



SUOMI - FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT



(10) FI 118656 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

31.01.2008

(51) Kv.lk. - Int.kl.

H01M 10/42 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

B60L 3/12 (2006.01)

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20065294

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

05.05.2006

(24) Alkupaivä - Löpdag

05.05.2006

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

06.11.2007

(73) Haltija - Innehavare

1 •Oy Finnish Electric Vehicle Technologies Ltd, Teollisuuskatu 24 A 3, 11100 Riihimäki, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Järvinen, Jukka, Paloasemantie 2 A 1, 12240 Hikiä, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Leitzinger Oy

High Tech Center, Tammasaarenkatu 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä ja laitteisto akkukennojen hoitamiseksi
Förfarande och anordning för skötsel av ackumulatorceller**

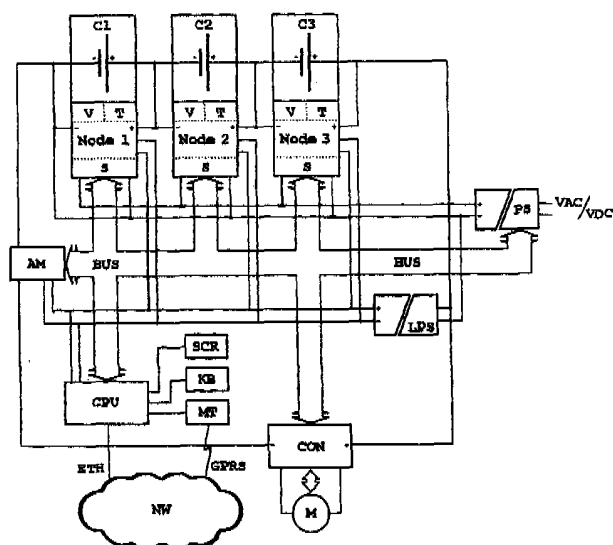
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP 0814556 A2, US 6373226 B1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä ja laitteisto ladattavien sarjaan kytkettyjen kennojen (C1, C2, C3) hoitamiseksi yksilöllisten mittausten avulla, seuraamalla kutakin kennoa sen lataus-, varastointi- tai purkusyklin aikana kennon ominaisuuksien mittaamiseksi ja muista poikkeavien kennojen ominaisuuksien säätämiseksi manipuloimalla niitä kennojen välisten erojen vähentämiseksi.

Förfarande och anordning för hantering av laddbara i serie kopplade celler (C1, C2, C3) med hjälp av individuella mätningar, genom att kontrollera varje cell under dess laddnings-, lagrings- eller urladdningscykel för att mäta cellens egenskaper och reglera från andra avvikande cellens egenskaper genom att manipulera dem för att minska skillnaderna mellan cellerna.



Menetelmä ja laitteisto akkukennojen hoitamiseksi

Keksintö liittyy yhtä useamman sarjaan kytketyn akkukennon kunnon valvontaan ja kennoston hoitamiseen lataus-, säilytys-, ja purkusyklien aikana.

5

Sarjaan kytkettyjen kennojen kapasiteetti määräytyy aina heikoimman mukaan. Tyypillisesti kennojen jännitteitä ja lämpötiloja mitataan latauksen ja purun aikana. Lataus lopetetaan, kun mittausta osoittaa jonkin kennon olevan täysi ja purku lopetetaan kun ensimmäinen kenno on tyhjä. Jos tässä tehtävässä epäonnistutaan esimerkiksi purettaessa kennostoa, yksi kenno tyhjenee ennen muita ja ylipurkautuu. Useimmat akkutyypit vaurioituvat vakavasti, jos napojen polariteetti kääntyy edes hetkeksi. Tämän takia suuria kennostoja eli useasta kennosta koostuvia akustoja valvotaan yleensä kennokohtaisesti.

15

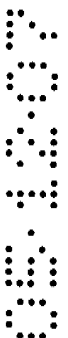
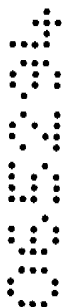
Keksinnön tavoitteena on aikaansaada menetelmä ja laitteisto, jolla saadaan sarjaan kytkettyjen kennojen käyttöikä mahdollisimman pitkäksi ja kennoston vaurioitumisriski saadaan minimoitua. Myös pikalataus edellyttää tasaisia ominaisuuksia kennostolta, jotta suurin mahdollinen kapasiteetti saadaan siirrettyä siihen mahdollisimman lyhyessä ajassa.

20

Keksinnön mukaisesti kennoja hoidetaan yksilöllisesti. Sen sijaan että pelkästään valvottaisiin, ettei yksikään kenno vaurioidu tai rasitu liiaksi, suoritetaan laajamittaisempaa kennoston kunnon arviointia ja ominaisuuksien manipulointia. Jos rasitus on sama kaikille kennoille, tulee heikoin kenno voittumaan muita paljon aikaisemmin. Keksinnön mukaan kaikkia kennoja rasitetaan niiden ominaisuuksiin sopivalla tavalla, jolloin kennojen ominaisuudet lähenevät toisiaan. Tämä menetelmä muokkaa kennojen ominaisuuksia siten, että kokonaisuuden hallinta ja käyttö on huomattavasti yksinkertaisempaa. Kun kennot ovat hyvin tarkkaan samanlaisia, voidaan tyhjääkin kennostoa kuormittaa rajusti ilman tehokompensaatiota.

25

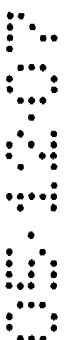
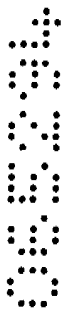
30



Rasittamisen mitoittamiseen käytetään kokeellisesti testattuja oppivia algoritmeja, jotka käyttävät hyväkseen kennoista koottua kokeellista tilastotietoa. Näin tehden akkupaketin kennojen ominaisuudet lähestyvät toisiaan mitä pidemmälle kennoston syklielinissä mennään.

5

- Perinteinen kennojen hallinta ja valvonta on ollut sitä, että vältetään heikoimman akun kuormittamista liikaa. Jotkut järjestelmät ohittavat heikoimman kennon purettaessa, mutta yleensä vain rajoitetaan koko kennoston tehoa heikoimman kennon mukaan. Ladattaessa yleensä vain pysäytetään
- 10 lataus, kun ensimmäinen kenno on täysi, korkeintaan lopetetaan pienivuotovirtaisimman kennon lataus muita ennen, jolloin toivotaan saatavan suunnilleen täysi lataus kuhunkin kennoon. Tässä tekniikan tason mukaisessa akkuhoitotavassa on se huono puoli, että näin purettaessa heikoin akku kuormittuu aina eniten ja se käytännössä heikkenee lisää. Mikäli heikoin kenno vaurioituu, sen korvaava uusi on lähes varmasti ominaisuuksiltaan niin paljon
- 15 muista eroava, ettei kennosto enää toimi tarkoitetulla tavalla. Käytännössä kennojen epätasapaino on niin suuri, että kennoston käyttöikä laskee huomattavasti. Yksittäisen vaurioituneen kennon vaihtaminen ole taloudellista, vaan kannattaa ennemmin vaihtaa koko kennosto kerralla. Eritoten Litiumakuissa on ominaisuus, että hyvin pienellä syklillä ei saavuteta suurempaa syklielinikää logaritmisesti. Uusi selkeästi parempi kenno heikkenee ominaisuuksiltaan myös nopeasti vajaan syklistyden vuoksi. Mittavalla tehokomponentilla voidaan eroja kompensoida, mutta se olisi varsin epäedullista.
- 20
- 25 Keksinnön mukaisessa menetelmässä kennoja seurataan yksilöinä, ja niitä käsitellään niin, että kennojen ominaisuudet lähenevät toisiaan. Useimmissa olemassa olevissa kehittyneissä järjestelmissä kennoja seurataan yksilöinä, mutta sen sijaan että esimerkiksi havaittaessa yhden kennon olevan suurikapasiteettisempi kuin muut, sitä ei esimerkiksi syväpureta tai yllädata hieman,
- 30 vaan käytännössä muita suurikapasiteettisemmän kennon lataus- ja purkusykli on päinvastoin matalampi verrattuna sen omaan todelliseen sisäiseen kapasiteettiin kuin muilla kennoilla. Muita parempi kenno siis rasittuu suhteel-



lisesti muita kennoja vähemmän ja useimpien akkutyyppien tapauksessa kennojen väliset erot kasvavat entisestään. Kennoston ominaisuudet muuttuvat voimakkaasti, joka muodostaa koko kennoston käytön kannalta hallitsemattoman tilanteen. Muuttuvia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi impedanssi ja kapasiteetti. Nämä ominaisuudet muuttuvat epäkohorentisti kaikilla tulevilla sykleillä. Oireita voidaan kompensoida tekniikan tasoisilla menetelmillä, mutta vikaa ei pystytä korjaamaan.

Keksinnön mukainen järjestelmä havaitsee, että ladattaessa tai purettaessa yhden kennon kapasiteetti on muita suurempi. Sen sijaan, että vain lopetettaisiin lataaminen kuin heikoin kenno tulee täyteen, esimerkiksi ladataan vahvinta kennoa hieman enemmän kuin muita. Tällöin vahvin kenno vaurioituu lievästi ja sen kapasiteetti laskee lähemmäksi muita kennoja. Purettaessa latausta, kyllä lopetetaan aina kun yhdenkin kennon jännite laskee liikaa, käytännössä siis purkaminen joudutaan lopettamaan aina heikoimman kennon mukaan. Tätä ominaisuutta vastaan toimitaan kuitenkin ennakoimalla, jolloin kaikista hieman vahvemmissa kennoista siirretään "virtuaali-kapasiteettia" tähän heikompaan kennoon. Ennakointitieto saadaan huolella kerätyistä tilastotiedosta laskemalla. Tämän jälkeen voidaan myös seuraavalla purkusyklillä heikointa kennoa kohdella hieman kevyemmin kuin muita kennoja, eli esimerkiksi voidaan siirtää energiaa heikointa kennoa avustamaan seuraavan purkusyklin aikana käyttämällä koko kennoston jännitettä käyttävää galvaanisesti erotettua yksittäisen kennon laturia.

Seuraavalla purkusyklillä heikoin akku kuormittuu siis hiukan muita vähemmän ja ero tasoittuu. Tekniikan tason mukaisessa tavassa heikoin kenno kuormittuu joka syklillä suhteessa kapasiteettiinsa muita enemmän ja heikenee tämän takia lisää.

Jotta järjestelmä toimisi tarkoitetulla tavalla, se pitää kirjata kunkin kennon latauksesta, purusta, lämpötiloista, käytöksestä sekä muista tarpeellisista ominaisuuksista. Esimerkiksi, kun jotain kennoa on ylläladattu tarkoituksella,

sen voidaan olettaa jäävän seuraavan purkusyklin lopussa edelleen muita täydemmäksi. Kapasiteettiero kuitenkin on jo huomattavissa heti seuraavalla syklillä kennon käytöksessä. Tämä pitää ottaa huomioon. Kyseistä kennoa voidaan purkaa kennon kunnon vaatimaan tapaan muiden kennojen kanssa
5 siten, että ne saavuttavat tyhjän ja täyden varaustason samaan aikaan. Koska keksinnön mukaisesti tuhotaan tahallisesti yksittäisen kennon kapasiteettia, algoritmit kannattaa pitää melko maltillisina, eli kennojen ominaisuuksia tasapainotetaan vähän kerrallaan. Kennoston toimintaan vaikuttavat lopulliset muutokset saadaan tasapainoiseksi hyvin aikaisessa vaiheessa sen elin-
10 kaaressa. Kennojen toimintaa ja muokkaustoimenpiteitä kuitenkin jatketaan koko järjestelmän toiminnan ajan.

Oleellista kennojen seurannan kannalta on sekin, että akkujen lämpötila vaikuttaa huomattavasti niiden käyttäytymiseen. Kunkin kennon lämpötilaa pitää
15 seurata tämän takia ja pitää siitä kirjaa.

Jotta opitaan lisää kennojen käytöksestä, järjestelmän loogisena ja ohjaavana modulina toimii yleiskäyttöinen keskusyksikkö, esimerkiksi tietokone. Tämä keskusyksikkö valvoo kennostoa ja pitää sisällään tarvittavan tiedon, jolla
20 koko järjestelmän toimintoja ohjaillaan. Järjestelmän keskusyksikköä voidaan käyttää myös esimerkiksi navigointiin ja sovelluskohteen muiden toimintojen ohjaamiseen. Keskusyksikkö voi käyttää omaa tiedonsiirtoyhteyttä tai järjestelmään voidaan liittää irrallinen päätelaite, esimerkiksi GPRS-matkapuhelin tiedonsiirtoa varten. Näin voidaan helposti päivittää kennojen hoitoalgoritmit
25 ja saadaan kerättyä huomattava määrä kokeellista tietoa koko järjestelmän käyttäytymisestä verkossa oleville palvelimille.

Tätä tietoa voidaan käyttää valmistajan toimesta esimerkiksi neuroverkoilla tulevan, tehokkaamman järjestelmän kehittämiseen tai tilastollisilla menetel-
30 millä tehtävän analyysin materiaalina. Tämän etäyhteyden avulla voidaan myös muunnella algoritmeja eri yksiköissä. Näin saadaan aikaan kaikki myydyt yksiköt kattava tutkimusympäristö, joka mahdollistaa paremman järjes-

5 telmän toiminnan asiakkaan hyödyksi. Esimerkiksi asiakas saa tutkittua tietoa, miten omat ajotavat vaikuttavat kennoston keston ja mikä on todennäköinen järjestelmän jäljellä oleva elinikä. Voidaan myös määrittää, mikä elinikä olisi, jos esimerkiksi kennoja voisi ladata useammin tai jos ajonopeuksista tinkisi hieman.

Järjestelmän keskusyksikössä on käyttöliittymä ja käyttöjärjestelmä. Käyttöliittymä voi olla esimerkiksi graafinen. Kennoihin liittyvä tieto on luottamuksellista, ja se on vahvasti salatussa tietokannassa, jolloin auton ajohistoriaa ei
10 pystytä lukemaan ilman salausavainta. Tietokannan tiedoista pystyy lukemaan esimerkiksi ajonopeudet, tehotrendit, latausajat, ajetut matkat etäisyyksinä ja graafisina käyrinä, ajoneuvon, kennojen ja ympäristön lämpötilat. Tämän takia on otettava huomioon, että tieto ei saa loukata ajajan intimitteettisuoja. Käyttäjä sitoutuu noudattamaan käyttöjärjestelmän lisenssiehtoja, joilla turvataan tarpeeksi laaja suoja käyttäjälle sekä tarpeeksi laaja tietomäärä järjestelmän optimaalisen toiminnan saavuttamiseksi. Toinen syy tietojen salaamiseen on, että näin turvataan takuuasioissa tietojen luotettavuus, esimerkiksi kennojen yhteenlaskettu latausmäärä ja käytetyt tehot voivat olla takuuehtojen kohteena, eikä niiden muuttaminen saa olla helppoa.
15 Myöskään tiedoista ei saa selvittää esimerkiksi paikkakoordinaatteja, joilla voitaisiin paikantaa järjestelmä rikollisessa mielessä. Paikka koordinaatit elevaatiota lukuun ottamatta eivät ole relevantteja.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle, laitteistolle ja ohjelmakoodivälineelle on
25 tunnusomaista se, mitä on vaadittu itsenäisissä patenttivaatimuksissa 1, 6 ja 7. Epäitsenäiset vaatimukset kuvaavat keksinnön edullisia suoritusmuotoja. Seuraavassa kuvataan keksinnön mukaista järjestelmää kuvion avulla.

Kuvio 1 esittää järjestelmän lohkojen kytkentäkaaviota.
30

Kuviossa 1 on esitetty yksinkertaistettu keksinnön mukaisen järjestelmän lohkoakaavio. Keksinnön mukaista kennoston "C1, C2, C3" hoitoa valvoo ja

ohjaa keskusyksikkö "CPU", jonka yhteyteen on järjestetty tiedonsiirtoverkko "NW" sekä järjestelmän sisäinen tietoliikenneverkko "BUS" kennojen tietojen keräämistä varten. Samaa yhteyttä voidaan edullisesti käyttää kaikkeen tiedonsiirtoon kaikkien järjestelmän komponenttien kesken. CPU:n yhteydessä on käyttöliittymä, esimerkiksi näppäimistö "KB" tai graafinen kosketusruutu "SCR".

CPU toimii edullisesti myös viihdekeskuksena, navigointilaitteena karttoineen, ajotietokoneena jne. Koelaitteen ohjelmisto pystyy näyttämään yksityiskohtaista tietoa kunkin kennon historiasta. Esimerkiksi kennojen välisten erojen trendeistä tai lähes tyhjän järjestelmän kennojen jännitteistä kuormitustilanteessa. Näin on saatu verifioitua keksinnön mukaista menetelmää käytännössä.

Galvaanisesti erotettu päälaturi "PS" tuottaa akkujen lataukseen tarvittavan tasavirran keskusyksikön CPU ohjaamana. Kennot C1, C2 ja C3 on kytketty sarjaan, ja niiden kaikkien läpi kulkee päälaturin PS ja kuormanohjaimen "CON" virta. Akkujen valvontalaite "NODE 1", "NODE 2", "NODE 3" on kunkin kennon yhteydessä. Kukin NODE on kytketty tiedonsiirtoverkkoon BUS, jonka avulla keskusyksikkö CPU voi kerätä kennokohtaista tietoa ja ohjata kunkin kennon hoitoa. Kunkin valvontalaitteen NODEn yhteydessä on kunkin kennon lämpömittari "T", laturi "S" sekä jännitemittaus "V". Myös muita kennon ominaisuuksia mittaavia instrumentteja voidaan liittää järjestelmään, esimerkiksi paine- tai kosteusmittareita. Yksinkertaisuuden vuoksi kuvaan ei ole piirretty kaikkia lisälaitteita. Laturi S ottaa virtansa koko kennoston jännitteestä tai suoraan päälaturista PS. Laturi S on galvaanisesti erotettu. Mittaus- ja tietojenkäsittelyelektroniikkaa varten on esimerkkikokoonpanossa erillinen virtalähde LPS. Se ottaa virtansa päälaturista PS tai koko akkupaketista. Virtalähde LPS voi sisältää myös omat pienet vara-akut, jotka mahdollistaa esimerkiksi keskusyksikön toiminnan huoltotoiminen aikana, vaikka pääjännitteet kytkettäisiin irti.

Kun päälaturi PS ei ole kytketty ja järjestelmä on purkusyklissä, NODEn yhteyteen toteutettu laturi S purkaa koko kennostoa tarvittaessa ja lataa samaan valvontalaitteeseen NODE 1-3 liitettyä yksittäistä kennoa. Näin saavutetaan hyvin korkea hyötysuhde kennoston tasaustoimenpiteissä purun aikana. Laturien S ja kennoista otettavan energian eroa kompensoidaan latauksen aikana säätämällä päälaturin PS tehoa. CPU tekee kompensatiolaskelmat ja ohjaa kaikkien latureiden toimintaa. Selvyyden vuoksi kuvassa on vain kolme kennoa C1 – C3, käytännössä kennoja on yleensä enemmän kuin kolme.

10

Kuorman "M" virranottoa eli kennoihin ladatun sähköenergian käyttöä ohjaa piiri CON, joka voi olla esimerkiksi DC-DC-muunnin tai moottoriohjain. Piirien PS ja CON osat voivat olla myös yhteisiä ja toiminnot voivat olla yhdistetty samaan laitteeseen. Se voi myös esimerkiksi ladata kennostoa jarrutettaessa CPU:n ohjaamana. Sähköajoneuvoissa on edullista palauttaa jarrutusenergiaa takaisin järjestelmään. CON voi siis toimia tarvittaessa molempiin suuntiin. Keksinnön mukaista laitetta ja menetelmää käytetään edullisesti akkukäyttöisen sähkökulkuneuvon yhteydessä. Ajoneuvokäytössä on erityisen tärkeää saada kennosto kestäämään mahdollisimman monia lataus- ja purkusyklejä ja suuria lataus- ja purkutehoja. Keksinnön mukainen menetelmä ja laite kuitenkin soveltuu myös muihin käyttötarkoituksiin, kuten keskeytyksettömän virransyötön tai myös paikallaan pysyvien akkukennostojen hoitoon, esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoiman yhteydessä.

20

Keksinnön mukaisessa koelaitteessa NODE on esimerkiksi mikroprosessoriohjattu, mutta melko yksinkertainen ja edullinen laite. Kaikkien mikroprosessorien ja loogisten toimintojen jännitelähteenä on erillinen, varmennettu virtalähde. Tällöin järjestelmän osien toiminta ei ole riippuvainen itse kyseiseen NODEen liitetyn kennon varaustilasta, eikä virransyöttö katkea NODEn sulakkeiden palamiseen tai kennoston napajännitteen notkahtaessa.

30

NODEn yhteydessä voi olla edullisesti saattomuisti, joka tallentaa kennon käyttöhistoriaa. Tiedot ovat henkilötietoturvan ja takuutietojen takia edullisesti salattuna tai ainakin vaikeasti muutettavissa ja luettavissa ulkopuolisten toimesta.

5

Normaalin lataussyklin aikana PS tuottaa CPU:n ohjaamana säädettävän virran ja jännitteen järjestelmän lataamiseksi. Tyypillisesti käytetään esimerkiksi latauksen alussa vaihtelevaa vakiovirtaa ja seurataan kennojen jännitteitä. Jännitteiden noustua lähelle täyden kennon arvoja siirrytään tasauslataukseen, jos tarve niin vaatii. Tällöin järjestelmän PS syöttää vakiojännitteellä muuttuvaa virtaa riippuen kuinka monta laturia S on käytössä. Kukin kennon valvontalaite NODE valvoo tilannetta ja keskusyksikkö CPU kerää jatkuvasti tätä tietoa. CPU säätää latauksen siten, että virta lähestyy nollaa kaikkien latureiden S tehtyä työnsä. Järjestelmää voidaan ylläpitää tässä tilassa tarvittaessa pitkiäkin ajanjaksoja.

15

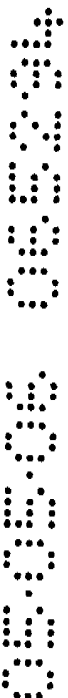
CPU säätää aktiivisesti NODEn toimintaa siten, että optimaalinen lataus on saavutettavissa. Toimintoina voidaan mainita esimerkiksi lievä ylilataus, lämpötilan nostaminen pysäyttämällä kennon jäähdytys, käynnistämällä lämmitys, syväpurkamalla yksittäisiä kennoja, suhteellisesti kyseisen kennon todelliseen kapasiteettiin nähden suurempi tai matalampi purkusykli.

20

Tasausta voidaan tehdä päälaturin ollessa käytössä tai purkussyklin aikana. Käytännössä NODE:n yhteydessä olevat lataus- ja purkuvälineet voivat olla pienitehoisia ja edullisia vakiokomponentteja. Suurta tehoa ei tarvita, koska tehtävät toimenpiteet ovat maltillisen pieniä. Lisäksi toimenpiteitä voidaan tehdä myös muulloin kuin latauksen aikana käyttämällä kennoston yhteistä latausta yhden kennon lisälataukseen. Samalla menetelmällä voidaan myös purkaa yksittäistä kennoa käynnistämällä kaikkien muiden kennojen laturit S paitsi purkua vaativan kennon. Mikäli kennostossa on alunperin suuria eroja, kannattaa ennemmin vaihtaa heti ensimmäisten latausten jälkeen kennoja tasalaatuisempiin kuin yrittää tasapainottaa niitä. Käytännössä keksinnönmu-

25

30



kaisessa järjestelmässä CPU pyytää käyttäjää varaamaan huoltoajan akkujen takuuvaihtoa varten mahdollisimman pikaisesti tai mahdollisesti järjestelmä varaa ajan automaattisesti lähimmästä huoltopisteestä kulloisenkin sijainnin mukaan. Käyttäjältä voidaan varmentaa sopivatko ajankohdat käyttöliittymän
5 kautta.

Koska järjestelmä pystyy lataamaan ja purkamaan yksittäistä kennoa hallitus-
ti, se pystyy vähentämään tai lisäämään kyseisen kennon rasitusta lataus-,
säilytys- tai purkusyklin aikana. Kennokohtainen lämpötilanmittaus tarvitaan,
10 koska kennon ominaisuudet muuttuvat lämpötilan funktiona. Lisäksi läm-
mönkehitys kertoo kennon kunnosta. Ladattaessa jo täyttä kennoa kehittyä
huomattava lämpöteho, joka tuhoaa kennon nopeasti ja aiheuttaa vakavan
vaaratilanteen. Tämänkin takia kennon lämpötilaa on pakko seurata. Voidaan
tehdä myös ohjelmistosta riippumaton ylikuumenemissuoja, joka ohittaa kai-
15 ken muun ohjauksen ja avaa akun virtapiirin lukuunottamatta jäähdytystuu-
lettimia. Ylikuumenemistuessaan akku voi oikosulkeutua, jolloin vapautuu lyhyes-
sä ajassa valtava energiamäärä. Monissa edistyneissä akkukennoteknologi-
oissa tämä tarkoittaa tulipaloa.

20 Edelleen keksinnönmukaisessa järjestelmässä on edullisesti tiedonsiirtolait-
teet "MT", joilla voidaan siirtää kennojen kunnonseurantatiedot analyysejä
varten tuotekehityksen tarpeisiin muille ulkoisille medioille. Lisäksi samoja
välineitä voidaan käyttää ohjelmiston tai hoitoalgoritmin päivittämiseen. Väli-
neet MT voi olla kiinteästi osa laitteistoa, esimerkiksi GPRS-modeemi, 3G tai
25 WLAN. Tiedonsiirtolaitteet voivat siirtää tietoa myös langallisesti esimerkiksi
huoltojen tai latausten yhteydessä, käyttämällä langallista yhteyttä ETH.

Myös matkapuhelinta voidaan käyttää esimerkiksi Bluetooth -yhteyden avulla
tiedonsiirtoon ja käyttöliittymänä. Käytännössä jo lähitulevaisuudessa sähkö-
30 autojen huoltoväli lienee niin pitkä, ettei pelkkien huoltojen avulla saada ke-
rättyä riittävän tiheästi tietoa. Tämä johtuu siitä, että sähköautossa on huo-
mattavasti vähemmän kuluja ja huoltoa kaipaavia osia kuin polttomoottori-

autossa. Esimerkiksi jarrupalojen kuluminen on huomattavasti vähäisempää, voimansiirron kuluvat osat rajoittuvat pyörien laakereihin, pyöränripustuskin voidaan rakentaa nykyistä yksinkertaisemmaksi ja kori saadaan rakennettua yksinkertaisemmaksi.

5

Koska uusimpien akkuteknologioiden huoltoväli on parhaimmillaan noin 300.000 km tai 20 vuotta, tarvitaan akkujen kunnon seuraamiseen ja tiedon keräämiseen helpompia tapoja. Normaaliajossa auto saattaa käydä huollossa joka viides vuosi. Tuotekehityksen tarpeisiin tämä on liian pitkä sykli, joten

10 kennojen käyttödataa on edullista kerätä muutenkin kuin huoltojen yhteydessä. Kuten edellä mainittiin, tavoitteena on muodostaa kaikki myydyt yksiköt kattava tiedonkeruujärjestelmä, jonka avulla laitevalmistaja saa tärkeää tietoa ja asiakasta voidaan palvella ennakoivalla tiedolla ja uusimmilla hoitoalgoritmeilla. Järjestelmän käyttöliittymää voidaan myös käyttää sopimuksen

15 edellyttämällä tavalla markkinointiin ja tiedottamiseen.

Järjestelmä voi myös mitata kunkin kennon kapasiteetin tarkkaan ja tyhjentää kunkin kennoston kunkin kennon tiettyyn varaustasoon käyttämällä latureita S. Ohjaava keskusyksikkö CPU pystyy laskemaan kennoston kautta kulkevan yhteisen virran päälaturin PS:n, NODEn ja virranmittausyksikön "AM" tietojen perusteella. Virranmittausyksikkö mittaa virran aikaintegraalia eli kennojen kautta kulkevaa varausta. Integrointi tehdään joko itse mittalaitteessa AM tai sen laskee keskusyksikkö CPU. Kukin yksittäistä kennoa käsittelevä NODE taas mittaa tai laskee akun rinnalle tulevan laturin S virtaa ja

20 akun napojen yli vaikuttavaa jännitettä, sekä muita tarpeellisia parametrejä. CPU pystyy laskemaan kennojen yhteisen kapasiteetin ja hyötysuhteen hyödyntämällä mitattuja parametrejä. Lisäksi kunkin kennon mittaustuloksista ja kennojen rinnalle kytkettyjen latausvälineiden tiedoista saadaan laskettua kunkin kennon erot muihin kennoihin. Erot saadaan yleensä mitattua tarkemmin kuin yhteinen kapasiteetti. Tämä mahdollistaa kennojen tarkan tasapainottamisen. Käytännössä koko järjestelmän ominaisuudet ovat arvioita

25

30

parhaimmillaankin, mutta kennojen keskinäiset erot saadaan mitattua riittäväällä tarkkuudella.

- Koska järjestelmän laturit S ja PS ovat edullisesti hakkuritekniikalla toteutettuja ja hyötysuhteeltaan hyviä, on kokonaishyötysuhde hyvä, vaikka esimerkiksi muita heikomman kennon toimintaa helpotetaan lataamalla sitä purun aikana ja vastaavasti lataamalla muita kennoja enemmän lataussyklin aikana. Sama yksittäisen kennon rasituksen väheneminen saadaan aikaan myös, jos lataussyklin aikana laturi S toimii käänteiseen suuntaan, eli syöttää virtaa laturin PS rinnalla ja ohjaa näin osan laturin S hoitaman kennon läpi kulkevasta latausvirrasta kennon ohi ja syöttää sen takaisin kaikkien kennojen latausvirraksi.

- Muita hieman heikompa kennon voidaan siis käyttää vähemmän syvällä lataus- purkussyklillä kunnes muut kennot ovat lähestyneet kapasiteetiltaan heikompa kennon. Näin saadaan tasapainotettua kennoja hyvällä kokonaishyötysuhteella ja hukkaamatta minkään kennon kapasiteettia turhan takia. Käytännössä esimerkiksi 0.5 % muita pienikapasiteettisemmän kennon lataus ja purku voidaan suorittaa 99% syvyisellä syklillä muihin kennoihin nähden.
- Näin muut kennot rasittuvat suhteellisesti hieman enemmän ja kennojen väliset erot tasoittuvat. Silti koko akkupaketin kapasiteetti on perinteistä menetelmää tarkemmin käytössä, koska vain muita heikomman kennon kapasiteettia jätetään tahallisesti hieman käyttämättä. Koska heikomman kennon toiminnan helpottaminen tehdään hyvähyötysuhteisilla, halvoilla ja pienitehoisilla hakkureilla, arvokasta energiaa ei menetetä eikä synny lämpötehoa turhaan. Esimerkiksi 1000 Ah akustossa 1 % on 10Ah, eli purku- ja lataussyklin ollessa esimerkiksi 5 h tarvitaan 2 A keskimääräinen lataus- ja purkuvirta 1% pienemmän lataus-purkussyklin aikaansaamiseksi. Käytännössä esimerkiksi 1000 Ah kennosto on ainakin ajoneuvokäytössä iso, ja 5 tunnin latausaika vaatii 200A latausvirtaa, ja esimerkiksi 100V käyttöjännitteellä 20kW tehoa. Tällöin siis yksittäisen kennon laturin S tehovaatimus on esimerkin mukaan 4 V latausjännitteellä vain 8W. Lisäksi eri menetelmiä voidaan yhdis-

tää, eli esimerkiksi purkaa yhtä kennoa 1A ja ladata muita 1A virralla, tai voidaan aiheuttaa kennojen välille lämpötilaerojen avulla eri latausolosuhteet esimerkiksi vähentämällä jäähdytystä. Nykyiset kennot kestävät huomattavan suuria latausvirtoja, ja mikäli latausaika on hyvin lyhyt, voidaan kennoja ohittaa hetkellisesti latauksen aikana, jolloin ei tarvita tehokkaita latureita S. Toisaalta kennojen tasapainotusta latausta säätämällä voidaan yleensä tehdä ainakin useamman kerran viikossa yön yli ladattaessa tai käytettäessä jatkuvasti pikalatausta, voidaan silti rasittaa kennoja monilla muilla tavoilla ja aikaansaada keksinnön mukainen lopputulos.

10

Muita vahvemman kennon tahallinen ylilataus voidaan purkusyklin aikana purkaa muita syvemmälle lataamalla kaikkia muita kennoja purkusyklin aikana. Tässäkin tapauksessa muita vahvemman kennon lataus tulee käytetyksi melko hyvällä hyötysuhteella muita kennoja ladattaessa. Tässäkin tapauksessa voidaan käyttää muita vahvemman kennon laturia S käänteisen suuntaan purkusyklin aikana. Keksinnön edullisen sovellusmuodon mukaan voidaan siis paitsi tasata kennojen eroja, myös käyttää kennojen kapasiteettia entistä tarkemmin hyväksi jättämättä akkujen kapasiteettia käyttämättä tai hukkaamatta energiaa.

20

Keksinnön mukaisesti voidaan myös tuhlaata energiaa, käyttämällä esimerkiksi vain yhtä jännite- ja virtasäätävää yhteistä laturia ja hukkaamalla kennojen tehoja vastuksiin. Tällöin voidaan ohittaa kennoja ladattaessa käyttämällä lataukseen pientä rajoitettua virtaa muille kennoille tai yksinkertaisesti sen sijaan, että yhtä kennoa ladataan, kaikkien muiden kennojen latausta puretaan esimerkiksi vastuksen avulla. Ajoneuvokäytössä tapa kuitenkin on vähemmän edullinen, koska se tuottaa huomattavasti lämpöä ja tuhlaa muutenkin rajallista kapasiteettia. Energian tuhlaaminen voidaan hyväksyä helpommin esimerkiksi mökkikäyttöisen aurinkokennokäyttöisen laturin yhteydessä, koska kun akut ovat täynnä, energiaa on joka tapauksessa yli tarpeen,

25

eivätkä lataustehot ole suuria.

30

On huomattava, että hyvälaatuisen järjestelmän kennot ovat ominaisuuksiltaan hyvin lähellä toisiaan. Valmistaja voi mitata kennojen ominaisuuksia ja valikoida mahdollisimman samanlaiset kennot samaan järjestelmään. Käytännössä siis kennojen erot pitäisi olla alle prosentin luokkaa. Tämä tuntuu
5 pieneltä erolta, mutta koska nykyisen tekniikan tasolla käytetty heikoimman kennon mukaan toimiminen heikentää heikointa kennoa entisestään. Lopputuloksena on akkupaketin eliniän huomattava lyheneminen verrattuna siihen, mihin keksinnön mukaisella järjestelmällä päästään. Käytännössä NODE:n yhteydessä olevan laturin S tehoksi riittää siis muutaman watin teho, vaikka
10 kennon kapasiteetti olisi yli 1000Ah.

Osat V, T, S ja NODE voivat olla edullisesti samassa piirilevyssä, joka on kiinnitetty kuhunkin kennoon.

15

Nykyiset yksittäiset kennot kestävät jotain tuhansia lataus-purku-syklejä parhaillakin tekniikan tason mukaisilla järjestelmillä. Yleensä ilmoitetaan esimerkiksi 60% nimelliskapasiteetista säilyvän vähintään 2000 latauskertaa. Sarjaan kytkettynä tekniikan tasoisilla järjestelmillä syklielinikä voi pudota jopa
20 alle 200:n. Prototyyppikokeiden mukaan keksinnön mukainen järjestelmä pidentää järjestelmän ikää vähintään yksittäisen kennon elinikään. Lisäksi järjestelmän kuormitettavuus ja käyttömukavuus paranee.

25

Keksinnön mukaisella järjestelmällä varustetulle sähköajoneuvolle voidaan taata taloudellisesti riittävän pitkä käyttöikä. Koska akkujen uusimiskulut on merkittävin yksittäinen sähköajoneuvon käyttökulu, keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan vaikuttaa sähköajoneuvon kokonaistaloudellisuuteen huomattavasti. Tästä voi seurata sähköajoneuvoteknologioiden yli 140 vuotta odotettu läpimurto. Lisäksi keksinnön mukaisesti tasapainotetun kennoston
30 ominaisuudet tunnetaan tarkasti. CON voi sallia melko tyhjänkin kennoston rajun kuormittamisen ilman pelkoa kennojen tuhoutumisesta.

Sähköajoneuvon käyttäjän kannalta tämä tarkoittaa käytännössä lisää käyt-
tökelpoista toimintasädetä ja ajoneuvovalmistaja voi sallia suurempien teho-
jen käytön myös puolityhjille kennoille. Pitää muistaa, että vaikka kennojen
valvontalogiikka ehtisi rajussa kiihdytyksessä rajoittaa tehoja ennen kennon
5 vaurioitumista, tehojen rajoittaminen yllättäen voi aiheuttaa onnettomuuden.
Keksinnön mukainen järjestelmä tietää jäljellä olevan turvallisesti käytettävän
kapasiteetin tarkemmin, jolloin yllätysriski ajon aikana pienenee. Myöskin
reserviin jätettävän kapasiteetin avulla tehopiikki voidaan ottaa aina tyhjäksi
asti.

10

Tästä seuraa myös mahdollisuus siirtää ajoneuvoa kapasiteetin loputtuakin
turvallisempaan paikkaan, jos näin pääsee käymään. Järjestelmä pääsääntöi-
sesti jättää suojaetäisyyttä niin ylä- kuin alapäähän sykleissä, jotta elinikä
kennostolle paranisi. Tätä varakapasiteettia voidaan käyttää hätätilanteessa.

15

Teknologisesti voidaan myös todeta, että keksinnön mukaisella järjestelmällä
voidaan sallia korkeampi integraatiotaso ajoneuvovalmistajan kanssa. Toisin
sanoen voidaan akusto rakentaa ajoneuvon rakenteisiin siten, että sen huol-
lettavuus ei ole sijoittelua rajoittava tekijä. Akusto voidaan rakentaa osaksi
20 ajoneuvon kantavia rakenteita. Tämä menetelmä saattaa pudottaa ajoneu-
von valmistuskustannuksia merkittävästi.

20

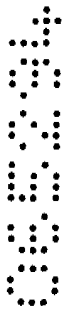
Näyttäisi siltä, että keksinnön mukainen kennojen hoito olisi yksi merkittävä
askel eteenpäin kehitettäessä jokapäiväiseen käyttöön sopivaa kokonaisedul-
25 lista ja mukavaa sähköajoneuvoa. Keskusyksikön CPU tilalla voi olla tässä
kuvattua älykkäämpiä kennokohtaisia laitteita, jotka neuvottelevat keskenään
ilman keskuslaitetta. Järjestelmiä voi olla myös kaksi tai useampi rinnan tai
sarjassa tai kokonaan erillisinä laitteina luovuttamassa energiaa esimerkiksi
valtamerilaivoissa erikseen liikkumiseen ja valaistukseen. Tällöin tasapainote-
30 taan kokonaisuudessaan monimutkaisempia kokonaisuuksia. Järjestelmien
osat voivat olla myös maantieteellisesti erillään edellytyksenä, että tiedonsiir-
toverkko NW toimii odotetulla tavalla. Näin voidaan esimerkiksi yhden käyttö-

25

30

liittymän kautta operoida ja seurata jopa tuhansia eri järjestelmiä ympäri maailmaa.

- 5 Lisäksi järjestelmässä voi olla erityyppisiä akkukennoja tai voidaan käyttää superkondensaattoreita tai muita teholähteitä suuren hetkellisen virran synnyttämiseen tai varauksen siirtoon järjestelmästä toiseen. Nämä erilaiset variaatiot kuuluvat patentin suojapiiriin, vaikka keksinnön sovelluksen kuvauksessa ei ole selostettu kuin yksinkertaisen koelaitteiston toiminta.

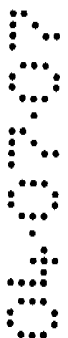


Patenttivaatimukset

1. Menetelmä ladattavien sarjaan kytkettyjen kennojen (C1, C2, C3) hoitamiseksi yksilöllisten mittausten avulla, jossa kutakin kennoa seurataan sen lataus-, varastointi- tai purkusyklin aikana kennon ominaisuuksien mittaamiseksi, **tunnettu** siitä, että kennojen välisiä ominaisuuseroja tasapainotetaan tuhoamalla tahallisesti muita paremman kennon kapasiteettia ylilataamalla, purkamalla, aiheuttamalla muita kennoja suurempaa lämpenemistä tai jollain muulla tavalla rasittamalla ainakin yhtä kennoa kerrallaan.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäisen muita heikomman kennon tai kennojoukon toimintaolosuhteita helpotetaan esimerkiksi sallimalla pienempi suhteellinen purku- tai lataussykli, tai säätämällä lämpötilaa optimaalisemmaksi ja näin rasitetaan muita kennoja suhteellisesti enemmän niiden ominaisuuksien tuhoamiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, jossa kennon rasittaminen tehdään pienitehoisilla kennokohtaisilla hakkureilla (S).
4. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä että menetelmään kuuluu lisäksi vaihe, jossa kennoja koskevaa mittaus-tietoa kootaan useammasta kennostosta hoitomenetelmien kehittämiseksi ja testaamiseksi.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmään sisältyy vaihe, jossa hoito-ohjelmistot tai parametrit päivittyvät joukkoon kennoja hoitavia laitteita etäältä.
6. Laitteisto kennojen hoitamiseksi, jossa laitteistossa on välineet akun kennojen mittaamiseksi, **tunnettu** siitä, että laitteisto käsittää välineet akun kennojen välisten erojen ominaisuuseroja tasapainottamiksi tuhoamalla tahallisesti muita paremman kennon kapasiteettia ylilataamalla, purkamalla,

aiheuttamalla muita kennoja suurempaa lämpenemistä tai jollain muulla tavalla rasittamalla ainakin yhtä kennoa kerrallaan

7. Ohjelmakoodiväline tai sen osa, joka akkujen hoitolaitteistoa ohjatessaan
5 pystyy ohjaamaan jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukaista kennon ominaisuuksien tuhoamista käyttäen hyväkseen kennojen yksilöllistä mittaustietoa.

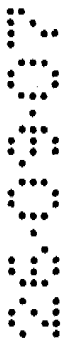
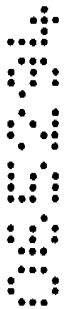


Patentkrav

1. Förfarande för skötsel av i serie kopplade celler (C1, C2, C3) på basen av individuella mätningar, där varje cell kontrolleras under dess laddnings-, lagrings- eller urladdningscykel för att mäta cellens egenskaper, **kännetecknat** därav, att egenskapsskillnaderna mellan cellerna balanseras genom att uppsåtligt förgöra en bättre cells kapacitet genom överladdning, urladdning, genom att förorsaka större uppvärmning än i de andra cellerna eller på något annat sätt belasta åtminstone en cell i taget.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att en svagare än de andra cells eller cellgrupps driftförhållanden underlättas till exempel genom att tillåta en mindre relativ urladdnings- eller laddningscykel, eller genom att reglera temperaturen mer optimal och därmed belastas de andra cellerna relativt mera för att förstöra deras egenskaper.
3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, där cellens belastning utförs med en lågeffektiv cellspecifik hacker (S).
4. Förfarande enligt patentkravet något av föregående patentkrav, **kännetecknat** därav, att förfarandet därtill omfattar ett steg, där mätningsdata avseende cellerna uppsamlas från flera batterier för att utveckla och testa behandlingsmetoder.
5. Förfarande enligt patentkravet 4, **kännetecknat** därav, att förfarandet omfattar steget, där behandlingsprogrammen eller parametrarna uppdateras i en grupp av anordningar, som sköter celler, fjärrstyrt.
6. Anordning för skötsel av celler, vilken anordning uppvisar medel för mätning av ackumulatorns celler, **kännetecknat** därav, att anordningen omfattar medel för att balansera egenskapsskillnaderna mellan skillnaderna i ackumulatorns celler genom att uppsåtligt förgöra en bättre cells kapacitet ge-

nom överladdning, urladdning, genom att förorsaka större uppvärmning än i de andra cellerna eller på något annat sätt belasta åtminstone en cell i taget.

7. Programkodsmedel eller del därav, som vid styrning av ackumulatorernas serviceanordning förmår styra förgörningen av en cell enligt något av patentkraven 1 - 5 genom att utnyttja cellernas individuella mätdata.
- 5



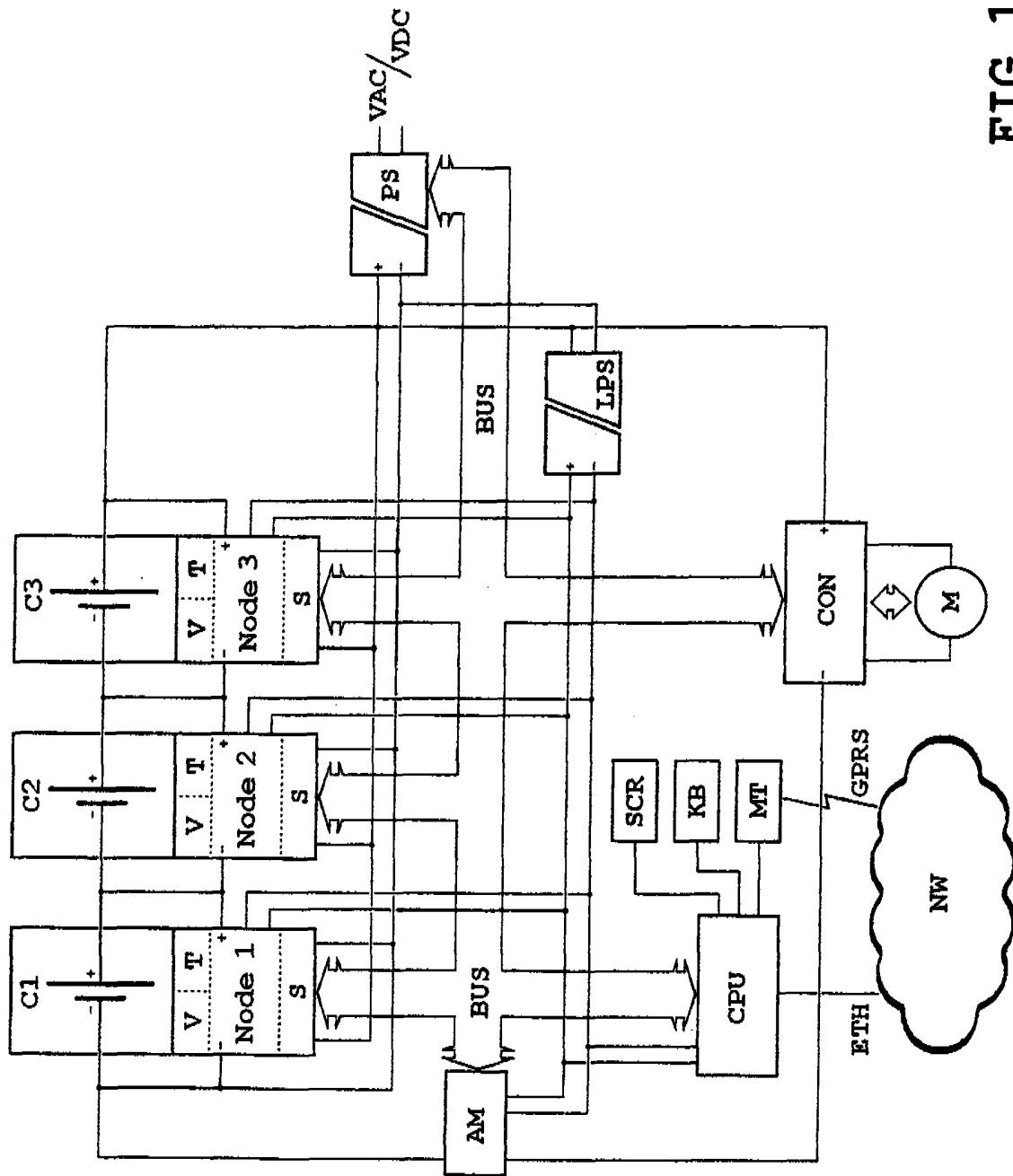


FIG 1