



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **311680**

(13) B1

(51) Int Cl⁷ H 01 M 10/48, G 01 R 31/36

Patentstyret

(21) Søknadsnr	20002751	(86) Int. inng. dag og	
(22) Inng. dag	2000.05.29	søknadsnummer	
(24) Løpedag	2000.05.29	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	2001.11.30	(30) Prioritet	Ingen
(45) Meddelt dato	2002.01.02		

(71) Patenthaver	Einar Gotaas, Rasmus Winderens vei 38, 0373 Oslo, NO
(72) Oppfinner	Søkeren
(74) Fullmektig	Bryn & Aarflot AS, 0104 Oslo

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte for overvåkning av batterikvalitet**

(56) Anførte publikasjoner GB 1494458, TW A 359755, DE C2 19523260, NO A 975165, NO A 971841

(57) Sammendrag

Batterikvalitet overvåkes med et overvåkningssystem som presenterer aktuelle fysiske enkeltcelle-parametere som avvik fra alle cellenes gjennomsnitts-parameterverdi. Batteriets godhet beregnes ut fra tidsutviklingen av et antall av de største avvikene for enkeltceller.

INNLEDNING

Foreliggende oppfinnelse omhandler en fremgangsmåte for å estimere kvaliteten av et akkumulatorbatteri, et såkalt sekundærbatteri. Det finnes i dag en lang rekke metoder som alle baserer seg på en eller noen få enkeltmålinger av parametre i hele batteriet, eksempelvis total batterispenning. Den angjeldende oppfinnelse baserer seg på å analysere et meget stort antall måleverdier hentet fra hver enkeltcelle i batteriet.

BAKGRUNN

Tradisjonell drift av ladbare batterier, akkumulatorer, baserer seg på den antakelse at alle enkeltceller i batteriet er identiske og responderer likt på alle eksiteringer og belastninger. Denne antakelse bør være oppfylt for at lading og utladning av batteriet med en nødvendigvis felles strøm skal gi en lik belastning på alle enkeltcellene.

Antakelsen om at cellene er identiske, er imidlertid ikke riktig. All erfaring viser det. Erfaring viser også at et batteri aldri er bedre enn den dårligste cellen. Feiler en celle, feiler hele batteriet. Det viser seg at batteriene fremviser både forutsigbare og tilsynelatende tilfeldige egenskaper. Foreliggende oppfinnelse vil omhandle begge disse muligheter.

Det finnes nå målesystemer som på en anvendelig og kostnadseffektiv måte muliggjør å måle flere parametre fra hver eneste celle i batteriet. Eksempelvis måles cellespenning, celletemperatur og spenningsfall over koblingen mellom enkeltcellene. For batterier med flytende elektrolytt kan også syrenivået måles.

For mange batterier vil levetiden være meget temperaturavhengig. Eksempelvis vil levetiden for en blyakkumulator reduseres med 50% for hver 8. grad temperaturen stiger over 20°C. Dette fenomen er gitt av kjemiske reaksjonshastigheter i batteriene.

Et batteri er som nevnt, en lang kjede av enkeltceller. Det totale batteri vil aldri ha lenger levetid eller tilgjengelig utladekapasitet enn hva den dårligste cellen har.

Det finnes i dag en rekke teorier og metoder for å studere batterikvalitet.

5 Beklageligvis forutsetter alle disse teorier at alle cellene er identiske og responderer likt for all påvirkning. Dette viser seg altså ikke å være riktig.

De kjente metoder går på å måle enkelte primærparametere som spenning, temperatur og syrenivå. Også sekundærparametere, eller avledede parametere måles. Det kan nevnes eksempelvis indre motstand, "spenningssekk", symmetri-
10 målinger mellom 4 delblokker i batteriet osv.

Britisk patent GB 1.494.458 beskriver testing av batterier ved slutten av en produksjonslinje. Testen foregår ved at det sendes en strømpuls av noen sekunders varighet gjennom batteriet, og spenningstransienter for hver enkeltcelle og for batteriet som helhet registreres, enten som kontinuerlig verdi over hele
15 strømpulsens varighet, eller ved starten av strømpulsen og ca. midtveis i strømpulsen. Verdien (e) for hver enkeltcelle sammenlignes med gjennomsnittet for batteriet som helhet, og dersom eventuelt avvik for en eller flere celler overstiger en på forhånd fastsatt verdi, vurderes batteriet til ikke å inneha den nødvendige kvalitet. Testen er altså en engangs-test.

20 Fra tysk patent DE 195 23 260 er kjent en fremgangsmåte for kontroll av kvaliteten i et flercelle-batteri. Det foretas her beregning av gjennomsnittsverdier for alle celler, og det avgis et varselsignal dersom en parameter for en celle avviker mer enn en på forhånd fastlagt størrelse fra gjennomsnittsverdien. Her er altså strategien rett og slett å se på størrelsen av avviket.

25 Metodene som fremgår av de ovennevnte publikasjonene, er imidlertid noe for grove i sin tilnærmingsmåte. Det er ikke nødvendigvis slik at en enkeltcelle er i en tilstand hvor den behøver korrigerende tiltak, selv om den i en øyeblikks-test oppviser en avviksverdi som ikke ser bra ut. Enkeltceller kan oscillere i sine parameterverdier, og det er derfor nødvendig å forfine den kjente metodikken
30 ytterligere.

OPPFINNELSEN

Foreliggende oppfinnelse har som mål å oppnå en forbedret overvåk-
ningsrutine som gir mulighet for mer korrekt vurdering av enkeltcellers tilstand og
5 behov for korrigerende tiltak. Oppfinnelsens mål nås gjennom en fremgangsmåte
slik som beskrevet i det vedføyde patentkrav 1. Spesielle og gunstige utførelses-
former av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen fremgår av de etterfølgende
patentkravene 2-9.

Oppfinnelsens metodikk vil kunne anvendes på alle i dag kjente
10 analysefilosofier, og forbedre dem helt vesentlig.

NÆRMERE BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

15 I det følgende skal beskrivelsen omtales nærmere, særskilt med henblikk
på batteristatistikk, batteridrift og en statistisk modell for oppfinnelsen.

BATTERIETS STATISTIKK:

Man vet av erfaring at i et moderne batteri vil ca 1-2 % av enkeltcellene ha
20 en meget betydelig dårligere kvalitet enn de resterende celler. I et stort batteri med
eksempelvis opp til 200 enkeltceller betyr dette at 2-4 enkeltceller vil begrense
batteriets kvalitet.

DRIFT AV BATTERIET:

25 Dersom "dårlige" celler oppdages på et tidlig tidspunkt, er det faktisk en
rekke muligheter for å "redde" batteriet. Oppdages de tidlig i batteriets levetid, dvs.
de første 2-4 mnd, kan enkeltceller skiftes ut med nye. Er batteriet eldre, kan
celler ikke skiftes, fordi en ny celle ikke lenger vil være identisk og respondere likt
med de opprinnelige cellene.

30 Det finnes imidlertid metodikk for å "utjevne" forskjeller mellom enkeltceller i
et batteri, dersom disse forskjellene oppdages.

I et blybatteri der spredningen i cellespenninger er blitt stor, kan dette
eksempelvis rettes opp ved en relativt kortvarig og meget kraftig overladning.

Med et batteriovervåkingssystem som kan kommunisere med målesensorer på hver enkelt celle, er det mulig å styre vedlikeholdsladestrømmen individuelt i hver enkeltcelle via en liten strømskunt på hver celle.

Angjeldende oppfinnelse beskriver en metodikk for å beregne grunnlaget for slik håndtering av batteriet.

OPPFINNELSENS STATISTISKE MODELL:

Et batteri med 24 til 200 enkeltceller vil representere et meget godt statistisk utvalg av typiske battericeller med angjeldende alder og lovbestemte endringer fra opprinnelige spesifikasjoner og egenskap.

Med et batteriovervåkingssystem som måler enkeltcelle-parametere, vil man kunne bruke gjennomsnittsverdiene for både primær- og sekundær-parametrene som mål på en "standardcelle" i videre analyse. Denne standardcelle vil så ha egenskaper og tidsutvikling meget nært hva leverandøren oppgir.

Med samme overvåkingssystem vil man kunne integrere opp hver celled positive temperaturavvik fra 20°C . Basert på at levetiden halveres for hver 8. grad positivt avvik, kan et meget godt estimat av den varmeste cellens maksimalt mulige levetid, foretas. Igjen, når en celle er defekt, feiler hele batteriet.

Ved en beregning vil så alle primære og sekundære celleparametere, samt temperaturintegral, kunne presenteres som avvik fra gjennomsnittet. Gjennomsnittsverdien vil også være interessant.

Med samme overvåkingssystem vil man også kunne beregne tidsutviklingen av disse enkeltcelle-avvikene, og derved muliggjøre en ekstrapolering mot et mulig tidspunkt for sammenbrudd, dersom avvikene er monotont stigende eller fallende fra gjennomsnittet.

Da erfaring viser at enkeltceller som holder seg "friske", vil oppvise en til dels "oscillerende" utvikling av aktuelle parametere over tid, er det viktig at overvåkningsrutinen er i stand til å detektere celler med monotont økende eller synkende avviks-verdier, for en slik langtidutvikling indikerer at cellen har en svakhet. Derved vil slike celler kunne utsettes for spesielle ladingsprogrammer for å gi korreksjonsvirkning, lenge før cellene når en ødelagt tilstand med uopprettelige parameterverdier.

Herværende oppfinnelse har altså som prinsipp, at batterikvaliteten knyttes til tidsutviklingen av et antall av de største avvikene for enkeltceller. Man kan for eksempel bestemme at, for en bestemt parameter, eksempelvis indre resistans, skal man se på de fire enkeltceller som har størst avvik fra gjennomsnittet for samtlige enkeltceller. Dersom tidsutviklingen er oscillerende for disse fire enkeltcellene, dvs. at noen av dem ikke engang har store avvik lengre frem i tid, vil batteriets kvalitet bedømmes som god i henhold til på forhånd oppsatte regnekriterier.

På den annen side, dersom det skulle vise seg at tidsutviklingen for disse eksempelvis fire enkeltcellene er av monoton type og trekker videre mot økende verdier, vil man få et kvalitetsresultat som er mindre godt. Samtidig vil man da ha full oversikt over disse spesielle enkeltcellene som har monotont økende (eller avtakende) avviksverdier, og korrigerings tiltak kan bli igangsatt.

Batterikvaliteten kan angis som funksjon av spredning, eller standardavvik, for de målte enkeltcelle-parameterverdiene.

Med den her angitte overvåkningsmetode vil det for øvrig være naturlig å benytte en ekstrapolering for et estimat av batterikvaliteten i fremtid.

Når det gjelder korrigerende tiltak, vil man i perioder kunne kople inn strømshunt på celler som viser seg å ha høy spenning under vedlikeholdslading, og derved kan ladestrømmen økes, slik at celler som under slik vedlikeholdslading viser seg å ha lav spenning, får en høyere ladestrøm enn cellene med slik strømshunt.

Det er selvfølgelig mulig å kombinere overvåkningssystem og ladeenhet, for eksempel slik at en batterilader styres til å gjennomføre automatiske og utvidede testrutiner. En slik avansert batterilader vil da være utstyrt med spesielle ladeprogrammer for å motvirke påviste avviks-verdier som enkeltceller er i ferd med å oppvise monoton utvikling for.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for å overvåke og bestemme kvaliteten av et batteri som består av flere enkeltceller i serie, der samtlige, eller et meget betydelig antall, av cellene overvåkes for variasjoner i en eller flere fysiske batteriparametere, med bruk av et overvåkningssystem, hvor overvåkningssystemet presenterer alle parametere som avvik fra alle cellers gjennomsnitt, karakterisert ved at overvåkningssystemet beregner batteriets godhet ut fra tidsutviklingen av et antall av de største avvikene for enkeltceller.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at overvåkningssystemet presenterer både primærparametere og eventuelt målte sekundærparametere som slikt avvik fra celle-gjennomsnittet.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at det beregnes et integral av alle avvik over tid, og at dette integral brukes som mål på godhet for hver enkelt celle og derved for hele batteriet.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at det beregnes et tidsintegral av temperaturavviket over 20 grader i hver enkeltcelle, og at batteriets maksimale levetid beregnes ut fra de største avvik-integraler.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at batteriets generelle kvalitet angis som spredning eller standardavvik i de målte enkeltcelle-verdier.
6. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at endringen over tid i hver enkeltcelles avvik i forhold til batteriets gjennomsnitt for hver parameter brukes som kvalitetsmål, og

at samme målinger, ved ekstrapolasjon, brukes til å estimere batteriets kvalitet i fremtid.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

- 5 k a r a k t e r i s e r t v e d a t en lader for batteriet styres til å gjennomføre automatiske, utvidede testrutiner, samt spesielle ladeprogram for å motvirke avvikende egenskaper som enkeltceller er i ferd med å utvikle.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

- 10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t det i perioder kobles inn strømshunt på celler med høy spenning under vedlikeholdslading , og at ladestrømmen så økes slik at celler med opprinnelig lav spenning får en høyere ladestrøm.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

- 15 k a r a k t e r i s e r t v e d a t overvåkningssystemet presenterer parametere hentet fra en gruppe som innbefatter polspenning, temperatur og syrenivå, samt indre resistans, "spenningssekk" og symmetri mellom celler i en mindre celle-gruppe.