

# ИНДУКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

для безопасной работы в «серой зоне»

Литий-ионные аккумуляторы являются взрывоопасными зарядными устройствами, обращение с которыми требует осторожности, особенно в случае их пере- и недозаряда, когда аккумуляторные батареи работают в так называемой «серой зоне».

Трудность осторожного обращения и сохранения работоспособности аккумулятора во время заряда/разряда растет пропорционально увеличению его емкости и сложности конструкции. Индуктивные компоненты, специально разработанные для систем управления батареями, помогают решить эту проблему.

Йохен Неллер

Многие портативные электронные устройства уже используют усовершенствованную систему управления батареями (Battery Management System, BMS), однако организация BMS в электрическом, гибридном и подзаряжаемом гибридном (plug-in hybrid) транспорте носит более сложный характер, особенно это касается высоковольтных систем. Создание гальванической развязки каскадных аккумуляторных батарей с высоким синфазным напряжением в подобных системах становится одной из первостепенных задач обеспечения безопасности.

Для балансировки ячеек аккумуляторов со сложной структурой часто приходится разрабатывать новые схемотехнические решения контроля заряда. Также важным аспектом является необходимость создания изоляции функциональных блоков системы для защиты чувствительных элементов от высокого напряжения на аккумуляторах. Решить данные проблемы помогут специально созданные изолирующие силовые трансформаторы и синфазные дроссели. Данные индукционные решения значительно увеличивают безопасность системы и повышают надежность аккумуляторных блоков, а значит, и транспортного средства в целом (рис. 1).

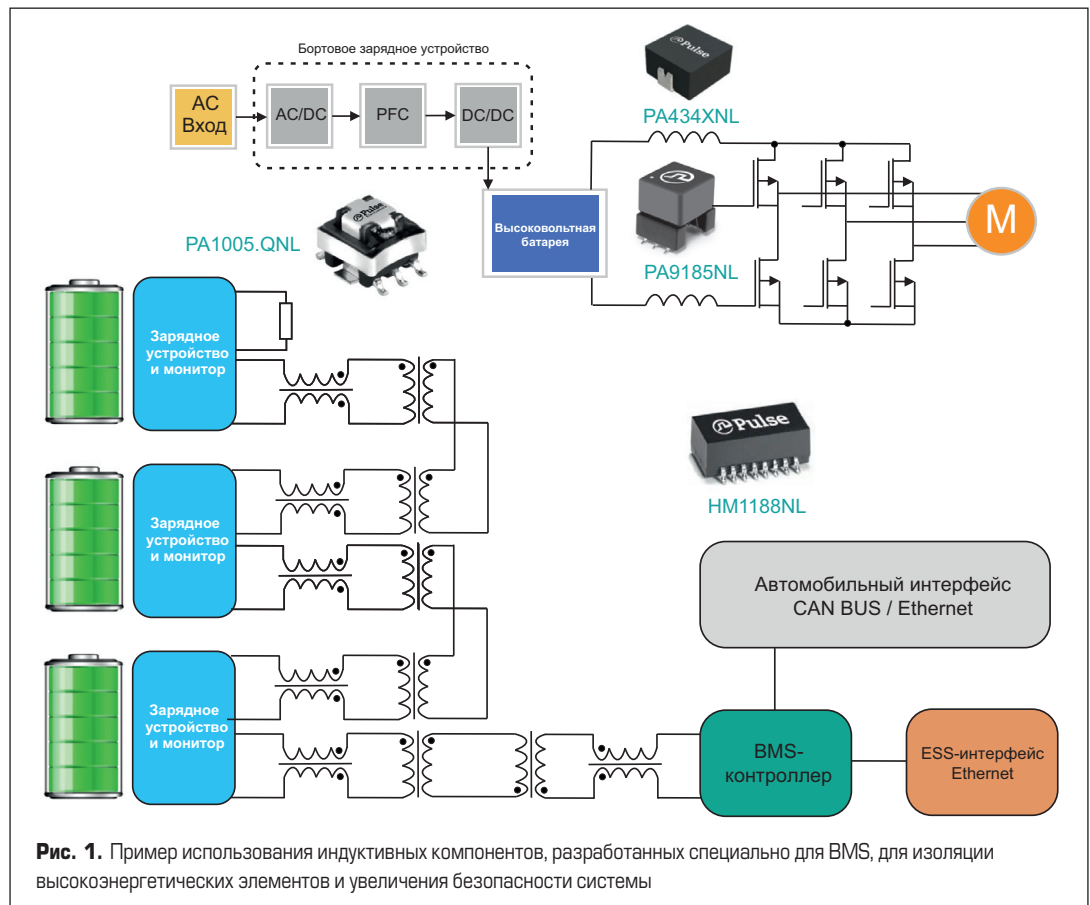


Рис. 1. Пример использования индуктивных компонентов, разработанных специально для BMS, для изоляции высокоэнергетических элементов и увеличения безопасности системы

### Критические аспекты заряда и разряда аккумулятора

При проектировании аккумуляторного блока необходимо учитывать два особенно важных момента:

1. Чрезмерный заряд аккумулятора может привести к его перегреву. Элементы аккумуляторной батареи имеют достаточно узкий температурный диапазон работы, вследствие чего перегрев устройства может вызвать необратимые повреждения, а также привести к тепловому разрушению и возгоранию или взрыву аккумулятора. Чрезмерный перегрев литий-ионных аккумуляторов недопустим.
2. Разрядка батареи ниже определенного порогового значения может привести к снижению ее емкости. Величина порога зависит от химического состава или технологического устройства аккумулятора. Ведущие поставщики, такие как Samsung SDI, указывают данный порог в техническом паспорте на устройство.

### Управление током и напряжением при зарядке и разрядке аккумулятора

Во время зарядки аккумуляторов система управления батареями совместно с бортовым зарядным устройством должна держать ячейки аккумулятора в указанном диапазоне тока и напряжения и исключать возможность перезарядки и недозарядки ячейки, предотвращая возможные повреждения. Как следствие, BMS необходимо контролировать ток и напряжение заряда и разряда ячейки. За управление токами отвечают полупроводниковые переключатели. В свою очередь, для обеспечения связи через последовательную конфигурацию и защиты цепи управления от синфазного напряжения аккумулятора в цепь включают изолирующие силовые трансформаторы, в частности решения серии PH9185.XXXNL от Pulse (рис. 2). Следует отметить, что трансформаторы данной серии могут быть настро-



Рис. 2. Внешний вид трансформатора серии PH9185.XXXNL от Pulse

ны на работу с различными коэффициентами передачи.

Особенности трансформаторов серии PH9185.XXXNL:

- напряжение изоляции: 5000 Brms;
- рабочее напряжение: 600 Brms;
- длина пути утечки изолятора: 8 мм, усиленная изоляция;
- сертификаты UL и TÜV, квалификация AEC-Q200.

### Борьба с перенапряжением и пониженным напряжением

Возникновение перенапряжения или проседание напряжения ниже порогового значения может повредить ячейку аккумулятора. Чтобы избежать этого, необходимо равномерно распределять напряжение, подаваемое на аккумулятор, по всем ячейкам. Для этой цели BMS измеряет напряжение каждого элемента аккумулятора и приводит его к общему усредненному значению путем переноса заряда между ячейками или разряда отдельных элементов. В ячейках с напряжением выше среднего избыточный заряд распределяется на другие элементы. Для обнаружения изменения напряжения прекрасно подойдет индуктивность типа PA4334 от Pulse (рис. 3).



Рис. 3. Внешний вид индуктивности PA4334

### Предотвращение перегрева

Температурные датчики BMS непрерывно измеряют температуру, обеспечивая сохранение элементов батареи в заданном температурном диапазоне. Если температура превышает критический уровень, система управления прерывает процесс заряда/разряда до тех пор, пока температура перегретых элементов снова не снизится до безопасного уровня.

### Компенсирующие напряжения

Для того чтобы определить состояние заряда (state of charge, SoC) аккумулятора, BMS выполняет так называемый кулоновский подсчет, который позволяет определить количество энергии, оставшейся в каждой ячейке аккумулятора на данный момент. Подобная архитектура может работать сразу с сотнями ячеек аккумулятора, гарантируя,

что все элементы разряжаются равномерно и их заряд не падает ниже порогового значения, что может уменьшить их общую емкость или привести к глубокому разряду ячейки.

Важно отметить, что многие последовательно соединенные элементы имеют большие разности потенциалов— это в свою очередь требует гальванической развязки между компонентами системы, например, на основе силовых трансформаторов Pulse, отлично зарекомендовавших себя в качестве изоляторов последовательных коммуникационных соединений. Pulse предлагает разработчикам широкий ассортимент, в котором легко можно найти модель, обеспечивающую необходимое напряжение, с нужным количеством каналов, формой и типом корпуса. Так, серия HM11/21xxNL доступна в многочисленных конфигурациях с различными рабочими напряжениями и напряжениями изоляции (рис. 4). Изолирующие силовые трансформаторы одобрены для применения в системах контроля заряда многими игроками рынка (Renesas/ Intersil, Rohm и другими).



Рис. 4. Внешний вид трансформатора HM2100NL

### Управление током заряда

Безопасный алгоритм зарядки представляет собой чередование фаз постоянного тока и постоянного напряжения. Ограничение скорости изменения тока и устранение пульсации зарядного тока возможно при помощи индуктивностей серии PA434xNL от Pulse.

### Заключение

Внедрение систем управления батареями (BMS) в электрический и гибридный транспорт определенно стоит прикладываемых усилий. Благодаря данным системам становятся возможны контроль и оценка производительности, а также стабильности работы каждой ячейки аккумулятора, что в свою очередь значительно увеличивает его срок службы и делает всю систему батарей — и, следовательно, весь автомобиль — более безопасными.