

# ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЛЕРОВ ЗАРЯДКИ Li-Ion АККУМУЛЯТОРОВ

ВИКТОР ОХРИМЕНКО, технический консультант, НПФ VD MAIS

В статье рассмотрены некоторые особенности контроллеров зарядки литиево-ионных (Li-Ion) аккумуляторов, созданных на базе линейных и импульсных стабилизаторов.

## ВВЕДЕНИЕ

Состязание разработчиков и производителей портативных гаджетов по внедрению во вновь создаваемые (и при этом все меньшего размера) устройства аппаратных модулей с расширенными функциональными возможностями вряд ли можно остановить. Большие яркие дисплеи с сенсорными панелями, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth, GSM, GPS, видеокамеры с большим форматом матрицы видеосенсора, аудио- и видеоплееры — всего лишь неполный перечень встроенных модулей и возможностей, предоставляемых современными мобильными устройствами. И, по сути, на пути миниатюризации гаджетов всегда возникают две неразрывно связанные проблемы: отвод рассеиваемой мощности и малые габариты, в которые необходимо все это упаковать. Мобильное устройство должно не только привлекать потребителей своими интеллектуальными возможностями, но и не вызывать при этом ожогов (в прямом смысле этого слова) у пользователя. Минимизация уровня тепловыделения — один из важных приоритетов при разработке. Одним из источников тепла является контроллер зарядного устройства, встроенного в мобильный прибор аккумулятора.

## ПРОБЛЕМЫ

Одним из обязательных компонентов современных портативных

устройств является мало в чем изменившийся за последние годы литиево-ионный аккумулятор, отличающийся наилучшими показателями среди ряда других химических источников электроэнергии, предназначенных для использования в портативных приложениях. Бесспорно, емкость его выросла, существенно улучшены и другие характеристики, что позволило расширить функциональные возможности портативных устройств, однако базовый принцип его работы и алгоритм зарядки мало в чем изменились [1–7].

В среднем для полной зарядки литиево-ионного аккумулятора емкостью 1 А·ч при токе зарядки 1 А требуется один час. Часто используемые сегодня USB-адаптеры не могут обеспечить ток более 500 мА, и поэтому время зарядки может растянуться до 2–4 или более часов. Одна из проблем, возникающих при зарядке большим током, — тепловыделение. Поскольку выходное напряжение повсеместно используемых сетевых и USB-адаптеров составляет 5 В, а рабочее напряжение аккумулятора: 3,7...4,2 В, то среднее значение КПД контроллера зарядки, построенного на базе линейного регулятора, не может быть лучше, чем 74% (3,7/5,0), а максимальное — 84% (4,2/5,0). На рисунке 1 приведена зона возможных потерь

мощности в контроллере в процессе зарядки аккумулятора. Таким образом, при зарядке аккумулятора током 1 А максимальные потери составят примерно 1,3 Вт. Необходимо отметить, что это не то неизбежное выделение тепла, связанное с накоплением энергии в аккумуляторе для последующего ее использования, а тепловыделение, вызванное нагревом кристалла ИС контроллера зарядки. Чтобы уменьшить нежелательный нагрев кристалла в процессе зарядки аккумулятора, необходимо повышать КПД контроллера, что достигается при использовании контроллеров с импульсным регулированием. Кроме того, их применение позволяет потенциально ускорить продолжительность зарядки.

В контроллерах зарядки, созданных на базе линейных регуляторов с разделением путей протекания токов нагрузки и зарядки (PowerPath Technology), в случае небольшого тока нагрузки напряжение  $V_{OUT}$  равно почти 5 В ( $V_{IN}$ ), а напряжение на аккумуляторе  $V_{BAT} = 3,7$  В. При этом линейный регулятор контроллера зарядки используется неэффективно. При большом токе через нагрузку к ней дополнительно подключается аккумулятор и при  $V_{IN} = 5$  В,  $V_{OUT} = V_{BAT} = 3,7$  В (см. рис. 2). В этом случае неэффективно использу-



Рис. 1. Распределение потерь мощности в процессе зарядки аккумулятора

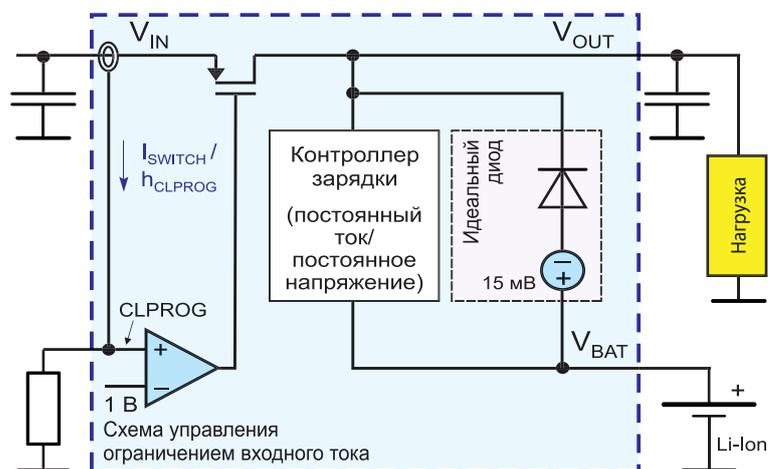


Рис. 2. Упрощенная структурная схема устройства зарядки с разделением путей протекания токов нагрузки и зарядки

ется проходной транзистор контроллера зарядки. И в первом, и во втором случаях сохраняется величина падения напряжения на элементах регулирования  $V_{IN} - V_{OUT} = 1,3$  В или  $V_{OUT} - V_{BAT} = 1,3$  В, что и приводит к нежелательной потере мощности. Особенность приведенной на рисунке 2 структурной схемы состоит в том, что для подключения аккумулятора к нагрузке используется устройство, выполняющее функции «идеального» (далее — идеального, прим. ред.) диода.

### ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ

Что же подразумевается под предложенным специалистами компании Linear Technology термином «идеальный» диод? [3, 7]. Широко применяемые диоды Шоттки отличаются по сравнению с другими полупроводниковыми диодами малым прямым падением напряжения и высокой скоростью переключения. При использовании этого диода в качестве полупроводникового ключа, например, в схемах автоматического подключения к нагрузке аккумулятора или сетевого адаптера, как правило, применяется простая схема монтажного ИЛИ, основной недостаток которой — сравнительно большое падение напряжения на диоде. При повышении тока нагрузки растут и потери мощности на нем. Решить эту проблему можно с использованием в качестве диода МОП-транзистора. Идея не нова, однако специалисты компании Linear Technology при замене диода на МОП-транзистор предложили также способ определения момента переключения идеального диода в закрытое и открытое состояние. Для этого осуществляется мониторинг падения напряжения между истоком (анодом) и стоком (катодом) транзистора. В рассматриваемом случае — это МОП-транзистор с каналом N-типа. В момент подключения входного напряжения, конечно, если входное напряжение больше выходного, ток через защитный диод транзистора течет в нагрузку. Транзистор открывается, и падение напряжения на нем равно  $I_{LOAD} \cdot R_{DS}$ , где  $R_{DS}$  — сопротивление перехода сток-исток. Как правило, это напряжение примерно в десять раз ниже, чем падение напряжения на диоде Шоттки. Если напряжение на аноде ниже, чем на катоде, транзистор закрывается.

Для мониторинга падения напряжения на транзисторе используется специальный усилитель. Проблема заключается в том, как выбрать значение напряжения порога переключения и величину гистерезиса компаратора. Например, если открывать транзистор при падении напряжения 25 мВ, а закрывать при 5 мВ, это может приве-

сти к тому, что при малых токах нагрузки ключ просто закрывается. Установка порога на уровне  $-5$  мВ приведет к тому, что ток потечет от нагрузки ко входу. Чтобы исключить эти проблемы, падение напряжения между стоком и истоком открытого транзистора поддерживается с помощью специального следящего усилителя на уровне 25 мВ. При росте тока нагрузки повышается также и управляющее напряжение на затворе транзистора, и соответственно, снижается сопротивление открытого канала. Таким способом падение напряжения на транзисторе поддерживается почти постоянным на уровне 25 мВ.

На определенном этапе при увеличении тока падение напряжения на транзисторе начинает расти пропорционально току ( $I_{LOAD} \cdot R_{DS(on)}$ ). На рисунке 3 приведены вольт-амперные характеристики диода Шоттки (B530C) и идеального диода [3, 7]. Предложенный метод управления МОП-транзистором позволяет реализовать плавное переключение транзистора и даже при небольших токах нагрузки получить минимальную разницу напряжения между стоком и истоком.

В микросхеме LTC4358 (Linear Technology) реализована идея создания идеального диода на базе встроенного на кристалл МОП-транзистора с каналом N-типа, имеющего сопротивление ( $R_{DS(on)}$ ) открытого канала 0,02 Ом. Напряжение питания ИС составляет 9,0...26,5 В; максимальный ток: 5 А; время отключения транзистора при превышении тока ограничения — 0,5 мкс. Микросхема LTC4358 предназначена для замены диодов в схемах переключения источников питания, к которым подключается нагрузка, построенных на основе схемы монтажного ИЛИ. Графики зависимости мощности, рассеиваемой на идеальном диоде (LTC4358) и на диоде Шоттки типа B530C показаны на рисунке 4. Микросхема LTC4358 изготавливается в корпусе 14-DFN и имеет размеры 4x3 мм.

Кроме того, компания Linear Technology предлагает и другие ИС, например, LTC4352/55/57, LTC4411/13/16. Микросхемы LTC4352/55/57 и LTC4416, по сути, являются контроллерами идеального диода, и для этой цели используется внешний МОП-транзистор, в микросхемах LTC4411/13 — встроенный. Миниатюрная ИС LTC4411 предна-

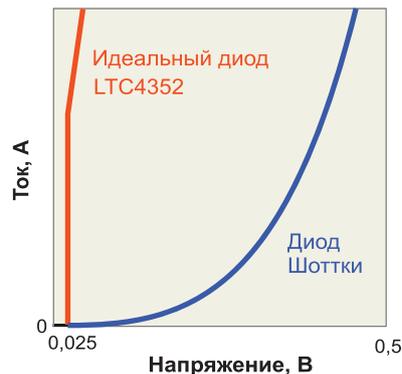
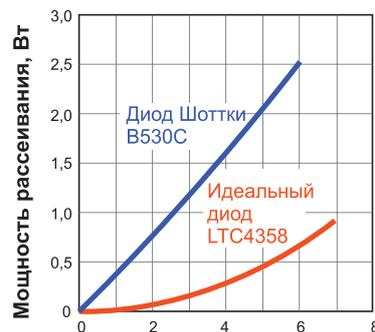
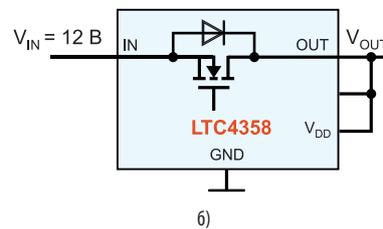


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики идеального диода и диода Шоттки



а)



б)

Рис. 4. Графики зависимости мощности, рассеиваемой на ИС LTC4358 и диоде B530C, от протекающего через них тока (а) и схема включения LTC4358 (б)

значена для автоматического переключения нагрузки между сетевым адаптером и аккумулятором в схемах, построенных на основе монтажного ИЛИ. Напряжение входного источника



**Phase Matrix, Inc.**

- Прецизионные быстропереключаемые синтезаторы частот **QuickSyn** в диапазонах частот 0,1–10 и 0,2–20 ГГц с шагом установки по частоте 0,001 Гц и фазовым шумом  $-112$  дБн/Гц (10 кГц) на частоте 10 ГГц





**РАДИОКОМП**

УНИКАЛЬНЫЕ  
РАДИОКОМПОНЕНТЫ  
ВЕДУЩИХ ФИРМ МИРА

Россия, 111024, Москва,  
Авиамоторная ул., д. 8  
Телефоны: (495) 957-77-45,  
(495) 361-09-04  
Факс: (495) 925-10-64  
e-mail: sales@radiocomp.ru  
www.radiocomp.ru

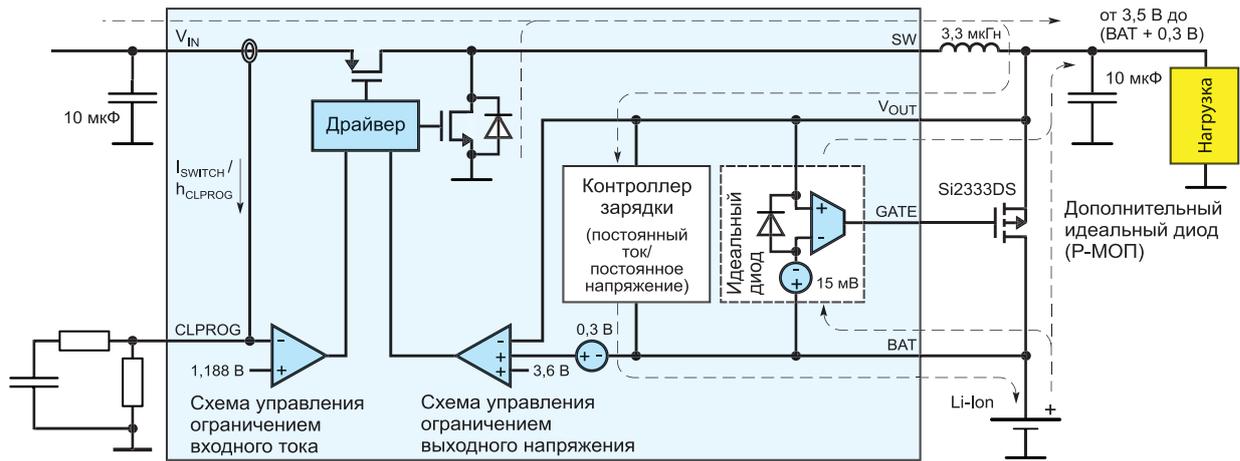


Рис. 5. Упрощенная структурная схема LTC4088

2,6...5,5 В, ток потребления в статическом режиме не более 40 мкА (при токе нагрузки до 100 мА). Максимальное сопротивление открытого канала встроенного МОП-транзистора с каналом P-типа составляет 0,14 Ом, максимальный прямой ток — 2,6 А, ток утечки — менее 1 мкА. В микросхеме предусмотрена защита от перегрева корпуса. Для подключения ИС LTC4411 не требуются дополнительные внешние компоненты. Микросхема LTC4411 изготавливается в корпусе SOT-23-5.

В контроллерах зарядки LTC4066, LTC4085, построенных на основе линейного регулятора, также реализован идеальный диод. Напряжение питания ИС 4,35...5,50 В. Сопротивление идеального диода, используемого для подключения аккумулятора к нагрузке, при токе 3 А составляет всего 50 мОм. В контроллерах предусмотрена возможность ограничения входного тока на уровне 100 или 500 мА. Микросхемы LTC4066 изготавливаются в корпусе 24-QFN (4x4 мм).

Микросхемы LTC4088/LTC4098 — контроллеры зарядки литиево-ионных аккумуляторов, обеспечивающие за

счет применения в них импульсного регулятора не только высокий КПД, но и реализацию технологии разделения путей протекания токов нагрузки и зарядки, получившую название Switching PowerPath. ИС LTC4088/98 содержат импульсный понижающий регулятор и линейный регулятор тока зарядки аккумулятора. В конфигурации, приведенной на рисунке 5, разница напряжения  $V_{IN} - V_{OUT}$  хотя и сохраняется почти прежней (см. рис. 2), однако потери мощности существенно меньше, т.к. КПД регулятора достаточно высок (примерно, 92% при выходном токе 300 мА). Напряжение  $V_{OUT}$  лишь на несколько сотен милливольт выше  $V_{BAT}$ . Принятые в этих микросхемах меры обеспечивают незначительные потери мощности.

Микросхема LTC4088 — высокоэффективный контроллер зарядки литиево-ионных аккумуляторов, обеспечивающий максимальный ток зарядки 1,5 А. В качестве внешнего источника питания можно использовать как сетевой адаптер, так и USB-порт. Напряжение питания LTC4088 — 4,25...5,50 В. Допускаются выбросы входного напряжения амплитудой до 7 В. Ток ограничения: 100, 500 или 1000 мА. Частота преобразования понижающего напряжения импульсного стабилизатора составляет 2,25 МГц. Подключение аккумулятора к нагрузке осуществляется с использованием встроенного аналога идеального диода с сопротивлением в открытом состоянии 0,18 Ом. Предусмотрена также возможность подключения дополнительного внешнего МОП-транзистора с каналом P-типа параллельно встроенному идеальному диоду, что позволяет существенно снизить суммарное сопротивление комбинированного ключа (см. рис. 6). Кроме того, в микросхеме LTC4088 реализован автономный стабилизатор напряжения с выходным напряжением 3,3 В, обеспечивающий ток нагрузки до 25 мА.

Микросхема LTC4088 изготавливается в корпусе 14-DFN и имеет размеры 4x3 мм. Максимальная температура корпуса 125°C, тепловое сопротивление 37°C/Вт. ИС LTC4098 — в корпусе 20-DFN с размерами 4x3 мм, ее тепловое сопротивление 43°C/Вт. Диапазон рабочих температур: -40...85°C.

Микросхемы bq2410x (Texas Instruments) обеспечивают максимальный ток зарядки аккумулятора до 2 А. Частота преобразования понижающего напряжения импульсного регулятора составляет 1,1 МГц. Микросхемы bq2410x содержат встроенные ключи, выполненные на базе МОП-транзисторов, используемые для подключения к нагрузке сетевого адаптера или аккумулятора. Максимальный КПД — 93%.

Микросхемы bq2410x изготавливаются в корпусе 20-QFN (3,5x4,5 мм). Допустимая мощность рассеивания до температуры кристалла 40°C составляет 1,81 Вт, тепловое сопротивление — 46,87°C/Вт. Диапазон рабочих температур: -40...85°C.

Как и для ИС, созданных на базе линейных регуляторов (к примеру, MAX1811, LTC4065/69/95, MCP73831/2, MCP73811, bq2402x/3x/6x, bq2057, bq24085), так и в случае использования импульсных преобразователей, есть два варианта подключения нагрузки и аккумулятора: непосредственное подключение (в одну точку) и подключение с возможностью выбора путей протекания зарядного тока и тока нагрузки.

Существует два варианта непосредственного подключения нагрузки к аккумулятору. В первом случае нагрузка подключается после измерительного резистора  $R_{SNS}$  (см. рис. 7а), а во втором — до него (см. рис. 7б). В первом варианте входное напряжение  $V_{IN}$  преобразуется в напряжение  $V_{OUT}$  с высоким КПД. При подключенном сетевом адаптере обеспечивается энергопитание нагрузки и одновременно зарядка аккумулятора, в случае отключения

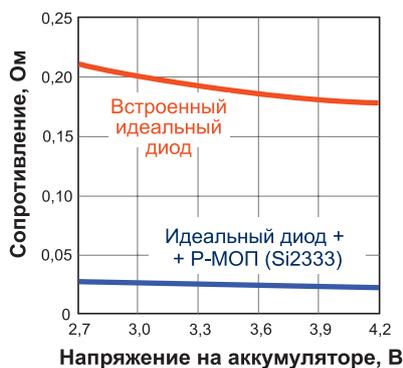


Рис. 6. Графики зависимости сопротивлений идеального диода (LTC4088) и комбинированного ключа от напряжения на аккумуляторе

адаптера питание нагрузки осуществляется от аккумулятора.

Преимущества первого варианта топологии:

- при отключенном адаптере энергоснабжение нагрузки осуществляется непосредственно от аккумулятора с минимальными потерями мощности;
- возможно использование технологии динамического управления током зарядки аккумулятора (Dynamic Power Management — DPM), что позволяет за счет динамического снижения тока зарядки предотвратить потенциальную вероятность перегрузки ИС по току зарядки и перегрева ее корпуса при пиковых нагрузках, а, кроме того, сохраняется возможность ограничения суммарного входного тока;
- малы изменения напряжения на нагрузке;
- достаточно просто на программном уровне реализуется режим токового мягкого старта.

При выборе топологии подключения аккумулятора к нагрузке следует принимать во внимание некоторые особенности. Если средний ток нагрузки длительное время достаточно велик, то процесс зарядки затягивается, и возникает ситуация, при которой аккумулятор непрерывно находится в процессе зарядки, что сокращает его срок службы. Поскольку предел ограничения суммарного тока фиксирован на аппаратном уровне, то при достаточно большом токе через нагрузку ток зарядки аккумулятора также снижается, что приводит к чрезмерному увеличению времени зарядки аккумулятора до его полной емкости, и поэтому вполне вероятна ситуация, при которой будет просто невозможно полностью его зарядить.

Если при заряженном аккумуляторе ток нагрузки увеличится, то вследствие падения напряжения на внутреннем сопротивлении аккумулятора выходное напряжение может снизиться до порога, при котором будет инициироваться очередной цикл зарядки, который, в свою очередь, быстро завершится. Таким образом, возможна ситуация, при которой процесс зарядки будет стартовать циклически. При небольшом токе нагрузки интервал времени от момента уменьшения выходного напряжения (за счет падения напряжения на аккумуляторе) до необходимого порога для старта очередного процесса зарядки существенно увеличивается.

В фазе предварительной зарядки (при напряжении на аккумуляторе ниже 3,0 В) ток зарядки составляет примерно 10% номинальной емкости аккумулятора, чего зачастую слишком

мало для энергоснабжения продолжительно работающего устройства, которое в этом случае вынуждено подпитываться от аккумулятора, а последний соответственно продолжает разряжаться. Кроме того, поскольку для предварительной фазы зарядки отводится определенный задаваемый специальным таймером интервал времени, в течение которого напряжение на аккумуляторе должно достичь порога 3,2 В, то создается ситуация, при которой напряжение на аккумуляторе не возрастает, а таймер начинает сигнализировать, что аккумулятор неисправен.

Не следует забывать, что основным недостатком непосредственного подключения аккумулятора к нагрузке заключается в том, что при полностью или глубоко разряженном аккумуляторе напряжение на нагрузке (даже при условии подключения сетевого адаптера) равно напряжению на аккумуляторе, чего бывает явно недостаточно для работы устройства, и, конечно, во многих случаях это просто недопустимо.

Во втором варианте (см. рис. 7б) нагрузка подключена до измерительного резистора ( $R_{SNS}$ ). Эта топология, по сравнению с той, в которой нагрузка подключена после резистора, имеет ряд преимуществ. Основным является то, что в ней контролируется ток, протекающий только через аккумулятор, и поэтому все три режима зарядки (предварительный, режим собственно зарядки с током, равным величине емкости аккумулятора и режим завершения) работают без каких-либо про-

блем, связанных с протеканием тока через нагрузку.

Глубоко разряженный аккумулятор можно без риска подключать к контроллеру зарядки, не опасаясь завершения работы таймера, определяющего безопасную продолжительность предварительной фазы зарядки, еще до окончания этого этапа. Следует также принимать во внимание, что суммарный ток через контроллер зарядки ограничен на уровне максимального допустимого тока через кристалл, а также работой системы защиты от перегрева ИС. Ток зарядки не уменьшается при росте тока нагрузки, поэтому эта топология не используется при больших токах нагрузки.

При больших токах нагрузки и зарядки обеспечить низкий уровень тепловыделения крайне сложно даже при использовании импульсных регуляторов со встроенными транзисторными ключами. Поэтому при больших токах мощные ключи, как правило, не интегрируются на кристалле микросхемы, а размещаются вне ее корпуса.

Примером таких ИС могут служить bq24702/3/5 и bq246xx (Texas Instruments), обеспечивающие ток зарядки до 10 А (bq24610/17). В отличие от bq2410x устройства зарядки, создан-

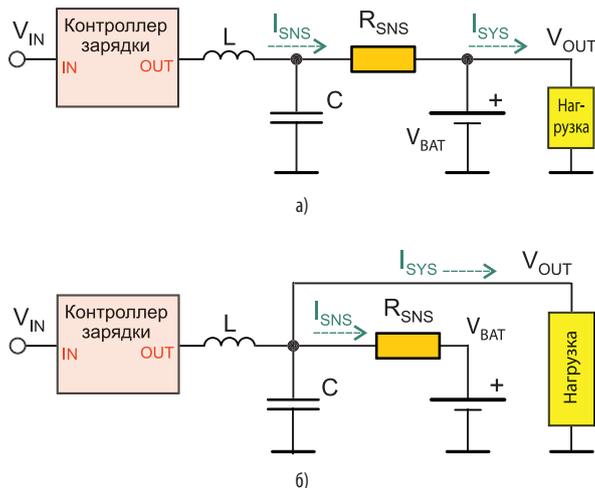


Рис. 7. Структурные схемы подключения нагрузки до (а) и после (б) измерительного резистора

ООО  
СМР

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН

www.SMD.ru

электронные  
**для поверхностного  
 монтажа**

НОВОЕ В ПРОГРАММЕ ПОСТАВОК

- разъемы micro-Fit с шагом 3 мм
- прецизионные чип резисторы 0,001-0,1 Ом

Москва, ул. Балтийская, 13; e-mail: sale@smd.ru  
 Тел.: (499) 158-7396, (495) 940-6244, (499) 943-8780

Таблица 1. Параметры контроллеров зарядки, созданных на базе линейных регуляторов

Наименование	MAX1811	MCP73831	bq24020	bq24085	LTC4065	LTC4095	bq24030
Входное напряжение, В	4,35...6,5	3,75...6,0	4,35...6,5		3,75...5,5	4,3...5,5	4,35...16,0
Максимальный ток зарядки, А	0,5	0,5	1,0	0,75	0,75	0,95	2,0
Напряжение аккумулятора, В	4,2						
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85		-40...125	-40...155	-40...85		-40...125
Тип корпуса (размеры, мм)	8-50	8-DFN (2×3), SOT-23-5	10-S0N (3×3)		6-DFN (2×2)	8-DFN (2×2)	20-QFN (3,5×4,5)

Таблица 2. Параметры контроллеров зарядки, созданных на базе импульсных регуляторов

Наименование	LTC4088	LTC4098	bq24100	bq24702	bq24610
Входное напряжение, В	4,35...5,5		4,35...16	4,5...28	5...28
Максимальный ток зарядки, А	1,5		2,0	2,0	10
Частота преобразователя, МГц	2,25		1,1	0,3	0,6
Напряжение аккумулятора, В	4,2			Программируется	
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85				
Тип корпуса (размеры, мм)	14-DFN (4×4)	20-QFN (3×4)	20-QFN (3,5×4,5)	24-TSSOP	24-QFN (4×4)

ные на базе ИС bq246xx, содержат внешние ключи. Частота преобразования импульсного стабилизатора ИС bq24610/17 составляет 600 кГц. Кроме того, в контроллерах bq24610/17 реализована технология динамического управления током зарядки аккумулятора DPM, основанная на мониторинге величины входного тока. Для независимого измерения суммарного (входного) тока и тока зарядки аккумулятора в контроллере bq24610 реализованы два прецизионных усилителя. Для подключения нагрузки к адаптеру, а также аккумулятора к нагрузке используются ключи на мощных внешних МОП-транзисторах.

Микросхемы bq24610/17 изготавливаются в корпусе 24-QFN (4×4 мм). Допустимая мощность, рассеиваемая при температуре 25°С, составляет 2,3 Вт; тепловое сопротивление — 43°С/Вт.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение в таблицах 1, 2 приведены параметры некоторых контроллеров зарядки, построенных на основе как линейных, так и импульсных регуляторов.

Схема непосредственного подключения аккумулятора к нагрузке и контроллеру зарядки, созданному на основе линейного регулятора, отличается простотой, а устройства, выполненные на базе этой архитектуры, — более низкой стоимостью. Однако при больших токах нагрузки вряд ли можно рекомендовать использование этой топологии из-за большой вероятности перегрева кристалла ИС. При непосредственном подключении аккумулятора к нагрузке можно достичь минимального изменения уровня напряжения на нагрузке.

Проблема потери мощности сохраняется также и в контроллерах заряд-

ки, созданных на основе непрерывного регулирования, с разделением путей протекания токов нагрузки и зарядки. Более высокого КПД можно достичь за счет применения импульсного регулятора, что позволяет создавать на его базе контроллеры с током зарядки аккумулятора более 10 А. Кроме того, в этих контроллерах зачастую используется технология разделения путей протекания токов нагрузки и зарядки, основным преимуществом которой является высокая надежность.

Более полную информацию о микросхемах зарядки аккумуляторов можно найти в [2–6].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Steven Martin. *Speed up Li-ion battery charging and reduce heat with a switching power-path manager.* — Linear Technology ([www.linear.com](http://www.linear.com)).
2. LTC4088. *High efficiency battery charger/USB power manager.* — Linear Technology ([www.linear.com](http://www.linear.com)).
3. Meilissa Lum. *Ideal diode betters a Schottky by a factor of four in power and space consumption.*
4. bq24030, bq24031, bq24032A, bq24035, bq24038. *Single-chip charge and system power-path management IC (bqTINY™).* — Texas Instruments, 2009 ([www.ti.com](http://www.ti.com)).
5. *Implementations of battery charger and power-path management system using bq2410x/11x/12x (bqSWITCHER™).* — Texas Instruments, 2006 ([www.ti.com](http://www.ti.com)).
6. bq24610, bq24617. *Stand-alone synchronous switch-mode Li-ion or Li-polymer battery charger with system power selector and low Iq.* — Texas Instruments, 2009 ([www.ti.com](http://www.ti.com)).
7. Pinkesh Sachdev. *0V to 18V ideal diode controller saves Watts and space over Schottky.* — Linear Technology ([www.linear.com](http://www.linear.com)).

## НОВОСТИ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

**| 64 ЯДРА В ОДНОМ ПРОЦЕССОРЕ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ |** Начинаящая компания Adapteva, отделившаяся от Analog Devices, несколько месяцев тому назад заявила о том, что созданный ею 16-ядерный процессор Eriphany — лишь начало. Переход на 28-нм процесс позволил ей получить 64-ядерный процессор Eriphany-IV с производительностью 70 Гфлопс и потреблением менее 1 Вт или 100 Гфлопс при расходе мощности 2 Вт.

По словам Андреаса Олофссона (Andreas Olofsson), основателя и президента Adapteva, каждое ядро считается RISC-процессором за счет минимального набора команд, хотя его назначение заключается в выполнении DSP-операций с плавающей точкой. Благодаря высокой степени параллелизма в DSP-блоках архитектура Eriphany может рассматриваться как гибрид традиционных DSP и RISC, особенно в таких приложениях как беспроводная связь.

Eriphany не использует традиционную архитектуру Single-Instruction/Multiple-Data, которая применяется в большинстве суперкомпьютеров — процессор имитирует работу суперкомпьютера с массовым параллелизмом, заставляя каждое ядро независимо выполнять собственный набор команд. Это достигается за счет многоядерности и распределенной локальной памяти в совместно используемой архитектуре.

В Eriphany задействован набор команд IEEE с плавающей точкой, однако процессор можно запрограммировать на C или C++ для работы со стандартными средствами GNU/Eclipse. Продукция Adapteva будет соперничать с традиционными DSP и микропроцессорами, графическими процессорами старших моделей и с СпК на основе FPGA или ASIC. Кристалл можно использовать в качестве сопроцессора в рамках, например, единой системы на кристалле.

Этот процессор поддерживает стандарт параллельных вычислений OpenCL, продвигаемый Apple, NVIDIA, Intel и AMD. Число ядер процессора может быть доведено до 4096.

Adapteva — небольшая компания, насчитывающая лишь пять сотрудников и имеющая пока лишь одного лицензиата. Компания надеется, что ее продукция заинтересует производителей мобильных устройств.

Adapteva уже подготовила средства разработки для Eriphany-IV. Опытные образцы 64-ядерных процессоров начнут поставляться заказчиком в I кв. 2012 г.

[www.elcomdesign.ru](http://www.elcomdesign.ru)