

Применение программируемых источников питания постоянного тока

для проведения испытаний радиоэлектронного оборудования

Андрей Цапов

andrey.tsapov@eltech.spb.ru

Введение

Бурное развитие радиоэлектронной промышленности, начавшееся в XX веке, привело к появлению принципиально новых промышленных задач. Например, мощные лазерные установки, системы управления электромагнитными приводами, технологические установки напыления материалов нередко предъявляют повышенные требования к качеству и стабильности электрического питания в процессе своей работы. Не менее серьезной практической задачей является тестирование радиоэлектронных компонентов и изделий. Так, современные DC/DC-источники питания функционируют в широком диапазоне входных напряжений. Тестирование данных изделий предусматривает комплексные проверки при различных значениях входного напряжения, включая кратковременные изменения. Очевидно, что для проведения данных работ необходимо специализированное оборудование.

Серия SG — программируемые источники питания постоянного тока

Для решения описанных выше и многих других ответственных задач предлагается использовать источники питания серии SG компании Ametek Programmable Power [1]. Серия SG содержит компактные программируемые источники питания постоянного тока средней и высокой мощности. Внешний вид данных источников показан на рис. 1. Основные технические характеристики источников питания серии SG приведены ниже [1]:

- выходная мощность 4–150 кВт;

- диапазон изменения выходного напряжения 0–1000 В;
- диапазон изменения выходного тока 0–2400 А;
- скорость нарастания/спада выходного напряжения для резистивной нагрузки определяется номинальным выходным напряжением (табл. 1);
- наличие встроенного генератора сигналов сложной формы (только для серии SGI);
- минимальный временной интервал между изменением выходных параметров состояния источника питания — 1 мс.

Для большинства прикладных задач (например, моделирование стандартной автомобильной сети питания постоянного тока) представленные в таблице 1 скорости изменения величины выходного напряжения являются достаточными. Тем не менее на практике встречаются задачи, где требуется более быстрый переход между двумя состояниями системы. Для этого рекомендуется использовать программируемые AC/AC-источники питания с дополнительным DC-выходом (совмещение программируемых AC/AC- и AC/DC-источников питания в одном изделии). В таком случае скорости нарастания и спада выходного сигнала при работе в DC-режиме будут значительно больше. Подробное описание программируемых AC/AC+AC/DC-источников питания будет представлено в следующих статьях.

Таблица 1. Скорости нарастания и спада выходного напряжения для различных модификаций источников питания серии SG

Максимальное значение выходного напряжения, В	Скорость нарастания выходного напряжения, В/мс	Скорость спада выходного напряжения, В/мс
40	2,20	0,85
60	3,25	1,55
80	2,67	1,70
100	4,75	1,85
160	3,66	1,42
200	4,36	1,69
250	5,10	1,98
330	5,12	2,00
400	6,70	2,60
600	15,50	5,97
800	23,00	7,80
1000	24,00	9,40



Рис. 1. Внешний вид программируемого источника питания постоянного тока серии SG

Дополнительно источники питания серии SG имеют возможность удаленной работы. В частности, задание/считывание выходных параметров источника питания может осуществляться подачей/приемом аналоговых сигналов управления (0–5/0–10 В). Другим вариантом удаленного управления источником является использование современных цифровых интерфейсов: GPIB, RS-232, LXI-Ethernet, Ethernet [1].

Более подробное описание общих возможностей программируемых источников питания постоянного тока серии SG можно найти в статье [2] и в эксплуатационной документации [3–6].

Генератор сигналов сложной формы

В составе источников питания серии SGI имеется генератор сигналов сложной формы. Для чего он нужен на практике? Ниже приведены наиболее часто встречающиеся сферы применения:

- моделирование низкокачественных сетей питания постоянного тока (12, 24, 27 В и др.);
- проверка радиоэлектронных изделий на соответствие требованиям ГОСТ, ТУ и другим нормативным документам;
- создание импульсов сложной формы;
- генерирование произвольной последовательности кратковременных импульсов.

Существуют и узкоспециализированные области применения данных источников (например, проведение научных исследований в области физики высоких энергий). Однако во всех прикладных задачах используются общие принципы, которые будут рассмотрены в данной статье.

Удаленная работа

Для удаленной работы с источником питания серии SG можно использовать [1]:

- графический пользовательский интерфейс (доступен для бесплатного копирования с официального веб-сайта Ametek Programmable Power [7]);
- платформу LabVIEW (необходимые драйверы доступны для бесплатного копирования [7]);
- язык программирования SCPI [4].

Возможности различных вариантов удаленного управления во многом идентичны. При выборе одного из них пользователь может ориентироваться на собственные предпочтения. Наиболее наглядным способом удаленного управления является применение графического пользовательского интерфейса, внешний вид которого представлен на рис. 2 [2, 6].

Возможности данного интерфейса включают задание/считывание выходных параметров работы изделия, задание параметров двух последовательных состояний источника питания, настройку журнала событий и многое другое.

Для оптимизации процесса создания унифицированного лабораторного комплекса, включающего в свой состав различные оборудование, удобно использовать платформу LabVIEW. Источники питания серии SG полностью совместимы с данной средой, что позволяет с минимальными затратами встроить их и в существующие комплексы.



Рис. 2. Графический пользовательский интерфейс удаленного управления

Другой удобный и широко распространенный на практике способ управления источником питания — применение языка программирования SCPI.

Использование языка программирования SCPI

Язык программирования SCPI предназначен для управления ИП с персонального компьютера. Так, при работе с интерфейсом RS-232 подойдет любая программа, позволяющая настроить и диагностировать устройства, совместимые со стандартом RS-232 (пример — HyperTerminal).

При использовании языка программирования SCPI можно задавать выходные параметры работы двумя основными способами.

Вводом необходимых команд во время работы изделия.

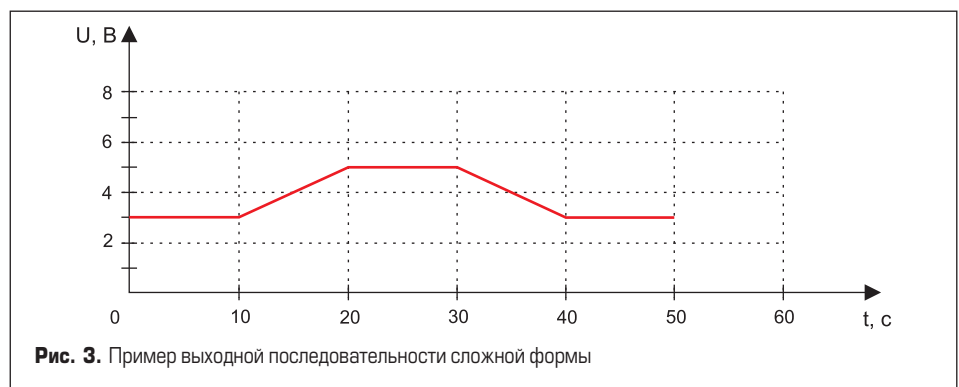


Рис. 3. Пример выходной последовательности сложной формы

Созданием программы состояний (последовательность) источника питания заранее и далее использование ее во время работы. В этом случае каждое новое состояние источника питания имеет цифровое обозначение (1, 2, ...). Для удобства будем называть различные состояния источника питания точками. В памяти источника питания может быть записано до 50 различных последовательностей.

На рис. 3 приводится пример выходной последовательности сложной формы.

Кодовое представление данной последовательности приводится ниже:

```

PROG:DEF 1, VIMODE, 3, 4, 11, 10
PROG:DEF 2, RAMPTOV, 3, 5, 4, 11, 10
PROG:DEF 3, VIMODE, 5, 4, 11, 10
PROG:DEF 4, RAMPTOV, 5, 3, 4, 11, 10
PROG:DEF 5, VIMODE, 3, 4, 11, 10
PROG:DEF 6, STOP
    
```

Параметры первой точки: напряжение — 3 В, ток — 4 А, защита от перенапряжения по выходу — 11 В, длительность нахождения в точке с текущими выходными параметрами — 10 с. Параметры второй точки: начальное значение напряжения — 3 В, конечное — 5 В, ток — 4 А, защита от перенапряжения по выходу — 11 В, длительность изменения напряжения от 3 до 5 В составляет 10 с. Остальные команды аналогичны тем, что мы уже описали.

Рассмотрим общий вид команд, используемых для задания выходной последовательности сложной формы:

```

PROG:DEF A0, VIMODE, A1, A2, A3, A4
PROG:DEF B0, RAMPTOV, B1, B2, B3, B4, B5
    
```

В таблице 2 даются пояснения к указанным выше командам.

Таблица 2. Описание команд управления на языке SCPI

П/п	Наименование команды	Описание
1	DEF	Аргумент функции DEF задает порядковый номер точки состояния источника питания для текущей последовательности. Аргумент (обозначенный в примере A0) может принимать целочисленные значения от 1 до 20 (для части команд — от 1 до 21).
2	VIMODE	Функция VIMODE позволяет скачкообразно изменить значения выходных параметров источника питания. Она включает 4 аргумента: A1 — величина выходного напряжения. Используемая единица измерения — В; A2 — величина выходного тока. Используемая единица измерения — А; A3 — величина защиты от перенапряжения по выходу. Используемая единица измерения — В; A4 — длительность нахождения источника питания в данной точке. Используемая единица измерения — с.
3	RAMPTOV	Функция RAMPTOV позволяет плавно изменить выходные параметры источника питания. Закон изменения выходного параметра (напряжения) — линейный. Пользователь задает начальную и конечную точки, а также время перехода. Функция включает 5 аргументов: B1 — начальное значение выходного напряжения. Используемая единица измерения — В; B2 — конечное значение выходного напряжения. Используемая единица измерения — В; B3 — величина выходного тока. Используемая единица измерения — А; B4 — величина защиты от перенапряжения по выходу. Используемая единица измерения — В; B5 — длительность перехода из начальной точки в конечную. Используемая единица измерения — с.

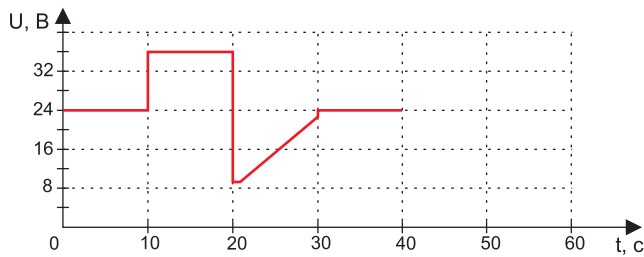


Рис. 4. Пример выходной последовательности сложной формы

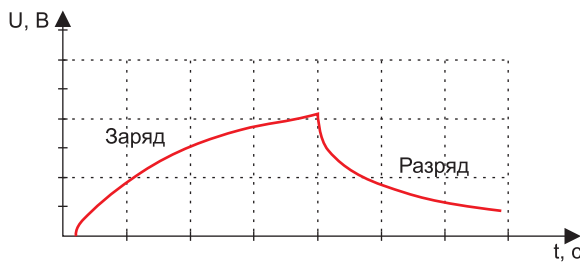


Рис. 5. Пример выходной последовательности сложной формы. Кривые заряда/разряда конденсатора

Рассмотрим еще один вариант выходной последовательности сложной формы:

```

PROG:DEF 1, VIMODE, 24, 5, 40, 10
PROG:DEF 2, VIMODE, 36, 5, 40, 10
PROG:DEF 3, VIMODE, 9, 5, 40, 0.3
PROG:DEF 4, RAMPTOV, 22, 5, 40, 11, 9.7
PROG:DEF 5, VIMODE, 24, 5, 40, 10
PROG:DEF 6, STOP
    
```

Графическое представление данной последовательности показано на рис. 4.

С помощью встроенного генератора сигналов сложной формы можно получать кривые, моделирующие, например, заряд/разряд конденсатора. Как известно, кривая, описывающая заряд конденсатора, определяется выражением:

$$f = A \times (1 - e^{-\frac{t}{RC}}).$$

Кривая разряда конденсатора:

$$f = B \times e^{-\frac{t}{RC}}.$$

Графическое представление данных кривых показано на рис. 5.

Из-за ограниченного объема статьи кодовое представление этой и других последовательностей не представлено. На рис. 6–7 показаны иные варианты последовательностей сложной формы, которые можно получить с помощью источников питания серии SGI.

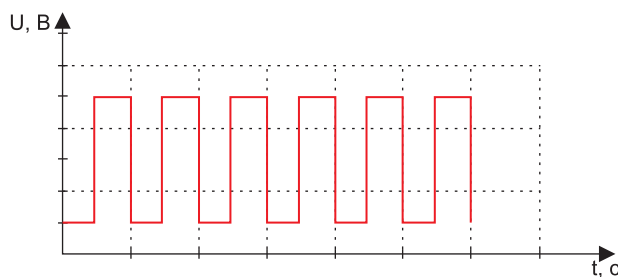


Рис. 6. Пример выходной последовательности сложной формы

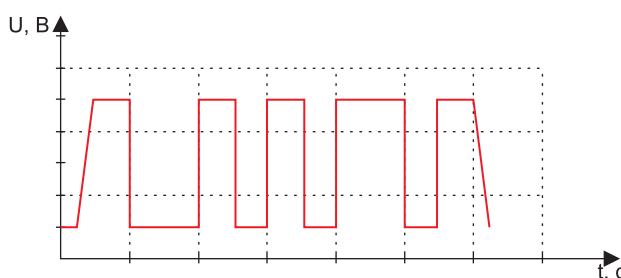


Рис. 7. Пример выходной последовательности сложной формы

Описанные выше возможности — это небольшая часть из общего набора доступных к использованию команд. Дополнительно при помощи языка программирования SCPI можно считывать текущие значения выходных параметров (напряжения, тока, выходной мощности и т. д.), проводить калибровку, настраивать отклик источника питания при поступлении внешних управляющих сигналов и многое другое. Более подробная информация о возможности управления источниками питания серии SG представлена в руководстве по программированию [4].

Заключение

Снижение материальных и временных затрат на проведение испытаний радиоэлектронного оборудования — актуальная проблема современных промышленных предприятий. В качестве одного из основных элементов лабораторной системы все чаще используются программируемые источники питания. Благодаря встроенным функциональным возможностям программируемые источники питания серии SG обеспечивают:

- автоматизацию процесса проведения испытаний и анализа их результатов;
- индивидуальную настройку реакции испытательного оборудования на появление нештатной ситуации;
- удаленный контроль за ходом испытаний;
- интегрирование источника питания серии SG в существующую среду управления;
- снижение номенклатуры используемых изделий.

Встроенные функциональные возможности программируемых источников питания серии SG позволяют заменить устаревшее испытательное оборудование и повысить эффективность работы лабораторного комплекса в целом.

Литература

1. Спецификация на программируемый источник питания постоянного тока серии SG // www.sorensen.com/products/SG/downloads/Sorensen_SG_Datasheet_02172014.pdf
2. Цапов А. А. Программируемые источники питания постоянного тока серии SG // Компоненты и технологии. 2014. № 6.
3. Frequently Asked Questions Sorensen SGI and SGA Series // www.programmablepower.com/support/FAQs/FAQ_SGA_SGI.pdf
4. Sorensen SG Series IEEE 488.2/RS232 and Ethernet Options. Programming Manual. www.sorensen.com/products/SG/downloads/SG-IEEE-488-2RS232-Ethernet_Program-Manual_M550129-03_rH.pdf
5. Sorensen SGA Series DC Power Supplies. Operation Manual. www.sorensen.com/products/SG/downloads/M550129-01_MANUAL_OPERATION_SGA_SG_HPDC_SG_rvAE.pdf
6. Sorensen SGI Series DC Power Supplies. Operation Manual. www.sorensen.com/products/SG/downloads/SGI-Series_Operation_Manual_M550221-01_rV.pdf
7. www.programmablepower.com