габаритные размеры модулей составляют $126,5 \times 82 \times 240$ мм, что позволяет устанавливать их в шасси высотой 2U. Вес источника питания всего лишь 3,2 кг. Внешний вид источника питания HWS1000 показан на рис. 4.

Модули с выходной мощностью 1000 Вт наиболее востребованы в оборудовании промышленной автоматики, испытательных комплексов и измерительных систем, а также в автоматизированном сервисном оборудовании.

Новые источники HWS1000 отвечают требованиям стандартов EN 55011 и EN 55022 к оборудованию класса В по уровню кондуктивных помех в сети электропитания и излучению электромагнитных помех (ЭМП) в пространство. По уровню безопасности источники питания HWS1000 соответствуют стандартам UL/CSA/EN 60950-1 и EN 50178, а по устойчивости к воздействию помех — требованиям ряда стандартов EN 61000-4-х.

SWS1000L

Получила 1000-ваттное пополнение и серия SWS одноканальных источников питания AC/DC, сертифицированных для применений в составе электрооборудования медицинского назначения.

Доступны источники питания SWS1000L с номиналами выходного напряжения 5, 12 и 24 В. В ближайшее время компания Lambda расширит этот ряд новыми моделями с номиналами выходного напряжения от 3,3 до 60 В. Примечательно, что уже существ-

вующая модель с выходом 24 В способна обеспечить в нагрузке пиковую мощность 1224 Вт.

Модули SWS1000L имеют диэлектрическую прочность гальванической изоляции между первичными и вторичными цепями 4 кВ, ток утечки на землю не превышает 300 мкА. Источники соответствуют нормам по кондуктивным помехам и излучению ЭМП в пространство для оборудования класса В.

Все модели SWS1000L предназначены для работы от сети переменного напряжения 85...265 В (пределы изменения частоты сети от 47 до 63 Гц) и от сети постоянного напряжения 120...350 В. Они имеют широкий диапазон регулирования выходного напряжения потенциометром ($\pm 20\%$ от номинала). Регулирование выходного напряжения уровнями напряжения от 1 до 6 В обеспечивает диапазон от 20 до 120% номинального значения, что позволяет получать нестандартные значения напряжения электропитания.

Модули работоспособны в диапазоне температур $-20...+74^\circ\text{C}$. Включение источников возможно при минимальной температуре -40°C (при 100% нагрузке), и это позволяет применять их вне помещений. Скорость вращения вентилятора регулируется в зависимости от температуры, следствием чего является не только увеличение его ресурса, но и снижение акустических шумов на 8 дБ, что в итоге даёт уровень шумов ниже, чем у ближайших конкурентов, и открывает широкие возможности для использования источников SWS1000L в приложениях с соответствующими требованиями (медицинское и лабораторное оборудование, торговые терминалы и т.п.).

Источники имеют стандартные сервисные функции: предоставление дополнительного выходного канала 12 В (0,1 А), формирование сигнала аварийного состояния вентилятора, а также равномерное распределение тока нагрузки при параллельном включении модулей.

Отсутствие вентиляционной перфорации на верхней и боковых поверхностях корпуса позволяет устанавливать модули без зазоров, что минимизирует объём, требуемый для их монтажа. Габаритные размеры модулей составляют $61 \times 150 \times 240$ мм. Внешний вид источника питания SWS1000L показан на рис. 5.

Источники снабжены помехоподавляющими фильтрами, имеют защиты



Рис. 5. Низкопрофильный источник питания AC/DC серии SWS1000L, отвечающий требованиям широкого круга применений, в том числе применения в медицинском электрооборудовании

от перенапряжения, перегрузки по току и перегрева.

Изделия SWS1000L сертифицированы в соответствии с требованиями стандартов безопасности UL/CSA/EN 60950-1, EN 60601-1, UL 60601-1, ГОСТ Р МЭК 60950-2002 и EN 50178, а также соответствуют требованиям военного стандарта MIL-STD-810F по вибрационным и ударным воздействиям. Все модели соответствуют требованиям стандартов EN 55011 и EN 55022 (класс В) к кондуктивным помехам и помехам излучения, а также стандартов EN 61000-4-х по устойчивости к помехам различного происхождения (электростатический разряд, радиочастотное электромагнитное поле, динамические изменения напряжения электропитания, магнитное поле промышленной частоты и др.) и стандарта EN 61000-3-2 к гармоническим составляющим тока.

Гарантия на источники питания SWS1000L поддерживается в течение трёх лет.

FPS1000

Популярная серия FPS1000 источников питания AC/DC дополнена моделью с номинальным значением выходного напряжения 12 В и возможностью его регулирования в диапазоне от 10,5 до 13,2 В. Новая 864-ваттная модель FPS1000-12 дополняет существующий ряд моделей с выходными напряжениями 24, 32 и 48 В. Источники питания FPS1000 предназначены для применения в распределённых системах электропитания для формирования напряжения промежуточной шины, которое преобразуется DC/DC-преобразователями функциональных узлов в требуемые значения напряжения и тока. Схемотехнические решения, ис-

пользуемые в источниках FPS1000, особенности применения этих изделий подробно описаны в [8], поэтому здесь ограничимся общими комментариями.

Источники FPS1000-12 имеют габаритные размеры 41×127×290 мм и могут использоваться в качестве

отдельного модуля питания или устанавливаться в 19" каркас высотой 1U для формирования высоконадёжных систем электропитания с (N+1)-резервированием и «горячим» переключением. Для обеспечения надёжного параллельного соединения модули снабжены блокирующими MOSFET-ключами, включёнными по схеме ИЛИ, которые автоматически отключают отказавший модуль от нагрузки или от других параллельно включённых модулей.

Все модели источников серии FPS1000 формируют полный набор дискретных сигналов мониторинга системы: состояние выходного напряжения (DC OK), аварийное состояние входного напряжения (AC Fail), предупреждение о перегреве. На передней панели установлены светодиодные индикаторы, сигнализирующие о состоянии входного напряжения (AC OK) и состоянии выходного напряжения (DC OK и DC Fail).

Источники питания обладают следующими сервисными функциями: дистанционное включение/выключе-

ние, внешняя обратная связь для компенсации падения напряжения на проводниках (обратная связь для стабилизации напряжения в нагрузке подключается непосредственно к входным питающим контактам прибора-потребителя). В качестве опций доступны интерфейс I²C и розетки для подключения к сети переменного напряжения, установленные на передней панели модуля.

До трёх модулей FPS1000 могут быть установлены в стандартный 19" каркас высотой 1U (тип каркаса – FPS-S1U), который соединяет выходные каналы установленных модулей параллельно; до 8 источников питания могут быть подключены к одной нагрузке. На рис. 6 показан внешний вид каркаса FPS-S1U с установленным модулем FPS1000/P. На передней панели модуля источника питания видна розетка для подключения к сети переменного напряжения, на крышке и дне каркаса заметно отсутствие вентиляционной перфорации. В соседних отсеках каркаса могут быть размещены ещё два аналогичных модуля.

В тех случаях, когда необходимо сконфигурировать систему питания с более чем одним номинальным напряжением или соединить выходные каналы источников FPS1000 последовательно, модули могут быть установлены в каркас FPS-T1U, в котором обеспечивается подача выходного напряжения от каждого модуля к отдельным клеммам.

Монтажные каркасы с модулями могут быть установлены в шкаф без зазоров сверху и снизу, так как подача охлаждающего воздушного потока производится встроенными вентиляторами модулей от передней панели к задней. Этим достигается экономия объёма, требуемого для размещения



Рис. 6. Внешний вид конструкции 19" каркаса FPS-S1U для монтажа модулей питания FPS1000 (отсутствие вентиляционной перфорации на крышке и дне каркаса обеспечивает надёжное функционирование при эксплуатации в промышленных условиях)

оборудования. Скорость вращения двух вентиляторов модуля источника питания регулируется пропорционально нагрузке. Диапазон рабочих температур лежит в пределах от -20 до $+70^{\circ}\text{C}$ с понижением выходной мощности при температурах выше $+50^{\circ}\text{C}$.

Все модели серии FPS1000 предназначены для работы от однофазной сети переменного напряжения 85...265 В (пределы изменения частоты от 47 до 440 Гц, при частотах более 63 Гц снижается значение K_M) и от сети постоянного напряжения 120...360 В. Корректор K_M обеспечивает значение $K_M > 0,98$ при полной нагрузке.

Модули серии FPS1000 могут применяться в системах промышленной автоматики, в составе коммуникационного оборудования, в устройствах обеспечения электропитанием радиочастотных усилителей и т.д.

Источники питания повышенной мощности DPP240 для монтажа на DIN-рейку

Популярная серия DPP источников питания AC/DC для монтажа на DIN-рейку расширена новыми 240-ваттными моделями DPP240. Эти модели продолжают ряд, недавно дополненный источниками питания DPP120 с выходной мощностью 120 Вт, и предназначены для применений в системах промышленной автоматики, испытательном оборудовании.

Несмотря на невысокую стоимость, источники питания DPP240 обладают многими достоинствами. Их КПД имеет впечатляющее значение 90%, производится коррекция K_M . До трёх модулей могут работать параллельно. Нормальный тепловой режим обеспечивается конвекционным отводом выделяющегося тепла, диапазон рабочих температур лежит в пределах от -25 до $+61^{\circ}\text{C}$ с понижением выходной мощности линейно ($2,5\%/^{\circ}\text{C}$) при температурах от $+61$ до $+71^{\circ}\text{C}$. Модули оснащены защитами от перегрузки и перенапряжения.

Предлагаются модули DPP240 с выходными напряжениями 24 и 48 В, предназначенные для работы от однофазной сети переменного напряжения 90...132/186...264 В с автоматическим выбором диапазона и от сети постоянного напряжения 210...370 В. При работе одного модуля нестабильность по току составляет $\pm 1\%$, в режиме параллельной работы нестабильность по току равна $\pm 5\%$. Переменная составля-

ющая выходного напряжения (пульсация) — менее 100 мВ.

Модели с выходным напряжением 24 В снабжены релейным выходом (DC Good), сигнализирующим о состоянии выходного напряжения. Все модели имеют светодиодные индикаторы красного и зелёного свечения для контроля состояния выходного напряжения.

Габаритные размеры модулей DPP240 всего лишь 125×83×126 мм. Модули могут крепиться на DIN-рейки TS35/7.5 и TS35/15. Внешний вид источников питания DPP120 и DPP240 показан на рис. 7.

Подобно другим моделям серии DPP модули DPP240 соответствуют требованиям стандарта безопасности промышленного управляющего оборудования UL 508, а также стандартов электробезопасности EN 60950-1, UL 60950-1, ГОСТ Р МЭК 60950-2002. По уровням помех модули DPP240 относятся к оборудованию класса В, а по требованиям к гармоническим составляющим тока соответствуют стандарту EN 61000-3-2.

Источники питания AC/DC с выходными мощностями 15-40 Вт для монтажа на печатные платы в медицинском электрооборудовании

Рынок медицинского диагностического оборудования демонстрирует устойчивый рост в Европе и США. Компания Lambda предлагает источники питания разной мощности, различного конструктивного исполнения для применений в медицинском электрооборудовании. Особенности проектирования источников питания для медицинского оборудования на примере серии источ-

ников питания NV рассмотрены в [9]. Осенью 2007 года компания Lambda начала поставки герметизированных источников питания серии КМ с выходными мощностями от 15 до 40 Вт в одно-, двух- и трёхканальном исполнении, сертифицированных для применений в медицинском оборудовании и предназначенных для монтажа на печатную плату. Эти компактные и лёгкие источники питания в наивысшей степени отвечают требованиям для применения в составе портативной медицинской аппаратуры: электронных мониторов кровяного давления, устройств для внутривенного вливания и т.п.

Источники питания серии КМ выполнены в корпусах с габаритными размерами 64×45,5×23,4 мм (15-ваттные модели) и 88,9×63,5×26,9 мм (40-ваттные модели). Внешний вид этих источников показан на рис. 8.

Одноканальные модели имеют номиналы выходного напряжения от 3,3 до 24 В при типовом значении КПД до 83%. Двухканальные модели доступны со следующими наборами номиналов выходного напряжения: ± 5 , ± 12 , ± 15 В, а также 5/12 и 5/24 В. Типовое значение КПД для двухканальных моделей тоже доходит до 83%. В трёхканальных моделях используются два возможных набора номиналов выходного напряжения: 5/±12 и 5/±15 В. Эти модели характеризуются значением КПД 80%. Все модели способны работать от сети переменного напряжения 90...264 В (пределы изменения частоты сети от 47 до 440 Гц) и от сети постоянного напряжения 100...375 В.

Модули рассчитаны для работы при конвекционном охлаждении в диапазоне температур от -25 до $+70^{\circ}\text{C}$ с ли-



Рис. 7. Модули питания DPP120 и DPP240, предназначенные для монтажа на DIN-рейку

нейным понижением выходной мощности до 50% в диапазоне температур от +50 до +70°C. Они оснащены защитами от перегрузки по току, от перенапряжения, а также от перегрева. Так как по защите от поражения электрическим током источники питания серии КМ относятся к оборудованию класса II, подключение к защитному заземлению не требуется.

Источники питания серии КМ имеют прочность изоляции между входом и выходом 4000 В (действующее значение) и отвечают требованиям стандарта EN 60601-1-2 по устойчивости к воздействию внешних помех различного происхождения. По уровню генерируемых помех эти источники питания соответствуют классу В (модели 15 Вт) и классу А (модели 40 Вт) согласно стандартам по электромагнитной совместимости. Ток утечки на землю при входном напряжении 230 В составляет менее 200 мкА. Источники соответствуют также требованиям стандарта безопасности IEC 60601-1.

В зависимости от модели значение MTBF простирается от 200 000 до 400 000 часов. Все модели поддерживаются двухлетней гарантией.

ОПЕРАТИВНЫЙ ON-LINE-СЕРВИС ПО КОНФИГУРИРОВАНИЮ ТРЕБУЕМОЙ МОДЕЛИ

В номенклатуре источников питания, предлагаемых компанией TDK-Lambda, имеется несколько серий конфигурируемых источников питания (ALPHA, VEGA, NV), которые могут быть сконфигурированы в соответствии с конкретными требованиями заказчиков к виду входного напряжения, способам подключения к сети и нагрузке, типу охлаждения, набору выходных модулей и способам сигнализации о состоянии различных подсистем источника питания. Возможно конфигурирование более чем 90 000 000 различных моделей источников питания. Естественно, что такое многообразие может создать определённые трудности при ручном конфигурировании требуемой модели по каталогу. Для обеспечения простого доступа к обширному множеству конфигураций компания Lambda создала on-line-конфигуратор на веб-сайте компании, предоставляющий возможность оперативного конфигурирования источника питания в соответствии с конкретными требованиями.

Первой была создана сервисная программа для источников питания серии VEGA (<http://vega.lambda-europe.com>). С развитием серии источников питания NV (NV175, NV300, NV350 и NV700) на базе технических решений, которые рассмотрены в [9], специалистами компании Lambda создан on-line-конфигуратор для всего ряда изделий серии NV (<http://config.nv-power.com>). Также была написана новая программа для серии VEGA, которая способна поддерживать все новые конфигурируемые источники. Сервисная программа конфигурирования поддерживает работу с любым браузером, включая Firefox и Microsoft Internet Explorer, и даже обеспечивает передачу данных со скоростью, необходимой для нормальной работы при подключении к «медленному» Интернету.

При вводе информации программа выбирает оптимальную конфигурацию, устанавливает связь с производством компании и ERP-системой для подсчёта затрат на материалы, на программу испытаний для окончательной аттестации и конфигурации, на создание инструкций и присваивает уникальный код заказа, который передаётся заказчику. Тут есть два основных



Рис. 8. Внешний вид 15-ваттных трёхканальных моделей источников питания AC/DC серии КМ, предназначенных для монтажа в отверстия печатной платы

преимущества: во-первых, заказчик получает законченный короткий номер заказа с проверкой ошибок в знаках для устранения любых возможных ошибок при обработке заказа (код заказа для изделия, сконфигурированный по традиционной технологии, может содержать 20 и более знаков в зависимости от его сложности); во-вторых, после того как ERP-система создала и запомнила информацию, производство и отгрузка изделия возможны в течение 24 часов с момента размещения заказа вне зависимости от того, размещается ли заказ в срочном порядке или его размещение запланировано на период 6-12 месяцев со времени приёма информации о требуемой модели.

После выбора изделия сервисная программа показывает изображение выбранного источника питания, для того чтобы заказчик мог сразу убедиться, что это тот тип изделия, который он ожидает получить. Кроме того, в целях упрощения эксплуатации уже готового источника предоставляются ссылки к рекомендациям по его применению и к справочному листку на изделие. Когда заказчик удостоверится, что это тот источник питания, который ему требуется, он может позвонить в торговое представительство и разместить заказ. До этого места гарантируется отсутствие человеческого участия, и в настоящее время рассматривается вопрос о полной автоматизации процесса в будущем.

Так как в описанной процедуре отсутствует человеческое вмешательство, основным её преимуществом является

то, что заказчику предлагается наилучшее решение в соответствии с его требованиями по наименьшей цене. Конфигуратор «знает» стоимость каждого компонента, и поэтому варианты, которые он предлагает заказчику, будут наиболее рентабельными, например, возможно предложение двухканальной модели взамен двух одноканальных.

Большая часть конфигурационных средств других компаний принадлежит к классу простых «селекторов» продукции, подбирающих наиболее подходящее из изделий в соответствии с требованиями заказчика. В отличие от них on-line-конфигуратор формирует изделие, которое полностью соответствует заложенным данным. Например, программы-«селекторы» могут предложить изделие с номиналом 12 В, в то время как заказчику требуется устройство с выходным напряжением 12,5 В. Конфигурационная сервисная программа компании Lambda формирует работоспособное решение в точном соответствии с введёнными данными, и если заказчик указывает на требуемый выходной ток 10 А, конфигуратор не предложит устройство с нагрузочной способностью 9 А. Важно и то, что on-line-сервис компании Lambda доступен в режиме «24/7» и поддерживает заказчиков в любой точке земного шара.

Несколько слов о том, как тестировался on-line-конфигуратор. В основном программные средства конфигулятора тестировались внутри компании. Он запускался параллельно с ручным конфигурированием, результаты проверялись и сравнивались. В каждом случае была получена правильная конфигурация; более того, всегда автоматически сконфигурированный источник питания был лучше изделия, сконфигурированного вручную. Сопровождающие применение on-line-конфигуратора экономия времени, выдача кода изделия и автоматическая передача информации в ERP-систему обеспечивают заказчику большие преимущества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следуя общей тенденции развития современных источников электропитания в наращивании удельной мощности, надёжности, компания TDK-Lambda разрабатывает новые серии источников питания для применений в различных областях: промышленности, медицине, светотехнике, связи, транспорте.

В новых моделях источников питания применяются новые современные ком-

поненты, новые принципы преобразования энергии, новые методы управления узлом преобразования, что позволяет создавать компактные устройства, гибкие системы, экономить ресурсы: медь, алюминий, другие материалы.

Нормой для источников питания становится концепция обеспечения связи между узлами сети через последовательные коммуникационные сети, что позволяет легко интегрировать источники питания в современные измерительные системы.

Целью компании на современном этапе является укрепление лидирующего положения бренда TDK-Lambda на рынке источников электропитания для применений в промышленности. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Грант Дренкоу. Некоторые факты о скорости, пропускной способности и задержках в приборах стандарта LXI // Компоненты и технологии. 2007. № 1.
2. Грант Дренкоу. Как создать измерительную систему стандарта LXI // Компоненты и технологии. 2007. № 2.
3. Шерри Де Томази. Преимущества использования приборов LXI для сбора данных // Chip News. 2007. № 1.
4. Жданкин В.К. Программируемые низкопрофильные источники электропитания Nemic-Lambda: сочетание мощи и интеллекта // Современные технологии автоматизации. 2005. № 3.
5. Обзор новых источников питания компании Lambda (по материалам семинара компании Lambda в Санкт-Петербурге) // Электрическое питание. 2006. № 4.
6. Жданкин В.К. Новые изделия компании TDK-Lambda на выставке «Силовая Электроника» // Электрическое питание. 2007. № 4.
7. Владимиров Е., Ланцов В., Лебедева О. Высоковольтный импульсный источник питания большой мощности с управлением от микропроцессора (часть 2) // Современная электроника. 2008. № 1.
8. Жданкин В.К. Высокая удельная мощность и компактность — это источники электропитания нового поколения Nemic-Lambda // Электрическое питание. 2005. № 4.
9. Жданкин В.К. Некоторые особенности проектирования источников питания для медицинского электрооборудования // Силовая электроника. 2007. № 2.

**Автор — сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**