

КОНТРОЛЛЕР ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРА В КОМПАКТНОМ КОРПУСЕ С ДИАПАЗОНОМ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ USB ДО +36 В



Вступление

В подавляющем большинстве современной потребительской электроники, начиная с автотрекеров и навигаторов и заканчивая портативными плеерами и радиостанциями, используются аккумуляторы. Для зарядки у конечного пользователя этих устройств под рукой, как правило, оказывается множество различных источников питания. В статье описывается контроллер заряда аккумулятора производства компании Linear Technology, облегчающий создание универсального входа питания.

В идеале источник питания должен быть совместим с любым из аккумуляторов. Линия питания в интерфейсе USB имеет напряжение 5,0 В, низковольтные AC/DC-адаптеры выдают плохо стабилизированное напряжение 4,5–5,5 В, у высоковольтных AC/DC-адаптеров выходное напряжение лежит в пределах 12–24 В, в шине FireWire напряжение питания может варьироваться от 8 до 33 В, напряжение в бортовой сети автомобиля 12–14 В... У стандартных микросхем-контроллеров заряда аккумулятора диапазон допустимых входных напряжений не столь широк, и для того чтобы сделать устройство с универсальным входом питания, нужно использовать дополнительный преобразователь напряжения, что проблематично, учитывая, насколько критичны габариты и масса в современных электронных устройствах.

Микросхема LTC4090 разработана специально для комплексного решения задачи питания устройств с аккумуляторными батареями. Она имеет входы внешнего питания с диапазоном рабочих напряжений 5–36 В, встроенный импульсный понижающий преобразователь с выходным током 2 А, встроенный линейный контроллер заряда аккумулятора и встроенный таймер, ограничивающий время заряда. Схема законченного решения на микросхеме LTC4090 показана на рисунке 2, все элементы располагаются на одной стороне платы и занимают площадь менее 1,7×1,7 см.

Вся схема питания на одной микросхеме

Микросхема LTC4090 интегрирует в себе все функции, необходимые для построения качественного источника питания в приборе с аккумулятором. Микросхема имеет вход питания с широким диапазоном входных напряжений 6–36 В, отдельный 5 В совместимый вход питания для подключения к интерфейсу USB, вход для подключения Li-ion аккумулятора и выход на нагрузку. Внутренняя логика микросхемы сама коммутирует токи таким образом, чтобы расходовать заряд и рабочий ресурс аккумулятора максимально экономично. При наличии напряжений одновременно на двух входах питания приоритет отдается отбору мощности от высоковольтного 6–36 В входа, при наличии напряжения питания только на USB-совместимом 5 В входе нагрузка питается от него с соблюдением ограничений по максимальному току потребления от USB-шины, в обоих случаях одновременно с питанием нагрузки происходит зарядка аккумулятора, а при нехватке мощности на входах питания часть мощности отбирается от аккумулятора. На рисунке 3 показана упрощенная схема коммутации токов внутри и снаружи микросхемы.

Ограничение тока потребления от USB

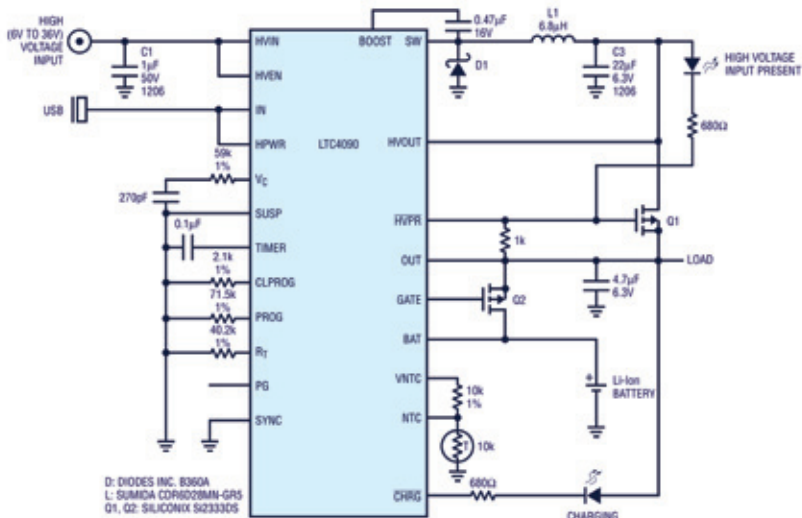
Согласно принятым стандартам, USB-хост разрешает любому вновь подключенному устройству отбирать от шины питания ток до 100 мА. Пользуясь этим током, устройство должно передать хосту свой дескриптор,



Александр Федоров,
инженер по внедрению продукции Linear Technology

В настоящее время LTC4090 широко применяется в портативных и автомобильных ГЛОНАСС/GPS-трекерах. Функционально заменяя несколько микросхем, она значительно упрощает расчет и проектирование системы питания всего устройства.





Импульсный понижающий стабилизатор

Высоковольтный вход питания HVIN микросхемы LTC4090 может быть подключен к внешнему источнику питания с напряжением 6–36 В и выдерживает кратковременные всплески до 60 В. Вход HVIN — это силовой вход обычного понижающего DC/DC-преобразователя, схему которого можно увидеть на рисунке 3. Для работы преобразователя требуются внешние элементы, катушка индуктивности и диод. Выходное напряжение преобразователя поддерживается на уровне напряжения на аккумуляторе +300 мВ, но не менее 3,6 В, для того чтобы система сохраняла работоспособность даже при полностью разряженном аккумуляторе. Максимальный выходной ток импульсного стабилизатора составляет 2 А. Как видно на схеме (Рис. 1), линейный стабилизатор, через который происходит питание нагрузки и зарядка аккумулятора, выполняется на внешнем транзисторе Q1.

Рис. 1. Типовое применение LTC4090

в котором содержится информация о типе устройства и требуемом ему токе. После этого хост может разрешить устройству поднять ток потребления до 500 мА. В компьютерах шина питания USB физически подключена к внутренней шине +5 В, ток потребления никак не контролируется и разъем USB не может быть отключен от питания. Ноутбуки контролируют ток потребления от USB, и могут отключать его. Во всех ноутбуках это организовано по-разному, чем новее модель ноутбука, тем строже в ней соблюдаются нормативы. Создание устройства с питанием от USB требует внимания.

В микросхеме LTC4090 для подключения к шине USB предусмотрен отдельный вход питания. Максимальный потребляемый ток задается резистором на входе CLPROG и логическим уровнем на входе HPWR и может регулироваться в диапазоне 95–476 мА. В схеме на рисунке выбрано максимально возможное значение 476 мА. Это ограничение касается только тока, потребляемого микросхемой по входу IN, и никак не ограничивает ток потребления входа HVIN или ток питания нагрузки.

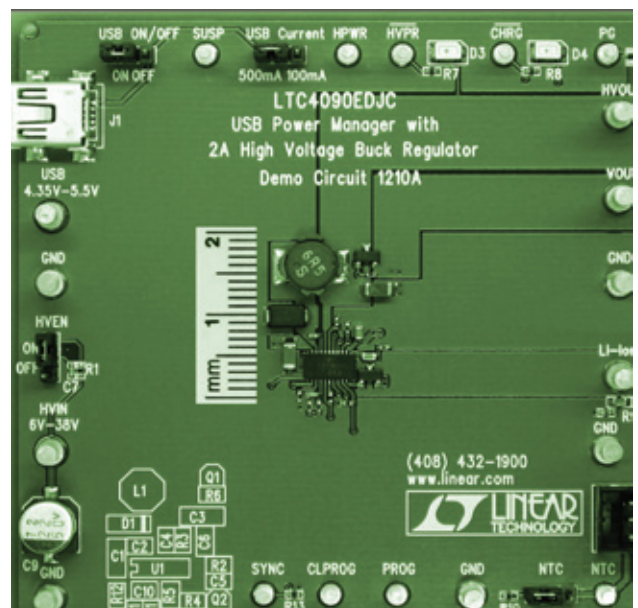
Функция «идеального диода» для питания нагрузки без потерь

Для питания нагрузки током аккумулятора выход подключения аккумулятора BAT и выход подключения нагрузки OUT замыкаются интегрированным в микросхеме ключом. «Идеальным диодом» этот ключ назвали из-за того, что исторически на его месте всегда был диод, падение напряжения на котором неизбежно приводило к потерям энергии. Внутренняя логика микросхемы управляет ключом таким образом, что он имитирует работу идеального диода. Ключ открывается, когда напряжение на выходе OUT оказывается меньше напряжения на аккумуляторе, это может происходить, если ток нагрузки больше тока питания микросхемы или если внешнее питание вовсе отсутствует. Сопротивление интегрированного ключа в открытом состоянии 215 мОм, параллельно ему, как это показано на схеме (рис. 1), можно поставить внешний P-канальный MOSFET с любыми требуемыми характеристиками, сняв таким образом ограничения максимально допустимого тока нагрузки.

Алгоритм зарядки аккумулятора

Алгоритм заряда аккумулятора в микросхеме LTC4090 полностью соответствует рекомендациям производителей Li-Ion аккумуляторов. Аккумулятор заряжается постоянным током, температура аккумулятора измеряется при помощи терморезистора и поддерживается на постоянном уровне, зарядка продолжается в течение заданного времени, в конце зарядки на аккумуляторе поддерживается постоянное напряжение 4,2 В с точностью 0,8%. Ток зарядки программируется резистором на входе микросхемы PROG, его максимально возможное значение 1,5 А. В схеме на рисунке 1 резистор Rprog = 40,2 КОм

Рис. 2. Внешний вид законченного решения на базе LTC4090



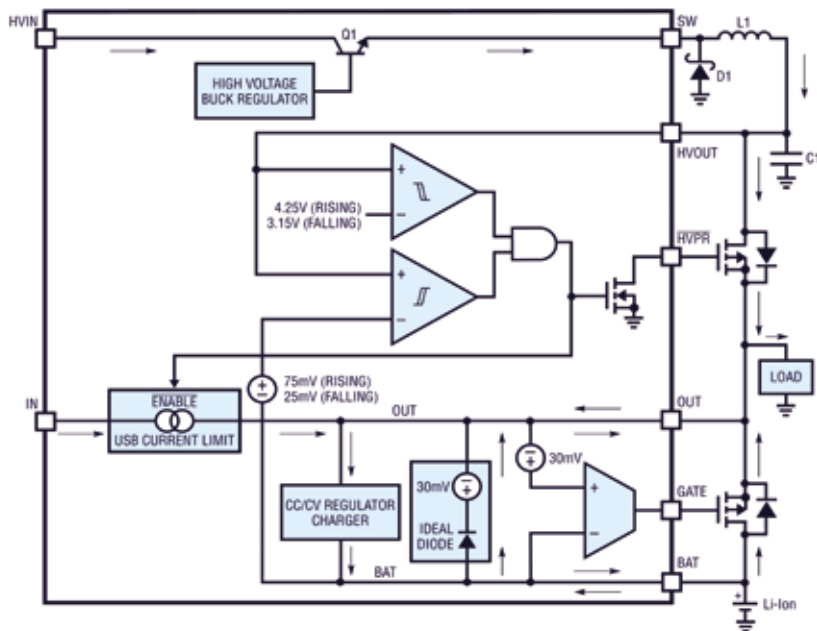


Рис. 3. Упрощенная схема коммутации токов внутри и снаружи LTC4090

ограничивает ток зарядки значением 700 мА. Помимо установленного при помощи резистора значения, на ток зарядки накладываются и все остальные ограничения: ограничение по максимальному току потребления входа IN, если микросхема питается от USB, ограничение максимально допустимой температуры корпуса аккумулятора. Во время зарядки аккумулятора на выходе CHRG микросхемы поддерживается низкий уровень. Аккумулятор заряжается постоянным током до тех пор, пока напряжение на нем не достигнет 4,2 В. Далее ток зарядки начинает уменьшаться. После того как он падает до уровня 10% от установленного резистором Rprog значения, микросхема считает аккумулятор полностью заряженным и переводит выход CHRG в состояние высокого импеданса.

Помимо контроля тока и напряжения, микросхема LTC4090 контролирует и время зарядки. Времязадающий конденсатор подключается к входу TIMER, на рисунке 1 его значение

Особенности микросхем LTC4090:

- «бесшовное» переключение между входами преобразователя и АКБ;
- 2А-выход с адаптивным контролем;
- встроенный «идеальный диод»;
- корпус DFN 3x6mm.

0,1 мкФ устанавливает время зарядки, равное 2,145 ч. По истечении этого времени цикл зарядки, в случае если он еще не закончен, заканчивается, и выход CHRG переходит в состояние высокого импеданса.

Автоматическое увеличение времени зарядки аккумулятора

В микросхеме LTC4090 предусмотрена функция автоматического увеличения разрешенного времени зарядки аккумулятора. Если во время зарядки ток заряда оказывается ограниченным недостаточным током питания микросхемы или необходимостью уменьшить его из-за перегрева аккумулятора, установленное времязадающим конденсатором время заряда автоматически увеличивается на пропорциональную величину. Увеличение времени происходит только если ток заряда оказался ограничен на этапе зарядки аккумулятора постоянным током. Уменьшение тока зарядки, происходящее при выходе аккумулятора на постоянное напряжение 4,2 В, не приводит к активации функции.

Предзарядка малым током и детектирование неисправного аккумулятора

Если в начале зарядки напряжение на аккумуляторе менее 2,9 В, постоянный ток зарядки устанавливается на уровне 10% от значения, выбранного токозадающим резистором Rprog.

Если по прошествии от разрешенного времени зарядки напряжение на аккумуляторе не поднимается выше 2,9 В, микросхема считает аккумулятор неисправным, прекращает зарядку и переводит выход CHRG в высокий уровень. После этого, если по какой-либо причине напряжение на аккумуляторе превышает 2,9 В, цикл зарядки начинается заново.

Заключение

Функции контроля заряда аккумулятора микросхемы LTC4090 позволяют заряжать аккумулятор с максимальной скоростью и в то же время продлевать срок его службы. Совместимость с питающими напряжениями от 5 до 36 В открывает для микросхемы широкий диапазон применений в автомобильной, промышленной и потребительской электронике. Ряд функций, например линейный стабилизатор с падением 300 мВ, включенный последовательно с импульсным, и автоматическое увеличение времени заряда при недостаточном токе, являются уникальными.

Микросхема LTC4090 полностью избавляет разработчика от задач по организации питания в приборе с аккумуляторным питанием.