

# Применение управляемых POL-преобразователей

## для модернизации системы электропитания

Современные высокопроизводительные микропроцессоры типа FPGA и ASIC имеют высокую плотность упаковки транзисторов и тонкий слой оксида под затвором. Их объединяет низкое рабочее напряжение питания, причем ток потребления может резко изменяться от миллиампер до десятков ампер и обратно. Чтобы обеспечить питание высокопроизводительное оборудование, например, серверы и телефонные станции, используются системы распределенного питания. Существует несколько таких схем. Самая распространенная в современных разработках схема — система питания с промежуточной шиной (Intermediate Bus Architecture — IBA), в которой может применяться до трех ступеней понижения напряжения (рис. 1).

Don Tuite

Перевод:  
Анатолий Ващилов

anatoliy.vaschilov@eltech.spb.ru

В зависимости от применения, преобразователь, использующийся на третьей ступени, можно назвать модулем стабилизации напряжения (VRM), или преобразователем питания в точке приложения нагрузки (Point of Load — POL). В этой статье будем называть их POL-преобразователями. Контроль должен быть, по крайней мере, тройной. Чем сложнее питаемые микросхемы, тем важнее мониторинг и контроль. Это относится и к синхронизации, и к последовательности подключения напряжения.

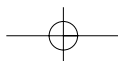
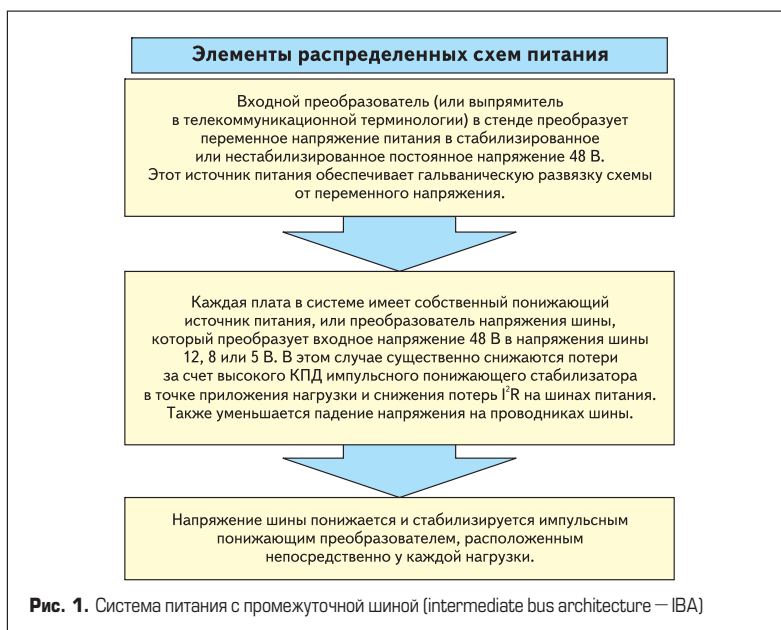
### Последовательность включения напряжений питания

Современные микропроцессоры требуют определенной последовательности подключения напряжения питания, поскольку при включении они проходят дежурный (спящий) режим и режим работы. При включении и выключении электропитания происходит переключение между этими двумя режимами. Кроме последовательности подключения напряжений очень важен контроль скорости нарастания выходного напряжения. Это даже важнее, чем последовательность подключения напряжений. От последовательности включения напряжений питания зависит, как эти несколько напряжений, приложенных к микросхеме, взаимодействуют друг с другом и какими способами можно исключить возникновение опасных переходных процессов.

### Исключение переходных процессов

На рис. 2 показаны сигналы напряжения питания ядра процессора и напряжения питания входов-выходов при неконтролируемом запуске (включении) Xilinx FPGA с использованием POL-преобразователя с двумя выходами. Желтый луч — входное напряжение 5 В POL-преобразователя; синие и фиолетовые лучи представляют питание устройства ввода-вывода 3,3 В и напряжения питания ядра процессора 1,8 В и зеленый луч — ток на выходе источника питания 3,3 В.

В запрограммированном FPGA данные о состоянии ключей и триггеров хранятся в оперативной памяти ячеек конфигурации. При включении FPGA, до того как произведено программирование ячеек оперативной памяти конфигурации, ключи и триг-



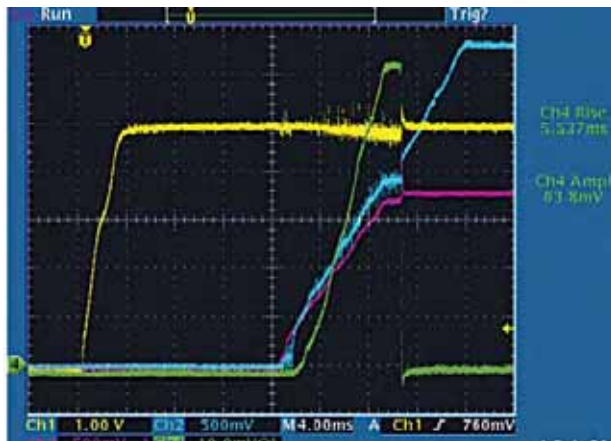
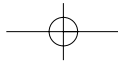


Рис. 2. Переходные процессы

геры находятся в случайном состоянии. После того как произведено программирование ячеек оперативной памяти конфигурации, ключи и триггеры программно устанавливаются в нужное состояние. Это вызывает кратковременный бросок тока более 6 А длительностью приблизительно 1,5 мс на выходе 3,3 В, после чего ток резко падает почти до нуля.

В течение этого переходного процесса на напряжения входов-выходов и напряжение на выходах триггеров не соответствуют напряжениям рабочего режима FPGA. Кроме того, из-за большого тока на выходе 1,8 В во время переходного процесса временно падает напряжение +5 В на входе POL-преобразователя.

### Синхронизация

Если частоты и фазы нескольких POL-преобразователей различны, они могут влиять друг на друга и создавать электромагнитные помехи на промежуточной шине. Синхронизация становится просто необходимой, когда используются мультифазные POL-преобразователи (рис. 3). На рисунке левая осциллограмма показывает помеху на входе в системе с тремя POL-преобразователями без синхронизации; нижняя осциллограмма показывает уменьшение помехи при сдвиге

фаз коммутации второго и третьего POL-преобразователей на 123,75° и 247,5° относительно первого.

### Мониторинг

Мониторинг дает два преимущества: обнаружение неисправностей и анализ отказов.

В центре регистрации и обработки данных нужно знать, во-первых, о том, что плата вышла из строя и, во-вторых, куда послать техника для ее замены. Однако лучше иметь более подробную информацию. Лучше сразу заменить модуль, температура или выходное напряжение которого устойчиво повышаются, чем ждать, пока он выйдет из строя полностью и приведет к выходу из строя другие элементы схемы. Для анализа отказов предпочтительнее использовать контроль рабочих характеристик источников питания в течение долгого времени.

### Простая коррекция

Чтобы осуществлять управление POL-преобразователями, которые используются при разработке распределенных систем питания, можно использовать схемы с простой коррекцией напряжения (рис. 4) или более современные схемы, предназначенные для этой цели, которые используют дистанционное управление по шине FC.

Простая коррекция — автоподстройка POL-преобразователя, принятая в Point of Load Alliance (POLA), в который входят компании-производители Astec, Artesyn, Ericsson Power

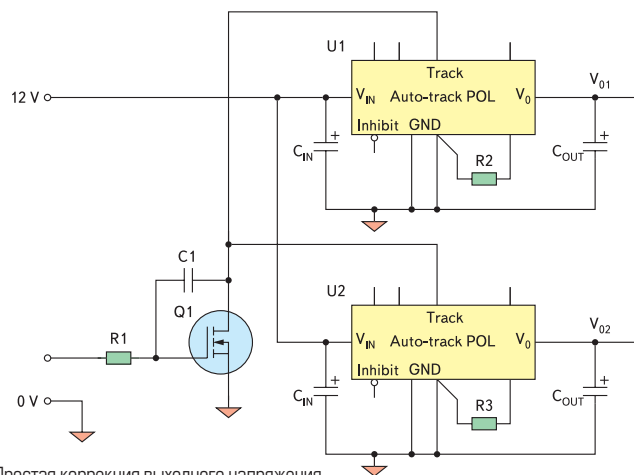


Рис. 4. Простая коррекция выходного напряжения

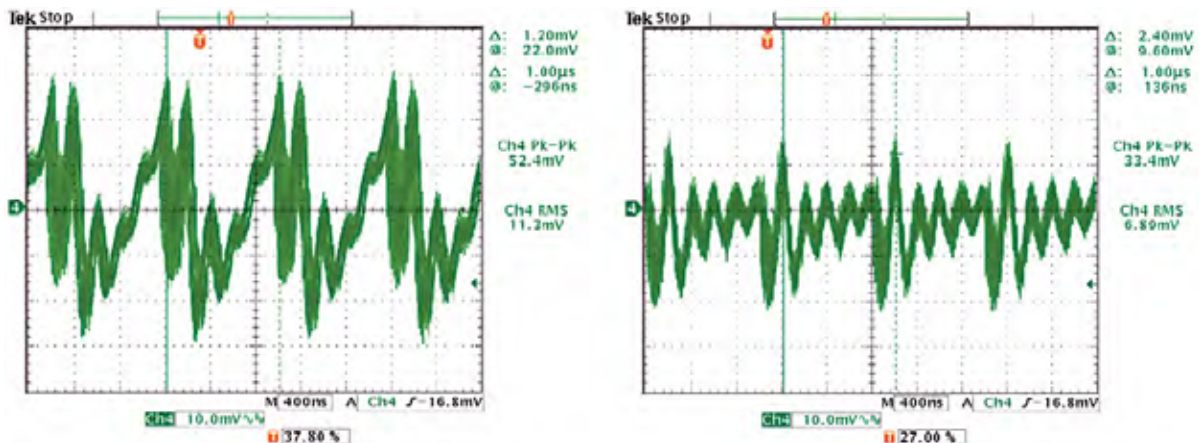
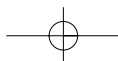


Рис. 3. Помехи на промежуточной шине питания



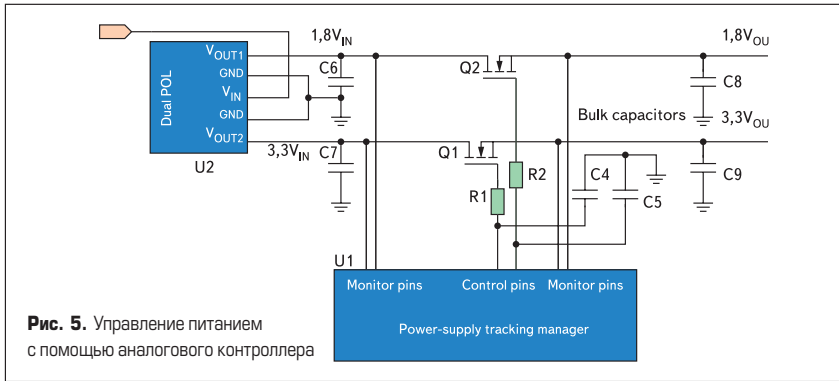
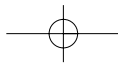


Рис. 5. Управление питанием с помощью аналогового контроллера

и Texas Instruments, осуществляется через вывод TRACK. Выходное напряжение POL-преобразователя изменяется в зависимости от напряжения на этом выводе. Выводы TRACK нескольких преобразователей POL соединяются вместе и управляются общим напряжением через один MOSFET (Q1 на рис. 4).

**Контроль последовательности включения и скорости нарастания выходного напряжения POL-преобразователей**

Аналоговые контроллеры управления питанием (рис. 5), предлагаемые многими производителями, позволяют осуществлять контроль последовательности включения и регулировать скорость нарастания выходного напряжения за счет дополнительных MOSFET-транзисторов и времязадающих резисторов и конденсаторов.

Типичные аналоговые контроллеры могут контролировать до четырех POL-преобразователей. Они могут обеспечить минимальную программируемость и управление по

средством JTAG-интерфейса или шины I<sup>2</sup>C. Поставщики предлагают графические интерфейсы на основе персонального компьютера, которые упрощают управление параметрами.

ИС управления питанием может контролировать напряжения на выходе преобразователя и на нагрузке (в данном случае POL преобразователя с двумя выходами, используемого для питания FPGA), управлять порядком их включения-выключения через последовательно включенные MOSFET-транзисторы. Время задержки при включении задается простыми RC-цепочками.

**Степень интеграции**

Аналоговое управление электропитанием (рис. 6) эффективно до определенного уровня сложности системы. При аналоговом управлении электропитанием увеличение количества POL-преобразователей (желтые блоки), приводит к резкому увеличению дискретных элементов (зеленые блоки) В системе, имеющей восемь выходных напряжений, которые

ми нужно управлять, используется более 200 дополнительных пассивных компонентов и дискретных полупроводниковых приборов, занимающих примерно 64,5 см<sup>2</sup> площади печатной платы. Разработка такой платы распределенного питания может растянуться на месяцы. В системах, соответствующих уровню High End (см. таблицу), выгоднее применять цифровую технологию управления питанием.

**Цифровое управление**

Эта технология позволяет построить интеллектуальную схему управления POL-преобразователями, сделать их индивидуально адресуемыми (через контакт связи) и связать с контроллером при помощи интерфейса через цифровую шину (рис. 7). Контроллер, в свою очередь, сообщает с системой мониторинга через шину I<sup>2</sup>C. В этом случае в режиме реального времени можно управлять 32-мя POL-преобразователями.

Параметры мониторинга:

- Диапазон выходного напряжения.
- Пороги отключения при повышении и понижении напряжения и тока, а также при повышении температуры.
- Последовательность включения-выключения и скорость нарастания выходного напряжения.
- Частота преобразования.
- Высокий и низкий пределы срабатывания сигнала «Power Good».
- Компенсация обратной связи.

Для систем со многими POL-преобразователями на плате интеллектуальный (цифровой) способ управления POL позволяет уменьшить количество элементов, используемых для управления питанием, и площадь печатной платы, а также предоставляет более широкие возможности управления и мониторинга (рис. 7).

**Графический интерфейс пользователя**

Как и аналоговые контроллеры, цифровые контроллеры питания имеют управляемые с помощью графического интерфейса пользователя инструментальные средства разработки и отладки, которые имеют более широкие возможности настройки, чем аналоговые контроллеры (рис. 8).

Опасные переходные процессы, которые могут возникнуть в микросхеме, перед макетированием можно представить с помощью

Таблица. Характеристики систем питания

Применение	Количество выходов	Выходные токи	Необходимость управления питанием	Исполнение	Цена	Приоритеты
<b>High End:</b> • Обработка и передача данных. • Испытательное оборудование. • High End серверы.	Более 6	От 10 до 100 А	Высокая. Системы очень чувствительны к режимам питания	Сложная структура модульных конвертеров, иногда дискретных	Более \$ 10000	Производительность. Цифровое управление
<b>Средний уровень:</b> • Серверы. • Сложное оборудование. • Телекоммуникации.	От 4 до 6	От 5 до 10 А	Средняя или высокая. Зависит от области применения.	DBA или LBA. Применяются модульные и дискретные конвертеры	От \$ 1000 до \$ 10000	Стоимость
<b>Низкий уровень:</b> • Медицина. • High End компьютеры. • Высококласная бытовая аппаратура.	Не более 3	Менее 5 А	Маленькая или не нужна совсем. Системы на одной микросхеме	Дискретные	Менее \$ 1000	Цена. Аналоговое управление

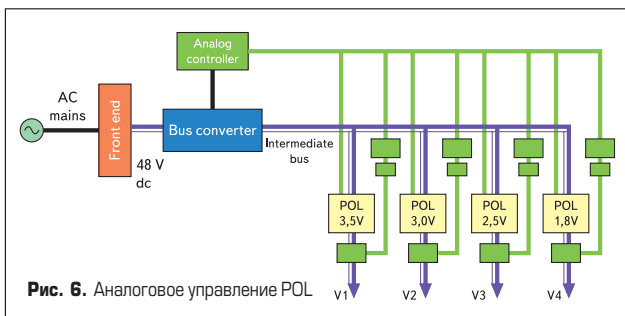


Рис. 6. Аналоговое управление POL

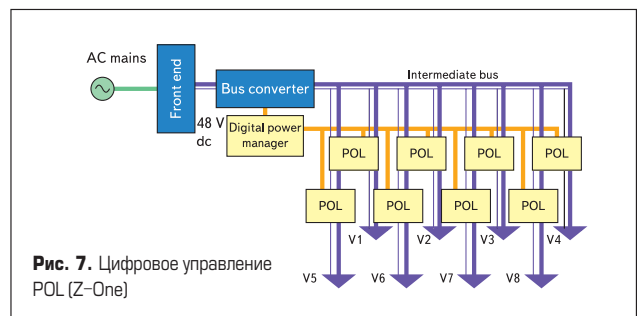
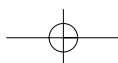


Рис. 7. Цифровое управление POL (Z-One)



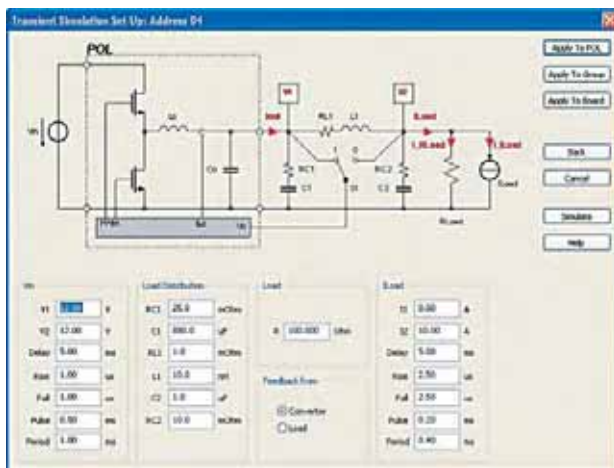
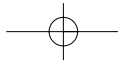


Рис. 8. Окно графического интерфейса

моделей, предоставляемых графическим интерфейсом пользователя.

### Преимущества от применения системы Z-One

Основным преимуществом является 90%-ное уменьшение количества компонентов, проводников печатной платы и времени на разработку.

Z-One совершенствует и модернизирует управление питанием:

- Уменьшает количество компонентов в системе, снижает стоимость, надежность и удельную мощность.
- Конструирование и моделирование с помощью графического интерфейса значительно упрощает разработку системы питания.
- Ведущие производители в области управления и преобразования питания предоставляют средства, позволяющие програм-

мировать выходные напряжения, последовательность включения и возможность подстройки характеристик выходного напряжения и пределов срабатывания защиты в процессе работы.

- Цифровой контроллер питания Z-серии:
- программирует преобразователи Z-POL и управляет ими;
  - контролирует промежуточную шину питания, обрабатывает сигналы и осуществляет защиту;
  - облегчает телеметрию рабочих характеристик Z-POL для дистанционного мониторинга и выявления неисправностей.

Z-POL Преобразователи обеспечивают:

- программируемое выходное напряжение от 0,5 до 5,5 В постоянного тока при входном напряжении от 3,0 до 13,2 В постоянного тока;
- плотность тока до 39 А на дюйм<sup>2</sup>;
- мониторинг напряжения, тока и температуры в режиме реального времени.

Из вышеизложенного видно, что применение современной системы цифрового управления распределенным электропитанием сложных телекоммуникационных систем связи и промышленных систем автоматизации позволяет значительно сократить затраты на создание систем электропитания, снизить эксплуатационные расходы и одновременно повысить качество электропитания таких систем.

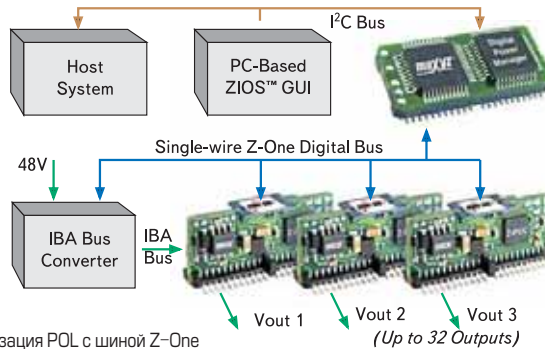


Рис. 9. Реализация POL с шиной Z-One

## Новая серия малогабаритных импульсных источников питания Mean Well MDR-20

Компания Mean Well выпустила новую серию малогабаритных импульсных источников питания MDR-20, предназначенных для установки на DIN-рейку. Серия разработана в связи с возросшими потребностями в маломощных источниках, которые можно устанавливать в стойку. Эти источники мощностью 15–24 Вт выполнены в полностью закрытом пластиковом корпусе, способном выдержать электрический разряд. Источники питания данной серии отличаются высоким КПД (до 84%), поэтому им достаточно только конвекционного охлаждения при максимальной температуре 70 °С. Благодаря этому увеличивается надежность и ресурс источников питания. Другой важной особенностью источников MDR-20 является низкая потребляемая мощность без нагрузки, что существенно расширяет их область применения. Источники могут использо-



ваться не только в тяжелых промышленных условиях, но и в информационных системах, где предъявляются жесткие ограничения по потребляемому без нагрузки току. Источники питания серии MDR-20 обеспечивают защиту от короткого замыкания, пе-

регрузки, превышения напряжения, а также сигнал выходного напряжения для мониторинга статуса источника питания.

Основные характеристики:

- Ширина всего 22,5 мм.
- Универсальный диапазон входных напряжений.
- Защита от короткого замыкания, перегрузки, превышения напряжения.
- Конвекционное охлаждение.
- Возможна установка на DIN-рейку.
- Сигнал статуса выходного напряжения.
- Потребляемая мощность без нагрузки <0,75 Вт.
- Светодиодный индикатор на корпусе источника питания.
- Габариты 22,5×90×100 мм.

[www.aviton.spb.ru](http://www.aviton.spb.ru)

