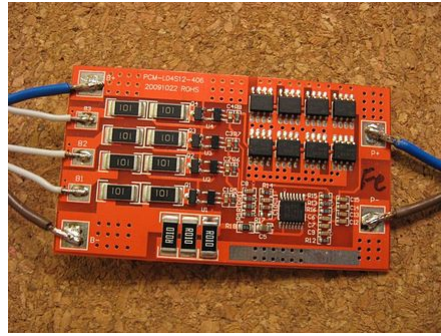


نظام إدارة البطارية

هو أي نظام إلكتروني يدير بطارية قابلة لإعادة الشحن (خلية أو حزمة بطارية) من خلال (BMS) نظام إدارة البطارية لتسهيل الاستخدام الآمن والعمر الطويل للبطارية في السيناريوهات العملية أثناء مراقبة وتقدير حالاتها المختلفة (مثل حالة الصحة وحالة الشحن) ،^[1] وحساب البيانات الثانوية والإبلاغ عن تلك البيانات والتحكم في بيئتها والمصادقة عليها أو هي بديل أبسط لنظام إدارة البطارية.^[3] حزمة البطارية المبنية مع نظام (PCM) موازنتها .^[2] وحدة دائرة الحماية إدارة البطارية مع ناقل بيانات اتصال خارجي هي حزمة بطارية ذكية . يجب شحن حزمة البطارية الذكية بواسطة شاحن بطارية ذكي .^{[1][4]}

الوظائف



رباعية الخلايا LiFePO4 دائرة أمان لبطاريات مع موازن

شاشة

مراقبة حالة البطارية كما هو موضح بواسطة عناصر مختلفة، مثل (BMS) يمكن لنظام إدارة البطارية:

- **الجهد** : الجهد الإجمالي، أو جهد الخلايا الفردية، أو جهد **الصنابير الدورية**
- **درجة الحرارة** : متوسط درجة الحرارة، درجة حرارة سحب سائل التبريد، درجة حرارة خروج سائل التبريد، أو درجات حرارة الخلايا الفردية
- تدفق سائل التبريد: للبطاريات المبردة بالسائل
- **التيار** : التيار الداخل أو الخارج من البطارية
- صحة الخلايا الفردية
- **حالة توازن** الخلايا

أنظمة المركبات الكهربائية: استعادة الطاقة

- وسوف يتحكم نظام إدارة البطارية أيضًا في إعادة شحن البطارية عن طريق إعادة توجيه الطاقة المستردة (أي من **الكبح المتجدد**) مرة أخرى إلى حزمة البطارية (المكونة عادةً من عدد من وحدات البطارية، كل منها مكونة من عدد من الخلايا)
- يمكن أن تكون أنظمة إدارة الحرارة للبطارية إما سلبية أو نشطة، ويمكن أن يكون وسيط التبريد إما هواء أو سائلاً أو شكلاً من أشكال تغيير الطور. تبريد الهواء مفيد في بساطته. يمكن أن تكون هذه الأنظمة سلبية، تعتمد فقط على الحمل الحراري للهواء المحيط، أو نشطة، باستخدام مراوح لتدفق الهواء. تجارياً، تستخدم كل من هوندا إنسايت وتويوتا بريوس تبريداً

هوائيًا نشطًا لأنظمة البطاريات الخاصة بهما. [5] العيب الرئيسي لتبريد الهواء هو عدم كفاءته. يجب استخدام كميات كبيرة من الطاقة لتشغيل آلية التبريد، أكثر بكثير من التبريد السائل النشط. [6] تضيف المكونات الإضافية لآلية التبريد أيضًا وزنًا إلى نظام إدارة البطارية، مما يقلل من كفاءة البطاريات المستخدمة في النقل.

يتمتع التبريد السائل بإمكانات تبريد طبيعية أعلى من التبريد الهوائي حيث تميل سوائل التبريد السائلة إلى أن يكون لها موصلات حرارية أعلى من الهواء. يمكن غمر البطاريات مباشرة في سائل التبريد أو يمكن لسائل التبريد أن يتدفق عبر نظام إدارة البطارية دون ملامسة البطارية مباشرة. يتمتع التبريد غير المباشر بإمكانية إنشاء درجات حرارية كبيرة عبر نظام إدارة البطارية بسبب زيادة طول قنوات التبريد. يمكن تقليل ذلك عن طريق ضخ سائل التبريد بشكل أسرع عبر النظام، مما يخلق [6]. توازنًا بين سرعة الضخ والاتساق الحراري

حساب

[4][1]: بالإضافة إلى ذلك، قد يقوم نظام إدارة البطاريات بحساب القيم استنادًا إلى العناصر المدرجة أدناه، مثل

- **الجهد** : الحد الأدنى والحد الأقصى لجهد الخلية
- للإشارة إلى مستوى شحن البطارية، (DoD) أو **عمق التفريغ** (SoC) **حالة الشحن**
- هي قياس محدد بشكل مختلف للسعة المتبقية للبطارية كجزء من السعة الأصلية، (SoH) **حالة الصحة**
- هي كمية الطاقة المتاحة لفترة زمنية محددة مع الأخذ في الاعتبار استخدام الطاقة الحالي ودرجة، (SoP) **حالة الطاقة** الحرارة والظروف الأخرى
- (SOS) حالة السلامة
- (CCL) الحد الأقصى لتيار الشحن كحد لتيار الشحن
- (DCL) الحد الأقصى لتيار التفريغ كحد **لتيار التفريغ**
- الطاقة التي تم تسليمها منذ آخر عملية شحن أو دورة شحن
- المعاوقة الداخلية للخلية (لتحديد جهد الدائرة المفتوحة)
- الشحنات التي تم تسليمها أو تخزينها (في بعض الأحيان تسمى هذه الميزة **عد الكولومب**)
- إجمالي وقت التشغيل منذ الاستخدام الأول
- العدد الإجمالي للدورات
- مراقبة درجة الحرارة
- تدفق سائل التبريد للبطاريات المبردة بالهواء أو السائل

تواصل

يتواصل المتحكم المركزي في نظام إدارة البطاريات داخليًا مع أجهزته العاملة على مستوى الخلية، أو خارجيًا مع أجهزة عالية المستوى مثل أجهزة الكمبيوتر المحمولة أو **واجهة آلة الإنسان**.

:إن الاتصال الخارجي رفيع المستوى بسيط ويستخدم عدة طرق

- أنواع مختلفة من الاتصالات التسلسلية .
- بشكل شائع في بيئات السيارات CAN تُستخدم اتصالات ناقل.
- [7] . أنواع مختلفة من الاتصالات اللاسلكية

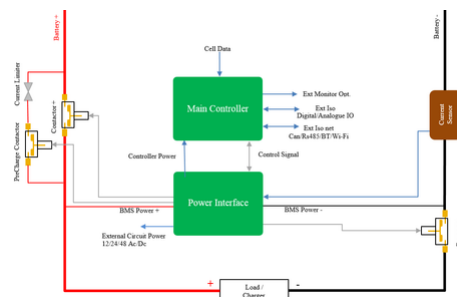
لا تحتوي معظم أنظمة إدارة البطاريات المركزية ذات الجهد المنخفض على أي اتصالات داخلية.

يجب أن تستخدم أنظمة إدارة البطاريات الموزعة أو المعيارية بعض الاتصالات الداخلية منخفضة المستوى بين الخلايا ووحدات التحكم (الهندسة المعيارية) أو بين وحدات التحكم ووحدات التحكم (الهندسة الموزعة). هذه الأنواع من الاتصالات صعبة، وخاصة بالنسبة للأنظمة ذات الجهد العالي. تكمن المشكلة في تحول الجهد بين الخلايا. قد تكون إشارة الأرض الأولى للخلية أعلى بمئات الفولتات من إشارة الأرض الأخرى للخلية. بصرف النظر عن بروتوكولات البرامج، هناك طريقتان معروفتان للاتصالات المادية لأنظمة تحويل الجهد، **العازل الضوئي** والاتصالات **اللاسلكية** . هناك قيد آخر للاتصالات الداخلية وهو الحد الأقصى لعدد الخلايا. بالنسبة للهندسة المعيارية، تقتصر معظم الأجهزة على 255 عقدة كحد أقصى. بالنسبة للأنظمة ذات الجهد العالي، فإن وقت البحث لجميع الخلايا هو قيد آخر، مما يحد من سرعات الناقل الدنيا ويفقد بعض خيارات الأجهزة. تعد تكلفة الأنظمة المعيارية مهمة، لأنها قد تكون قابلة للمقارنة بسعر الخلية. [8] يؤدي الجمع بين قيود الأجهزة والبرامج إلى عدد قليل من الخيارات للاتصال الداخلي:

- الاتصالات التسلسلية المعزولة
- الاتصالات التسلسلية اللاسلكية

الحالية بسبب الحرارة الناتجة عن التيار الكهربائي، تم تطوير بروتوكولات الاتصال المطبقة USB لتجاوز قيود الطاقة لكابلات و **Qualcomm Quick Charge** في **شواحن الهواتف المحمولة** للتفاوض على جهد مرتفع، وأكثرها استخدامًا هي **MediaTek Pump Express** . " **VOOC** " من Oppo (المعروف أيضًا باسم) **Dash Charge** مع "OnePlus" يزيد **OnePlus** من الجهد بهدف تقليل الحرارة الناتجة في الجهاز من تحويل الجهد المرتفع داخليًا إلى جهد شحن طرفي للبطارية، عالية التيار خاصة بأسلاك نحاسية أكثر سمكًا وفقًا USB الحالية ويعتمد على كابلات USB مما يجعله غير متوافق مع كابلات إلى بروتوكول تفاوض عالمي عبر الأجهزة التي تصل إلى **USB 240** لذلك. في الآونة الأخيرة، يهدف معيار **توصيل الطاقة عبر** [9] واط.

حماية



BMS وحدة التحكم الرئيسية

[10][1]: يمكن لنظام إدارة البطارية حماية بطاريته عن طريق منعها من العمل خارج **منطقة التشغيل الآمنة** ، مثل

- الشحن الزائد
- الإفراط في التفريغ

- التيار الزائد أثناء الشحن
- التيار الزائد أثناء التفريغ
- الجهد الزائد أثناء الشحن، وهو أمر مهم بشكل خاص لخلايا الرصاص الحمضية ، وبطاريات الليثيوم أيون ، وبطاريات **LiFePO4**
- Li-ion و LiFePO4 انخفاض الجهد أثناء التفريغ، وهو أمر مهم بشكل خاص لخلايا
- ارتفاع درجة الحرارة
- انخفاض درجة الحرارة
- (**NiMH** بطاريات) الضغط الزائد
- اكتشاف خطأ في الأرض أو تسرب التيار (مراقبة النظام للتأكد من فصل البطارية ذات الجهد العالي كهربائياً عن أي جسم موصل يمكن لمسه للاستخدام مثل هيكل السيارة)

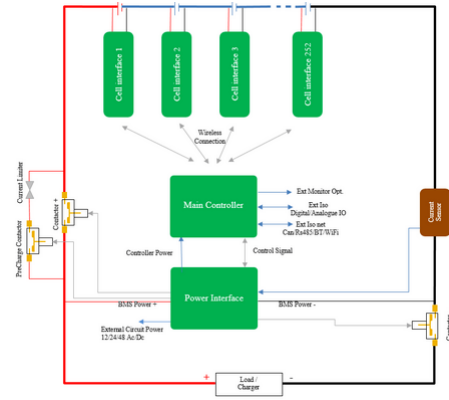
قد يمنع نظام إدارة البطارية التشغيل خارج منطقة التشغيل الآمنة للبطارية من خلال

- يتم فتحه إذا تم تشغيل البطارية خارج منطقة التشغيل الآمنة (**MOSFET** مثل مرحل أو) **بما في ذلك مفتاح** داخلي الخاصة بها
- مطالبة الأجهزة بتقليل أو حتى التوقف عن استخدام البطارية أو شحنها
- التحكم النشط في البيئة، مثل من خلال السخانات أو المراوح أو تكييف الهواء أو التبريد السائل
- قم بخفض سرعة المعالج لتقليل الحرارة

توصيل البطارية بدائرة الحمل

يمكن أن يتميز نظام إدارة البطارية أيضاً بنظام شحن مسبق يسمح بطريقة آمنة لتوصيل البطارية بأحمال مختلفة والقضاء على التيارات الزائدة لتحميل المكثفات

يتم التحكم في توصيل الأحمال عادةً من خلال مرحلات كهرومغناطيسية تسمى موصلات. يمكن أن تكون دائرة الشحن المسبق عبارة عن مقاومات طاقة متصلة على التوالي بالأحمال حتى يتم شحن المكثفات. بدلاً من ذلك، يمكن استخدام **مصدر طاقة في وضع التبديل** متصل بالتوازي مع الأحمال لشحن جهد دائرة الحمل حتى مستوى قريب بما يكفي من جهد البطارية للسماح بإغلاق الموصلات بين البطارية ودائرة الحمل. قد يحتوي نظام إدارة البطارية على دائرة يمكنها التحقق مما إذا كان المرحل مغلقاً بالفعل قبل إعادة الشحن (بسبب اللحام على سبيل المثال) لمنع حدوث تيارات اندفاع



BMS الاتصالات اللاسلكية

من حيث التعقيد والأداء BMS تختلف تكنولوجيا

- تحقق المنظمات السلبية البسيطة التوازن عبر البطاريات أو الخلايا من خلال تجاوز تيار الشحن عندما يصل جهد الخلية لا يعد LiFePO_4 وبالنسبة لبعض كيمياء الليثيوم، مثل) إلى مستوى معين. يعد جهد الخلية مؤشرًا ضعيفًا لحالة البطارية هذا مؤشرًا على الإطلاق، وبالتالي، فإن جعل جهد الخلية متساويًا باستخدام منظمات سلبية لا يوازن نظام الطاقة على البطاريات، وهو هدف نظام إدارة البطاريات. لذلك، فإن مثل هذه الأجهزة، على الرغم من أنها مفيدة بالتأكيد، إلا أنها تعاني من قيود شديدة في فعاليتها.
- تعمل المنظمات النشطة على تشغيل الحمل وإيقافه בזكاء عند الحاجة، مرة أخرى لتحقيق التوازن. إذا تم استخدام جهد الخلية فقط كمعامل لتمكين المنظمات النشطة، تنطبق نفس القيود المذكورة أعلاه على المنظمات السلبية.
- الكامل أيضًا بإرسال حالة البطارية إلى الشاشة، ويحمي البطارية BMS كما يقوم نظام.

إلى ثلاث فئات BMS تنقسم تكنولوجيات

- مركزي: يتم توصيل وحدة تحكم واحدة بخلايا البطارية من خلال عدد كبير من الأسلاك
 - في كل خلية، مع وجود كابل اتصال واحد فقط بين البطارية ووحدة التحكم BMS موزعة: يتم تثبيت لوحة
 - معياري: عدد قليل من وحدات التحكم، كل منها يتعامل مع عدد معين من الخلايا، مع وجود اتصال بين وحدات التحكم
- تعتبر أنظمة إدارة البطاريات المركزية الأكثر اقتصادية، والأقل قابلية للتوسعة، وتعاني من كثرة الأسلاك. أما أنظمة إدارة البطاريات الموزعة فهي الأكثر تكلفة، والأسهل في التركيب، وتوفر التجميع الأنظف. وتوفر أنظمة إدارة البطاريات المعيارية حلاً وسطًا بين مميزات ومشاكل الطوبولوجيات الأخرى.

مثل أجهزة) تختلف متطلبات نظام إدارة البطاريات في التطبيقات المحمولة (مثل المركبات الكهربائية) والتطبيقات الثابتة اختلافًا كبيرًا، وخاصةً عن متطلبات قيود المساحة والوزن، لذلك يجب تصميم تنفيذات (الاحتياطية في **غرفة الخادم UPS** الأجهزة والبرامج وفقًا للاستخدام المحدد. في حالة المركبات الكهربائية أو الهجينة، يعد نظام إدارة البطاريات نظامًا فرعيًا فقط ولا يمكنه العمل كجهاز مستقل. يجب أن يتواصل على الأقل مع شاحن (أو بنية أساسية للشحن)، وحمل، وإدارة حرارية، وأنظمة فرعية لإيقاف التشغيل في حالات الطوارئ. لذلك، في تصميم جيد للمركبة، يتم دمج نظام إدارة البطاريات بإحكام مع تلك الأنظمة الفرعية. غالبًا ما تحتوي بعض التطبيقات المحمولة الصغيرة (مثل عربات المعدات الطبية، والكراسي المتحركة الآلية، والدراجات البخارية، والرافعات الشوكية) على أجهزة شحن خارجية، ومع ذلك، يجب أن يظل نظام إدارة البطاريات الموجود على متن المركبة يتمتع بتكامل تصميمي وثيق مع الشاحن الخارجي.

. يتم استخدام طرق مختلفة لموازنة البطارية ، بعضها يعتمد على نظرية حالة الشحن

انظر أيضا

- موازنة البطارية
- بطارية ذكية
- شاحن البطارية
- وحدة التحكم في الشحن

مراجع

- برادان، س. ك.؛ تشاكرابورتى، ب. (2022-07-01). "استراتيجيات إدارة البطارية: مراجعة أساسية لتقنيات مراقبة حالة البطارية الصحية" (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X22004509>) Bibcode:2022JEnSt..5104427P (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022JEnSt..5104427P>) .doi:10.1016/j.est.2022.104427 (<https://doi.org/10.1016%2Fj.est.2022.104427>) .ISSN 2352-152X (<https://search.worldcat.org/issn/2352-152X>) .
- (<https://books.google.com/books?id=fGdkIAEACAAJ>) بارسوكوف، يفجين؛ تشيان، جينرونج (مايو 2013). *إدارة طاقة البطارية للأجهزة المحمولة*. ISBN (<https://books.google.com/books?id=fGdkIAEACAAJ>) 9781608074914. رقم .
- "PCM vs BMS, a dilemma for product designers" (<https://bmssafe.com/en/technology-en/pcm/>) . BMS PowerSafe® . 2016-06-01 . 21-03-2024 . تم الاسترجاع في (<https://bmssafe.com/en/technology-en/pcm/>)
- لتقدير حالة الشحن وحالة الصحة FPGA وتنفيذ VLSI كيم، مينجون؛ سو، جاي هيوك (2023-12-01). "تصميم لأنظمة إدارة بطاريات المركبات الكهربائية" (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X23022739>) Bibcode:2023JEnSt..7308876K (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023JEnSt..7308876K>) .doi:10.1016/j.est.2023.108876 (<https://doi.org/10.1016%2Fj.est.2023.108876>) .ISSN2352-152X (<https://search.worldcat.org/issn/2352-152X>) . (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X23022739>) (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023JEnSt..7308876K>) (<https://doi.org/10.1016%2Fj.est.2023.108876>) (<https://search.worldcat.org/issn/2352-152X>)
- ليو، هوا تشيانغ؛ وي، تشونغ باو؛ هي، ويدونغ؛ تشاو، جي يون (أكتوبر 2017). "القضايا الحرارية المتعلقة ببطاريات الليثيوم أيون والتقدم الأخير في أنظمة إدارة الحرارة للبطاريات: مراجعة". *تحويل الطاقة والإدارة* . 150 : 330-304. Bibcode : 2017ECM...150..304L (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017ECM...150..304L>) . doi : 10.1016/j.enconman.2017.08.016 (<https://doi.org/10.1016%2Fj.enconman.2017.08.016>) . ISSN 0196-8904 (<https://search.worldcat.org/issn/0196-8904>) . (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017ECM...150..304L>) (<https://doi.org/10.1016%2Fj.enconman.2017.08.016>) (<https://search.worldcat.org/issn/0196-8904>)

6. تشن، دافين؛ جيانج، جيوتشون؛ كيم، جي هيون؛ يانج، تشوانبو؛ بيساران، أحمد (فبراير 2016). "مقارنة طرق التبريد المختلفة لخلايا بطارية أيون الليثيوم" (<https://doi.org/10.1016%2Fj.applthermaleng.2015.10.015>) Bibcode:2016AppTE..94..846C (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AppTE..94..846C>) .doi: 10.1016/j.applthermaleng.2015.10.015 (<http://s://doi.org/10.1016%2Fj.applthermaleng.2015.10.015>) .ISSN1359-4311 (<https://search.worldcat.org/issn/1359-4311>) . (<https://doi.org/10.1016%2Fj.applthermaleng.2015.10.015>) (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AppTE..94..846C>) (<https://doi.org/10.1016%2Fj.applthermaleng.2015.10.015>) (<https://search.worldcat.org/issn/1359-4311>)
7. "Kapper ledninger for å gi lengre rekkevidde til elbiler" (<http://www.tu.no/artikler/kapper-ledninger-for-a-gi-lengre-rekkevidde-til-elbiler/364661>) . *تكنيسك* . 2016/11/20 (باللغة النرويجية) . تم الاسترجاع 2016/11/20 (<http://www.tu.no/artikler/kapper-ledninger-for-a-gi-lengre-rekkevidde-til-elbiler/364661>)
8. "طوبولوجيا نظام إدارة البطارية المختلفة" (<https://web.archive.org/web/20201022211627/http://lianinno.com/battery-management-systems/>) . مؤرشف من الأصل في 22-10-2020 . استرجاع 06-12-2021 . (<https://web.archive.org/web/20201022211627/http://lianinno.com/battery-management-systems/>)
9. Sumukh Rao (2020-04-09). "Qualcomm Quick Charge vs OnePlus Warp Charge vs Oppo VOOC vs USB-PD – Battle of the fast charging technologies" (<https://techpp.com/2020/04/09/qualcomm-quick-charge-vs-oneplus-warp-charge-vs-oppo-vooc-vs-usb-pd/>) . *TechPP* . 06-12-2021 . تم الاسترجاع في 06-12-2021 (<https://techpp.com/2020/04/09/qualcomm-quick-charge-vs-oneplus-warp-charge-vs-oppo-vooc-vs-usb-pd/>)
10. لي، يو لين؛ لين، تشانغ هوا؛ باي، كاي جون؛ لين، يو ليانغ (01-09-2022). "التصميم المعياري والتحقق من صحة أنظمة إدارة البطاريات القائمة على هياكل التركيز المزدوج" (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X22010702>) Bibcode : 2022JEnSt..5305068L (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022JEnSt..5305068L>) . doi : 10.1016/j.est.2022.105068 (<https://doi.org/10.1016%2Fj.est.2022.105068>) . ISSN 2352-152X (<https://search.worldcat.org/issn/2352-152X>) . (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X22010702>) (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022JEnSt..5305068L>) (<https://doi.org/10.1016%2Fj.est.2022.105068>) (<https://search.worldcat.org/issn/2352-152X>)

روابط خارجية

- النهج المعياري لموازنة مستوى الخلية بشكل مستمر لتحسين أداء مجموعات البطاريات الكبيرة (<http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/61263.pdf>) ، المختبر الوطني للطاقة المتجددة ، سبتمبر 2014