

КОНТРОЛЛЕРЫ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Портативных приложений, особенно в сегменте пользовательской электронной техники, становится все больше, и с ростом их количества разрабатываются все более емкие, компактные и легкие аккумуляторы. Это, в свою очередь, ведет к совершенствованию алгоритмов зарядки, которые становятся все быстрее и безопаснее. Другое следствие — повышение точности контроля над процессом заряда, что требуется для минимизации времени заряда и максимально полного использования емкости аккумулятора. В статье рассмотрены контроллеры зарядных устройств на примере продукции одного из лидирующих поставщиков полупроводниковых решений — Texas Instruments. Описываются области применения, общие характеристики и рекомендации по выбору.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АККУМУЛЯТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Заряд аккумулятора возможен за счет обратимой химической реакции, которая восстанавливает энергию в химической системе. В зависимости от используемого химического вещества аккумулятор обладает специфическими характеристиками, которые необходимо учитывать при разработке зарядного устройства.

В настоящее время широкое распространение получили следующие типы аккумуляторов:

- свинцово-кислотные (SLA): используются в широком числе приложений, где критерий стоимости преобладает над размерами и весом. Обычно такие аккумуляторы используются в источниках бесперебойного питания и системах сигнализации;

- никель-кадмиевые (NiCd) и никель-металлогидридные (NiMH): относительно дешевые и простые в использовании, выпускаются в стандартных батарейных корпусах, критичны к перезаряду, скорость саморазряда до 20% в месяц, заряжаются постоянным током;

- литий-ионные (Li-Ion) и литиево-полимерные: обладают наилучшим отношением емкость/

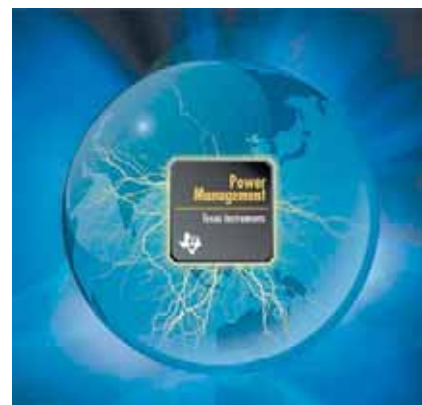
вес и емкость/объем по сравнению с другими рассмотренными типами аккумуляторов, заряжаются постоянным напряжением с ограничением тока во избежание перегрева на начальной стадии заряда, повреждаются при перезаряде.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННЫМ ЗАРЯД- НЫМ УСТРОЙСТВАМ

Область применения зарядных устройств определяется в основном областью применения аккумуляторов различного типа.

Свинцово-кислотные аккумуляторы широко используются в устройствах бесперебойного питания бытового и промышленного назначения. Они рассчитаны на эксплуатацию в температурном диапазоне -20...50°C.

NiCd и NiMH аккумуляторы широко распространены в бытовой технике как перезаряжаемая альтернатива батареек в тех же стандартных корпусах: AAA, AA, C, D и 9V (крона). Такие элементы питания можно встретить в фонарях, портативных радиоприемниках, часах, игрушках, фототехнике, радиотелефонах и др. NiCd и NiMH аккумуляторы промышленной серии предназначены



для изготовления батарей питания сотовых телефонов и радиотелефонов, видеокамер, портативных компьютеров, цифровых фотокамер, а также различной электронной техники специального назначения.

Литий-ионные и литиево-полимерные аккумуляторы ввиду улучшенных характеристик отношений емкость/вес и емкость/объем практически полностью вытеснили NiMH-аккумуляторы из пользовательской электронной техники. Ограничения ресурса использования и срока службы аккумуляторной батареи, а также ограничения по использованию устройства во время заряда его аккумуляторного источника компенсируются в трех направлениях:

- совершенствуется схемотехника и элементная база электронной техники с целью снижения энергопотребления и увеличения длительности работы от аккумуляторного источника питания;

- совершенствуются аккумуляторные технологии для увеличения соотношений емкость/вес и емкость/объем, а также увеличения количества циклов перезарядки;

- совершенствуются технологии заряда: повышается точность заряда для наиболее полного ис-

Таблица 1. Алгоритмы заряда аккумуляторов различного типа

<p>Алгоритмы заряда свинцово-кислотных аккумуляторов</p>	<p>А. Двухступенчатый вольтажный заряд 1. Фаза 1 быстрого заряда: стабилизация тока. 2. Фаза 2 быстрого заряда: стабилизация напряжения. 3. Прекращение заряда по основному критерию (I_{мин}). 4. Поддержание заряженности постоянным напряжением. Б. Двухстадийный токовый заряд 1. Быстрый заряд: стабилизация напряжения. 2. Прекращение заряда по основному критерию (V_{макс} или -d²V). 3. Поддержание заряженности пульсирующим током. В. Заряд пульсирующим током 1. Быстрый заряд: стабилизация тока. 2. Прекращение заряда по основному критерию (V_{макс}). 3. Поддержание заряженности гистерезисно-пульсирующим током.</p>
<p>Алгоритм заряда NiCd или NiMH-аккумуляторов</p>	<p>1. Предзарядная квалификация. 2. Пульсирующий подзаряд (при необходимости). 3. Быстрый заряд постоянным током. 4. Прекращение заряда по основному критерию. 5. Буферный заряд (опционально) для наиболее полного использования емкости аккумулятора. 6. Пульсирующий подзаряд (опционально) для компенсации саморазряда.</p>
<p>Алгоритм заряда литиевых аккумуляторов</p>	<p>1. Предзарядная квалификация. 2. Пульсирующий подзаряд (при необходимости). 3. Двухстадийный быстрый заряд (вначале стабилизированным током, а затем стабилизированным напряжением). 4. Прекращение заряда по основному критерию (минимальный ток, максимальное время заряда).</p>

пользования емкости аккумуляторной батареи и уменьшается время заряда (до 1 часа).

Помимо указанных требований к зарядным устройствам, часто возникает необходимость минимизации их стоимости, а также могут возникать специфические прикладные требования, например, поддержка нескольких типов аккумуляторов в универсальных бытовых зарядных устройствах или наличие встроенной схемы управления коммутацией питания для электронной техники со встроенным зарядным устройством (например, мобильные телефоны и плееры).

КОМПОНЕНТЫ TEXAS INSTRUMENTS ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ

В таблице 2 представлен перечень и краткая характеристика контроллеров зарядных устройств, выпускаемых компанией Texas Instruments (красным цветом выделены новые разработки). При их выборе в первую очередь необходимо руководствоваться химическим типом аккумулятора и топологией управления.

Существует три разновидности топологий управления:

1. L — линейная топология. Стабилизация параметров заряда выполняется с помощью линейного (компенсационного) стабилизатора. Используется в маломощных приложениях с одно- или двухэлементной литий-ионной батареей и зарядным током менее 1А.

2. SM — импульсная топология. Стабилизация параметров заряда выполняется с помощью импульсного (как правило, индуктивного) стабилизатора. Идеальна для зарядки больших батарейных источников (например, состоящий из 3 или 4 последовательно-включенных литий-ионных аккумуляторных элементов или нескольких NiCd/NiMH-аккумуляторов) током более 1А. Импульсная топология минимизирует выделение тепла в процессе заряда.

3. CL — топология ограниченного тока. Используется в критичных к стоимости приложениях, которые используют для питания недорогие настенные сетевые адаптеры ограниченной мощности.

При разработке универсальных автономных зарядных устройств необходимо выбирать среди контроллеров, поддерживающих несколько химических типов аккумуляторов и при этом обратить внимание на поддержку и необхо-

димость такой функции, как автоматическое определение химического типа аккумулятора.

Поскольку, аккумулятор заряжается за счет передачи в него электрической энергии, но не вся переданная электрическая энергия трансформируется в химическую, то часть электрической энергии преобразовывается в тепловую энергию, вызывая нагрев аккумулятора. Поэтому, при разработке быстродействующих зарядных устройств, работа которых связана с быстрым нагревом аккумулятора, необходимо рассмотреть необходимость контроля тепловыделения и учесть это при выборе контроллера зарядного устройства.

При разработке зарядного устройства с повышенными требованиями к безопасности заряда полезной может оказаться функция ограничения длительности заряда. В таблице 2 уточнить поддержку данной функции можно в колонке «Защитный таймер».

Алгоритм заряда полностью реализуется контроллером зарядного устройства и зависит от химического типа аккумулятора.

В таблице 1 представлено описание алгоритмов зарядов, поддерживаемых контроллерами зарядных устройств Texas Instruments.

Таблица 2. Контроллеры зарядных устройств Texas Instruments

Серия	Наименование	Количество элементов ¹	Встр. МОП-гр.	Основной способ остановки заряда							Защитный таймер
				Имин.	PVD	dT/dt	-dV/dt	Δ ² V	V _{макс.}	внеш.	
				Li-ION + NiCd+ NiMH							
	bq2000			x	x						x
	bq2000T	M		x		x					x
				SLA + Li-ION + NiCd+ NiMH							
	bq24702	M								x	
	bq24703	M								x	
	bq24721	3,4								x	
	bq24730	3,4								x	x
				NiCd+ NiMH							
	bq2002	M			x		x				x
	bq2002C	M			x		x				x
	bq2002D	M					x				x
	bq2002T	M				x					x
	bq2003	M				x	x				x
	bq2004	M			x	x	x				x
	bq2005	M				x	x				x
	bq24400	M		x	x						x
	bq24401	M		x		x					x
				Li-ION							
	bq2054	M		x							x
bq2057	bq2057	1		x							
	bq2057C	1		x							
	bq2057T	2		x							
	bq2057W	2		x							
bq2400x	bq24001	1	x	x							x
	bq24002	1	x	x							x
	bq24003	1	x	x							x
	bq24004	2	x	x							x
	bq24005	2	x	x							x
	bq24006	2	x	x							x
	bq24007	1	x	x							x
	bq24008	1	x	x							x
bqTINY	bq24010	1	x	x							x
	bq24012	1	x	x							x
	bq24013	1	x	x							x
	bq24014	1	x	x							x
bqTINY-II	bq24020	1	x	x							x
	bq24022	1	x	x							x
	bq24023	1	x	x							x
	bq24024	1	x	x							x
	bq24025	1	x	x							x
	bq24026	1	x	x							x
bqTINY-III	bq24030	1	x	x							x
	bq24032	1	x	x							x
	bq24035	1	x	x							x
	bq24038	1	x	x							x
	bq24060	1	x	x							x
	bq24061	1	x	x							x
	bq24070	1	x	x							x
	bq24080	1	x	x							x
bq24100	1	x	x								
bq24103	1, 2	x	x								
bq24105	1, 2, M	x	x								
bq24108	1	x	x								
bq24113	1, 2	x							x		
bq24115	1, 2, M	x							x		
bq24120	1	x	x							x	
bq24123	1, 2	x	x							x	
bq2420x	bq24200	1	x	x							x
	bq24201	1	x	x							x
	bq24202	1	x	x							x
	bq24203	1	x	x							x
	bq24204	1	x	x							x
	bq24205	1	x	x							x
	bq2954	M		x							x
bq24901	1		x							x	
bqHybrid	bq25010	1	x	x							x
	bq25011	1	x	x							x
	BQ25012	1	x	x							x
					SLA						
Unitrode	bq2031	M		x				x	x		x
	UC2906			x					x		
	UC2909			x					x		
	UC3906	M		x					x		
	UC3909	M		x					x		

Прим.1: «М» означает поддержку нескольких опций последовательного подключения аккумуляторов. Уточните данную характеристику в документации. Красным цветом выделены новые разработки.

Вх. (макс), В	Контроль температуры	Напряжение заряда аккумуля.	Оptionальные функции	Макс. ток заряда, А	Выходы составляющие	Топология управления	Терморегулятор	USB	Корпус
Li-ION + NiCd+ NiMH									
7	x			>2	1	SM			8PDIP, 8SOIC, 8TSSOP
7	x			>2	1	SM			8PDIP, 8SOIC, 8TSSOP
SLA + Li-ION + NiCd+ NiMH									
30		per.		>2	1	SM			24TSSOP
30		per.		>2	1	SM			24TSSOP, 28QFN
	x					SM			32QFN
	x				1	SM			40QFN
7	x			>2	1	CL			8PDIP, 8SOIC
7	x			>2	1	CL			8PDIP, 8SOIC
7	x			>2	1	CL			8SOIC
7	x			>2	1	CL			8PDIP, 8SOIC
7	x			>2	2	SM			16PDIP, 16SOIC
7	x			>2	2	SM			16PDIP, 16SOIC
7	x			>2	4	SM			20SOIC
7	x			>2	1	SM			8SOIC, 8TSSOP
7	x			>2	1	SM			8SOIC, 8TSSOP
Li-ION									
7	x			>2	3	SM			16PDIP, 16SOIC
18	x	4,1		>2	1	L			8MSOP, 8SOIC, 8TSSOP
18	x	4,2		>2	1	L			8MSOP, 8SOIC, 8TSSOP
18	x	8,2		>2	1	L			8SOIC, 8TSSOP
18	x	8,4		>2	1	L			8SOIC, 8TSSOP
13,5	x	4.1, 4.2	1хСД	1,2	1	L			20HTSSOP, 20QFN
13,5	x	4.1, 4.2	2хСД	1,2	2	L			20HTSSOP, 20QFN
13,5	x	4.1, 4.2	1х2ЦСД	1,2	1	L			20HTSSOP, 20QFN
13,5	x	8.2, 8.4	1хСД	1,2	1	L			20HTSSOP
13,5	x	8.2, 8.4	2хСД	1,2	2	L			20HTSSOP
13,5	x	8.2, 8.4	1х2ЦСД	1,2	1	L			20HTSSOP
13,5	x	4.1, 4.2	1хСД	1,2	1	L			20HTSSOP, 20QFN
13,5	x	4.1, 4.2	1х2ЦСД	1,2	1	L			20HTSSOP
18	x	4,2	PG и TS	1	2	L			10SON
18		4,2	PG и CE	1	2	L			10SON
18		4,2	CE и TTE	1	2	L			10SON
18	x	4,2	CE и TS	1	2	L			10SON
7	x	4,2	CE и TS	1	2	L		x	10SON
7		4,2	PG и CE	1	2	L		x	10SON
7		4,2	CE и TTE	1	2	L		x	10SON
7		4,2	TTE и TS	1	2	L		x	10SON
7	x	4,2	CE и TS	1	2	L		x	10SON
7	x	4,2	TE и TS	1	2	L		x	10SON
18	x	4,2	V _{вых} =6	1,5	2	L	x	x	20QFN
18	x	4,2	V _{вых} =4,4	1,5	2	L	x	x	20QFN
18	x	4,2	V _{отк.} =6В	1,5	2	L	x	x	20QFN
18	x	4,36	V _{вых} =4,4	1,5	2	L	x	x	20QFN
	x			1	2	L			10QFN
				1	2	L			10QFN
	x			1,5	2	L			20QFN
				1	2	L			10SON
20		4,2		2	2	SM			20QFN
20		4.2, 8.4		2	2	SM			20QFN
20		per.		2	2	SM			20QFN
20		4,2		2	2	SM			20QFN
20		4.2, 8.4		2	2	SM			20QFN
20		per.		2	2	SM			20QFN
20	x			2	2	SM			20QFN
20	x			2	2	SM			20QFN
16,5	x	4,2	STAT, TS	0,5	1	CL			8MSOP-PowerPAD
16,5	x	4,1	STAT, TS	0,5	1	CL			8MSOP-PowerPAD
16,5		4,2	STAT	0,5	1	CL			8MSOP-PowerPAD
16,5		4,1	STAT	0,5	1	CL			8MSOP-PowerPAD
16,5		4,2		0,5	0	CL			8MSOP-PowerPAD
16,5	x	4,1		0,5	0	CL			8MSOP-PowerPAD
7	x	per.		>2	2	SM			16PDIP, 16SOIC
11,5	x	4,2		>2	2	SM			14TSSOP
7		4,2	per. ППН	0,5	2	L		x	20QFN
			ППН 3,3В	0,5	2	L		x	20QFN
7		4,2	ППН 1,8В	0,5	2	L		x	20QFN
SLA									
7	x			>2	3	SM			16PDIP, 16SOIC
40					1	L			16PDIP, 16SOIC, 20PLCC
40					2	SM			20PDIP, 20SOIC
40				>2	1	L			16PDIP, 16 SOIC, 20PLCC
40	x			>2	2	SM			20PDIP, 20SOIC, 28PLCC

Перед началом заряда свинцово-кислотных аккумуляторов независимо от используемого алгоритма заряда выполняется предзарядная квалификация для определения возможности начала заряда.

Следует также выделить различия между поддержанием заряженности пульсирующим током в алгоритме Б и гистерезисно-пульсирующим током в алгоритме В. В алгоритме Б амплитуда импульсов тока ниже максимального зарядного тока в 5 раз, а длительность и период следования импульсов подобраны таким образом, чтобы достичь требуемого среднего значения зарядного тока. В отличие от этого, в алгоритме В зарядный ток, амплитуда которого равна максимальному току заряда, появляется при снижении напряжения на батарее ниже порогового уровня и исчезает при превышении другого порогового уровня, отличающегося от предыдущего на величину гистерезиса.

Контроллеры зарядных устройств NiCd- и NiMH-аккумуляторов поддерживают опциональную функцию буферного

подзаряда (Top-off), который заключается в продолжении заряда аккумулятора небольшим током. Данная функция полезна в случае, если на фазе быстрого заряда из соображений безопасности выполняется неполная зарядка, а с помощью буферной подзарядки выполняется безопасный дозаряд до полного заполнения емкости аккумулятора.

Другой опциональной функцией, которая инициируется сразу после прекращения полной зарядки, является импульсный (пульсирующий) подзаряд (**Pulse-Trickle Charge**). Данная функция необходима для компенсации саморазряда аккумулятора, поддерживая уровень его заряженности на максимально полном уровне. Это необходимо в приложениях, где аккумулятор используется в качестве резервного источника питания, а основную часть времени используется основной сетевой источник питания. Функция актуальна при использовании NiCd- и NiMH-аккумуляторов.

Критерии останова заряда

Для определения момента прекращения заряда используются

специальные критерии. Критерии останова заряда разделяются на основные и вспомогательные и должны обеспечивать максимальную полноту использования емкости аккумулятора без риска его повреждения. Характеристика критериев останова заряда, поддерживаемых контроллерами Texas Instruments, представлена в таблице 3.

Если по каким-либо причинам поддерживаемых критериев недостаточно, то необходимо выбрать контроллер, который предусматривает управление зарядом внешним контроллером (см. колонку «внеш.» в таблице 2).

Рекомендации по выбору контроллера зарядного устройства литиево-ионного аккумулятора

Контроллеры зарядных устройств литиево-ионных аккумуляторов являются наиболее обширной группой продукции из представленных в таблице 2. Для облегчения выбора контроллера рекомендуется воспользоваться алгоритмом выбора, который разработан Texas Instruments [1] и представлен на рисунке 1.

Таблица 3. Критерии останова заряда

Обозначение	Наименование	Описание
t _{макс}	Максимальное время заряда	Самый простой путь определения необходимости прекращения заряда. Может использоваться как дополнительный критерий прекращения заряда при быстрой зарядке и как основной критерий при нормальной скорости заряда (14...16 ч). Относится ко всем аккумуляторам.
-dV/dt	Спад напряжения	Определяется отклонение текущего напряжения аккумулятора от предыдущего. Если наблюдается спад напряжения и его величина превышает пороговое значение, то заряд прекращается. Как правило, используется при быстрой зарядке постоянным током NiCd- и NiMH-аккумуляторов.
PVD	Детектирование пикового напряжения	Используется на стадии быстрого заряда NiCd- и NiMH-аккумуляторов в качестве основного критерия останова заряда. Заключается в поиске пикового напряжения аккумулятора путем выявления текущего напряжения аккумулятора, которое меньше на 3,8 мВ относительного зафиксированного ранее максимального напряжения на аккумуляторе.
Δ ² V	Накопленная разность напряжений	Используется у bq2031 при заряде свинцово-кислотных аккумуляторов, как альтернативу критерию V _{макс} . Заключается в накоплении разностей последовательных выборок напряжения аккумулятора. Заряд прекращается, если накопленное значение разностей равно -8 мВ.
I _{мин}	Минимальный ток	Заряд прекращается, когда ток заряда становится ниже предустановленного значения. Обычно используется при заряде постоянным напряжением. Применяется при заряде свинцово-кислотных и литий-ионных аккумуляторов.
dT/dt	Нарастание температуры	Скорость нарастания температуры используется в качестве критерия прекращения заряда при использовании быстрого заряда. Информация по точке прекращения заряда дается производителем аккумулятора (обычно 1°С/мин для NiCd-аккумуляторов) – Применяется для NiCd- и NiMH-аккумуляторов.

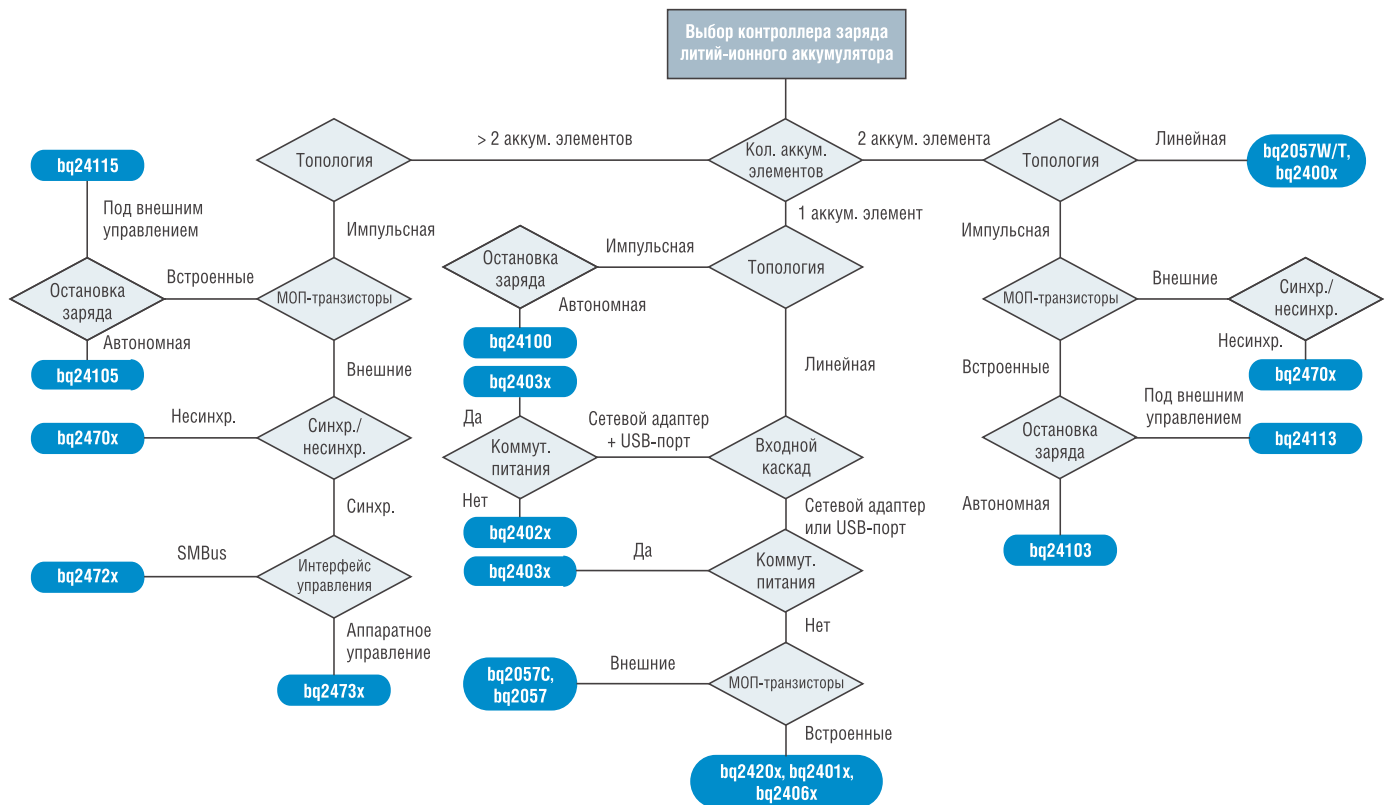


Рис. 1. Алгоритм выбора контроллера зарядного устройства литий-ионного аккумулятора

Функция управления коммутацией питания

Функция управления коммутацией питания (в оригинале «power-path management») предназначена для коммутации источников и получателей питания таким образом, чтобы обеспечивалась бесперебойность питания системы, а также одновременность питания и заряда аккумулятора.

На рисунке 2 показана схема распределения питания, которая поддерживается серией интегральных схем однокристалльных зарядных устройств и управления коммутацией питания bqTINY-III (bq2403x). Данная схема позволяет:

- автоматически выбрать источник питания: сетевой адаптер, USB-порт или аккумулятор;
- сделать независимым питание системы от заряда аккумулятора (сокращает количество циклов заряда-разряда, делает возможной работу при поврежденном аккумуляторе или вообще без аккумулятора).

Таким образом, интегрирование функции управления коммутацией питания в ряде случаев позволяет улучшить функциональные возможности системы питания (например, работа от сетевого адаптера или USB-порта при поврежденном аккумуляторе) без существенного увеличения числа внешних компонентов и стоимости.

Опциональные функции

Большинство интегральных схем из таблицы 2 организованы в серии, представители которых различаются поддержкой тех или иных функций (опций). Данные

функции называются опциональными и отображены в таблице 2.

Опциональные функции управления светодиодами предназначены для отображения статуса заряда и могут быть реализованы следующим образом:

- выход управления одним светодиодом (1xСД);
- выходы управления двумя светодиодами (2xСД);
- выходы управления одним двухцветным светодиодом (1x2ЦСД).

Данные функции являются опциями у представителей серии bq2400x, но это не означает, что

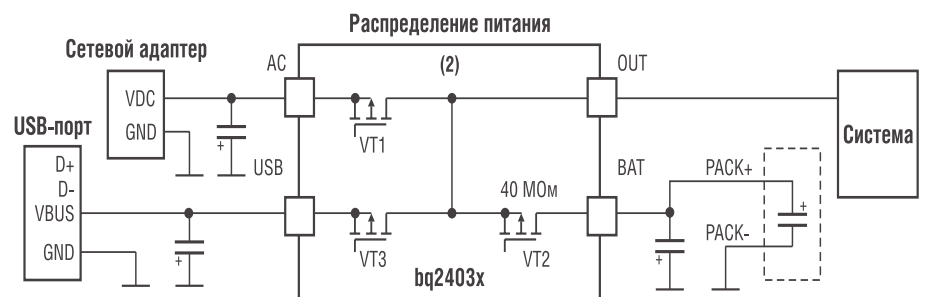


Рис. 2. Схема распределения питания при использовании bq2403x

другие интегральные схемы не поддерживают функцию вывода информации о статусе заряда, а лишь указывает на отличия между представителями серии. Логике работы данных выходов можно уточнить в документации.

Опциональными функциями для серии bqTINY и bqTINY-II является поддержка некоторых входов и выходов и связанных с ними функций. К числу этих входов/выходов относятся:

PG — выход с открытым стоком, который сигнализирует о наличии входного питания и достаточности его уровня;

TS — вход контроля температуры аккумуляторной батареи;

CE — вход разрешения заряда с активным низким уровнем;

TTE — вход разрешения работы таймера и функции остановки заряда (активный низкий уровень);

TE — вход разрешения работы таймера;

STAT — выход индикации состояния заряда (предварительный заряд, быстрый заряд, заряд завершен, заряд прерван, термоблокировка и др.).

Опциями для серии bqTINY-III являются уровень выходного напряжения встроенного стабилизатора. Исключением является bq24035, у которого каскад стабилизации упрощен и выполняет функцию отсечки сетевого адаптера при выявлении перенапряжения (Votk).

Наконец, представители серии bqHYBRID, ориентированные на BLUETOOTH-приложения, содержат преобразователь постоянного напряжения индуктивного типа, который позволяет сформировать из напряжения одноэлементного литиево-ионного или ли-

тиево-полимерного аккумулятора фиксированное выходное напряжение. У bq25010 выходное напряжение может регулироваться от 0,7 В до Vаккумулятора, а у bq25011 и bq25012 оно установлено в заводских условиях и равно 3,3 В и 1,8 В, соответственно.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК:

1. Power Management Selection Guide. Texas Instruments Incorporated, 2Q 2006, 69 p.

2. Материалы из раздела «Battery Charge Management» на сайте компании TI (www.ti.com).

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: analog.vesti@compel.ru.

 TEXAS INSTRUMENTS
REAL WORLD SIGNAL PROCESSING™

КОНТРОЛЛЕРЫ БАТАРЕЙНОГО ПИТАНИЯ для портативных устройств



USB

Управление электропитанием системы



Управление электропитанием системы и зарядом батарей

Управление электропитанием системы

Устройство

Управление батареями

↑↓

Коммуникационный интерфейс



Идентификация батарей



Высокоточный указатель уровня заряда батареи

Безопасное управление зарядом Li-Ion батарей

- Для NiCd, NiMH: bq2002; bq2004; bq24400
- Для Li-Ion, Li-Polymer: bq24030; bq24100; bq24103; bq24105; bq24721
- Универсальные: bq2000; bq24703





www.compel.ru