

Куцева К.В.

Студентка РТ-91

Гарипов А.И.

Студент РТ-91

Борисов И.Д.

Студент РТ-91

*Научный руководитель: Вороной А.А., к.ф.-м.н., доц.
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и
информатики*

УПРАВЛЕНИЕ ЗАВТРАШНИМ ДНЕМ

БАТАРЕИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Аннотация: Хотя системы управления аккумуляторами не привлекают особого внимания, современные электромобили были бы невозможны без них.

Внутри аккумуляторной батареи каждого электромобиля находится BMS, которая отвечает за безопасность и долговечность их мощных, но температурных элементов.

Теперь, когда EV выходят на основной рынок, и их батареи, и технологии BMS, на которые они полагаются, должны развиваться, чтобы соответствовать растущим ожиданиям рынка в отношении повышения цены, производительности и надежности.

Ключевые слова: BMS, аккумулятор, Проблемы с вождением, автомобиль, Состояние батареи, DETROIT-General Motors.

Kutseva K.V.

Student RT-91

Borisov I.D.

Student RT-91

Garipov A.I.

Student RT-91

MANAGING TOMORROW

BATTERIES FOR ELECTRIC CARS

Abstract: Although battery management systems do not attract much attention, today's electric cars would not be possible without them.

Inside the battery pack of every electric car is a BMS, which is responsible for the safety and longevity of their powerful but temperamental cells.

Now that EVs are entering the mainstream market, both their batteries and the BMS technology they rely on must evolve to meet growing market expectations for increased price, performance and reliability.

Keywords: BMS, battery, Driving Problems, car, Battery Condition, DETROIT-General Motors.

Типичная система BMS состоит из четырех функциональных элементов:

- Индикатор заряда батареи (BFG). Отвечает за предоставление в реальном времени оценки состояния заряда (SoC) аккумуляторной батареи и состояния здоровья (SoH) на основе трех значений, измеряемых в режиме реального времени: напряжение, ток и температура.

- Алгоритмы оптимальной зарядки (OCA). Отвечают за управление зарядным током для оптимизации времени зарядки при этом минимизируя выделение тепла и сохраняя состояние аккумулятора.

- Схема балансировки ячеек (CBC). Отвечает за выравнивание напряжения между отдельными элементами аккумуляторной батареи. Многие ЦБС также контролируют и балансируют температуру элементов.

- Мониторинг и защита работоспособности. BMS также содержит схемы для мониторинга и защиты от перегрева / перегрузки по току или физического повреждения аккумуляторной батареи.

Проблемы с вождением

Завтрашние аккумуляторы должны будут заряжаться быстрее и обеспечивать большую общую емкость без снижения ожидаемого срока службы. Это потребует от BMS обеспечения гораздо более точного измерения и оценки нескольких критических параметров.

Возможно, наиболее важным из этих параметров является SoC. Отчасти это связано с тем фактом, что точное значение SoC необходимо для определения нескольких других важных значений, связанных с управлением батареями. Это включает в себя функции CBC и OCA, а также мониторинг состояния батареи (SoH).

Оценить SoC батареи сложно, поскольку ее фактическая емкость постоянно меняется в зависимости от капризов происходящих в ней нелинейных электрохимических реакций, а также внешних факторов, таких как температура, режимы использования и старение, которые влияют на них. Из-за этих неточностей сегодняшние BMSS должны намеренно

занижать фактическое количество энергии, оставшееся в элементах, чтобы предотвратить неожиданный дефицит дальности. Эта "скрученная емкость" уменьшает полезный диапазон электромобилей и / или добавляет ненужные затраты к его цене.

Эволюция BMS также обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и долговечности при все более высоких токах и напряжениях, используемых в электромобилях следующего поколения. При неправильном управлении более высокие уровни тока могут увеличить вероятность перегрева, а также сократить количество циклов, которые может обеспечить батарея.

В результате алгоритмы BMS должны удовлетворять нескольким, а иногда и противоречивым целям. Они должны использовать алгоритмы зарядки, которые обеспечивают баланс между необходимостью быстрой зарядки и необходимостью минимизировать факторы, способствующие деградации элементов, такие как количество тепловых отходов, образующихся во время цикла зарядки. Кроме того, оптимизация профиля зарядки аккумулятора требует улучшенных методов определения SoH аккумулятора.

Два наиболее распространенных метода оценки состояния заряда батареи включают мониторинг выходного напряжения разомкнутой цепи (OCV) или подсчет количества электронов, поступающих в нее и выходящих из нее (он же кулоновский подсчет). Теоретически прямое измерение OCV аккумуляторной батареи может предоставить точную информацию о ее SoC. К сожалению, этот простой метод непрактичен в реальном мире, поскольку любой ток, потребляемый от аккумуляторной батареи, влияет на ее выходное напряжение, и элементам может потребоваться несколько часов, чтобы вернуться к своему максимальному состоянию.

Пока автомобиль находится в рабочем состоянии, полезное, но менее точное значение OCV может быть получено на основе модели электрической эквивалентной схемы (ЕСМ) аккумулятора или, в некоторых случаях, электрохимической модели. После оценки OCV SoC может быть получен из справочной таблицы параметров характеристик OCV-SoC. Однако в любом случае оценки OCV, которые они производят, настолько точны, насколько точна используемая модель ЕСМ.

ЕСМ, используемые в настоящее время коммерческими ВМ, имеют ограниченную точность, особенно на предельных значениях тока батареи. Среди многих многообещающих подходов к более точному моделированию - метод, использующий взвешенный алгоритм наименьших квадратов. Он моделирует значения гистерезиса как ошибку в напряжении

холостого хода (OCV) и компенсирует его, используя комбинацию методов оценки линейных параметров в реальном времени и отслеживания SoC.

Кулоновский подсчет позволяет BMS напрямую измерять ток, но создает свои собственные проблемы из-за несовершенного знания фактической емкости аккумулятора, которая варьируется в зависимости от производственных изменений, температуры, режимов использования и последствий старения. Эти ошибки усугубляются неточностями и ошибками выборки, вносимыми чувствительной к току электроникой.

Многие конструкции BMS повышают свою точность за счет использования подхода к определению SoC, основанного на слиянии, который сочетает в себе оценку OCV и методы кулоновского счета. Как правило, это включает в себя модель, которая использует рекурсивную байесовскую оценку и методы нелинейной фильтрации для обновления своих значений и параметров в режиме реального времени, поскольку ее прогнозы сравниваются с измеренным поведением батареи.²

Оценка SoC на основе Fusion уже помогает электромобилям предоставлять водителям более полезные оценки дальности, но современные системы BMS по-прежнему основаны на методах и алгоритмах, которые имеют удивительно высокий уровень неопределенности. Это начнет меняться в ближайшем будущем, поскольку более точные, помехоустойчивые датчики и новые методы получения более точных параметров OCV, емкости батареи и параметров ESM находят свое применение в коммерческих продуктах.

Следующее поколение BMS также может использовать безопасное облачное приложение, которое содержит историю производительности его батареи, а также историю всех аналогичных аккумуляторных блоков. Облачная BMS сможет собирать данные со всего парка батарей и использовать их для более точной оценки параметров, необходимых для управления собственным аккумулятором.

Состояние батареи

Состояние батареи- это более сложный показатель, основанный на емкости, возрасте и уровне износа батареи. Этот многопараметрический параметр предоставляет важную информацию, которую можно использовать для настройки профиля зарядки аккумулятора и других функций BMS для оптимальной производительности и долговечности.

Хотя некоторые детали процесса могут различаться у разных BMSS, их оценка SoH батареи обычно основана на измерениях нескольких связанных физических характеристик и статистических данных, связанных с обслуживанием.

Подсчет количества циклов зарядки / разрядки может дать хорошую оценку первого порядка того, насколько далеко продвинулся процесс старения. Но этот метод не учитывает, насколько глубоко была разряжена батарея или была ли она полностью "пополнена" в течение определенного цикла зарядки. Он также не учитывает другие факторы, такие как экстремальные температуры и превышающие норму токи заряда / разряда, которые могут ускорить процесс старения.

Современные BMSS начинают использовать некоторые или все эти статистические данные в процессе оценки SoH, но есть и другой метод наблюдения за их совокупным влиянием на срок службы батареи.

Снижение емкости и заряда / разряда батареи в первую очередь связано с увеличением ее внутреннего сопротивления, которое происходит по мере старения. В идеальном мире внутреннее сопротивление аккумулятора можно было бы рассчитать путем измерения разницы между его OCV и выходным напряжением при подключении к известной нагрузке.

Однако в реальном мире BMS должна полагаться на расчетное значение OCV и значение нагрузки, полученное от его текущих датчиков. Внутреннее сопротивление также можно оценить с помощью закона Джоуля путем измерения энергии, вырабатываемой батареей во время работы. Кроме того, некоторые показатели, используемые для определения SoC, такие как кулоновский подсчет и фильтрация Калмана, могут помочь в дальнейшем уточнении оценки.

DETROIT-General Motors станет первым автопроизводителем, использующим практически полностью беспроводную систему управления батареями, или wBMS, для серийных электромобилей. Эта беспроводная система, разработанная совместно с Analog Devices, Inc., станет ключевым фактором в способности GM питать множество различных типов электромобилей от общего блока батарей.

Использованные источники:

- 1) Managing Tomorrow's EV Batteries// <https://cdn.baseplatform.io/files/base/ebm/electronicdesign/document/2023/03/Golberg.64023679f0d49.pdf> (дата обращения 16.03.2023)
- 2) EMI Reduction Techniques for Op Amps// [electronicdesign.com. URL: https://www.electronicdesign.com/technologies/power/whitepaper/21169412/electronic-design-emi-reduction-techniques-for-op-amps](https://www.electronicdesign.com/technologies/power/whitepaper/21169412/electronic-design-emi-reduction-techniques-for-op-amps) (дата обращения 17.03.2023)