

Универсальный инструмент от TDK-Lambda для серьезных задач электропитания

Евгений РАБИНОВИЧ
Evgeny.R@tdk-lambda.ru
Николай ЛИШМАНОВ
Nikolay.L@tdk-lambda.ru

Программируемые источники питания TDK-Lambda нашли в СНГ ряд самых неожиданных и удивительных применений. Собственно, в момент разработки сами специалисты компании не подозревали о том, насколько разными окажутся области, где будут безотказно трудиться изделия серий ZUP, Genesys и Z+. В статье мы постараемся найти этому разумные объяснения и показать взаимосвязь между функционалом аппаратуры и широкими возможностями, которые получают разработчики благодаря и своей изобретательности, и потенциалу, имеющемуся у данных приборов.

Компания TDK-Lambda с начала своей истории в 1948 году и до наших дней создает и производит промышленные источники питания, фильтры ЭМС и преобразователи напряжения, делая ставку на реальную надежность и живучесть блоков. Эпоха разработки современных программируемых AC/DC-преобразователей началась значительно позже, однако взгляд на фундаментальные принципы построения приборов остался прежним. В 2001-м была выведена на рынок серия управляемых источников питания линейки ZUP. Затем, в 2002 году, на их основе появились первые модули более мощной серии Genesys. С того момента по сей день линейка развивалась и совершенствовалась, пополняясь моделями с более высокими показателями удельной мощности. А в 2011 году

компания анонсировала новое семейство усовершенствованных источников Z+.

Все они (рис. 1) представляют собой импульсные AC/DC-преобразователи мощностью от 200 Вт до 15 кВт, которые имеют следующие общие функции:

- Возможность с высокой точностью устанавливать и стабилизировать выходной параметр от нуля до номинального значения.
- Два режима работы: режим стабилизации напряжения (CV) и режим стабилизации тока (CC), в которые источник переходит автоматически, в зависимости от установленных настроек и значений тока нагрузки.
- Наличие полного набора настраиваемых защит, эффективно предотвращающих повреждение блока или оборудования.

- Возможность управления через переднюю панель, через встроенный последовательный интерфейс RS-232/RS-485, а также порт аналогового программирования/мониторинга. Последовательный порт позволяет осуществить соединение Multidrop и работать с 31 источником с одного компьютера.
- Выходные напряжение и ток постоянно отображаются на передней панели, а светодиодные индикаторы дают исчерпывающую информацию о рабочем состоянии источника питания.
- Возможность установки опциональных интерфейсов: GPIB, LAN (только для Genesys и Z+), а также интерфейса для изолированного аналогового программирования/мониторинга.
- Использование 16-битных цифровых инкодеров, что позволяет достичь высокой точности программирования/обратного считывания, а также резолуции уставок.
- Возможность параллельной работы в режиме «ведущий/ведомый» с активным перераспределением тока и увеличения выходной мощности в четыре и более раз.
- Автоматическая регулировка скорости охлаждающего вентилятора для снижения шума и повышения срока работы вентилятора.
- Отсутствие вентиляционных отверстий на верхней и нижней поверхностях источника питания, что позволяет выполнять монтаж «корпус-к-корпусу» без необходимости обеспечения зазоров.
- Возможность блокировки передней панели, а также запоминание последних параметров настройки, устанавливающих прибор в прежний режим при дальнейших включениях.



Рис. 1. Программируемые источники питания компании TDK-Lambda

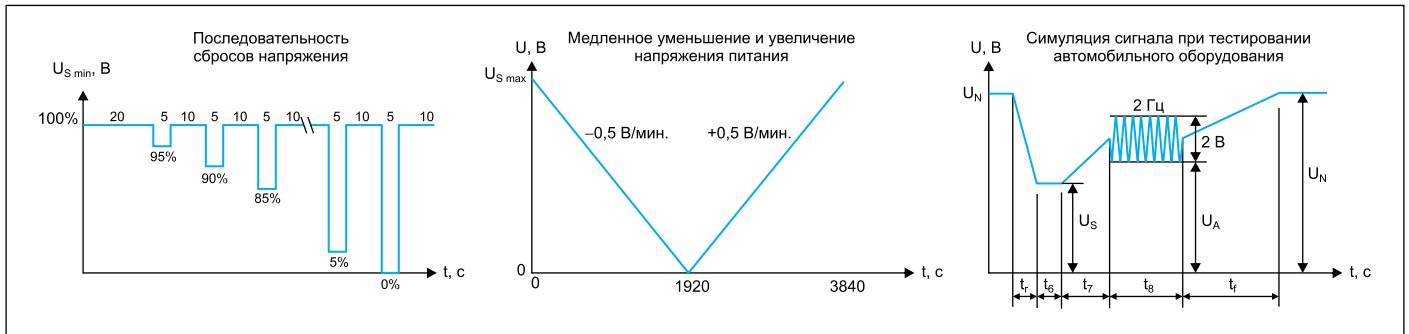


Рис. 3. Примеры реализации используемых в промышленности функций с помощью Z+

- Возможность компенсации падения напряжения на нагрузке благодаря имеющимся выводам удаленной обратной связи (Remote Sense).

Кроме этого, имеется ряд дополнительных функций, например в семействе GENESYS мощностью 750 и 1500 Вт появилась плата PowerSink. Она, как видно на рис. 2, позволяет обеспечивать намного более остро падающие формы напряжений и работать с активными нагрузками, такими как двигатели постоянного тока, которые возвращают часть энергии в режиме торможения.

Линейка Z+ наделена возможностью управления через встроенный USB-интерфейс, воспроизведения и хранения в памяти произвольных форм тока и напряжения (рис. 3), а также целым рядом других дополнительных функций, с которыми можно ознакомиться на сайте www.tdk-lambda.ru в разделе «Программируемые источники питания».

Наличие такого функционала позволяет довольно гибко интегрировать эту серию в самые разнообразные системы.

Справедливости ради нужно заметить, что управляемые источники TDK-Lambda проектировала не компания, специализирующаяся на выпуске лабораторного оборудования и решившая разработать источник питания. Их создавал коллектив, занятый конструированием систем питания высокой надежности, таких как станки, которые останавливаются один раз в год, системы корабельной связи, которые выходят из строя через четверть века, медицинское оборудование и т. д. Поэтому, несмотря на аккумуляторный внешний вид, дружественный интерфейс и наличие метрологического сертификата, программируемый источник TDK-Lambda следует расценивать не только как метрологическое лабораторное оборудование, но и как компонент, обладающий надежностью и даже чисто механической прочностью.

Еще один немаловажный аспект, дополняющий общую картину, — специфика рынка промышленной электроники СНГ. Если какое-то устройство, например серверная система сбора данных или автоматическая разливочная линия, востребовано на рынке, высока вероятность того, что уже найдено импортное оптимальное аппаратное решение, которое хорошо себя зарекомендовало

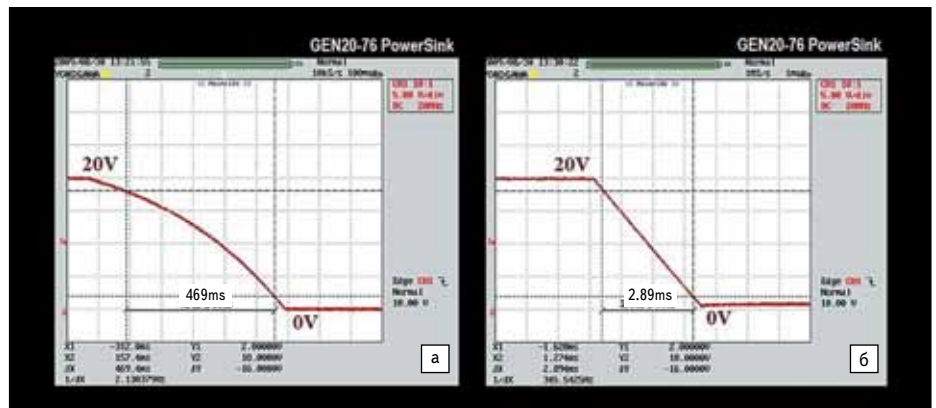


Рис. 2. Кривая снижения напряжения: а) без модуля PowerSink; б) с работающим модулем PowerSink

на практике, и на его основе уже налажен экономически сбалансированный массовый выпуск и реализация. Предложение отечественных компаний сталкивается с жесткой конкуренцией и редко ее выдерживает. Исключением становятся либо наукоемкие системы на основе собственных ноу-хау, либо удачное стечение производственных, управленческих и конъюнктурных возможностей.

То есть подавляющее число работающих на нашем рынке отечественных компаний успешно именно в уникальных применениях. И вот в таких проектах (и не только) программируемые источники питания нашли ряд самых необычных применений. Это способствовало и тому, что компании не только заняли лидирующие позиции в метрологическом обеспечении и лабораторных комплексах, но и расширили область применимости источников далеко за пределы того, каким привыкли видеть лабораторный источник питания. Это и автоматические системы контроля (такие как испытание конденсаторов, батарей, автомобильных силовых приводов), и измерительные комплексы, и системы управления электроприводами постоянного тока, и промышленные процессы металлонапыления, и системы катодной защиты, и медицинское оборудование, и системы связи и радиопередачи, которые должны отличаться надежностью, гибкостью и управляемостью.

Впрочем, пора уйти от обобщений и привести несколько конкретных примеров применений. Однако в целях соблюдения корпоративной этики мы не называем компаний или их партнеров, а также точное местоположение и названия проектов.

Так, один из ведущих промышленных концернов занимается выпуском автомобильных приводов системы кондиционирования, стеклоподъема, а также системы регулирования положения сиденья (рис. 4). В процессе тестирования здесь возникла проблема с ШИМ-управляемыми двигателями, которые при переходе в режим торможения превращаются в источник энергии. При этом состояние питающего модуля предсказать трудно. Возможно и срабатывание защит, и перегорание элементов выходных цепей источника питания вследствие возник-

новения энергии. При этом состояние питающего модуля предсказать трудно. Возможно и срабатывание защит, и перегорание элементов выходных цепей источника питания вследствие возник-



Рис. 4. Стенд комплексного тестирования электроприводов автомобильного кресла

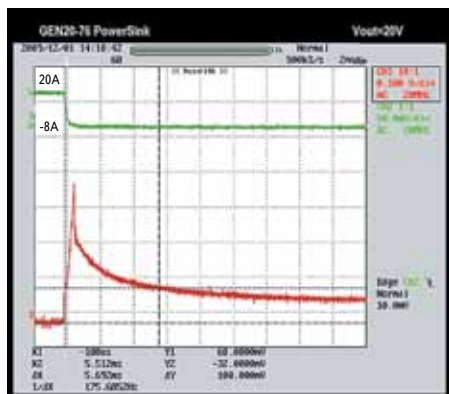


Рис. 5. Напряжение при смене направления тока моделей GEN20-76-Psink:
вверху — осциллограмма тока;
внизу — осциллограмма напряжения

кающих при рекуперации перенапряжений достаточной длительности, чья амплитуда может лежать в диапазоне от 4 до 20 В.

Для решения ситуации были применены модели GEN20-76-Psink, GEN30-25-Psink а также GEN30-50-Psink. Выбор изделия зависит от номинального напряжения питания драйвера электродвигателя и от количества испытываемых образцов. Поскольку процесс торможения занимает не более 5–7% времени работы каждого привода, модуль PowerSink успевает рассеять обратную мощность и восстановиться для следующих циклов (как и любой электротепловой преобразователь циклического действия, встроенная электронная нагрузка PSINK может рассеять тем больше мощности, чем меньше цикл ее работы и больше перерывы между такими циклами). Нестабильность напряжения (красная кривая на рис. 5), возникающая в результате смены направления тока (зеленая кривая на рис. 5), при максимальном установленном выходном напряжении модели GEN20-76-PSink составляет не более 350 мВ. Это делает модели типа GENESYS-PowerSink оптимальным решением для данного применения.

В области ядерной физики основной платформой исследований являются линейные и циклические ускорители различных типов. Для питания корректирующих постоянных магнитов канала транспортировки частиц линейных ускорителей (пример на рис. 6), а также поворотных магнитов при изменяющейся траектории частиц необходимы источники постоянного тока. Так как заряд частицы очень мал, а скорости соизмеримы со скоростью света, для воздействия на ее траекторию необходимо создание мощных магнитных полей, заданных и поддерживаемых с высокой точностью. Для этого применяются источники питания с большим выходным током. В одном из российских линейных ускорителей с энергией частиц от 50 до 600 МэВ используются самые мощные модели из серии GENESYS мощностью 10 и 15 кВт:



Рис. 6. Пример 4-полюсного электромагнита, применяемого в транспортном канале линейного ускорителя

GEN60-250, GEN30-333, GEN80-187. В данном случае используется возможность работы прибора в режиме стабилизации тока с высокой точностью. Управление выходными параметрами осуществляется через порт связи RS-232.

А в швейцарском проекте CERN применяются модели GEN300-17 для решения аналогичных задач.

Для антикоррозийной защиты оборудования из углеродистых, низко- и высоколегированных и высокохромистых сталей, меди и медноникелевых сплавов, алюминия и т. д. используется так называемая катодная защита. Она имеет и другие названия: «защита

внешним током», «защита наложенным током» или иногда «химическая защита».

В очень кратком изложении ее суть в следующем: для прекращения коррозии конструкции, например стального трубопровода, ее необходимо поляризовать до равновесного потенциала железа в почве (почва в данной системе играет роль электролита). При втекании тока в защищаемый объект его потенциальный уровень повышается. Практика защиты подземных объектов показала, что для защиты трубопроводов создаваемые на трубе потенциалы, измеренные по медносulfатному электроду (МЭС), должны быть в пределах от $-0,85$ до $-1,2$ В.

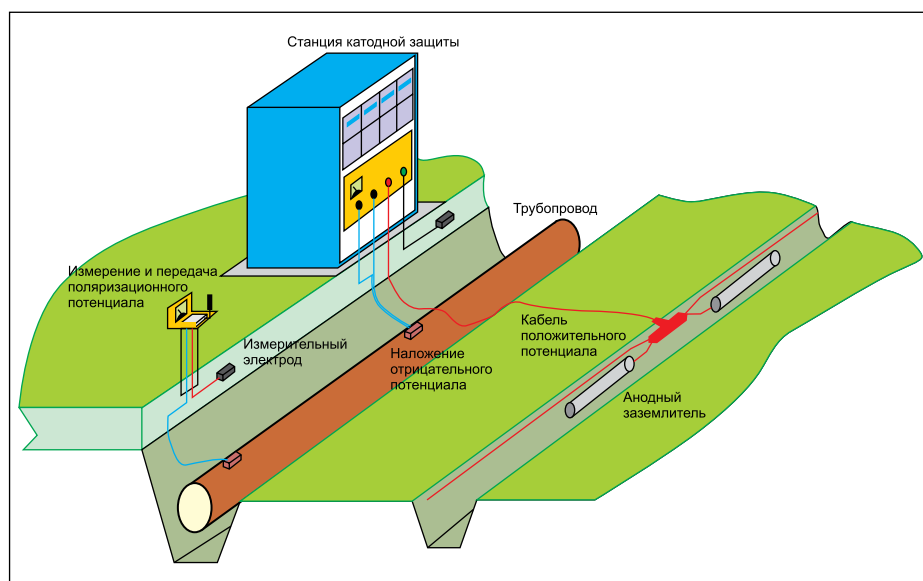


Рис. 7. Организация станции катодной защиты

Для большей эффективности катодной защиты трубопроводов необходимо каким-то образом определять характер и скорость электрохимических процессов. Для этого применяются электроды сравнения. С их помощью измеряется скачок потенциала на границе «защищаемый объект — электролит». Поляризационный потенциал измеряется и передается на станцию катодной защиты или просто измеряется на специально оборудованном контрольно-измерительном пункте (в более традиционном случае). Пример устройства станции катодной защиты показан на рис. 7. Протекторный анод (анодный заземлитель) может быть изготовлен из стали, чугуна, графита или графитопластов, ферросилицида, платинированного титана или железокремниевых сплавов (иногда с добавлением хрома).

Программируемые источники TDK-Lambda успешно используются в системах автоматической катодной защиты. На рис. 8а представлен российский проект с использованием моделей GEN60-25. Здесь, в частности, была реализована возможность наращивания мощности системы до 3,3 кВт посредством установки моделей большей мощности, диспетчеризация и диагностика по GSM-модему, встроенный подогреватель-климатизатор и вандалозащищенный всепогодный корпус. Это позволило использовать данные шкафы защиты даже на удаленных малообслуживаемых объектах, а также распределенно по длине газо- и нефтепроводов, значительно увеличивая их межремонтные интервалы. На рис. 8б показан международный проект, где в качестве модулей питания используется серия ZUP.



Рис. 8. Система автоматической катодной защиты: а) российский проект; б) международный проект

В области радиостроения широко и незаменимо использование вакуумных приборов, которые являются усилителями СВЧ-излучения. Один из применяемых типов устройств — лампа бегущей волны (сокращенно ЛБВ). ЛБВ применяются в аэрокосмической отрасли для обеспечения дальней радиосвязи и в оборонной области в приемопередающих системах связи и обнаружения. Устройство таких приборов довольно сложно и не является предметом данной статьи, но как они выглядят, видно на рис. 9.

В нескольких проектах для создания фокусирующего магнитного поля потока электронов ламп высокой и сверхвысокой мощности

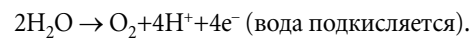


Рис. 9. Внешний вид лампы бегущей волны

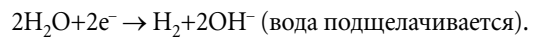
используются источники GEN200-75. Здесь опять-таки задействована функция стабилизации тока и параллельной работы, поскольку для создания магнитного поля величиной несколько Тл необходимы токи выше 100 А.

Программируемые источники серии GENESYS не обошли стороной и системы обработки воды. В частности, модель GENH40-19 используется в электростабилизационной системе подготовки воды. Эти системы также носят название БАУ (безреагентная антинакипная установка), а ее зарубежная аббревиатура — EST (Electrochemical Scale Treatment). Данная технология предназначена для предотвращения образования накипи и используется для подготовки воды перед подачей в теплообменные аппараты нагрева различного назначения, а также в охлаждающие рубашки технологического оборудования. Последние усовершенствования позволили использовать такой процесс не только для избавления от «каменного» налета, но и для дезинфекции водопроводной воды, уменьшения коррозионных процессов и процессов обрастания водорослями и другими микроорганизмами.

По сути, такая система состоит из источника питания, управляемого микропроцессорной системой, и реактора, в котором протекают окислительно-восстановительные электрохимические реакции. При протекании тока от катода к аноду образуются множество центров кристаллизации, что приводит к выпадению солей жесткости в объеме реактора, а не на теплообменных поверхностях. На аноде производится кислород:



На катоде образуется водород OH^- :



Одновременно за счет специальных анодных покрытий происходит несколько других реакций. Их продуктом являются соединения, обладающие высокой антимикробной активностью, таким образом дезинфицирующие воду. Возникающая среда препятствует образованию ионов железа, что уменьшает процессы коррозии.

Модули Genesys работают в режиме стабилизации тока с управлением по изолированному аналоговому интерфейсу. На вход интерфейса поступает сигнал с PLC, который в свою очередь может дистанционно управляться радиокомандами через сотовую связь. А небольшая ширина корпуса модификации GENH позволила удобно вписать силовой блок в конструктив стандартного электрощита и снизить габариты конечного изделия (рис. 10).

Очень необычное применение для источников серии ZUP предложил один из ювелирных заводов. Совершенно очевидно, что брак



Рис. 10. Система электростабилизационной подготовки воды с использованием источников GENH40-19

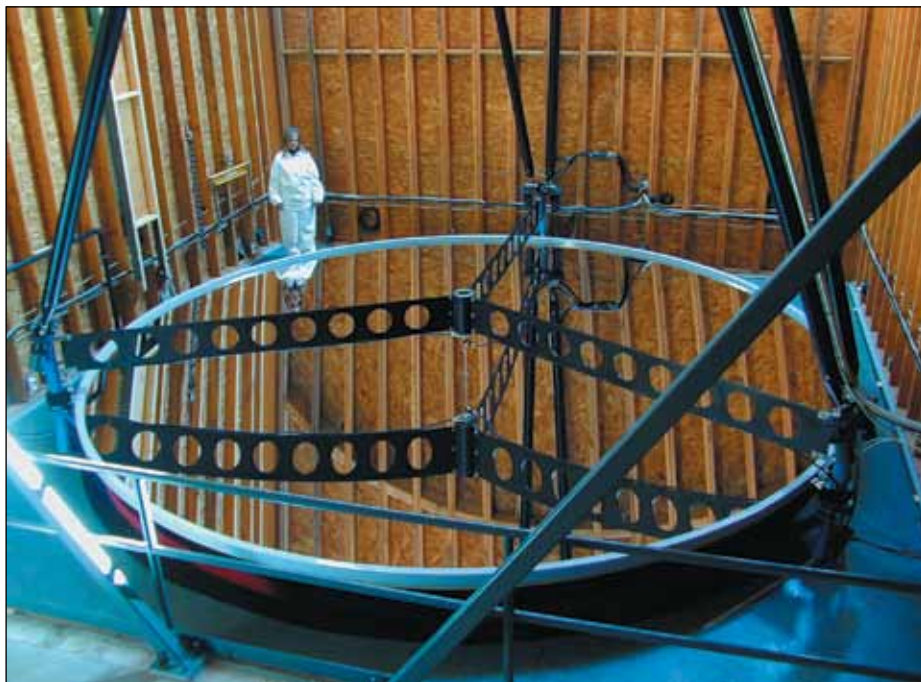


Рис. 11. Зеркало телескопа с нанесенным отражающим покрытием

при ювелирном производстве — это прямые убытки для производителя. Источники ZUP6-66 было предложено использовать в качестве блоков для точечной сварки на постах сборки ювелирных украшений. Процесс точечной сварки при сохранении идеального внешнего вида деталей требует точной настройки и поддержания номинального тока в каждом конкретном случае. При слишком малом токе соединение не будет прочным, при избыточном — возникнет излишняя деформация как в точке соединения, так и на поверхности деталей.

Идея в том, что высококвалифицированный мастер сначала отстраивает ток для сварки деталей украшения, изготавливаемого в начале смены, затем загружает со своего

ПК профиль данной настройки на рабочие места (до 31 рабочего места с одного порта) по интерфейсу RS-485 и блокирует работу с передними панелями. Затем менее квалифицированный персонал начинает серийное производство из заготовок на сегодня, уже не имея возможности выставить неверный ток и, таким образом, испортить дорогостоящие заготовки.

Еще одно применение, связанное с высокоточными тепловыми процессами, над которым специалисты TDK-Lambda сегодня работают со своими партнерами, — высокоточное нанесение отражающего покрытия (рис. 11). Для телескопов небольшого размера технология достаточно простая: стекло помещается будущей отражающей поверхно-

стью вниз, под ним размещаются алюминиевые спирали. К ним подключается источник питания, раскаленные спирали испаряются и конденсируются на поверхности стекла. Однако когда стекло имеет несколько метров в диаметре и несколько десятков тонн веса — его перевернуть становится небезопасным мероприятием. Тогда оно помещается в камеру нанесения под спиралями. Проблема в том, что в таком положении облако испарения значительно менее равномерное, к тому же возможно перегорание одной или нескольких спиралей с попаданием капли на стекло. Если такое происходит — зеркало снимается с нанесения и возвращается на многомесячную полировку, поскольку толщина составляет лишь несколько микрон, а к его равномерности предъявляются очень высокие требования.

Для того чтобы избежать негативного сценария, вместо существующей устаревшей системы питания предполагается заменить трансформаторы пятью программируемыми источниками GEN-60-250 под управлением одного компьютера, что позволит не только задавать ток, проходящий через спирали, но и считывать значение напряжения на них. На основе этих данных компьютер в реальном времени сможет вычислять динамику испарения, состояние каждой отдельной спирали и, таким образом, создавать оптимальное облако паров алюминия на основе математической модели нанесения покрытия.

Задача данной статьи — донести до любознательного читателя интересные примеры живых, реально существующих проектов, а также дать понять специалистам-электронщикам и схемотехникам из самых разных областей промышленности, что в их распоряжении есть уникальный не только по своей универсальности, но и по сочетанию технико-экономических характеристик инструмент — программируемый источник TDK-Lambda.