



Константин Староверов

TPS2359 – КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕМ ДВУХ МОДУЛЕЙ ADVANCEDMC™



Тенденции миниатюризации, удешевления и повышения надежности не обошли стороной и рынок встраиваемых систем модульного типа, применяемых в телекоммуникационном оборудовании и в системах автоматизации. В определенной мере эти тенденции поможет удовлетворить новая разработка Texas Instruments. Это TPS2359 – ИС контроллера управления электропитанием двух модулей AdvancedMC. Микросхема в полной мере отвечает особым требованиям по надежности и резервированию функций, предъявляемым к электропитанию таких модулей.

Многие производители современных встраиваемых систем, которые нацелены на улучшение производительности, надежности, удобств использования, функциональности и масштабируемости своей продукции при условии сохранения ее конкурентоспособности, отдают предпочтение архитектурам AdvancedTCA (ATCA) и MicroTCA (MTCA). Их окончательной конструктивной единицей являются модули расширения (мезонины) формата AdvancedMC* (AMC), которые устанавливаются на несущие платы (carrier board) по стандарту ATCA или единую объединительную плату (backplane) по стандарту MTCA. Типичными примерами мезонинов, выполненных по стандарту AMC, являются модули проводных и беспроводных коммуникационных интерфейсов, процессоров и сопроцессоров, а также запоминающих устройств большого объема.

Помимо требований к архитектуре, конструкции, управлению тепловыми режимами и интерфейсам взаимного подключения модулей, указанными выше стандартами также оговариваются особые требования к системе электропитания. Интерфейс электропита-

ния одного модуля AMC образуют два канала: один на напряжение +3,3 В для питания встроенной системы управления платформой (management power) и один на напряжение +12 В для рабочей вычислительной системы модуля (payload power). При этом в каждом из этих каналов должны быть предусмотрены элементы, отвечающие за управление включением/отключением каналов, обеспечение возможности «горячей» коммутации модулей (т.е. подключение и отключение без снятия напряжения питания), мониторинг ключевых параметров, ограниче-

ние максимальной потребляемой мощности и защиты от аварийных режимов работы. Более того, стандартом MTCA оговаривается возможность избыточного электропитания модулей AMC, которая связана с необходимостью реализации функций макси-селектора напряжений (ORing) для автоматического ввода в работу исправного канала питания. Выполнение перечисленных функций над силовыми цепями – задача не из простых. Она требует реализации достаточно сложной схемы, состоящей из ряда силовых коммутаторов, аналоговых компонентов контроллера и регулирования, элементов сигнализации и др. Очевидно, что говорить о высокой надежности такой схемы можно только в случае, если ее основой будет высокоинтегрированная ИС, содержащая большинство элементов схемы. Абсолютным лидером в этом плане можно назвать компанию Texas Instruments, так как представлен-

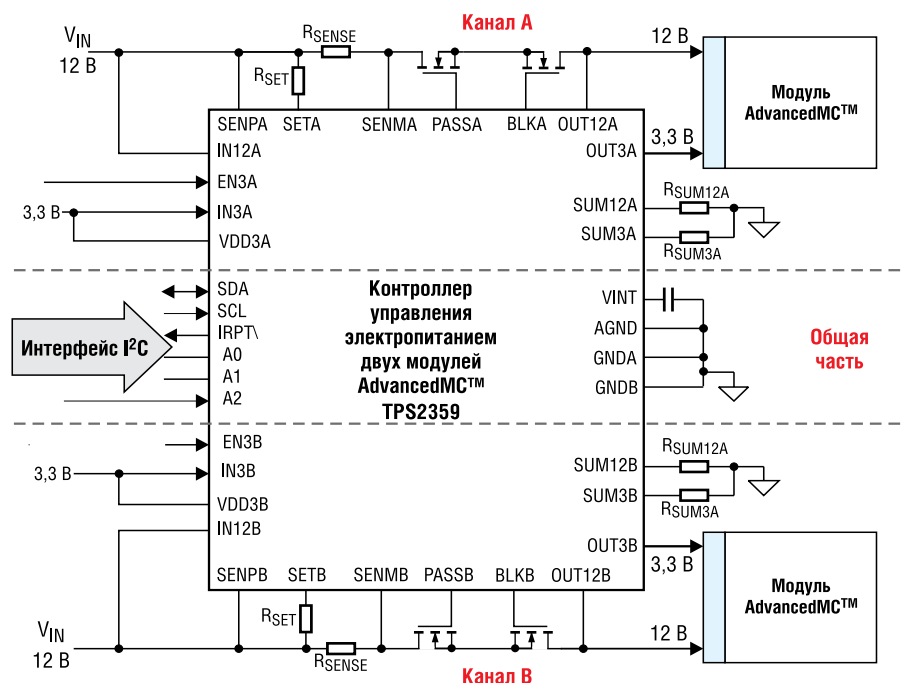


Рис. 1. Типовая схема включения контроллера TPS2359

* Все перечисленные стандарты регулируются консорциумом производителей телекоммуникационного и компьютерного оборудования PICMG (<http://www.picmg.org>)

Таблица 1. Технические характеристики контроллера TPS2359

Общие характеристики	
Количество управляемых модулей АМС	2
Цифровой последовательный интерфейс/Количество выбираемых подчиненных адресов	I ² C/27
Собственный потребляемый ток, мА ($I_{OUT3A} = I_{OUT3B} = 0$) — все каналы включены — все каналы отключены	3,1...4 — 2...2,8
Задержка срабатывания быстродействующей токовой защиты, нс, не хуже	350
Защита от электростатических разрядов по модели человеческого тела, кВ, не хуже	2
Корпус: — число выводов/тип — размеры, мм — шаг выводов, мм — тепловое сопротивление переход-окружающая среда, К/Вт	36/QFN 6x6 0,5 35
Рабочий температурный диапазон, °С	-40...125
Температурный порог блокировки всей ИС, °С	140...150
Температурный порог блокировки 3,3-вольтовых каналов, °С	130...140
3,3-вольтовые каналы	
Количество каналов	2
Входной диапазон V_{IN3X} , В	3...4
Выходной ток мА, I_{OUT3X} , не более	165
Порог срабатывания блокировки при снижении напряжения/гистерезис, В	$2,75 \pm 0,1/0,24$
Порог ограничения тока, мА	170...225
Пороговое напряжение узла суммирования, мВ	675 ± 20
Сопротивление канала встроенных МОП-транзисторов, мОм $R_{(DS)ON.TYP}$	290
12-вольтовые каналы	
Количество каналов	2
Входной диапазон, В, V_{IN12X}	8,5...15
Порог срабатывания блокировки при снижении напряжения/гистерезис, В	$8,5 \pm 0,4/0,5$
Порог срабатывания быстродействующей токовой защиты, мВ	100 ± 20
Порог ограничения тока, А	<20
Пороговое напряжение узла суммирования, мВ	675 ± 15

ная ею в этом году ИС TPS2359 (см. таблицу 1) не только интегрирует большинство элементов интерфейса питания модуля АМС, но и дублирует их количество, позволяя управлять питанием сразу двух мезонинных модулей.

Такой прирост в уровне системной интеграции позволяет не только повысить надежность, но и упростить разработку схемных решений, совместимых с требованиями стандартов PICMG-АМС.R2.0 и PICMG-МТСА.0, а также ускорить этапы тестирования и сертификации конечной продукции.

Обзор решения на основе TPS2359

Как следует из рисунка 1, ИС TPS2359 состоит из двух идентичных каналов управления напряжениями питания модулей АМС (12 В и 3,3 В), а также общей части, которую образуют общий вывод, вывод подключения блокировочного конденсатора (V_{INT}) и последовательный интерфейс I²C для контроля и управления ИС. Для получения завершеного решения ИС необходимо дополнить небольшим числом внешних компонентов, в т.ч. мощными МОП-транзисторами и токоизмерительными шунтами в 12-вольтовых

каналах, а также резисторами для задания уставок ограничения тока. Кроме того, в дополнение к возможности программного управления включением/отключением 3,3-вольтовых каналов, у микросхем предусмотрены отдельные выводы аппаратного управления включением/отключением (EN3A/EN3B). У 12-вольтовых каналов такая возможность реализована только программно.

Функция ограничения тока

Цепь прохождения 3,3-вольтовых линий питания образованы внутренними проходными МОП-транзисторами и токоизмерительными резисторами. Ее суммарное сопротивление лежит в пределах 290...500 мОм. Требованиями стандарта AdvancedMC™ предписано, что сопротивление между источником и нагрузкой должно быть не более 1 Ом. Таким образом, TPS2359 даже в наихудшем случае не переключит и половины этого значения.

Для защиты 3,3-вольтовых каналов от действия токов короткого замыкания в них интегрирована быстродействующая токовая защита. Она активизируется, если величина тока через канал превысит 300 мА (номинальное значение). В

этом случае моментально блокируется внутренний проходной транзистор, а затем осуществляется плавный переход в режим ограничения тока. Величина порога ограничения тока задается с помощью резистора, подключенного к выводу узла суммирования R_{SUM3X} , и рассчитывается путем деления порогового напряжения узла суммирования (см. таблицу 1) на сопротивление внешнего резистора. Например, чтобы установить отвечающий требованиям AdvancedMC™ и MicroTCA™ порог ограничения тока 195 мА, необходимо к выводу R_{SUM3X} подключить резистор с сопротивлением 3,3 кОм.

Поскольку ограничение тока связано с работой проходного транзистора в аналоговом режиме, необходимо ограничить длительность такого режима. Для этого в каждом канале предусмотрен отдельный таймер с возможностями программирования выдержек времени в пределах 0,5...16 мс с шагом 0,5 мс. Таймер активизируется всякий раз, когда канал переходит в режим ограничения тока. Если по истечении установленной выдержки времени ограничение тока останется активным, работа канала заблокируется. Дальнейшая его работа зависит от состояния бита

FLTMODE. Когда он равен нулю (установка по умолчанию), разблокировка канала возможна только «вручную» отключением, а затем повторным включением канала. Если же **FLTMODE = 1**, то попытки разблокировки канала будут осуществляться автоматически с выдержкой времени в сто раз большей относительно текущей установки программируемого таймера. Столь большое соотношение выдержек времени позволяет существенно снизить среднюю рассеиваемую мощность в режиме ограничения тока. Если же по каким-либо причинам разогрева ИС не удастся избежать, защитить ее от повреждения поможет температурная защита.

Функция ограничения тока в 12-вольтовых каналах реализована более гибко. Во-первых, поскольку в этих каналах токоизмерительный резистор внешний, то подбором его сопротивления можно влиять на уставку быстродействующей токовой защиты. Номиналы этого резистора обычно лежат в пределах 4...10 мОм. Во-вторых, уставка ограничения тока здесь зависит от сопротивлений сразу трех внешних сопротивлений: установочного резистора R_{SET} , токоизмерительного шунта R_{SENSE} и резистора, подключенного к узлу суммирования R_{SUM} :

$$I_{LIMIT} = 0,675V \times R_{SET} / (R_{SUM} \times R_{SENSE})$$

Наконец, в-третьих, в 12-вольтовых каналах предусмотрена возможность программируемого снижения заданных внешними элементами уставок токовых защит (до четырехкратного).

Описанный механизм ограничения тока с одним фиксированным порогом типичен для систем с избыточным питанием, когда пусковые токи могут распределяться между активными каналами питания. В системах без избыточности может оказаться востребованной двухпороговая схема токоограничения, когда для ограничения пусковых токов применяется более высокий порог, чем для ограничения токов перегрузки. Эта возможность в полной мере учтена в 12-вольтовых каналах TPS2359. Если бит 12VNRS запрограммировать равным 1, то во время запуска уставки токовых защит будут

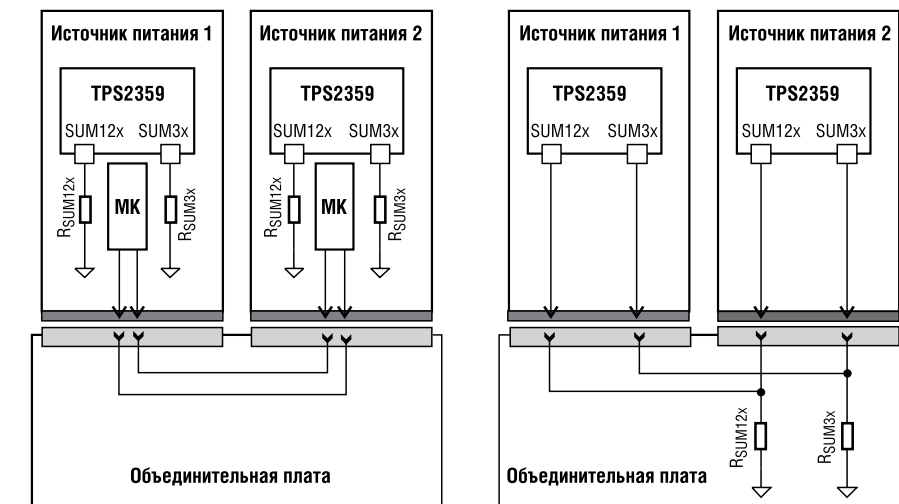


Рис. 2. Сравнение схем избыточного питания по стандарту MTCA и при использовании режима MULTISWAP

максимальными и зависеть только от параметров внешних задающих элементов. По завершении запуска в силу вступят уставки с учетом запрограммированных значений коэффициентов их снижения.

Функция макси-селектора напряжений

Функция макси-селектора применяется в системах с избыточным питанием. В простейшем виде эта схема реализуется на выпрямительных диодах: анод каждого диода соединяется с плюсом отдельного источника питания, а их катоды соединяются вместе и подключаются к нагрузке. Такая схема обеспечивает бесперебойность подачи напряжения питания к нагрузке до тех пор, пока остается исправным хотя бы один из источников питания, и делает невозможным протекание тока в каждом из каналов питания в обратном направлении. Однако при работе с большими токами нагрузки (единицы-десятки ампер) схема на диодах оказывается малоэффективной ввиду больших потерь мощности, поэтому в таких случаях прибегают к использованию активных схем макси-селекторов на основе силовых МОП-транзисторов. Именно такой подход реализован в рассматриваемой ИС.

В 3,3-вольтовом канале исполнительным элементом схемы макси-селектора является проходной МОП-транзистор. Он закрывается, когда напряжение на

выходе на 3 мВ превышает напряжение на входе. Такая ситуация возникает при активности одного из избыточных каналов питания со сколько-нибудь более высоким выходным напряжением. Таким образом входящие в каждую ИС схемы макси-селекторов обеспечивают, чтобы именно этот канал оставался в работе. Отпирание МОП-транзистора произойдет в случае, если выходное напряжение окажется на 10 мВ меньшим относительно входного.

Исполнительным элементом макси-селектора 12-вольтовых каналов являются внешние МОП-транзисторы. Управление ими также осуществляется, исходя из перепада напряжения между входом и выходом. Только здесь, в дополнение к рассмотренным порогам -3 мВ/10 мВ имеется возможность задания смещенного порога блокировки МОП-транзистора: 3 мВ вместо -3 мВ. Для этого необходимо установить бит **12xHP = 1**. Смещенный порог блокировки рекомендуется использовать при работе с повышенными токами нагрузки.

Функция разряда выходной емкости

В каждом из 3,3- и 12-вольтовых каналов предусмотрена опциональная возможность контролируемого разряда выходной емкости. Ее потребность возникает в связи с тем, что применяемое для перезапуска нагрузки отключение с последующим повторным включением

нием может оказаться безрезультатным, так как напряжение на нагрузке не успеет снизиться до уровня, при котором активизируется логика сброса. У TPS2359 активность разряда (включен/отключен) управляется состоянием бит 3/12BDS 3,3/12-вольтовых каналов. Для контроля процесса разряда предусмотрен специальный компаратор напряжения, который блокирует команду разрешения работы канала, если выходное напряжение не станет ниже порогового значения (100 мВ). Именной работой этого компаратора и гарантируется надежность перезапуска нагрузки. Активность компараторов управляется битами 3/12BUV.

Работа в режиме MULTISWAP

ИС TPS2359 может работать в дополнительном режиме, который носит название MULTISWAP и ориентирован на использование в системах с избыточностью питания, допускающих отход от требований стандарта MicroTCA™. Дело в том, что описанная в

MicroTCA схема избыточного питания подразумевает использование в каждом источнике питания микроконтроллера, взаимодействующего с микроконтроллером другого (избыточного) источника питания. Если же использовать режим MULTISWAP, то взамен микроконтроллеров достаточно соединить вместе соответствующие узлы суммирования и нагрузить их общим сопротивлением (рис. 2). В таком случае, пороги ограничения тока будут применяться к суммарному току всех источников питания и не будут зависеть от фактического количества работающих источников питания.

Сигнализация состояния каналов

Состояние каждого из четырех каналов сигнализируется шестью битами (всего 24 бита), доступными для считывания через интерфейс I²C. Предусмотрена сигнализация следующих состояний:

- выходное напряжение достигло установившегося значения (PowerGood);


- токовая перегрузка существовала дольше установленной выдержки времени;
- сработала быстродействующая токовая защита;
- проходной МОП-транзистор включен/отключен;
- МОП-транзистор схемы макси-селектора включен/отключен (только для 12-вольтовых каналов);
- блокировка проходного МОП-транзистора активна/неактивна (только для 3,3-вольтовых каналов).

Заключение

Таким образом, благодаря высокой степени интеграции, возможности программирования и реализованному набору функциональных возможностей, контроллер TPS2359 можно считать универсальным инструментом для реализации каскадов управления электропитанием мезонинных модулей AdvancedMC. ИС может использоваться в составе архитектур, выполненных, как по стандарту AdvancedTCA, так и MicroTCA, как с избыточностью электропитания, так и без нее. Во всех этих применениях преимущества TPS2359 неизменны: она служит гарантом высокой надежности и простоты схемного решения, которые в свою очередь создают предпосылки для снижения себестоимости, затрат на разработку, тестирование и сертификацию продукции.

Для ускорения проектирования разработчикам доступен специальный оценочный модуль TPS2359EVM, который через порт USB подключается к ПК и через программу пользовательского интерфейса позволяет управлять регистрами TPS2359 и контролировать их состояние.

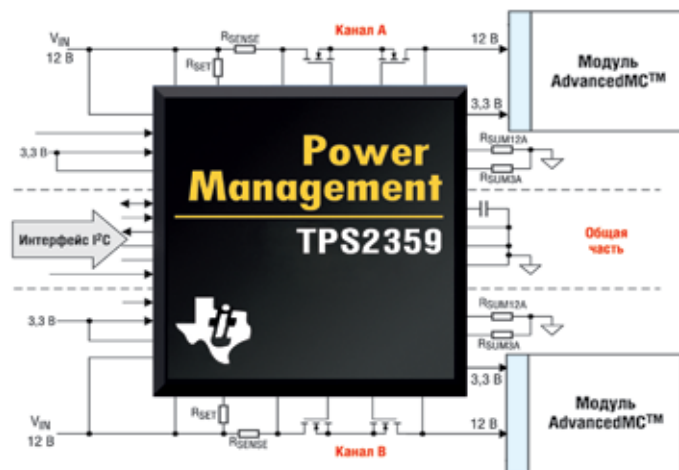
Литература

1. TPS2359 Full Featured Dual-Slot AdvancedMC™ Controller// Data Sheet, Texas Instruments, Lit. Num. SLUS792D, JUNE 2008. — 49 p. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: analog.vesti@compel.ru

 TEXAS INSTRUMENTS

Контроллер управления электропитанием двух модулей ADVANCEDMC™ TPS2359



- I²C интерфейс для конфигурирования источника питания
- Питание двух плат AdvancedMC
- На 75% меньше компонентов по сравнению с конкурентами
- Поддержка "горячей" замены и совместимость со стандартами ATCA и MicroTCA




www.compel.ru