

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ
АКУМУЛЯТОРНИМИ БАТАРЕЯМИ
З ФУНКЦІЄЮ БОРТОВОГО КОМП'ЮТЕРА**
(Smart Battery Management System, Smart BMS)

ПОСІБНИК КОРИСТУВАЧА

ЗАПОБІЖНІ ЗАХОДИ

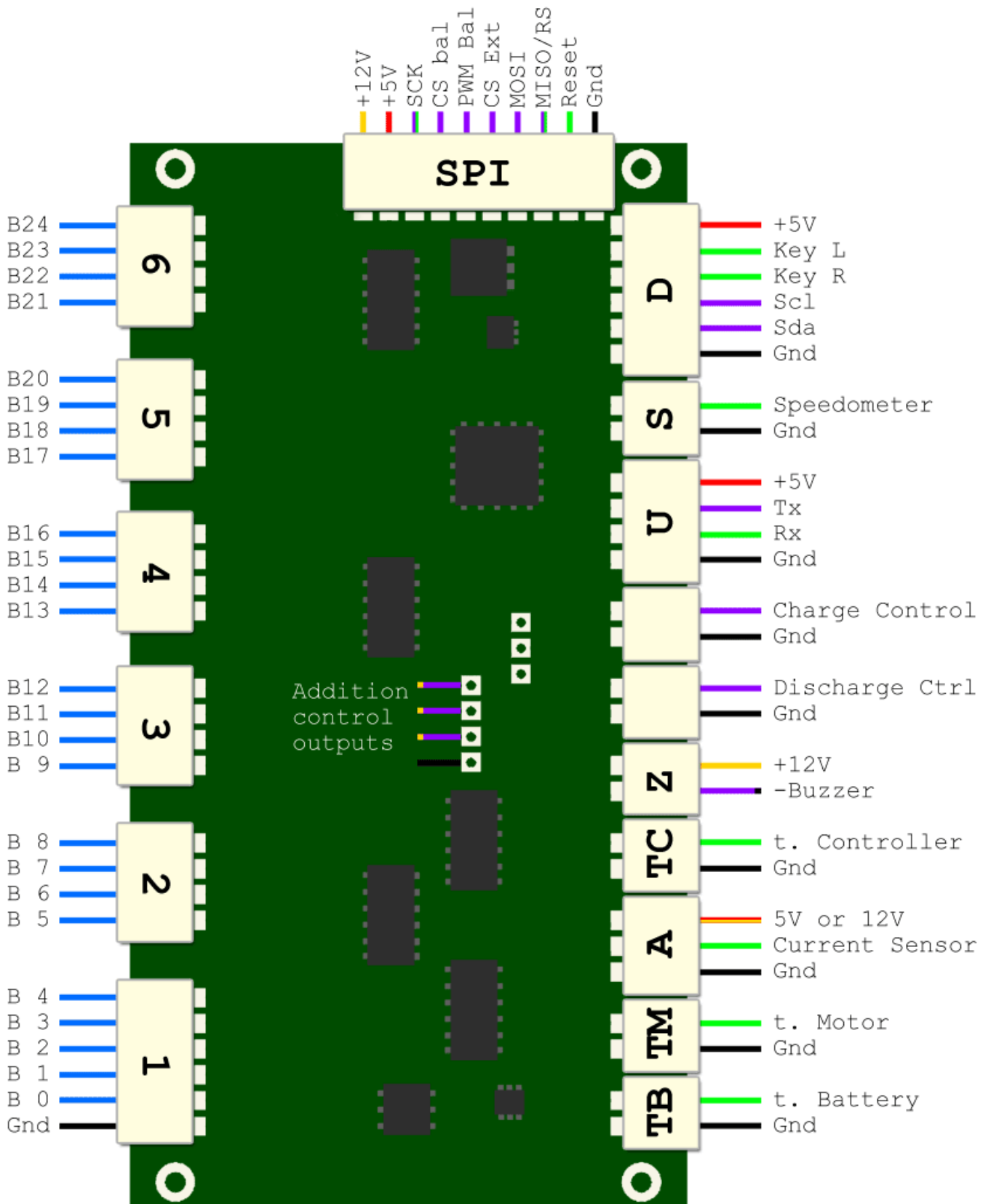
- На елементах пристрою, а також на з'єднувальних проводах присутня напруга. Не допускати контакту з струмоведучими частинами пристрою сторонніх металевих предметів, щоб уникнути порушення функціональності, виходу з ладу і небезпеки короткого замикання і загоряння.
- Дотримуватися порядку та полярності підключення вимірювальних та силових проводів.
- Не допускати механічного впливу на плату пристрою: деформацій, здавлювання, ударних вібрацій.
- Не допускати попадання води на елементи пристрою. Вжити заходів щодо запобігання утворення конденсату.
- Не допускати перевищення електричних параметрів: струму заряду батареї, струму навантаження слабкострумової частини, напруги зарядного пристрою, напруги живлення та напруги вимірювальних та сигнальних входів вище допустимих параметрів. Зазначено в технічних характеристиках.
- У процесі роботи, а особливо під час балансування елементів батареї пристрій нагрівається. Це нормально. Не рекомендується розміщувати пристрій поблизу чутливих до температури елементів. Також не рекомендується розміщувати пристрій у теплоізолюючі матеріали, що перешкоджають природному теплообміну із навколишнім середовищем.
- Пристрій призначений виключно для управління слабкострумовою частиною контролера двигуна (спільно з замком / кнопкою «запалювання»). Підключення повного навантаження (силових проводів живлення) не допускається.
- Вимірювальна частина не має гальванічної розв'язки від силової частини. Усі сигнальні та вимірювальні лінії мають мати «спільний мінус».
- У процесі роботи пристрій споживає електроенергію. При тривалому зберіганні батареї без можливості контролю або підзарядки необхідно відключати живлення пристрою.

ОПИС І ПРИНЦИП РОБОТИ

Пристрій призначений для автоматизованого моніторингу акумуляторної батареї, контролю процесу заряджання, контролю процесу розряджання, вирівнювання по напрузі (балансування) елементів батареї, контролю температури, вимірювання та обліку електричних параметрів (струму, напруги, потужності), вимірювання швидкості руху, дальності, розходу електроенергії, ведення статистики поїздки, прогнозування залишку пробігу та часу до повного заряджання. Пристрій обладнано дисплейним модулем з елементами управління (кнопками) для відображення необхідної інформації та його налаштування.

Для захисту батареї від виходу напруги за робочий діапазон її елементів, а також при її нагріванні чи переохолодженні, пристроєм відбувається безпосереднє відімкнення зарядного пристрою та/або відімкнення слабкострумового живлення контролера двигуна (запалювання). Силова лінія контролера підключається до батареї безпосередньо, але через елемент захисту від надструмів короткого замикання (плавкий запобіжник та/або автоматичний вимикач), який встановлюється на плюсову шину. Мінусова шина контролера повинна бути з'єднана з батареєю нерозривно через датчик струму. Точку «В-» датчика струму необхідно підключити до батареї, а точку «Р-» - до контролера. З датчика струму, крім сигнального виходу, до пристрою підключається також силове відгалуження, яке одночасно є мінусом живлення пристрою та підключенням до ключа (польового транзистора), що керує процесом заряджання. Зарядний пристрій підключається до батареї плюсовим проводом безпосередньо, а мінусовий провід підключається до пристрою в точці «С-». Плюс живлення пристрою підключається в точці «В+», а точка «D+» підключається до слабкострумового входу контролера через ключ/вимикач запалювання.

РОЗПІНУВАННЯ



Розпінування сигнальної частини пристрою. Вигляд зверху.

Блакитний: вимірювання та балансування елементів батареї

Чорний: спільний, «мінус»

Червоний: живлення +5V

Жовтий: живлення +12V

Зелений: сигнальний вхід

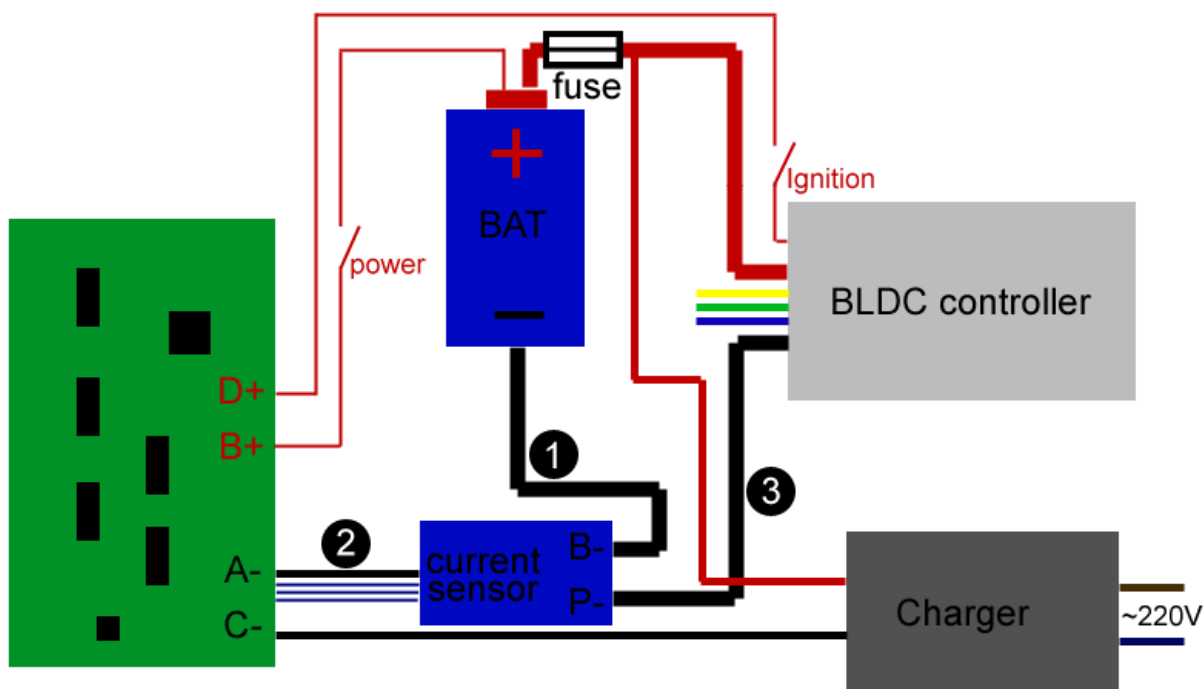
Фіолетовий: сигнальний вихід 0-5V, з жовтим квадратом 0-12V, з чорним квадратом 12-0V.

ПОРЯДОК ПІДКЛЮЧЕННЯ

Оскільки топологія системи в цілому повинна мати «спільний мінус», в першу чергу необхідно його підключити до батареї. Порядок підключення наступний:

- нерозривно приєднати до батареї датчик струму в точці «В-»
- приєднати силове відгалуження від датчика струму до центральної плати
- якщо планується підключення сигнальних ліній до інших пристроїв (датчик швидкості,

термодатчик двигуна тощо), ці пристрої спершу також необхідно підключити до «силового мінуса» у точці «Р-» датчика струму нерозривно.



Базова схема та порядок підключення силових ліній, живлення і слабкострумове запалювання (нижня плата)

Подальший порядок підключення значення не має. Можна спершу підключити всі вимірювальні лінії і увімкнути живлення, а можна одразу увімкнути живлення і підключати необхідні лінії «на гарячу» по мірі необхідності. Єдиним виключенням є дисплейний модуль. Його підключати до пристрою необхідно до включення живлення. В іншому випадку він не буде функціонувати.

Для контролю елементів батареї, а також для їх балансування, до пристрою необхідно приєднати кожен з паралельних секцій батареї (комірок), що в подальшому з'єднуються послідовно для отримання необхідної напруги. Оскільки при послідовному з'єднанні елементів у батарею плюс попереднього елемента є одночасно мінусом наступного, необхідності підключати до кожного елемента по два проводи немає. Кількість вимірювально-балансувальних проводів (N), які необхідно підключити до пристрою: $N=1+S$, де S – кількість послідовних елементів батареї. Для зручності підключення нумерація проводів розпочинається з нуля. Провід «0» підключається до **мінусу** першого елемента, «1» до **плюса** першого елемента, «2» до **плюса** другого і т.д.

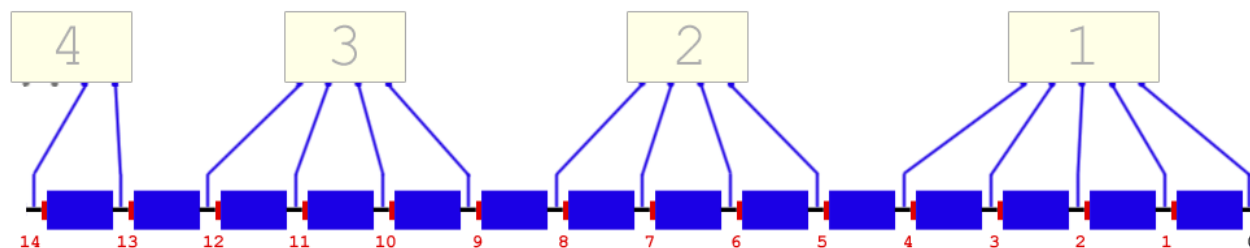


Схема підключення секцій батареї до пристрою

Перед підключенням вимірювально-балансувальних проводів ретельно перевірте правильність їх розводки по батареї. Неправильне їх підключення може призвести до виходу частини пристрою з ладу з можливим сильним нагріванням окремих радіоелементів. Підключення вимірювально-балансувальних роз'ємів необхідно проводити у порядку від першого до останнього. Відключення відбувається у зворотному порядку.

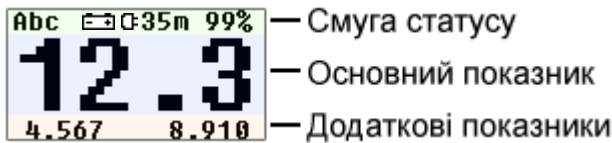
ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ

Для взаємодії з пристроєм передбачено підключення дисплейного модуля, який обладнаний монохромним рідкокристалічним дисплеєм (LCD) або дисплеєм на органічних світлодіодах (OLED), а також кнопками управління (сенсорними або тактильними). Для відображення різного роду інформації область дисплею розділена на три частини: смугу статусу, основний показник, додаткові показники.

- смуга статусу відображає: зліва - параметр основного показника, справа - відсоток заряду, стан заряджання та час до повного заряджання, балансування, рекуперацію, стан батареї, надто високу температуру пристрою, батареї, двигуна чи контролера, вибраний режим швидкості та інше.

- основний показник відображає поточне значення вибраного показника

- додаткові показники служать для відображення додаткової інформації



Кнопками відбувається вибір основного та додаткових показників. Кнопки розпізнають коротке натискання та довге утримання (~2сек). Далі в таблиці приведені функції кнопок в залежності від вибраного основного показника. Умовні позначки: < - короткий натиск вліво, > - короткий натиск вправо, << - утримання вліво, >> - утримання вправо, ДП – додаткові показники зліва направо.

Основні екрани (гортаються по колу вправо-вліво)		
Вибраний показник, одиниці виміру	Дія	Функція
Спідометр Spd Кілометр	<	Перехід на відображення напруги
	>	Перехід на відображення температури
	<<	Включення/виключення режиму економії (черепашка)
	>>	Перехід на статистику поїздки
	ДП	Дистанція поїздки, прогнозований залишок дистанції
Температура Temp Градус Цельсія	<	Перехід на спідометр
	>	Перехід на струм
	<<	Відключення беззвучного режиму
	>>	Включення беззвучного режиму (таймер 5 хв)
	ДП	--
Струм Curr Ампер	<	Перехід на температуру
	>	Перехід на розхід
	<<	--
	>>	Установка «нуля» датчика струму
	ДП	Потрачено А*годин, повернуто А*г, залишок в батареї
Розхід Cons Ват*годин/кілометр	<	Перехід на струм
	>	Перехід на потужність
	<<	--
	>>	--
	ДП	Середній розхід за поїздку А*г/км
Потужність Pow Ват	<	Перехід на розхід
	>	Перехід на напругу
	<<	--
	>>	--
	ДП	Потрачено Вт*годин за поїздку
Напруга Volt Вольт	<	Перехід на потужність
	>	Перехід на спідометр
	<<	--
	>>	Перехід на напруги елементів у вигляді графіку
	ДП	--

Додаткові екрани (перехід у них можливий з конкретних сторінок головних екранів)		
Вибраний показник, одиниці виміру	Дія	Функція
Статистика поїздки Stat	<	Перехід на відображення напруги (як у спідометра)
	>	Перехід на відображення температури (як у спідометра)
	<<	Ручне скидання статистики (напр., після повного заряду)
	>>	Перехід на статистику спідометр
	ДП	--
Напруги елементів у вигляді графіку	<	Перехід на потужність (як у вольтметра)
	>	Перехід на спідометр (як у вольтметра)
	<<	--
	>>	Перехід на напруги елементів у вигляді таблиці
	ДП	Мінімальне значення, різниця, максимальне значення
Напруги елементів у вигляді таблиці	<	Перехід на потужність (як у вольтметра)
	>	Перехід на спідометр (як у вольтметра)
	<<	--
	>>	Перехід на вольтметр
	ДП	--

Піктограми смуги статусу	
	Батарея повністю розряджена. Короткий звук.
	Попередження про низький заряд батареї. Короткий звук.
	Процес заряджання. Справа відображається приблизний час до повного заряджання (напр., 1.9h)
	Припинення заряду. Короткий звук: всі елементи сягнули балансування. Довгий: перезаряд
	Заряджання рекуперативним гальмуванням.
	Процес вирівнювання потенціалів (балансування)
	Припинення розряду через низьку напругу (короткий звук) або температуру (довгий звук).
	Плата: нагрів вище 50°C - короткий звук, нагрів вище 60°C - довший звук+відкл. балансування
	Батарея: нагрів - короткий звук, перегрів - довгий + відключення заряд/розряд на 1хв
	Двигун: нагрів - короткий звук, перегрів - довгий.
	Контролер: нагрів - короткий звук, перегрів - довгий.
	Режим економії. Управління контролером двигуна подачею на відповідний вхід напруги 12В.
	Таймер беззвучного режиму 5 хв. Залишається лише звук кнопок.

Меню конфігурації (навігація)		
Будь де	<< + >>	Перехід у конфігураційне меню
Каталог меню	<	Вибір попереднього пункту меню курсором
	>	Вибір наступного пункту меню курсором
	<<	Вихід на попередній рівень
	>>	Вхід у вибраний пункт меню
Параметр меню	<	Зменшення значення
	>	Збільшення значення
	<<	Вихід на попередній рівень меню без збереження в пам'ять
	>>	Збереження параметру у постійну пам'ять й вихід назад

Меню конфігурації (параметризація)			
Пункт	Транскрипція	Переклад	Можливі значення
BMS		Battery Management System	
S	Serial	кількість послідовних елементів	6...24
LP	Low Protect	захист розряду по низькій напрузі	1.00...3.55
LA	Low Alarm	попередження про занижену напругу	1.50...4.05
B	Balancing	напруга балансування	2.00...4.55
HP	High Protect	захист заряду по високій напрузі	2.00...4.55
Curr	Current	Струм	
AH	Ampere*hour	ємність батареї	1...255
Temp	Temperature	Температура	
BT	t. Battery, Type	тип термодатчика батареї	0...255 (при 0 відключений)
BLD	... Low Discharge	мінімальна темп. розряду батареї	-100...155
BLC	... Low Charge	мінімальна темп. заряду батареї	-100...155
BHA	... High Alarm	попередження про нагрів батареї	0...255
BHP	... High Protect	темп. відключення зарядки/запалюв.	0...255
MT	t. Motor, Type	тип термодатчика двигуна	0...255 (при 0 відключений)
MHA	... High Alarm	попередження про нагрів двигуна	0...255
MHP	... High Protect	захист/попередж про перегрів двигуна	0...255
CT	t. Contoller, Type	тип термодатчика контролера	0...255 (при 0 відключений)
CHA	... High Alarm	попередження про нагрів контролера	0...255
CHP	... High Protect	захист/попередж. про перегрів контр.	0...255
Spd	Speedometer	Датчик швидкості	
L	Length	довжина дуги колеса	0,01...2,55
P	Pole Pairs	кількість пару полюсів двигуна	1...255
D	Divider	дільний для трансмісії, ведений шків	1...255 (прямопривідний = 1)
M	Multiplier	множник для трансмісії, ведучий шків	1...255 (прямопривідний = 1)
Opt	Options	Додаткові налаштування (опції)	
CT	Contrast	контрастність (лише для LCD)	0...63
AR	Auto Reset Stats	скидання стат. при повній зарядці	0...1
DO	Discharge Overvolt	відключ. запалювання при перезаряді	0...1
AC	AutocalibrCurSens	автокалібр. 0 датч. струму, якщо підтр.	0...100 (при 0 лише вручну)
Timer		Таймери	
Disp	Display	вимкнення дисплею при бездіяльності	0...510сек (0 - не вимикає)
Charg	Charging	увімкнення зарядки після вимкнення	0...255хв (0 - не вимик.заряд!)
Disch	Discharging	увімкн. запалювання після вимкнення	0...510сек (0 - не вим. запал.!)
Pwr	Power	вимкн.собі живл. при повній розрядці	0...255хв
Idle	Idle	вимкн. запалювання при бездіяльності	0...255хв (0 - не вимикає)
Srv	Service	Сервісні налаштування. Без необхідності не змінювати!	
VC	Volt Correction	корекція заміру напруг	0...255
VL	Volt Linearity	корекція лінійності напруги	0...255
CC	Current Correction	корекція датчика струму	1...255 (0 - струм не вимірює)

ПОЧАТКОВА КОНФІГУРАЦІЯ

Після підключення пристрою до батареї та датчиків може з'явитись необхідність змінити певні параметри:

- якщо фактична кількість елементів батареї менша, ніж кількість вимірювально-балансувальних каналів пристрою, для коректної роботи необхідно вказати фактичну кількість в меню.
- якщо тип (хімія) елементів відрізняється від налаштувань по замовчуванню, необхідно налаштувати пороги балансування та робочий діапазон згідно специфікації на конкретний тип акумуляторів. Для основних типів хімії рекомендується встановити такі параметри:

Тип	LP	LA	B	HA
Li4Ti5O12 (літій-титанат)	1,70	2,10	2,70	2,80
LiFePO4 (літій-залізо-фосфат)	2,40	2,90	3,60	3,75
LiCoO2 (LCO) літій-кобальт)	2,75	3,50	4,20	4,25
LiNiMnCoO2 (NMC)	2,75	3,20	4,20	4,25
LiNiCoAlO2 (NCA)	3,00	3,30	4,35	4,40
LiMn2O4 (LMO) (літій-марганець)	3,00	3,50	4,15	4,20



- для коректного вирахування відсотку заряду, часу до повного зарядження, залишку пробігу, необхідно вказати реальну ємність АКБ в Ампер*годинах
- для коректного заміру швидкості, дальності, розходу, необхідно вказати реальну довжину дуги колеса, кількість пар полюсів. Якщо використовується двигун не прямого приводу (мотор-колесо), необхідно також вказати коефіцієнт редукції.
- для коректної вимірювання струму може знадобитись калібрування (установка) «нуля». Для цього необхідно відключити будь яке навантаження чи зарядний пристрій, перейти в режим амперметра, зачекати декілька секунд для стабілізації показників, після чого утримувати праву клавішу 2 секунди до характерного тривалого звуку. Якщо датчик струму, яким комплектується пристрій, підтримує функцію постійного автоматичного калібрування, процедуру установки нуля достатньо провести один раз. Якщо автокалібрування не підтримується датчиком (наприклад, датчик струму на ефекті Холла) або установка його нуля проводиться в ручному режимі (АС=0), при значній зміні температури значення нуля може відхилятися від реального. В такому випадку необхідно періодично проводити ручну установку нуля. З 29.10.2019р всі датчики струму підтримують автоматичне калібрування нуля.
- інші параметри можна залишити стандартними або змінити при необхідності.

ПРОЦЕС ЗАРЯДЖАННЯ

Під час заряджання акумуляторної батареї напруга на її елементах зростає. Для уникнення перезаряджання окремих елементів пристрій постійно відслідковує напругу на них та проводить контроль зарядного процесу.



Процес заряджання буде припинено, якщо:

- напруга на хоча б одному із елементів батареї сягне напруги аварійного захисту заряду;
- напруга на всіх елементах батареї сягне напруги балансування;
- температура батареї вийде за допустимі межі.

При виконанні хоча б однієї з трьох умов запускається таймер заряду, а у смузі статусу на дисплеї з'являється піктограма . Процес заряджання буде повторно запущено, якщо не виконуватиметься жодна з трьох попередніх умов, але не раніше, ніж сплине час таймера заряду. Якщо напруга на одному чи декількох елементах перевищує установку напруги балансування, вмикається процес вирівнювання потенціалів методом «стравлювання зайвого» та з'являється піктограма .

Балансування періодично відключається для проведення більш точного заміру напруг елементів (нівелюються втрати на провідниках). Коли напруга на всіх елементах батареї сягне напруги балансування, батарея вважається повністю зарядженою. Таким чином в пристрої передбачено автоматичне скидання статистики поїздки та автоматичну установку 100% заряду батареї (вмикається та вимикається в меню, по замовчуванні увімкнено). Одночасно з цим значення одометра та потрачених Ампер*годин записується в постійну пам'ять пристрою. Все це супроводжується одним коротким звуковим сигналом. Скинути статистику поїздки можна також у ручному режимі, утримуючи ліву клавішу на екрані статистики. Але для цього потрібно знати реальний заряд батареї, оскільки навіть розряджена батарея буде вважатись на 100% зарядженою та прогноз залишку пробігу буде некоректним. Це можна робити в експериментальних цілях, щоби порівнювати, наприклад, розхід при заїзді на однакову дистанцію різними манерами їзди. Якщо батарея має великий розбаланс між елементами, автоматичне скидання статистики не відбуватиметься, оскільки немає впевненості, що елемент з найнижчою напругою заряджений, в той час як елемент з найвищою напругою уже сягнув порогу захисту, що супроводжується довгим звуковим сигналом. В цьому випадку статистику скинути при необхідності можна також у ручному режимі утриманням лівої клавіші на екрані статистики.

Для максимально коректного процесу заряджання напругу на зарядному пристрої необхідно встановити на 0,2-1В вищою, ніж напруга балансування * кількість елементів. Якщо можливості налаштувати зарядний пристрій немає, напругу балансування рекомендується встановити на 0,01-0,02В нижчою, ніж напруга зарядного пристрою, розділена на кількість елементів, але не більше, ніж рекомендована напруга повного заряду конкретного типу елементів.

В процесі зарядки пристрій вираховує приблизний час до повного заряджання, опираючись на струм зарядки та витрачений заряд. У смузі статусу дисплея з'являється піктограма  з часом у хвилинах чи годинах. Якщо одночасно із зарядкою поступають імпульси датчика швидкості, пристрій розцінює це як рекуперативне гальмо і з'являється піктограма .



ПРОЦЕС РОЗРЯДЖАННЯ

Під час розряджання акумуляторної батареї напруга на її елементах спадає. Для уникнення глибокого розряду окремих елементів пристрій постійно відслідковує напругу на них та проводить контроль розрядного процесу.

Процес розряджання буде припинено, якщо:

- напруга на хоча б одному з елементів опуститься нижче порогу аварійного захисту розряду;
- температура батареї вийде за допустимі межі;
- спрацює таймер бездіяльності, якщо він установлений в налаштуваннях (idle).

При виконанні хоча б однієї з перших двох умов запускається таймер затримки ввімкнення розряду та у смузї статусу з'являється піктограма .

Процес розряджання буде повторно запущено, якщо не виконуватиметься жодна з перших двох умов, але не раніше, ніж сплине час таймера розряду, крім випадку спрацювання таймера бездіяльності. При опусканні напруги хоча б одного з елементів нижче порогу попередження з'являється піктограма  та спрацьовує звукове оповіщення - короткий сигнал. При опусканні напруги на хоча б одного із елементів нижче порогу аварійного захисту, одночасно з відключенням та коротким звуковим оповіщенням з'являється піктограма . Таймер затримки включення розряду необхідний для коректного перезапуску електроніки, яка при надто швидкому перепідключенні живлення може «зависнути». Скидання таймера бездіяльності після його спрацювання та відновлення подачі напруги відбувається миттєво при натисканні будь якої кнопки на дисплейному модулі. Таймер бездіяльності запускається, якщо не надходять імпульси з датчика швидкості двигуна або не відбувається натискання кнопок дисплею. Таймер бездіяльності необхідний, щоби уникнути випадкового залишення увімкнутою бортову електроніку (світло, контролер, перетворювач) та унеможливити неконтрольований розряд батареї.

В процесі розрядки вираховується приблизний залишок пробігу, опираючись на потрачену енергію та пройдений шлях.

ПІДКЛЮЧЕННЯ ЗОВНІШНІХ ДАТЧИКІВ ТА ДОДАТКОВИХ ВИХОДІВ

Датчик швидкості.

Для повноцінної роботи бортового комп'ютера пристрою необхідно підключити датчик швидкості. Його підключення можливе як по однопровідній схемі у випадку, якщо підключення відбувається до спеціального виходу контролера, а у разі його відсутності - до сигнального виходу одного із датчиків положення ротора двигуна (датчика Холла), так і по двопровідній схемі у випадку, якщо датчик типу «геркон», який зазвичай розміщують на одному із коліс. У випадку підключення датчика швидкості до контролера (або датчиків Холла двигуна) необхідно в налаштуваннях вказати правильну кількість пар полюсів магнітів ротора та довжину дуги колеса. Якщо привідний двигун не прямого приводу, а використовується трансмісія, наприклад, ремінна чи ланцюгова передача, необхідно також вказати коефіцієнт редукції у вигляді «Множник:Дільник», наприклад, 14:42. Якщо використовується варіатор чи КПП, датчик швидкості необхідно змонтувати після механізму, що змінює коефіцієнт редукції: на вихідному валу чи на одному з коліс. Частота обрахунку імпульсів двигуна оптимізована під безколекторні двигуни (BLDC) з частотою слідування імпульсів 20-500Гц. Тому якщо частота імпульсів достатньо низька, наприклад від «герконового» датчика на колесах при малій швидкості руху, можливе нестабільне відображення поточної швидкості, проте пройдена відстань буде рахуватись коректно. Якщо в якості датчика швидкості використовуватиметься енкодер з достатньо великою кількістю імпульсів на оберт, наприклад - 64 у асинхронних двигунів, що дає 1067 Гц на кожен тисячу обертів за хвилину, необхідно використати мікросхему-дільник. Вхід датчика швидкості толерантний до імпульсів 5В та 12В.

Датчики температури.

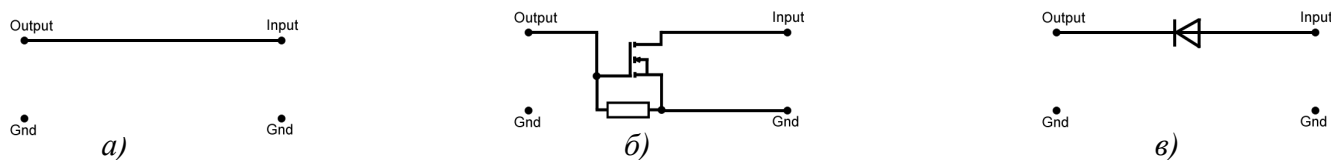
Для контролю температури батареї, двигуна чи його контролера передбачено підключення до трьох зовнішніх датчиків. Всі три датчики підключаються по двопровідній схемі. Датчик двигуна можна підключати одним проводом, використовуючи «спільний мінус».

Датчик батареї при виявленні надто високої температури, окрім оповіщення, припиняє процес заряду чи розряду батареї. Інші датчики лише сповіщають про нагрів (короткий писк) та перегрів (тривалий звук) з відображенням відповідної піктограми на дисплеї.

Тип термодатчиків, що підтримується на даний момент: NTC 10K B3950.

Додаткові зовнішні виходи.

Для забезпечення додаткових функцій, таких як увімкнення режиму економії, реверсу, управління світловими та іншими приладами тощо пристроєм передбачено 2 додаткові виходи з напругою 0-12В та максимальним навантаженням 10мА на вихід. Контролери, у яких активація певного режиму відбувається подачею високого рівня сигналу 12В (напр., Kelly), можуть підключатись напряму до додаткового виходу (а). Якщо у контролері активація режиму відбувається низьким рівнем (замиканням 5В на «мінус», напр., Infineon), сигнальний вихід необхідно з'єднувати з контролером через інвертор на польовому транзисторі (б), або оптопару, або (буде працювати інверсно) через обернено ввімкнутий діод (в).



Варіанти підключення додаткового виходу пристрою (зліва) до входу контролера (справа).

При підключенні датчика швидкості до контролера та/або датчика температури двигуна та/або додаткових контрольних виходів, використовуючи «спільний мінус», необхідно забезпечити постійне і нерозривне з'єднання силового «мінуса» контролера і батареї (через датчик струму або напряму) та «мінуса» живлення пристрою. **Розрив силової мінусової лінії живлення при працюючому контролері може призвести до пошкодження елементів пристрою, датчиків і контролера.**

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В залежності від конфігурації, технічні характеристики можуть відрізнятись. Базова конфігурація зашифрована у назві моделі, де перші дві цифри означають кількість вимірювально-балансувальних каналів, а буква А означає силову плату на алюмінієвій основі. Наприклад, BM24 - максимально можливе обслуговування 24 послідовні секції, а BM16A - максимум 16 секцій, а силову плату на алюмінієвій основі, що краще розподіляє та відводить тепло.

	BM08(A)	BM16(A)	BM24(A)	BM32(A)	BM40(A)	
Розміри (без роз'ємів), мм	105*57*12			---		
Напруга живлення, В	14-73	14-73	18-101	40-150	40-150	
Максимальна напруга батареї, В	36,4	72,8	100,8	140	146	
Власне споживання, мА	15-25	12-20	11-20	11-20	11-20	
-//- в режимі економії, мА	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	
Споживання баланс. Входів, нА	<10	<10	<10	<10	<10	
Макс. струм заряджання, А	15 (40)	15 (40)	15 (40)	15 (40)	10 (25)	
Макс. струм балансування, мА	67 (420)	67 (420)	67 (420)	67 (420)	67 (420)	
Макс. слабкострумове навант., А	1,5 (5)	1,5 (5)	1,5 (5)	1,0 (3)	1,0 (3)	
Макс навантаж. ліній 5В, 12В, мА	50	50	50	50	50	
Відхил. між вимір. каналами, мВ	3	4	5	7	9	
Макс. напруга зарядн. пристрою*	Vmin+40	Vmin+40	Vmin+40	Vmin+60	Vmin+60	

* Максимальна напруга зарядного пристрою не повинна перевищувати суму напруги батареї в розрядженому стані + максимальну напругу зарядного транзистора. Наприклад, мінімальна напруга 16S LiFePO4 = 38,4В (2,4*16), максимальна напруга транзистора = 40В, отже максимально допустима напруга зарядного пристрою = 78,4В. При перевищенні цієї напруги зарядний ключ не зможе відімкнути зарядний пристрій повністю, сильно нагріватиметься та вийде з ладу. Рекомендована напруга зарядного пристрою для батареї такої конфігурації 3,65*16=58,4В. Не рекомендується використання зарядного пристрою, що має суттєво більшу напругу, ніж напруга повністю зарядженої батареї, без можливості контролю процесу заряду.

Пристрій також комплектується датчиком струму шунтового типу різних конфігурацій, в залежності від потреб. Чим більший діапазон вимірювання струму, тим менша точність вимірювання слабких струмів, оскільки виростає ціна поділки.

Короткочасний струм навантаження, А	250	165	125	80	40
Короткочасний струм рекуперації, А	140	93	70	45	23
Тривалий струм навант./рекуп., А	100	80	60	40	20
Опір шунта, мОм	0,167	0,250	0,333	0,500	1,000
Ціна поділки, А	0,050	0,033	0,025	0,017	0,008