

Разработка и исследование источника питания для обеспечения функционирования эталонных установок

А. И. Быков, Д. В. Шавалдин

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева

a.i.bykov@vniim.ru

Аннотация. В докладе приведены результаты разработки и исследования гальванически изолированного аккумуляторного источника питания для эталонных установок.

Ключевые слова: эталонные установки; изолированный источник питания; программное обеспечение

I. ВВЕДЕНИЕ

Источники питания, обеспечивающие функционирование эталонной аппаратуры, практически всегда гальванически изолированы от сетевого питания, но не всегда способны обеспечить требуемые выходные характеристики, а также полностью развязать эталонную установку от сетевого питания. Зачастую даже при наличии сложных схемотехнических решений крайне проблематично подготовить и отфильтровать выходное питание до требуемого уровня, при этом физически подключённый к эталонной установке сетевой кабель может вызывать нестабильное функционирование установки.

В данной работе приведены результаты разработки третьей модификации аккумуляторного источника питания.

II. ПРЕДЫСТОРИЯ

Ранее были разработаны аналогичные источники питания [1], обеспечивающие работу эталонных установок. Они были узко специализированы и настроены под определённые задачи.

В процессе эксплуатации выявлены особенности применения источника питания, которые определили требования для нового устройства. Как результат было принято решение разработать унифицированный источник питания, подходящий под большую часть деятельности научной исследовательской лаборатории.

III. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Необходимо разработать новый источник питания с учётом предыдущего опыта. Который должен включать в себя ряд новых и расширенных функций, а именно:

- возможность контроля цикличности использования батареи (отслеживание жизненного цикла);
- возможность отслеживания уровня заряда батареи для отображения оставшегося времени работы;
- функция самокалибровки;

- функция тестирования (удалённая отладка);
- функция удалённого управления;
- графический интерфейс;
- программная защита от перегрузки по току (ОСР – over current protection);
- увеличение времени автономной работы;
- увеличение скорости заряда.

IV. РАЗРАБОТКА

На основе ранее отработанных схемотехнических решений с учетом предложенного набора функций разработана структурная схема, представленная на рис. 1.

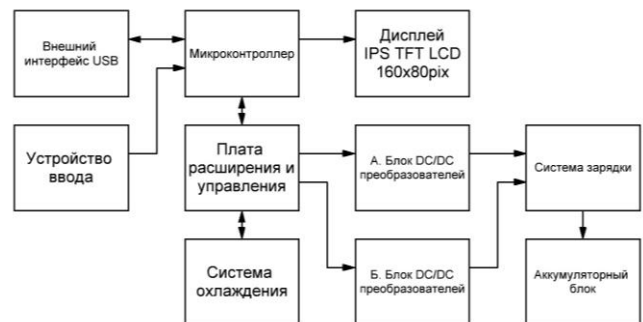


Рис. 1. Структурная схема устройства источника питания

Разработанное устройство реализовано на отдельных модулях, что обусловлено плотной компоновкой и особенностями системы охлаждения. Данный подход позволил разбить сложные задачи на более простые и упростить отладку будущего устройства. Если не учитывать дублирующие и второстепенные (соединительные) печатные платы, то было разработано 3 основных модуля: модуль системы зарядки, dc/dc изолированный блок питания, плата контроля и управления.

В предыдущей модификации были выявлены проблемы чрезмерного нагрева отдельных компонентов до 50 °C и выше в процессе зарядки, а также неудовлетворительно продолжительное время зарядки – более 15 часов. Данные проблемы были решены в процессе модернизации системы охлаждения и питания.

Необходимость увеличения емкости аккумуляторной батареи повышает требования к зарядному току, а также повышает нагрев. Для улучшения отвода тепла от зарядной системы использован один общий радиатор.

Применено сквозное активное охлаждение. Улучшен теплоотвод от микросхем управления зарядом за счет специализированного термоинтерфейса.

Модуль контроля и управления системой зарядки разработан под требования, которые появились в процессе эксплуатации предыдущих модификаций. В новом источнике питания были добавлены следующие возможности:

- плавный старт;
- защита от превышения выходного тока (программная, настраиваемая);
- защита от перегрева;
- управление системой охлаждения;
- измерение оставшейся емкости;
- вывод информации о статусе источника питания;
- система обработки вводимых команд для локального и удаленного управления;
- реализованы функции сбора, анализа и хранения информации о жизненном цикле аккумуляторной батареи.

V. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Основным параметром данного источника питания является время автономной работы. Эффективная емкость аккумуляторной батареи, определяющая время автономной работы, зависит от мощности потребляемой нагрузки, включая мощность, потребляемую на собственные нужды системы управления.

Собственное потребление схемы контроля состояния аккумуляторной батареи в зависимости от выбранной схемы питания (полная изоляция или частичная изоляция цифровой части) может быть включено или отключено в энергоэффективном режиме.

Для проверки правильности предоставляемых данных о состоянии аккумуляторной батареи, корректности расчета оставшегося времени работы проведено исследование, целью которого было определение реальной емкости аккумулятора посредством профессионального оборудования и сравнение с показаниями, полученными с помощью программного обеспечения разрабатываемого источника питания. Для этого было реализовано два измерительных стенда, представленных на рис. 2 и 3.

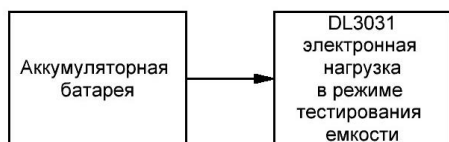


Рис. 2. Структурная схема измерительного стенда для определения емкости аккумуляторной батареи с помощью специализированного измерителя емкости аккумуляторных батарей



Рис. 3. Структурная схема измерительного стенда для определения емкости аккумуляторной батареи с помощью встроенного в источник питания программного обеспечения

Для определения оставшегося времени автономной работы применена упрощенная формула расчета времени

$T = E_{\text{емкость}} \cdot U_{\text{нап.}} / P_{\text{мощ.потреб.}}$ без учета дополнительных коэффициентов преобразования и потерь [2].

В результате проведенной работы был построен график зависимости напряжения на аккумуляторной батарее от ее емкости при токе нагрузки 0,5 А, изображенный на рис. 4.

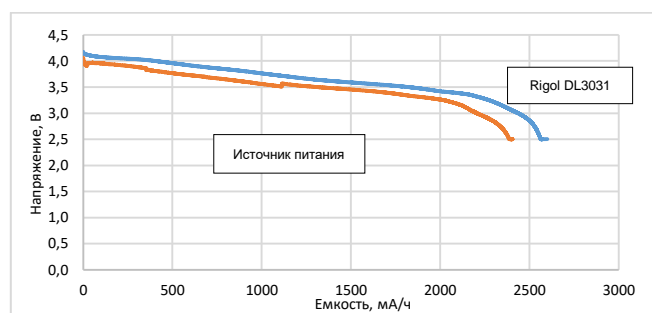


Рис. 4. Результат измерения зависимости напряжения от емкости при разрядном токе 0,5 А

Исследование выходных характеристик с учетом отсутствия системы стабилизации и преобразования напряжения (применяемых в предыдущих модификациях) сводится к проверке величины пульсаций на выходе источника питания.

В данном случае на выходе отсутствуют посторонние сигналы, так как питание поступает на выходной разъем, а все цифровые компоненты изолированы и не вносят свой вклад.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы разработаны структурная и принципиальная схемы устройства, разработаны печатные платы, произведены монтажные работы, разработано программное обеспечение [3], проведены исследования выходных характеристик, проведены работы по исследованию корректности расчета оставшегося времени работы.

В отличие от предыдущих модификаций данное устройство не имеет возможности стабилизации, регулировки и преобразования выходного напряжения. Однако проведенная унификация и внесенные в угоду расширения области применения изменения позволили обеспечить при этом требуемые условия эксплуатации эталонных установок.

Стоит отметить, что данный источник питания приведен в состояние законченного устройства. Это позволит произвести небольшую серию.



Рис. 5. Внешний вид лицевой панели

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Быков А.И., Катков А.С., Громова Ю.А., Шавалдин Д.В. Разработка и исследование модулей с целью совершенствования ГЭТ4-91 // 78-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио. Сборник материалов. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2023. С. 419-421.
- [2] Шепелев А.О., Артамонова Е.Ю. Расчет емкости аккумуляторных батарей // Молодой ученый. 2016 № 17 (121). С. 99-101.
- [3] Матюшин А.О. Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика. МДК Пресс, 2017. С. 179-198.