

Зарядно-балансировочное устройство

для Li-ion аккумуляторных батарей

В настоящее время имеется большая потребность в химических источниках тока для различных устройств, начиная от сотовых телефонов и кончая измерительными приборами для техники специального назначения, особенно в качестве аварийных. Литий-ионные аккумуляторы являются наиболее перспективными с точки зрения величины энергоемкости и минимальных габаритов (удельной энергоемкости) для обеспечения длительного срока цикла разряда, что и является привлекательным при эксплуатации в резервных источниках питания (ИП).

Павел Чуйков

chukof@yandex.ru

Как всякий аккумулятор, резервный ИП должен заряжаться от какого-либо зарядного устройства (ЗУ). Существует несколько видов ЗУ:

- для двух аккумуляторов;
- универсальное для одного аккумулятора различного типа;
- зарядка байпасным¹ (шунтирующим) методом блока аккумуляторов от единого ИП.

Все зарядки бытового типа маломощны и при блочном построении аккумуляторов не обеспечивают возможности выполнения балансировки.

Учитывая перспективы и наличие определенных ограничений при эксплуатации в применении Li-ion аккумуляторов, необходимо рассмотреть все особенности и проблемы, возникающие при этом. В данном случае под Li-ion аккумуляторами понимаются также литий-полимерные (Lithium-ion polymer battery, Li-pol) и другие на литиевой основе.

Отличительные особенности Li-ion аккумуляторов

Диапазон рабочих напряжений

Предельное напряжение величины заряда — 3,7–4,2 В, в зависимости от типа аккумулятора. Перезаряд аккумулятора по напряжению свыше 4,2 В приводит к вскипанию электролита со всеми дальнейшими нежелательными последствиями.

Нижнее значение разрядного напряжения — 2,5 В («точка невозврата»). При достижении этого напряжения резко падает рабочая емкость аккумулятора, и восстановление работоспособности достигается с большим трудом и не во всех случаях. Аккумулятор, как правило, требует замены.

Диапазон рабочего напряжения аккумулятора 2,7–4,2 В, рекомендуемый — 2,9–3,7 В.

Двухэтапная зарядка

Первый этап — зарядка током от 0,1С до 2С на 70% (ограничивается временем заряда и температурой перегрева, где С — емкость аккумулятора в ампер-часах). Выполняется до достижения напряжением на аккумуляторе номинального значения.

Второй этап — зарядка стабилизированным напряжением (номинальным напряжением) достигает 30%. Длится до достижения минимального значения тока зарядки.

Выполнение этих двух этапов обеспечивает максимальную величину энергоемкости аккумуляторов. Увеличение емкости аккумуляторов осуществляется параллельным подключением одинаковых аккумуляторов.

Балансировка аккумуляторов в блоке

Для обеспечения длительного процесса использования емкости аккумулятора в эксплуатации требуются банки аккумуляторов с одинаковыми характеристиками по напряжению, внутреннему сопротивлению, рабочей емкости, токам утечки. Выполнение этих требований достигается выравниванием внутренних характеристик аккумуляторов, что осуществляется балансировкой как на этапе технологической наработки, так и в период эксплуатации (в меньшей степени).

Длительная и надежная работоспособность аккумуляторов, собранных в последовательные блоки, достигается применением балансировочного устройства, уравнивающего напряжение во всех аккумуляторах блока в процессе работы и хранения. Балансировка — важный процесс поддержания величины энергоемкости аккумуляторов при разряде. Выравнивание напряжения проводится с помощью внешней коммутации путем переноса избыточного заряда из аккумулятора в аккумулятор с более низ-

¹ Принцип байпасного метода заключается в шунтировании заряженных аккумуляторов и перераспределении энергии на незаряженные аккумуляторы через шунтирующие резисторы.

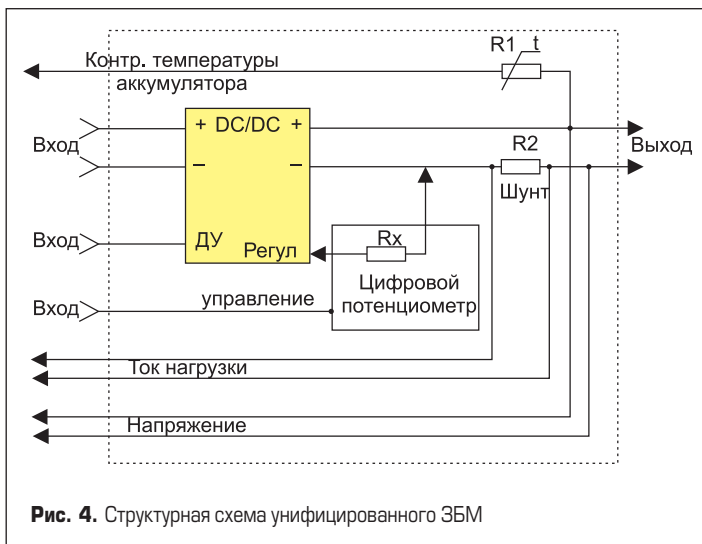


Рис. 4. Структурная схема унифицированного ЗБМ

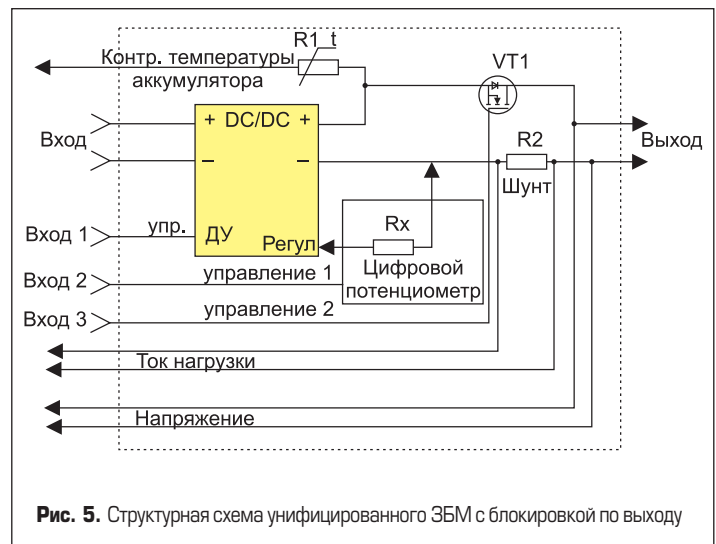


Рис. 5. Структурная схема унифицированного ЗБМ с блокировкой по выходу

вышеперечисленных функций в перспективном ЗБМ, показанном на рис. 4.

Структурная схема унифицированного ЗБМ с блокировкой по выходу представлена на рис. 5.

Управление ЗБМ при наличии на входе DC/DC питающего напряжения осуществляется логическим уровнем УПР по входу 1 ДУ.

В зависимости от состояния напряжения на аккумуляторе выставляется напряжение на выходе DC/DC посредством цифрового потенциометра. Величина резистора R_x определяет уровень выходного напряжения. Падение

напряжения на шунте определяет выходной ток зарядки. Поддержание необходимого тока зарядки осуществляется изменением величины цифрового потенциометра. Величина падения напряжения на терморезисторе обеспечивает контроль температуры аккумулятора. Питание цифрового потенциометра осуществляется импульсно по запросу процессора.

Управление ЗБМ с блокировкой по выходу отличается от управления ЗБМ наличием защитного ключа в выходной цепи нагрузки. Данная блокировка исключает протекание обратного тока (разрядку) аккумулятора.

Структурная схема зарядного устройства с использованием модулей ЗБМ и подключенных к ним аккумуляторов представлена на рис. 6.

Управление зарядным устройством выполняет процессор (ЦП). Работа ЗУ начинается с опроса каждого ЗБМ о величине уровня напряжения на каждом аккумуляторе. При отсутствии аварийного режима по уровню напряжения на аккумуляторах 3,4–3,7 В ЦП проводит балансировку: включает зарядку по уровню напряжения в требуемый DC/DC от суммарного напряжения на всех аккумуляторах или от внешнего ИП (при наличии внешнего напряжения зарядки). При напряжении ниже 3,4 В все аккумуляторы подлежат зарядке в двух режимах до номинального напряжения.

Устройство защиты от перегрева обеспечивает контроль температуры на каждом из аккумуляторов и при необходимости обеспечивает отключение аккумуляторов от нагрузки.

Выводы

Рассмотренный источник аварийного питания реализован совместно с зарядным устройством, построен на унифицированных ЗБМ, предназначен для управления от общего процессора.

Гибкость ЗУ определяется широкими функциональными возможностями:

- унифицированные узлы зарядки аккумуляторов;
- активная балансировка;
- контролируемая глубина разрядки;
- обеспечение режимов балансировки в процессе хранения;
- двухуровневая защита по температуре перегрева;
- регистрация состояния и наработки устройства за период эксплуатации и хранения.

Литература

1. Таганова А. А., Бубнов Ю. И., Орлов С. Б. Герметичные химические источники тока. СПб.: Химиздат. 2005.
2. Sihua Wen. Выравнивание заряда батарей // Analog application Journal. 2009. First Quarter.

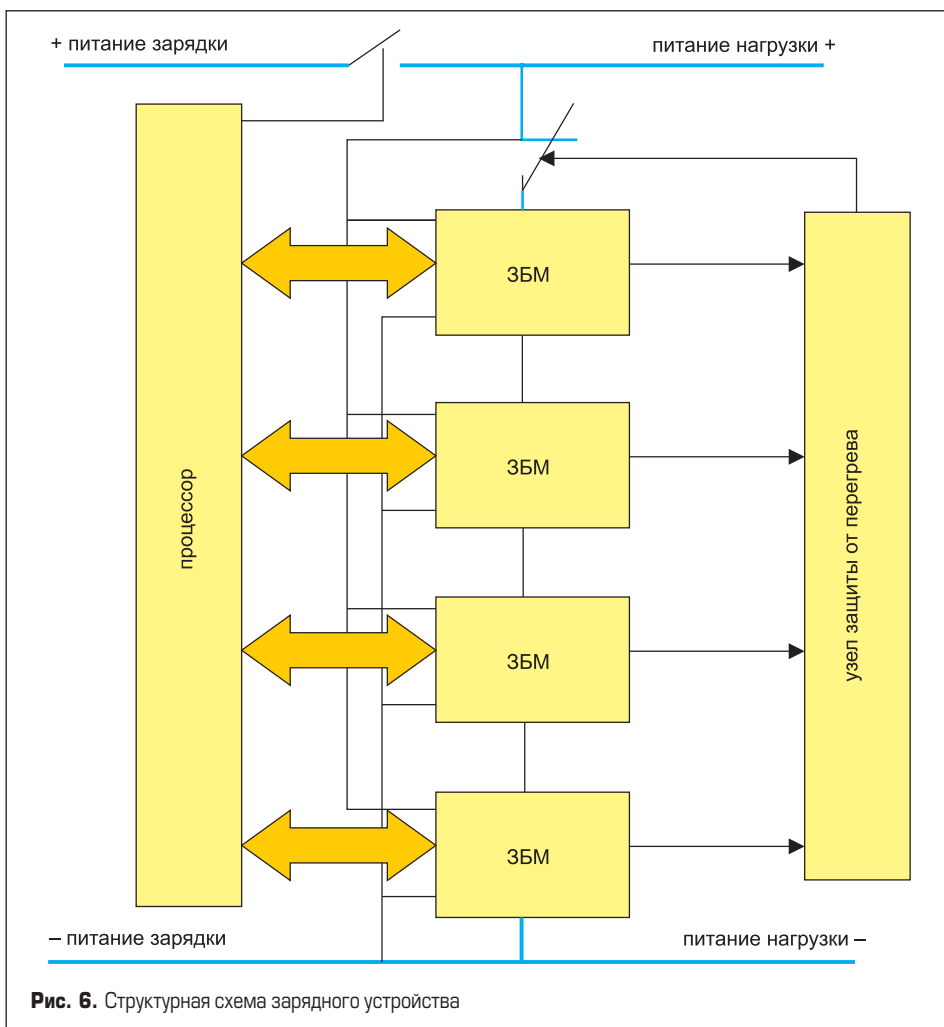


Рис. 6. Структурная схема зарядного устройства