

Coulombische en energie-efficiëntie met de batterij

Alle batterijen hebben te maken met verliezen. De energie die wordt teruggewonnen na een lading is altijd minder dan wat erin is gestopt. Parasitaire reacties die optreden in de elektrochemie van de cel voorkomen dat de efficiëntie 100 procent bereikt. Ultrasnel opladen en zware belasting verminderen ook de energie-efficiëntie. Dit draagt ook bij aan de belasting van de batterij door een kortere levensduur.

Er is steeds meer aandacht voor de efficiëntie van batterijen. Dit is vooral belangrijk bij grote batterijsystemen in elektrische voertuigen, energieopslagsystemen (ESS) en satellieten. De efficiëntiefactor wordt gewoonlijk gemeten aan de hand van de coulombische efficiëntie. Een coulomb is een eenheid van elektrische lading. Eén coulomb is gelijk aan één ampèreseconde (1As).

Coulombische efficiëntie

Coulombische efficiëntie (CE), ook wel faradisch rendement of stroomrendement genoemd, beschrijft de ladingsefficiëntie waarmee elektronen in accu's worden overgedragen. CE is de verhouding tussen de totale lading die aan de accu wordt onttrokken en de totale lading die in de accu wordt gebracht gedurende een volledige cyclus.

Met een efficiëntie van meer dan 99 procent heeft Li-ion een van de hoogste CE-classificaties in oplaadbare batterijen. Dit is echter alleen mogelijk bij een matige laadstroom en bij koele temperaturen. Ultrasnel opladen verlaagt de CE vanwege verliezen door ladingsacceptatie en warmte, net als een zeer langzame lading waarbij zelfontlading een rol speelt (Zie BU-808b: Waardoor sterft?).

De coulombische efficiëntie van Li-ion verbetert door cyclisch gebruik. Om dit te bewijzen werden Li-ion batterijen van Panasonic, E-one Moli, Sony, LG en Samsung in 18650 celformaat cyclisch gebruikt. Sommige cellen begonnen met een coulombische efficiëntie van 99,1 procent en verbeterden naar 99,5 procent na 15 cycli. Andere cellen begonnen met 99,5 procent en bereikten 99,9 procent na 30 cycli. De consistentie bij herhalingstesten was hoog, wat aangeeft dat Li-ion een zeer stabiel batterijsysteem is.

Met een CE van ongeveer 90 procent is het rendement van loodzuur lager, en accu's op nikkelbasis komen over het algemeen nog lager uit. Bij snelladen kunnen NiCd en NiMH 90 procent bereiken, maar bij langzaam laden wordt dit teruggebracht tot ongeveer 70 procent. Lagere laadacceptatie boven 70 procent van de laadtoestand en zelfontlading die toeneemt als de accu tegen het einde van het laadproces warm wordt, dragen bij aan de lage CE. De beste efficiëntie van alle accu's wordt bereikt bij een gemiddelde laadtoestand van 30 tot 70 procent. Alle accusystemen hebben unieke CE-waarden die variëren afhankelijk van de oplaadsnelheid en de temperatuur. Leeftijd speelt ook een rol.

Voltaïsche efficiëntie

Voltaïsche efficiëntie is een andere manier om het rendement van een batterij te meten. Dit is de verhouding tussen de gemiddelde ontladspanning en de gemiddelde laadspanning. Verliezen treden op omdat de laadspanning altijd hoger is dan de nominale spanning om de chemische reactie in de accu te activeren.

Energie-efficiëntie

Terwijl de coulombische efficiëntie van lithium-ion normaal gesproken hoger is dan 99 procent, komt de energie-efficiëntie van dezelfde batterij op een lager percentage uit en deze is gerelateerd aan de C-rate van laden en ontladen. Bij een oplaadtijd van 20 uur van 0,05C is de energie-efficiëntie 99 procent. Dit daalt tot ongeveer 97 procent bij 0,5C en neemt verder af bij 1C. In de echte wereld heeft de Tesla Roadster naar verluidt een energie-efficiëntie van 86 procent. Ultrasnel laden op nieuwere EV's zal een negatief effect hebben op de energie-efficiëntie en de levensduur van de batterij.

Laatst bijgewerkt: 4-nov-2021