

УДК 621. 314

М.А. Лесовая, канд. мед. наук, Е.С. Пичкалёв, Т.А. Терещенко, д-р техн. наук,
Ю.В. Хохлов, канд. техн. наук

Моделирование системы электропитания с резервными источниками

Рассмотрены особенности построения систем бесперебойного электропитания экстренных медицинских отделений с использованием резервных источников. Предложена структурная схема системы бесперебойного электропитания с использованием солнечных батарей. Проведено моделирование системы электропитания медицинского оборудования с использованием солнечной батареи и показано увеличение времени работы медицинских отделений при отсутствии напряжения сети.

Features of construction of systems of uninterrupted power supplies of emergency medical departments with use of reserve sources are considered. The block diagram of system of uninterrupted power supplies with use of solar batteries is offered. Modeling system of power supplies of the medical equipment with use of the solar battery is spent and the increase of operating time of medical departments at absence of a network voltage is shown.

Введение

Для обеспечения бесперебойного электропитания медицинского оборудования, задействованного при проведении операций и реанимационных мероприятий, используются системы с резервными источниками. В случае отсутствия напряжения сети именно бесперебойное питание экстренных медицинских отделений дает возможность сберечь здоровье и жизнь пациента.

Постоянное усложнение медицинского оборудования, увеличение его номенклатуры, повышение требований к качеству электропитания затрудняет оптимизацию системы электропитания [1].

Поэтому необходимо оценить качество и возможности обеспечения работы системы от резервных источников в течении длительного времени. Для выполнения этой задачи необходимо создать модель системы бесперебойного электропитания.

Целью работы является создание модели системы электропитания экстренных медицинских отделений с использованием резервных источников на базе солнечных батарей и анализ режимов работы системы при отключении сети.

Структурные схемы бесперебойного электропитания медицинских отделений

Рассмотрим два типа структурных схем, которые реализуют бесперебойное электропитание оборудования медицинского назначения, "off-line" (рис. 1 а) и "line-interactive" ("линейно-интерактивного") (рис. 1 б), с применением в качестве одного из источников электроэнергии аккумуляторных батарей [1, 2].

Первый тип структурной схемы "off-line" обеспечивает переключение потребителя П на работу от аккумуляторной батареи только в случае исчезновения напряжения сети. В случае питания от сети ключи К1 и К3 являются замкнутыми, а ключи К2, К4 – разомкнутыми. При этом происходит заряд аккумуляторной батареи (АБ). При пропадании напряжения сети ключ К3 размыкается, а ключ К4 замыкается, тем самым обеспечивая электропитание потребителя (П) от аккумуляторной батареи АБ [1].

Структурная схема "off-line" является простой и экономичной в работе, но не обеспечивает стабилизацию входного напряжения при работе от сети.

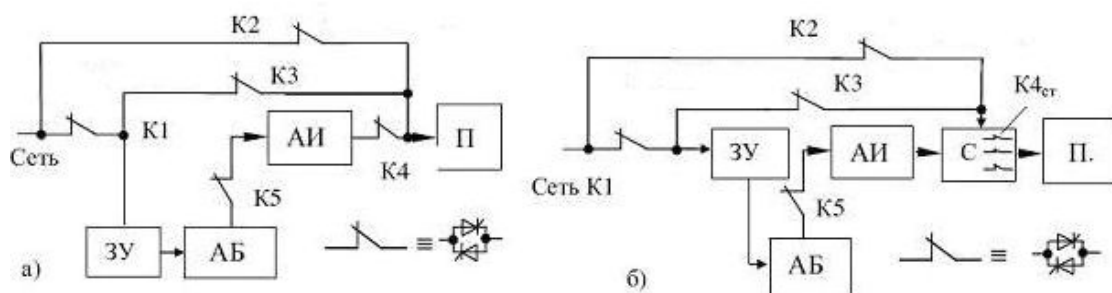


Рис. 1. Структурные схемы построения СБЭП медицинского назначения: а) "off-line"; б) "line-interactive"

Такой недостаток не позволяет с достаточной эффективностью использовать АБ.

Во второй тип структурной схемы "line-interactive" входит стабилизатор (С), который стабилизирует напряжение, не используя АБ. Резервный источник питания используется лишь в случае пропадания напряжения сети или невозможности его стабилизации [2]. Использование стабилизатора повышает надежность и эффективность работы системы электропитания.

Структура электропитания с солнечной батареей

Недостатком вышеуказанных структурных схем является наращивание объемов АБ в случае, когда необходимо увеличение длительности работы медицинского оборудования при пропадании напряжения сети. Как альтернативное решение предлагается использовать солнечную батарею в качестве дополнительного резервного источника питания (рис. 2) [3]. Для улучшения эффективности использования АБ используется зарядное устройство (ЗУ).

Принцип работы предложенной структурной схемы (рис. 2) схож с принципом работы структурной схемы "линейно-интерактивного" (line interactive) типа. Исключением является работа схемы при использовании солнечной батареи (СБ). СБ осуществляет заряд АБ как при наличии напряжения сети, так и при его отсутствии.

При наличии напряжения сети осуществляется заряд АБ как от сети, так и от солнечной батареи. При этом ключи К2 и К5 находятся в разомкнутом состоянии. В случае исчезновения напряжения сети ключи К1, К3 размыкаются, а К5 замыкается.

Осуществляется питание потребителя (П) от АБ при подзарядке от СБ через зарядное устройство (ЗУ). Постоянное напряжение преобразуется автономным инвертором (АИ) в переменное напряжение, отвечающего нормам электропитания медицинских отделений. Именно подзарядка от СБ в этом режиме работы увеличивает длительность работы АБ [3].

Моделирование системы бесперебойного электропитания

Осуществим оценку длительности работы аккумуляторной батареи на активную нагрузку при таких начальных условиях: 100% заряд аккумуляторной батареи, выходная мощность 1 кВт. Поставим задачу обеспечения электропитания медицинского отделения для проведения операций с применением эндоскопической аппаратуры. На протяжении своей работы АБ разряжается на нагрузку. Проверку работы системы бесперебойного питания медицинского оборудования осуществим с помощью Matlab-модели (рис. 3).

Как видно из осциллограмм, описывающих работу модели «АБ-нагрузка» (рис. 4) длительность работы составляет 42 минуты.

Однако для ряда медицинских операций полученной длительности будет недостаточно. Схема на базе СБ позволит увеличить время работы системы, причем степень увеличения длительности работы системы в общем случае зависит от мощности СБ, освещенности, температуры и времени суток. Так как время длительности операции с применением эндоскопической аппаратуры составляет минимум один час, то поставим задачу, что бы система электропитания работала на протяжении 67 минут.

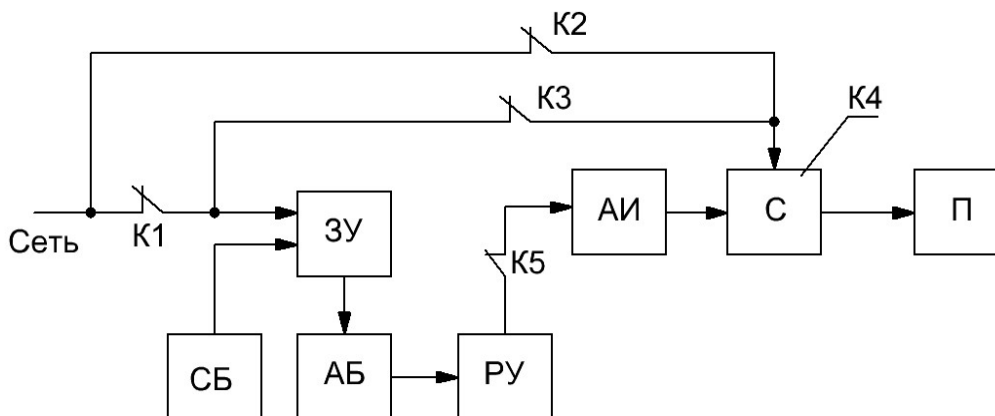


Рис. 2. Структурная схема электропитания на базе СБ

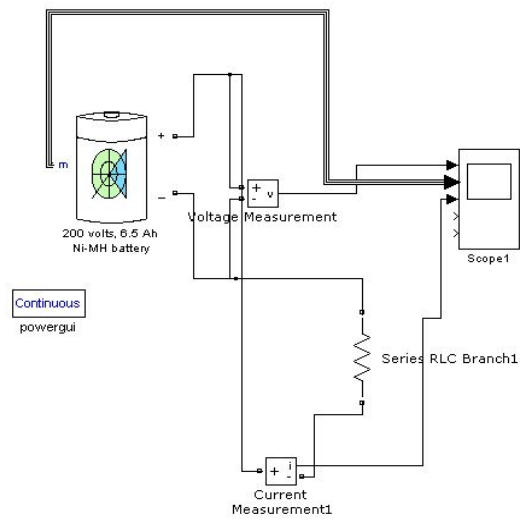


Рис. 3. Модель схемы разряда АБ

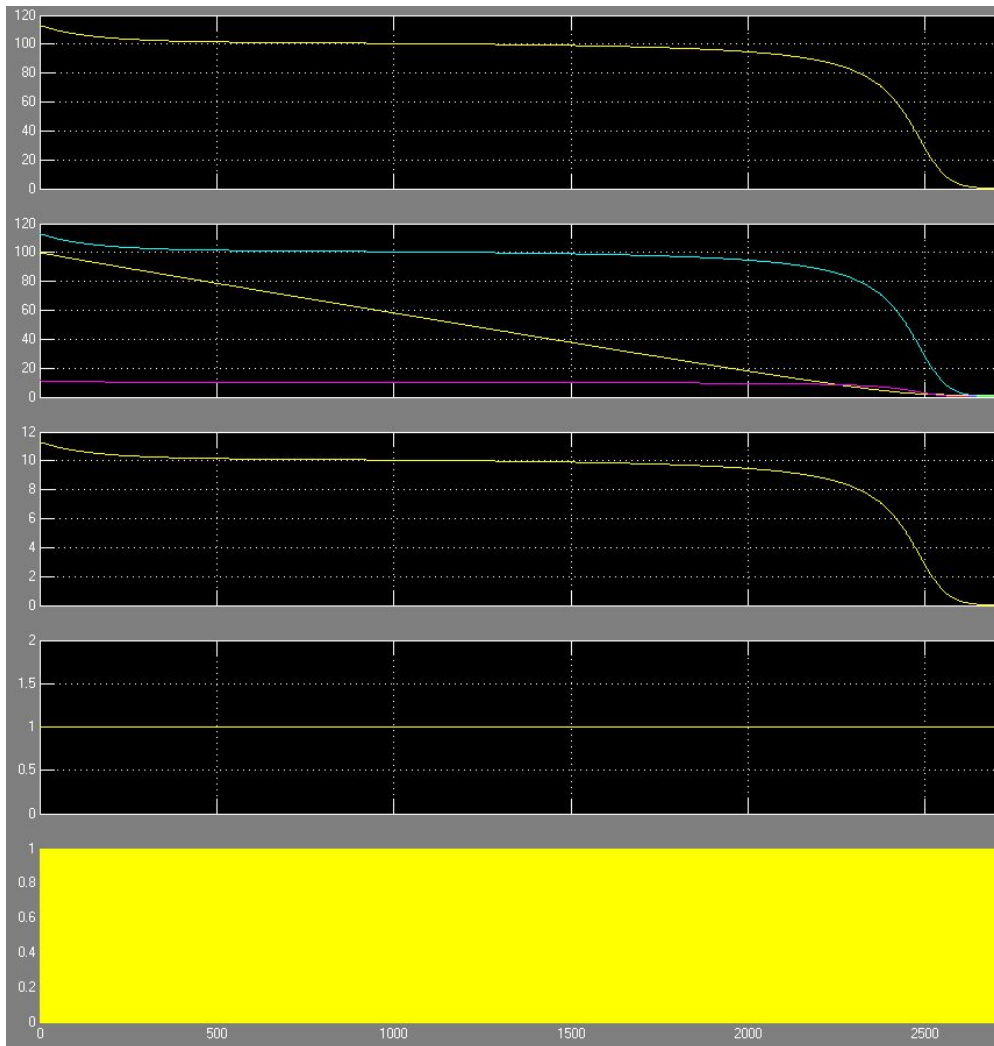


Рис. 4. Осциллограммы полученных напряжений и токов схемы разряда АБ (масштаб по оси 0x – 500 сек./дел; масштаб по оси 0y – 20 В/дел.; 2 А/дел.)

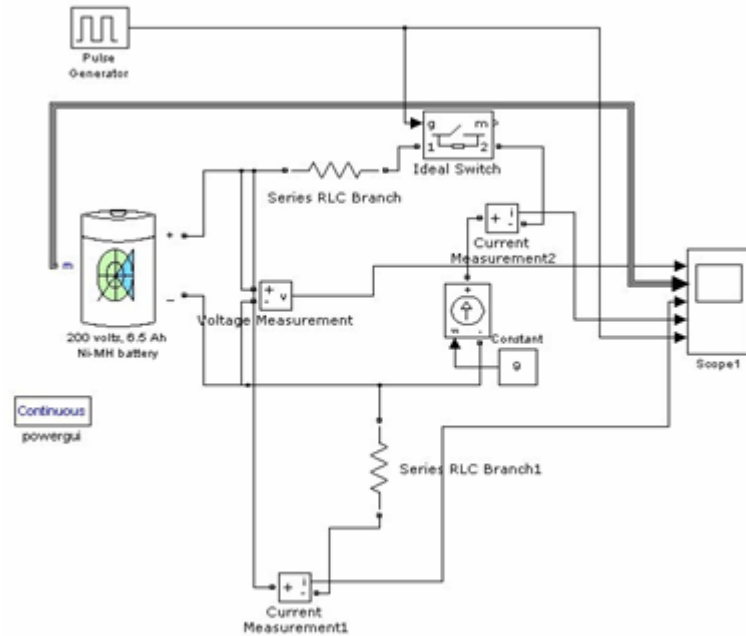


Рис. 5. Модель системы электропитания на базе СБ

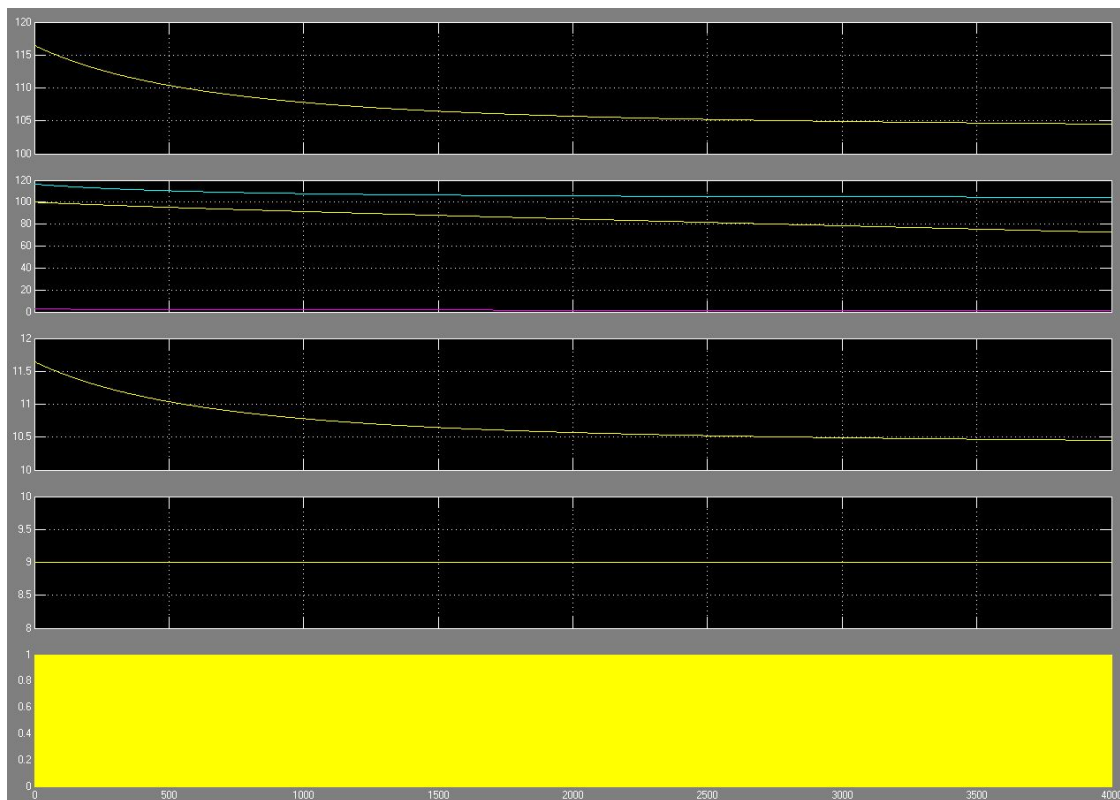


Рис. 6. Осциллограммы полученных напряжений и токов схемы с СБ

(масштаб по оси 0x – 500 сек./дел.; масштаб по оси 0y – 20 В/дел.; 2 А/дел.)

На рис. 5 представлена модель системы электропитания на базе солнечной батареи, работающей на активную нагрузку.

Солнечная батарея представлена источником постоянного напряжения 9В и последовательно включенным сопротивлением. Модель зарядного устройства построена на базе идеального ключа управляемого ШИМ сигналом.

Сопротивление нагрузки представлено элементом RLC branch 1. Аккумуляторная батарея по мере своей работы разряжается на нагрузку и одновременно подзаряжается от солнечной батареи (рис. 6). Такое взаимодействие обеспечивает увеличение длительности работы системы электропитания при отсутствии напряжения питания сети.

Как видно из рис. 6, время работы системы электропитания гарантированно составляет 67 минут.

В результате дополнения системы электропитания солнечной батареей время работы возрастает с 42 минут до 67 минут (рис. 7), что позволяет провести операцию с применением эндоскопической аппаратуры.

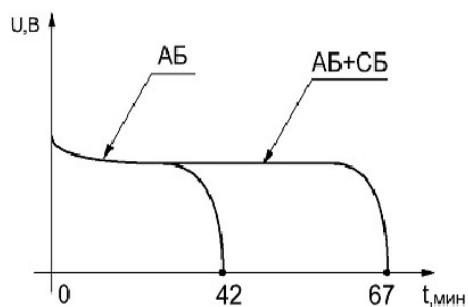


Рис. 7. Характеристика разряда АБ

Недостатком работы СБ является продолжительность её работы только на протяжении светового дня, при достаточной освещенности.

Выводы

Модифицирована структурная схема электропитания "line-interactive" путем добавления солнечной батареи, как дополнительного резервного источника электропитания. Показана работоспособность системы бесперебойного

электропитания на основе солнечной батареи, как резервного источника питания.

Проведено моделирование системы электропитания с солнечной батареей и показано увеличение времени работы системы с 42 минут до 67 минут (в 1,6 раз), что позволяет провести операцию с применением эндоскопической аппаратуры.

Литература

1. *Гарганеев А.Г.* Применение систем бесперебойного электропитания в экстренной медицине: – Известия Томского политехнического университета, 2005, Т.308, №7. – 166 - 171 с.
2. *Азаров А.Г., Гарганеев А.Г., Полонский В.В., Целебровский И.В., Шурыгин Ю.А.* Опыт применения систем аварийного электроснабжения при проведении хирургических операций и реанимационных мероприятий в лечебных учреждениях г. Томска и Томской области // Вестник «Здравоохранение Сибири». – 1999. – № 4. – С. 77–78.
3. *Петергеря Ю.С., Жуйков В.Я., Терещенко Т.О.* Інтелектуальні системи забезпечення енергозбереження житлових будинків. Навчальний посібник. – К.: Медіа-ПРЕС, 2008. – 256 с.