

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ Delta Elektronika

ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕШНЕГО УПРАВЛЕНИЯ

А.Федоров fedorov_a@aviton.spb.ru

Delta Elektronika BV (Нидерланды) – производитель профессиональных источников питания, имеющих широкую популярность. Изделия компании отличаются низкими значениями шумов и пульсаций, высокой стабильностью выходных параметров при изменении входного напряжения и нагрузки, высокими быстродействием (малые значения времени выхода источника питания на рабочий режим и реакции на изменение нагрузки), коэффициентом мощности и КПД. Кроме того, нужно отметить их низкий уровень помех и высокую помехоустойчивость. Возможна регулировка выходных параметров от нуля до номинального значения, а также работа в режимах постоянного тока, постоянного напряжения, последовательного и параллельного подключения. Важная особенность источников питания Delta Elektronika – наличие интерфейсов, обеспечивающих дистанционное управление, мониторинг и контроль основных параметров. Рассмотрим подробно возможности управления источниками питания Delta Elektronika через аналоговый интерфейс и последовательные интерфейсы IEEE488, RS-232 и Ethernet.

АНАЛОГОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС

Простейшее устройство дистанционного управления и получения информации о состоянии источников питания Delta Elektronika – это аналоговый интерфейс. Он присутствует во всех источниках питания серии SM: в модели новых источников SM3300 – в виде опции, в остальных моделях – в стандартном исполнении. Интерфейс представляет собой 15-контактный D-sub-разъем стандартной плотности, устанавливаемый на задней стенке прибора (рис.1) и способный работать как с аналоговыми, так и с логическими сигналами. Значения тока и напряжения источника питания задаются через интерфейс двумя аналоговыми сигналами на напряжение 0–5 В. Информация о реальных значениях тока и напряжения также выводится в виде двух аналоговых сигналов в том

же диапазоне напряжений. Данные о состоянии источника питания получают с помощью логических сигналов на напряжение 5 В. Каждый сигнал соответствует определенному состоянию источника питания: перегрев, достижение предельных



Рис.1. Задняя стенка источника питания серии SM 800

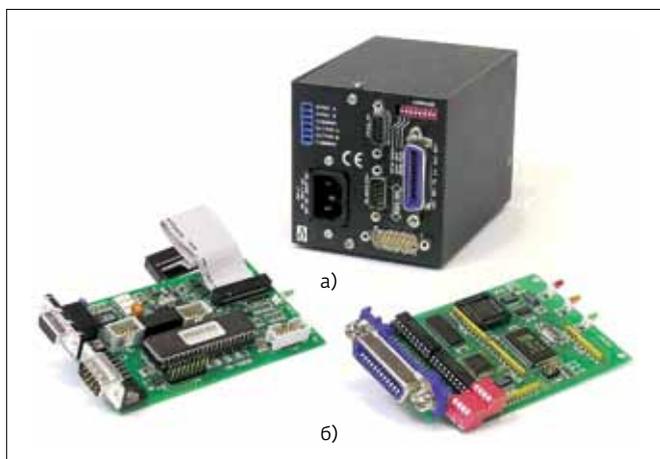


Рис.2. Контроллеры управления по IEEE488 и RS-232: внешний модуль (а) и встроенный интерфейс (б)

значений напряжения или тока, превышение входным или выходным напряжением допустимых пределов, перегрузка цепей потребления энергии на выходе (для источников с соответствующей опцией), работа в режиме источника тока. При помощи логического входа можно дистанционно включать и выключать источник питания. Кроме того, на разъеме имеются выходы на напряжение 5,1 и 12 В для питания цепей задания тока и напряжения.

Точность аналогового интерфейса по управлению напряжением составляет $\pm(0,002U+0,0003U_{\text{макс}})$, где U – установленное напряжение, $U_{\text{макс}}$ – максимальное напряжение, по управлению током – $\pm(0,005I+0,0005I_{\text{макс}})$, где I – установленный ток, $I_{\text{макс}}$ – максимальный ток.

**КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ ПО IEEE488 И RS-232
Основные характеристики**

Контроллер предназначен для выполнения таких функций, как задание и контроль выходных параметров, установка режима постоянного тока, контроль достижения ограничений по току и напряжению, контроль ошибок по входу или выходу, фиксация перегрева. Кроме того, он осуществляет дистанционное включение/выключение источника питания. Контроллер имеет два варианта исполнения: встроенный интерфейс или внешний модуль (рис.2). Внешний модуль подключается через стандартный разъем аналогового интерфейса, встраиваемая плата устанавливается в корпусе источника питания и подключается к его внутренним цепям. Один контроллер позволяет управлять 15 источниками питания Delta Elektronika.

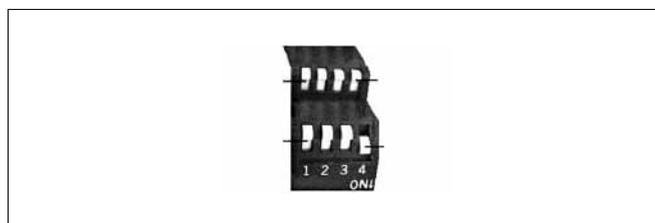


Рис.3. DIP-переключатели контроллера

Контроллер имеет два аналоговых выхода и два аналоговых входа (табл.1), а также два гальванически развязанных пользовательских входа и выхода. Входы имеют уровень лог. 1 при напряжении от 2,5 до 8 В и уровень лог. 0 при напряжении 0. Максимальное напряжение на выходах достигает 50 В при максимальном токе 7 мА. Точность управления и контроля параметров встраиваемого контроллера по напряжению составляет $\pm(0,0005U+0,0005U_{\text{макс}})$, где U – установленное напряжение, $U_{\text{макс}}$ – максимальное напряжение, по току – $\pm(0,0005I+0,0005I_{\text{макс}})$, где I – установленный ток, $I_{\text{макс}}$ – максимальный ток.

Поскольку внешний модуль подключается через аналоговый интерфейс, по точности управления и контроля он уступает аналоговому интерфейсу вследствие собственных погрешностей.

Настройка контроллера

При первом использовании контроллера его необходимо должным образом сконфигурировать. Для этого соответствующим образом устанавливаются DIP-переключатели контроллера, задающие адреса, скорость двоичной передачи, тип команд управления и тип интерфейса (рис.3). С помощью переключателей А1-А5 можно задать от одного до 30 пятиразрядных адресов, при этом переключатель А1 соответствует младшему разряду,

Таблица 1. Основные характеристики аналоговых выходов и входов контроллера управления по IEEE488 и RS-232

Параметр	Выход	Вход
Разрешение при управлении и мониторинге, бит	14	16
Диапазон напряжений, В	0–5	0–5
Погрешность линейности	± 1 LSB	± 2 LSB
Температурный коэффициент, ppm/°C	30	

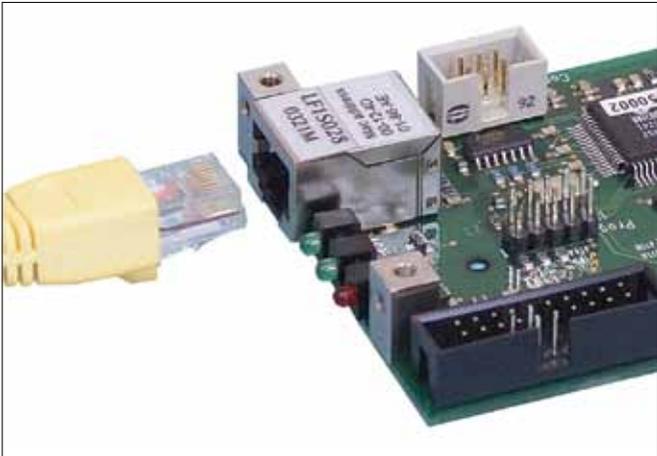


Рис.4. Контроллер управления по Ethernet

A5 – старшему разряду. Например, адрес 1 соответствует значению 00001 (переключатель A1 – "включено", A2-A5 – "выключено"). Переключатель A6 определяет тип интерфейса: во включенном состоянии – контроллер RS-232, в выключенном – IEEE488. Переключатели A7 и A8 задают скорость передачи (от 2400 до 9600 бод) и тип команд управления.

Команды управления

Управление контроллерами с интерфейсами стандарта IEEE488 и RS-232 осуществляются с помощью нескольких групп команд: общих команд IEEE488.2 и стандартного промышленного набора команд для программируемых приборов (Industry Standard Commands for Programmable Instruments, SCPI).

Общие команды IEEE488.2 предназначены для управления уведомлениями о статусах, синхронизации, условиях работы источника питания и контроллера. Перечень этих команд определен в стандарте IEEE488.2.

Команды SCPI используются для установки параметров, в частности для установки напряжения, тока, для запроса измеренных значений тока, напряжения и статуса источника питания.

В качестве примера рассмотрим установку максимальных значений напряжения и тока источника питания SM 35-45, равных 35 В и 45 А соответственно. Для установки максимальных значений напряжения и тока используются команды:

```
SOur:VOlt:MAx 35;
SOur:CUrr:MAx 45.
```

```
Для чтения сохраненных значений – команды:
SOur:VOlt:MAx?;
SOur:CUrr:MAx?
```

Подробный перечень SCPI-команд для управления источниками питания Delta Elektronika и контроллером представлен в руководстве по эксплуатации контроллеров управления по IEEE488 и RS-232.

Контроллер управления по Ethernet

Контроллер этого типа позволяет управлять источниками питания через подключение к сети Ethernet (рис.4). Его основные функции – задание и контроль выходных параметров, режима постоянного тока, контроль достижения ограничений по току и напряжению, ошибок по входу или выходу, контроль перегрева и пр. Кроме того, он осуществляет дистанционное включение/выключение источника питания. Аналогично контроллеру управления по RS-232 и IEEE488, контроллер этого типа имеет два варианта исполнения: со встроенным интерфейсом и внешний модуль. Внешний модуль подключается через стандартный разъем аналогового интерфейса, а встраиваемая плата устанавливается в корпусе источника питания и подключается к его внутренним цепям.

Контроллер имеет два аналоговых выхода и два аналоговых входа (табл.2), а также восемь цифровых логических входов и шесть цифровых логических выходов.

Уровень цифровых логических входов при напряжении от 2,5 до 30 В – лог. 1, при нулевом напряжении – лог. 0. Максимальное напряжение на цифровых и логических выходах составляет 30 В при максимальном токе 200 мА.

Точность управления и контроля параметров встраиваемого контроллера по напряжению составляет $\pm(0,0001U + 0,0001U_{\text{макс}})$, по току – $\pm(0,0001I + 0,0001I_{\text{макс}})$.

Таблица 2. Основные характеристики аналоговых выходов и входов контроллера управления по Ethernet

Параметр	Аналоговый выход	Аналоговый вход
Разрешение при управлении и мониторинге, бит	16	16
Диапазон напряжений, В	0–5	0–5
Погрешность линейности	±1 LSB	±2 LSB
Температурный коэффициент, ppm/°C	10	

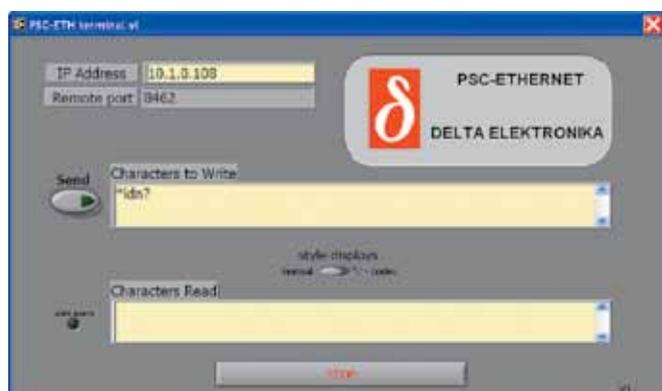


Рис.5. Окно программы PSC-ETH Terminal

Поскольку внешний модуль подключается через аналоговый интерфейс, вследствие своих погрешностей он несколько уступает аналоговому интерфейсу по точности управления и контроля.

Контроллер подключается к TCP/IP-сети с помощью стандартного разъема RJ45. Возможно либо непосредственное подключение к компьютеру, либо подключение через маршрутизатор. Благодаря специальному программному обеспечению PSC-ETH Configurator настройка подключения достаточно проста. Программа показывает IP-адрес контроллера, MAC-адрес, серийный номер, индивидуальное имя контроллера. Она также позволяет изменять перечисленные параметры. После установки параметров контроллер готов к работе.

Программное обеспечение

Для управления контроллером Ethernet в компании Delta Elektronika разработан специальный LabVIEW-драйвер. С помощью этого драйвера и среды LabVIEW пользователь может работать с командами управления источников питания Delta Elektronika. Для облегчения работы с контроллером управления по Ethernet, производитель предлагает комплект программного обеспечения, в состав которого входят программы настройки и управления источниками питания через интерфейс. Рассмотрим более подробно это программное обеспечение.

Программа PSC-ETH Terminal позволяет посылать команды на источник, соединение с которым установлено, и получать ответы (рис.5). С помощью программы можно задавать выходные параметры, осуществлять мониторинг и калибровку, устанавливать режимы постоянного тока или напряжения, дистанционно включать или выключать источник



Рис.6. Окно программы PSC-ETH Easy Control

питания, управлять цифровыми входами и выходами и пр.

Программа PSC-ETH Easy Control. Интерфейс программы по функциям практически повторяет лицевую панель источника питания (рис.6). С помощью программы пользователь может устанавливать и контролировать выходные параметры источника питания, работать со всеми источниками питания, подключенными в сеть и используемыми контроллер Ethernet. С помощью одного из пунктов меню программы можно выбрать тот или иной источник питания. Предельные значения по току и напряжению автоматически определяются параметрами, заданными контроллером Ethernet выбранного источника питания.



Рис.7. Окно программы PSC-ETH Wave2Sequence

Программа PSC-ETH Wave2Sequence (рис.7) позволяет импортировать сигналы различной формы со специальных устройств (осциллографов и пр.) и из файлов Excel, MATLAB, LabVIEW, а также создавать программы и загружать их в контроллер Ethernet.

Команды управления

Для управления контроллером Ethernet используются команды, сходные со стандартным промышленным набором команд SCPI. К основным командам относятся:

- команды общего назначения, позволяющие идентифицировать контроллер, задавать его имя, сохранять основные параметры, восстанавливать исходные данные. Например, *SAV – команда сохранения таких параметров, как максимальные значения напряжения и тока, параметры калибровки, имя и пароль источника питания (*SAV 12345 – команда "сохранение пароля", где 12345 – устанавливаемый пароль);
- команды управления, которые можно разбить на несколько типов: установка параметров, измерение параметров, калибровка смещения нуля и усиления, управление цифровыми входами и выходами, а также системные команды. Например, SOURce:VOLtage:MAXimum 35 – команда установки максимального выходного напряжения 35 В, SYSTem:FRONTpanel ON – команда блокировки управления с передней панели (ON – блокировка включена). Кроме приведенных команд, для управления уведомлениями о статусах и синхронизации, а также для управления условиями работы источника питания и контроллера используются общие команды стандарта IEEE488.2.

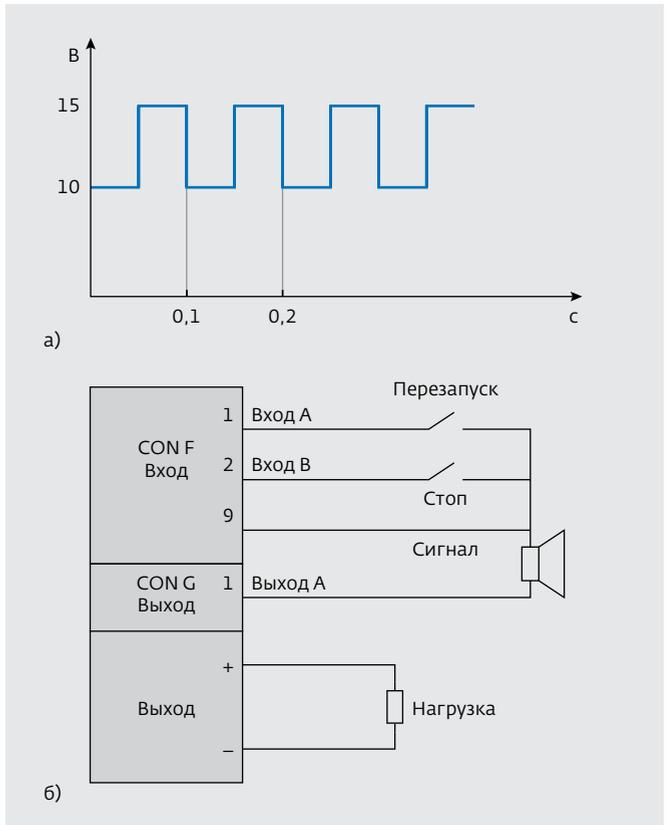


Рис.8. Заданный программой сигнал источника питания (а) и схема подключения программы (б)

Возможности работы по программе

Контроллер управления по Ethernet, помимо стандартных средств управления, содержит энергонезависимую память команд и обеспечивает работу источника питания по хранимой в памяти программе, в частности программе генерации сигналов произвольной формы, что сближает его по функциям с генератором сигналов. Память программ может содержать до 25 программ по 2000 шагов каждая. Хранимые программы обеспечивают установку выходных токов и напряжений, задание шага изменения параметров, увеличение или уменьшение тока и напряжения, задание комбинаций очень быстрых или медленных последовательностей. Программирование производится при помощи команд, которые условно можно разделить на три категории: команды установки параметров, условных переходов и арифметические команды.

Команды установки параметров определяют основные параметры источника питания, задают статусы цифровых входов и выходов, а также переменные, устанавливают таймеры. Например,

SV=15 – команда установки выходного напряжения источника питания 15 В, #I=3 – команда установки таймера на 3 мс.

Команды условного перехода определяют последовательность выполнения и условия перехода на определенную строку программы. Так, команда условного перехода CJG состоит из трех частей, указывающих установленные/измеренные значения тока, напряжения и переменные. Если первая часть команды больше второй, то осуществляется переход на строку программы, указанную в третьей части, например, команда CJG MC, 26, 5 означает переход на строку 5, если измеренный ток (MC) больше 26 А.

Арифметические команды позволяют изменять значения выходного напряжения, тока или переменной на определенную величину. Так, команда INC SV, 0.05 задает увеличение напряжения на 0,05 В. Программа запускается либо через компьютер, либо через цифровые входы. Во втором случае ее можно выполнять при полном отключении источника питания от компьютерной сети. Для этого при задании имени загруженной в контроллер Ethernet программы добавляются символы, определяющие необходимые действия. В данном случае структура имени программы имеет следующий вид: <имя программы> + A, B, ..., G или H (имена цифровых входов) + <дополнительная характеристика>. Дополнительная характеристика определяет следующие действия:

- S (Stop) – останов, состояние лог. 1 выбранного цифрового входа изменяется на 0, программа немедленно остановится;
- F (Finish) – срок окончания работы, состояние лог. 1 выбранного цифрового входа изменяется на 0, программа выполняется до конца;
- R (Restore) – восстановление, контроллер восстанавливает значения тока и напряжения, установленные до запуска программы;
- H (Hold) – сохранение, после выполнения программы значения тока и напряжения, установленные в этот момент, сохраняются.

Пример: <имя программы>+ASR – программа запускается, когда состояние цифрового входа A – лог. 1 и немедленно останавливается, когда вход A переходит в состояние лог. 0. При этом контроллер восстанавливает значения тока и напряжения, установленные до запуска программы.

Рассмотрим простейшую программу для генерации источником питания сигнала прямоугольной формы с амплитудой 5 В и смещением

нуля 10 В (рис.8). Если значение выходного тока окажется менее 26 А, выходное напряжение падает до нуля и срабатывает аварийный сигнал. В этом случае необходимо либо перезапустить систему, либо выключить. Программа будет иметь следующий вид:

1 SV=0.	(выходное напряжение 0 В)
2 SC=45.	(выходной ток 45 А)
3 OA=0.	(состояние цифрового выхода лог. 0)
4 W=1.	(задержка 1 с)
5 SV=10.	(выходное напряжение 10 В)
6 W=0.05.	(задержка 0,05 с)
7 SV=15.	(выходное напряжение 15 В)
8 W=0.05.	(задержка 0,05 с)
9 CJ E B, 1, 16.	(переход на строку 16, если состояние цифрового входа В лог. 1)
10 CJG MC, 26, 5.	(переход на строку 5, если измеренный ток больше 26 А)
11 SC=0.	(выходной ток 0 А)
12 SV=0.	(выходное напряжение 0 В)
13 OA=1.	(состояние цифрового выхода лог. 1)
14 CJNE IA, 1, 14.	(переход на строку 14, если состояние цифрового входа А отлично от 1)
15 JP 3.	(переход на строку 3)
16 SV=0.	(выходное напряжение 0 В)
17 SC=0.	(выходной ток 0 А)
18 END.	(конец)

Помимо контроллеров IEEE488, RS-232 и Ethernet, управлять источниками питания Delta Elektronika можно с помощью встроенных контроллеров управления по интерфейсу CANopen или Profibus. Эти контроллеры позволяют подключать источник питания к соответствующей промышленной сети. При этом разрешение установки и контроля параметров составляет 14 бит, скорость передачи по CANopen – 1 Мбит/с, по Profibus – 12 Мбит/с, гальваническая изоляция – 600 В. Точность управления и контроля параметров этих контроллеров по напряжению равна $\pm(0,001U + 0,0004U_{\text{макс}})$, по току – $\pm(0,001I + 0,0004I_{\text{макс}})$

Контроллеры выполняют все функции управления источником питания Delta, а также позволяют его дистанционно включать/выключать.

Подробную информацию об источниках питания Delta Elektronika можно найти на сайте www.aviton.spb.ru. По вопросам поставки источников питания следует обращаться в компанию АВИТОН по тел. (812) 702-10-01 или по электронной почте sales@aviton.spb.ru. ●