

Решения для источников питания, обеспечивающих время для резервного копирования и сохранения данных

Резервное копирование критичных данных во время отключения электропитания является очень важной особенностью современных цифровых систем. Потеря данных является большой проблемой для телекоммуникационных, промышленных и автомобильных приложений, и в этом вопросе их встроенные системы полностью зависят от бесперебойной подачи энергии. Кроме того, мгновенное отключение питающего напряжения и связанные с этим переходные процессы, возникающие по цепям питания, могут привести не только к повреждению, но и к полной потере данных во время операций чтения/записи на жестких дисках и flash-памяти. Сохранение данных во встраиваемых системах широко используется для обслуживания транспортных средств, оно облегчает устранение неполадок, проведение регламентных и ремонтных работ. Не менее важной областью в этом плане является современное сложное металлообрабатывающее оборудование. Здесь после отключения питания, для предотвращения отказов оборудования жизненно важно сохранить данные о положении и текущих, на момент отключения питания, режимах работы многочисленных исполнительных инструментов. И это состояние после возобновления питания должно восстановиться, а сам процесс обработки — продолжиться.

**Виктор Хасиев
Алексей Кулаков**

Традиционно для предотвращения проблем от коротких провалов напряжения проектировщики полагаются на высокое напряжение и сглаживающий конденсатор в схеме повышающего корректора коэффициента мощности (ККМ, или Power Factor Correction, PFC). При таком подходе выходное напряжение PFC, равное 350–400 В, и большая емкость конденсатора обеспечат во время удержания (этот параметр определяет время наличия номинального напряжения на выходе блока питания после отключения его питания) некоторый запас энергии, достаточный для функционирования запитанного от основного блока питания преобразователя и поддержки, таким образом, питания критических нагрузок. Это время, которое необходимо системе для безопасного выполнения операции резервного копирования данных. Однако некоторые области современной электроники, например в автомобилях, в принципе не используют AC/DC-преобразователи. Так что такая возможность использовать свойства PFC здесь полностью исключена. Кроме того, в такой области применения повышающие преобразователи заменяются на компактные изолированные обратноточные, от которых потом запитываются преобразователи малой мощности и распределенные системы питания. Таким образом, для питания устройств резервного копирования при их использовании в подобных средах единственным доступным вариантом является использование источников питания (ИП) низкого напряжения с заданным на уровне их схемотехники временем удержания.

Все решения для обеспечения резервного копирования в системах, не использующих аккумуляторы,

основаны на способности конденсатора накапливать энергию W :

$$W = \frac{C \times (V_{mx}^2 - V_{mn}^2)}{2},$$

$$W = V_0 \times I_0 \times T_h,$$

$$T_h = \frac{C \times (V_{mx}^2 - V_{mn}^2) \times \eta}{V_0 \times I_0},$$

где C — емкость конденсатора; V_{mx} , V_{mn} — максимальное и минимальное напряжение на конденсаторе; V_0 , I_0 — напряжение и ток нагрузки; η — КПД преобразователя; T_h — время удержания, т. е. время поддержки выходного напряжения в заданных пределах после отключения общего электропитания.

Для удовлетворения требования по времени удержания некоторые решения низкого напряжения полагаются на максимальную емкость конденсатора, часто путем применения суперконденсаторов. В других случаях предпочтительнее повысить имеющийся уровень низкого напряжения и использовать для накопления и хранения энергии гораздо менее дорогостоящие электролитические конденсаторы. Для сравнительно небольшого времени удержания и ограниченного бюджета проекта компания Linear Technology предлагает еще одно возможное экономичное решение, в котором не используются какие-либо дополнительные контроллеры или конденсаторы.

В одном из таких вариантов используется микросхема LTC3110, которая представляет собой 2-А двунаправленный повышающе-понижающий

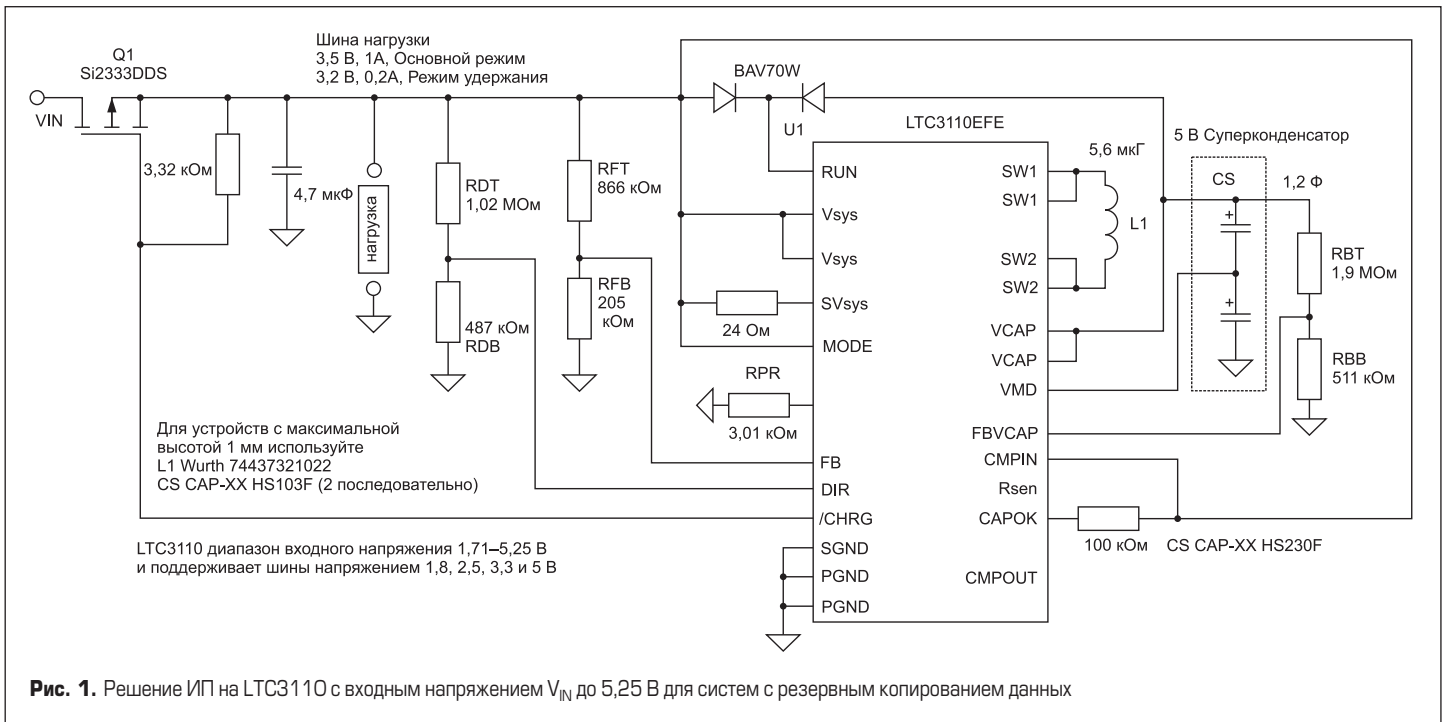


Рис. 1. Решение ИП на LTC3110 с входным напряжением V_{IN} до 5,25 В для систем с резервным копированием данных

DC/DC-преобразователь со стабилизацией напряжения, имеющий встроенную функцию заряда и балансировки супер конденсаторов. [1]. Данное решение является хорошим примером низковольтного ИП с использованием суперконденсатора. Электрическая схема такого решения показана на рис. 1. Входное напряжение в штатном режиме подается через открытый ключ, выполненный на МОП-транзисторе Q1, через него напряжение питания подается непосредственно на нагрузку (LOAD) и повышающе-понижающий преобразователь, выполненный на микросхеме LTC3110. Когда входное напряжение V_{IN} присутствует, микросхема LTC3110 работает в режиме заряда суперконденсатора. В этой схеме используется трехвыводной суперконденсатор CS, состоящий из двух последовательно соединенных

многослойных конденсаторов. Во время процесса зарядки контроллер LTC3110 оптимально уравнивает заряд секций конденсатора, уравнивая на них напряжения, что является условием предотвращения отказа конденсатора из-за перенапряжения, которое для суперконденсаторов, из-за особенностей их технологии, недопустимо. Когда подача входного напряжения V_{IN} по той или иной причине прерывается, то ключ на транзисторе Q1 размыкается, изолируя тем самым нагрузку от входного ИП. В этом случае микросхема LTC3110 «отбирает» энергию от суперконденсатора, разряжая его на нагрузку, но поддерживая при этом стабильное напряжение на шине, равное 3,3 В. Причем это происходит даже в том случае, когда напряжение на суперконденсаторах вместо их номинального, равного 5 В, падает намного

ниже 3,3 В (для уточнения см. [1]). Делитель напряжения на резисторах RDT, RDB определяет направление потока энергии «в» или «из» накопительного конденсатора. Напряжение на нагрузке задает (программирует) делитель напряжения на резисторах RFT, RFB, а делитель напряжения на резисторах программы RBT, RBB устанавливает уровень максимально допустимого напряжения на накопительном конденсаторе. Это решение может быть использовано в низкопрофильных приложениях, толщина которых составляет всего 1 мм (рис. 1).

Пример с использованием намного более дешевых, по сравнению с суперконденсаторами, электролитических или гибридных конденсаторов для накопления и хранения энергии, но с гораздо более высоким напряжением, представлен на рис. 2. Основой этого

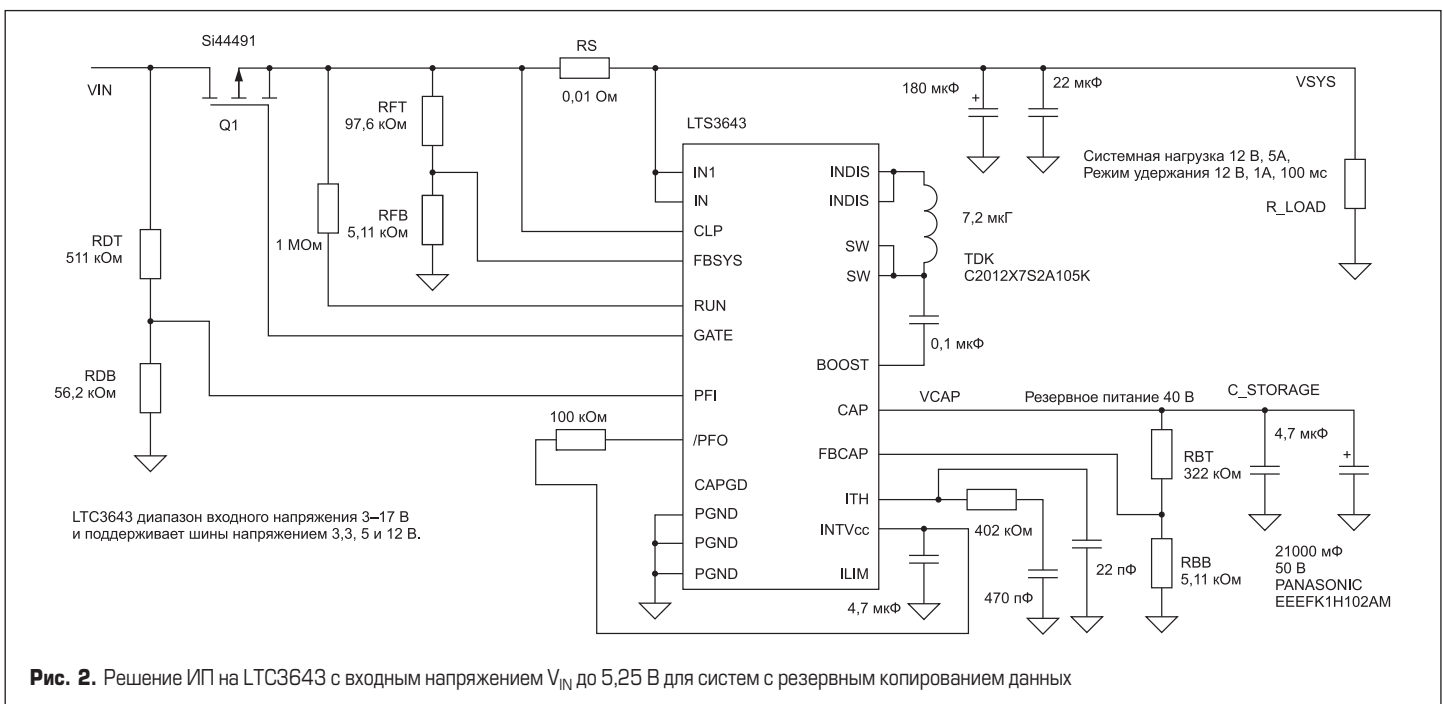


Рис. 2. Решение ИП на LTC3643 с входным напряжением V_{IN} до 5,25 В для систем с резервным копированием данных

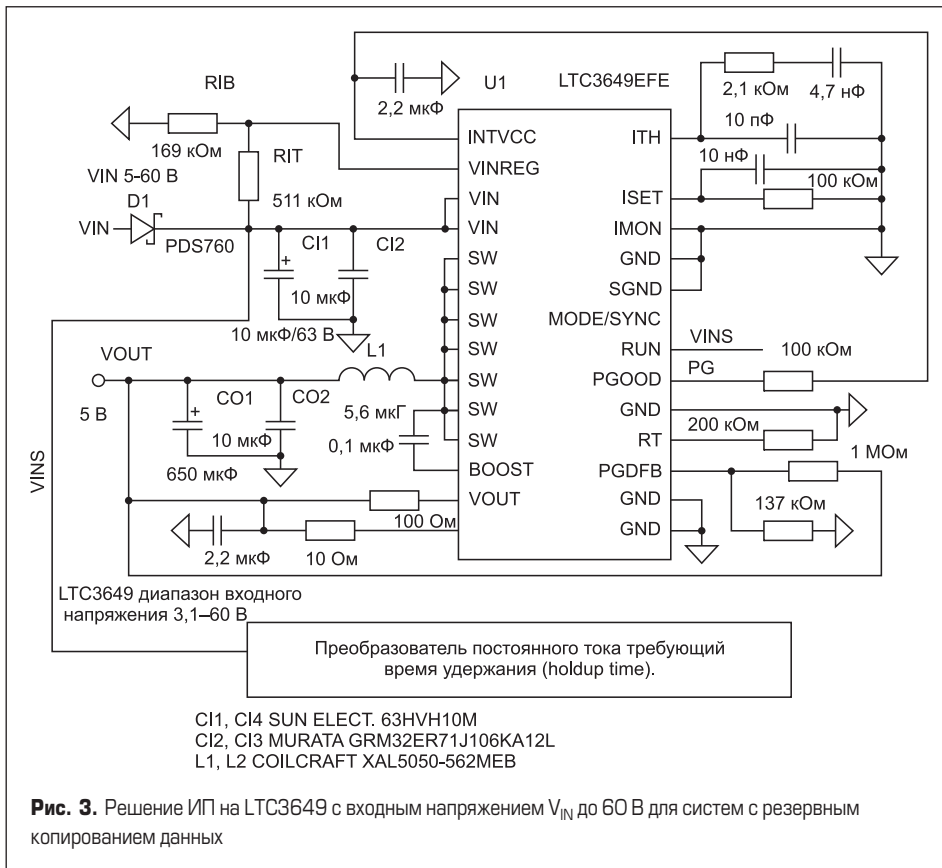


Рис. 3. Решение ИП на LTC3649 с входным напряжением V_{IN} до 60 В для систем с резервным копированием данных

решения для систем питания с резервированием данных является микросхема LTC3643 [2]. Она представляет собой контроллер повышающего импульсного стабилизатора напряжения, который, при наличии основного питающего напряжения, повышает его до уровня в 40 В. Когда подача входного напряжения прерывается, контроллер LTC3643 работает уже в качестве понижающего преобразователя, разряжая накопительный конденсатор на нагрузку, но поддерживая при этом запрограммированный для нее уровень напряжения. Резистивные делители в этом приложении выполняют те же самые функции, что и соответствующие им делители в примере, описанном выше.

Оба стабилизатора (рис. 1 и 2) для поддержания предварительно запрограммированного значения входного тока способны уменьшить ток зарядки конденсатора и дать приоритет нагрузке по отношению ко времени заряда накопительного конденсатора. Это особенно важно для систем с относительно высоким выходным сопротивлением ИП. Данная си-

туация имеет место, например, если питание осуществляется от небольшой батареи или система питается от маломощного AC/DC- или DC/DC-преобразователя. Реализация этой функции в микросхеме LTC3110 осуществляется с помощью резистора RPR, а в LTC3643 — через токовый сенсор RS.

Однако всегда имеются чувствительные к стоимости, но, тем не менее, важные проекты, для которых нужно, пусть и сравнительно небольшое, но некоторое время удержания. Такое решение, являющееся определенным компромиссом между стоимостью и временем удержания, представлено на рис. 3. Оно выполнено на микросхеме LTC3946, которая в составе DC/DC-преобразователя в штатных условиях работает в качестве понижающего преобразователя. Однако при отключении входного напряжения такая схема превращается в повышающий преобразователь. В этом случае преобразователь, выполненный на базе контроллера LTC3649, сохраняет установленное значение входного напряжения на шине питания критических нагрузок, разряжая для

этого свой собственный выходной конденсатор.

В штатных условиях эксплуатации нестабилизированное напряжение входной шины V_{INS} подается на преобразователь, выполненный на микросхеме U1 (LTC3649), через блокировочный диод D1. Этот преобразователь работает в режиме формирования понижающего стабилизированного напряжения 5 В (OUT) для питания некритичной нагрузки. Та же шина, V_{INS} , подключена к другому DC/DC-преобразователю, который используется уже для питания критической нагрузки и которому крайне необходимо некоторое время удержания его входного напряжения. Схема работает следующим образом: когда происходит прерывание подачи питающего напряжения, преобразователь, выполненный на микросхеме U1, переходит в режим повышения напряжения и сохраняет предварительно запрограммированный уровень напряжения на шине V_{IN} путем разряда и отбора энергии от своих конденсаторов выходного фильтра CO1 и CO2. Этот уровень напряжения программирует делитель, выполненный на резисторах RIT и RIB. Флаг PGOOD (PG) микросхемы U1 может быть использован для выдачи команды об обнаружении сбоя в цепи питания и возможного отключения некритичной части схемы. Если вывод MODE/SYNC остается неподключенным, то микросхема LTC3649 переводится в режим повышения напряжения.

Заключение

Представленная в данной статье подборка схем ориентирована на DC/DC-системы и охватывает широкий диапазон входных напряжений: 1,8–5,5 В при использовании микросхемы LTC3110; 3–17 В при использовании LTC3643; и от 3,1 до 60 В при LTC3649. Все три решения могут быть успешно использованы для применения как часть системы питания автомобильного и промышленного оборудования, которое при отключении входного напряжения требует определенного времени для выполнения резервного копирования данных.

Литература

1. <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/3110fb.pdf>.
2. <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/3643fb.pdf>.
3. <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/3649fa.pdf>.