

Ключевые особенности программируемых источников питания GENESYS+

Василий Лисин (lisin@prosoft.ru)

Серия программируемых источников питания GENESYS+ от TDK-Lambda впервые была представлена на рынке несколько лет назад. Первыми появились блоки питания с выходной мощностью 5 кВт, затем модельный ряд расширялся, и уже сейчас доступны модели на 1,5; 1,7; 2,7; 3,4 и 5 кВт. Все приборы имеют непревзойдённую для данного типа изделий удельную мощность – ведь высота источников питания GENESYS+ всего 1U, ширина – 19" (483 мм), а модели на 1,5 кВт и того компактнее – имеют ширину в половину 19" стойки.

В предыдущей статье [1] были представлены основные характеристики источников питания (ИП) серии GENESYS+ (G+), их конструктив, особенности применения, а также элементы управления и индикации. В этой статье будут подробно рассмотрены функциональные особенности данных приборов, чем они отличаются от своих серий-предшественников (GEN, ZUP, Z+).

РАЗМЕР ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ

Первое, на что следует обратить внимание, – это размер и вес источников питания новой серии. По сравнению с предыдущей серией все источники питания G+, вне зависимости от выходной мощности, имеют высоту 1U (44 мм) – это в два раза меньше, чем у предшественников (2U, 88 мм). И вес

сократился с 14 кг до менее чем 7,5 кг для 5-киловаттных моделей [2]. Снизить массогабаритные характеристики приборов удалось и за счёт переработанной схмотехники – увеличился КПД с 88 до 91%, уменьшилось количество выделяемого тепла на 27% (раньше для 5-киловаттных моделей этот показатель потерь составлял 682 Вт, а сейчас – 495 Вт)! За счёт уменьшения выделяемого тепла инженеры TDK-Lambda смогли применить в изделиях более компактные радиаторы, компоненты и вентиляторы с меньшими размерами. Источники питания серии G+ имеют внутри модульную конструкцию – всё это, вкуче с миниатюризацией компонентов, позволило добиться компактного конструктива и выигрыша по удельной мощности [3]. На рисунке 1

представлен источник питания TDK-Lambda серии G+ на 5 кВт.

НАРАЩИВАНИЕ МОЩНОСТИ, ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ

С появлением программируемых источников питания GENESYS+ работа в параллельном режиме стала проще и быстрее по сравнению с блоками первого поколения.

Ранее, чтобы собрать массив из нескольких блоков GEN для параллельной работы, требовалось дополнительное подключение к разъёму на задней панели и выставление нужных настроек с помощью DIP-переключателя. Ток нагрузки должен был быть запрограммирован на ведущем блоке – «Мастере» («Master») – путём деления требуемого тока на число параллельных блоков. Защита от перенапряжения (OVP) ведомых («Slave») блоков должна была быть установлена выше, чем у ведущего, чтобы избежать ложного срабатывания. Затем кнопки на передней панели использовались для программирования количества параллельно подключённых устройств и определения, какой источник питания будет главным, а какой – ведомым.

Теперь же, благодаря запатентованной специальной шине межмодульной коммуникации в источниках питания G+, для включения в параллель этих модулей достаточно просто подключить к задней панели экранированный кабель длиной 110 мм (поставляется с каждым устройством). «Мастер» автоматически определяет наличие ведомых модулей и их количество, необходимые настройки устанавливаются автоматически. При этом «Мастер» показывает суммарные значения напряжения или тока для всей системы. В случае неполадки одного из блоков выдаётся сигнал ошибки, и при перезагрузке система перенастраивается, что обеспечивает защиту и работоспособность остальных звеньев [1].

Принцип включения в параллель источников питания G+ изображён на рисунке 2. С помощью данной схемы возможно собирать и подключать силовые сборки до 20 кВт и выше. Причём сборки на 10 и 15 кВт могут поставляться уже как готовые источники питания TDK-Lambda серии GSP высотой 2U



Рис. 1. Внешний вид источника питания серии G+ на 5 кВт

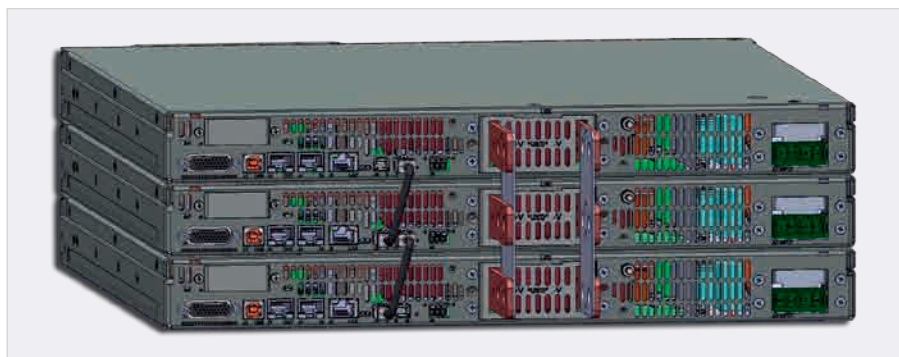
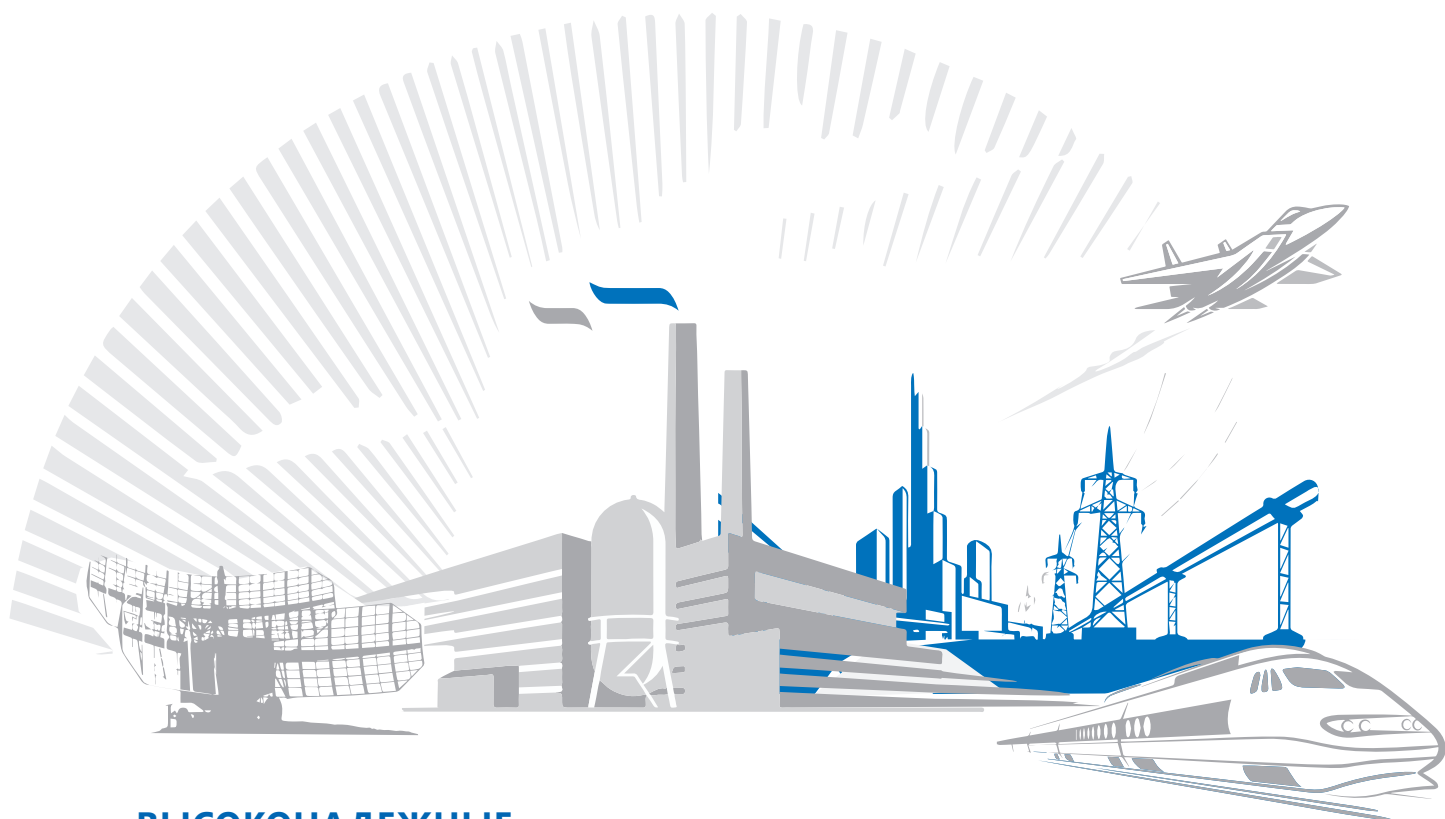


Рис. 2. Модель параллельного включения источников питания G+



ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



Серия HWS, HWS-A

- AC/DC-источники питания мощностью от 15 до 1560 Вт
- Ограниченная пожизненная гарантия
- Диапазон рабочих температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$, конформное покрытие платы (модификация HD)
- Широкий диапазон выходных напряжений: от 3,3 до 60 В
- Работа в режиме пиковой мощности 300% в течение 5 с (модификация P)



Серия PFE, PFH

- AC/DC-преобразователи на плату от 300 до 1008 Вт
- Вход: 85–265 В AC, регулируемый выход: 12, 24, 48, 51 В DC
- Защиты от перенапряжений, перегрузки, перегрева
- Диапазон рабочих температур подложки $-40...+100^{\circ}\text{C}$
- Цифровое управление, обратная связь, поддержка PMBus™



Серия CN-A

- DC/DC-преобразователи на плату от 30 до 200 Вт
- Повышенная устойчивость к вибрациям, рекомендован для железнодорожного транспорта
- Диапазон рабочих температур $-40...+100^{\circ}\text{C}$ на подложке без снижения мощности
- Вход: 60–160 В DC или 14,4–36 В DC, выход: 5–24 В DC
- 5 лет гарантии



Серия HQA/GQA

- DC/DC-преобразователи на плату мощностью 85 и 120 Вт
- Ударные перегрузки до 50g
- Диапазон рабочих температур $-55 (-40)...+115^{\circ}\text{C}$
- Широкий диапазон входных напряжений: 9–40 В и 18–40 В DC
- Выходные напряжения: 5, 12, 15, 24, 28, 48 В DC
- КПД до 91,5%



и 3U соответственно от завода-изготовителя, с полным выходным контролем и финальным тестированием, по привлекательной цене (см. рис. 3).

НОВЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ

По умолчанию программируемые источники питания G+ оснащены 16-сегментным жидкокристаллическим дисплеем с высокой контрастностью и широким углом считывания показаний, двумя энкодерами и кнопками на передней панели (см. рис. 4). Это позволяет пользователю визуально контролировать состояние устройства, вручную настраивать выходные параметры и получать доступ к меню программирования. В некоторых приложениях управление или мониторинг на передней панели не требуется. Например, когда источник питания находится в труднодоступном месте, или все функции программирования и управления выполняются с использованием интерфейсов, или модули включены в параллельный каскад «ведущий-ведомый». Для этих ситуаций источники питания серии G+ могут быть заказаны с дополнительной пустой передней панелью. При наличии этой опции весь функционал стандартной модели G+ сохраняется.

Поскольку дисплейный микроконтроллер G+ используется и для контроля температуры окружающей среды, на его месте установлена упрощённая плата мониторинга температуры. Как и в обычных моделях, это позволяет контролировать скорость вращения вентилятора для снижения акустического шума, увеличения его срока службы и считывания температуры окружающей среды через интерфейсы связи [4].

Иногда применение программируемых ИП подразумевает использование их в средах с повышенными концентрациями пыли и токопроводящих частиц. Для этих задач для серии G+ можно заказать сменный навесной фильтр на переднюю панель. Это позволит защитить вентиляторы от загрязнения, а платы – от пробоев. Данный фильтр можно устанавливать на уже имеющиеся блоки, их можно чистить и при необходимости менять.

ИЗОЛИРОВАННОЕ АНАЛОГОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВО

Изоляция аналоговых линий управления на программируемых источниках питания позволяет избежать проблем с синфазными шумами, повысить точность и упростить любые потенциаль-



Рис. 3. Источник питания серии GSP на 15 кВт

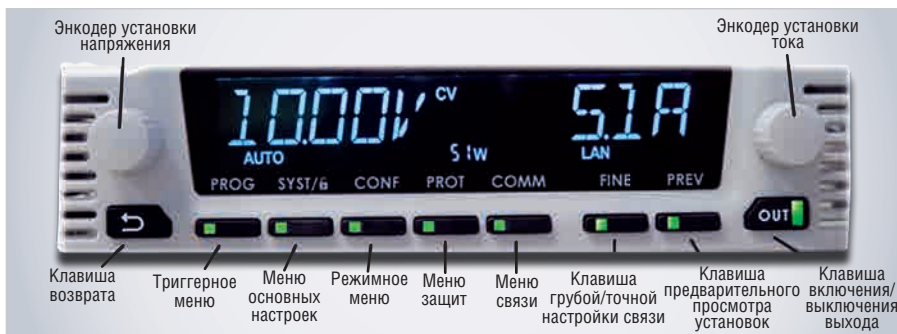


Рис. 4. Внешний вид дисплея на передней панели источника питания G+

ные контуры заземления. Испытательный комплекс или система тестирования, куда входит источник питания, может отлично работать в лабораторных условиях, но при размещении такой системы в цехе промышленного объекта могут возникнуть проблемы с шумом. Одним из широко распространённых решений является использование сигнальных и управляющих линий, которые изолированы от выхода источника питания. Это также полезно, когда несколько источников питания соединены последовательно, поскольку схемы программирования и контроля не должны быть отделены и гальванически развязаны с отдельными выходами источника питания. Серия программируемых источников питания G+ имеет изолированный аналоговый интерфейс программирования и мониторинга в базовой комплектации, а не опционально, как было в прошлых сериях GEN. Модульная конструкция G+ имеет уже встроенный интерфейс, содержащий изолированные аналоговые схемы в дополнение к интерфейсам связи LAN, USB и RS-232/485.

Аналоговое управление позволяет контролировать и программировать выходное напряжение и ток дистанционно – от 0 до 100% от номинальной выходной мощности источника питания – с использованием внешнего сопротивления (выбирается в диапазоне 0...5 кОм или 0...10 кОм) или напряжения (выбирается между 0...5 В или 0...10 В). Серия G+ обеспечивает высо-

точное программирование и мониторинг (программирование напряжения – с точностью 0,15%, программирование тока – с точностью 0,4%, а мониторинг напряжения и тока осуществляется с погрешностью 0,5%). Уровни выходного напряжения и тока также могут контролироваться с помощью выбираемых сигналов 0...5 В или 0...10 В. Все сигналы управления и контроля доступны через разъём на задней панели источника питания, они соответствуют требованиям по безопасности SELV (до 600 В) [3].

СКОРОСТЬ НАРАСТАНИЯ СИГНАЛОВ В GENESYS+

Скорость нарастания сигнала определяется (в нашем случае) как скорость изменения напряжения или тока за период времени. Это часто используемый термин в характеристиках операционных усилителей, но он также применим и в терминологии программируемых источников питания. Выполняя испытания при серийном производстве, скажем системы управления двигателем транспортного средства, многие производители будут выполнять полнофункциональное тестирование при нескольких входных напряжениях, чтобы смоделировать изменяющиеся условия работы для аккумулятора. Для автомобильных аккумуляторов этот диапазон обычно составляет от 9 до 16 В, но может проседать и до 3 В, когда двигатель впервые запускается при холодных температурах окружающей среды («холодный» старт). На рисунке 5 показан типичный профиль

напряжения батареи при этих условиях. В предыдущих поколениях программируемых источников питания, чтобы точно воспроизвести характеристику холодного запуска, необходимо было вносить изменения на заводе-изготовителе, поскольку время отклика источника питания в основном определяется значением выходных конденсаторов. Требовался компромисс между более высокой скоростью нарастания и более высокими пульсациями токов и напряжений. Однако в новой серии программируемых источников питания G+ используется цифровая обработка сигналов, что позволяет пользователю индивидуально устанавливать скорость нарастания и спада как напряжения, так и тока. Для максимальной точности и гибкости установки можно определить диапазон программирования от 0,001 до 999,9 В или А/мс с шагом 0,0001 В или А/мс [2]. Например, на рисунке 6 показаны результаты одной и той же модели GENESYS+, запрограммированной для разного времени увеличения скорости нарастания.

При тестировании изделий в большом объеме, где задание определённой скорости нарастания не требуется, использование программируемого источника питания с медленным фиксированным временем отклика программы нарастания/спада может значительно увеличить время тестирования устройства. Это приводит к меньшему количеству проверяемых изделий в час или необходимости установки дополнительных испытательных приборов. Оба варианта могут повлиять на производственные затраты. Возможность программирования скорости нарастания в GENESYS+ обеспечивает экономию затрат, поскольку один и тот же программируемый источник питания может использоваться для тестирования нескольких продуктов, требующих как быстрого, так и медленного времени отклика. Программирование скорости нарастания в G+ может быть задано с помощью элементов управления на передней панели или через один из цифровых интерфейсов: интерфейсов (USB, RS-232/485 и LAN) в стандартной комплектации, а опционально ещё возможно через интерфейсы GPIB или Anybus®. Следует отметить, что скорость нарастания импульсов не следует путать с характеристиками переходного процесса самого источника питания.

КАК РАБОТАЕТ ТРИГГЕРНАЯ ФУНКЦИЯ В GENESYS+

Программируемые источники питания серии GENESYS+ имеют новые

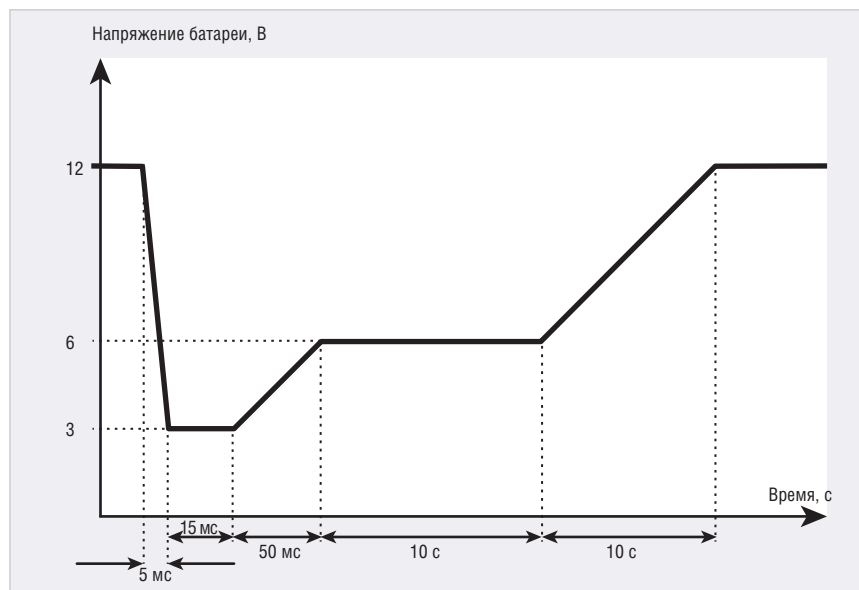


Рис. 5. Работа батареи в режиме «холодный» старт

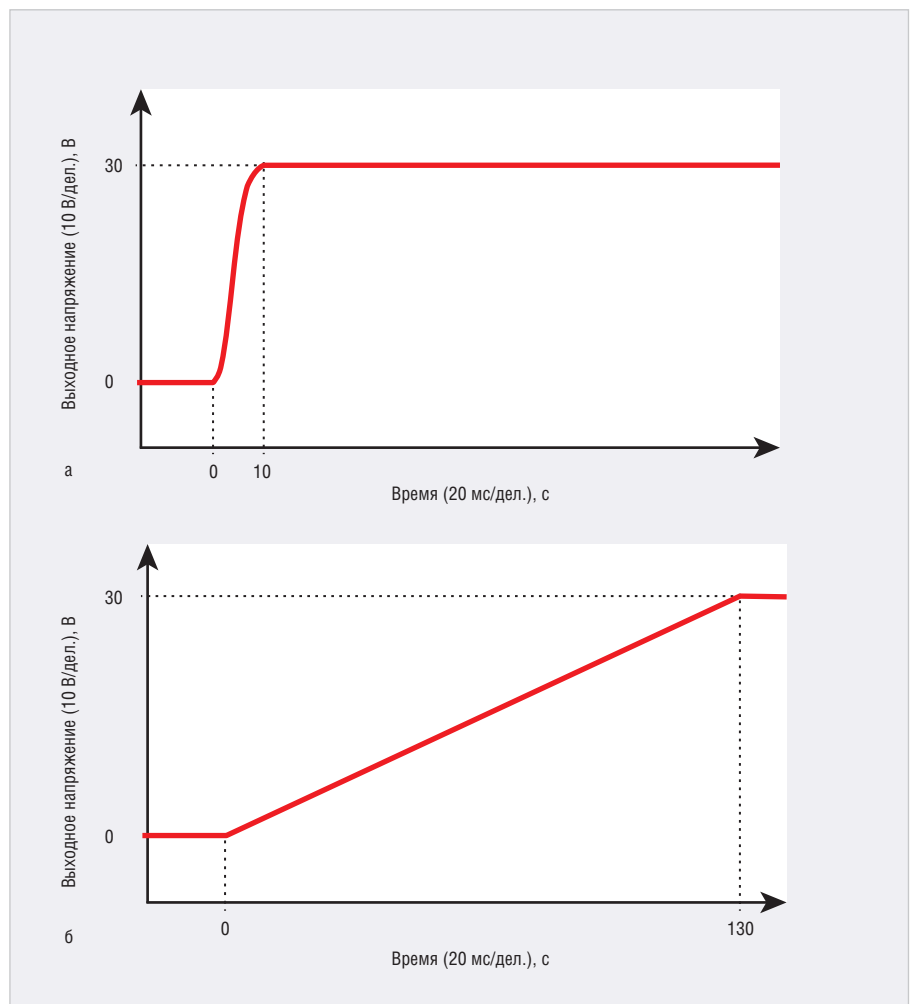


Рис. 6. Иллюстрация времени нарастания импульса при разных значениях времени: а) 3 В/мс; б) 0,23 В/мс

функции триггерного управления, позволяющие пользователю инициировать одно или несколько действий или отправлять сигнал, указывающий на то, что действие было выполнено. Здесь доступны два триггерных сигнала:

ла: Trigger-In и Trigger-Out. Эти сигналы могут использоваться для синхронизации GENESYS+ с другим оборудованием в системе или другими программируемыми источниками питания. Данная функция может использоваться в

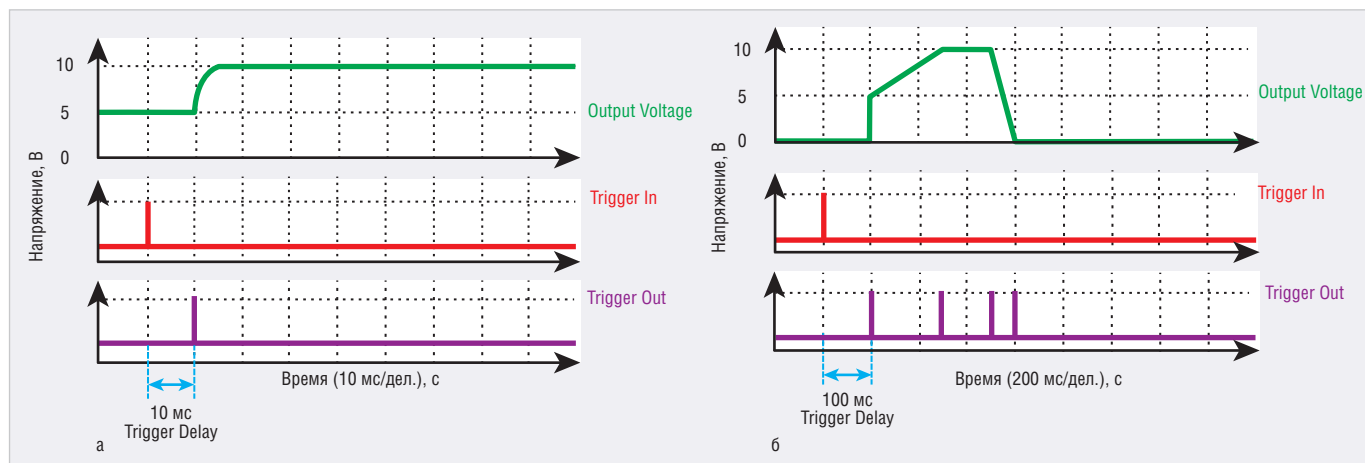


Рис. 7. Режимы FIX MODE (а) и WAVE MODE (б)

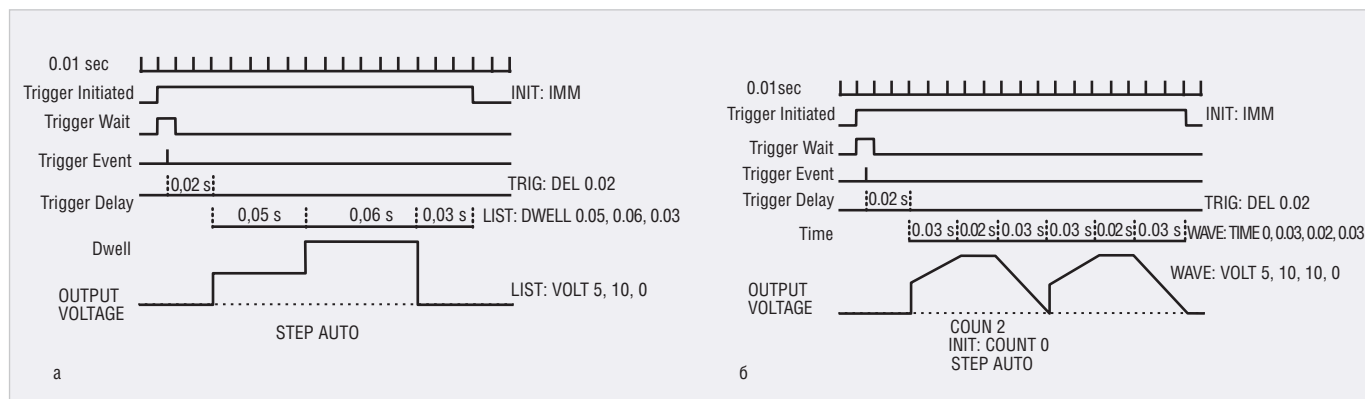


Рис. 8. Примеры формирования импульса в режимах LIST (а) и WAVE (б)

режиме постоянного напряжения или постоянного тока.

После получения сигнала Trigger-In выход источника питания включится и запустит любую предварительно запрограммированную последовательность команд. Параметр отложенного запуска может быть запрограммирован от 0 до 10 с. Сигнал триггера может быть запущен с лицевой панели нажатием на энкодер регулировки тока/напряжения или же удалённо аналоговым сигналом. Сигнал Trigger-Out может быть сгенерирован при изменении состояния выходного сигнала, изменении запрограммированного выходного напряжения или тока или по завершении заданной последовательности команд. В режиме Function Strobe пусковой импульс генерируется на каждом шаге программы.

Рассмотрим пример. На рисунке 7а представлен режим Fix Mode: выходное напряжение изначально установлено на 5 В и запрограммировано возрастать до 10 В через 10 мс после получения сигнала Trigger-In. Сигнал Trigger-Out сформируется, когда выходное напряжение начинает меняться. Ещё один пример – Wave Mode (см. рис. 7б): выходное напряжение GENESYS+ изначально установлено на 0 В

и запрограммировано на повышение до 5 В через 100 мс после получения сигнала Trigger-In, затем постепенно повышается до 10 В в течение 300 мс. Через 100 мс выход запрограммирован на линейное уменьшение до 0 В в течение 100 мс. Сигнал Trigger-Out запрограммирован для срабатывания, когда происходит любая команда изменения выходного напряжения и когда вся последовательность команд будет завершена [4].

КАК СФОРМИРОВАТЬ СИГНАЛЫ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Генераторы сигналов произвольной формы используются для проверки электрического и электронного оборудования, чтобы убедиться в правильной работоспособности продукта или для выявления конкретной неисправности. Сигнал может быть сформирован однократно, либо повторяться n-количество раз. Сигналы могут запускаться по внешнему событию, например по сигналу от другого оборудования, или вручную. Генератор сигналов произвольной формы отличается от генератора функций тем, что конкретные точки сигнала могут быть запрограммированы для создания пользовательских сигналов. Серия

программируемых источников питания GENESYS+ позволяет хранить до четырёх профилей сигналов произвольной формы во внутренних ячейках памяти для управления выходным напряжением или током. Профили могут содержать до 100 точек и запускаться через интерфейсы управления или переднюю панель. Сигналы произвольной формы могут быть легко созданы в программе Waveform Creator, которая доступна на CD в комплекте с источником питания или на сайте TDK-Lambda. Рассмотрим два режима сигналов – LIST и WAVE.

Режим LIST позволяет задавать пошаговую функцию, используя до 100 точек. Пример на рисунке 8а показывает установку выходного сигнала от 0 до 5 В после 20 мс задержки от внешнего триггера. Через 50 мс уровень выходного напряжения увеличивается до 10 В на 60 мс, а затем снижается до 0 В.

Режим WAVE позволяет постепенно изменять выходное напряжение или ток. На рисунке 8б снова установлено изменение выходного напряжения от 0 до 5 В после задержки 20 мс от внешнего триггера. На этот раз напряжение постепенно увеличивается до 10 В в течение 30 мс. И остаётся на уровне 10 В в течение

20 мс, а затем линейно снижается до нуля за 30 мс. В этом случае выход источника питания запрограммирован на повторение этой процедуры дважды (COUN 2).

Приложение Waveform Creator (см. рис. 9) позволяет создавать сложные формы сигналов, задавать их режимы срабатывания, количество повторов и т.д. Все параметры могут быть легко настроены, отображены и сохранены. Номер активной ячейки памяти (1–4) указывается на дисплее на передней панели GENESYS+. Графический интерфейс пользователя (GUI), который также можно загрузить с веб-сайта, содержит генератор профилей сигналов, который можно использовать для более сложных форм, таких как синус, треугольник, пила и т.д. Сигналы произвольной формы могут использоваться для различных применений, включая режимы работы аккумуляторной батареи транспортных средств для тестирования автомобильных компонентов и узлов.

СИМУЛЯЦИЯ ВНУТРЕННЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ БАТАРЕИ В GENESYS+

Если рассмотреть реальную аккумуляторную батарею, то в течение всего срока службы она не будет являться идеальным источником напряжения. Это связано с её внутренним сопротивлением, которое может расти со временем, особенно в свинцово-кислотных батареях. По мере старения ячеек размер металлических пластин уменьшается, поэтому падение напряжения увеличивается. В дополнение к этому сепараторы элементов имеют тенденцию засоряться, химическая структура электролита изменяется.

Когда к батарее подключается нагрузка, напряжение на клеммах будет меняться (согласно закону Ома). По мере того как нагрузка потребляет больше энергии, напряжение батареи будет падать [3]. Для проверки оборудования, питающегося от аккумуляторной батареи, использование реальной

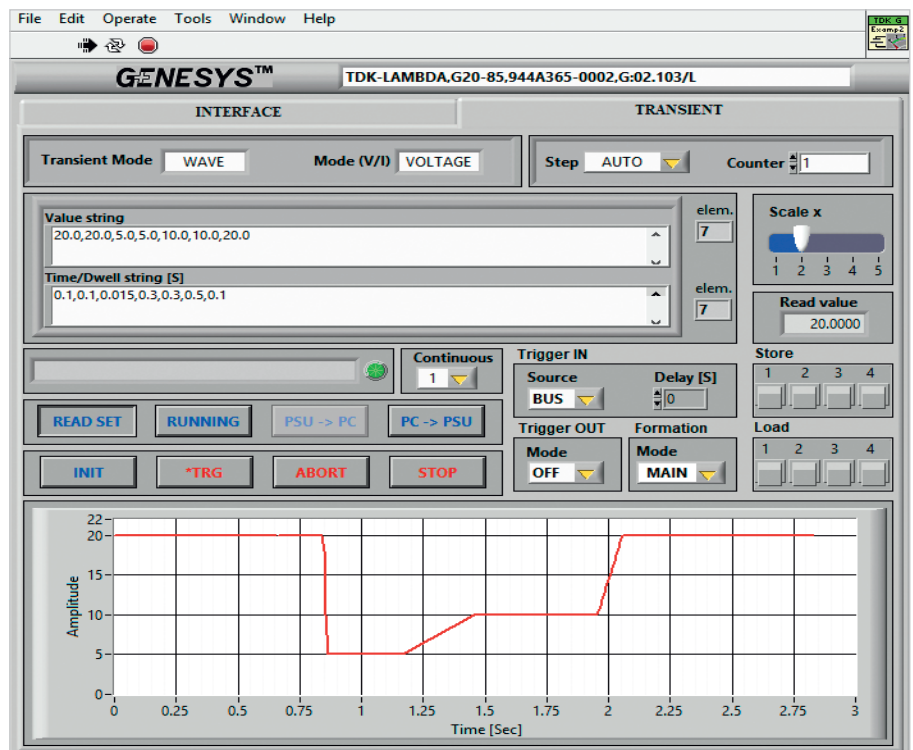


Рис. 9. Приложение Waveform Creator

батареи неудобно и отнимает много времени. Программируемые источники питания серии GENESYS+ могут имитировать падение напряжения на батарее, что позволяет тщательно протестировать изделие перед его внедрением в массовое производство. Значение внутреннего сопротивления можно установить и настроить вручную с помощью меню на передней панели источника питания или через любой из стандартных интерфейсов (USB, LAN, RS-232 и RS-485), диапазон значений от 1 МОм до 1 Ом можно программировать с шагом 1 МОм. Эта функция также может использоваться для имитации эффекта падения напряжения на длинных кабельных линиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены лишь основная и базовая части функционала, который реализован в новой серии источников питания G+. Необходи-

мо отметить, что все приборы данной серии поддерживают языки команд GEN, SCPI, у них имеется поддержка библиотек LabView – всё это позволяет создавать гибкие и функциональные системы тестирования или испытательные комплексы с программируемыми источниками питания GENESYS+ от TDK-Lambda.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисин В. GENESYS+ – новое поколение программируемых лабораторных источников питания. Современная электроника. 2018. № 9.
2. GENESYS+. Руководство пользователя: <https://www.emea.lambda.tdk.com/ru/KB/GENESYSrade-User-Manual.pdf>.
3. Power Topic Blogs: <https://www.us.tdk-lambda.com/lp/news/tdk-lambda-america-blog/>.
4. Технические материалы с сайта <https://www.emea.lambda.tdk.com/ru/products/product-details.aspx?scid=400>.



НОВОСТИ МИРА

БАНКОВСКИЙ ЧИП «МИКРОНА» И НИИМЭ – ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ДЕЙСТВИИ

Первый российский дуальный микроконтроллер для банковских и других смарт-карт МК51BC16D (K5016BK01) разработки НИИМЭ производства «Микрона» отмечен как лучшее от-

ественное изделие в конкурсе «Золотой ЧИП – 2019» в номинации «Импортозамещение».

Микросхема – продукция российского производства первого уровня, реализована на дуальной платежной платформе МІКРPay.MTD.D6 отечественной разработки в качестве альтернативы банковским чипам иностранного производства.

Поддерживает международные и российские криптографические алгоритмы шифрования.

В июле чип успешно сертифицирован АО «НСПК» для платёжной системы «Мир». На микросхемах производства РФ с 2016 года выпущено 8,5% от общего объёма эмиссии карт «Мир».

Пресс-служба ПАО «Микрона»