FI000127220B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 127220 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **31.01.2018**

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

G08C 17/02 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **20145523**

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag **06.06.2014**

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag **06.06.2014**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **07.12.2015**

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 • Polar Heater Oy, Vihiluodontie 490, 90440 KEMPELE, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • Juvani, Tapio, KEMPELE, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Berggren Oy, Isokatu 32, 90100 Oulu

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Akun monitorointilaite akun kunnon ilmaisemiseksi ja akun monitorointilaitteen valmistusmenetelmä

Monitoreringsapparat för en ackumulator för att uttrycka en ackumulators skick samt ett framställningsförfarande för en monitoreringsapparat för en ackumulator

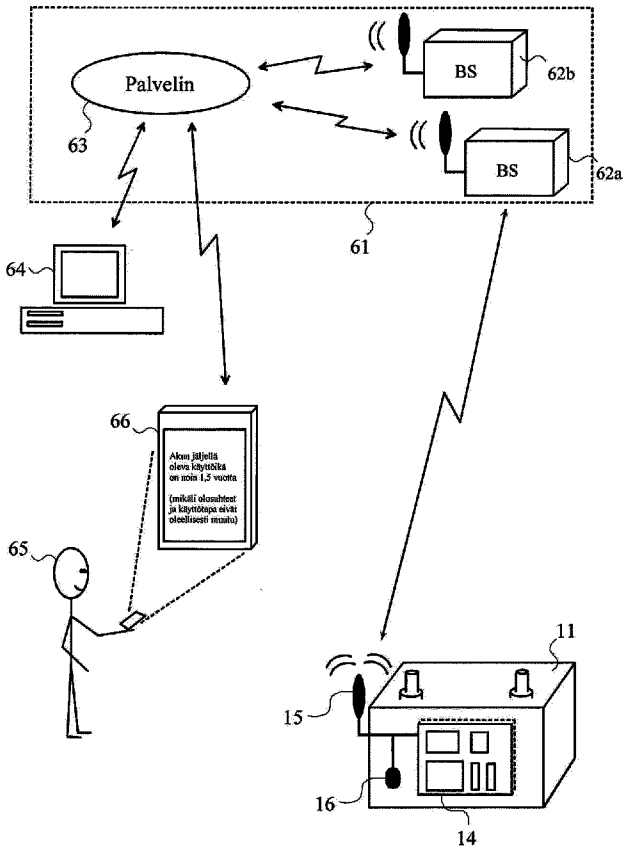
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 2012299721 A1, US 2011202218 A1, US 7024321 B1, US 2012038473 A1, US 2002105443 A1, US 2013217383 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Esillä oleva keksintö esittelee akun tai paristojen (11) monitorointijärjestelmän, joka on järjestetty mittaamaan ainakin yhtä akkuun, paristoihin tai niiden ympäristöön liittyvää parametria, jolla on vaikutusta tai joka ilmentää akun (11) toimintatilaa. Mittausyksikkö (14) ohjaa paikallisesti mittauksia, kerää tiedot, ja lähettää ne esimerkiksi akkua monitoroivan tahon hallinnoimalle palvelimelle (12, 63, 64), joka voidaan toteuttaa pilvipalveluna. Palveluun on liitettävissä akun eliniän laskenta- ja ennustamisalgoritmi, joka laskee kiihdytettyyn elinikätestaukseen perustuen ja mittaustuloksiin sekä erilaisiin ennustustietoihin perustuen arvion akun jäljellä olevasta eliniästä. Tämä tieto voidaan lähettää toimintaohjeella varustettuna ajoneuvon käyttäjälle (65) esimerkiksi matkapuhelimeen (66). Mittaustiedot voidaan myös lähettää suoraan monitorointilaitteelta (14) käyttäjän omalle päätelaitteelle (13) ilman erillistä palvelinta Bluetooth- tai WLAN-yhteyden avulla. Menetelmään liittyy myös elinkaarensa lopussa olevien akkujen (11) havainnointi ja paikantaminen paikannussignaalin avulla, jota voidaan havainnoida kiinteällä (41) tai liikkuvalla (42) vastaanotinlaitteella. Keksintöä voidaan soveltaa akkujen sekä paristojen kierrätyksessä, jolloin palauttamatta jääneet ja luontoon tai kaatopaikoille ongelmajätteeksi päätymässä olevat akut ja paristot saadaan paikannettua ja kerättyä talteen.

Den föreliggande uppfinningen avser ett system för övervakning av en ackumulator eller batterier (11), vilket är anordnat att mäta minst en parameter som hänför sig till ackumulatorn, batterierna eller deras miljö och som har en inverkan på eller indikerar batteriets (11) funktionstillstånd. En mätenhet (14) styr mätningar lokalt, samlar in uppgifterna och sänder dem till en server (12, 63, 64) vilken administreras av till exempel en aktör som övervakar batteriet och vilken kan tillhandahållas som en molntjänst. Tjänsten kan förses med en algoritm för kalkylering och prediktering av batteritiden, vilken algoritm beräknar en uppskattning om den återstående livslängden för batteriet på basis av en accelererad livslängdsprovning och mätresultat samt olika prognosuppgifter. Den här uppgiften, försedd med instruktioner, kan sändas till en användare (65) av ett fordon, till exempel till en mobiltelefon (66). Mätuppgifterna kan också sändas direkt från den övervakande anordningen (14) till användarens egen terminal (13), utan en separat server, via en Bluetoothеller WLAN-förbindelse. Förfarandet inbegriper även observation av batterier (11) som är i slutet av sin livscykel och positionsbestämning av dem med hjälp av en positioneringssignal som kan observeras med en fast (41) eller mobil (42) mottagare. Uppfinningen kan tillämpas vid återvinning av ackumulatorer och batterier, varvid ackumulatorer och batterier som inte återvunnits och som håller på att hamna som farligt avfall ut i miljön eller i deponier kan lokaliseras och bärgas.



Akun monitorointilaite akun kunnon ilmaisemiseksi ja akun monitorointilaitteen valmistusmenetelmä

Esillä oleva keksintö koskee akkujen toimintakyvyn tarkkailemista, niiden eliniän ennustamista erinäisten mittausten ja aiemmin kerätyn datan perusteella, ja menetelmää elinkaarensa lopun saavuttaneiden akkujen paikantamiseksi jatkokäsittelyä varten.

Keksinnön tausta

Erilaisia akkuja tai paristoja tarvitaan monentyyppisissä koneissa ja laitteissa virtalähteenä tilanteissa, joissa verkkovirtaa ei ole saatavilla tai käytettävissä. Akut ja paristot ovat erityisesti siksi käytössä erilaisissa liikuteltavissa laitteissa. Myös varavoiman lähteenä käytetään tyypillisesti akkuja tai paristoja. Akku tai paristo onkin hyvin laajalle levinnyt massatuote paitsi erilaisissa koneissa ja ajoneuvoissa, myös teollisuuden laitteistoissa sekä monenlaisissa käsikäyttöisissä kuluttajalaitteissa kuten esimerkiksi matkapuhelimissa tai kaukosäätimissä. Esimerkiksi polttomoottoriajoneuvoissa käytetään akkua antamaan sähkövirtaa mm. moottorin käynnistämiseen ja lukuisiin muihin ajoneuvon sisäisiin toimintoihin kuten ajovalojen voimanlähteenä. Akun tai pariston rooli ja toimintakyky on siis tärkeä asia ja useissa sovelluksissa aivan kriittinen laitteen toiminnan kannalta.

Akun toiminnan perusperiaatteena on sähköpari eli kaksi elektrodia ja niitä yhdistävä nestemäinen elektrolyytti. Sähköenergian varastoituminen akkuun ja akun käyttäminen sähkövirran lähteenä perustuvat sähköenergian ja kemiallisen energian välisiin muutoksiin elektrodien ja elektrolyytin rajapinnoissa. Akuissa elektrodit voivat olla metallia tai metalliseosta, ja eräänä esimerkkinä paljon käytetystä elektrodimateriaalista on lyijy. Elektrolyytistä puhutaan myös akkuhappona, ja eräs tyypillisesti käytetty elektrolyytti on rikkihappo.

Akkuja on toimintatekniikaltaan monentyyppisiä, joista tyypillisimpiä akkuvaihtoehtoja ovat lyijyakut, NiCd- eli nikkelikadmiumakut, nikkeli-metallihybridiakut ja Li-ion eli litiumioniakut. Monet näistä akkujen valmistuksessa käytettävistä aineista, kuten lyijy ja kadmium, ovat ympäristölle haitallisia. Akku onkin käyttöikänsä päätyttyä luonnon kannalta ongelmajäte, joka pitää elinikänsä loppuvaiheessa hävittää asiankuuluvalla tavalla tai kierrättää uudelleen käyttöön. Akkuja tai paristoja ei siis saa laittaa normaalin kotitalousjätteen joukkoon, vaan esimerkiksi paristoille on olemassa omat keräysastiansa jätteenkeräyspaikassa.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Lyijyakuissa akun positiivisena elektrodina toimii PbO_2-levyrungot (lyijyoksidia) ja negatiivisena elektrodina toimivat tällöin Pb-levyt. Elektrolyytti voi olla H_2SO_4 (rikkihappo), jota käytännössä on laimennettu vedellä. Akun purkautuessa elektrodimateriaalit eli lyijyoksidi ja lyijy alkavat molemmat reagoida rikkihapon kanssa, jolloin elektrodien pinnalle muodostuu lyijysulfaattia ($PbSO_4$). Akkua ladattaessa puolestaan lyijysulfaatti muuttuu takaisin lyijyksi tai lyijyoksidiksi sekä rikkihapoksi. Mitä enemmän akku on purkaantunut, sitä enemmän lyijysulfaattia akkulevyjen pinnalle on muodostunut. Täysin tyhjäksi purkautuneelle lyijyakulle on tyypillistä, että elektrodit ovat lyijysulfaatin peittämiä, ja akkuhappo on myös pitoisuudeltaan laimentunut lähelle puhdasta vettä.

Koska akku on ongelmajätettä, tästä syntyy tarve huolehtia siitä, etteivät käytöstä poistuneet akut (esimerkiksi hylättyjen autojen muodossa) jää luontoon ympäristön haitaksi. Eräänä ongelmana on siis jollain tavalla havainnoida tai pitää lukua akuista, jotka eivät enää ole käyttökunnossa, ja jotka tulisi kerätä talteen. Esimerkkejä tällaisista akuista ovat hylättyjen vanhojen autojen akut, joita saattaa löytyä monenlaisista paikoista aina takapihoista katujen varsiin ja kaatopaikkoihin asti.

Toisaalta esimerkiksi ajoneuvon käyttäjän intressissä on huolehtia siitä, että akku on toimintakykyinen talvipakkasillakin. Kylmissä olosuhteissa on huomattavaa, että akku ei lataudu ollenkaan niin hyvin ollessaan kylmänä kuin ollessaan esim. lämpötilavälillä +10 ... +30 astetta. Samoin akku kärsii mikäli se on purkautunut liian tyhjäksi, ts. lyijyakulla sen varaustilan alittaessa 75 % syntyy lyijysulfaattia niin paljon, että sitä alkaa kerääntyä akun kennoihin, ja se pidemmän päälle lyhentää akun elinikää huomattavasti. Taloudellisessa mielessä on edullista, että akku on toimintakykyinen mahdollisimman pitkään ja ettei sitä tarvitsisi esimerkiksi vaihtaa kohtuuttoman usein uuteen. Akun toimintakyvyn monitoroinnille ja toisaalta toimintakyvyn ennustamiselle on siis olemassa selvää tarvetta ja hyötytekijöitä, ja myös ympäristönsuojelullisia näkökohtia.

Tunnetussa tekniikassa on käytetty erillisiä akkujen testauslaitteita eli ns. akkutestereitä. Eräs monipuolisilla toiminnallisuuksilla varustettu akkutesteri on kuvattu julkaisussa US 8198900. Akkutesterien periaatteena on kytkeä testeri kiinni akun napoihin, ja testerin vastukset toimivat tällöin akun kuormituksena. Akkutesterin huono puoli on se, että niitä tyypillisesti käyttävät huolto- ja akkuliikkeet ja mittaus kertoo ainoastaan mittaushetken tilanteen. Voi olla esimerkiksi niin, että auto on juuri käynnistetty, ja ajettu matka huoltoliikkeeseen on lyhyt, jolloin akku ei ole ehtinyt lataantua kuin vähän aikaa. Tällöin akun tilasta saadaan helposti virheellinen

20145523 PRH 03 -08- 2017

diagnoosi. Todellisuudessa tilanne voi olla talvioloissa myös se, että akku voi olla lämpötilaltaan kylmä, jolloin akku voi tyhjentyä nopeasti, koska kylmä akku ei ota latausvirtaa vastaan samalla tavalla kuin esimerkiksi +25 asteen lämpötilassa oleva akku. Akun kunnon kertoisi siis realistisemmin mittaus, joka tehtäisiin huoneenlämpötilassa olevalle akulle.

Julkaisussa US 2012/0299721 (”Jones”) kuvataan ajoneuvon akun tarkkailulaite sijoitettuna akun kotelon aukkoon (”housing cavity”), jossa on langaton modeemi, GPS-moduuli paikkatiedon selvittämiseksi, muistiyksikkö, varavirtalähde, liikeanturi ja akkujännitettä mittaava anturi (kuvio 3). Kuvion 2 mukaan yllä mainitut osat voivat olla elektroniikkamoduulin ”24” muodossa akun koteloon integroituina tai erillisenä akun napojen päälle liitettävänä osana (kuvio 5), ja moduulista on myös liitäntämahdollisuus ulos I/O-portin ”28” muodossa. Jonesin lähtökohtana on raportoida etukäteen käyttäjälle sitä hetkeä, jolloin ajoneuvo ei enää käynnistykään akun heikentyneen varaustilanteen vuoksi. Toinen lähtökohta Jonesissa on akun tai ajoneuvon varastaminen, jolloin akun paikka halutaan tietää akun siirron tai ajoneuvon luvattoman käyttöönoton yhteydessä. Jos ainakin yksi mittaustiedoista (akkujännite, liikeanturin signaali tai paikkatietokoordinaatit) antaa normaalitilanteesta poikkeavan tiedon, luodaan hälytysviesti. Tapahtuman lisäksi hälytysviestissä on mukana akun ID-numero. Mittalaitteet voivat sijaita myös erillään akusta, jolloin monitorointilaite koteloineen on erillinen ja kytkettävissä akkukoteloon erikseen. Järjestely sisältää myös palveluntarjoajan serverin, joka vastaanottaa langattoman yhteyden välityksellä hälytysviestin, ja pystyy hakemaan ID-numeron perusteella akun omistajan tietokannasta sekä tiedottamaan tämän perusteella akun omistajaa poikkeustilanteesta.

Julkaisu US 2011/0202218 (”Yano”) puolestaan kuvaa sähköautojen hätäilmoitusjärjestelmää. Akkujännitettä voidaan mitata, ja kun sähkökäyttöisen auton akkujännite saavuttaa alimman toimintakelpoisen jännitteensä, navigaatiolaitteeseen sijoitettu ”ohjauslaite” pystyy lähettämään GPS:n kautta saamansa paikkatiedon vaikkapa kuljettajan matkapuhelimeen. Myös moottorin pysähtymistä voidaan monitoroida, ja jos näin tapahtuu, voidaan paikkatieto lähettää matkapuhelimeen. Navigaatiolaitteen olennaisimpina osina ovat datan lähetysyksikkö, karttatietokanta, ja GPS-vastaanottimen lisäksi gyroskooppi ja kiihtyvyysanturi sekä käyttäjärajapintaan liittyviä osia muistiyksiköineen. Tarvittaessa akun hyytyessä auton kuljettaja pystyy lähettämään erillisen ”pelastuspyynnön” matkapuhelimensa välityksellä palveluntarjoajalle, ja pelastuspyynnön osana kulkee auton havainnoitu paikkatieto.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Julkaisu US 7,024,321 (”Deninger”) kuvaa akun monitorointilaitetta, joka mittaa akun kulloistakin varaustilaa ja purkautumisnopeutta. Mikäli akun varaus on tippunut ”matalalle tasolle”, laite katkaisee osan ajoneuvon sähköä kuluttavien osien virroista ja lähettää akun latauspyyntöviestin ulkoiselle taholle (”remote site”). Mikäli akun varaustaso on tästäkin vielä tippunut ”hyvin alhaiseksi”, monitorointilaite katkaisee loputkin sähköä kuluttavat laitteet ja toiminnot pois virroista ja jää odottamaan ulkoisen virtalähteen kytkemistä. Mikäli akku purkautuu tyhjäksi nopeammin kuin mikä on asetettu purkautumisen kynnysajan pituudeksi, monitorointilaite lähettää akun vaihtamista pyytävän viestin ulkoiselle taholle. Eräässä sovelluksessaan laite myös koittaa arvioida jäljellä olevaa akun elinikää akun fyysisten ominaisuuksien perusteella, ja tämän tiedon perusteella voidaan purkautumisen em. kynnysaikaa muuttaa. Laitteessa on perusosina prosessori/kontrolleri, antureita, radiorajapinta, GPS-vastaanotin, ajastinlaite ja monitoroitava akku. Deninger tarjoaa siis hallitun alasajon auton sähköä kuluttaville laitteille akun toimintakyvyn pidentämiseksi ja lisäksi kaksivaiheisen varoitusjärjestelmän, kun akun varaustila heikkenee.

Tunnetun tekniikan ongelmana on se, että akkuja vaihdetaan paljon uusiin turhaan sen takia, että on tehty virheellisiä diagnooseja akun kunnosta. Lisäksi ajoneuvojen akkuja koskien etenkin logistiikka-alalla on vaihdettu paljon akkuja vain varmuuden vuoksi eli sen varmistamiseksi, että ajoneuvo ei akun vaihdon jälkeen hyydy kovillakaan pakkasilla. Ongelmana on myös se, että alalla ei ole mitattu kattavasti kaikkia akkuun vaikuttavia tekijöitä ja parametreja, ja tämän takia akun kuntomittaukset eivät ole antaneet riittävän oikeellisia tuloksia. Myös akkujen elinkaaren arviointi on ollut hyvin hankalaa puutteellisten mittaustulosten takia.

Keksinnön yhteenveto

Esillä olevassa keksinnössä esitellään akun, sisältäen myös pariston, monitorointilaite akun tai ainakin yhden pariston ominaisparametrien, ympäristöparametrien ja/tai sijainnin mittaamiseksi. Monitorointilaite käsittää ainakin yhden mittausvälineen ainakin yhden akku- tai ympäristöparametrin mittaamiseksi, johon kuuluu ainakin akkujännitteen mittaus; paikannusvälineet akun sijainnin ilmaisemiseksi, datan lähetysvälineet mitattujen tietojen ja/tai sijaintitiedon lähettämiseksi akkua monitoroivalle taholle, kontrollerin mittausten ja datalähetysten ohjaamiseksi ja muistiyksikön mittaustietojen ja parametrien tallentamiseksi. Keksinnön tunnusmerkkeinä monitorointilaite edelleen käsittää ajasta kirjaa pitävän komponentin tai joka monitorointilaite saa aikatiedon akkua monitoroivan tahon hallinnoimalta pal-

20145523 PRH 03 -08- 2017

velimelta, joka aikatieto annetaan aikaleimana saaduille mittaustiedoille, ja datan lähetysvälineet on järjestetty lähettämään paikannussignaalia tai paikan ilmaisevaa dataa palvelimelle, kun mitattu akkujännite alittaa asetetun kynnysarvon, ja kun lisäksi kynnysarvo alittuu vähintään asetetun ajanjakson verran mitattujen akkujännitteiden aikaleimoista tarkasteltuna, jolloin akku ei ole hengissä eikä palaa toimintakykyiseksi.

Keksinnön eräässä sovelluksessa monitorointilaite käsittää antennin mittaustietojen lähettämiseksi radioteitse muistiyksiköstä palvelimelle tai tietoliikenneverkkoon, jossa datan lähetysvälineiltä on kytkentä antennille.

Keksinnön eräässä sovelluksessa ainakin yksi mittausväline on järjestetty mittaamaan ainakin yhtä seuraavista: lämpötila, ympäristön kosteusprosentti ja/tai ilmanpaine, akkujännite, akun antovirta, latausjännite, purkaussyvyys, akun jäljellä oleva kapasiteetti, akkunesteen konsentraatio tai ominaispaino, purkaus- ja lataussyklin pituus, absoluuttinen lukumäärä tai lukumäärä aikayksikköä kohden, akussa vallitseva sähkökentän tai magneettikentän voimakkuus, tai akun asentotieto.

Keksinnön eräässä sovelluksessa monitorointilaite käsittää ainakin yhden kiihtyvyysanturin tärinän ja/tai törmäyksen ja/tai akun liikkeen ja/tai akun asennon havainnoimiseksi.

Keksinnön eräässä sovelluksessa monitorointilaite käsittää tiedon monitoroitavan akun tyypistä ja/tai mallista ja/tai merkistä ja/tai tunniste- tai sarjanumerosta ja/tai valmistusvuodesta, ja/tai akun omistajasta.

Keksinnön eräässä sovelluksessa data ja paikannussignaali lähetetään akkua monitoroivan tahon hallinnoimalle palvelimelle.

Keksinnön eräässä sovelluksessa monitorointilaite saa syöttöenergiansa akusta sen ollessa toimintakykyinen, ja kun akku ei ole toimintakykyinen, aktivoidaan syöttö erilliseltä virtalähteeltä, joka on kytketty monitorointilaitteeseen.

Keksinnön eräässä sovelluksessa monitorointilaite lähettää mitatut tiedot ja sijaintitiedon matkapuhelin- tai WLAN-verkon tai Bluetooth-yhteyden avulla palvelimelle.

Keksinnön eräässä sovelluksessa paikannusväline on GPS-vastaanotin, ja paikan ilmaiseva data on GPS-vastaanottimen laskema GPS-paikkatieto.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Keksinnön eräässä sovelluksessa monitorointilaite käsittää datan vastaanottovälineet ja monitorointilaite on järjestetty välittämään ajoneuvon omasta dataväylästä saatavilla olevia tietoja ja muuta palveludataa vastaanottavan palveluntarjoajan ja ajoneuvon käyttäjän välillä kumpaankin suuntaan.

Esillä olevan keksinnön keksinnöllinen ajatus käsittää lisäksi akun tai paristojen monitorointilaitteen valmistusmenetelmän, joka monitorointilaite on järjestetty akun tai ainakin yhden pariston ominaisparametrien, ympäristöparametrien ja/tai sijainnin mittaamiseksi. Valmistusmenetelmässä:

– sijoitetaan ainakin yksi mittausväline, ainakin yhden akku- tai ympäristöparametrin mittaamiseksi, johon kuuluu ainakin akkujännitteen mittaus, ja datan lähetysvälineet, mitattujen tietojen ja/tai sijaintitiedon lähettämiseksi akkua monitoroivalle taholle, yhdelle tai useammalle piirilevylle muodostaen mittausyksikön

– kytketään mittausyksikköön paikannusvälineet akun sijainnin ilmaisemiseksi

– liitetään mittausyksikköön kontrolleri mittausten ja datalähetysten ohjaamiseksi, ja

– liitetään mittausyksikköön muistiyksikkö mittaustietojen ja parametrien tallentamiseksi.

Valmistusmenetelmän tunnusmerkkeinä siinä edelleen:

– liitetään mittausyksikköön ajasta kirjaa pitävä komponentti tai joka monitorointilaite saa aikatiedon akkua monitoroivan tahon hallinnoimalta palvelimelta, joka aikatieto annetaan aikaleimana saaduille mittaustiedoille, ja

– kontrolleri on järjestetty asettamaan datan lähetysvälineet lähettämään paikannussignaalia tai paikan ilmaisevaa dataa palvelimelle, kun mitattu akkujännite alittaa asetetun kynnysarvon, ja kun lisäksi kynnysarvo alittuu vähintään asetetun ajanjakson verran mitattujen akkujännitteiden aikaleimoista tarkasteltuna, jolloin akku ei ole hengissä eikä palaa toimintakykyiseksi.

Monitorointilaitteen valmistusmenetelmän eräässä sovelluksessa kytketään mittausyksikkö antenniin mittaustietojen lähettämiseksi radioteitse muistiyksiköstä palvelimelle tai tietoliikenneverkkoon, jossa datan lähetysvälineiltä on kytkentä antennille.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Monitorointilaitteen valmistusmenetelmän eräässä sovelluksessa kytketään monitorointilaitteeseen erillinen virtalähde, jonka syöttö aktivoidaan, kun akku ei ole toimintakykyinen.

Monitorointilaitteen valmistusmenetelmän eräässä sovelluksessa mittausyksikkö on akun valmistuksen yhteydessä integroitu akun valumassan sisään joko osittain tai kokonaan.

Monitorointilaitteen valmistusmenetelmän eräässä sovelluksessa mittausyksikkö on akun valmistuksen yhteydessä sijoitettu akun ulkopuolelle kiinnitettynä sen ulkopintaan.

Piirustusten lyhyt kuvaus

Kuvio 1a esittää akun monitorointijärjestelyä, ts. siihen liitettyä mittauspiiriä antenneineen sekä tietojen tallennuksen ja käyttäjäinformaation antamisen periaatteita,

Kuvio 1b esittää yksinkertaistettua akun monitorointijärjestelyä, jossa akun mittausyksikkö lähettää monitorointidatan suoraan kiinnostuneen tahon päätelaitteelle,

Kuvio 2 kuvaa akun monitorointijärjestelyä, jossa antureita, paikannusmoduuli, ja paikannussignaalin lähetin on erillisenä yksikkönä kiinnitetty akkuun ja kytketty mittauspiiriin,

Kuvio 3 esittää vuokaaviona elementit akun eliniän ennustamisprosessissa ja siinä käytettävistä lähtötiedoista, laskenta-algoritmeista ja muista työkaluista,

Kuvio 4a kuvaa käytännön sovelluskohdetta kuolleen akun havaitsemiseksi kaatopaikan portilla,

Kuvio 4b kuvaa tilannetta, jossa manuaalisella paikannusharavalla voidaan löytää paikannussignaalia lähettävä kuollut akku,

Kuvio 5 kuvaa tilannetta, jossa paikannukseen käytetään satelliiteilta saatavaa GPS-signaalia, jolloin akkuun on liitetty tarvittava GPS-vastaanotin, ja lisäksi data lähetetään tietoliikenneverkkoa hyödyntäen päätelaitteelle, ja

Kuvio 6 kuvaa tilannetta paikannussignaalin lähettämisestä tietoliikenneverkkoa hyödyntäen käyttäjän tai viranomaisen tietokoneelle tai älypuhelimeen.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Keksinnön yksityiskohtainen selitys

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on monitoroida erilaisten akkujen kuntoa mittaamalla itse akusta käsin ainakin yhtä akkuun tai ympäristöön liittyvää parametria tai suuretta. Lisäksi tarkoituksena on ennustaa akun elinikä olosuhteiden ja/tai mittausten perusteella, kun tiedossa on myös akun senhetkinen käyttöikä. Lisäksi tarkoituksena on paikantaa elinkaarensa lopussa oleva akku, jotta käytöstä poistuneet akut saadaan talteen tai kierrätykseen. Lisäksi tarkoituksena on tuottaa ja kerätä akkuihin liittyvää dataa, josta hyötyvät akkujen käyttäjät, akkuvalmistajat, ympäristöviranomaiset ja muutkin tahot, joiden intressissä on akkujen ja paristojen toimintakyvyn seuraaminen tai akkujen tehokas kierrätykseen saattaminen elinkaarensa lopuksi.

Keksinnön sovelluskohteena ovat kaikenlaiset sähkövoiman lähteenä toimivat akut ja paristot käyttösovelluksesta, laitteesta, paikasta tai kapasiteetista riippumatta. Myöhemmissä sovellusesimerkeissä mainitaan erilaiset ajoneuvot useassa kohdassa, mutta nämä ovat vain esimerkinomaisia toteutusvaihtoehtoja; keksinnön monitorointimenetelmä ja -laite soveltuu käytettäväksi kaikkien akkujen ja paristojen yhteydessä. Tarkasteltavia paristoja voi olla yksi tai useampi, koska tyypillisessä käyttösovelluksessa virranlähteenä olevia paristoja voi olla kytketty sarjaan tai rinnan haluttu lukumäärä.

Akun toimintakyvyn mittaamisessa elinkaarensa aikana ja eliniän ennustamisessa olennaista on se, että akusta tulee voida mitata monia eri toiminnallisia suureita ja parametreja, jotka ilmentävät akun sisäistä toimintatilaa ja myös siitä ympäristöstä, jossa akku sijaitsee. Havainnoinnissa on tärkeää mittausten laatu, jotta mahdolliset häiriötekijät vaikuttaisivat mahdollisimman vähän itse mittaustuloksiin, tai että joka tapauksessa läsnä olevat häiriötekijät osattaisiin tunnistaa ja poistaa mittaustuloksista mahdollisimman hyvin. On myös tärkeää saada mitattu tieto hyödylliseen käyttöön käyttäjää ajatellen eli tallentaa ja/tai lähettää mittaustieto sopivaan tietovarastoon tai työkaluun, josta esimerkiksi auton haltija saa tiedon tarvittaessa helposti käyttöönsä.

Mittauksia varten tarvitaan antureita tai muita tarvittavia ilmaisimia ainakin yksi kappale. Lisäksi tarvitaan ohjausyksikkö tai muu vastaava antureiden toimintaa ja mittaustiedon käsittelyä ohjaava yksikkö tai laite, johon voidaan sijoittaa elinkaarimittarin toiminnallinen äly. Ohjausyksikkö voidaan toteuttaa itse akun fyysiseen läheisyyteen kontrollerin ja tarvittavien sähköisten komponenttien kombinaationa

20145523 PRH 03 -08- 2017

esimerkiksi piirilevyn muodossa, mutta myös etäohjaus verkon ylitse on mahdollista. Laite tarvitsee tiedonkulun takia signaalin lähetys- ja vastaanottovälineet.

Akun toimintakyky eli kapasiteetti määräytyy mm. elektrodien kunnon ja akkuhappoliuoksen vahvuuden perusteella. Lisäksi akun toimintaympäristön lämpötila ja sitä kautta itse akun lämpötila vaikuttaa voimakkaasti siihen, miten hyvin akku latautuu ja purkautuu. Tämä korostuu esimerkiksi kylmissä talviolosuhteissa käytettävissä ajoneuvojen akuissa, jolloin akun kapasiteetti huomattavasti pienenee verrattuna kesäolosuhteisiin. Yleisemmin ottaen akun kuntoon ja elinkaareen vaikuttavat myös vallitseva kosteus, altistuminen tärinälle, purkaus- ja lataussyklit, purkaussyvyys, latausjännite, lataustapa (nopea vai hidas) ja akun tyyppi sekä ikä. Nämä asiat vaikuttavat myös akun kapasiteettiin ja virran vastaanottokykyyn tietyllä ajanhetkellä.

Esillä olevassa keksinnössä akkuun on liitetty erillisenä tai valmiin akun osaksi on jo valmistuksen yhteydessä asennettu mittausyksikkö, joka kykenee mittaamaan akusta ja sen fyysisestä lähiympäristöstä lukuisia suureita. Mittausyksikköä voidaan kutsua myös monitorointiyksiköksi. Mittausyksikkö on edullisesti toteutettu piirilevylle, jolla on tarvittavat anturit, komponentit ja muistimoduuli(t). Komponentteihin voidaan sisällyttää kontrolleri tai muu ohjauskomponentti, joka hallinnoi mittauksia itse monitorointiyksikössä. Lisäksi piirilevylle on toteutettu tarvittavat kytkennät ja liittimet tiedonsiirron mahdollistamiseksi piirilevylle ja sieltä ulos. Eräässä sovelluksessa tiedonsiirto on mahdollistettu langattomasti liittämällä mittausyksikköön radiolähetin-vastaanotin-yksikkö antenneineen. Antenni on sijoiteltu niin, että signaalin kulku häiriintyy mahdollisimman vähän. Eräässä sovelluksessa voidaan käyttää auton katolle sijoitettua autoradion antennia.

Mittausyksikön eräässä sovelluksessa mittausyksikkö voidaan integroida akun kiinteäksi osaksi jo sen valmistusvaiheessa. Tämä tarkoittaa sitä, että mittausyksikköä ei voisi tämän jälkeen irrottaa akusta rikkomatta itse akkua. Mittausyksikkö on tässä esimerkissä sijoitettu esimerkiksi akun valumassan sisään osittain tai kokonaan.

Mittausyksikön eräässä sovelluksessa mittausyksikön tarvitsema virransyöttö tulee suoraan akusta niin kauan kun akku on toimintakykyinen (tämä raja-arvo voidaan määrittää halutusti; esimerkiksi kun lyijyakun akkujännite on yli 12,0 V:n, jolloin akun varaustaso on vielä yli 40 % täyden akun varauksesta). Kun akku ei enää ole toimintakykyinen, mittausyksikön virransyötön lähteeksi vaihtuu erillinen varavirtalähde (tai paristo), joka on mittausyksikön yhteydessä tai erillään mittausyksiköstä.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Tämä varavirtalähde siis alkaa syöttää virtaa mittausyksikölle vasta siinä vaiheessa, kun akku ei itse enää kykene virtaa antamaan. Eräässä sovellusvaihtoehdossa akusta käsin voidaan ladata kyseistä varavirtalähdettä niin kauan kun akku on toimintakykyinen.

Eräässä yksinkertaisessa sovelluksessa tieto akun toimintakunnon päättymisestä tai elinkaaren loppumisesta saadaan mittaamalla akun jännitettä. Mikäli jännitteen arvo alittaa tietyn kynnysarvon, ja jännite pysyy alle kynnysarvon vähintään tietyn asetetun ajan verran, voidaan päätellä, että akku ei ole enää toimintakykyinen.

Mittausyksikköön on liitettävissä yksi tai useampi anturi, joilla voidaan mitata haluttua fysikaalista tai kemiallista tai sähkömagneettista akkuun tai ympäristöön liittyvää parametria. Mitattavina asioina voi olla ympäristön lämpötila, akun lämpötila, akun antama ulostulojännite ja/tai virta, akun kapasiteetti, akkunesteen (rikkihapon vesiliuoksen) ominaispaino, sähkömagneettinen kentänvoimakkuus, lataus- ja purkaussyklien absoluuttinen lukumäärä tai lukumäärä aikayksikköä kohden.

Lisäksi mittausyksikköön voi olla liitetty ajastin, kello tai muu ajasta kirjaa pitävä elementti tai laite ajan kulun seuraamiseksi ja tarvittaessa aikaleiman antamiseksi kullekin saadulle mittaustulokselle. Mittausyksikköön voidaan haluttaessa sisällyttää tai kytkeä myös anturi(t), joilla voidaan mitata esimerkiksi myös ympäristön ilmanpainetta tai kosteuspitoisuutta.

Mittausyksikön keräämään tietoon tai mittausyksikössä talletettavaan tietoon voidaan tarvittaessa sisällyttää tieto akun merkistä, mallista ja/tai tyypistä. Tietoihin voidaan haluttaessa liittää valmistusvuosi, sarjanumero ja/tai joku muu tunniste, joka yksilöi akun.

Laitteeseen sisältyy akun paikannusyksikkö. Paikannusyksikkö voi olla erillinen moduuli tai se voidaan integroida yhteen mittausyksikön kanssa. Mikäli paikannustoiminto on integroitu yhteen mittausyksikön kanssa, niissä tarvittavat piirilevykomponentit voidaan sijoitella samalle piirilevylle. Myös toimintojen vaatimat ohjelmistot voidaan sulauttaa yhdeksi ohjelmaksi, jossa ajetaan sekä mittaukseen että paikannukseen liittyvät toiminnot yhdessä. Paikannustoiminto voi olla toteutettu GPS-tekniikalla (Global Positioning System).

Eräässä keksinnön sovelluksessa mittausyksikkö suorittaa parametrimittausta antureilta saatavien tietojen perusteella. Kun mittausyksikön kontrolleri päättelee parametrien perusteella, että akku ei ole hengissä eikä palaa toimintakykyiseksi, mit-

20145523 PRH 03 -08- 2017

tausyksikkö aktivoi paikannusyksikön. Paikannusyksikkö alkaa tällöin tai asetetun viiveen perästä lähettää paikannussignaalia tai muuta vastaavaa signaalia, joka on havaittavissa erikseen sopivalla vastaanottimella (kiinteällä tai liikuteltavalla), ja joka ilmentää toimintakyvytöntä akkua. Eräänä vaihtoehtona on yhdistää mittaustietoihin palvelimelta saatava eliniän ennustustieto. Mikäli ennustettu elinikä on hyvin lyhyt tai joku mitattu parametri on kriittisellä toiminta-alueella, kontrolleri ohjaa paikannusyksikön lähettämään paikannussignaalia.

Mittausyksikköön tai akkuun voidaan sisällyttää tai esimerkiksi akun ulkopintaan voidaan kiinnittää ainakin yksi kiihtyvyysanturi, jolla voidaan havainnoida esimerkiksi akun kokemaa tärinää, tai vielä yleisemmin esimerkiksi sitä, onko ajoneuvo ja sitä kautta ajoneuvon rakenteisiin kiinnitetty akku liikkeessä vai paikallaan. Kiihtyvyysanturin avulla on toki havaittavissa myös vakavammat auton kokemat nopeudenmuutokset, kuten törmäykset ja kolarit.

Kiihtyvyysanturin avulla tai jollain muulla anturilla (mahdollisesti yhdistettynä tarvittavaan laskentaan) voidaan tunnistaa tarvittaessa akun asento suhteessa maahan. Voidaanhan ajatella, että kokonaan tai osaksi pystyssä oleva akku kielii siitä, että akku ei ole normaalisti kiinni autossa tai esimerkiksi säilytyksessä autotallissa, vaan se on joutunut kotitalousroskan tai muun jätteen sekaan. Tällainen skenaario on mahdollinen, mikäli esimerkiksi uusi tai muuten käyttökelpoinen akku vaihtotilanteessa sekoittuu niin, että terve akku vahingossa joutuukin roskiin. Roskiin joutuneen akun asento muuttuu, kun kotitalousjätteet kipataan roskasäiliöstä jäteautoon, jäteautosta pois esimerkiksi kaatopaikalle tai esimerkiksi isoja jätesäkkejä tyhjennettäessä. Tällöin voidaan asettaa paikannusyksikkö lähettämään paikannussignaalia, kun akun asennon (pitkittäissuuntaisen vaaka-akselin) havaitaan poikkeavan vaakatasosta esimerkiksi yli 30 astetta. Kulman arvo voidaan toki säätää halutuksi. Yksi vaihtoehto on asettaa kynnysarvo 90 asteeseen, jolloin paikannussignaali aktivoituu akun ollessa millä tahansa kyljellään tai täysin ylösalaisin.

Toinen tilanne, jossa akun asennon poikkeama normaalista asennosta kielii jostain poikkeavasta, on esimerkiksi ajoneuvon kolaritilanne, jossa akku saattaa liikkua pois paikaltaan ja akun asento muuttuu ainakin hiukan. Toki akku saattaa tällöin jopa hajota, mutta ainakin lievemmissä kolaritilanteissa tapahtuva äkillinen iso kiihtyvyys mahdollisesti yhdistettynä akun asennon poikkeamaan normaalista voidaan havaita yhdellä tai useammalla kiihtyvyysanturilla. Tämä kiihtyvyysanturilla havaittu tieto auton kokemasta poikkeuksellisesta hidastuvuudesta (tai kiihtyvyydestä) voidaan lähettää esimerkiksi viranomaiselle kuten hälytyskeskukseen ja tätä kaut-

20145523 PRH 03 -08- 2017

ta pelastushenkilökunnalle, auton vuokrauksesta vastaavalle taholle, logistiikka-alan ajoneuvoista vastaavalle henkilöstölle, tai autonvalmistajan tai -myyjän hallinnoimaan palvelukeskukseen. Viimeistä esimerkkiä koskien tieto auton kokemasta kolarista lähtee automaattisesti palvelukeskukseen, ja apu saadaan paikalle ilman erillistä hätäpuhelua. Hälytystietoon voidaan paikannusmoduulin tai GPS-sovelluksen avulla liittää myös kolarin kokeneen ajoneuvon tarkka paikannus. Akkua itsessään koskien tieto voidaan lähettää lisäksi akkujen tilasta ja kunnosta kiinnostuneille tahoille kuten ympäristöviranomaisille ja akkujen ”jälkikäsittelyn” piirissä toimivien yritysten käyttöön. Jälkikäsittelyllä tarkoitetaan tässä yhteydessä käyttöikänsä lopussa olevien akkujen keräämistä, kierrätystä ja tarvittaessa akkujen vaihtamista uudeksi korvaavaksi akuksi.

Eräässä sovelluksessa kiihtyvyysanturin antamaa liike-, asento- ja tärinätietoa voidaan hyödyntää niin, että mittaustiedosta nähdään pitkän aikaa täysin paikallaan oleva akku. Mikäli akun paikallaanoloaika on erityisen pitkä ja huomioiden asiassa lisäksi esimerkiksi talven yli tietoisesti säilytyksessä olevat ajoneuvot, voidaan päätellä, että akku ei ainakaan ole ollut käytössä tai latauksessa ja ajoneuvokin saattaa olla kokonaan poistunut käytöstä. Tällöin voidaan laukaista paikannussignaali. Tätä sovelluskohdetta voidaan ajatella sovellettavan kaikkiin akkuihin ja paristoihin, jotka normaalissa käyttötilanteessa sijaitsevat liikuteltavissa olevassa laitteessa tai koneessa (niin, että akku tai paristo itsessään tällöin liikkuu).

Yksi olennainen sovelluskohde, mihin mittauslaitteisto antaa mahdollisuuden, on akun jäljellä olevan käyttöiän arvioiminen ja ilmoittaminen esimerkiksi ajoneuvon haltijalle sopivalla viestitystavalla. Käyttöiän arvioiminen perustuu akun kapasiteettiin, ikään, mittaushetken ajankohtaan, akun kokemiin olosuhteisiin ja niiden vaihteluihin, ja myös akkuhapon ominaispainoon sekä lyijysulfaatin määrään. Lyijyakkujen jännite antaa arvokasta tietoa jäljellä olevan eliniän arviointiin. Eräässä sovelluksessa tieto jäljellä olevasta akun arvioidusta käyttöajasta tulee ohjelmiston antamalla käskyllä palvelimelta ajoneuvon käyttäjän matkapuhelimeen. Tämäntyyppisellä tiedotteella tavoitetaan näppärästi auton käyttäjä, ja tiedonkulku ei vaadi myöskään käyttäjän fyysistä läsnäoloa itse ajoneuvon luona.

Keksinnön eräänä toiminnallisuutena on se, että akkuun liitetty mittausyksikkö aktivoi mitatun datan, paikannussignaalin, hälytyksen, tiedonannon tai muun viestin lähettämisen, kun tietyt ehdot täyttyvät. Tällaisena ehtona on eräässä keksinnön sovelluksessa akun oleminen täysin tyhjentyneenä tietyn ennalta määrätyn ajan verran. Toisessa sovelluksessa ehtona on akun (ja sitä kautta ajoneuvon) pysymi-

20145523 PRH 03 -08- 2017

nen jatkuvasti paikallaan riittävän pitkän aikaa niin, että voidaan päätellä ajoneuvon olevan kokonaan pois käytöstä. Tässä sovelluksessa käytetään paikannusyksikön ja/tai kiihtyvyysanturi(e)n antamaa tietoa akun sijainnista, liikkumisesta ja/tai asennosta.

Keksinnön eräässä sovelluksessa edellä mainittua paikannussignaalia tai vastaavaa informaatiota voidaan vastaanottaa erillisen vastaanottimen avulla. Eräänä vaihtoehtona on sijoittaa vastaanotin tai vastaanottimia esimerkiksi kaatopaikkojen portille. Kun hylätty tai loppuun käytetty akku tulee kaatopaikan portista sisään vaikkapa jäteauton jätteiden mukana, portin vastaanotin havaitsee akun lähettämän signaalin. Näin kaatopaikalle menossa ollut ongelmajäte voidaan havaita heti alkuvaiheessa jo ennen jätteen sekoittumista kaatopaikan jätteiden sekaan. Toisaalta lähetettävä signaali voidaan valita sen verran voimakkaaksi, että signaalia lähettävä akku on havaittavissa jopa vain muutaman metrin etäisyydeltä. Näin akku voitaisiin havaita myös pidemmän etäisyyden päästä ja esimerkiksi kaatopaikalla jo olevien jätteiden joukosta etäämmältä tutkien kuten esimerkiksi kaatopaikan kulkureiteiltä, portilta tai huoltorakennuksesta käsin.

Toisaalta paikannus voidaan tehdä niinkin, että laitteen lähettäessä kyseistä paikannussignaalia sitä voidaan mitata erillisellä vastaanottimella, jolla voidaan havaita paikannussignaalin tulosuunta ja voimakkuus (amplitudi). Kun vastaanotinta liikutellaan tutkittavalla alueella tai sen ympärillä eri paikkoihin, saadaan arvio alueesta, jossa paikannussignaalia lähettävä akku voi sijaita. Tarvittaessa mittausta toistettaessa useassa eri paikassa, esimerkiksi kaatopaikan alueella, saadaan akun arvioidulle sijainnille varsin tarkka estimaatti, ja etsintä onkin tämän jälkeen helpompaa toteuttaa rajatummalta alueelta.

Mitattu tieto voidaan lähettää radioteitse erilliselle palvelimelle, jolle tiedot kaikista mittausyksiköllä varustetuista akuista voidaan lähettää ja tallentaa jatkokäyttöä sekä –analyysiä varten. Palvelimelta pystytään myös lähettämään dataa. Kun palvelimelle on saatu joukko mittausdataa ja tyyppitietoja erilaisista akuista, tietojoukkoon voidaan kohdistaa tiedonlouhintaa. Eräänä esimerkkinä voidaan analysoida mittausdataa niin, että luodaan akun kokemien lämpötilavaihtelujen, akkujännitteen ja akkuhapon ominaispainon (rikkihappokonsentraation) muodostama datajoukko tietyn mallisten ja merkkisten akkujen rajauksella. Datajoukosta voidaan luoda arvio siitä, minkä eliniän kyseinen akkumalli saavuttaa esimerkiksi Suomen sääoloissa. Arvioon voidaan ottaa lisäparametriksi akun käyttötapa tai voidaan valita oletukseksi esimerkiksi käyttötapojen kirjosta keskiarvo tai mediaani. Kun

20145523 PRH 03 -08- 2017

arvioitu elinikä on saatu palvelimella laskettua ja tiedetään mitatun akun tämän hetkinen käyttöikä, saadaan suoraan arvio jäljellä olevasta käyttöiästä, mikä akun käyttötapa ei olennaisesti muutu aiemmasta. Tämä tieto voidaan lähettää ajoneuvon käyttäjän matkapuhelimeen esimerkiksi viestimuodossa (SMS) tai sähköpostilla.

Yhtenä mahdollisuutena on liittää analyysin lähtötiedoiksi lämpötilaennusteita. Yhdistettynä akun kokemiin aiempiin lämpötilaolosuhteisiin tiedot lähitulevaisuuden lämpötilaennusteista saadaan arviota akun lähitulevaisuuden toimintakyvystä parannettua. Etenkin vuodenaikojen vaihtelut voidaan huomioida tässä yhteydessä.

Mittausyksikön antamaan tietoon voidaan palvelintasolla liittää tietoja muista kyseisen akkutyypin akuista jo aiemmin kerätyistä tiedoista. Kun tiedetään tietyn akkutyypin tyypillinen käyttäytyminen eri sääoloissa ja arvioitu keskimääräinen elinikä akun sijaintipaikan sääoloissa, saadaan arvokasta lisätietoa mitattavalle akulle missä tahansa vaiheessa sen elinkaarta.

Sähköisten komponenttien testaamiseen voidaan esillä olevassa keksinnössä käyttää ns. kiihdytettyä elinikätestausmenetelmää. Tätä menetelmää on käsitelty Iljo Jokelan opinnäytetyössä ”Kiihdytetty elinikätestaus”, Lahden ammattikorkeakoulu, 2006. Kiihdytysmenetelmiä esitellään elinikätestaukseen liittyen kaksi erityyppistä tapaa; käyttötason kiihdytys ja ylirasitettu kiihdytys. Jälkimmäisessä tapauksessa laitteeseen kohdistetaan lisää rasitusta niin, että laitteen normaalisti kohtaamat käyttöolosuhteet ylittyvät ja tällä tavoin saavutetut vioittumistiedot asetetaan vastaamaan normaaleja käyttöolosuhteita. Käytännössä rasitteina voivat olla mm. korkea tai matala lämpötila, lisääntynyt kosteus, jännite, paine ja/tai tärinä, jotka stimuloivat virheen syntymisen mekanismeja. Vikaantumistaajuudesta puhuttaessa esitellään ns. kylpyammekäyrä, jossa näkyvällä vanhenemiskaudella vioittumisaste tai vikataajuus lisääntyy komponenttien loppuun kulumisen seurauksena.

Julkaisussa esitellään ns. Arrheniuksen laskentamalli tai yhtälö, jota voidaan soveltaa keksinnön mukaiseen elinkaarimittaukseen. Elektroniikan luotettavuusanalyysissä Arrheniuksen yhtälö määrittää komponentin lämpötilasta (lämpötilan noususta) riippuvaa vikojen esiintymisnopeutta eli vikaantuvuutta. Yhtälö on tällöin muodossa:

$$A_f = e^{\left[\left(\frac{E_a}{k}\right)\left(\frac{1}{T_u}-\frac{1}{T_t}\right)\right]}, \quad (1)$$

20145523 PRH 03 -08- 2017

jossa A_f on kiihdytyskerroin, E_a on aktivointienergia, k on Boltzmannin vakio, T_u käyttölämpötila kelvineinä ja T_t on testauslämpötila kelvineinä.

Aktivointienergia on energiaa, joka tarvitaan molekyylin osallistumiseen kemialliseen reaktioon. Se siis mittaa lämpötilan vaikutusta eli seurausta reaktiossa. Monessa käytännön esimerkissä aktivointienergia on 1,0 eV:n luokkaa (Jokela, liite 4).

Korkeampi lämpötila aikaansaa kemiallisen reaktionopeuden kasvua. Eräänä nyrkkisääntönä on, että laitteen ollessa 10 astetta normaalia korkeammassa lämpötilassa tietyn ajan verran tilanne laitteen eliniän kannalta on sama kuin, että laite on normaalissa lämpötilassa em. ajasta lasketun kaksinkertaisen ajan verran.

Yleisesti ottaen akun elinikään vaikuttaa paitsi akun sijaintilämpötila, myös aika jonka akku kussakin lämpötilassa viettää. Mitä korkeampi lämpötila suhteessa optimilämpötilaksi katsottuun +25:een asteeseen ja mitä pidemmän ajan akku korkeammassa lämpötilassa joutuu olemaan, sen lyhyemmäksi akun elinikä jää. Esimerkiksi NiMH- eli nikkeli-metallihybridiakun elinikä lyhenee 60 % normaalista, mikäli se altistetaan jatkuvasti 45 °C:n lämpötilaan. Lisäksi kaikilla akuilla purkautumisnopeus käytön ulkopuolella (engl. ”self discharge rate”) kaksinkertaistuu jokaisen 10 °C:n lämpötilan nousun yhteydessä. Lämpötilan vaikutus on suhteellisen suuri, ja jo pienetkin lämpötilan nousut vaikuttavat akun kemiallisten reaktioiden (haluttujen ja ei-haluttujenkin) nopeuteen ja sitä kautta akun eliniän pienenemiseen.

Aikaan liittyen akku ”kuluu” vielä eri tavalla liittyen siihen, onko akku käytössä vai esimerkiksi käyttämättömänä varastossa. Käyttöön liittyvä ikääntyminen liittyy englanninkieliseen käsitteeseen ”cycle fade” ja käytöstä riippumattomaan akun ikääntymiseen liittyy käsite ”calendar fade”.

Toisena käytettävissä olevana laskentamallina on ns. Eyringin malli, joka pystyy ottamaan huomioon lämpötilan lisäksi jonkun toisenkin tyyppisen rasitteen. Eyringin käytössä tulee huomioida, että lämpötilan muutosten vaikutukset voivat riippua muiden rasitteiden suuruudesta. Eyringin malli lämpötilalle ja yhdelle muuntyyppiselle rasitteelle voidaan kirjoittaa muodossa:

$$T_{50} = \left[AT^{\alpha} e^{\frac{\Delta H}{kT}}\right]\left[e^{\left(B+\frac{C}{T}\right)S}\right], \qquad (2)$$

20145523 PRH 03 -08- 2017

jossa S on jännitteen, virran tai muun rasitteen toiminto ja parametrit α, ΔH, B ja C ovat kiihtyvyyskertoimia rasitteiden yhdistelmien välissä.

Jos kosteus halutaan ottaa mukaan tarkasteluun lämpötilan lisäksi, käytetään kiihdytyskertoimen laskemiseen H. Livingstonin esittelemää yhtälöä (”Guidelines Using Plastic Encapsulated Microcircuits and Semiconductors in Military, Aerospace and Other Rugged Applications”, 2000):

$$A_f = \left(\frac{RH_t}{RH_u}\right)^3 e^{\left[\frac{E_a}{k}\left(\frac{1}{T_u}-\frac{1}{T_t}\right)\right]}, \quad (3)$$

jossa RH_u on käyttöympäristön suhteellinen kosteus ja RH_t on testausympäristön suhteellinen kosteus. Muut parametrit ovat kuten edellä Arrheniuksen yhtälön yhteydessä.

Lämpötilan ja kosteuden vaikutusten erotteluun ja analyysiin kokonaiskiihtyvyyskertoimen laskemiseksi voidaan käyttää ns. Peck-laskentamallia. Siinä kokonaiskiihtyvyyskerroin voidaan laskea muodosta:

$$A_f = e^{\left[\frac{E_a}{k}\left(\frac{1}{T_u}-\frac{1}{T_t}\right)\frac{RHO}{RH}n\right]}, \quad (4)$$

jossa T_u ja RHO ovat lämpötilan ja kosteuden viitearvoja.

Purkaussyvyys (engl. ”depth of discharge”), joka on käänteinen suure suhteessa varaustilaan, vaikuttaa myös akun elinikään. Mitä pienempi purkaussyvyys eli suurempi varaustila, sen pidempi on akun elinikä. Eliniän pituus kasvaa eksponentiaalisesti purkaussyvyyden pienentyessä.

Tyypillisesti akun elinikä silloin, kun akkua käytetään eli puretaan ja ladataan jatkuvasti, riippuu purkaussyvyydestä ja purkaustaajuudesta, latausjännitteestä ja ympäristön lämpötilasta.

Litiumakuissa olennainen asia elinikään liittyen on latausjännitteen suuruus. Jos optimilatausjännite on 4,2 V, tällöin akun kapasiteetti käyttäytyy lineaarisesti laskevan funktion mukaisena suhteessa akun käyttöikään. Jos akun latausjännitteeksi asetetaan hieman korkeampi arvo, kuten 4,25 V, noin 300 latauskerran jälkeen saavutettavissa oleva kapasiteetti alkaa laskea huomattavasti jyrkemmin kuin aiemmilla latauskerroilla. Mikäli latausjännite asetetaan 4,35 V:iin, maksimikapasi-

20145523 PRH 03 -08- 2017

teetti alittaa optimilatausjännitteen vastaavan kapasiteetin jo n. 100 latauksen jälkeen, ja tämän jälkeen saavutettavissa oleva kapasiteetti laskee jyrkästi. Koska edellä mainittujen latausjännitteiden arvojen väli on absoluuttisesti pieni, on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että latausjännite asetetaan mahdollisimman lähelle kunkin akkutyypin optimaalista latausjännitteen arvoa.

Yksi tapa määrittää elinkaaria ja niiden jakaumia akuille on käyttää Weibullin mallia, mikä mahdollistaa useammankin erilaisen virhemoodin yhtäaikaisen tarkastelun. Tässä mallissa voidaan arvioida vikaantumisen ilmaantumishetkiä seuraavan yhtälön mukaan:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}, \tag{5}$$

jossa F(t) on kumulatiivinen vikaantumisen %-osuus ajan t jälkeen, α on komponenttien tyypillinen elinikä (engl. myös ”scale factor”) ja β on muotoparametri (”shape parameter”), joka kuvaa vikaantumisen jakaumaa. Weibullin mallista on monimutkaisempiakin versioita, jotka ottavat huomioon mm. ”paikkatekijän” (”location factor”), joka kertoo aikaviiveen, jonka jälkeen vikojen vaikutus tulee ilmeiseksi. Kaikki viathan eivät välttämättä heti näy ulospäin akun toiminnallisuudessa.

Tekijöitä, mitkä saavat akun muuttumaan toimintakyvyttömään kuntoon, voidaan listata lukuisia erilaisia. Tällaisia tekijöitä ovat:

- akun napojen asettaminen oikosulkuun tai liian suuren virran ottaminen akusta (suuremman kuin mihin akku on suunniteltu)
- kuormitus, joka vaatii ainakin ajoittain niin paljon virtaa, että akkujännite tämän takia putoaa huomattavasti
- akun säilöminen tai käyttö huomattavan matalissa tai korkeissa lämpötiloissa
- yhteensopimattoman laturin käyttäminen akun lataamiseen
- liian korkea latausjännite tai liian pitkä latausaika
- akun päästäminen purkautumaan täysin tyhjäksi
- nesteakuissa elektrolyyttipitoisuuden päästäminen suositellun minimiarvon alapuolelle
- nesteakuissa tislatun veden lisäämisen sijasta käytetään muuta epäsopivaa elektrolyyttiä sisältävää nestettä
- voimakkaan tärinän tai iskun kohdistuminen akkuun

20145523 PRH 03 -08- 2017

Esillä olevan keksinnön eräässä sovelluksessa tehdään akulle kiihdytetty elinikätestaus. Testauksessa otetaan huomioon kaikki elinikään vaikuttavat suureet tai valitaan olennaisimmat suureet niistä. Tuloksena saadaan teoreettisesti arvioitu akun elinikä. Voidaan sanoa, että tällöin kyseessä on pitkäkestoinen eliniän ennustamisen periaate.

Lisäksi keksinnössä mitataan akun todellista tilannetta eli sen käyttöparametreja ja ympäristönsä olosuhteita, ja tällä tavoin saadaan tietoa akun käyttäytymisestä eri parametrien muutoksen funktiona. Jos esimerkiksi tiedetään, että akku on tarkasteluhetkellä ollut käytössä 2 vuotta, ja koko tämän ajan (jatkuvasti tai periodeittain) on seurattu akun lämpötilaa, on saatu kahden talven ja kesän ajalta huomattava määrä tietoa akun kokemista äärilämpötiloista ja niiden vaikutusajoista. Samassa yhteydessä saadaan mittaustietona akkujännitteen suuruus ja kapasiteetti kuluneen ajan funktiona. Esillä olevassa keksinnössä yhdistellään teoreettisen elinikätarkastelun tuloksia todellisiin mitattuihin akun parametreihin sopivilla ajanhetkillä ja tarvittaessa pitemmälläkin aikavälillä mittaukset ja/tai laskennan toistaen. Tällä tavalla saadaan arviota akun eliniän päättymisen hetkestä aiempaa paremmin ennustettua. Kyseiset mittaus- ja laskentatiedot tallennetaan ja siirretään tietoliikenneverkon yli sopivalle palvelimelle tai pilvipalveluun ja tiedot voidaan merkitä akkukohtaisin ID-tunnuksin (eli tunnistetiedoin) niin, että tieto on jälkeenpäin helposti saatavilla.

Esillä olevassa keksinnössä tieto akun jäljellä olevasta eliniästä ilmoitetaan ajoneuvon käyttäjälle tai omistajalle tai muulle halutulle taholle lähettämällä se pilvipalvelusta tai em. palvelimelta tietoliikenneverkon yli haltijan tai käyttäjän matkapuhelimelle tai sähköpostiin erityisestä käyttäjän tai palveluntarjoajan antamasta pyynnöstä.

Esillä oleva keksintö mahdollistaa myös lyhytkestoisemman käyttötilan mittausta, lähitulevaisuuden ennustamista ja tähän liittyvän viestinnän tiedosta kiinnostuneelle taholle. Esimerkkinä lyhytkestoisesta ennustamisesta on vaikkapa tilanne, jossa akku on ollut pitkään kylmissä olosuhteissa, jolloin akun lepojännite on laskenut normaalin + 25 °C:n käyttölämpötilan lepojännitteestä. Akku ei kylmässä kykene ottamaan virtaa riittävästi vastaan. Kun mitattu lepojännite alittaa jonkun etukäteen asetetun kriittisen kynnysarvon, järjestelmä aktivoi hälytystiedon, joka voidaan tiedottaa ajoneuvon käyttäjälle. Tieto voi olla muotoiltu käytännön elämän kannalta järkevästi, esimerkiksi muotoon: ”Akkuvirta ei riitä seuraavaan käynnistykseen,

20145523 PRH 03 -08- 2017

mikäli lämpötilaolosuhteet eivät merkittävästi muutu" tai "Akku tulee saattaa lämpimäksi ja ladata tämän jälkeen täyteen".

Esillä olevassa keksinnössä kyseiseen lähitulevaisuuden ennustamiseen riittää jo muutaman parametrin mittaus: näitä ovat akun lepojännite, akun lämpötila ja aika. Eräässä sovellusvaihtoehdossa em. parametreihin voidaan liittää akun sijaintitieto, jonka kautta tietoihin voidaan liittää lähitulevaisuuden lämpötilaennuste lyhyellä tai pitkällä aikavälillä. Lämpötilaennuste saadaan sääpalveluja tuottavilta palvelimilta, ja vaihtoehtoja tähän on olemassa runsaasti. On toki huomattava, että lämpötilaennusteen tarkkuus heikkenee voimakkaasti ajan funktiona, ja jo viikon päähän olevassa ennusteessa on isoja epävarmuustekijöitä. Toki vuodenaikoihin liittyvät keskiarvoistetut lämpötilatiedot ovat paremmalla tarkkuudella tiedossa, ja näitä tietoja voidaan myös hyödyntää em. sovelluksissa.

Eräässä keksinnön sovelluksessa akun nykytilanteen tarkkailuun ja lähitulevaisuuden ennustamiseen riittää se, että mitataan akun lepojännitettä ja otetaan selville akun paikkatieto. Paikkatiedon perusteella voidaan ulkoisilta palvelimilta, kuten sääpalveluiden tuottajilta saada lämpötilatieto akun sijaintipaikassa. Samalla voidaan ottaa käsittelyyn myös lähitulevaisuuden lämpötilan ennusteet. Tällöin selvitään ilman erillistä lämpötilan mittausta suoraan akulta käsin. Näiden tietojen perusteella voidaan selvittää tieto akun nykykunnosta, ja tieto voidaan tallentaa pilvipalveluun. Riippuen siitä, antaako tieto käyttäjäinformaatiolle aihetta, raportoidaan tieto tai hälytys tarvittaessa ajoneuvon käyttäjälle tai muulle tiedosta kiinnostuneelle taholle.

Kun ajoneuvon käyttäjälle ilmoitettaviin tietoihin lisätään älykkyyttä juuri sitä kautta, että ei ainoastaan ilmoiteta käyttäjälle akun olevan käyttökelvoton ja uuteen vaihdettava, vaan annetaan ohje akun toimintakyvyn palauttamiseksi esimerkiksi yksinkertaisesti saattamalla akku lämpimään tilaan ja lataamalla näin lämmitetty akku, saadaan turhia akun vaihtoja eliminoitua huomattavasti. Käyttäjälle ilmoitettavaan akun elinikäarvioon tai akun toimintatilatietoon voidaan liittää vapaamuotoinen ohje akun saamiseksi takaisin toimintakykyiseksi.

Eräässä keksinnön sovellutuksessa mitataan akusta ainoastaan sen napojen jännitettä. Kun akkujännite alittaa asetetun kriittisen kynnysarvon, ja jännite pysyy alle kynnysarvon riittävän pitkän aikaa, tehdään päätelmä, että ajoneuvo akkuineen ei enää ole aktiivisessa käytössä. Esimerkkinä voidaan mainita, että akkujännitteen arvon alittaessa vaikkapa 10 V, ja aikaa on kulunut esimerkiksi 6 kk, laitteen radio-

20145523 PRH 03 -08- 2017

lähetin alkaa lähettää paikannussignaalia. Kyseinen paikannussignaali voidaan paikantaa sopivalla vastaanottimella; tätä asiaa on kuvattu edellä tarkemmin.

Kuvio 1a esittää akun monitorointijärjestelyä yksinkertaistettuna esimerkkinä, ts. siihen liitettyä mittauspiiriä antenneineen sekä tietojen tallennuksen ja käyttäjäinformaation antamisen periaatteita. Laitteiston ytimenä on akku 11, joka on kuvattu yksinkertaistetusti laatikkona, jonka yläpinnalla näkyy akkunavat. Keksinnön monitoroinnin mittausyksikkönä toimii piirilevy 14, johon tässä sovelluksessa on integroitu mittausantureita tarvittavine tiedonkäsittelypiireineen 14b-d ja myös paikannusmoduuli 14a. Mahdolliset anturityypit on kuvattu edellä. Kuvion anturien määrä on ainoastaan esimerkin omainen, ja se voi todellisuudessa vaihdella yhdestä isompaan joukkoon erityyppisiä antureita. Mittausyksikön toimintaa paikallisesti ohjaava kontrolleri 14e sijaitsee myös piirilevyllä 14. Piirilevylle voidaan tarvittaessa kytkeä paikallinen muistimoduuli. Mittausyksikön lähetin-vastaanottimena toimii antenni 15, jonka pääkeila suunnataan ulospäin akun ulkopinnasta säteilytehon maksimoimiseksi. Lähetin-vastaanotin viestii verkon yli, ja toisessa päässä on tiedon varsinaista pitkäaikaista tallentamista ja laskentalogiikkaa hoitava palvelin 12 tarvittavine ohjelmistoineen. Palvelimen 12 käyttämiä ohjelmallisia osia ja eliniän ennustusalgoritmin erilaisia mahdollisia syöttötietoja kuvataan tarkemmin kuviossa 3. Käyttäjää ja tiedonkulkua nimenomaan ajoneuvon omistajan tai käyttäjän suuntaan kuvaa matkapuhelin 13, johon palvelin voi lähettää tiedonantoja, hälytyksiä, akun jäljellä olevan eliniän tietoja ja muita haluttuja akkuun ja sen toimintaan liittyviin olosuhteisiin liittyvää informaatiota. Tieto voi olla tekstiviestin, sähköpostin tai muuntyyppisen sovelluksen välittämän tiedotteen muodossa.

Kuvio 1b esittää kuvion 1a tilannetta vielä yksinkertaisemmassa sovellusmuodossa. Akun 11 mittausyksikkö 14 sisältää tarvittavat anturit, muistin, paikannusmoduulin ja datan lähetysvälineet (ja tarvittaessa vastaanottovälineet); näitä kuvataan komponentein 14a-14e. Data lähetetään antennin 15 välityksellä. Vastaanottopäätä kuvataan yksinkertaistetusti akkutiedosta kiinnostuneen tahon eli akun käyttäjän, viranomaisen, akkutiedosta kiinnostuneen yrityksen tai muun vastaavan tahon mobiililla päätelaitteella 13 tai kyseisen tahon käyttämällä tietokoneella 64. Yksinkertaisimmassa sovelluksessa tieto akun eliniän päättymisestä on yksinkertainen signaali (jota kuvion 2 yhteydessä kuvataan paikannussignaalina), jota aletaan lähettää kontrollerin 14e komennosta akun mittausdatan perusteella radiotielle. Kyseinen RF-signaali vastaanotetaan ja ilmaistaan viestinä vastaanottavan tahon päätelaitteen näytöllä. Signaalin siirtotavoista, ja tiedon mahdollisesta käsittelystä sekä informaatiosisällöstä on myöhemmin erikseen lukuisia esimerkkejä.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Kuvio 2 kuvaa toista esimerkkilaitteistoa, jonka pääelementit ovat samat kuin kuvioissa 1a ja 1b. Olennaisena erona on akkuun 11 kytketyt elementit, jossa mittausyksikkö hoitaa mittaustulosten keräämisen, paikallistallentamisen ja lähettämisen antennin välityksellä palvelimen suuntaan. Kuviossa 2 paikannuksen hoitava moduuli on erillinen yksikkönsä 16, joka kuviossa 2 on kytketty akun yläpinnalle. Paikannusmoduulilta 16 on kytkentä mittausyksikölle 14. Myös anturit (kuten esimerkiksi lämpötila-anturi 14b ja kosteusanturi 14c) voidaan asentaa haluttuun paikkaan akussa tai sen ulkopinnalla tai sen läheisyydessä, jolloin antureilta vaaditaan erilliset kytkennät mittausyksikölle. Kuvion 2 laite voidaan asettaa toimimaan niin, että kun mittausyksikkö 14 on havainnut asetetun yhtenäisen ajanjakson verran, että akku ei ole enää toimintakunnossa, paikannusmoduuli 16 alkaa lähettää antennin 15 kautta paikannussignaalia, joka on ulkoa päin havaittavissa. Paikannussignaali voi olla RF-signaali ilman erityistä informaatiosisältöä, tai RF-signaali voi sisältää erityistä tietoa, kuten sijaintipaikan koordinaatit, akkua identifioivaa tietoa, tai muun paikkaa ilmentävän tiedon. Signaalin havainnoinnista vastaanotinmahdollisuuksineen on esimerkki kuviossa 4.

Kuvio 3 esittää periaatteen mittauksista ja laskennasta, ja käytetyistä parametreista akun eliniän ennustamisessa pilvipalvelimen ohjelmiston 31 avulla. Kyseinen ohjelmisto on kuvion keskiössä 31, ja sen käyttämät algoritmit, syöttötiedot ovat kuvion muina laatikkoina. Sisään laskentalogiikkaan tarvittavista tiedoista olennaisena osana on antureilta ja mittauspiiriltä itse monitoroitavilta akuilta saatavat mittaustulokset 32. Aiemmat mittaustulokset ovat saatavissa palvelimelle tallennetuista historiatiedoista 33, jotka käsittävät kaikkien järjestelmän monitoroimien akkujen aiemmat mittaustulokset. Järjestelmä sisältää mahdollisuuden muihin syöttötietoihin, jotka voivat olla manuaalisia tai automaattisia. Jälkimmäisestä tilanteesta esimerkkinä on internetin palvelimilta saatavien paikkakuntakohtaisten lämpötilaennusteiden käyttö 35 monitoroitavan akun tulevaisuuden olosuhteiden tarkempaa ennakointiin, ja käyttöön eliniän ennustamisessa. Olennaisena syöttötietona palvelimelle on myös akun paikannustieto 36, ja mittauksiin olennaisesti linkittyy kellotieto. Kello tai ajastin 37 voidaan sijoittaa palvelimelle ja kellotieto tai aikaleima voidaan sieltä käsin lähettää akun mittausyksikölle mittauskäskyn yhteydessä. Palvelin 31 voi siis aktiivisesti ohjata halutun mittauksen käyntiin halutulla ajanhetkellä.

Lisäksi kuviossa 3 on esitetty esimerkkejä elinkaaren ennustamisessa käytettävistä algoritmeista 34a-e, joita on kuvattu erityisesti edellä selostusosassa. Laskentaalgoritmi perustuu kiihdytettyyn elinkaarimittaukseen 34. Riippuen syöttöparamet-

20145523 PRH 03 -08- 2017

reista ja niiden lukumäärästä, valitaan malli sopivaksi. Esimerkkejä malleista on listattu kuvioon: Arrheniuksen malli 34a, Eyringin malli 34b, Livingstonin yhtälö 34c, Peck-laskentamalli 34d ja Weibullin malli 34e. Näistä laskentamalleista ja niiden käytöstä ja syöttöparametreista on tarkempaa kuvausta edellä. Tarvittaessa järjestelmässä voidaan käyttää jotakin muutakin mallia tai yksinkertaistaa tarkastelua tilanteeksi, jossa ennustettu elinikä päätellään suoraan esimerkiksi hälyttävän alhaisen akkujännitteen tai akkuhapon hälyttävän alhaisen ominaispainon perusteella. Tällöin voidaan ilman erityistä laskentaakin päätellä, että ennustettu elinikä on 0 eli akku on kuolleessa tilassa.

Keksinnön eräässä sovelluksessa voidaan tarvittaessa käyttää ennustamisessa kahden tai useamman edellä mainitun laskentamallin (tai mallin sijasta yhtälön) yhdistelmää.

Kuvion 3 algoritmin syöttöarvoina toimivia mittaustuloksia, palvelimella olevia aiemmin tallennettuja tietoja tai lopputuloksena saatavia elinikäennusteita tai hälytystyyppistä informaatiota voidaan antaa akun käyttäjän, omistajan, viranomaisen, ympäristöstä kiinnostuneen tahon, akkutiedosta kiinnostuneen tahon, palveluntarjoajan (asiasta kiinnostuneen yrityksen) tai paikannustiedoista kiinnostuneen tahon, viranomaisen tai yrityksen käyttöön. Tiedot voidaan varustaa auktorisoinnilla niin, että kullekin tietotyypille on annettu halutut oikeudet käyttäjä- tai käyttäjäryhmäkohtaisesti.

Keksinnön eräässä sovelluksessa paikannustoiminto signaalilähettimellä, antennilla ja tarvittavat anturit on sijoitettu itse akkuun tai akun välittömään läheisyyteen kuten sen ulkopinnalle, jolloin kaikki muu mittauksissa ja tarvittaessa ennustamisessa tarvittava logiikka ja ohjaus on sijoitettu akun ulkopuolelle. Kyseinen akun ulkopuolinen paikka voi olla ulkopuolinen palvelin, pilvipalvelu tai käyttäjän päätelaite tarvittavine sovelluksineen.

Keksinnön eräässä sovelluksessa mittausyksikkö lähettää akkuun liittyvää dataa suoraan käyttäjän päätelaitteelle. Eräässä toisessa sovelluksessa käyttäjä voi ottaa yhteyden omalta päätelaitteelta suoraan mittausyksikköön ja pääsee näin mittaustietoon käsiksi. Etenkin kuolleen akun paikannussignaalitieto voi hyvin kulkea suoraan matkapuhelinverkon tai Bluetoothin (BT) kautta, tai tarvittavan sovelluksen avulla suoraan akun ja käyttäjän välillä. Eräänä sovellusvaihtoehtona on käyttää langatonta lähiverkkoa eli WLAN:ia datan siirtoon mittausyksikön ja monitoroivan tahon palvelimen välillä. Eräässä sovelluksessa matkapuhelin toimii WLAN-tukiasemana, joka on lähiverkkoyhteydessä mittausyksikköön.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Keksinnön eräässä sovelluksessa mittausyksikön lähetin-vastaanottimena toimii käyttäjän oma matkapuhelin tai muu päätelaite, joka on Bluetooth- tai WLAN yhteydessä akun mittausyksikköön. Tällöin vastaava Bluetooth- tai WLAN-toiminnallisuus vaaditaan myös mittausyksikön päässä. Kun yhteys muodostuu esimerkiksi käyttäjän (ja samalla käyttäjän matkapuhelimen) tullessa riittävän lähelle ajoneuvoa (ja samalla akkua), mittausyksikkö lähettää muistiyksikköön tallennetun datan Bluetooth- tai WLAN-yhteyden yli. Mittaustieto saadaan näin suoraan käyttäjän matkapuhelimelle ilman erillistä ulkoista palvelinta. Mikäli halutaan analyysitoiminnot mukaan, matkapuhelin lähettää tiedot edelleen verkon yli palvelimelle. Tällöin saadaan tiedot akun toimintatilanteesta ja/tai tarvittaessa elinikäennusteesta ja/tai toimintaohjeesta myös matkapuhelimen näytölle puhtaan mittausdatan lisäksi.

Periaatteessa käyttäjän matkapuhelimen tilalla voi kyseisessä Bluetooth-sovelluksessa olla mikä tahansa muukin BT-yhteensopiva lähetin-vastaanotin, joka sijaitsee fyysisesti akun lähialueella. Kuvio 4a kuvaa käytöstä poistuneen akun paikannusta ja löytämistä käytännön esimerkkinä. Esimerkkipaikkana on kaatopaikan portti, johon on asennettu lähetin-vastaanotin 41. Vastaanotin kykenee mittaamaan aktiivisesti joko jatkuvasti tai vain kaatopaikan aukioloaikoina paikannussignaaleja, joita akun monitorointilaitteet lähettävät. Tilanteessa, jossa akku 11 on elinikänsä puolesta lopussa, paikannussignaali on aktivoitunut halutun ajan jälkeen (prosessi tähän kuvattu tarkemmin edellä). Tätä kuvaa paikannusmoduuli 16, joka lähettää paikannussignaalia langattomasti ympärilleen RF-signaalina. Kun kaatopaikan portista tulee sisään esimerkiksi jätekuorma tai käytöstä poistunut ajoneuvo, portin lähetin-vastaanotin havaitsee paikannussignaalitason nousevan jätekuorman ohikulun hetkellä, ja portin lähetin lähettää tästä tiedon kaatopaikan valvojalle tai vastaavalle taholle. Tieto voi olla myös hälytyksen muodossa portilla, jolloin kuorman erityislaatuisuus paljastuu ääni- tai valosignaalin muodossa suoraan portilla tai esimerkiksi valvomon tietokoneen näytöllä. Tällä tavoin ehkäistään se, että ongelmajätteeksi katsottava elinkaarensa lopussa oleva akku ehtisi sekoittumaan ja hukkumaan kaatopaikkajätteen sekaan. Järjestelmä mahdollistaa akkujen tehokkaan saattamisen kierrätykseen, ja uusiokäytön kautta pois luontoa pilaamasta.

Edellä mainittu sovellus voidaan toteuttaa myös langattoman lähiverkon avulla (WLAN) vastaavasti kuin Bluetoothilla.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Kiinteän porttivastaanottimen sijasta voidaan käyttää käsin käytettävää liikuteltavaa vastaanotinta, joka pystyy havaitsemaan akkujen paikannussignaaleja. Kun vastaanotettu RF-paikannussignaalin taso ylittää asetetun havaintokynnyksen, voidaan päätellä akun sijaitsevan tietyllä säteellä tätä liikuteltavaa ”paikannusharavaa”. Tämäntyyppistä laitetta voidaan käyttää käsikäyttöisesti akun tarkempaan paikantamiseen ja löytämiseen esimerkiksi kaatopaikkajätteiden seasta, mikäli porttivastaanotin ei ole ollut käytössä.

Em. tyyppisiä vastaanottimia voidaan eräässä sovellusvaihtoehdossa sijoittaa jäteautoihin tai muihin liikkuviin ajoneuvoihin. Tämä mahdollistaa tehokkaan akkujen keräämisen ja kierrätykseen saamisen jo ennen kuin jäteauton kuorma tyhjennetään kaatopaikalle. Liikuteltavissa oleva vastaanotin mahdollistaa vaikkapa kokonaisen taajaman skannaamisen kuolleista akuista, ja niissä kohdin, joissa vastaanotin antaa signaalin, voidaan suorittaa tarkempi etsintä käsivastaanottimen avulla. Tällaista etsintätapaa voidaan soveltaa laajemmin mihin tahansa tutkittavaan luonto-, kaupunki- tai vesistöalueeseen, joka halutaan tässä mielessä haravoida kuolleista akuista.

Edellä mainittua manuaalista etsintälaitetta esittelee kuvio 4b. Kuviossa käsivastaanotin, ts. paikannusharava 42, on käsin pideltävä liikuteltavissa oleva laite, jossa on vastaanotin paikannussignaalien ilmaisemiseksi. Paikannusharava antaa signaalin käyttäjälle, mikäli akun 11 paikannusmoduulin 16 lähettämä signaali näkyy vastaanottimelle 42. Kynnysetäisyys riippuu toki voimakkaasti siitä, mikä on paikannussignaalin voimakkuus lähetyspäässä. Tämä tulee asettaa käytäntöön sopivaksi.

Kuvio 5 esittää esimerkkiä, jossa paikannustiedon lähteenä toimii GPS-satelliitti 41 ja lisäksi mittausyksikön tieto lähetetään tietoliikenneverkon, kuten matkapuhelinverkon 61, välityksellä talteen palvelimelle 63. Laitesovelluksessa akun mittausyksikkö 14 on kiinnitetty akun 11 pystysuoraan sivupintaan. Mittausyksiköstä 14 on tarvittavat kytkennät akun jännitteen, akkunesteen, akun kapasiteetin jne. mittaamiseksi, kuten edellä on laajemmin kuvattu. Mittausyksikön ja paikannuksen käyttämä antenni 15 on kytketty mittausyksikköön sen lähetyskeila suunnattuna edulliseen suuntaan (esimerkiksi ylös, yläviistoon tai sivulle) datan kulkua ajatellen, toki olettaen että tyypillisessä käyttötilanteessa akku sijaitsee ”oikein päin” ja vaakatasossa. GPS-signaalin vastaanotin 42 on sijoitettu akun kylkeen, ja siitä on kytkentä mittausyksikölle 14 ja antennille 15. GPS-vastaanotin 42 ottaa vastaan satelliittien 41 (joista kuviossa ainoastaan yksi kpl) lähettämiä GPS-signaaleja, ja

20145523 PRH 03 -08- 2017

laskee näistä signaaleista paikkatietonsa tunnetusta tekniikasta tutulla tavalla. Tällä tavalla saadaan suoraan akun tai pariston kulloinenkin sijaintitieto tallennettua mittausyksikön 14 muistiin datamuodossa. Tällä tavoin vältetään se, että mittausyksikön lähettimen tarvitsisi lähettää esimerkiksi erityisen voimakasta signaalia, jotta mahdollinen vastaanotin voisi tunnistaa lähetteen riittävän etäältä pelkän amplitudin perusteella. Kun esimerkkisovelluksessa paikkatieto on mukana muun mittausdatan yhteydessä, voidaan lähettää haluttu mittaus- ja paikkatiedon yhdistelmä matkapuhelinverkon 61 välityksellä samaan tapaan kuin jos mittausyksikkö olisi erillinen matkapuhelin. Matkapuhelinverkkoa 61 kuvataan yksinkertaistetusti tukiasemin 62a, 62b (BS: Base Station) ja siihen on sisällytetty palvelin 63, johon tiedot tietoliikenneverkon yli kuljettuaan tallennetaan. Palvelin 63 voi olla pilvipalvelin, matkapuhelinverkon osana oleva palvelin, viranomaisen tai asiasta kiinnostuneen yrityksen palvelin, vain esimerkkeinä mainittuina. Palvelimelta puolestaan mittaustieto paikkatietoineen voidaan ohjata halutun tahon käyttöön, jota ilmentää kuvassa 5 oleva tietokone 64. Mikäli 63 edustaa pilvipalvelun palvelinta, päätelaite 64 voisi olla esimerkiksi ympäristöviranomaisen tai kaatopaikkayhtiön edustajan tietokone. Paikkatieto voisi tällaisessa sovelluksessa esimerkiksi karttamuodossa, jolta näkyisi halutulla alueella kaikki elinkaarensa lopussa olevat monitoroinnissa olevat akut. Eräänä datan ja algoritmitulosten ilmoittamisen vaihtoehtona on tiedottaa akkutietoa (käsittäen esimerkiksi tiedon jäljellä olevasta eliniästä, tai akun kuolemasta) suoraan matkapuhelinverkon 61 kautta akun haltijalle tai käyttäjälle 65 matkapuhelimeen tai muuhun päätelaitteeseen 66 esimerkiksi silloin, jos kyseessä on ajoneuvo tai henkilökohtainen laite. Jos monitoroitavana akkuna tai akkujärjestelmänä on esimerkiksi tehtaan koneen pää- tai varavoimalähde, tiedotus akun tilasta ja/tai eliniästä identifiointitietoineen voidaan ohjata laitteesta vastaavalle työntekijälle, tämän esimiehelle tai laitteistosta vastaavalle johtajalle 65 esimerkiksi hänen henkilökohtaiseen matkaviestimeensä 66.

Satelliitin kautta voidaan lähettää myös muuta dataa kuin paikkatietoa. Tämä tieto voi olla akun mittausyksikön kontrollerille tarkoitettua ohjaustietoa. Tietoon voi liittyä aikaviesti, ts. voidaan ohjeistaa ajanhetki, jolloin mittausdataa lähetetään mittausyksiköstä RF-teitse ulospäin.

Kuvio 6 esittää hieman vastaavantyyppistä sovellusta kuin kuvio 5, mutta GPS-paikannus on korvattu paikannussignaalin lähettämisellä paikannusmoduulin 16 ja mittausyksikön 14 antennin 15 välityksellä. Tietoliikenneverkko voi olla matkapuhelinverkko tai joku muu verkko, kuten kuviossa 5. Mittausyksikkö 14 on kiinnitetty esimerkiksi akun 11 yhteen sivuun tai sen päälle. Mittausyksikön 14 toiminnalli-

20145523 PRH 03 -08- 2017

suudet ovat samat kuin mitä edellä on kuvattu, tarvittavine antureineen ja kytkentöineen. Mittausyksikkö 14 sisältää paikallisen tallennusmoduulin (eli muistin), jota voidaan tyhjentää halutuin ajanhetkin, esimerkiksi heti sen jälkeen, kun on saatu kuittaus aiemmin tallennetun datan lähetyksestä ja tallennuksesta palvelimelle. Paikannusmoduuli 16 tuottaa paikannussignaalin aktivoinnin, kun dataa halutaan lähettää. Tyyppiesimerkki paikannussignaalin lähetyshetken laukaisemisesta on akun oleminen toimintakyvyttömänä riittävän pitkän aikaa. Laitteisto sisältää myös mittausyksikön varavoimalähteen (ei kuviossa), joka aktivoituu silloin kun itse akku ei pysty enää virtaa ulos antamaan. Paikannussignaali otetaan vastaan matkapuhelinverkossa 61, jota on kuvattu tukiasemilla 62a, 62b ja tiedon verkkoon tallentamisen välinettä kuvaa palvelin 63, johon lähetetty paikannustieto ja haluttu mittausdata lopulta tallennetaan. Datan analyysi eliniän ennustamisineen voidaan tehdä palvelimella 63, mutta mahdollista on myös ohjata tämä vaihe suoritettavaksi esimerkiksi palveluntarjoajan palvelimella tai päätelaitteella 64 ohjelmallisesti. Itse mittaustiedon (ja tarvittaessa ennustustiedon) lähetys ja informoiminen halutuille tahoille voidaan toteuttaa palveluntarjoajan (tai viranomaisen tai vastaavan) päätelaitteelle 64, tai loppukäyttäjän 65 kuten akun omistajan käsikäyttöiselle laitteelle kuten tabletille tai matkapuhelimeen 66. Tässä pätee samat vaihtoehdot kuin mitä edellä olevien esimerkkien yhteydessä on kuvattu.

Eräässä keksinnön sovelluksessa lähetettävä paikannussignaali sisältää myös akun identifiointiin liittyvää tietoa. Tällaista tietoa on esimerkiksi akun omistajan nimi, tai akun sarjanumero ja tyyppi. Kun palvelimelle saapuu tietoja kuolleista akuista, tai karttasovelluksessa näkyy kuolleiden akkujen sijainnit pisteinä, näiden akkujen omistajat saadaan tällä tavalla palvelimelta tai mahdollisesti useamman rekisterin tietoja yhdistelemällä selville.

Eräässä keksinnön sovelluksessa mittausyksikön lähettämää paikannustietoa voidaan käyttää muihinkin palvelusovelluksiin kuten esimerkiksi luvatta käyttöön otetun ajoneuvon paikantamiseen. Viranomaisille tämä sovellus tarjoaa uudentyyppisen työkalun varastettujen ajoneuvojen paikallistamiseen ja tähän liittyvien rikosten selvittämiseen.

Edellä mainittua palvelusovelluskonseptia voidaan laajentaa niin, että esillä olevan keksinnön tarjoamaa dataväylää ajoneuvon akun yhteydessä olevan mittausyksikön ja ulkopuolisen tahon välillä käytetään myös muuntyyppisiin älykkäisiin tiedonvälityssovelluksiin, joita uudempiin ajoneuvoihin ja automalleihin on tarjolla. Tieto otetaan tällöin ajoneuvon omasta dataväylästä ja se ohjataan keksinnön mittaus-

20145523 PRH 03 -08- 2017

yksikön ja tiedon vastaanottajan välillä olevaan edellä kuvattuun dataväylään. Kyseeseen tulevia palveluja ovat ajoneuvon ajoparametreihin, ajotapaan, jäljellä olevan polttoaineen ilmoittamiseen, hälytyssovellukseen (ilmoitus hätäkeskukseen onnettomuustilanteessa) onnettomuuden sattuessa ja erilaisiin muistutuksiin liittyvien tietojen lähetys ja vastaanotto järjestelmän ja kuljettajan välillä. Lisäsovellusmahdollisuuksia ovat erilaisten vikakoodien lähetys ja vikailmoitukseen vastaaminen palvelukeskuksesta, moottorin erilaisten toimintaparametrien luku ja lähetys, ajoneuvon paikannus navigointisovelluksia ja varkaus- sekä hätätilanteita varten ja myös pysäköidyn auton löytämistä varten. Palveluja voidaan kutsua etädiagnostiikaksi, jolloin auton moottorin, akun ja ohjauslaitteiden tilaa voidaan tarkkailla jatkuvasti. Älykkäät sovellukset käsittävät laajan kirjon palveluja, joita ajoneuvojen käyttäjät voivat sattua tarvitsemaan, tai joista on hyötyä ajotavan, -reittien, ulkopuolisten palvelujen tai hätäkeskuspalvelujen informoimisessa ja hankkimisessa. Palveluita voivat olla myös esimerkiksi hinaus- ja tiepalvelun mahdollisuudet ajoneuvon sijaintitietojen perusteella, säätietojen ilmoittaminen kuljettajalle, reittitietojen ehdottamiset esimerkiksi säätilan muutosten takia, ajotapaohjeiden lähettäminen, ajopäiväkirjan ja kuljettujen reittien tallentaminen ja ylläpitäminen tietokannassa (esimerkiksi työ- ja vapaa-ajan ajojen helppo erottaminen toisistaan matkalaskujen tekemistä varten työnantajalle), auton polttoaineenkulutuksen reaaliaikainen ilmoittaminen ja määräaikaishuoltoihin sekä katsastukseen liittyvien muistutusten ja ajoneuvon huoltostatukseen (esimerkiksi: koska noudettavissa valmiina huollosta?) liittyvien ilmoitusten lähetys ajoneuvon haltijalle tai muulle ajoneuvosta vastaavalle taholle. Palvelut voidaan toteuttaa älypuhelinsovelluksena, jolloin käyttäjällä on aina helppo pääsy ajoneuvoa koskevaan tietoon, oli käyttäjä autossa, sen lähellä valmiina liikkeelle lähtöön tai esimerkiksi kotona tai työpaikalla. Tieto voidaan lähettää yhdessä tai sarjamuodossa akkuun liittyvän datan ohessa.

Edellä mainittu dataväylä tiedon kuljettamiseen antaa esimerkiksi mahdollisuuden tallentaa ajodataa muistiin halutun ajan verran, ja kontrolleri voi sykleittäin lähettää tallennetut datat palvelimelle. Tallennetussa ajodatassa ja akkudatassa voi olla pieniä tavallisuudesta poikkeavia arvoja, jotka eivät suoraan näy jokapäiväisessä ajossa, mutta josta saattaa kummuta vika myöhemmin. Kun varsinainen ajoon vaikuttava vika lopulta ilmaantuu, vanhasta tallennetusta ajo- ja akkudatasta voidaan tehdä analyysiä, ja tutkia esimerkiksi poikkeamia tyypillisistä parametriarvoista kyseisellä ajoneuvolla tarkasteltavissa ajo-olosuhteissa. Analyysi antaa mahdollisuuden analysoida ja selvittää harvinaisempia vikoja, ja puuttua niiden syihin, jotka saattaisivat muuten olla hyvin vaikeata selvittää.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Edellä esitellyissä kuvioissa oleva käyttäjän päätelaite tai tietokone voi edelleen olla ajoneuvon haltijan älypuhelin, mutta se voi olla myös huoltoliikkeen työntekijän tai palvelukeskuksen asiakaspalveluhenkilökunnan käytössä oleva päätelaite, tai suoraan hälytyskeskuksen tai viranomaisen tavoittava datayhteys.

Keksinnön etuina on se, että keksinnön monitoroinnilla ja akkujen eliniän ennustamisella voidaan välttää turhia akkujen vaihtoja. Kun paikannuksen avulla saadaan käytöstä poistuneet akut kerättyä tehokkaasti talteen, voidaan vähentää luontoon ja kaatopaikoille jäävää ongelmajätettä. Akkujen uusiokäyttöön kierrättämistä saadaan näin tehokkaasti parannettua liki 100 %:een kiertoon. Lisäksi datan keräämisen hyöty on se, että kuluttajat saavat erimerkkisiin ja erityyppisiin akkuihin liittyvää suorituskyky- ja laatutietoa ja voivat tätä kautta valita parhaan akun. Samaten akkujen valmistajille tuotettu tieto antaa mahdollisuuden kehittää entistäkin parempia akkuja.

Eräänä etuna on satelliittien eli GPS-vastaanoton mahdollistama sovellus, jossa kaikki elinikänsä lopussa olevat akut voidaan halutulla alueella paikallistaa ja esittää sähköisellä kartalla. Kartalle merkityt akut antavat näin havainnollisessa muodossa viranomaiselle tai yritykselle tiedon kierrätykseen kerättävän ongelmajätteen sijaintipaikoista. Käyttökohteella on todella laajat edut aina ympäristönsuojelusta lähtien, ja jo luontoon joutuneiden akkujen keräys nopeutuu huomattavasti.

Esillä oleva keksintö mahdollistaa lukuisia kaupallisia sovellutuksia kuten langaton akkutesteri, akun kunnon seuranta langattomasti, hylätyn tai elinikänsä lopussa olevan akun paikannusmoduuli, akun elinkaaren loppumisesta etu- tai jälkikäteen ilmoittava varoitustoiminto tai -moduuli, akkujen tietojen keräysmoduuli ja mittaustulosten analysointi.

Eräässä keksinnön sovelluksessa paikannussignaalia ei lähetetä ainoastaan silloin, kun akku on kuollut. Paikannussignaalia voidaan nimittäin hyödyntää jo akun normaalinkin toiminnan aikana, esimerkiksi ajoneuvon käyttötapojen ja ajotyylin seurannassa, ajoneuvon säilytysolojen (lämpötila parkissa ja ajossa ollessa) seurannassa sekä akun latautumisen ja purkautumisen seurannassa. Lisäksi paikannussignaalia voisi periaatteessa käyttää laajemmin ajatellen ajoneuvon ja akkujen käyttöparametrien lähetysvälineenä jo akun normaalin käytön aikana, jolloin tietoon mahdollisesti voitaisiin liittää myös lähettävien ajoneuvojen paikkatiedot. Tällöin voitaisiin kerätä paikkaan tai alueeseen sidottua ajoneuvo- ja olosuhdetietoa, jota voitaisiin kerätä erilliseen tietokantaan tiedon jatkokäsittelyä tai tiedon esittämistä varten.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Etuna on myös se, että mittausyksikköä antureineen, jossa on mukana kiihtyvyysanturi, voidaan käyttää ajoneuvon kokeman onnettomuuden ilmoittamiseen ilman erillistä hätäpuhelun soittoa. Tieto pelastusviranomaisille mahdollisesta vakavasta liikenneonnettomuudesta saadaan näin aiempaa nopeammin välitettyä viranomaisille, ja apukin saadaan välitettyä paikalle entistä ripeämmin.

Esitetty keksintö ei rajoitu pelkästään edellä esitettyihin sovelluksiin, vaan keksinnön sovellusmuodot voivat vaihdella patenttivaatimusten määräämän suojan piirissä.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Patenttivaatimukset

1. Akun (11), sisältäen myös pariston, monitorointilaite (14) akun tai ainakin yhden pariston ominaisparametrien, ympäristöparametrien ja/tai sijainnin mittaamiseksi, joka monitorointilaite (14) käsittää:

– ainakin yhden mittausvälineen (14b, 14c, 14d) ainakin yhden akku- tai ympäristöparametrin mittaamiseksi, johon kuuluu ainakin akkujännitteen mittaus,

– paikannusvälineet (14a, 16, 42) akun sijainnin ilmaisemiseksi,

– datan lähetysvälineet (14a, 16) mitattujen tietojen ja/tai sijaintitiedon lähettämiseksi akkua monitoroivalle taholle (12, 13, 63, 64, 66),

– kontrollerin (14e) mittausten ja datalähetysten ohjaamiseksi,

– muistiyksikön mittaustietojen ja parametrien tallentamiseksi,

tunnettu siitä, että monitorointilaite (14) edelleen käsittää:

– ajasta kirjaa pitävän komponentin (37) tai joka monitorointilaite (14) saa aikatiedon akkua monitoroivan tahon hallinnoimalta palvelimelta (12, 63, 64), joka aikatieto annetaan aikaleimana saaduille mittaustiedoille, ja

– datan lähetysvälineet (14a, 16) on järjestetty lähettämään paikannussignaalia tai paikan ilmaisevaa dataa palvelimelle (12, 63, 64), kun mitattu akkujännite alittaa asetetun kynnysarvon, ja kun lisäksi kynnysarvo alittuu vähintään asetetun ajanjakson verran mitattujen akkujännitteiden aikaleimoista tarkasteltuna, jolloin akku ei ole hengissä eikä palaa toimintakykyiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että monitorointilaite (14) käsittää:

– antennin (15) mittaustietojen lähettämiseksi radioteitse muistiyksiköstä palvelimelle (12, 63, 64) tai tietoliikenneverkkoon (61), jossa datan lähetysvälineiltä (14a, 16) on kytkentä antennille (15).

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että ainakin yksi mittausväline (14b, 14c, 14d) on järjestetty mittaamaan ainakin yhtä seuraavista:

20145523 PRH 03 -08- 2017

– lämpötila, ympäristön kosteusprosentti ja/tai ilmanpaine, akkujännite, akun antovirta, latausjännite, purkaussyvyys, akun jäljellä oleva kapasiteetti, akkunesteen konsentraatio tai ominaispaino, purkaus- ja lataussyklin pituus, absoluuttinen lukumäärä tai lukumäärä aikayksikköä kohden, akussa vallitseva sähkökentän tai magneettikentän voimakkuus, tai akun asentotieto.

4. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–3 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että monitorointilaite (14) käsittää ainakin yhden kiihtyvyysanturin tärinän ja/tai törmäyksen ja/tai akun liikkeen ja/tai akun asennon havainnoimiseksi.

5. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–4 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että monitorointilaite (14) käsittää tiedon monitoroitavan akun tyypistä ja/tai mallista ja/tai merkistä ja/tai tunniste- tai sarjanumerosta ja/tai valmistusvuodesta, ja/tai akun omistajasta.

6. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–5 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että data ja paikannussignaali lähetetään akkua monitoroivan tahon hallinnoimalle palvelimelle (12, 63, 64).

7. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–6 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että monitorointilaite (14) saa syöttöenergiansa akusta (11) sen ollessa toimintakykyinen, ja kun akku ei ole toimintakykyinen, aktivoidaan syöttö erilliseltä virtalähteeltä, joka on kytketty monitorointilaitteeseen (14).

8. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–7 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että monitorointilaite (14) lähettää mitatut tiedot ja sijaintitiedon matkapuhelin- (61) tai WLAN-verkon tai Bluetooth-yhteyden avulla palvelimelle (63, 64).

9. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–8 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että paikannusväline (14a, 16, 42) on GPS-vastaanotin (42), ja paikan ilmaiseva data on GPS-vastaanottimen laskema GPS-paikkatieto.

10. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 1–9 mukainen monitorointilaite, **tunnettu** siitä, että monitorointilaite (14) käsittää datan vastaanottovälineet ja monitorointilaite on järjestetty välittämään ajoneuvon omasta dataväylästä saatavilla olevia tietoja ja muuta palveludataa vastaanottavan palveluntarjoajan ja ajoneuvon käyttäjän (65) välillä kumpaankin suuntaan.

20145523 PRH 03 -08- 2017

11. Akun tai paristojen (11) monitorointilaitteen (14) valmistusmenetelmä, joka monitorointilaite on järjestetty akun tai ainakin yhden pariston ominaisparametrien, ympäristöparametrien ja/tai sijainnin mittaamiseksi, jossa valmistusmenetelmässä:

– sijoitetaan ainakin yksi mittausväline (14b, 14c, 14d), ainakin yhden akku- tai ympäristöparametrin mittaamiseksi, johon kuuluu ainakin akkujännitteen mittaus, ja datan lähetysvälineet (14a, 16), mitattujen tietojen ja/tai sijaintitiedon lähettämiseksi akkua monitoroivalle taholle (12, 13, 63, 64, 66), yhdelle tai useammalle piirilevylle muodostaen mittausyksikön (14), ja

– kytketään mittausyksikköön (14) paikannusvälineet (14a, 16, 42) akun (11) sijainnin ilmaisemiseksi,

– liitetään mittausyksikköön (14) kontrolleri (14e) mittausten ja datalähetysten ohjaamiseksi,

– liitetään mittausyksikköön (14) muistiyksikkö mittaustietojen ja parametrien tallentamiseksi,

tunnettu siitä, että valmistusmenetelmässä edelleen

– liitetään mittausyksikköön (14) ajasta kirjaa pitävä komponentti (37) tai joka monitorointilaite (14) saa aikatiedon akkua monitoroivan tahon hallinnoimalta palvelimelta (12, 63, 64), joka aikatieto annetaan aikaleimana saaduille mittaustiedoille, ja että

– kontrolleri (14e) on järjestetty asettamaan datan lähetysvälineet (14a, 16) lähettämään paikannussignaalia tai paikan ilmaisevaa dataa palvelimelle (12, 63, 64), kun mitattu akkujännite alittaa asetetun kynnysarvon, ja kun lisäksi kynnysarvo alittuu vähintään asetetun ajanjakson verran mitattujen akkujännitteiden aikaleimoista tarkasteltuna, jolloin akku ei ole hengissä eikä palaa toimintakykyiseksi.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen monitorointilaitteen valmistusmenetelmä, **tunnettu** siitä, että:

– kytketään mittausyksikkö (14) antenniin (15) mittaustietojen lähettämiseksi radioteitse muistiyksiköstä palvelimelle (12, 63, 64) tai tietoliikenneverkkoon (61), jossa datan lähetysvälineiltä (14a, 16) on kytkentä antennille (15).

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen monitorointilaitteen valmistusmenetelmä, **tunnettu** siitä, että:

20145523 PRH 03 -08- 2017

– kytketään monitorointilaitteeseen (14) erillinen virtalähde, jonka syöttö aktivoidaan, kun akku (11) ei ole toimintakykyinen.

14. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 11–13 mukainen monitorointilaitteen valmistusmenetelmä, **tunnettu** siitä, että:

– mittausyksikkö (14) on akun valmistuksen yhteydessä integroitu akun (11) valumassan sisään joko osittain tai kokonaan.

15. Jonkin aiemman patenttivaatimuksen 11–13 mukainen monitorointilaitteen valmistusmenetelmä, **tunnettu** siitä, että:

– mittausyksikkö (14) on akun valmistuksen yhteydessä sijoitettu akun (11) ulkopuolelle kiinnitettynä sen ulkopintaan.

20145523 PRH 03 -08- 2017

Patentkrav

1. Monitoreringsapparat (14) för en ackumulator (11), innefattande även ett batteri, för att mäta en ackumulators eller åtminstone ett batteris intrinsiska parametrar, miljöparametrar och/eller position, vilken monitoreringsapparat (14) omfattar:

– åtminstone ett mätningsredskap (14b, 14c, 14d) för mätning av åtminstone en ackumulator- eller miljöparameter, vartill hör åtminstone mätning av akumulatorspänningen,

– positioneringsredskap (14a, 16, 42) för uttryckande av ackumulatorns position,

– dataöverföringsredskap (14a, 16) för att skicka den uppmätta datan och/eller positionsdatan till en part (12, 13, 63, 64, 66) som monitorerar ackumulatorn,

– en kontroller (14e) för styrande av mätningarna och dataöverföringarna,

– en minnesenhet för att lagra mätningsdatan och parametrarna,

kännetecknad av att monitoreringsapparaten (14) vidare omfattar

– en komponent (37) som bokför tid eller vilken monitoreringsapparat (14) får tidsinformation från en server (12, 63, 64) som administreras av parten som monitorerar ackumulatorn, vilken tidsinformation ges som en tidsstämpel till den erhållna mätningsdatan, och

– dataöverföringsredskapen (14a, 16) har anordnats att sända en positioneringssignal eller data som uttrycker position till servern (12, 63, 64), då den uppmätta ackumulatorspänningen går under ett bestämt tröskelvärde, och då därtill tröskelvärdet gås under åtminstone en bestämd tidsperiod, kollat från de uppmätta ackumulatorspänningarnas tidsstämplar, varvid ackumulatorn inte är vid liv eller återgår till funktionsduglighet.

2. Monitoreringsapparat enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att monitoreringsapparaten (14) omfattar:

– en antenn (15) för att sända via radio mätningsdata från minnesenheten till en server (12, 63, 64) eller ett telekommunikationsnät (61), där dataöverföringsredskapen (14a, 16) är kopplade till antennen (15).

20145523 PRH 03-08-2017

3. Monitoreringsapparat enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknad** av att åtminstone ett mätningsredskap (14b, 14c, 14d) är anordnat att mäta åtminstone ett av de följande:

– temperatur, omgivningens fuktprocent och/eller lufttryck, ackumulatorspänning, ackumulatorns utström, laddningsspänning, urladdningsnivå, ackumulatorns kvarvarande kapacitet, ackumulatorvätskans koncentration eller densitet, urladdnings- och laddningscykelns längd, absolut antal eller antal per tidsenhet, styrka hos elektriska fältet eller magnetiska fältet i ackumulatorn, eller ackumulatorns positionsdata.

4. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–3, **kännetecknad** av att monitoreringsapparaten (14) omfattar åtminstone en accelerationssensor för att upptäcka vibration och/eller krock och/eller ackumulatorns rörelse och/eller ackumulatorns position.

5. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–4, **kännetecknad** av att monitoreringsapparaten (14) omfattar information om den monitorerade ackumulatorns typ och/eller modell och/eller märke och/eller identifierings- eller serienummer och/eller framställningsår, och/eller ackumulators ägare.

6. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–5, **kännetecknad** av att datan och positioneringssignalen sänds till en server (12, 63, 64) som administreras av parten som monitorerar ackumulatorn.

7. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–6, **kännetecknad** av att monitoreringsapparaten (14) får sin inmatningsenergi från ackumulatorn (14) då den är funktionsduglig, och då ackumulatorn inte är funktionsduglig aktiveras inmatning från en skild strömkälla, som är kopplad till monitoreringsapparaten (14).

8. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–7, **kännetecknad** av att monitoreringsapparaten (14) sänder den uppmätta datan och positionsdatan till servern (63, 64) med hjälp av ett mobil- (61) eller WLAN-nät eller Bluetooth-anslutning.

9. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–8, **kännetecknad** av att positioneringsredskapet (14a, 16, 42) är en GPS-mottagare (42), och datan som uttrycker position är GPS-positionsdata uträknad av GPS-mottagaren.

20145523 PRH 03 -08- 2017

10. Monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 1–9, **kännetecknad** av att monitoreringsapparaten (14) omfattar datamottagningsredskap och monitoreringsapparaten är anordnad att vidarebefordra information som fås från fordonets egna databuss och annan servicedata mellan den mottagande serviceproducenten och fordonets användare (65) i båda riktningarna.

11. Framställningsförfarande för en monitoreringsapparat (14) för en ackumulator eller batterier (11), vilken monitoreringsapparat är anordnad att mäta en ackumulators eller åtminstone ett batteris intrinsiska parametrar, miljöparametrar och/eller position, i vilket framställningsförfarande man:

– placerar åtminstone ett mätningsredskap (14b, 14c, 14d) för mätning av åtminstone en ackumulator- eller miljöparameter, vartill hör åtminstone mätning av akumulatorspänningen, och dataöverföringsredskap (14a, 16) för att skicka den uppmätta datan och/eller positionsdatan till en part (12, 13, 63, 64, 66) som monitorerar ackumulatorn, på en eller flera kretsskivor, därmed utformande en mätningsenhet (14), och

– kopplar positioneringsredskap (14a, 16, 42) för uttryckande av ackumulatorns (11) position till mätningsenheten (14),

– kopplar en kontroller (14e) för styrande av mätningarna och dataöverföringarna till mätningsenheten (14),

– kopplar en minnesenhet för lagrande av mätningsdata och parametrar till mätningsenheten (14),

kännetecknat av att man i framställningsförfarandet vidare

– kopplar en komponent (37) som bokför tid till mätningsenheten (14) eller vilken monitoreringsapparat (14) får tidsinformation från en server (12, 63, 64) som administreras av parten som monitorerar ackumulatorn, vilken tidsinformation ges som en tidsstämpel till den erhållna mätningsdatan, och att

– kontrollern (14e) är anordnad att få dataöverföringsredskapen (14a, 16) att sända en positioneringssignal eller data som uttrycker position till servern (12, 63, 64), då den uppmätta ackumulatorspänningen går under ett bestämt tröskelvärde, och då därtill tröskelvärdet gås under åtminstone en bestämd tidsperiod, kollat från de uppmätta ackumulatorspänningarnas tidsstämplar, varvid ackumulatorn inte är vid liv eller återgår till funktionsduglighet.

20145523 PRH 03-08-2017

12. Framställningsförfarande för en monitoreringsapparat enligt patentkrav 11, **kännetecknat** av att

– man kopplar mätningsenheten (14) till en antenn (15) för att sända via radio mätningsdata från minnesenheten till en server (12, 63, 64) eller ett telekommunikationsnät (61), där dataöverföringsredskapen (14a, 16) är kopplade till antennen (15).

13. Framställningsförfarande för en monitoreringsapparat enligt patentkrav 11 eller 12, **kännetecknat** av att

– man kopplar till monitoreringsapparaten (14) en skild strömkälla, vars inmatning aktiveras, då ackumulatorn (11) inte är funktionsduglig.

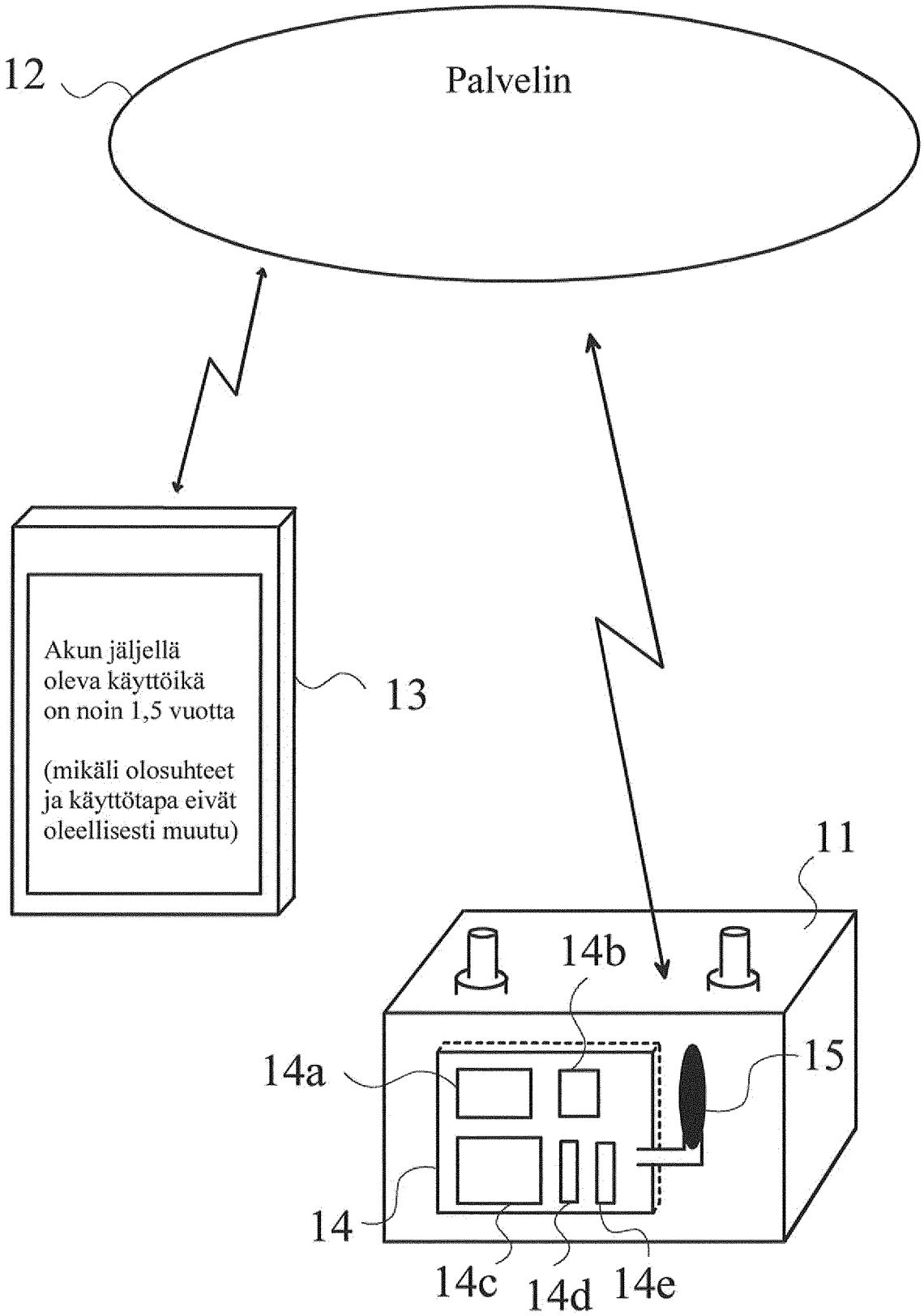
14. Framställningsförfarande för en monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 11–13, **kännetecknat** av att

– mätningsenheten (14) i samband med ackumulatorns framställning har integrerats i ackumulatorns (11) gjutmassa antingen delvis eller helt.

15. Framställningsförfarande för en monitoreringsapparat enligt något av de föregående patentkraven 11–13, **kännetecknat** av att

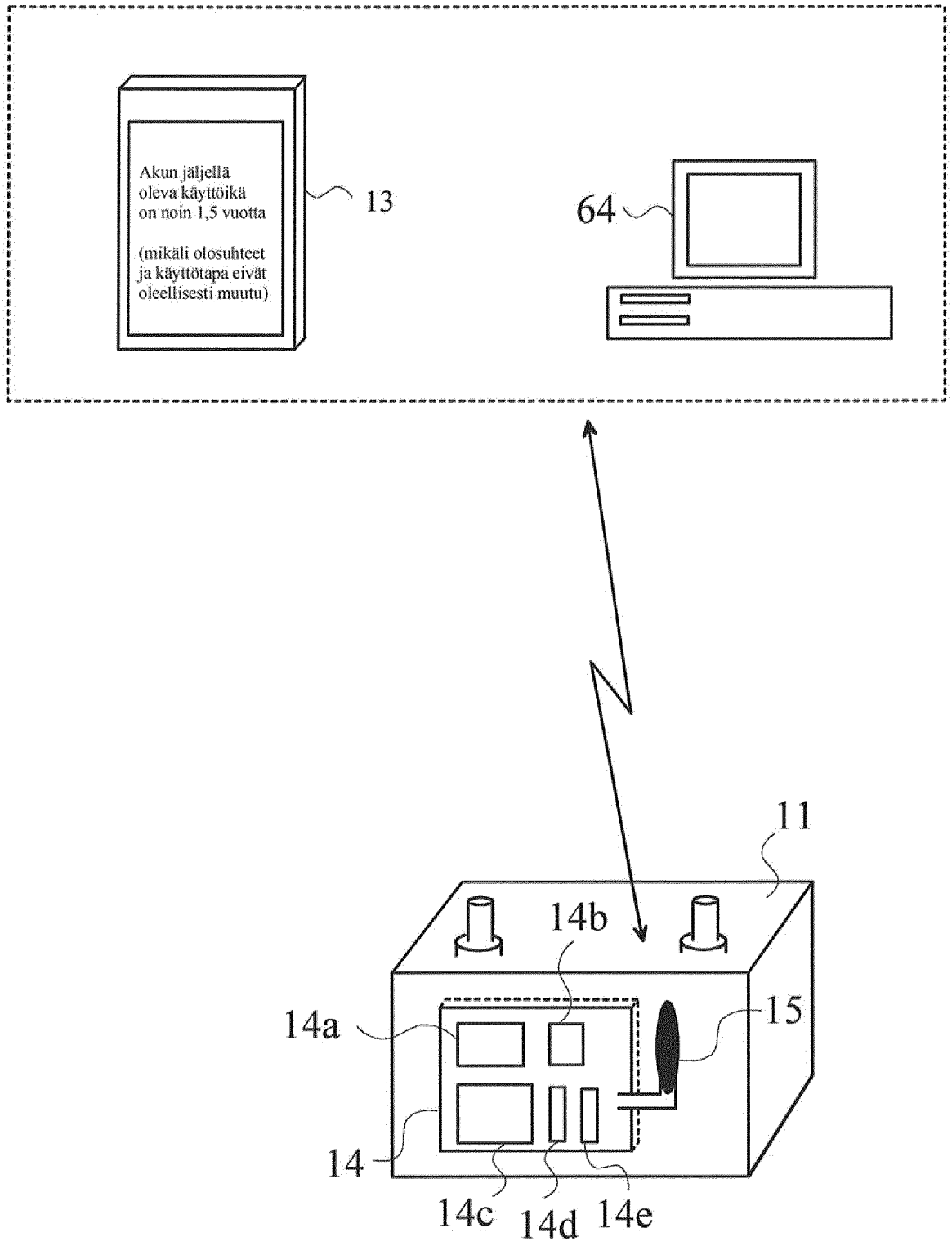
– mätningsenheten (14) i samband med ackumulatorns framställning har placerats på utsidan av ackumulatorn (11), fäst vid dess yttre yta.

20145523 PRH 03 -08- 2017



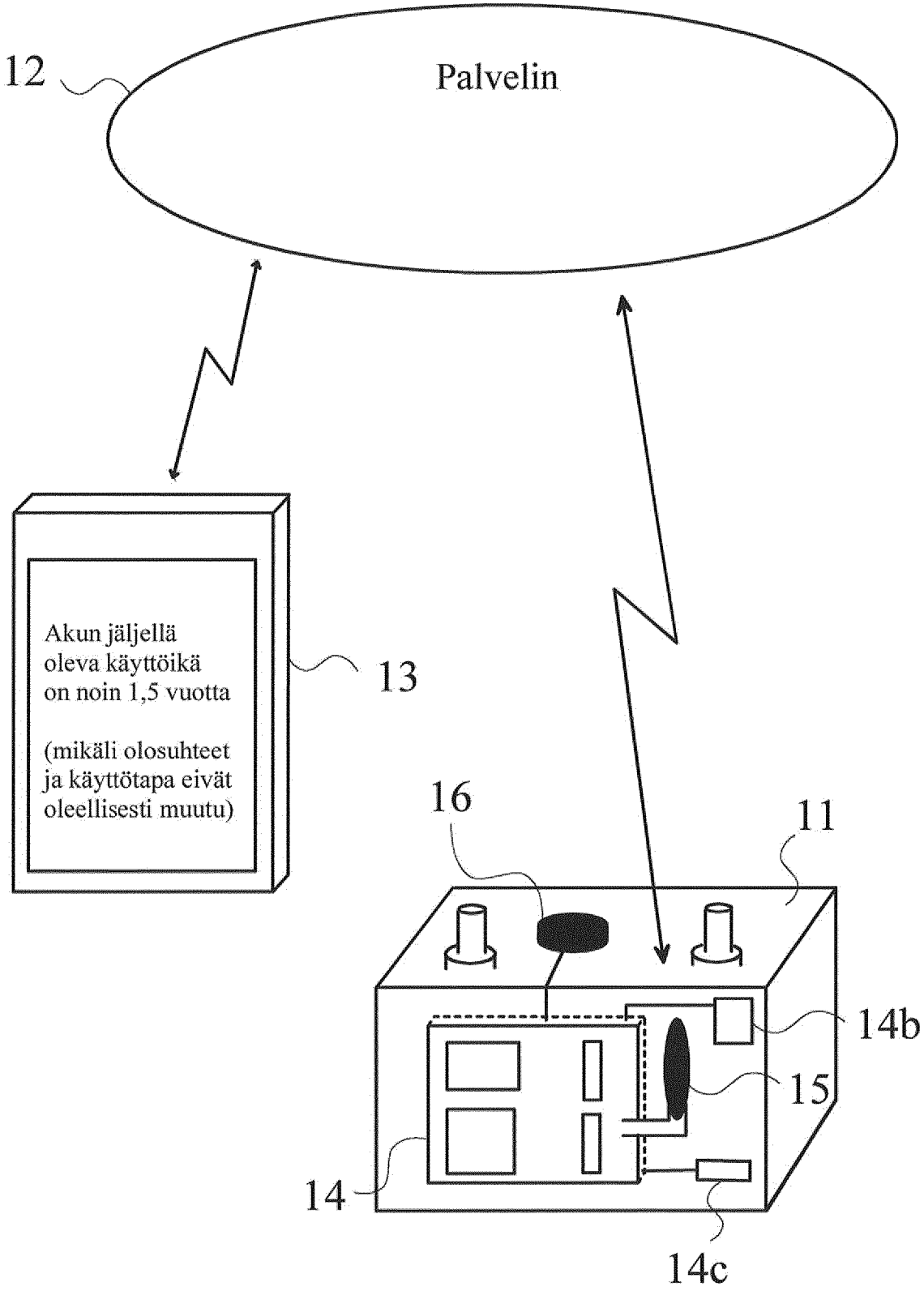
Kuvio 1a

20145523 PRH 06 -06- 2014



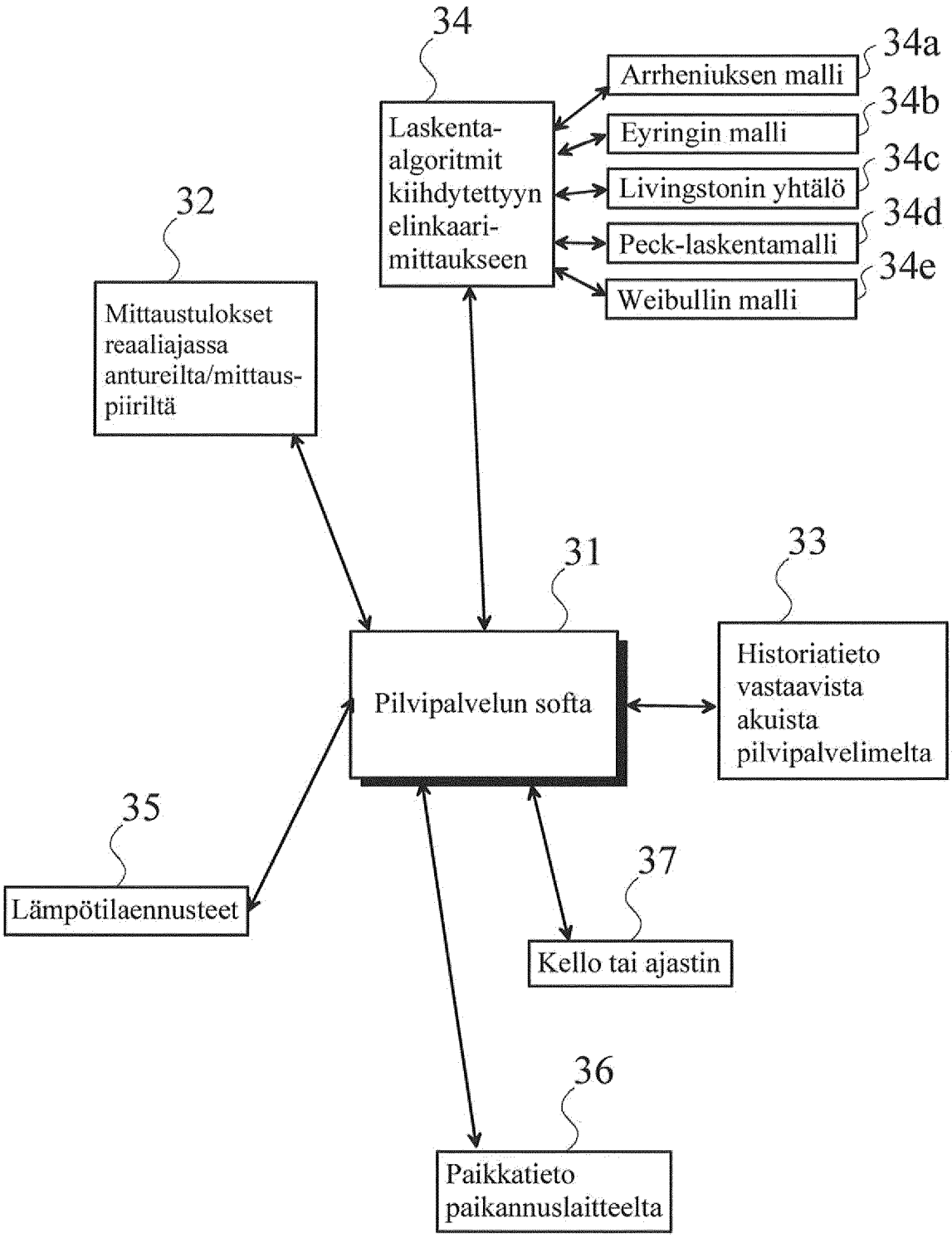
Kuvio 1b

20145523 PRH 06 -06- 2014



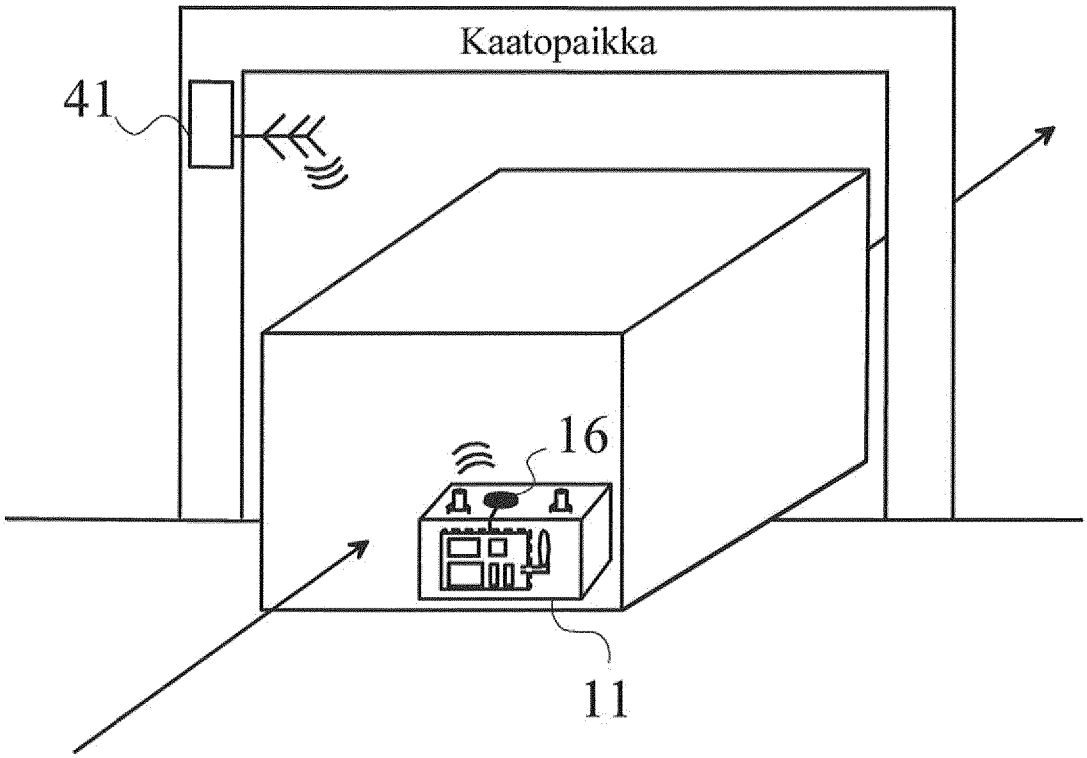
Kuvio 2

20145523 PRH 06 -06- 2014



Kuvio 3

20145523 PRH 06 -06- 2014

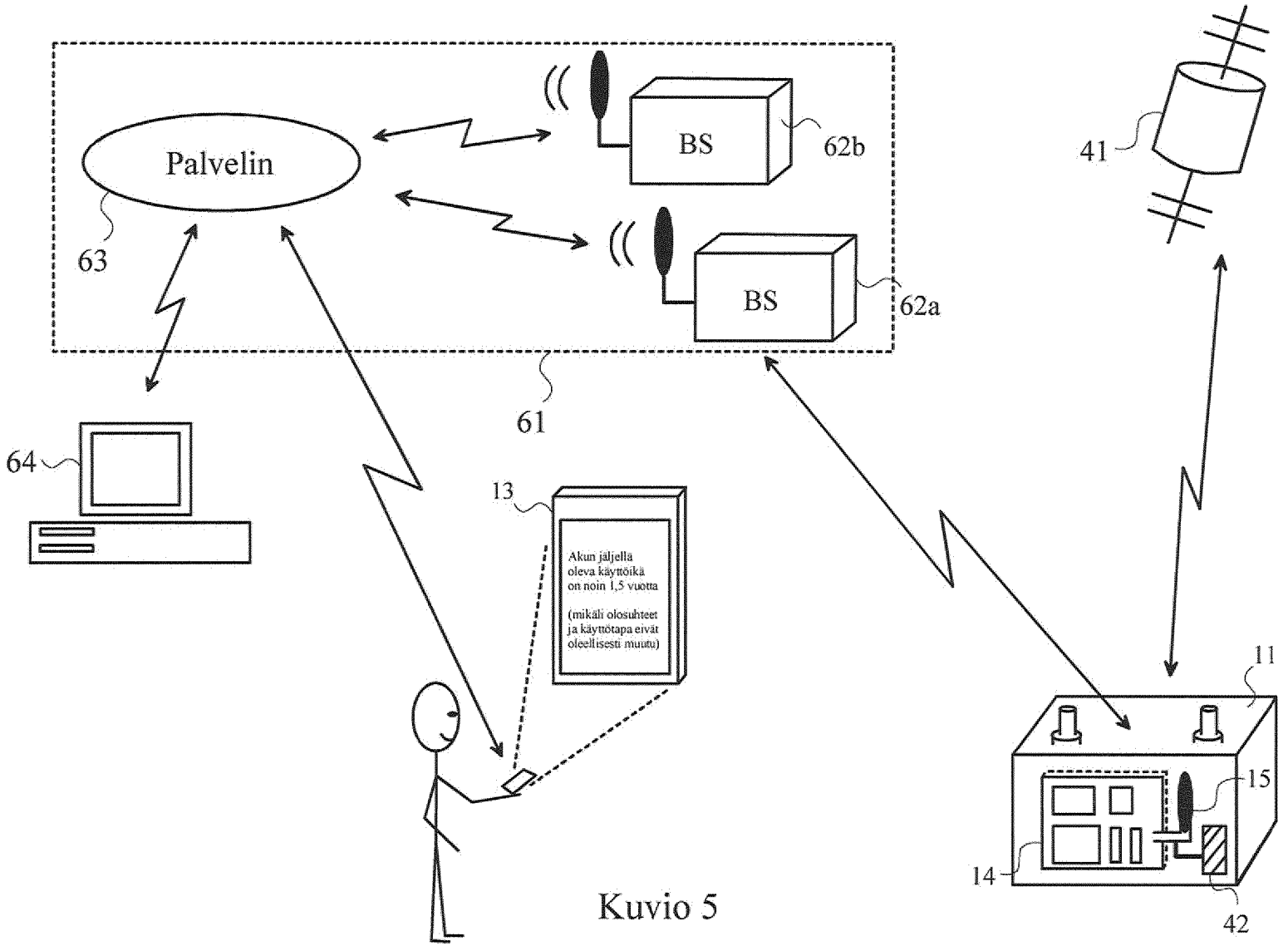


Kuvio 4a

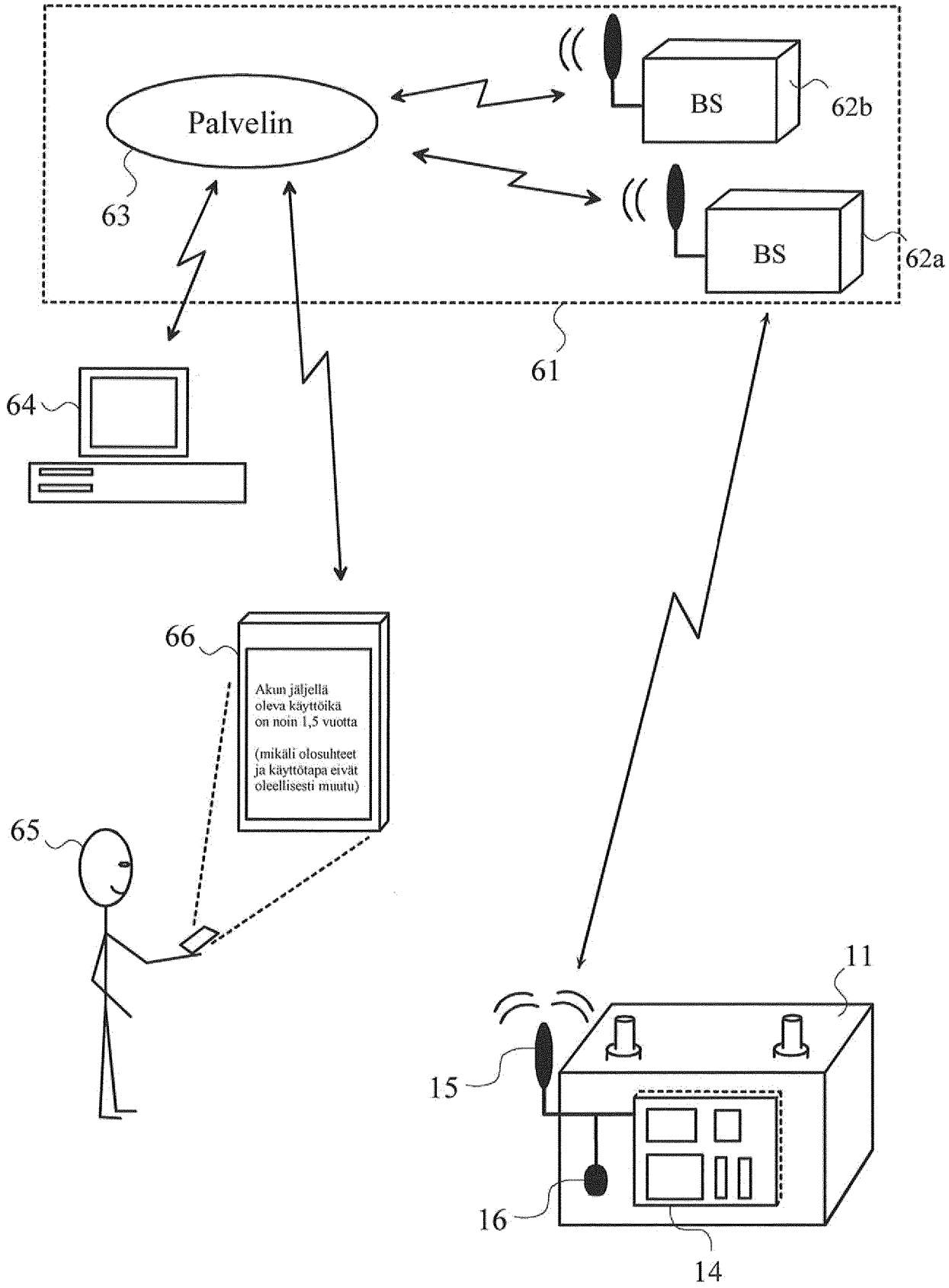


Kuvio 4b

20145523 PRH 06 -06- 2014


Palvelin
63
BS
62b
BS
62a
61
41
64
13
Akun jäljellä oleva käyttöikä on noin 1,5 vuotta
(mikäli olosuhteet ja käyttötapa eivät oleellisesti muutu)
11
15
14
42

Kuvio 5



Kuvio 6

20145523 PRH 06 -06- 2014