

## Τι παίζει με τις μπαταρίες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων;



Αυτή τη στιγμή στα περισσότερα ηλεκτρικά που κυκλοφορούν, χρησιμοποιούνται μπαταρίες ιόντων λιθίου. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος τύπος μπαταριών είναι κοντά στα όρια της εξέλιξης του. Τι θα δούμε στο μέλλον όπου η βενζίνη θα αντικατασταθεί από τις μπαταρίες;

# ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ



Ι.ΙΕΚ ΑΛΦΑ

## Μπαταρία Λιθίου

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια χρήσης μίας νέας μπαταρίας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, της μπαταρίας ιόντων Λιθίου (Lithium-ion). Το λίθιο είναι το ελαφρύτερο από όλα τα μέταλλα και παρουσιάζει πολύ ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά από ηλεκτροχημική άποψη. Οι πρώτες μπαταρίες ιόντων λιθίου εμφανίστηκαν το 1991.

Είναι επαναφορτιζόμενες και χρησιμοποιούνται ευρέως στα κάθε είδους ηλεκτρονικά. Είναι από τις πιο διαδεδομένες, στα φορητά ηλεκτρονικά, με μία από τις καλύτερες αναλογίες ενέργειας προς βάρος, και με αργό ρυθμό αποφόρτισης όταν δεν χρησιμοποιούνται. Εξαιτίας της υψηλής τους ενεργειακής πυκνότητας, οι μπαταρίες Li-ion άρχισαν να χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροκίνηση, καθώς και στη βιομηχανία της άμυνας και του διαστήματος.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα μεγέθη και σχήματα, αποτελεσματικά, για την καλύτερη εξοικονόμηση χώρου της συσκευής που τροφοδοτούν. Είναι, επίσης, ελαφρύτερες από άλλες ισοδύναμες μπαταρίες. Η ενέργεια αποθηκεύεται σε αυτές διαμέσου της κίνησης των ιόντων λιθίου. Το λίθιο είναι το τρίτο πιο ελαφρύ χημικό στοιχείο, προσφέροντας έτσι ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σχετικά με άλλες μπαταρίες, που χρησιμοποιούν βαρύτερα μέταλλα. Ένα, ακόμα, πλεονέκτημα είναι η υψηλή τάση ανοιχτού κυκλώματος που επιτυγχάνουν σε σχέση με άλλες, όπως οι μπαταρίες μολύβδου, οι Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και οι Νικελίου-Καδμίου. Έχουν, επίσης, χαμηλό ρυθμό αυτοεκφόρτισης.

Υπάρχουν δύο κύριες τεχνολογίες μπαταριών με βάση το λίθιο: πολυμερές λιθίου και ιόντα λιθίου.

Οι μπαταρίες λιθίου-πολυμερούς χρησιμοποιούν μέταλλο λιθίου και οξείδιο παρεμβολής μετάλλου μετάπτωσης ( $M\gamma O_z$ ) για τα αρνητικά και θετικά ηλεκτρόδια, αντίστοιχα. Αυτό το  $M\gamma O_z$  διαθέτει μία στρωματοποιημένη δομή, στην οποία μπορούν να εισαχθούν ιόντα λιθίου, ή από όπου μπορούν να αφαιρεθούν, κατά την εκφόρτιση και τη φόρτιση, αντίστοιχα. Χρησιμοποιείται ένας λεπτός στερεός πολυμερής ηλεκτρολύτης (SPE), ο οποίος προσφέρει τα πλεονεκτήματα της βελτιωμένης ασφάλειας και της ευελιξίας στον σχεδιασμό. Λειτουργούν σε ονομαστική τάση 3 V και έχουν ειδική ενέργεια 155 Wh/kg και ειδική ισχύ 315 W/kg.

**Η τεχνολογία μπαταριών ιόντων λιθίου** έχει δει μία άνευ προηγουμένου άνοδο και δείχνει ως η πιο πολλά υποσχόμενη επαναφορτιζόμενη μπαταρία του μέλλοντος. Έχει, ήδη, γίνει αποδεκτή για εφαρμογές EV και HEV. Χρησιμοποιεί ένα υλικό παρεμβολής λιθιωμένου άνθρακα ( $\text{Li}_x\text{C}$ ) για το αρνητικό ηλεκτρόδιο, αντί για μεταλλικό λίθιο, ένα οξείδιο παρεμβολής λιθιωμένου μετάλλου μεταπτώσεως ( $\text{Li}_1 \times \text{MyO}_z$ ) για το θετικό ηλεκτρόδιο και ένα οργανικό διάλυμα υγρού ή στερεό πολυμερές για τον ηλεκτρολύτη.

Έχουν ονομαστική τάση ανοιχτού κυκλώματος 3.6 V και τυπική τιμή τάσης φόρτισης 4.2 V, ειδική ενέργεια 120 Wh/kg, ενεργειακή πυκνότητα 200 Wh/l και ειδική ισχύ 260 W/kg. Η διαδικασία φόρτισης γίνεται υπό σταθερή τάση. Τα σύγχρονα στοιχεία της μπαταρίας έχουν τη δυνατότητα πλήρους φόρτισης μέσα σε λιγότερο από 45 λεπτά. Μερικές, μάλιστα, φτάνουν το 90% της φόρτισης τους μέσα σε 10 λεπτά.

Ο τύπος με βάση το κοβάλτιο έχει υψηλότερη ειδική ενέργεια και ενεργειακή πυκνότητα, αλλά με υψηλότερο κόστος και σημαντική αύξηση του ρυθμού αυτοεκφόρτισης.

Ο τύπος με βάση το μαγγάνιο έχει το χαμηλότερο κόστος, ενώ η ειδική ενέργεια και η ενεργειακή του πυκνότητα είναι στο ενδιάμεσο των τύπων με βάση το κοβάλτιο και το νικέλιο.

Σημαντικό μειονέκτημα, ωστόσο, των μπαταριών Li-ion είναι ότι η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται και από τον χρόνο που έχει περάσει από τη στιγμή της κατασκευής τους, ανεξάρτητα από το αν αυτές έχουν φορτιστεί και ανεξάρτητα από τον αριθμό των κύκλων φόρτισης/αποφόρτισης.

Οι μπαταρίες Li-ion αντιμετωπίζουν επίσης μία κατάσταση που ονομάζεται «πλήρης αποφόρτιση» (deep discharge). Σε αυτήν την κατάσταση, η μπαταρία μπορεί να κάνει αρκετό καιρό να επαναφορτιστεί ή και να μην επαναφορτιστεί. Η «πλήρης αποφόρτιση» λαμβάνει χώρα μόνο όταν τα συστήματα ή οι συσκευές των μπαταριών αυτών μείνουν για πολύ καιρό αχρησιμοποίητα (συνήθως 2 ή περισσότερα χρόνια) ή όταν επαναφορτίζονται τόσο συχνά, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να διατηρήσουν το φορτίο τους.

Κάθε στοιχείο μπαταρίας Li-ion ξεχωριστά δεν πρέπει να αποφορτίζεται κάτω από μία συγκεκριμένη τάση, για την αποφυγή μη αναστρέψιμης ζημιάς. Επιπλέον, η μπαταρία δεν πρέπει να μένει πλήρως φορτισμένη για μεγάλα διαστήματα, γιατί έτσι κινδυνεύει να οδηγηθεί στην «πλήρη αποφόρτιση» και να καταστραφεί.

Χημικά, η μπαταρία Li-ion ενέχει πολλούς κινδύνους και, έτσι, ένα στοιχείο της απαιτεί αρκετές υποχρεωτικές συσκευές ασφαλείας για να θεωρείται ασφαλές.

Προσοχή!

Σημαντικά περιστατικά έχουν αναφερθεί  
για περιπτώσεις αυτοανάφλεξης αυτών  
των μπαταριών.

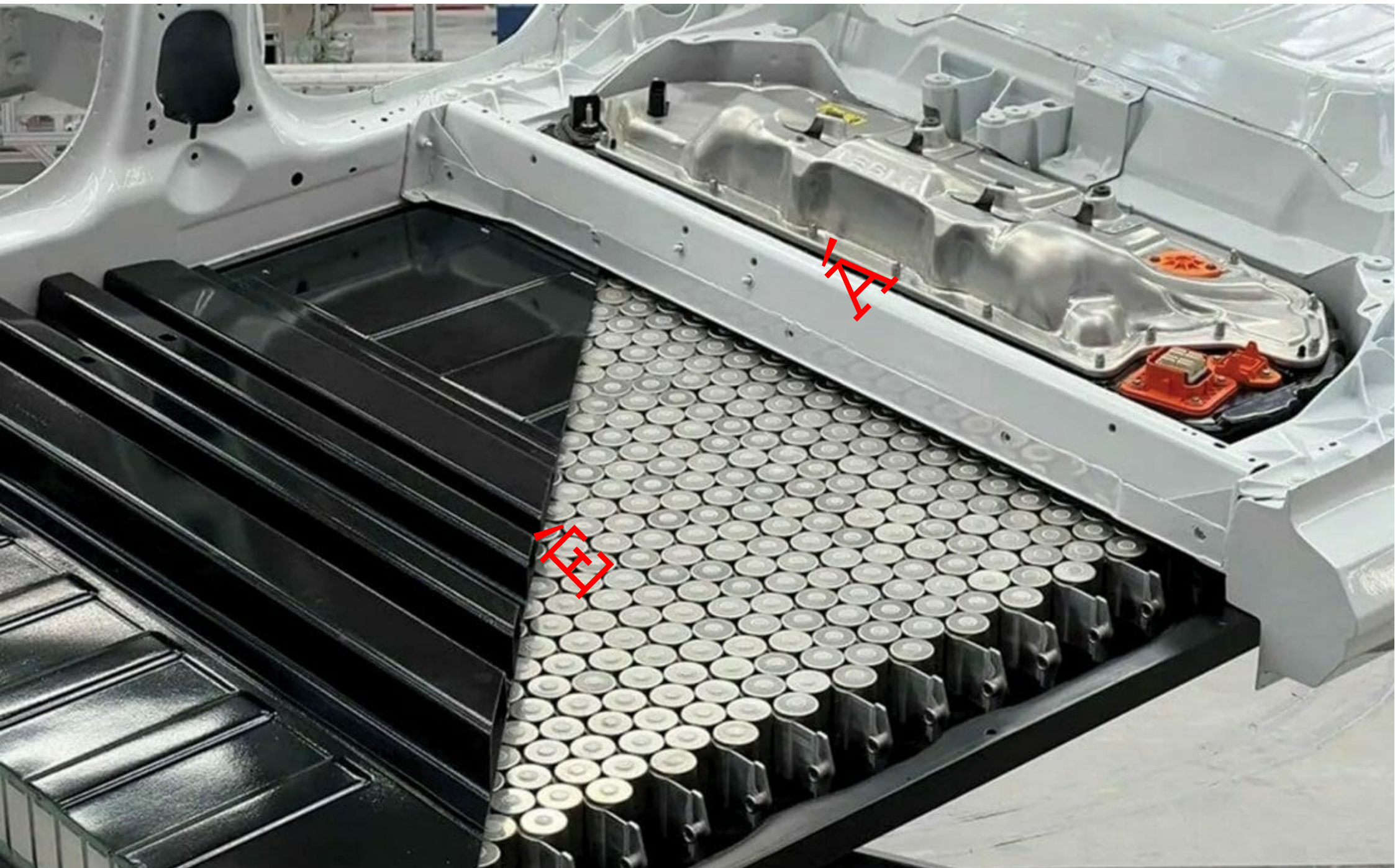
## Οι μονάδες μπαταρίας

Τα στοιχεία έχουν σταθερές τάσεις και χωρητικότητες. Όλα τα στοιχεία NiCd ή NiMH παρέχουν ονομαστική τάση 1,2 βολτ, το στοιχείο από οξύ μολύβδου παρέχει ονομαστική τάση 2,0 βολτ και οι διάφορες τεχνολογίες λιθίου είναι περίπου στα 3,6 βολτ ανά στοιχείο. Εάν απαιτείται περισσότερη τάση, πρέπει να προσθέσουμε στοιχεία σε σειρά. Εάν απαιτείται περισσότερο ρεύμα, ίσως χρειαστεί να τοποθετηθούν στοιχεία παράλληλα.

Ανάλογα με τη χωρητικότητα ή τις ανάγκες τάσης μίας εφαρμογής, τα στοιχεία συνδέονται παράλληλα ή σε σειρά. Η παράλληλη σύνδεση προσθέτει χωρητικότητα, αφήνοντας την τάση σταθερή, η σειριακή διαμόρφωση προσθέτει τάση, αφήνοντας τη χωρητικότητα σταθερή, αντίστοιχα.

Τα περισσότερα στοιχεία μπαταριών συγκολλούνται σημειακά μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας λωρίδα νικελίου για τις επαφές, ώστε να δημιουργηθούν οι μονάδες. Η συγκόλληση απευθείας στα στοιχεία είναι επικίνδυνη. Είναι εύκολο να λιώσει ή να παραμορφωθεί η οπή εξαερισμού, να χαλάσουν οι στεγανοποιήσεις ή να προκληθεί εσωτερικό βραχυκύκλωμα, εάν η θερμότητα είναι πολύ υψηλή. Αυτή η ζημιά μπορεί να μην γίνει αντιληπτή άμεσα, αλλά αργότερα.

# ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ



Ι.ΙΕΚ ΑΛΦΑ

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος συγκράτησης είναι η χρήση θερμοσυστελλόμενης σωλήνωσης. Αυτό έχει επαρκή αντοχή για μικρές συσκευασίες, αλλά, καθώς αυξάνεται το βάρος, απαιτείται περισσότερη δομική αντοχή.

## Battery pack

Η μπαταρία είναι μία συσκευή που αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια, για να παρέχει ισχύ σε ένα ηλεκτρικό σύστημα, όπως ένα ηλεκτρικό όχημα (EV). Η ενέργεια αποθηκεύεται σε στοιχεία που είναι μεταξύ τους συνδεδεμένα, σχηματίζοντας τις μονάδες και αυτές, συνδεόμενες μεταξύ τους, σχηματίζουν το πακέτο της μπαταρίας ή battery pack.

Για να παρέχεται επαρκής ισχύς, τα πακέτα μπαταριών απαιτούν ένα ελάχιστο επίπεδο τάσης που δεν μπορεί να επιτύχει ένα μεμονωμένο στοιχείο. Επομένως, πολλά στοιχεία συνδέονται σε σειρά, για να αυξήσουν την τάση. Για να επιτευχθεί η επιθυμητή χωρητικότητα της μπαταρίας, τα στοιχεία συνδέονται παράλληλα. Έτσι, οι μπαταρίες αποτελούνται από πολλαπλά, μικρότερα τμήματα που ονομάζονται μονάδες. Αυτές οι μονάδες περιλαμβάνουν μικρότερο αριθμό στοιχείων συνδεδεμένων σε σειρά και παράλληλα. Είναι, συνήθως, σε χαμηλότερη τάση, ώστε να είναι ασφαλείς στον χειρισμό.

Οι μπαταρίες για ένα αυτοκίνητο EV  
αποτελούνται κατά βάση από 4 έως  
40 μονάδες, συνδεδεμένες σε σειρά  
μεταξύ τους.

Παραδοσιακά, ο πιο γνωστός τύπος μπαταριών 12V κατασκευαζόταν χρησιμοποιώντας τη χημεία κυψελών μολύβδου-οξέος και, ως εκ τούτου, αναφέρονται ως μπαταρίες μολύβδου-οξέος. Ο αριθμός των κυψελών σε αυτά τα πακέτα περιορίστηκε σε 6.

Οι μπαταρίες για τα υβριδικά αυτοκίνητα περιέχουν μικρότερη ποσότητα ενέργειας από τις μπαταρίες EV και είναι πολύ μικρότερες.

Τα υβριδικά πακέτα μπαταριών είναι κατασκευασμένα για να συμπληρώνουν τον κινητήρα εσωτερικής καύσης όταν είναι λιγότερο αποδοτικός, όπως κατά την επιτάχυνση. Στόχος είναι να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η κατανάλωση βενζίνης.

Οι μπαταρίες EV είναι μπαταρίες μεγάλου μεγέθους που κατασκευάζονται για να καλύπτουν όλα τα συστήματα του οχήματος, συμπεριλαμβανομένου του κινητήρα έλξης και των αξεσουάρ.

Οι τρέχουσες μπαταρίες EV προσφέρουν μεταξύ 20 και 130 kWh ενέργειας και μπορούν να χρησιμοποιήσουν το 90 – 95% αυτής της ενέργειας -ένα πολύ υψηλότερο ποσοστό από άλλους τύπους μπαταριών.

## Σύστημα Διαχείρισης Μπαταριών

Το Σύστημα Διαχείρισης Μπαταριών (BMS) είναι ο εγκέφαλος που ελέγχει όλες τις λειτουργίες της μπαταρίας. Αξιολογεί την μπαταρία, σε σχέση με τον εξοπλισμό ή τον φορτιστή, επιτρέποντας τη ροή ενέργειας μόνο όταν είναι σωστά συνδεδεμένη και όταν πληρούνται οι περιβαλλοντικές συνθήκες και οι παράμετροι φόρτισης/εκφόρτισης.

Τα θερμίστορ σε κάθε μονάδα παρακολουθούν συνεχώς τις θερμοκρασίες μεμονωμένων στοιχείων, μονάδων και πακέτων και η λογική του BMS θα αποτρέψει την υπέρβαση των ασφαλών ορίων για τη φόρτιση ή την εκφόρτιση της μπαταρίας. Επομένως, τυχόν ανωμαλίες θα προσαρμοστούν αυτόματα, για να διατηρηθεί η βέλτιστη απόδοση.

Το σύστημα BMS διαθέτει στρατηγική και θέτει όρια για την ασφαλή λειτουργία της μπαταρίας. Βελτιστοποιώντας τους ρυθμούς φόρτισης/εκφόρτισης, με βάση τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και της ίδιας της μπαταρίας, την κατάσταση φόρτισης (SoC) και την κατάσταση υγείας (SoH), το σύστημα BMS εμποδίζει τη λειτουργία της μπαταρίας σε επικίνδυνες περιοχές. Έτσι, μετριάζει πολλούς από τους κινδύνους που σχετίζονται με την ισχύ της μπαταρίας. Αυτό απαλλάσσει τον χρήστη από το να χρειάζεται να ανησυχεί και να παρακολουθεί χειροκίνητα τέτοια στοιχεία.

Ένα σύστημα BMS προστατεύει την μπαταρία από καταστάσεις, όπως υπερβολικό ρεύμα, υπερβολική τάση (κατά τη φόρτιση), χαμηλή τάση (κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης), υπερθέρμανση, υποψύξη ή υπερβολική πίεση.