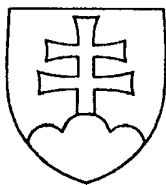


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA
VYNÁLEZU

(21) Číslo dokumentu:

319-95

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl. 6 :

H 02 J 7/10

- (22) Dátum podania: 14.07.93
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 943 798
(32) Dátum priority: 11.09.92
(33) Krajina priority: US
(43) Dátum zverejnenia: 09.08.95
(86) Číslo PCT: PCT/CA93/00290, 14.07.93

(71) Prihlasovateľ: INCO LIMITED, Toronto, Ontario, CA;
NORVIK TECHNOLOGIES, INC., Mississauga, Ontario, CA;

(72) Pôvodca vynálezu: Nor Jiří K., Oakville, Ontario, CA;
Soltys Josef V., Oakville, Ontario, CA;
Ettel Victor Alexander, Mississauga, Ontario, CA;

(54) Názov prihlášky vynálezu: Nabíjač batérií

(57) Anotácia:

Nabíjač využívajúci priebežne monitorované od odporu nezávislé napätie počas doby výstupného prúdu v nabíjacom procese a toto napätie je porovnávané s nezávislým referenčným napätím, aby sa predišlo prebitiu. Po určitom stupni nabitia je získaný prúd niekoľkokrát menší pre konečné nabitie. Niekoľko prvkov je určených na stanovenie konečného prúdu neumožňujúceho prebitie. Ďalšie zariadenia nabíjača sú zhotovené na meranie od odporu nezávislého napätia počas obdobia bez prúdu po určitý čas nevyhnutný na rekombináciu všetkých oxidov, ktoré môžu byť vyprodukované v priebehu nabíjacieho procesu. Toto umožňuje výraznú zameniteľnosť článkov rovnakého typu.

NABÍJAČ BATÉRIÍ

Oblasť techniky

Vynález sa týka nabíjača batérií, predovšetkým zapojenia na nabíjanie znovunabíjajúcich batérií a článkov. Znovunabíjacie batérie a články zapojenia znovunabíjania a spôsoby podľa tohto vynálezu sa môžu pohybovať v rozsahu od veľmi nízkych hodnôt napätia - menších ako 1 alebo 1,5 V, od veľmi nízkej kapacity až po niekoľko sto mAh - až po batérie s rozsahom od 12 do 24 V do niekoľkých sto V s kapacitou v rozsahu stoviek až niekoľko tisícov Ah. Uvedený vynález sa tiež týka zapojení a spôsobov popísaných vyššie a zapojenia, kde rýchlosť nabíjania potrebným prúdom k znovunabituu nabíjanej batérie alebo článku môže byť v rozsahu od 10C do 15C, alebo i viac, a môže byť regulovane znížená až na mizivú hranicu.

Doterajší stav techniky

Prihlasovateľ tohto vynálezu je prihlasovateľom podanej prihlášky vynálezu Spojených štátov severoamerických číslo 07/253,703 podanej 6. októbra 1988, zodpovedajúcej prihláške EPO číslo 0 311 460, zverejnenej 12. apríla 1989. Uvedené prihlášky popisujú nabíjač batérií, ktorého podstatou je to, že nabíjač batérií dodáva potrebný prúd do znovunabíjacej batérie alebo článku ihneď s pomerom prúdu vyšším ako je kapacita batérií v ampérhodinách, inými slovami, s pomerom vyšším ako 1C. Takto môžu byť znovunabíjacie batérie alebo články nabíjané rýchlejšie.

Ďalšou vlastnosťou uvedených vynálezov sú jednotlivé prvky zhotovené na detekciu vnútorného rezistenčného napätia prúdovo nezaťaženej znovunabíjacej batérie alebo článku, stanovujúce vopred dané referenčné napätie, ktoré je nezávislé od nabíjanej batérie. Inými slovami, pre rôzne druhy a triedy nabíjaných znovunabíjajúcich batérií alebo článkov je referenčné napätie vopred dané a je dodávané z obvodov nabíjačky. (Je možné, že

referenčné napätie môže byť vopred stanovené pomocou prepínača a podobne, pomocou znalosti predchádzajúcich podmienok, triedy a typu nabíjanej znovunabíjacej batérie alebo článku). Rezistenčné napätie prúdovo nezataženého článku je určené na vnútorné stanovenie referenčného napätia v určitom čase, kedy je nabíjací prúd potrebný na znovunabitie batérie alebo článku prerušovaný.

Uvedené vynálezy vychádzajú z toho, že vnútorné rezistenčné napätie prúdovo nezataženej znovunabíjacej batérie alebo článku prekračuje vopred stanovené referenčné napätie. Zariadenie je vyhotovené na redukciu elektrického nabíjacieho prúdu, a tým na redukciu rýchlosti nabíjania znovunabíjacej batérie alebo článku a ďalej udržiavajú vnútorné rezistenčné napätie prúdovo nezataženého článku na hodnote ekvivalentnej vopred stanovenému referenčnému napätiu. Inými slovami, pokiaľ je zistené, že vnútorné rezistenčné napätie prúdovo nezataženej znovunabíjacej batérie alebo článku začína na okraji prekračovať referenčné napätie tak, že je indikované ako rýchlosť nabíjania prúdom potrebným pre znovunabíjanie batérie alebo článok príliš vysoká a potrebná rýchlosť nabíjacieho výkonu, to jest nabíjací prúd, je redukovaná.

Predkladaný vynález sa týka zapojenia, ktoré je v niektorých bodoch podobné s vyššie popísanými zverejnenými prihláškami US a EPO s tým rozdielom, že môžu existovať podmienky, kedy je žiaduce mať lepšiu kontrolu počas nabíjacieho procesu, alebo môžu nastať podmienky, kde je dôležité kontrolovať referenčné napätie vzhľadom k nezávislému rezistenčnému svorkovému vypočítanému napätiu tak, že sa zabráni nežiaducemu prebíjaciemu charakteru niektorých typov. Prebitie môže nastať za určitých okolností, napríklad vtedy, pokiaľ je alebo začína byť vnútorná teplota znovunabíjacej batérie alebo článku vysoká, alebo pokiaľ je alebo začína byť okolitá teplota, pri ktorej dochádza k nabíjaniu, vysoká. Ďalej je niekedy dôležité sledovať nie iba rezistenčné nezávislé svorkové napätie nabíjanej znovunabíjacej batérie alebo článku, ale aj rýchlosť nabíjania, pretože podmienky počiatku

istého nabíjacieho prúdu môžu svedčiť o nebezpečnosti podmienok prebitia.

Prebitie môže nastať u veľkého množstva rôznych typov znovunabíjacích batérií alebo článkov. Všeobecne podmienky a druh, samozrejme čiastočne, obsahujú nikel-kadmiové, ktoré môžu byť použité v hračkách a zariadeniach pre domácnosť, hlavne u takých znovunabíjacích batérií a článkov - hlavne nikel-kadmiových, ktoré sú používané vo veľkom množstve vo výrobkoch ako sú znovunabíjacie ručné nástroje a video rekordéry. Ďalšie znovunabíjacie batérie (alebo články s rovnakými vlastnosťami) môžu byť systémy s olovenými batériami, tieto môžu mať veľmi malé rozmery pre prenosné rádia, magnetofóny a iné podobné zariadenia. V oveľa väčšom vyhotovení sa môžu uplatniť u vysokozdvížných vozíkov, vozidiel na golf a podobne a u elektromobilov. Napätie a kapacita takýchto olovených batérií môže byť od 2 voltov (pre jeden článok) až do stoviek voltov a viac s rozsahom kapacity od zlomkov ampérhodín do tisícov ampérhodín. Zvyčajne v závislosti od veľkosti inštalovanej batérie je žiaduce previesť nabíjací prúd v súlade s uvedeným spôsobom veľkou rýchlosťou a pokiaľ môže byť rýchlosť nabíjania v rozmedzí od 5C do 10C alebo 15C, môže byť nabíjací prúd v rozsahu od niekoľko sto do tisícov ampérov.

Je potrebné zdôrazniť, že dobíjanie batérie je možné, pokiaľ znovunabíjacia batéria alebo článok sú schopné prijať nabíjací prúd. Inými slovami nabíjanie batérií nastáva ako funkcia nabíjacieho prúdu a závisí od stavu nabitia nabíjanej batérie alebo článku. Ďalej je podstatný tok prúdu z nabíjacích obvodov do nabíjanej znovunabíjacej batérie alebo článku, kde je konečné napätie pre nabíjací obvod zhotovené tak, že je vyššie ako súčasné napätie nabíjanej batérie alebo článku. Dôvodom tohto rozdielu medzi týmito dvoma napätiami je riadiace napätie, často nazvané ako "prebíjajúce" alebo "polarizačné", toto napätie sa môže riadiť. Ale rovnako je dôležité vedieť, že napätie batérie alebo napätie článku, inak povedané, je rezistenčné nezávislé voľné svorkové napätie a že je svorkové napätie znovunabíjacej batérie alebo článku nabíjaného v čase počas nabíjacej sekvencie,

kedy bol tok nabíjacieho prúdu do batérie alebo článku prerušený. Toto eliminuje všetky straty napätia počas každej rezistencie v nabíjacom obvode alebo vo vnútri nabíjanej batérie alebo článku a je takto pravdivá indikácia elektrochemického napätia batérie alebo článku. Je tiež dôležité, že určenie rezistenčného nezávislého svorkového napätia je dané oveľa skôr po prerušení toku nabíjacieho prúdu, tak je vylúčená vnútorná zmena nastávajúca v batérii počas časovo závislého elektrochemického procesu. Takto je pevne stanovené rezistenčné nezávislé svorkové napätie, ktoré je dôležité detekovať. Takýto napäťový rozdiel je samozrejme rôzny pre rôzne typy batérií alebo článkov, ako sú napríklad nikel-kadmiové (kde rezistenčné nezávislé svorkové napätie novo nabíjaného článku môže byť okolo 1,38 voltov a u v podstate vybitého článku 1,19 voltov, napätie u väčšiny zostáva okolo 1,2 voltov) alebo olovené (rezistenčné nezávislé svorkové napätie môže kolísať od približne 1,90 voltov do približne 2,45 voltov).

Jedným zo zmyslov tohto vynálezu, ako je detailnejšie uvedené ďalej, je zaistenie, že všetky teplotné vzostupy vo vnútri batérie alebo článku prichádzajúce s nabíjaním ako dôsledok iba termodynamickkej nabíjacej reakcie a vnútornej rezistencie batérie alebo článku, nie však ako dôsledok prebitia elektrochemického procesu prebiehajúceho v článku. Ako dôsledok je tu následok tohto úmyslu, že nabíjanie batérie podľa tohto vynálezu je vykonávané s vyššou účinnosťou pri porovnaní s bežnými nabíjačmi batérií.

Ďalším zmyslom nabíjacích obvodov musí byť schopnosť určenia bodov počas nabíjacieho cyklu, kedy je prebíjanie batérie alebo článku okolo výstupu. Inými slovami, nabíjač batérií musí byť schopný určiť danú kapacitu batérie alebo článku na stanovenie nabíjacieho prúdu a na upravenie pomeru dodávania zodpovedajúceho nabíjacieho prúdu. Toto je dosiahnuté tak, že je schopný demonštrovať ich charakteristiky. Nabíjač batérií podľa tohto vynálezu má schopnosť odstrániť alebo eliminovať pamäťovú charakteristiku, ktorá je tak bežná u nikel-kadmiových batérií

a článkov - najmä keď je nikel-kadmiová batéria alebo článok nabíjaná nízkou rýchlosťou, pokiaľ ešte nie je plne nabitá. Toto je praktické, hlavne pre ľudí používajúcich nástroje alebo prenosné videokamery a podobne, u ktorých je nevyhnutná stála činnosť chodu zariadenia počas takéhoto času, ktorým je schopnosť obidvoch v podstate kompletne dobitie batérie, alebo niekedy ako jeho na koniec dňa pre pohyb batérie od zariadenia a schopné prebitia je také, pokiaľ nepríde k úplnému nabitíu pred prebitím.

Ďalej, pokiaľ sú batérie a články, ako sú nikel-kadmiové, nabíjané relatívne malou rýchlosťou, môže dôjsť vo vnútri batérie ku skratu, čo je ďaleko menej pravdepodobné, pokiaľ je batéria nabíjaná vysokou nabíjacou rýchlosťou. Samozrejme, skoro v každom prípade batérie nabíjané spôsobom podľa tohto vynálezu sú na začiatku nabíjané vysokým nabíjacím prúdom, pokiaľ je nabíjaná batéria alebo článok schopná akceptovať takýto prúd. Ako dôsledok bolo skonštatované, že životnosť článku - t.j. počet nabíjacích cyklov, ktoré sú batérie alebo články schopné absolvovať - môže byť zvýšená týmto faktorom dvakrát alebo trikrát v prípade nikel-kadmiových batérií alebo článkov, pokiaľ je na ich nabíjanie sústavne využívaný nabíjač batérií podľa tohto vynálezu.

Nabíjač batérií podľa tohto vynálezu je schopný pracovať s práve tak malým množstvom nabíjacej energie, ktoré je schopné čiastočne nabiť batérie alebo články bez ich poškodenia. Toto umožňuje konštruktérom zariadení využívajúcich takéto batérie prispôbiť konštrukcii batériám majúcim nižšiu kapacitu ako súčasné. Výsledkom tejto aplikácie je nižšia výrobná cena a väčšia využiteľnosť týchto zariadení. Vrcholné vyhotovenie takto umožňuje pri olovených batériách alebo článkoch vyhnúť sa prebitiu, a tým opačnému efektu prebitia na životnosť batérie. Navyše, pretože uvedený vynález sa týka vyhotovenia nabíjača batérií, ktorý je schopný znovunabíjať batérie vo veľmi krátkom časovom intervale, celkom alebo aspoň sčasti odpadá nutnosť náhradných alebo rezervných batérií alebo nutnosť dávania batérií na nabitie do servisov na určitú dobu vzhľadom k nevyhnutnosti nabitia batérie.

Typickým príkladom vyššie uvedeného môže byť golfový vozík. Golfové vozíky majú zvyčajne šesť šesťvoltových batérií, z ktorých každá má kapacitu okolo 134 ampérhodín.

Cena týchto akumulátorov je v rozmedzí okolo 400 dolárov a ich celková váha je v rozmedzí okolo 200 kg. Ak bolo akceptované, že ďalší hráč nebude môcť používať golfový vozík po jeho predchádzajúcej prevádzke po dobu asi 15 až 20 min., je možné osadiť golfový vozík troma 12 V akumulátormi, z ktorých každý má kapacitu okolo 70 Ah. Takéto akumulátorové osadenie je možné nabiť akumulátorovou nabíjačkou podľa uvádzaného vynálezu za dobu asi 15 až 20 minút a môže byť zaistené za cenu približne 200 dolárov pri celkovej váhe okolo 100 kg. Ďalej môže byť navrhnutý ľahší akumulátorový vozík, čím môže byť predĺžená doba prevádzky alebo v inom prípade použitý váhovo ľahší akumulátor, čím sú znižované investičné náklady.

Ďalším typickým príkladom sú akumulátorom napájané ručné spotrebiče a prístroje. Malo by byť poznamenané, že výrobcovia takýchto spotrebičov a prístrojov neustále zväčšujú veľkosť akumulátorových kontajnerov v súvislosti so zaistením ďalších pracovných činností, čím sa takéto spotrebiče a prístroje, opatrené ťažšími a väčšími akumulátormi, stávajú objemnejšie a ťažšie. Produkcia ťažších a objemnejších akumulátorov je v protiklade k pôvodnému zámeru, pre ktorý boli tieto spotrebiče vyvinuté. Cieľom sa preto stalo zaistenie akumulátora, ktorý by bol malý a ľahko ovládateľný a manipulovateľný. Na druhej strane môžu návrhári a výrobcovia ručných, akumulátorom poháňaných ručných spotrebičov a prístrojov uviesť na trh spotrebič s oveľa menším akumulátorom a zároveň oveľa ľahšie ovládateľným v súlade s nabíjačkou akumulátora zhotovenou podľa uvádzaného vynálezu. Takýto akumulátor môže byť opätovne veľmi rýchlo nabíjaný, napríklad dopĺňovaním počas prevádzky, pričom prínosom, hlavne podľa obchodných špecialistov a podobne, je zníženie investičných nákladov a zvýhodnenie ich úžitkovej hodnoty.

Ako ďalší príklad môžu byť uvedené napríklad akumulátory pre ručné prenosné telefónne prístroje alebo prenosné diktovacie prístroje, napríklad taký, na ktorom bola koncipovaná uvádzaná prihláška vynálezu. Tieto prístroje - a prenosné audio prístroje všeobecne, hlavne také, ktoré majú schopnosti zaznamenávania - môžu mať rôzne požiadavky, týkajúce sa elektrického prúdu, kladené na akumulátory, ktoré ich poháňajú, závisiace od spôsobu záznamu alebo reprodukcie alebo od skutočnosti, či prístroj obsahuje rýchle prevíjanie magnetofónovej pásky z jednej cievky na druhú.

Prihlasovateľ uvádza v konkrétnych prípadoch obzvlášť zaujímavý a významný stav techniky. Stav techniky zahrňuje množstvo patentov a jednu štúdiu, zamerané na rozličné spôsoby nabíjania akumulátorov. Nabíjanie akumulátorov podľa stavu techniky nie je však spravidla riadené vykonávaním regulácie alebo nie je funkciou na odpore nezávislom svorkovom napätí nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku.

Prvým odkazom na stav techniky je štúdia, autor Dr. Karl Kordesch a kol., s názvom: "Sínusová vlna ovládaného prúdu testovaných akumulátorov" a publikovaná v revue "Journal of the Electrochemical Society", vydanom v júni 1960, str. 480 až 483. Štúdia je jednou z prvých zmienok o meraní na odpore nezávislom svorkovom napätí a určitým spôsobom používa tieto údaje na determináciu stavu nabíjania a pre účely regulácie nabíjania.

Jedným z prvých patentov, ktorý sa zmieňuje o na odpore nezávislom nabíjaní akumulátora, je US patent č. 3 576 487, prihlásený 27. apríla 1971, pôvodca Chase. Patent popisuje použitie multivibrátora so zapínaním a vypínaním prúdu, čím je umožnené do akumulátora napájať impulzový nabíjací prúd. Počas prerušenia prúdu je snímané napätie akumulátora, ktoré je porovnávané s referenčným napätím. Ak snímané napätie akumulátora prekročí vopred stanovenú hodnotu, nabíjacia operácia sa zastaví. Takto je ovládaná, bohužiaľ, iba hlavná dokončovacia napájacia

operácia, zatiaľ čo zvyškový náboj je plynule dodávaný do akumulátora.

Iným skorším patentom je US patent č. 3 531 706, prihlásený 29. septembra 1970, pôvodca Mullersman, popisujúci akumulátorovú nabíjačku, ktorá dodáva impulzový jednosmerný nabíjací prúd a ktorá sníma teplotu vyrovnávaného, na odpore nezávislého svorkového napätia nabíjaného izolovaného článku. Účelom toho je, že tok nabíjacieho prúdu s vysokou intenzitou do izolovaného článku môže byť ukončený, len čo článok dosiahne takmer plné napätie, pričom je dôležité použitie vhodného tepelného integračného obvodu vo vnútri izolovaného článku. Zároveň je využitý na napätie citlivý ovládací spínač, ktorého účelom je ukončiť nabíjaciú činnosť, ak je na svorkách izolovaného článku dosiahnutá vopred stanovená hodnota.

US patent č. 4 061 956, prihlásený 6. decembra 1977, pôvodca Brown a kol., popisuje jednosmernú akumulátorovú nabíjačku, ktorá má množstvo sekundárnych funkcií, pomocou ktorých je stav nabíjaného akumulátora determinovaný signálmi vyjadrujúcimi akumulátorové svorkové napätie a teplotu akumulátora. Patent sa zaoberá hlavne zaistením zosilnenia signálu do nabíjaného akumulátora v súlade s predvoleným nabíjacím programom súvisiacim so stavom nabitia akumulátora determinovaným podľa merania jeho napätia a teploty. Patent tiež predpokladá rozličné nabíjacie programy, ktoré sú závislé od druhu akumulátora a spôsobu jeho inštalácie. Hlavne sa zaoberá možnosťou krátkeho spojenia článkov a ukončenia alebo zabráneniu nabíjacej operácie v tomto prípade.

Nasledujúce patenty, US patent č. 3 886 428, prihlásený 27. mája 1975 a US patent č. 3 987 353, prihlásený 19. októbra 1976, pôvodca Macharg, popisujú regulačný systém akumulátorovej nabíjačky. Každá takáto akumulátorová nabíjačka je vhodná pre rôzne druhy akumulátorov, ale hlavne je určená na použitie s olovenými akumulátormi. Podľa obidvoch z týchto patentov je ovládací signál odvodený z vnútorného odporu poklesu napätia pri vypnutí nabíjacieho prúdu a diferenciácii intenzity oslabenia

svorkového napätia prerušeného obvodu. Napätie je potom odvodené z rozdielu merania veľkosti nabíjacieho prúdu v súvislosti s jeho postupným znižovaním. Obzvlášť sa patenty zaoberajú javom vytvárania plynu a poznamenávajú, že vytváranie plynu bolo zistené ako dôsledok výskytu podstatného rozdielu intenzity oslabenia svorkového napätia prerušeného obvodu.

V nasledujúcich patentoch, US patent č. 4 388 582, prihlásený 14. júna 1983 a US patent č. 4 392 101, prihlásený 5. júla 1983, pôvodca Saar a kol., sú popísané rýchlonabíjacie obvody pre nikel-kadmiové alebo iné akumulátory hlavne pre typy používané pre ručné prenosné spotrebiče a prístroje. Tieto patenty sa však zaoberajú predovšetkým analýzou nabíjacej charakteristiky alebo výkonnostnej krivky akumulátora a nastavením nabíjacej charakteristiky na báze predvolených kritérií a určenia jednej alebo niekoľkých presných radov hodnôt. Tieto základné opatrenia môžu byť použité v prípade zlyhania nabíjaného akumulátora, čo možno podľa stanovenej nabíjacej charakteristiky očakávať.

Podstata vynálezu

Uvádzaný vynález popisuje obvody a spôsoby na nabíjanie dobíjacích akumulátorov a článkov. Tieto obvody majú rozličné špecifické konštrukčné znaky tak, aby mohla byť prostredníctvom uvádzaného vynálezu zaistená teplotná kompenzácia a produkcia premenných referenčných napätí, ktoré sú závislé od radu faktorov, zahrňujúcich teplotu akumulátora alebo skutočný stav nabíjacej schopnosti akumulátora. Rovnako sú stanovené rôzne a dostatočne komplexné charakteristiky časového nastavenia. Ďalším charakteristickým rysom uvádzaného vynálezu, za určitých konštrukčných predpokladov nabíjaného akumulátora, je možnosť samočinného stanovenia presnej charakteristiky nabíjaného akumulátora a rovnako i množstva článkov a nabíjacie napätie dodávané do akumulátora. Ďalším charakteristickým rysom uvádzaného vynálezu je stanovenie presných a detailných zdokonalení nabíjacieho cyklu, čo umožňuje zabrániť alebo vylúčiť

nežiaduce vedľajšie účinky, ako je tepelný prieraz - nezistiteľný oproti tomu pri použití zvyčajných snímacích operácií.

Uvádzaný vynález popisuje obvod pre nabíjanie dobíjacích akumulátorov alebo článkov, zaistujúci zdroj elektrickej nabíjacej energie, ktorá je dodávaná cez výstup, na ktorý môže byť dobíjací akumulátor alebo článok pripojený. Medzi zdrojom elektrickej nabíjacej energie a nabíjaným znovunabíjacím akumulátorom alebo článkom je ovládací obvod, napríklad typu spínacieho invertora, ktorý je usporiadaný tak, že intenzita množstva dodávanej nabíjacej energie - nabíjacieho prúdu - môže byť regulovaná pomocou aspoň jedného snímacieho obvodu a aspoň jedného regulačného obvodu. Snímací obvod zahrňuje prostriedky pre snímanie svorkového napätia znovunabíjacieho akumulátora alebo článku a porovnávacie prostriedky porovnávajúce snímané svorkové napätie s referenčným napätím kvôli stanoveniu výstupného signálu z komparátora, ak medzi týmito porovnávanými napätiami existuje diferencia. Rovnako je stanovený impulzový časovací signál, ktorý ovláda krátkodobé prerušenia nabíjacieho prúdu, a zároveň ovláda činnosť blokovacích prostriedkov tak, že do regulačného obvodu, ktorý riadi úroveň dodávanej energie spínacím invertorom pri impulzových podmienkach stanovených impulzovým časovacím signálom, je dodávaný blokovaný výstup komparátora. Činnosť ovládacieho obvodu určuje vopred stanovený pomer zisteného svorkového napätia a referenčného napätia stanoveného v okamihu, kedy bol prerušený nabíjací prúd - inými slovami vopred stanovený pomer na odpore nezávislého svorkového napätia nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku s ohľadom na referenčné napätie. Výkonový prevádzkový pomer sekvencie spínania spínacieho invertora je určený vyhladeným výstupom blokovacích prostriedkov, čím je regulovaná intenzita nabíjacej energie - nabíjacieho prúdu. V zhode s významným charakteristickým znakom uvádzaného vynálezu môže byť referenčné napätie, proti ktorému je porovnávané na odpore nezávislé svorkové napätie, prispôbené dôsledkom stavu nabíjania znovunabíjacieho akumulátora alebo článku v akomkoľvek časovom okamihu.

Ako výkonové regulačné prostriedky, ktoré sú pripojené v sérii so zdrojom, určené všeobecnejšie ako v predchádzajúcom popise, môže byť pokladaný spínací invertor. Výkonové regulačné prostriedky usporiadané tak, že intenzita množstva energie - nabíjacieho prúdu - dodávaného do znovunabíjacieho akumulátora alebo článku, ktorý je pripojený na výstup nabíjacích obvodov, môže byť regulovaná podľa hore uvedeného aspoň jedným snímacím obvodom a aspoň jedným regulačným obvodom. Stručne povedané, typickými výkonovými regulátormi, podrobnejšie popísanými ďalej, nehľadiac na výkonové tranzistory či tranzistory MOSFET, môžu byť rovnako využité také ako sú kremíkové usmerňovače, lineárne regulátory, spínanie regulátory a spínacie magnetické zosilňovače.

Stav nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku - s ohľadom na možnú zmenu referenčného napätia - zahrňuje teplotu akumulátora alebo teplotu okolia, v ktorom akumulátorové nabíjacie obvody pracujú. Na zisťovanie teplôt sú určené teplotu snímajúce zariadenia, pričom tento teplotný snímač môže byť usporiadaný tak, že je ovplyvňovaný vnútornou teplotou akumulátora alebo článku alebo teplotou okolia. V oboch prípadoch môže byť referenčné napätie, s ktorým je porovnávané na odpore nezávislé svorkové napätie, algebraicky ovplyvňované teplotou teplotného snímača.

Uvádzaný vynález zaistí v prípade, kedy z akejkoľvek príčiny je teplotný snímač mimo prevádzky, také usporiadanie obvodu, že dôsledkom jeho bezpečnostnej činnosti dôjde k vypnutiu nabíjacieho obvodu.

Ďalej popisuje uvádzaný vynález prostriedky, pomocou ktorých hodnota nabíjacieho prúdu dodávaná do znovunabíjacieho akumulátora alebo článku môže ovplyvňovať hodnotu referenčného napätia. Takto môže stav schopnosti prijímať náboj znovunabíjaným akumulátorom alebo článkom sám o sebe ďalej ovplyvňovať spôsob nabíjania znovunabíjacieho akumulátora alebo článku.

Okrem toho uvádzaný vynález popisuje prostriedky pre snímanie vnútorného tlaku nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku. Prostriedky snímajúce tlak môžu byť uložené tak, že ovplyvňujú referenčné napätie (alebo, ako bude popísané ďalej, snímané svorkové napätie) a tak za určitých podmienok stavu tlaku nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku regulujú činnosť nabíjačky pri buď modifikovanej alebo konečne nabíjacej operácii.

Alternatívne môžu byť obvody podľa uvádzaného vynálezu tiež uložené tak, že vstup do komparačných prostriedkov porovnávajúcich zistené svorkové napätie s referenčným napätím a vytvárajúcich výstupný signál, ak medzi týmito napätiami existuje diferenciacia, pričom výstupný signál z komparátora prechádza cez blokovacie prostriedky regulačného obvodu tak, aby ovládal spínanie spínacieho invertora alebo činnosť výkonového regulátora, môže byť pripojený s nepatrnými rozdielmi. Takto uvádzaný vynález rovnako predpokladá možnosť zmeny snímaného svorkového napätia ako dôsledku stavu nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku skôr ako zmenu referenčného napätia následkom tohto stavu. Všeobecne vzaté, algebraický účinok signálu, ktorý je dôsledkom stavu nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku, bude aplikovaný na snímaný signál svorkového napätia v protikladnom zmysle k spôsobu, ktorý bude aplikovaný na bežnejší priebeh referenčného napätia.

Nie je potrebné dodávať, že uvádzaný vynález popisuje tiež primerané vizuálne a iné signálne prostriedky na indikáciu neprerušovanej činnosti nabíjačky, jej stavu alebo skutočnosti, že nabíjacia činnosť bola skončená.

Uvádzaný vynález stanovuje spôsob nabíjania znovunabíjacích akumulátorov a článkov, ktorý všeobecne zahrňuje nasledujúce kroky:

a) stanovenie elektrického nabíjacieho prúdu dodávaného zo zdroja na výstup, cez ktorý môže byť znovunabíjací akumulátor alebo článok pripojený,

b) periodické prerušovanie toku elektrického nabíjacieho prúdu pre stanovenie na odpore nezávislého svorkového napätia nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku a porovnanie snímaného napätia prúdovo nezataženého článku s porovnávacím napätím, ktoré je na nabíjanom dobíjacom akumulátore alebo článku nezávislé,

c) dodávanie elektrického nabíjacieho prúdu na výstup nabíjačky pri pevnej a vopred stanovenej časovej perióde pri nižšej vopred stanovenej maximálnej hodnote prúdu alebo schopnosti dobíjacieho akumulátora či článku prijať nabíjací prúd. V prípade, kedy schopnosť dobíjacieho akumulátora alebo článku prijať nabíjací prúd je väčšia ako vopred stanovená maximálna hodnota prúdu, potom elektrický nabíjací prúd je dodávaný pri tejto maximálnej hodnote prúdu, a po prvej pevnej časovej perióde pokračuje dodávanie elektrického nabíjacieho prúdu pri maximálnej hodnote, ktorá bola dodávaná pri ukončení prvej pevnej časovej periódy, pokiaľ snímané na odpore nezávislé svorkové napätie znovunabíjacieho akumulátora alebo článku je menšia ako nezávislé referenčné napätie. Druhá premenná časová perióda je stanovená pri prvom prípade, kedy snímané napätie prúdovo nezataženého článku dosiahne rovnaké hodnoty ako nezávislé referenčné napätie. V tomto okamihu je umožnené znížiť elektrický nabíjací prúd privádzaný do dobíjacieho akumulátora alebo článku, pričom zníženie elektrického nabíjacieho prúdu je vykonané takým spôsobom, že snímané napätie prúdovo nezataženého článku a nezávislé referenčné napätie zostáva na tej istej hodnote. Inými slovami, zníženie elektrického nabíjacieho prúdu sleduje krivku preberania náboja nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku,

d) činnosť časového spínača od počiatku nabíjacieho cyklu, takže nasleduje tretia vopred stanovená časová perióda meraná od

začiatku nabíjacieho cyklu, pri ktorej je elektrický nabíjací prúd znížený na vopred stanovenú hodnotu od nuly na vopred stanovený nízky nabíjací prúd v prípade, že nabíjací prúd je stále na danej maximálnej hodnote,

e) rovnako činnosť časového spínača pri konci štvrtej vopred stanovenej časovej periódy, ktorá nasleduje v prípade, kedy elektrický nabíjací prúd sa začína znižovať a je účinne zmenený na vopred stanovenú hodnotu od nuly na hodnotu dobíjacieho prúdu.

V zhode s ďalším charakteristickým znakom uvádzaného vynálezu je nabíjaný znovunabíjací akumulátor alebo článok nepretržite monitorovaný na stanovenie akéhokoľvek jednotlivého chybného článku v akumulátore. V prípade, že je takýto chybný článok objavený, nastáva okamžité skončenie nabíjacej operácie a je obdržaný výstražný signál.

Ďalšou variáciou skôr uvedenej nepretržitej monitorovacej činnosti pre vyhľadávanie chybného článku je potlačenie monitorovacej činnosti pre prvú vopred stanovenú časovú periódu, ktorá je kratšia ako prvá pevná časová perióda skôr popísaná, takže nabíjací prúd môže byť dodávaný do výstupu v jeho maximálnej hodnote. To dovoľuje krátku časovú periódu, kedy inak nezatažený alebo silne vybitý článok je najprv pripojený na nabíjačku pre aspoň počiatočné nastavenie elektrochemickej reakcie vo vnútri článkov akumulátora pred tým, ako je vykonané presné monitorovanie chybného článku vo vnútri akumulátora. Všeobecne vzaté, prvá časová perióda, po ktorú je potlačené testovanie chybného článku, trvá takúto časovú periódu, ktorá je nezávislá od typu a kapacity akumulátora a od použitého nabíjacieho prúdu a zvyčajne býva v rozmedzí 15 sekúnd až 3 minúty.

Ďalšou variáciou spôsobu nabíjania článkov v zhode s uvádzaným vynálezom je, že po ukončení kroku (c), vyššie popísaného, je zahájený odlišný krok (e), pri ktorom je hodnota elektrického nabíjacieho prúdu stále vzorkovaná na periodickej

báze a porovnávaná s hodnotou elektrického nabíjacieho prúdu zistenú pri predchádzajúcom odobraní vzorky. Ak je snímané zvýšenie elektrického nabíjacieho prúdu alebo je snímaná pri vopred stanovenej časovej perióde odporučeným spôsobom akumulácia periodickej hodnoty snímaného prúdu, potom ďalšia regulačná činnosť je taká, že elektrický nabíjací prúd je donútený plynule sa znižovať. Táto procedúra účinne vylúči možnosť tepelného prierazu akumulátora.

Ďalej môže byť elektrický nabíjací prúd nútený znižovať sa kontrolovaným spôsobom buď na dobíjací prúd alebo dokonca na nulu.

Ďalšou variáciou je skutočnosť, kedy je snímaný pokles nabíjacieho prúdu o aspoň vopred stanovené množstvo za vopred stanovenej časovej periódy a v dôsledku ktorej činnosť regulačných prostriedkov núti elektrický nabíjací prúd prijať rôznu zmenu hodnoty pre ďalšiu vopred stanovenú časovú periódu. Takto môže byť regulovaná strmosť charakteristiky nabíjacieho prúdu v závislosti od času.

Ešte ďalšou variáciou vyššie už skúmanej je, že v určitých prípadoch môže byť žiaduce, aby dokončovací náboj, ktorý je väčší ako dobíjací náboj, priviedol stav náboja pojatého v znovunabíjacom akumulátore alebo článku na plných 100 %. V tomto prípade, akonáhle znižujúci sa nabíjací prúd môže dosiahnuť určenú úroveň pre vopred stanovený dokončovací nabíjací prúd, ktorého hodnota môže byť v rozsahu 0,5C až 3C. V tom istom čase je začatá ďalšia nabíjacia perióda konštantným prúdom pri vopred stanovenej hodnote dokončovacieho nabíjacieho prúdu a nepretržitom určovaní napätia prúdovo nezataženého článku nabíjaného akumulátora.

Na ukončenie dokončovacieho nabíjania sa predpokladá niekoľko spôsobov. Podľa jedného z nich je dokončovací nabíjací prúd ukončený na začiatku prvého prípadu, kde vopred stanovená časová perióda meraná od začiatku nabíjacieho cyklu uplynie alebo

prednostne v prípade, kedy v čase snímané napätie prúdovo nezataženého článku sa zvýšilo nad hodnotu nezávislého porovnávacieho napätia o vopred stanovenú veľkosť. Okrem toho, ak je snímané zvýšenie elektrického nabíjacieho prúdu a ak okamžitá hodnota elektrického nabíjacieho prúdu je vyššia ako buď určená hodnota dokončovacieho náboja alebo dokonca určená hodnota zvyškového náboja, môže byť nabíjací prúd znížený buď na hodnotu dokončovacieho náboja alebo na hodnotu zvyškového náboja.

Ďalšie vyhotovenie podľa vynálezu zahrňuje ampérhodinový čítač. Takéto zariadenie môže byť použité v spolupráci s mikroprocesorom a zaznamenáva celkový náboj dodaný do akumulátora alebo článku počas vybranej časovej periódy. Ampérhodinový čítač môže spolupracovať cez mikroprocesor s časovacími prostriedkami na stanovenie dokončovacieho náboja pri určitých predvolených hodnotách celkového náboja dodávaného počas určitých časových periód.

Ďalšie vyhotovenie zahrňuje prostriedky, zvyčajne mikroprocesor, na detekciu zmien meraného napätia prúdovo nezataženého článku v závislosti od času. Zistenie určitých charakteristických kritických bodov môže byť použité ako signál na vymedzenie dokončovacieho náboja podľa predvolenej hodnoty dodávaného celkového prúdu od zistenia určitého charakteristického kritického bodu.

Podľa ďalšieho vyhotovenia podľa vynálezu je určená doba dokončovacieho náboja vo vzťahu k časovému rozdielu medzi koncom druhej premennej časovej periódy a začiatkom štvrtej vopred stanovenej časovej periódy.

Ďalšou podstatou spôsobu podľa tohto vynálezu je možnosť sledovania vnútorného tlaku v nabíjaných znovunabíjajúcich batériách alebo článkoch. Snímanie môže mať vplyv na referenčné napätie práve tak, ako má na referenčné napätie vplyv teplota. Nabíjací proces môže byť menený ako časovo posunutý snímaním podľa vopred stanovenej zmeny vnútorného tlaku znovunabíjajúcej

batérie alebo článku, alebo pokiaľ je vopred známy absolútny vnútorný tlak znovunabíjacej batérie alebo článku zvýšený.

V ďalšom vyhotovení podľa tohto vynálezu sa využíva zdokonalenie spôsobu meraním výstupného prúdu nezávislého rezistenčného napätia V_{RF} . Bolo zistené, že pri použití relatívne dlhej výstupnej periódy, t.j. 50 až 1000 msec, a pri meraní V_{RF} v blízkosti konca periódy, bol vplyv jednotlivých druhov článkov na priebeh nabíjania minimalizovaný.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Vyššie uvedené vyhotovenia a ďalšie riešenia a varianty sú detailne popísané ďalej. Tiež je popísané jedno základné vyhotovenie nabíjачa batérií s teoretickým i ovládacími aspektmi a typická nabíjacia charakteristika a obvody umožňujúce dosiahnuť tieto charakteristiky. Nasledujúci popis je vykonávaný pomocou priložených výkresov, kde:

Na obr. 1 je znázornená charakteristická všeobecne prijatá nabíjacia krivka pre batérie, znázornená v porovnaní s nabíjacou krivkou a zónami nedobitia a prebitia a so stavom nabitia nabíjanej batérie alebo článku ako stavom nabitia v závislosti od času.

Na obr. 2 je znázornený tepelný účinok vybíjania, nabíjania a prebíjania typického malého nikel-kadmiového článku pri relatívne malej nabíjacej rýchlosti 1C.

Na obr. 3 je znázornená charakteristická krivka, teplota článku a akumulovaná nabíjacia charakteristika nikel-kadmiového článku nabíjaného za rýchlostných podmienok v súlade s daným vynálezom.

Na obr. 4 je znázornená ďalšia skupina kriviek pre rôzne väčšie články nabíjané v dlhšom časovom období, rovnako je znázornený účinok vnútorného tlaku článku.

Na obr. 5 sú znázornené charakteristické prúdové a teplotné podmienky nabíjaného a prebíjaného článku za sťažených podmienok, pri využití nabíjača podľa vynálezu.

Na obr. 6 je znázornená skupina kriviek zhodných s krivkami z obr. 4, ale článok je ochladzovaný a nabíjaný pri nízkej okolitej teplote.

Na obr. 7 je znázornená ďalšia skupina kriviek typická pre nabíjanie, teplotu a prúd charakteristické pre vysokokapacitné batérie, nabíjané v relatívne krátkom časovom období.

Na obr. 8 je znázornené schematické zapojenie obvodu charakteristického nabíjača podľa tohto vynálezu.

Na obr. 9(a), 9(b) a 9(c) sú znázornené charakteristické krivky popisujúce účinok rôznych referenčných napätí menených v čase a ich rôzne účinky na nabíjací prúd, kde nie je nabíjací prúd v žiadnom prípade znižovaný pod maximálny nabíjací prúd potrebný na udržanie v stave nabíjania schopnom nabíjať batériu alebo článok.

Na obr. 10 je znázornená skupina typických charakteristických kriviek pre skupinu batérií majúcich rôznu kapacitu, všetky sú nabíjané zhodným maximálnym prúdom.

Na obr. 11 je znázornená krivka nabíjacieho prúdu vzhľadom k času, kde sú určité vopred stanovené časové intervaly od začiatku nabíjacieho cyklu označené.

Na obr. 12 je znázornený diagram stavu zmien a podmienok zodpovedajúci rôznym stavom nabíjania, pri ktorých sa môžu vyskytnúť zmeny podmienok, ktoré môžu nastať počas nabíjania batérie, v súlade s časovým intervalom znázorneným na obr. 11.

Na obr. 13 je znázornená skupina nabíjacích kriviek v závislosti od priebehu času, kde môžu nastať účinky tepelného úniku.

Na obr. 14 je znázornené umiestnenie pôsobenia nabíjacieho prúdu riadiaceho nabíjací prúd, zodpovedajúceho charakteristickým časovým intervalom uvedeným na obr. 11.

Na obr. 15 je znázornená ďalšia krivka nabíjacieho prúdu v závislosti od času s ohľadom na vopred dané časové intervaly s rôznymi ovládacími kritériami zodpovedajúcimi obr. 14.

Na obr. 16 je znázornená ešte jedna krivka nabíjacieho prúdu vzhľadom k času, pri iných kritériách pomocou prvkov, ktoré môžu vylúčiť tepelný únik.

Na obr. 17 je znázornený graf zhodný s obr. 11, ale sú tu znázornené podmienky konca dobíjania a ukazuje skupinu časových kriviek znázorňujúcich koreláciu medzi normálnym napätím a rezistenčným voľným napätím pri nabíjaní znovunabíjacej batérie alebo článku.

Na obr. 18A je znázornená v trojrozmernom diagrame skupina kriviek poklesu napätia po 10 sekundách (a pri prerušení každé 2 minúty) počas 500 msec prerušení 5A (8C) nabíjacieho prúdu prechádzajúceho cez bežné X typy AA NiCd článkov.

Na obr. 18B je znázornený dvojrozmerný diagram z obr. 18A, znázorňujúci závislosť napätia na prebehnutom nabíjacom čase ako funkcii času výstupného prúdu na 15 a 495 msec.

Obr. 19A je zhodný s obr. 18A s výnimkou toho, že bol použitý článok typu Y.

Na obr. 19B je znázornený dvojrozmerný diagram zhodný s obr. 19A, znázorňujúci závislosť napätia na prebehnutom

nabíjacom čase ako funkcii času výstupného prúdu na 15 a 495 msec.

Príklady uskutočnenia vynálezu

S pomocou obr. 1 bude ďalej popísaný základný princíp uvedeného vynálezu, nabíjacie charakteristiky a prijaté vzorové nabíjacie charakteristiky znovunabíjacej batérie alebo článku. Z obr. 1 je zrejmá charakteristická závislosť nabíjacieho prúdu vzhľadom k stavu nabitia batérie alebo článku. Toto vyplýva z toho, že stav nabíjania sa mení podľa toho, či je náboj dodávaný do batérie alebo je z nej odoberaný. Znázornená charakteristická krivka 10 popisuje maximálny nabíjací prúd, ktorý je batéria schopná prijať. Tento premenný nabíjací prúd závisí od uskladnenia chemickej energie ako funkcie stavu nabitia. Táto krivka rozdeľuje zásadne obraz na dve zóny, zóna 12, ktorá je pod krivkou 10, je poddobíjacou zónou pre batériu alebo článok, a zóna 14, ktorá je nad krivkou 10, je prebíjacou zónou pre nabíjanú batériu alebo článok. Taktiež je znázornená línia 16, ktorá sa pretína s líniou 18 a krivka, ktorá zahrňuje líniu 16 a línia 18, môže byť pokladaná za krivku zodpovedajúcu súčasnému stavu nabíjačov, určených pre nabíjanie batérií alebo článkov s konštantným prúdom po dobu, kým nie je dosiahnuté čiastočné vymedzené napätie. Toto napätie je určené pre 100 % stav nabitia batérie alebo článku. Po túto dobu je konštantný prúd obmedzovaný a redukovaný až na nulu alebo až na mizivé nabíjanie. Na obr. 1 je znázornené mizivé nabíjanie 20 pri predĺžení krivky 10 mimo líniu 18 (t.j. mimo podmienok vymedzených líniou 18).

100 % stav nabitia znamená, že bola dosiahnutá 100 % kapacita viazanej energie nabíjaného akumulátora alebo článku, meraná v ampérhodinách (Ah). Bohužiaľ, stav nabitia per se nie je charakteristický, takže môže byť vlastne meraný, s výnimkou stavu úplného vybíjania článku alebo akumulátora, stav nabitia v okamihu, v ktorom začala vybíjacia operácia. Na druhú stranu je schopnosť akumulátora alebo článku prijímať náboj funkciou stavu

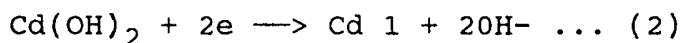
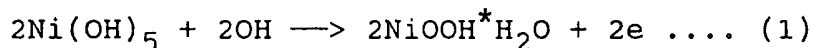
jeho nabitia a ak je do akumulátora alebo článku privádzaný vyšší prúd ako ktorý je článok schopný prijímať, narastá stav nabitia a dôsledkom tohto stavu je vznik tepla a plynov vo vnútri akumulátora alebo článku. Oblasť 22, ktorá je nad krivkou 10, ale zároveň pod líniami 16, 18, reprezentuje oblasť stavu alebo podmienok, pri ktorých sa môže vyskytovať prehrievanie akumulátora za stavu nabíjania navrhnutého líniami 16 a 18.

Akumulátorové nabíjačky podľa uvádzaného vynálezu budú sledovať líniu 16, ktorá môže byť na hodnote 10C - t.j. úroveň nabíjacieho prúdu zobrazená na obr. 1, ale tiež môže byť i odlišnej hodnoty ako napríklad 3C alebo 4C alebo dokonca až do 20C - až do okamihu dosiahnutia stavu nabitia, pri ktorom línia 16 pretína krivku 10. V tomto okamihu, ako bude popísané ďalej, je vykonané nastavenie nabíjacieho prúdu. Takto potom krivka 10 reprezentuje krivku preberania náboja.

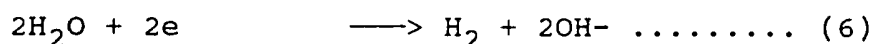
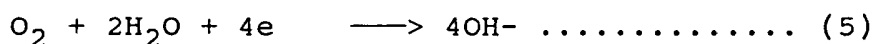
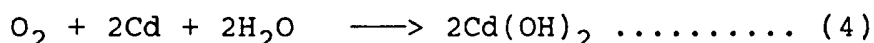
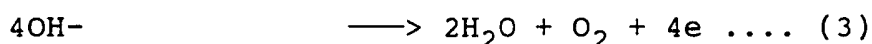
Ak je do akumulátora alebo článku privádzaný nabíjací prúd a ak vzrastá stav nabitia, sú vo vnútri akumulátora alebo článku konvertované jeden po druhom elektrochemické prenosy z vybitého stavu do nabitého stavu. Postupom nabíjacieho procesu sa znižuje počet elektrochemických prenosov použiteľných pre konverziu a v dôsledku toho schopnosť akumulátora prijímať náboj klesá. Ak teda zníženie hustoty prenosov znamená nespôsobilosť akumulátora alebo článku preberať nabíjací prúd nad určitú hranicu, nie je výsledkom preťaženia nabíjacím prúdom nad túto hranicu rýchlejšie nabíjanie, ale zvyšovanie elektródových potenciálov až na úroveň elektrolýzy - ktorej dôsledkom je vyvíjanie plynov a nadmerný ohrev. Vtedy sa môže vyskytnúť prebitie akumulátora alebo článku a vo vnútri akumulátora alebo článku môže dôjsť k poškodeniu. Takéto pomery nabíjacie obvody podľa uvádzaného vynálezu vyhľadajú a odstránia tak, že zisťujú, kedy prenosy náboja nie sú ďalej schopné znášať dodávaný nabíjací prúd a následným znížením prichádzajúceho prúdu vyrovnávajú znižovanie schopnosti prenosov znášať tento dodávaný nabíjací prúd. Popísané charakteristické znaky sú popísané ďalej.

Nasledujúci popis je zameraný hlavne na nikel-kadmiové články alebo akumulátory zostavené z množstva takýchto článkov, používané pre ručné elektrické spotrebiče alebo prístroje, videokamery a podobne. Za účelom vyváženia ich článkového napätia na približne 1,2 majú nikel-kadmiové články negatívne teplotný koeficient $-4 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Ako už bolo zmienené hore, články sú nabíjané vyšším nabíjacím svorkovým napätím tak, že napájacie napätie je rozdielom medzi nabíjacím svorkovým napätím a zvyškovým napätím článku. Okrem toho je charakteristické, že výrobcovia nikel-kadmiových článkov - najmä článkov so slinutými elektródami - skúmajú schopnosť vybíjania týchto článkov veľmi vysokými rýchlosťami až do hodnôt 10C, zatiaľ čo odporučená nabíjacia intenzita je zvyčajne iba asi 0,1C.

Nabíjacie reakcie vo vnútri nikel-kadmiového článku sú nasledujúce:



Malo by byť poznamenané, že obmedzenie spodnej hranice odporučenej intenzity nabíjania na asi 0,1C sa nedotýka nabíjacích reakcií uvedených hore, ale skôr prebíjacej reakcie (3) - pozri ďalej - ktorá sa môže vyskytnúť na kladnej elektróde nikel-kadmiového článku a prebíjacích reakcií (4) a (5) - pozri ďalej - vyskytujúcich sa na zápornej elektróde izolovaného nikel-kadmiového článku alebo prebíjacie reakcie (6) - pozri ďalej - vyskytujúce sa na zápornej elektróde odvdzdušeného nikel-kadmiového článku. Uvedené prebíjacie reakcie sú nasledujúce:



Pri nabíjaní izolovaných článkov vyvíjanie kyslíka, ktoré je dôsledkom prebývajúcej reakcie (3), vytvára tlak vo vnútri článku a ten je dôsledkom zrýchlenia reakcie spotrebovávania vyvinutého kyslíka, čo ukazujú prebývajúce reakcie (4) a (5). Malo by byť však poznamenané, že pri nízkej nabíjacej intenzite, napríklad asi 0,1C, tlak vo vnútri izolovaného článku zostáva na hodnote okolo 1 atmosféry, zatiaľ čo pri nabíjacej intenzite iba 1,0C by tlak vo vnútri izolovaného článku mohol vystúpiť až na hodnotu 10 atmosfér pre bežné články a až na hodnotu 5 atmosfér pre špeciálne rýchlo nabíjacie články, ktoré majú zvláštne usporiadanie pre rekombináciu kyslíka. Tak je rýchlejšie nabíjanie možné iba v prípade, ak je nabíjací prúd regulovaný alebo prerušený pred výskytom závažných podmienok pre prebitie článku. Okrem toho rekombinačné reakcie sú pomalšie pri nízkych teplotách, čiže ak je teplota článku znížená na asi 40 °C, bude prevádzkový tlak vo vnútri článku zvyčajne dvojnásobný. Z tohto dôvodu je pre studené akumulátory príznačné riziko otvorenia poistného ventilu, ktorého dôsledkom by bola strata elektrolytu z článku, a to hlavne ak je studený článok nabíjaný rýchlo inak ako pomocou obvodov a spôsobov popísaných v uvádzanom vynálezu.

Ešte ďalej môžu byť prebývajúce reakcie (3), (4) a (5) izolovaných článkov aj dôsledkom ohrevu vo vnútri článku. Naproti tomu nabíjacie reakcie (1) a (2) budú mať spravidla za následok nepatrné ochladenie spôsobujúce záporné reakčné teplo okolo 0,06 kcal/Ah. Toto záporné teplo môže alebo aj nemusí byť prekryté uvoľňovaním tepla vo vnútri článku spôsobeného vnútorným odporom článku. Rovnako prebývajúca reakcia článku bude prirodzene vykazovať opačný teplotný účinok na záporné reakčné teplo nabíjajúcich reakcií (1) a (2). Bolo zistené, že ak bol článok tepelne izolovaný, nabíjacia reakcia pri veľmi nízkej nabíjacej intenzite by mohla ochladiť článok na asi 10 °C, ale následná prebývajúca perióda by mohla zvýšiť teplotu článku o aspoň 20 °C na každých 10 % kapacity cez plne nabitý stav článku. Táto skutočnosť je zobrazená na obr. 2, kde predpokladaná intenzita nabíjania, vybíjania a prebývania článku je 1C. Krivka 24 ukazuje

vzostup teploty z menej ako 10 °C až nad 30 °C po dobu nepatrne väčšiu ako 1 hod. pri vybíjaní, zníženie teploty na asi 25 °C po ďalšiu hodinu pri nabíjaní s následným podstatným nárastom teploty cez ďalšiu polhodinu pri prebíjaní článku.

Tu uvádzaný vynález plne rešpektuje skutočnosť, že fáza prebíjania, ktorá je zobrazená na obr. 1 a obr. 2, sa môže vyskytnúť pred ukončením nabíjania článku. Bohužiaľ, pri vysokých nabíjaciach intenzitách môže schopnosť článku preberať náboj poklesnúť pod intenzitu nabíjania, i keď stav nabíjania je iba časťou jeho plnej kapacity, čiže prebíjacej reakcie so zodpovedajúcimi dôsledkami tlaku a ohrevu môže v skutočnosti nastať ešte pred tým, ako je článok plne nabitý.

Väčšina známeho stavu techniky popisuje nabíjacie metódy, kde je nabíjací prúd dodávaný v krátkych vysoko vysokých impulzoch, ktoré sú oddelené od intervalov nulového prúdu, počas ktorých sú zisťované informácie o stave nabitia. Ako je popísané hore, touto informáciou môže byť priamo od odporu nezávislé svorkové napätie alebo ako uvádzajú USA patenty podľa Macharga či Mullersmana, táto informácia môže byť závislá na stanovení intenzity zvyškového napätia počas intervalu nulového prúdu. Určitá časť tepla spôsobeného prebíjacími reakciami môže byť eliminovaná, napriek tomu sa dodávaním krátkych impulzov vysokého prúdu bude vyskytovať nevratný ohrev, spôsobený vnútorným odporom článku a závisiaci od vysokého poklesu napätia článku.

Ideálnym stavom je regulácia nabíjacieho prúdu tak, aby bol práve pod úrovňou, na ktorej sa začínajú vyskytovať podmienky pre prebíjanie, a tak i vylúčenie podmienok pre vznik pretlaku a prehriatia, čo je znázornené na obr. 1 a obr. 2. Obvody podľa uvádzaného vynálezu, kde je využité prerušovanie prúdu iba na niekoľko milisekúnd, sú schopné počiatky prebíjaciach reakcií vo vnútri článku zistiť, a tým následne znížiť nabíjací prúd na bezpečnú úroveň tak, aby nabíjanie článku pri najvyššom možnom prúde prebiehalo bez prebíjania. Inak povedané, obvody podľa vynálezu budú sledovať krivku preberania náboja článkom alebo

akumulátorom až do okamihu, kedy krivka plynulo dodávaného prúdu línie 16 pretne krivku 10 nabíjacej schopnosti, čo je znázornené na obr. 1.

Na obr. 3 sú napríklad znázornené nabíjacie, teplotné a prúdové charakteristiky HALF-HEIGHT SUB-C článkov s kapacitou asi 650 mAh. Malo by byť poznamenané, že počiatočný prúd znázornený na krivke 26 je dodávaný pri takmer 18C o dobu asi 3 minúty, čo znamená, že takmer 90 % náboja článku je dodané v prvých 5 minútach, ako znázorňuje krivka 28. V rovnakom okamihu znázorňuje krivka 30, že vnútorná teplota článku vzrastie o iba asi 10 °C, pričom počiatočná teplota článku bola okolo zvyčajnej izbovej teploty.

Na obr. 4 sú znázornené ďalšie charakteristiky sub-C článkov s kapacitou okolo 1200 mAh. Nabíjacia krivka 32, krivka teploty článku 34 a krivka nabíjacieho prúdu 36 sú však zjednotené krivkou 38, znázorňujúcej vnútorný pretlak článku. Nabíjanie je nominálne po dobu 15 minút pri prúdovej intenzite okolo 4 °C, pričom okolo 12 alebo 13 minúty nabíjacej operácie sa prúd začína znižovať a kapacita náboja dosiahne okolo 90 % stanovenej hodnoty. Bude charakteristické, že sa vo vnútri článku vyskytne zanedbateľný nárast tlaku, pričom tento nárast tlaku bude stabilizovaný pri znížení nabíjacieho prúdu na nulu pri asi 18 minúte nabíjacej operácie. Teplota vo vnútri článku sa cez celý nabíjací cyklus znižuje veľmi nepatrne.

Účelom obr. 5 je ukázať charakteristické prúdové a teplotné pomery na krivke 40 a ďalšej krivke 42 pre zvyčajné typy článkov, ktorých nabíjacie charakteristiky ukazuje obr. 4. V tomto prípade sa však nabíjací prúd nepatrne zvyšuje na asi 5C. Počas vybijacieho intervalu 44 bude charakteristické, že vnútorná teplota článku vzrastá, zatiaľ čo v nasledujúcom nabíjacom intervale 46 sa vnútorná teplota článku znižuje. Rovnaký nárast teploty počas vybijania a pokles teploty počas nabíjania sa bude opakovať i pri intervaloch 48 a 50. Teplo vytvorené počas každej vybijacej periódy je odstraňované pri následnom nabíjaní článku

elektrochemickým ochladzovacím účinkom kombinovaným s tepelnými stratami.

Na obr. 6 je uvedené ďalšie usporiadanie charakteristických kriviek, ktoré je podobné usporiadaniu na obr. 4. V tomto prípade je však teplota článku veľmi nízka, a to v rozsahu od $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bude charakteristické, že krivka nabíjacieho prúdu 52, ktorý je limitovaný spínacím výkonovým zdrojom vo vnútri nabíjacieho obvodu, nedosiahne maximálne hodnoty okolo 5 A, lebo nízkou teplotou bola príslušne znížená schopnosť článku prijímať náboj. Z tohto bolo, za určitých tendencií, zistené, že pri zahrievaní článku je článok schopný prijímať vyšší prúd, nie však prebíjací prúd. Teplota na krivke 54 a náboj na krivke 56 sa zvyšuje. Nabíjačka bola v prevádzke časovú periódu 20 min., pričom v bode 60 je vypnutá. Pri okamžitom reštartovaní bude charakteristické, že nabíjací prúd sa, čo bolo očakávané, plynule znižuje podľa krivky 52. Tlak vo vnútri článkov vzrastá po celú časovú periódu nabíjacej činnosti, ale k žiadnemu nadmernému alebo nebezpečnému nahromadeniu tlaku vo vnútri článku pri nízkych teplotách nedošlo.

Nakoniec, obr. 7 znázorňuje charakteristické nabíjacie krivky pre rôzne druhy článkov alebo akumulátorov zistené meraním: krivku nabíjacieho prúdu 62, nabíjaciú krivku 64 a teplotnú krivku 66, ukazujúce nabíjacie charakteristiky nabíjané nikel-kadmiového leteckého akumulátora s určenou počiatočnou intenzitou nabíjania 220 A. Kapacita veľkého odvdzdušeného nikel-kadmiového akumulátora so slinutými doskami je 40 Ah. Krivka 64 ukazuje, že počas 10 minút je do akumulátora dodávaných približne 85 % náboja. Okrem toho vnútorná teplota akumulátora nabíjaného pri teplote okolia - vzrastie o menej ako $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Akumulátor bol úplne nabitý za dobu menej ako 30 minút.

Charakteristický nabíjací obvod podľa uvádzaného vynálezu:

Na obr. 8 je znázornený charakteristický nabíjací obvod navrhnutý podľa vyššie uvedeného. Obvody sú zjednodušené uvedením

nevyhnutne nutných prvkov vlastnej nabíjačky, bez toho, aby bolo potrebné uvádzať všetky prvky. Okrem toho je uvedených niekoľko obvodových pripojení, ktoré ovplyvňujú premenné porovnávacie napätie v súlade s uvádzaným vynálezom a sú závislé od takých faktorov ako je teplota a nabíjací prúd. Tieto pripojenia sa nemusia v každom vyhotovení nabíjačky vyskytnúť.

V stručnosti je obvod podľa obr. 8 nasledujúci:

Stanovený zdroj elektrickej energie 70 môže byť buď 115 V striedavý prúd, 12 V jednosmerný prúd alebo iný. 115 V striedavý prúd je napätím bežným v domácnostiach Severnej Ameriky a 12 V jednosmerný prúd je štandardné automobilové napätie. Preto sú obvody podľa uvádzaného vynálezu navrhnuté tak, že môžu byť usporiadané na činnosť pri napätí bežnom v domácnosti alebo môžu poháňať napríklad cigaretový zapalovač v automobile. Cez stanovený výstup 72, ktorý dodáva elektrickú nabíjaciu energiu, je pripojený dobíjací akumulátor alebo článok označený všeobecne ako 74. Spínací invertorový obvod 76 je navrhnutý v sérii so zdrojom 70, pričom typickým spínacím invertorovým obvodom je tranzistor MOSFET Q1. Je pochopiteľné, že intenzita množstva energie dodávanej na výstup 72 a do dobíjacieho akumulátora alebo článku 74 a teda i nabíjacieho prúdu môže byť regulovaná spínaním spínacieho invertora 76 medzi jeho otvorenými a uzatvorenými stavmi. Samotná spínacia regulácia je pod kontrolou ovládacieho obvodu 78, ktorým môže byť šírka impulzu modulovaný ovládač. Ovládací obvod 78 je proporcionálne ovládaný ovládacím vstupom 84, ktorý je privádzaný zo snímacích obvodov popísaných ďalej. Na ovládací spínač 78 je pripojený výstup zosilňovača 86. Ďalšie časovacie impulzy prichádzajú z časového spínača 82 do aktivačného vstupu 80 ovládacieho obvodu 78, ktorý ovláda krátkodobé prerušenia nabíjacieho prúdu.

Vo zvolenom vyhotovení časť obvodu na obr. 8, podľa ktorého je energia - teda nabíjací prúd - dodávaná na vstup, je možné použiť iné ďalšie energiu dodávajúce systémy, ktoré sú regulovateľné. Napríklad zobrazené spínacie invertorové

zariadenie 76 je tranzistor MOSFET, ale rovnako dobre by mohlo byť nahradené inými výkon ovládacími zariadeniami, známymi zo stavu techniky. V najširšom zmysle slova je výkon ovládacie zariadenie vložené do série medzi zdroj 70 a výstup 72. Typickými príkladmi týchto ovládacích zariadení, zahrnutých v obvodoch rozličných druhov a topológií, sú bipolárne tranzistory, kremíkové regulačné usmerňovače, hrdlové vypínacie tyristory, lineárne regulátory alebo spínacie magnetické zosilňovače.

Stanovené snímacie prostriedky zisťujú svorkové napätie dobíjacieho akumulátora 74. Zahrňujú snímacie vedenie 88, pripojené na rezistor RS tak, že signál záporného vstupu komparátora 90, pripojeného aj na rezistor R25, ktorý je deličom napätia a uzemnením, je funkciou a v priamom vzťahu so snímaným svorkovým napätím akumulátora alebo článku 74. Ďalší vstup do komparátora 90 je referenčné napätie generované vo vnútri nabíjacieho obvodu a je nezávislé od svorkového napätia akumulátora alebo článku. Referenčné napätie je na vedení 92 a je nastavené počas kalibrácie obvodov vypnutím deliaceho obvodu R31 a P1. Ako bude zmienené ďalej, hodnota referenčného napätia na vedení 92 je, bohužiaľ, algebraicky ovplyvňovaná kompenzáciou, určenou pre teplotu akumulátora alebo článku 74 alebo okolia, závisiacou od uloženia teplotného snímača 94. Hodnota referenčného napätia na vedení 92 môže byť taktiež algebraicky ovplyvňovaná hodnotou nabíjacieho prúdu. Teplotný kompenzačný obvod, všeobecne označený ako 96, a kompenzačný obvod nabíjacieho prúdu, všeobecne označený ako 98, sú pripojené cez spojky J1 a J2 tak, že ich výstupné hodnoty sú algebraicky sčítané na spoji 100.

Kedykoľvek, keď sa vyskytnú rozdiely medzi referenčným napätím na vedení 92 a zisťovaným svorkovým napätím na spoji 102 - vstup do komparátora 90 - je výstupný signál z komparátora 90 dodávaný na vedenie 104 do ovládacieho vstupu blokovacích prostriedkov 106, ktorými môže napríklad byť zobrazený rotačný klopový obvod. Ovládací výstup z blokovacích prostriedkov 106 je dodávaný na vedenie 108 cez prenosový článok R34, C14, ktorý je

schopný dávať pomalú časovú konštantu, na jednu zo vstupných svoriek zosilňovača 86. Prenosový článok C15, R40 so spätnou väzbou na výstupe zosilňovača 86 má rýchlu časovú konštantu. Všeobecne je rýchlosť ovládacieho spínača 78 taká, aby spínací invertorový obvod 76 bol činný pri frekvenciách od 20 Khz do 30 Khz (a v niektorých prípadoch dokonca až do 100 Khz). Spínací invertorový obvod 76 konfigurácie znižovania napätia pozostáva z tranzistorového spínača MOSFET Q1, diódy D2 a indukčnej cievky L1. Spínací invertorový obvod 76 je kompletne uzatvorený za periódy od 0,5 msec až do asi 20 msec a zvyčajne v rozmedzí od asi 1 do 3 alebo 5 msec za ovládania aktivačným vstupom 80. Filtračný kondenzátor C6 filtruje spínaciu frekvenciu spínacieho invertorového obvodu 76 tak, aby bol vylúčený akýkoľvek nechcený účinok vysokej frekvencie na výstup 72.

Je samozrejmé, že pracovný cyklus spínacieho invertorového zariadenia 76 je ovládaný logickým aktivačným signálom 80 a proporcionálnym ovládacím signálom 84 ovládacieho spínača 78.

Vstup ovládacieho signálu 84 je, ako už bolo popísané, ovplyvňovaný výstupom zosilňovača 86, ktorého výstup je ovplyvňovaný hodnotou nabíjacieho prúdu, ak je snímací obvod nabíjacieho prúdu 98 schopný prevádzky, čo bude popísané ďalej. V každom prípade môže byť ovládací spínač 78 tiež regulovaný v akomkoľvek okamihu toku nabíjacieho prúdu, ale v súlade s podmienkami činnosti nabíjacieho obvodu a stavom nabíjacieho prúdu a snímaného svorkového napätia dobíjacieho akumulátora alebo článku 74 a to všetko regulované cez výstup 108 blokovacieho zariadenia 106. Tento výstup 108 je striedavou funkciou výstupu komparátora 90 na vedenie 104 determinovaného porovnávaním hodnôt snímaného svorkového napätia na spoji 102 a porovnávacieho napätia na vedení 92.

Činnosť popísaného spätnoväzobného obvodu je taká, že v prípade nabíjacieho prúdu väčšieho ako nula, ale menšieho ako maximálny prúd bude ovládaná hodnotou nabíjacieho prúdu tak, že akumulátorové napätie snímané na spoji 102 v okamihu, kedy výstup

z komparátora 90 na vedení 104 je blokováný blokovacími prostriedkami 106, je vyrovnané na hodnotu porovnávacieho napätia na vedenie 92. Ako bolo popísané porovnávacie napätie na vedení 92, je alebo môže byť ďalej ovplyvňované hodnotou nabíjacieho prúdu a/alebo výstupom teplotného snímača 94, ak je obvod 96 a/alebo 98 v činnosti.

Je teda vhodné, že zaistenie impulzového časovacieho signálu na vedenie 110 do aktivačného vstupu 80 ovládacieho spínača 78 a do časového vstupu blokovacieho prostriedku 106 umožní ovládanie ON-OFF spínacieho invertora 76 pomocou regulácie časovacím spínačom 82. Nie je potrebné hovoriť, že časový impulz môže byť tiež zaistený na vedení 112 ako nahradenie vedenia 110 ako dôsledok regulácie pri dodávaní zo zdroja alternatívneho prúdu na vstup 70.

V niektorých prípadoch môžeme byť vo vnútri nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku inštalovaný tlakový snímač, taký ako presne nastavený tenzometer alebo podobný, s premenlivým odporom závislým od tlaku. Je označený ako 95 a môže byť pripojený na spojku J3. Činnosť teplotného snímača 95 ovplyvňuje napätie na spoji 100 v podstate rovnakým spôsobom ako činnosť termistora 94 ovplyvňuje na spoji 100 napätie.

V alternatívnom vyhotovení môžu byť výstupy obvodov 96 a 98, čo je teplotný kompenzačný obvod a kompenzačný obvod nabíjacieho prúdu (alebo tlakové snímacie zariadenie RP), v tomto poradí, pripojené na spoj 102. Takéto pripojenie je zobrazené prerušovaným vedením 114. V tomto prípade zostáva hodnota referenčného napätia na vedení 92 v podstate konštantná, ale ďalší vstup do komparátora 90 zo spoja 100 je algebraicky ovplyvňovaný činnosťou obvodov 96 a/alebo 89. Všeobecne môže byť tiež vradený na vedenie 114 ďalší invertorový zosilňovač tak, že účinok výstupu obvodu 96 a/alebo 98 je algebraicky sčítaný na spoji 102 tak, v protikladnom zmysle ako na spoji 100, aby ovplyvňoval hodnotu referenčného napätia na vedení 92.

Účinok teplotnej kompenzácie ako dôsledku činnosti teplotného snímača 94 a teplotného kompenzačného obvodu 96 je popísaný ďalej. Je samozrejmé, že základným účelom teplotnej kompenzácie je snaha vylúčiť teplotný prieraz. Okrem toho nabíjací obvod uvádzaného vynálezu musí byť schopný činnosti cez široké teplotné rozsahy, v ktorých sa nabíjačky alebo akumulátory môžu spravidla nachádzať pri teplotách v rozmedzí od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Stanoveným teplotným snímačom 94 môže byť termistor, na teplotu citlivý odpor iný ako termistor, činné na teplotu citlivé zariadenie s dvoma svorkami alebo niekoľkosvorkové činné na teplotu citlivé zariadenia. Pre každý z týchto prípadov je výstup teplotného snímača funkciou zariadenia, takže výstup sa mení podľa teploty zariadenia. Teplota zariadenia je závislá od spôsobu jeho usporiadania: teplotný snímač môže byť inštalovaný tak, že jeho teplota je ovplyvňovaná okolím, v ktorom je umiestnený nabíjací okruh alebo dobíjací akumulátor alebo článok, alebo môže byť teplotný snímač inštalovaný tak, že jeho teplota je ovplyvňovaná vnútornou teplotou dobíjacieho akumulátora alebo článku. Podľa týchto podmienok môže byť teplotný snímač jednoducho inštalovaný v polohe blízko vonkajšej strany skrine nabíjačky alebo blízko upevňovacieho zariadenia na umiestnenie dobíjacieho akumulátora alebo článku. V druhom z obidvoch prípadov môže byť teplotný snímač inštalovaný tak, že je v uzatvorenom a tesnom fyzickom kontakte so skriňou dobíjaného dobíjacieho akumulátora alebo plášťom dobíjaného dobíjacieho článku tak, že zmeny vnútornej teploty vo vnútri akumulátora alebo článku ovplyvňujú teplotu jeho skrine alebo plášťa a tieto zmeny sú potom zaznamenávané teplotným snímačom.

Teplotný snímač 94 je usporiadaný tak, že jeho telesné vytvorenie je charakterizované zvierkami (*jacks*) 116 a 118. Okrem toho pri obvode na obr. 8, je zvierka 118 usporiadaná tak, že spínač 120 je otvorený pri spojení s teplotným snímačom a zatvorený, keď s ním spojený nie je. V každom prípade je

hodnota R20 taká, aby na výstupe spoja R19 a R20 bolo približne lineárne napätie pri rozpätí teplôt približne $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zmena hodnoty R10 umožňuje nastaviť veľkosť teplotnej kompenzácie, takže napríklad pri prevádzke akumulátorovej nabíjačky iba so zvláštnymi typmi akumulátorov, ako je napríklad nikel-kadmiový akumulátor, nikel-hybridný akumulátor alebo olovený akumulátor, môžu byť zvolené rôzne hodnoty R19. Ak je odstránený teplotný snímač 94 a spínač 120 je uzatvorený zvierkou 118, je do obvodu pripojený pevný odpor R21.

Ďalej bude charakteristické, že do obvodu je v sérii s odporom R19 a spojkou J1 zahrnutá súčiastka identifikovaná ako N19. Súčiastkou N19 môže byť prenosový článok alebo zariadenie, ktoré má komplexný nelineárny výstup. Pomocou súčiastky N19 môže byť prevádzka obvodu ovplyvňovaná činnosťou teplotného snímača 94 citlivejšia v určitých snímaných rozmedziach teploty oproti iným.

Okrem toho je využitý zosilňovač 122, ktorý má vstup zo spoja odporov R19, R20 a R21. V prípade, že obvod zahrňujúci teplotný snímač 94 je náhodne otvorený, bude zosilňovač 122 vytvárať na vedení 124 RTO signál. Toto vedenie ide na vstup súčtového člena OR109, ktorý je usporiadaný tak, že akýkoľvek signál na každom z jeho výstupov bude príčinou osvetlenia svetelnej emisnej elektródy LED 126 - jedná sa o červenú LED diódu. Zároveň je signál z výstupu súčtového člena OR109 privedený na vstup R blokovacieho zariadenia 106, čo je príčinou uzatvorenia blokovacieho zariadenia 106, a tým je zabránené dodávaniu ďalšieho nabíjacieho prúdu na výstup 72.

Rovnako bude charakteristické využitie druhého komparátora 91 rovnako ako druhého blokovacieho zariadenia alebo klopného obvodu 107. Vstupy do komparátora 91 sú z vedenia snímaného napätia 88 a cez delič napätia R30/R29 z vedenia referenčného napätia 92. Účelom komparátora 91 je snímanie chybného článku v akumulátore alebo článku 74. Chybný článok (alebo článok akumulátora) je príčinou znižovania snímaného ohmického

svorkového napätia znovunabíjacieho akumulátora alebo článku 74 a na komparátore 91 je potom zaznamenávaný rozdiel medzi snímanou hodnotou ohmického svorkového napätia a porovnávacieho napätia, ktorý nie je možné tolerovať. V tomto prípade je potom výstup z komparátora 91 vedený do blokovacieho zariadenia alebo klopného obvodu 107 s výstupom na vedenie 111, kde sa vyskytuje nízke napätie. Nízke výstupné napätie na vedení 111 je privádzané na vstup súčtového člena OR109, ktorý je iný ako vstup, na ktorý je privádzaný signál RTO z vedenia 124. Ako bolo uvedené v predchádzajúcom, signál každého vstupu súčtového člena OR109 je príčinou osvetlenia svetelnej emisnej diódy LED 136 a zároveň predstavuje dodávaný uzatvárací signál na vstup R blokovacieho zariadenia 106.

Hoci pričlenené sústavy obvodov nie sú detailne zobrazené, je zrejmé, že činnosť snímača tlaku 95 môže byť v podstate podobná činnosti teplotného snímača 94. Snímač tlaku 95 je pripojený na spojku J3, ale zároveň môže byť pripojený aj cez podobný obvod ako teplotný snímač 94. V každom prípade činnosť a výstup snímača tlaku 95 ovplyvňované vnútorným tlakom dobíjacieho akumulátora alebo článku 74 môžu ovplyvňovať napätie na spoji 100 (alebo na spoji 102 zmienenom hore).

Taktiež by sa malo poznamenať, že referenčné napätie na vedení 92 (alebo signál predstavujúci snímané svorkové napätie na spoji 102) môže byť algebraicky ovplyvnené hodnotou nabíjacieho prúdu dodávaného do dobíjacieho akumulátora alebo článku 74, čo je funkciou obvodu 98.

Vedenie snímaného prúdu 128 vedie (v tomto prípade) zo záporného pólu výstupu 72, ktorý je zároveň spojený cez snímací bočník R5 s kladným pólom, cez vyhladzovací filter R15, C18 na vstup zosilňovača 130. Zosilnenie zosilňovača 130 je determinované pomocou hodnoty R16/R17. Výstup zosilňovača 130 je pripojený cez odpor R18 a spojku J2 do spoja 100 - alebo ako je naznačené hore, v určitých prípadoch do spoja 102. V každom prípade je usporiadanie také, že v jeho najjednoduchšom

vyhotovení bude výstup zosilňovača 130 prebiehať z najvyššej hodnoty do najnižšej hodnoty, keď je dodávaný nabíjací prúd do dobíjacieho akumulátora alebo článku 74 a je vo vnútri vopred stanoveného rozmedzia podľa hodnôt snímaných na vedení 128. Napríklad u zosilňovača 130 s výstupom 10A môže nabíjačka dosiahnuť najvyššie hodnoty pri nabíjanom prúde nad 3A a najnižšie hodnoty pri nabíjanom prúde pod nulou. Okrem toho môže výstup dodávať v podstate lineárne hodnoty prúdu cez vopred stanovené rozpätie.

Zároveň by malo byť charakteristické, že prítomnosť diódy D14, ak je zahrnutá, ovplyvňuje vymedzenie rozsahu činnosti obvodu 98 iba tých výstupných napätí zosilňovača 130, ktoré sú väčšie ako napätie na spoji 100 (alebo na spoji 102 zmienenom hore). V tomto prípade, pozri obvod na obr. 8, bude zosilňovač 130 využívať lineárnu reguláciu porovnávacieho napätia na vedenie 92 iba vtedy, keď nabíjací prúd je v rozmedzí 3A až 1A. Tak je umožnená kompenzácia príslušného nabíjacieho prúdu pre široký sortiment dobíjacích článkov a akumulátorov, pričom typ nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku je špecifikovaný pre konkrétny nabíjací prúd. Takto môžu byť špecifické hodnoty súčiastok ako ich odpor, prahové napätie a podobne, zmenené.

Ďalej je charakteristické, že čítač 132 môže slúžiť ako časový spínač. Jeho funkcia je zaistovaná signálom zo spoja 100 na konci vopred stanovenej periódy, čím môže byť znižovaná hodnota porovnávacieho napätia na vedenie 92. To je zrejme výhodné pri nabíjaní olovených akumulátorov, kde môže byť nepatrne vyššie počiatočné napätie počas rýchleho nabíjania na počiatku činnosti nabíjacieho obvodu nasledované zníženým nabíjacím napätím.

Okrem toho je charakteristické, že blokovací obvod 106 má výstup na vedenie 134, idúceho do svetelnej emisnej diódy LED 136. Dióda LED 136 je zelená LED dióda a jej funkciou je zaistiť vizuálny signál potvrdzujúci činnosť nabíjacích obvodov a prívod nabíjacieho prúdu na výstupný obvod 92. Signál na vedení 134 je

doplnený signálom, ktorý je na vedení 108. Ak je napríklad na vedení 108 konštantný signál, lebo stav a podmienky dobíjacieho akumulátora alebo článku sú také, že je do nich dodávaný nepretržitý nabíjací prúd, potom signál na vedení 108 je nepretržite vysoký a výstup na vedení 134 je nepretržite nízky, čím je zaistené nepretržité osvetlenie svetelnej emisnej diódy LED 136. Na druhú stranu, len čo sa začína výstup regulovať tak, že nabíjací prúd sa začína znižovať priamo na moduláciu výkonového modulátora alebo spínacieho invertora, potom osvetlenie diódy LED 136 sa začína prerušovať. Pri primeraných hodnotách ďalších súčiastok obvodov pre nastavenie časových konštánt a podobne začne dióda LED 136 signalizovať viditeľnou intenzitou.

Ďalej je potrebné objasniť niektoré ďalšie znaky typického nabíjacieho obvodu demonštrované na obr. 8. Charakteristické napríklad je, že vedenie snímaného prúdu 128 nevedie iba do zosilňovača 130, ale i do zosilňovača 86. Jednako však skutočnosť, že časová konštanta obvodu C15, R40 je rýchla časová konštanta, zatiaľ čo časová konštanta obvodu R34, C14 je pomalá časová konštanta, bolo už poznamenané. Preto činnosť ovládacieho spínača - zvyčajne, ako už bolo naznačené, sa jedná o ovládací spínač s moduláciou šírkou impulzov - môže byť regulovaná cez výstup blokovacieho zariadenia 106 v akomkoľvek čase, kedy nabíjací prúd preteká na výstup 72 a je snímaný na vedení 128, ale aj kedy regulácia je v zhode so snímanými podmienkami ako dôsledok vstupu a výstupu komparátora 90, pričom ako vstup, tak výstup komparátora 90 sú dôsledkom hodnoty snímaného na odpore nezávislého svorkového napätia algebraicky ovplyvňované na vedení 92 alebo na spoji 102 výstupom teplotného vyrovnávacieho okruhu 96, vyrovnávacieho okruhu nabíjacieho prúdu 98 alebo tlakového snímača 95.

Charakteristickejšie môže byť usporiadanie prídavného odporu RS1, zobrazeného ako integrálna súčasť vnútornej štruktúry dobíjacieho akumulátora 74 (skutočnosť, kedy je pripojený na výstup 72 jednotlivý článok, nie je relevantná). Takto sú určené

prostriedky, pomocou ktorých môže byť špecifická hodnota porovnávacieho napätia na vedení 92 prispôsobovaná na spoji 102 ako následok svorkového napätia akumulátora 74, ktoré je samo o sebe dôsledkom množstva článkov v akumulátore a ich usporiadania v sériovom alebo sériovo/paralelnom zapojení. Je to výhodné hlavne pre hodnotu porovnávacieho napätia na vedení 92, ktorá špecifikuje konkrétnu hodnotu porovnávacieho napätia na článok. Z toho dôvodu je vhodné doplniť nabíjací obvod určitými prostriedkami na stanovenie množstva článkov zapojených v sérii z dôvodu nastavenia výstupného napätia.

Zmienený problém sa môže dostaviť ako dôsledok požiadavky nabíjať pomocou nabíjacieho obvodu podľa uvádzaného vynálezu akumulátory pre rozličné druhy ručných elektrických spotrebičov a prístrojov, z ktorých každý má rozdielne napätie. Rozličné požadované napätia môžu mať rovnako akumulátory pre rôzne druhy mechanických hračiek, videokamier, rádiom riadených modelov automobilov, lodí a podobne. Veľmi často môže byť nastavenie pre rôzne svorkové napätia akumulátorov vyhotovené zmenou nastavenia prepínača na akumulátorové nabíjače. Ak je však zmienený prepínač nastavený nesprávne, môže dôjsť k nebezpečnému stavu prebitia.

Usporiadanie prídavného odporu RS1 vo vnútri akumulátora podľa uvádzaného vynálezu dostatočným spôsobom pre nabíjací obvod zaisťuje informácie ohľadom nevyhnutne potrebného napätia, ktoré má byť dodávané na vstup 72. Musí sa však bohužiaľ poznamenať, že akumulátorové nabíjačky prispôsobené zaisťiť premenné výstupné napätie pre akumulátory s vo vnútri uloženým prídavným odporom RS1, nemajú vedenie snímaného napätia 88 pevnou súčasťou obvodu, ako ukazuje obr. 8, ale vedenie snímaného napätia 88 je v bode 140 prerušené a vedením 142 je znova obnovené. Prídavný odpor RS1 nahradzuje odpor RS (pozri obr. 8), ktorý musí byť pri použití prídavného odporu RS1 z obvodu odstránený.

Hodnota prídavného odporu RS1 umiestneného vo vnútri akumulátorového kontajneru je preto funkciou množstva článkov v akumulátore 74. Znamená to, že na schodnici RS1 a R25 dochádza

k úbytku napätia tak, že napätie na svorke 102 je v podstate ekvivalentom na odpore nezávislého svorkového napätia jednotlivého článku, čo je predpokladané a už zmienené hore. Pre akumulátor s n -článkami by hodnota odporu prídavného odporu RS1 mala byť rovná $(n - 1)$ -násobku hodnoty odporu R25. Zvyčajné komerčne dostupné odpory sú dostatočné na zaistenie nevyhnutného napätia a hodnoty odporu schodnice, pričom je bežné použitie polopresných odporov, ktoré majú odporovú presnosť okolo 1 % menovitej hodnoty. To je charakteristické pre základnú bezpečnosť, lebo ak z nejakého dôvodu vedenie 142 zlyhá, bude nabíjačka nepretržite snímať nízke alebo nulové napätie a v súlade s ďalšími znakmi popísaným ďalej situáciu varovným signálom oznámi a vypne sa.

Samozrejme, že činnosť obvodu uvedeného na obr. 8 môže byť závislá od radu faktorov a správna regulácia okruhu môže byť dôsledkom určitých snímaných vlastností dobíjacieho akumulátora alebo článku - predovšetkým jeho vnútornej teploty, do neho dodávaného nabíjacieho prúdu alebo jeho vnútorného tlaku - alebo zmien týchto snímaných vlastností. Predovšetkým zmeny, ako vnútornej teploty, tak vnútorného tlaku nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku, môžu pôsobiť na činnosť nabíjačky tak, že nabíjací prúd dodávaný do znovunabíjacieho akumulátora alebo článku 74 môže byť modifikovaný alebo nabíjacia operácia skončená. Takéto zmeny môžu byť dôsledkom vopred stanoveného zvýšenia snímanej vnútornej teploty znovunabíjacieho akumulátora alebo článku alebo vopred stanoveného zvýšenia snímaného vnútorného tlaku; alebo dokonca pri dosiahnutí vopred stanovenej absolútnej teploty alebo vopred stanoveného absolútneho vnútorného tlaku nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku.

Obr. 9(a), 9(b) a 9(c) zobrazujú vplyvy rôznych referenčných napätí v závislosti od času a tiež rôzne vplyvy, ktoré má meniace sa referenčné napätie na nabíjací prúd, kde nabíjací prúd pracuje v režime, pri ktorom je znižovaný zo spodného maximálneho nabíjacieho prúdu v súlade so stavom nabíjacej prijímacej

schopnosti nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku. Každý z obr. 9 (a), 9 (b) a 9 (c) je sústavou troch kriviek:

Základná krivka predstavuje zmenu nabíjacieho prúdu v čase, okrem základnej krivky je to krivka predstavujúca zodpovedajúcu zmenu referenčného napätia a jeho vzťah s nabíjacím prúdom, a tretia krivka, pod základnou krivkou, predstavujúca zmenu referenčného napätia v čase. Je pochopiteľné, že merítka prúdu je rovnaké u základnej krivky a krivky po jej ľavej strane a merítka času je rovnaké u základnej krivky a krivky pod ňou.

Obr. 9 (a) ukazuje krivku nabíjacieho prúdu 150 a dve krivky 152 a 154 predstavujúce vzťah referenčného napätia oproti prúdu na krivke 152 a referenčného napätia oproti času na krivke 154. Nabíjací prúd na krivke 150 začína ako konštantný prúd a potom sa znižuje na konkrétnu hodnotu označenú ako 156, pri ktorej sa čas referenčného napätia na krivkách 152 a 154 začína meniť až do dosiahnutia ďalšej hodnoty označenej ako 158, pri ktorej čas referenčného napätia na krivkách 152 a 154 dosiahne svoje nižšie hodnoty. Keby pri hodnote nabíjacieho prúdu označenej ako 156 nedošlo k zmene referenčného napätia, nabíjací prúd by pokračoval podľa nasledujúcej krivky označenej ako 160 a keď je referenčné napätie na úrovni zaujatej pri hodnote nabíjacieho prúdu označenej ako 158, nabíjací prúd by prebiehal podľa krivky 162.

Obr. 9 (b) na druhej strane znázorňuje situáciu, pri ktorej bolo zosilnenie zosilňovača 130 znížené tak, že ovplyvňuje zmenu referenčného napätia na vedení 92 postupne z jeho vyššej hodnoty do jeho nižšej hodnoty rovnako ako nabíjacieho prúdu z jeho plnej hodnoty do nuly. Takto nabíjací prúd na krivke 164 zostáva po celú dobu plynulý až do dosiahnutia hodnoty označenej ako 166, pri ktorej začína regulácia prúdu. Zároveň začína referenčné napätie predstavované krivkami 168 a 170 klesať. Je teda charakteristické, že pri znižovaní nabíjacieho prúdu z maximálnej hodnoty označenej ako 166 zároveň začína klesať referenčné napätie na krivke 170.

Na obr. 9(c) je zobrazená stupňovitá zmena referenčného napätia. Tu nabíjací prúd na krivke 174 sleduje ten istý všeobecný model (diagram) naznačený na krivke 150 z obr. 9 (a) až na to, že v presne stanovenom okamihu v čase vyjadrenom tu ako 174 dochádza k stupňovitej zmene v hodnote porovnávacieho napätia, čo vyjadrujú krivky 176 a 178. Stupňovitá zmena, ktorá sa môže vyskytnúť, môže byť hlavne dôsledkom dosiahnutia prahovej hodnoty nabíjacieho prúdu označenej ako 180 alebo ako dôsledok prerušenia vopred stanovenej nabíjacej periódy časovým spínačom. Stupňovitá zmena referenčného napätia bude spravidla príčinou diskontinuity nabíjacieho prúdu, čo ukazuje výchylka 182. Rovnako môže byť diskontinuita nabíjacieho prúdu sprevádzaná návratom do pôvodného stavu ak je vyjadrené na obr. 9 (c); pričom v každom prípade bude charakteristické, že nabíjací prúd po výchylke 182 bude sledovať spodnejšiu krivku súhlasnú s krivkou 162 na obr. 9(a).

Jedným z najdôležitejších hľadísk sú pochopiteľne prevádzkové zmeny referenčného napätia prebiehajúceho nabíjacieho procesu, a to hlavne z dôvodu schopnosti zabrániť možnému tepelnému prierazu nikel-kadmiových článkov rovnako ako možnosti čo najlepšieho využitia nabíjacieho cyklu. Výsledkom sú nižšie energetické požiadavky a tiež vyššia výkonnosť, pričom samo o sebe bude predchádzať nepotrebnému alebo prípadnému škodlivému poškodeniu znovunabíjacieho akumulátora alebo článku ako dôsledok prebývania a podobne.

Spôsoby podľa uvádzaného vynálezu:

Uvádzaný vynález stanovuje pre dokončovací náboj pri nabíjaní znovunabíjacích akumulátorov alebo článkov niekoľko spôsobov. Niekoľko prvých krokov týchto rozdielnych spôsobov je v podstate pre všetky rovnaký a zahrňuje nasledujúce:

a) stanovenie elektrického nabíjacieho prúdu dodávaného zo zdroja 70 na výstup 72, cez ktorý môže byť znovunabíjací akumulátor alebo článok 74 pripojený,

b) periodické prerušovanie toku elektrického nabíjacieho prúdu činnosťou ovládacieho spínača 78 a stanovenie na odpore nezávislého svorkového napätia nabíjania. Stanovenie na odpore nezávislého svorkového napätia je vykonávané počas intervalu, pri ktorom bol prerušený elektrický nabíjací prúd. Snímanie na odpore nezávislého napätia je v komparátore 90 porovnávané s referenčným napätím nezávislým na znovunabíjacom akumulátore alebo článku 74,

c) dodávanie elektrického nabíjacieho prúdu na výstup 72 počas pevnej a vopred stanovenej časovej periódy s nižšou alebo vopred stanovenou hodnotou prúdu alebo po dobu schopnosti znovunabíjacieho akumulátora alebo článku 74 prijímať nabíjací prúd. V prípade, kedy má znovunabíjací akumulátor alebo článok väčšiu schopnosť prijímať elektrický nabíjací prúd, je potom teda vopred stanovená hodnota prúdu maximálna; elektrický nabíjací prúd je na výstup 72 dodávaný pri konštantnej hodnote rovnajúcej sa maximálnej hodnote prúdu, ktorú je nabíjačka schopná akceptovať,

stanovenie druhej premennej časovej periódy, ktorá nasleduje prvú pevnú časovú periódu, pri ktorej je nabíjací prúd dodávaný na výstup plynule pri maximálnej hodnote. Druhá časová premenná perióda trvá, bohužiaľ, iba pokiaľ je snímané na odpore nezávislé svorkové napätie znovunabíjacieho akumulátora alebo článku menšie ako nezávislé referenčné napätie. Čiže, druhá premenná časová perióda je skončená pri prvom okamihu, kedy snímané na odpore nezávislé napätie dosiahne rovnaké hodnoty ako nezávislé referenčné napätie. Za tohto stavu je potom umožnené znížiť, buď plynule alebo postupne, nabíjací prúd takým spôsobom, že snímané na odpore nezávislé napätie a nezávislé napätie zostávajú na rovnakej hodnote.

Ďalšiu fázu spôsobov podľa uvádzaného vynálezu predstavuje niekoľko voliteľných postupov:

V prvom prípade môže byť časový spínač činný od začiatku nabíjacieho cyklu tak, že pri nasledujúcej tretej vopred

stanovenej časovej perióde, meranej od začiatku nabíjacieho cyklu je elektrický nabíjací prúd znížený na zvyškový prúd v prípade, že nabíjací prúd je stále na svojej maximálnej hodnote. Okrem toho môže byť časový spínač činný od začiatku nabíjacieho cyklu aj takým spôsobom, že na konci štvrtej vopred stanovenej časovej periódy je elektrický nabíjací prúd nútené znižovaný na vopred stanovenú hodnotu od nuly do vopred stanoveného nízkeho prúdu, ktorý je nižší ako maximálna hodnota prúdu, a to v prípade, že začal byť znižovaný elektrický nabíjací prúd. Touto hodnotou môže byť zvyškový prúd alebo dokončovací prúd, čo bude popísané ďalej.

Alternatívne môže byť, počas časovej periódy nasledujúcej druhú premennú časovú periódu a v prípade, že je umožnené znížiť elektrický nabíjací prúd, hodnota nabíjacieho prúdu nepretržite na periodickej báze sondovaná a porovnávaná s hodnotou elektrického nabíjacieho prúdu aspoň predchádzajúcej nameranej vzorky. V prípade, kedy je snímaný nárast elektrického nabíjacieho prúdu, sú prostriedky regulačného obvodu činné tak, že elektrický nabíjací prúd je nútený plynule sa znižovať.

Kvôli dokresleniu hore uvedeného popis uvádzaného vynálezu dopĺňujú obr. 10, 11 a 12. Obr. 10 predstavuje sústavu typických kriviek nabíjania akumulátorov s rôznymi kapacitami nabíjania akumulátorov s rôznymi kapacitami nabíjané rovnakým maximálnym prúdom. Obr. 11 predstavuje krivku nabíjacieho prúdu v závislosti od času s určitými vopred stanovenými časovými periódami vyznačenými od začiatku nabíjacieho cyklu. Na obr. 12 je potom uvedený diagram, ktorý predstavuje vzájomný vzťah rôznych časových periód, stavov nabíjania a nevhodných stavov, ktoré sa môžu vyskytnúť počas nabíjania akumulátora, s ohľadom na časové periódy znázornené na obr. 11.

Najprv, s odkazom na obr. 10, je zobrazená sústava typických charakteristík. Rôzne kapacity akumulátora sú kapacity v rozmedzí od 600 mAh do 2500 mAh. Pre každú charakteristiku je predpokladané nabíjanie pomocou obvodov a spôsobov podľa uvádzaného vynálezu s tým, že špičkový prúd je na hodnote asi

7,5 A, označený ako 190. Krivka 192 je pre akumulátory s kapacitou 600 mAh, krivka 194 je pre akumulátory s kapacitou 1000 mAh, krivka 196 pre akumulátory s kapacitou 2000 mAh a krivka 198 je pre akumulátory s kapacitou 2500 mAh. Jednotlivé krivky majú veľmi zreteľne podobný vzhľad. Krivky tiež však ukazujú, že pevná perióda časového nastavenia 20 minút je práve dostatočná, za ideálnych podmienok, pre akumulátory majúce kapacitu od asi 1800 mAh do 2500 mAh a pre akumulátory s kapacitou od asi 500 mAh alebo 600 mAh až do asi 1000 mAh alebo 1200 mAh je časová perióda príliš dlhá. Pre prax je pochopiteľne najlepšie ukončenie prevádzky nabíjacieho cyklu okamžite použiteľné tak, že je vylúčený tepelný prieraz a zároveň pre používateľa zaistený signál ukončenia nabíjania akumulátora.

Podľa toho je navrhnutý cyklus s rôznymi celkovými dĺžkami zahrňujúci periódu konštantného prúdu, ktorej dĺžka je determinovaná schopnosťou akumulátora prijímať nabíjací prúd za podmienok, kde snímané na odpore nezávislé napätie je menšie ako nezávislé referenčné napätie, nasledované pevnou časovou periódou poklesu prúdu po dobu, kedy snímané na odpore nezávislé napätie je rovné nezávislému referenčnému napätiu. Cyklus môže trvať 8 až 10 minút.

Detailne bude táto situácia popísaná, s odvolaním na obr. 11, ďalej:

Prvá časová perióda T_1 je pevná časová perióda končiaca v čase t_2 . Nabíjací prúd zobrazený na krivke 200 vzrastá počas periódy T_1 na svoju maximálnu hodnotu (pričom je predpokladané, že zahrňuje i časovú periódu T_A) a dosahuje vopred stanovenú maximálnu hodnotu prúdu za predpokladu, že akumulátor bude preberať prúd s hodnotou zmienenou hore. Za tohto predpokladu pokračuje dodávanie nabíjacieho prúdu s maximálnou hodnotou po druhú premennú časovú periódu T_2 trvajúcu ako snímané na odpore nezávislé napätie je menšie ako nezávislé referenčné napätie. T_2 je ukončená v čase t_3 . Následne na to je elektrickému nabíjaciemu prúdu umožnené poklesnúť, čo je znázornené na krivke 202, a to

takým spôsobom, že snímané na odpore nezávislé napätie a nezávislé referenčné napätie zostávajú na rovnakej hodnote zmienenej už hore.

Podľa prvej alternatívy opísanej hore je časový spínač činný od začiatku nabíjacieho cyklu tak, že na konci vopred stanovenej časovej periódy T_3 v čase t_L , ak je nabíjací prúd stále na svojej maximálnej hodnote označenej ako 204 je elektrický nabíjací prúd znížený na zvyškový prúd vyjadrený ako 206.

V rovnakom čase však, ak nabíjací prúd sleduje krivku 202, na konci štvrtej vopred stanovenej časovej periódy, ktorá prebieha za času t_3 podľa vopred stanovenej časovej periódy, sa môže vyskytnúť pri čase t_4 nútená zmena nabíjacieho prúdu na vopred stanovenú hodnotu. Touto hodnotou môže byť nula alebo zvyškový prúd alebo dokončovací nabíjací prúd, čo bude objasnené ďalej.

Ďalšia alternatíva nasledujúca krok (c), zmienený hore, je detailnejšie objasnená ďalej s odvolaním na obr. 13.

Ešte ďalšie spôsoby podľa uvádzaného vynálezu predpokladajú, že môže byť monitorovaný snímaný tlak nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku. Podľa toho môže byť činnosť nabíjačky zmenená alebo môže byť nabíjanie skončené, ak bol zistený vopred stanovený nárast vnútornej teploty alebo vnútorného tlaku nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku; alebo dôsledkom dosiahnutého nárastu vopred stanovenej absolútnej vnútornej teploty alebo vopred stanoveného absolútneho tlaku nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku.

Počas časovej periódy, kedy prebieha plynulo nabíjací cyklus, je znovunabíjací akumulátor alebo článok monitorovaný na stanovenie chybného článku alebo aspoň jedného chybného článku v akumulátore, ktoré sú nabíjané. Monitorovanie je vykonávané determináciou snímaného na odpore nezávislého napätia a táto determinácia je vykonaná, ak sa snímané na odpore nezávislé

napätie náhle zmení zo svojej predchádzajúcej hodnoty. Determinácia je vykonávaná komparátorom 91 popísaným hore; alebo i ďalšími prostriedkami, ktorými môže byť zaistené odosielanie explicitného signálu o chybnom článku. V každom prípade, ak bol akýmkoľvek spôsobom zistený chybný článok, to znamená výskyt zreteľnej chyby, je elektrický nabíjací prúd okamžite prerušený a následkom toho získaný poplachový signál.

Takéto významné testovanie chybného článku môže byť, bohužiaľ, potlačené pri prvej vopred stanovenej časovej perióde TA, ktorá je kratšia ako prvá pevná časová perióda T1. V dôsledku toho je umožnené pri prvom pripojení nabíjačky výskyt určitej elektrochemickej sedimentácie vo vnútri článku alebo akumulátora, a to hlavne v prípade, že je článok alebo akumulátor studený alebo dokonale vybitý.

Na obr. 12 sú znázornené hodnoty, ktoré sú konkrétne určené pre nabíjačku s maximálnym prúdom 7,5 A a konkrétne stanovené akumulátory s kapacitou v rozmedzí od 600 mAh až do 2500 mAh, ako bolo zmienené v súvislosti s obr. 10. Keď je výkon zo svojho vypnutého stavu označeného ako 210 zapnutý, trvá predbežná skúšobná perióda TA označená ako 212 po dobu 37 sekúnd. Nabíjačka potom prechádza do stavu periódy T1 a v čase t_2 , ktorý nastane po 150 sek., perióda T1, označená ako 214, končí. Ak je zistená chyba, zobrazená ako linka 216, je zaznamenaná ako stav 218 a nabíjací cyklus je skončený. Bohužiaľ, nabíjačka sa sama nevypne a je potrebné ručné ovládanie zobrazené ako 220.

Pre prípady normálneho priebehu nabíjania a pre nikel-kadmiové akumulátory s kapacitou v rozmedzí od 600 mAh do 1000 mAh zodpovedajúci maximálnym nabíjacím prúdom asi 7,5 A a od odporu nezávislého nabíjacieho napätia, ktoré je v rozmedzí od asi 1,3 V do 1,5 V na článok, je v tomto okamihu nastúpená časová perióda T2 končiaca v čase t_3 , ktorý nie je väčší ako asi 8 alebo 10 minút od začiatku nabíjacieho cyklu. Pre nikel-kadmiové akumulátory alebo články majúce kapacitu v rozmedzí od 2000 mAh do 2500 mAh a podobné hodnoty nabíjacieho prúdu a nabíjacieho

napätia zmienené hore, časová perióda T2 končí v čase t_3 , ktorý nie je väčší ako asi 15 alebo 20 minút od začiatku nabíjacieho cyklu. Časová perióda je zobrazená ako 220. V čase t_3 sa môže vyskytnúť niekoľko voliteľných možností. Ak je snímaná chyba, potom je zaznamenaný poplachový stav 218. Premenná časová perióda T2, zobrazená ako 222, sa vyskytuje takú dobu, pokiaľ je dodávaný nabíjací prúd - inými slovami, po takú dobu, pokiaľ je snímané na odpore nezávislé napätie menšie ako referenčné napätie. Perióda potom končí pri vyrovnaní snímaného na odpore nezávislého napätia a referenčného napätia. Nato nabíjací prúd sleduje krivku 202 na obr. 11 alebo stav 224 na obr. 12, končiaci v čase t_4 . Bohužiaľ, v čase t_{41} na konci časovej periódy T3 zobrazenej ako 226, v prípade, že nabíjací prúd je stále ešte na svojej maximálnej hodnote zobrazenej ako 204, je tento nabíjací prúd okamžite znížený na zvyškovú hodnotu zobrazenú ako 206. Následne je po čase t_4 , pri ktorom je vydávaný počuteľný poplachový signál upozorňujúci užívateľa na skončenie nabíjacieho cyklu. Navyiac, ako je zobrazené na linke 230, na konci časovej periódy 1200 sek. od počiatku nabíjacieho cyklu a ak nabíjací prúd zostane na svojej maximálnej hodnote, je dosiahnutý operačný stav 228.

Ďalší znak je popísaný v súvislosti s obr. 13. Tu je zobrazená sústava kriviek nabíjacieho prúdu, pričom jedna z týchto kriviek predstavuje podmienky, pri ktorých sa môže vyskytnúť teplotný prieraz. Ďalšie krivky 240 a 242 znázorňujú podmienky normálneho znižovania nabíjacieho prúdu v závislosti od času. Ak teplota nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku vzrastá, môže, bohužiaľ, nabíjací prúd sledovať krivku 244 hore zmieneným spôsobom. V takomto prípade nabíjací prúd začína opäť vzrastať, i keď je možné ešte aplikovať stav snímaného svorkového napätia rovnajúceho sa referenčnému napätiu.

Obr. 14 znázorňuje možnosť voľby, pomocou ktorej môže byť vopred vylúčený teplotný prieraz. Počas časovej periódy, kedy je umožnené znížiť elektrický nabíjací prúd, môže byť hodnota elektrického nabíjacieho prúdu nepretržite skúmaná na periodickej báze a porovnávaná s hodnotou elektrického nabíjacieho prúdu

aspoň pri jeho predchádzajúcom meraní. Meranie môže byť uskutočnené napríklad pomocou digitálneho regulovateľného vzorkovacieho obvodu alebo pomocou jednoduchého analogického obvodu monitorujúceho hodnotu prvej odchýlenej hodnoty prúdu hlavne označenej ako "sedlový detektor".

Keď je, v prípade znázornenom krivkou 246, snímaný nárast nabíjacieho prúdu, je pomocou prostriedkov ovládacích obvod elektrický nabíjací prúd plynulo znižovaný podľa krivky 248. Termálny prieraz bude vopred vylúčený, ak bude umožnený priebeh nabíjacieho prúdu na hodnote podľa krivky 250, pričom je ale do znovunabíjacieho akumulátora alebo článku privádzaný vysoký zvyškový prúd, čo nie je nevyhnutné. Navyše môže byť elektrický nabíjací prúd znižovaný regulovaným spôsobom znázorneným krivkami 252 a 254, kde strmosť týchto kriviek je zvolená ľubovoľne, ale viac-menej je približná predvídanej krivke preberania náboja jednotlivých nabíjaných akumulátorov alebo článkov. Okrem toho, v súlade s obr. 15, ktorý je obmenou obr. 11, môže byť nútené zníženie prúdu na krivke 260, skôr ako na krivke 262, zvolené tak, ak sú determinované jednotlivé nabíjané akumulátory alebo články, že bude ešte dosiahnutý prijateľný stav náboja v prijateľne krátkej časovej perióde.

Na obr. 16 je znázornené zvláštne kritérium kvôli vylúčeniu teplotného prierazu. Tu je nabíjacíemu prúdu znázornenému krivkou 264 umožnené dosiahnuť tzv. prúdové sedlo označené ako 266. Ak je však zistený nárast prúdu o vopred stanovenú veľkosť zobrazenú ako δI a označený ako 268, potom je prúd nútene znížený na zvyškový náboj znázornený ako 270. V inom prípade môže byť hodnota nabíjacieho prúdu nútene znížená až na nulu.

Nakoniec je popísaný, v súvislosti s obr. 17, pojem dokončovací prúd pre znovunabíjacie akumulátory alebo články.

Musí sa poznamenať, že vznikajú určité pomery, kedy sa konečný nabíjací prúd znižuje na zvyškový dobíjací prúd a znovudobíjací akumulátor alebo článok nebude úplne stopercentne

nabíjací. Teoreticky môže byť jednotlivý článok - hlavne taký článok ako rýchlo nabíjací nikel-kadmiový článok s valcovanými elektródami - považovaný za nekonečné množstvo článkov, ktoré sú uložené paralelne. V podstate to znamená, že sa napätie medzi elektródami vzdialenými od elektród v časti, kde je k elektródam pripojený prúd, môže líšiť len veľmi nepatrne od napätia medzi elektródami v bode pripojenia prúdu - ktorý je totožný so spojom, kde sa sníma na odpore nezávislé svorkové napätie. Bolo však zistené, že stanovený výsledný náboj pri hodnote prúdu asi 0,5C až 3,0C nabije akumulátor alebo článok na plných 100 % jeho nabíjacej kapacity v krátkom čase. To je zrejme pravdivé v prípade odvzdušnených olovených akumulátorov, ktoré majú veľké množstvo voľného elektrolytu obklopujúceho a pokrývajúceho doskové elektródy článku akumulátora.

Uvádzaný vynález takto umožňuje zaistiť, aby bola vopred stanovená hodnota dokončovacieho nabíjacieho prúdu dodávaná do nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku v časovom okamihu blízkom koncu nabíjacieho cyklu. Tento časový okamih je stanovený ako okamih, kedy nabíjací prúd dosiahne hodnotu vopred stanoveného konečného náboja. Na to je začatá ďalšia nabíjacia perióda konštantného nabíjacieho prúdu pri vopred stanovenej hodnote dokončovacieho nabíjacieho prúdu. Ďalej budú popísané rôzne metódy pre stanovenie medzného bodu dokončovacej nabíjacej periódy.

Jednou z takýchto metód je metóda stanovujúca buď ďalšiu vopred stanovenú časovú periódu meranú od uplynutého počiatku nabíjacieho cyklu alebo okamih, kedy snímané na odpore nezávislé napätie nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku vzrástlo nad hodnotu vopred stanoveného nezávislého referenčného napätia, čo je priblížené porovnaním na obr. 17'.

Základná časť obr. 17 reprodukuje obr. 11 pri uplatnení toho istého označovania a číselných odkazov. Bude však tiež charakteristická existencia korelácie svorkového napätia a na odpore nezávislého napätia. Krivka 280 predstavuje na odpore

nezávislé napätie rastúce až do času t_3 , kedy sa stáva v podstate konštantná, ako ukazuje 282. Bude charakteristické, že svorkové napätie 284 článku stúpa s na odpore nezávislým napätím až do času t_3 , pričom rozdiel medzi týmito napätiami zostáva konštantný, označený ako 200. Následne, ako ukazuje krivka 202, sa znižuje prúd a teda sa znižuje i svorkové napätie článku, čo je naznačené ako 288. Pri znižovaní prúdu podľa 202 na hodnotu dokončovacieho náboja zobrazenú ako 290 v okamihu dosiahnutia tejto hodnoty zaujme novú hodnotu konštantného nabíjacieho prúdu pre hodnotu dokončovacieho nabíjacieho prúdu. Rovnako bude charakteristické, že na odpore nezávislé napätie poklesne až na určitú zvyškovú konštantu pri určitej časovej perióde, ktorá je nezávislá od nabíjaného akumulátora alebo článku, ale ktorá je v oblasti konca nabíjacieho cyklu. Následne začne na odpore nezávislé napätie a svorkové napätie opäť vzrastať, čo je naznačené ako 292 a 294. Rozdiel medzi týmito napätiami je opäť konštantný, ale v absolútnej hodnote nižší, lebo dokončovací nabíjací prúd je nižší ako počiatočný maximálny nabíjací prúd. Dokončovací nabíjací prúd je vymedzený v okamihu, kedy na odpore nezávislé napätie vzrastie na hodnotu označenú ako 296. Alebo, z iného hľadiska, dokončovací nabíjací prúd môže plynúť, ak na odpore nezávislé napätie nesleduje krivku 292 až do dosiahnutia ďalšej vopred stanovenej časovej periódy t_{off} označenej ako 298.

Krivka V_{RF} na obr. 17 predstavuje charakteristický druhotný vzostup 292 (po prvom vzostupe 280) nasledovaný stabilizovaným napätím 297a alebo vrcholovým napätím 295a. Vzostup napätia na krivke 292 je charakteristický inflexným bodom 292a, t.j. bodom, v ktorom začína klesať intenzita nárastu napätia. Inými slovami, je inflexný bod 292a bodom, pri ktorom je derivácia V_{RF} v závislosti od času na maximálnej hodnote. Podobne môže byť vymedzené stabilizované napätie 297a a vrcholové napätie 295a. Na vykonávanie uvedených činností môže nárokované zariadenie obsahovať prostriedky pre kompiláciu údajov (napríklad hodnoty V_{RF} v čase t) a prostriedky na spracovanie údajov a vytýčenie inflexného bodu, vrcholového napätia alebo stabilizovaného napätia. Prednostné telesné vyhotovenie zahrňuje mikroprocesor

pre kompiláciu, spracovanie údajov a vytýčenie charakteristických bodov zmien kalkuláciou derivačných kriviek a vymedzením maximálnych hodnôt popísaných hore. Akumulátorová nabíjačka bude potom vymedzovať konečný náboj, ak bol stanovený aspoň jeden z charakteristických bodov.

Alternatívne môžu byť determinované dva ďalšie predpoklady s ohľadom na snímané na odpore nezávislé napätie ako podstatné kritériá pre dokončovacie nabíjanie. K ich stanoveniu dochádza pri poklese od odporu nezávislého napätia spôsobom zobrazeným ako 295 na obr. 17, alebo keď snímané od odporu nezávislé napätie ďalej už nevzrastá, ale zostáva konštantné, čo je znázornené ako 297. V každom z týchto ďalších príkladov, ale i podmienok hore zmienených, ak od odporu nezávislé napätie narastá podľa vopred stanoveného rozsahu, môže byť stanovený dokončovací nabíjací prúd a týmto spôsobom sa možno vyvarovať akýchkoľvek stavov prebývania nabíjaných znovunabíjajúcich akumulátorov alebo článkov.

V ďalšom vyhotovení môže byť nabíjačka vybavená ampérhodinovým čítačom. Čítač bude zaznamenávať celkový náboj dodaný do akumulátora alebo článku počas vybranej časovej periódy. Môže byť cez mikroprocesor koordinovaný tak, že stanovuje dokončovací náboj, ak bola počas nastaveného času dosiahnutá vopred stanovená hodnota celkového dodávaného prúdu.

Ako príklad možno uviesť, že niektorí výrobcovia akumulátorov predpisujú zjednaný celkový Ah náboj pre saturáciu alebo dokončovací náboj. Mikroprocesor potom bude nastavený na túto hodnotu meranú pri buď t_{ON} alebo t_4 , čo je zobrazené na obr. 11. Mikroprocesorom potom bude prenášaný signál na nastavenie dokončovacieho náboja.

Okrem toho môže byť Ah čítač koordinovaný s mikroprocesorom tak, aby bol meraný celkový náboj dodávaný z bodu vrcholového alebo stabilizovaného napätia. Táto metóda je výhodná hlavne na nabíjanie odvdzušených olovených akumulátorov.

Ďalšie vyhotovenie vytvorené podľa uvádzaného vynálezu sa opiera o vzťah medzi časmi t_4-t_3 a $t_{OFF}-t_4$. Bolo zistené, v súvislosti s obr. 11, že dĺžka trvania znižovania nabíjacieho prúdu T3, t.j. t_4-t_3 , závisí od konštrukcie a teploty akumulátora. Ďalej bolo zistené, že akumulátor so strmším sklonom úseku T3 krivky, t.j. kratším časovým úsekom T3, vyžaduje pomerne krátky dokončovací náboj. Pre akumulátory s menej strmějšíou krivkou je potrebný pomerne dlhší dokončovací náboj. V charakteristickom prípade, kedy bola nabíjačka nastavená na dokončovací prúd rovnajúci sa okolo 20 % počiatočného rýchlonabíjacieho prúdu, boli získané dobré výsledky pri nastavení času tak, aby sa $t_{OFF}-t_4$ rovnal t_4-t_3 a cez široké rozmedzie kapacity článku. Samozrejme, že môže byť využitý i odlišný pomer týchto dvoch časových úsekov pri rozdielnych podmienkach, napríklad rozdielnych pomeroch počiatočného a dokončovacieho prúdu a rozdielnych druhoch akumulátorov. V súvislosti s tým môže byť mikroprocesor využitý v spolupráci s časovacími prostriedkami pre záznam času t_4-t_3 a nastavenie dokončovacieho času ako jeho funkcie.

Spôsoby a zavedenie dokončovacieho nabíjacieho prúdu zobrazené na obr. 17 môžu byť rovnako dobre využité v prípadoch, kedy nabíjací prúd má tendenciu sa zvyšovať podľa 300.

Ďalším vyhotovením nabíjačky je vyhotovenie zahrňujúce zlepšený spôsob pre meranie na odpore nezávislého napätia počas prerušenia prúdu. Nabíjacia metóda popísaná v prihláške vynálezu EP 311 460 využíva konštantnú vopred stanovenú hodnotu referenčného napätia V_{RF} pripúšťajúcu nabíjanie pri zapojení maximálnej nožnej rýchlosti bez toho, aby došlo k závažnému stavu prebitia. Vo väčšine prípadov je jednoduché vybrať zodpovedajúce hodnoty pre daný akumulátor a použiť teplotné vyrovnanie, pričom vlastná hodnota je používaná pri teplotách voči okoliu dost rozdielnych. Napríklad skriňa akumulátora môže obsahovať nevyhnutné informácie pre správne nastavenie V_{RF} v súvislosti s rozdielnym množstvom článkov.

Sú však aj drobné rozdiely medzi článkami rovnakých veľkostí od rôznych výrobcov a ich výsledkom sú nepatrné rozdielne požiadavky na V_{REF} . To je zvlášť dôležité pre izolované nikel-kadmiové články často sa odlišujúce vo vyhotovení zápornej elektródy, z čoho vyplýva odlišná schopnosť miešať kyslík s kadmiumom. Rekombinácia kyslíka spôsobuje depolarizáciu kladnej elektródy a z toho dôvodu má vplyv na zvyškové napätie článku po otvorení nabíjacieho obvodu. Obr. 18A a 19A predstavujú sústavu kriviek zvyškového napätia (vzorkovanie každých 10 sekúnd, zakreslenie iba každé 2 minúty) počas 500 msec prerušeníach nabíjacieho prúdu 5A (8C) prechádzajúceho cez komerčný AA nikel-kadmiový článok vyrobený dvoma rôznymi výrobcami a označený ako \underline{X} a \underline{Y} . Z prieskumu počiatočných kriviek zvyškového napätia, odobraných pred každou prebíjacou reakciou, môže byť vidieť, že pre obidva články je charakteristický počiatočný ostrý pokles, korešpondujúci s časťou IR napätia a javom elektrického útlmu s veľmi krátkou časovou konštantou. Zvyšujúca každá časť 500 msec dlhá krivka zvyškového napätia je pomerne rovinná, zodpovedajúca procesom s pomerne dlhou časovou konštantou.

Ak vezmeme krivky zvyškového napätia 4 minúty od začiatku, ktoré zohľadňujú zvyšovanie stupňa prebíjajúcich reakcií umiestnených paralelne s nabíjacou reakciou, objavuje sa tretí intenzívny proces so strednou časovou konštantou, ktorý je príčinou najväčšieho zakrivenia počas prvej polovice intervalu zvyškového napätia. To je zapríčinené začiatkom zvyšovania stupňa vyvíjania kyslíka pri prebíjajúcej reakcii, čo je ďalej príčinou podstatného zvýšenia potenciálu počas periódy dodávania prúdu. V priebehu vypnutia dodávky prúdu je kyslík spotrebovávaný (rekombinovaný) a potenciál klesá takou rýchlosťou, akou umožní rekombinačnú reakciu. Intenzita spotreby/rekombinácie je dôrazne urýchľovaná prítomnosťou niklu alebo ďalších katalyzátorov v elektródach, preto sa na základe vyhotovenia bude líšiť článok od článku.

Článok \underline{X} na obr. 18A predstavuje relatívne čistú katalýzu pri spotrebe kyslíka a v dôsledku toho významný potenciál

vzrastajúci počas počiatočnej časti krivky zvyškového napätia v porovnaní s viac katalyzovaným článkom na obr. 19A. Článok \underline{X} bude vyžadovať nepatrne vyšší V_{REF} pre nabíjanie pri tom istom nízkom stupni prebitia (napríklad 3 % celkového prúdu) v porovnaní s článkom \underline{Y} . Opačne, ak je použité pre obidva články to isté V_{REF} , bude buď článok \underline{X} nabíjaný nižšou ako optimálnou rýchlosťou alebo článok \underline{Y} bude nabíjaný príliš rýchlo, čo predstavuje možnosť väčšieho prebitia.

Prv boli používané krátke intervaly prerušenia prúdu a merania na odpore nezávislých napätí po dobu iba niekoľko msec po prerušení prúdu. Teraz bolo zistené, že problém odlišujúcich sa vyhotovení článkov môže byť značne znížený predĺžením periód prerušenia prúdu tak, že na odpore nezávislé napätie môže byť merané až je dokončený počiatočný úbytok kyslíka, t.j. 100 až 500 msec po každom prerušení prúdu. To je nepochybne poznateľné z porovnania obr. 18A a obr. 19A, kde sú zobrazené na odpore nezávislé napätia merané pri krátkych a dlhých intervaloch po prerušení prúdu. Pokiaľ je medzi zodpovedajúcimi krivkami zaznamenávaných pri 15 msec intervaloch podstatný rozdiel, potom rozdiel medzi krivkami zaznamenávanými pri 495 msec intervaloch je oveľa menší.

Z toho dôvodu je výkon existujúcich nabíjacích systémov oveľa lepší pri použití na odpore nezávislého napätia meraného pri 50 až 1000 msec intervaloch, výhodne 100 až 500 msec intervaloch, čím je významne znížený vplyv konštrukčného vyhotovenia článku na výkon nabíjačky.

Malo by byť zrejmé, že spôsoby podľa uvádzaného vynálezu a pochopiteľne, i obvody podľa uvádzaného vynálezu umožnia dosiahnuť zdokonalenie napríklad vhodným použitím primeraných polovodičových zariadení. Napríklad programovateľná logická anténa súprava, mikro radič, jednočipový mikropočítač alebo použitie špecifických integrovaných obvodov, umožňujúcich ovládať činnosť obvodu tak, aby umožnil alternatívne ovládanie cyklu a regulovateľné ovládanie porovnávacieho napätia - kde hodnota

premenného referenčného napätia je funkciou takýchto vlastností, ako napríklad vnútorná teplota alebo vnútorný tlak nabíjaného znovunabíjacieho akumulátora alebo článku. Takto môžu byť rôzne nabíjacie charakteristiky, detailne popísané a zobrazené na obr. 9 až 17, zdokonalené pripojením takýchto polovodičových zariadení, ktoré boli naznačené.

V popise vynálezu boli popísané charakteristické okruhy a rozličné alternatívne vyhotovenia, pomocou ktorých môže byť realizovaná veľmi rýchla nabíjacia operácia. Tiež boli popísané množstvá rozdielných, ale súvisiacich metód týkajúcich sa spôsobu činnosti obvodov podľa uvádzaného vynálezu.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob nabíjania znovunabíjacích akumulátorov alebo článkov, vyznačujúci sa tým, že zahrňuje nasledujúce kroky:

a) stanoví sa elektrický nabíjací prúd dodávaný zo zdroja na výstup, cez ktorý môže byť dobíjací akumulátor alebo článok pripojený,

b) periodicky sa prerušuje tok elektrického nabíjacieho prúdu do zmieneneho výstupu a stanoví sa na odpore nezávislé svorkové napätie nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku počas intervalu, kedy zmieneny tok elektrického nabíjacieho prúdu je prerušený a porovnáva sa snímané na odpore nezávislé napätie s referenčným napätím, ktoré je na nabíjanom dobíjacom akumulátore alebo článku nezávislé,

c) dodáva sa zmieneny elektrický nabíjací prúd na zmieneny výstup pri prvej pevnej a vopred stanovenej časovej perióde o nižšiu z obidvoch vopred stanovených maximálnych hodnôt prúdu alebo prúd, ktorý je zmieneny akumulátor či článok schopný prijať bez akokoľvek podstatného zvýšenia jeho vnútornej teploty,

a kde uvedenú prvú pevnú časovú periódu uvedeného elektrického nabíjacieho prúdu plynulo dodávaného do uvedeného výstupu pri uvedenej maximálnej hodnote nasleduje druhá premenná časová perióda existujúca tak dlho, pokiaľ uvedené snímané na odpore nezávislé napätie dobíjacieho akumulátora alebo článku znova nabíjaného je menšie ako uvedené nezávislé referenčné napätie, pomocou ktorého je uvedená druhá premenná časová perióda stanovená pri prvom prípade, kedy uvedené snímané na odpore nezávislé napätie dosiahne tie isté hodnoty ako uvedené nezávislé referenčné napätie a uvedený elektrický nabíjací prúd je dovolené znížiť takým spôsobom, že snímané na odpore nezávislé napätie neprekročí uvedené nezávislé referenčné napätie,

d) činnosť časového spínača od začiatku nabíjacieho cyklu, tak, že (1) nasleduje tretia vopred stanovená časová perióda meraná od začiatku nabíjacieho cyklu, pri ktorej je elektrický nabíjací prúd znížený na vopred stanovenú hodnotu od nuly na vopred stanovený nízky nabíjací prúd v prípade, že nabíjací prúd je stále na uvedenej maximálnej hodnote a (2) na konci štvrtej vopred stanovenej časovej periódy, ktorá nasleduje v prípade, kedy elektrický nabíjací prúd sa začína znižovať a je účinne zmenený na vopred stanovenú hodnotu dokončovacieho nabíjacieho prúdu od nuly na hodnotu vopred stanoveného nízkeho dobíjacieho prúdu, ktorá je pod vopred stanovenou maximálnou hodnotou prúdu, a

e) činnosť prostriedkov na stanovenie konečného náboja.

2. Spôsob podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že prvky kroku (e) obsahujú časové prvky, v ktorých konečné napätie sa určuje na konci piatej vopred stanovenej časovej periódy meranej od začiatku štvrte časovej periódy, piata časová perióda je funkciou rozdielu medzi koncom druhej časovej periódy a začiatkom štvrtej časovej periódy.

3. Spôsob podľa nároku 2, vyznačujúci sa tým, že konečný nabíjací prúd je okolo 20 % hodnoty elektrického nabíjacieho prúdu v kroku (a) a piata časová perióda je približne rovná rozdielu medzi koncom druhej časovej periódy a začiatkom štvrtej časovej periódy.

4. Spôsob podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že prvky kroku (e) obsahujú prvky na meranie celkového náboja dodaného do batérie alebo článku, kde je koncové nabíjanie konečné, keď je vopred stanovená hodnota dodaného napätia dosiahnutá.

5. Spôsob podľa nároku 4, vyznačujúca sa tým, že hodnota dodaného náboja je meraná od začiatku prvej časovej periódy.

6. Spôsob podľa nároku 4, vyznačujúci sa tým, že nabíjacia hodnota je meraná od začiatku štvrtej časovej periódy.

7. Spôsob podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že prvky kroku (e) obsahujú prvky pre detekciu zmien v na odpore nezávislom napätí vzhľadom k času počas kroku (d) (1), kde je svorkové nabíjanie konečné, keď prvky detekujú zmenu na odpore nezávislého napätia, ktoré je charakteristické pre začiatok prebitia.

8. Spôsob podľa nároku 7, vyznačujúci sa tým, že svorkové nabitie je koncové, keď sú všetky napätové špičky alebo napätové hladiny detekované.

9. Spôsob podľa nároku 7, vyznačujúci sa tým, že svorkové nabitie je koncové, keď je detekovaný druhý inflexný bod.

10. Spôsob podľa nároku 9, vyznačujúci sa tým, že ďalej obsahuje operačné prvky, ktoré hromadia údaje pre hodnoty na odpore nezávislého napätia s ohľadom na čas a lokalizujú inflexný bod výpočtom maxima prvej derivácie na odpore nezávislého napätia vzhľadom k času.

11. Spôsob podľa nároku 9, vyznačujúci sa tým, že ďalej obsahuje operačné prvky na meranie celkového dodaného náboja do batérie alebo článkov, pričom je svorkové nabíjanie skončené, keď je dosiahnutá vopred stanovená hodnota dodaného náboja, táto hodnota nabíjania je zmeraná, keď je detekovaný druhý inflexný bod.

12. Nabíjač batérií, predovšetkým na znovunabíjanie batérií a článkov, vyznačujúci sa tým, že obsahuje:

a) prvky na dodanie elektrického nabíjacieho prúdu zo zdroja na výstup, cez ktorý môže byť dobíjací akumulátor alebo článok pripojený,

b) prvky pre periodické prerušovanie toku elektrického nabíjacieho prúdu do uvedeného výstupu a stanovenie na odpore nezávislého svorkového napätia nabíjaného dobíjacieho akumulátora alebo článku počas intervalu, kedy uvedený tok elektrického nabíjacieho prúdu je prerušený a porovnáva sa snímané na odpore nezávislé napätie s referenčným napätím, ktoré je na nabíjanom dobíjacom akumulátore alebo článku nezávislé,

c) dodáva sa uvedený elektrický nabíjací prúd na uvedený výstup pri prvej pevnej a vopred stanovenej časovej perióde o nižšiu z oboch vopred stanovených maximálnych hodnôt prúdu alebo prúd, ktorý je uvedený dobíjací akumulátor či článok schopný prijať bez akéhokoľvek podstatného zvýšenia jeho vnútornej teploty;

a kde uvedenú prvú pevnú časovú periódu uvedeného elektrického nabíjacieho prúdu plynule dodávaného do uvedeného výstupu pri uvedenej maximálnej hodnote nasleduje druhá premenná časová perióda existujúca tak dlho, pokiaľ uvedené snímané na odpore nezávislé napätie dobíjacieho akumulátora alebo článku znova nabíjaného je menšie ako uvedené nezávislé referenčné napätie, pomocou ktorého je uvedená druhá premenná časová perióda stanovená pri prvom prípade, kedy uvedené snímané na odpore nezávislé napätie dosiahne tú istú hodnotu ako uvedené nezávislé referenčné napätie a uvedený elektrický nabíjací prúd je dovolené znížiť takým spôsobom, že snímané na odpore nezávislé napätie neprekročí uvedené nezávislé referenčné napätie,

d) časové spínače, ktoré sú v činnosti od začiatku nabíjacieho cyklu tak, že (1) nasleduje tretia vopred stanovená časová perióda meraná od začiatku nabíjacieho cyklu, pri ktorej je elektrický nabíjací prúd znížený na vopred stanovenú hodnotu od nuly na vopred stanovený nízky nabíjací prúd v prípade, že nabíjací prúd je stále na uvedenej maximálnej hodnote a (2) na konci štvrtej vopred stanovenej časovej periódy, ktorá nasleduje v prípade, kedy elektrický nabíjací prúd sa začína znižovať a je účinne zmenený na vopred stanovenú hodnotu dokončovacieho

nabíjacieho prúdu od nuly na hodnotu vopred stanoveného nízkeho dobíjacieho prúdu, ktorá je pod vopred stanovenou maximálnou hodnotou prúdu, a

e) prvky pre činnosť prostriedkov na stanovenie konečného náboja.

13. Nabíjač podľa nároku 12, vyznačujúci sa tým, že prvky kroku (e) obsahujú časové prvky, v ktorých konečné napätie sa určuje na konci piatej vopred stanovenej časovej periódy, meranej od začiatku štvrtej časovej periódy, piata časová perióda je funkciou rozdielu medzi koncom druhej časovej periódy a začiatkom štvrtej časovej periódy.

14. Nabíjač podľa nároku 13, vyznačujúci sa tým, že konečný nabíjací prúd je okolo 20 % hodnoty elektrického nabíjacieho prúdu v kroku (a) a piata časová perióda je približne rovná rozdielu medzi koncom druhej časovej periódy a začiatkom štvrtej časovej periódy.

15. Nabíjač podľa nároku 12, vyznačujúci sa tým, že prvky kroku (e) obsahujú prvky na meranie celkového náboja dodaného do batérie alebo článku, kde je koncové nabíjanie konečné, keď je vopred stanovená hodnota dodaného napätia dosiahnutá.

16. Nabíjač podľa nároku 15, vyznačujúci sa tým, že hodnota dodaného náboja je meraná od začiatku prvej časovej periódy.

17. Nabíjač podľa nároku 15, vyznačujúci sa tým, že nabíjacia hodnota je meraná od začiatku štvrtej časovej periódy.

18. Nabíjač podľa nároku 12, vyznačujúci sa tým, že prvky kroku (e) obsahujú prvky na detekciu zmien v na odpore nezávislom napätí vzhľadom k času počas kroku (d) (1), kde je svorkové nabíjanie konečné, keď prvky detekujú zmenu a odpore nezávislého napätia, ktoré je charakteristické pre začiatok prebitia.

19. Nabíjač podľa nároku 18, vyznačujúci sa tým, že svorkové nabitie je koncové, keď sú všetky napätové špičky alebo napätové hladiny detekované.

20. Nabíjač podľa nároku 18, vyznačujúci sa tým, že svorkové nabitie je koncové, keď je detekovaný druhý inflexný bod.

21. Nabíjač podľa nároku 20, vyznačujúci sa tým, že ďalej obsahuje operačné prvky, ktoré zhromažďujú údaje pre hodnoty na odpore nezávislého napätia s ohľadom na čas a lokalizujú inflexný bod výpočtom maxima prvej derivácie na odpore nezávislého napätia vzhľadom k času.

22. Nabíjač podľa nároku 20, vyznačujúci sa tým, že ďalej obsahuje operačné prvky na meranie celkového dodaného náboja do batérie alebo článku, pričom je svorkové nabíjanie ukončené, keď je dosiahnutá vopred stanovená hodnota dodaného náboja, táto hodnota nabíjania je zameraná, keď je detekovaný druhý inflexný bod.

23. Nabíjač batérií, predovšetkým na znovunabíjanie batérií a článkov, vyznačujúci sa tým, že obsahuje:

a) prvky pre dodávku elektrického nabíjacieho príkonu do znovunabíjacej batérie pre rýchle dobitie tejto znovunabíjacej batérie,

b) prvky na periodické prerušovanie uvedeného elektrického nabíjacieho príkonu do znovunabíjacej batérie vo vopred zvolenom časovom intervale tak, že je umožnená detekcia vnútorného na odpore nezávislého napätia uvedenej batérie počas prerušenia elektrického nabíjacieho príkonu, pričom vopred zvolený časový interval je dostatočne dlhý na umožnenie dôkladnej rekombinácie všetkých oxidov vzniknutých počas nabíjania a vnútorné na odpore nezávislé napätie je detekované po dostatočnej rekombinácii oxidov,

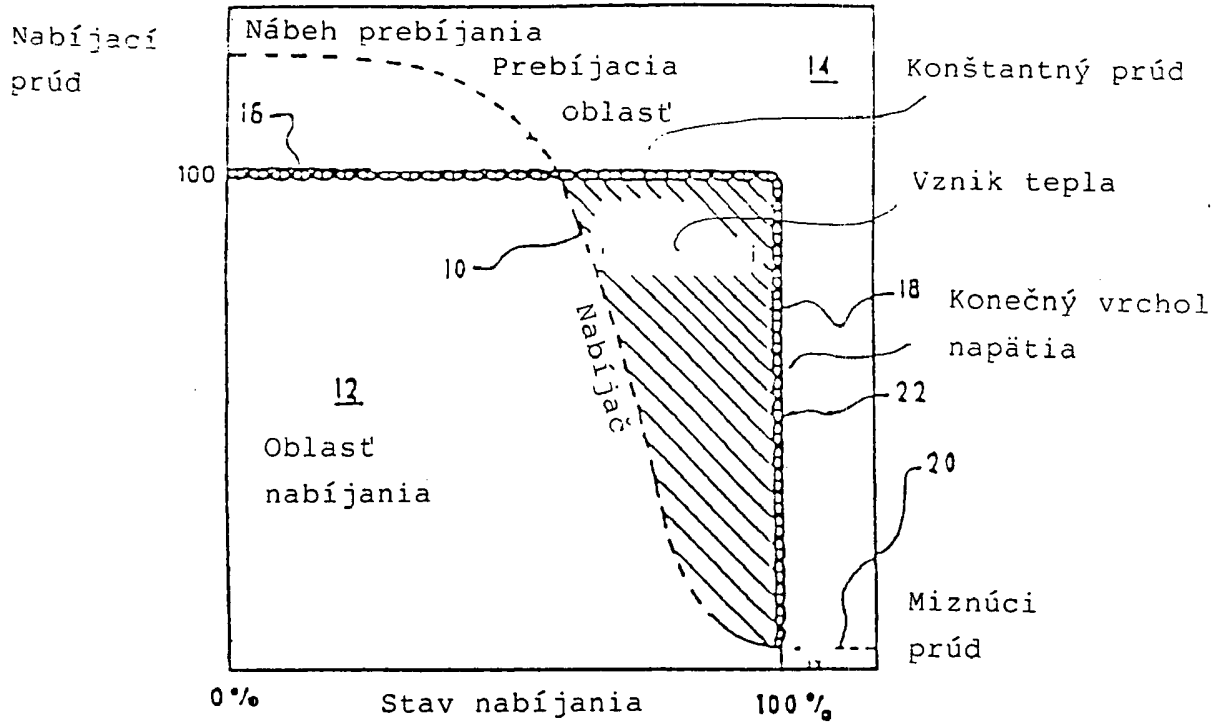
c) prvky na porovnanie vnútorného na odpore nezávislého napätia batérie s vopred stanoveným referenčným napätím, a

d) prvky pre redukciu elektrického nabíjacieho príkonu pokiaľ je uvedené vnútorné, na odpore nezávislé napätie batérie aspoň rovné uvedenému vopred stanovenému referenčnému napätiu tak, že je redukovaná rýchlosť nabíjania tejto znovunabíjacej batérie tak, že je udržiavané vnútorné na odpore nezávislé napätie na hodnote neprekračujúcej vopred stanovenú referenčnú hodnotu.

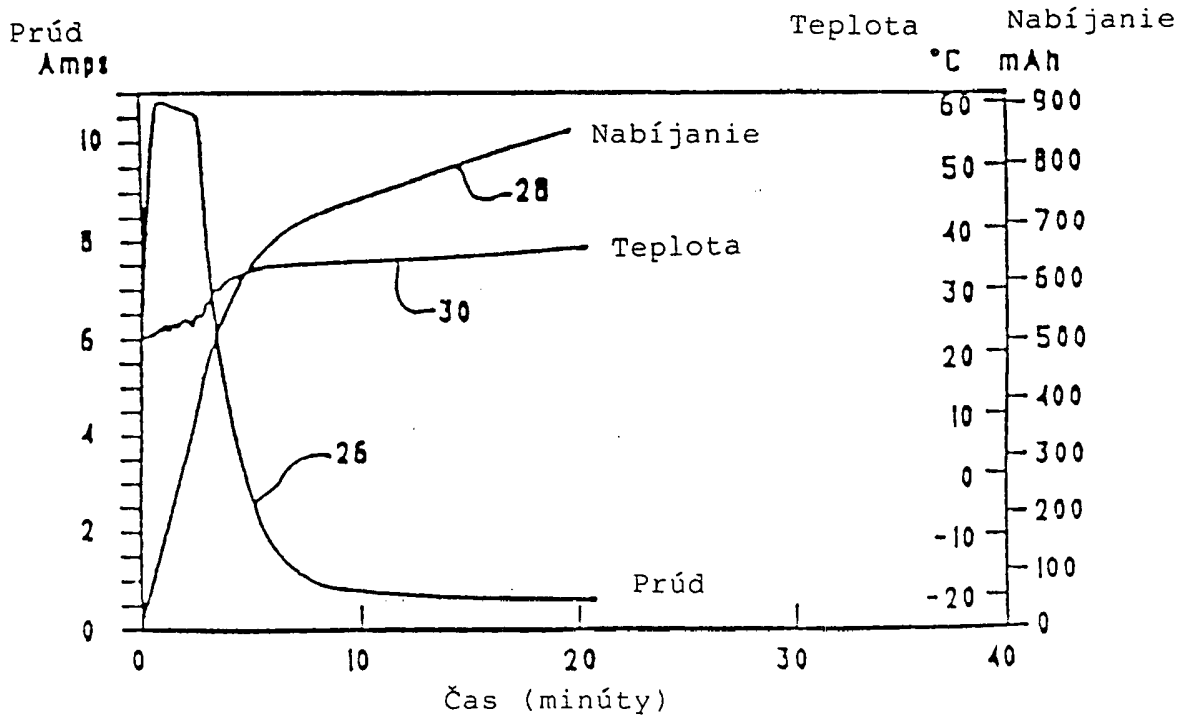
24. Nabíjač podľa nároku 23, vyznačujúci sa tým, že na odpore nezávislé napätie je detekované 50 až 1000 msec po začiatku každého prerušenia.

25. Nabíjač podľa nároku 24, vyznačujúci sa tým, že na odpore nezávislé napätie je detekované 100 až 500 msec po začiatku každého prerušenia.

26. Spôsob podľa nároku 1, vyznačujúci sa tým, že prerušenie je dostatočne dlhé na umožnenie dôkladnej rekombinácie oxidov vzniknutých počas nabíjania a kde na odpore nezávislé napätie je stanovené po takejto dostatočnej rekombinácii oxidov.



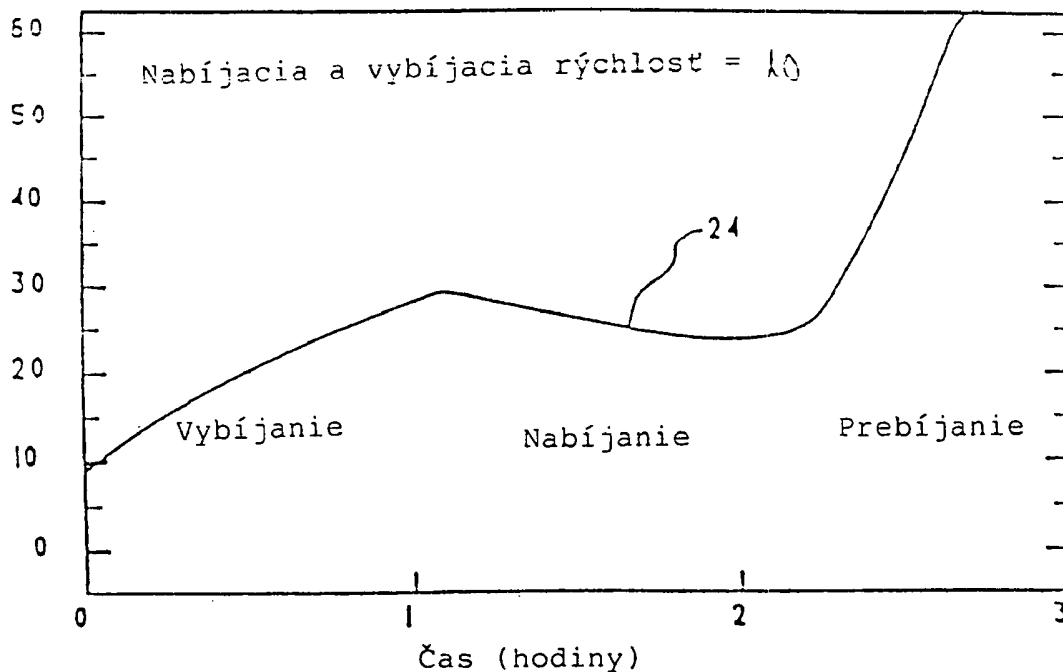
Obr. 1



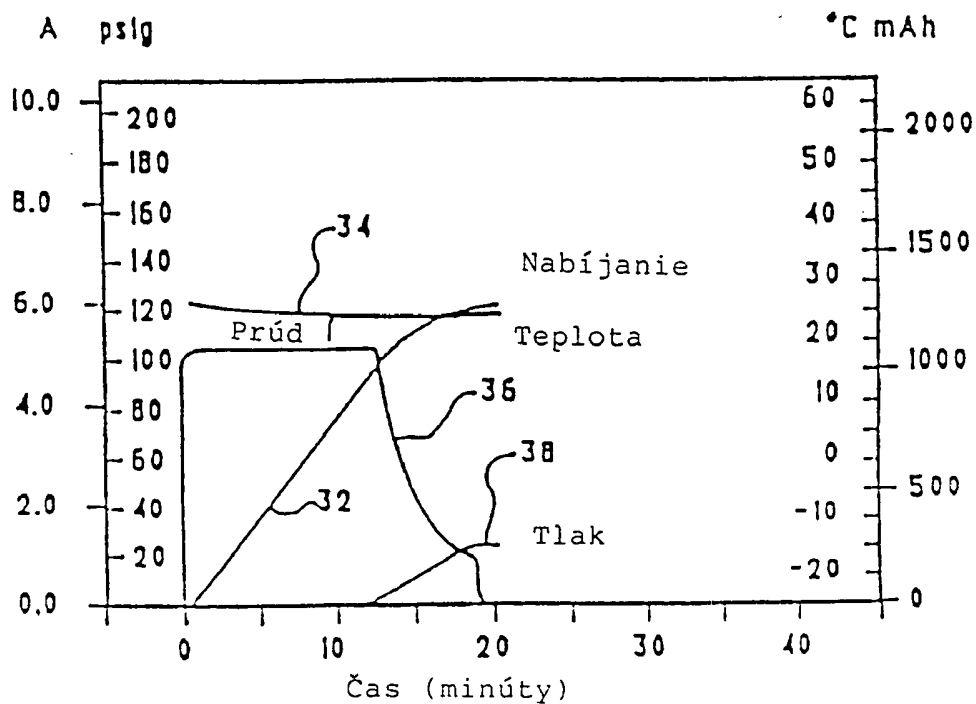
Obr. 3

40 20 2 1 100 100

Teplota
°C

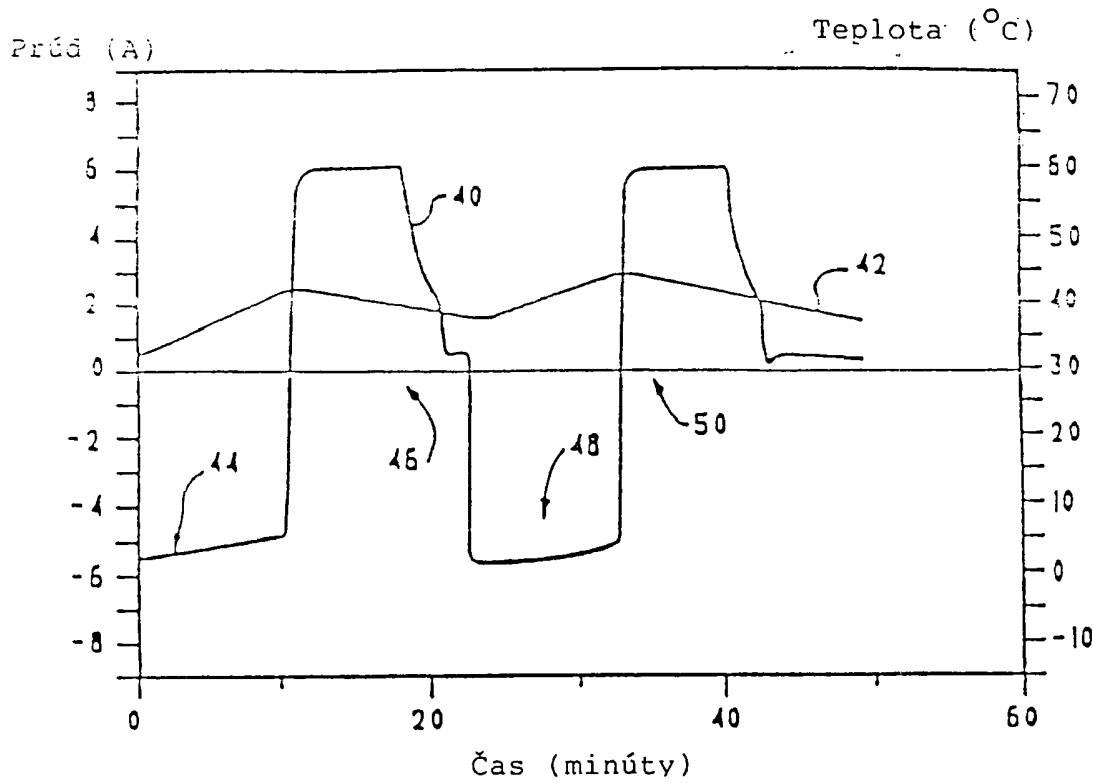


Obr. 2

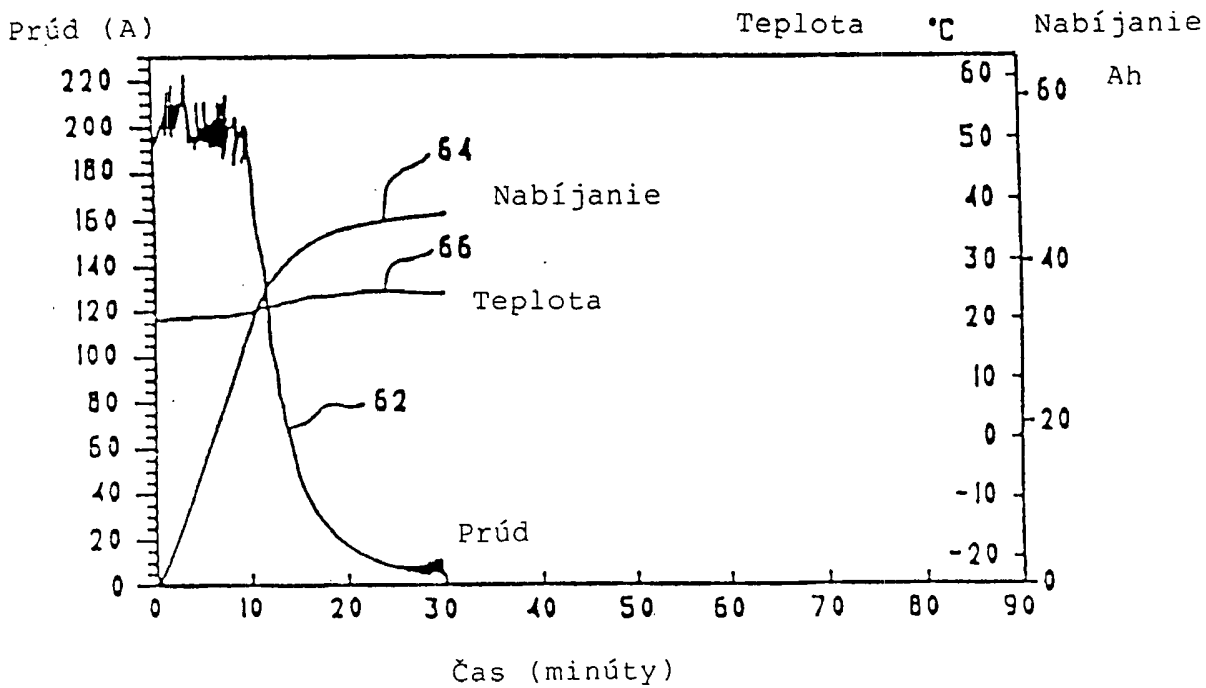


Obr. 4

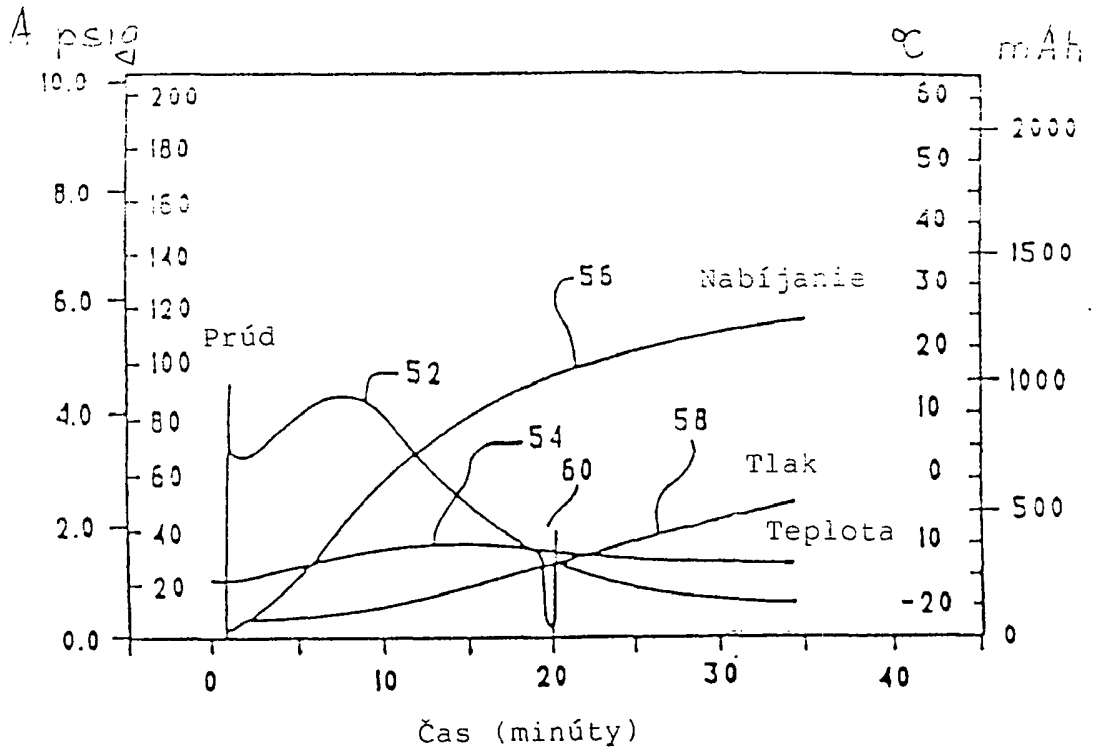
40 21 7 7 11 8 11 11



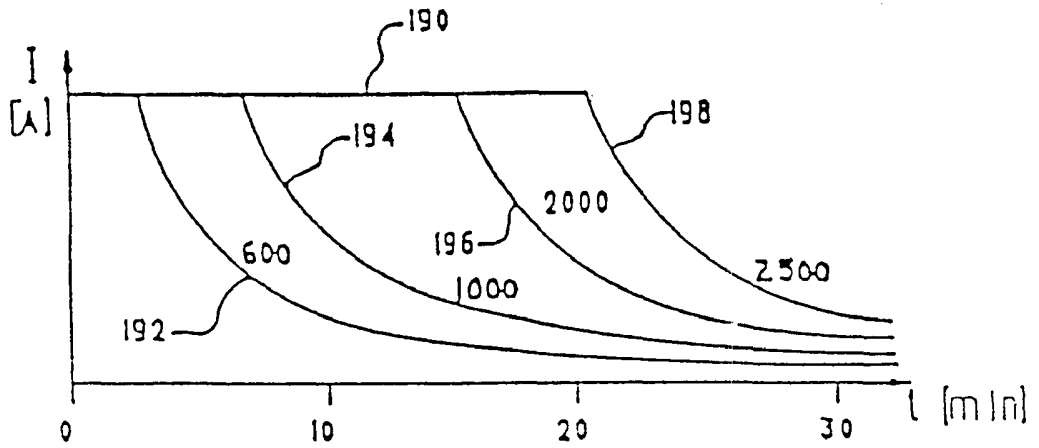
Obr. 5



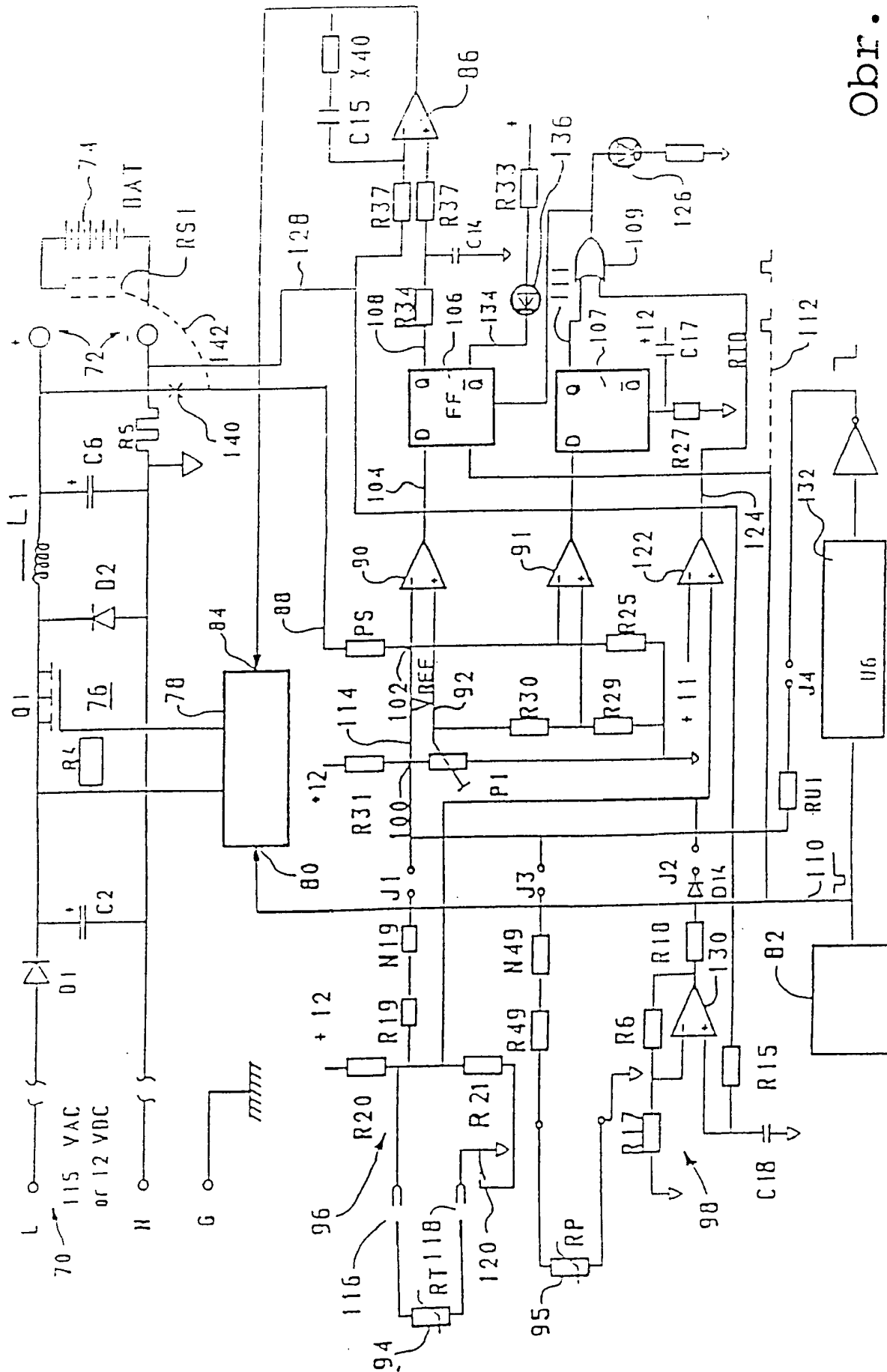
Obr. 7



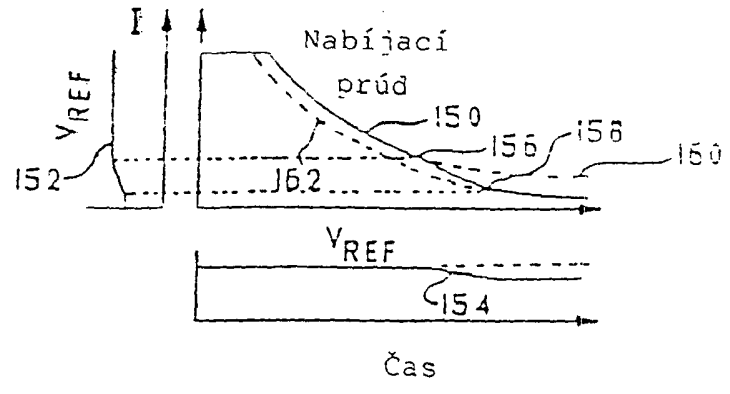
Obr. 6



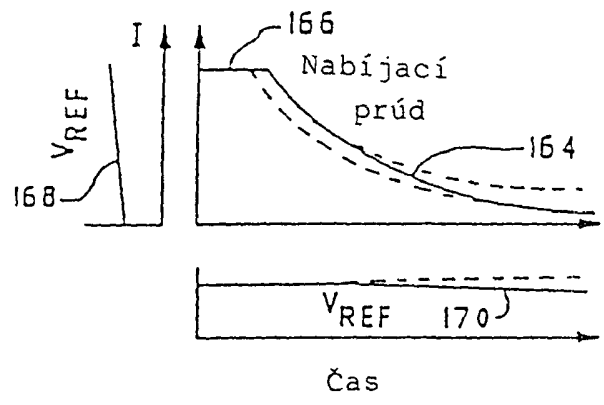
Obr. 10



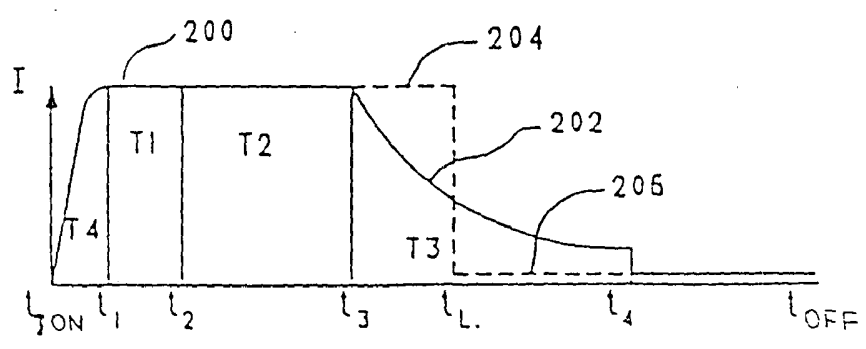
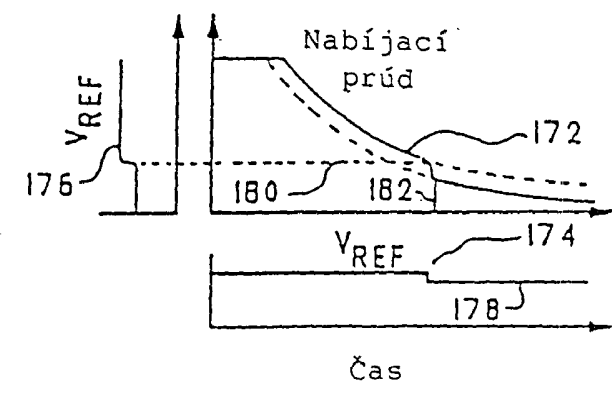
Obr. 9a



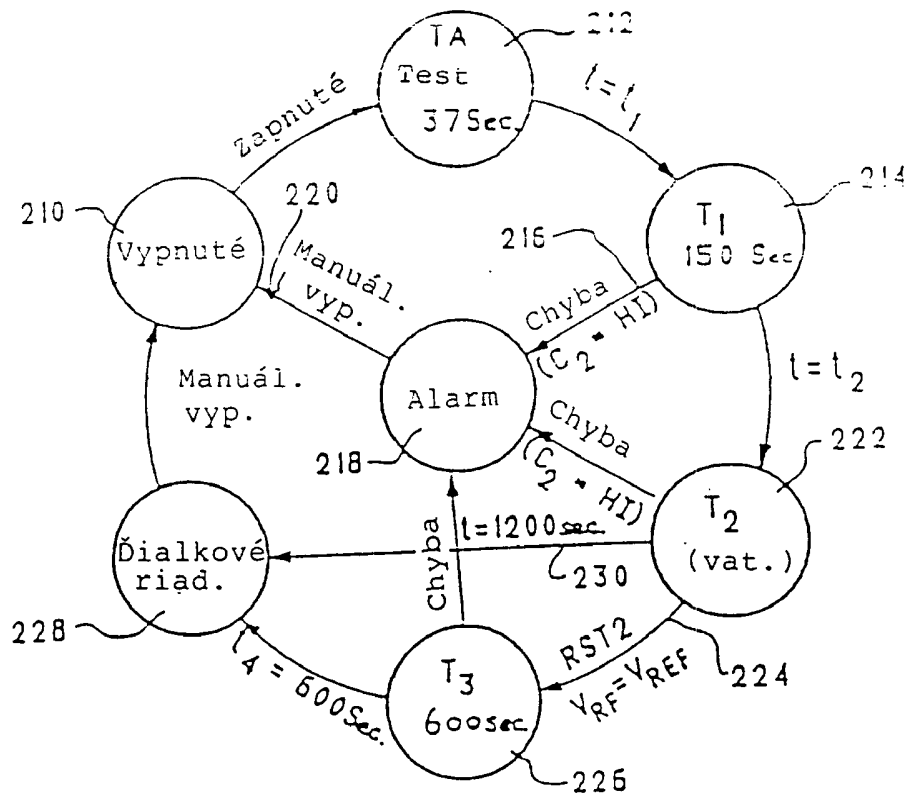
Obr. 9b



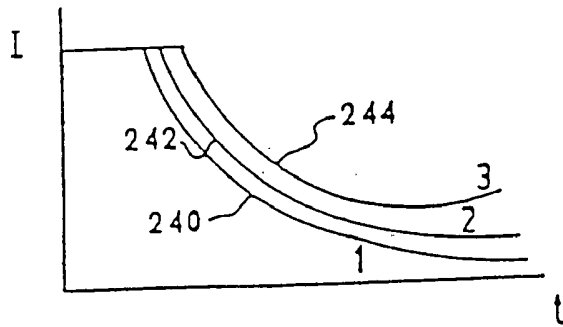
Obr. 9c



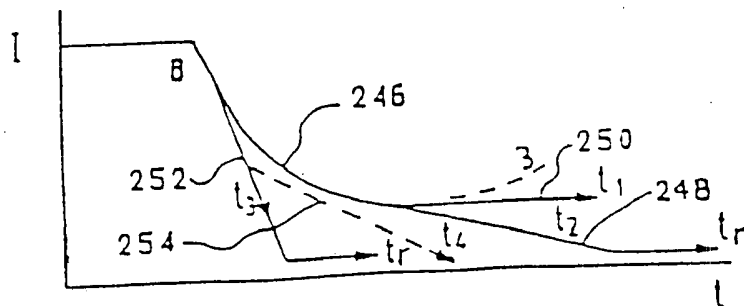
Obr. 11



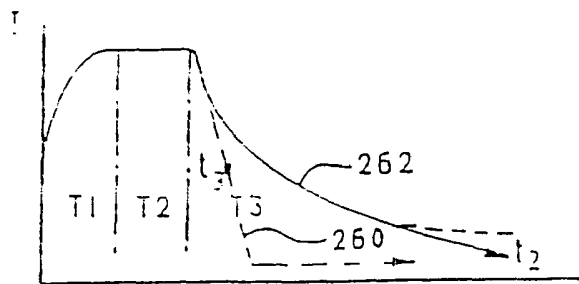
Obr. 12



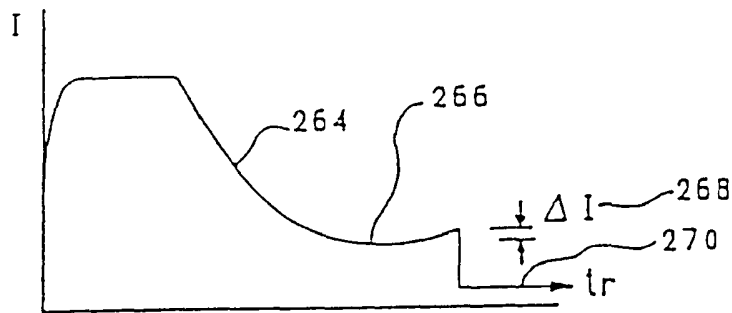
Obr. 13



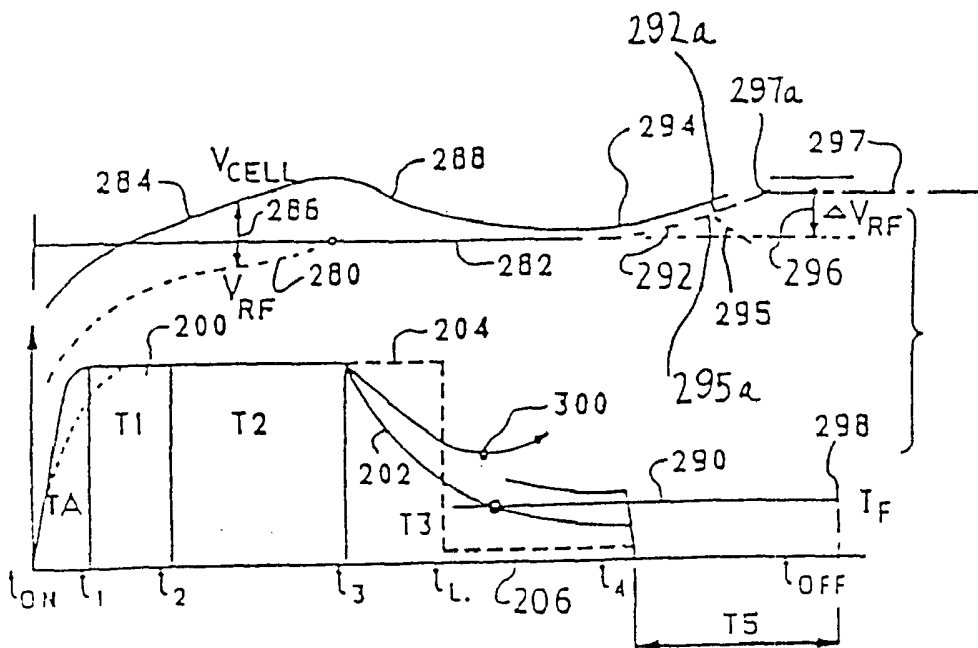
Obr. 14



Obr. 15

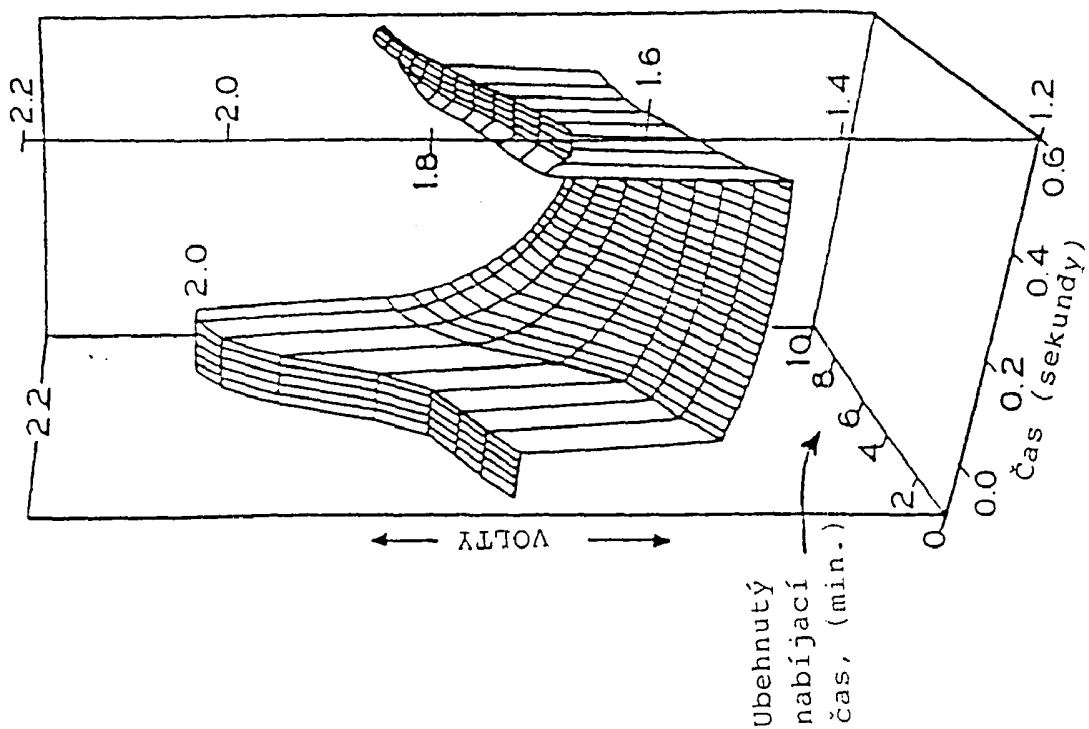


Obr. 16

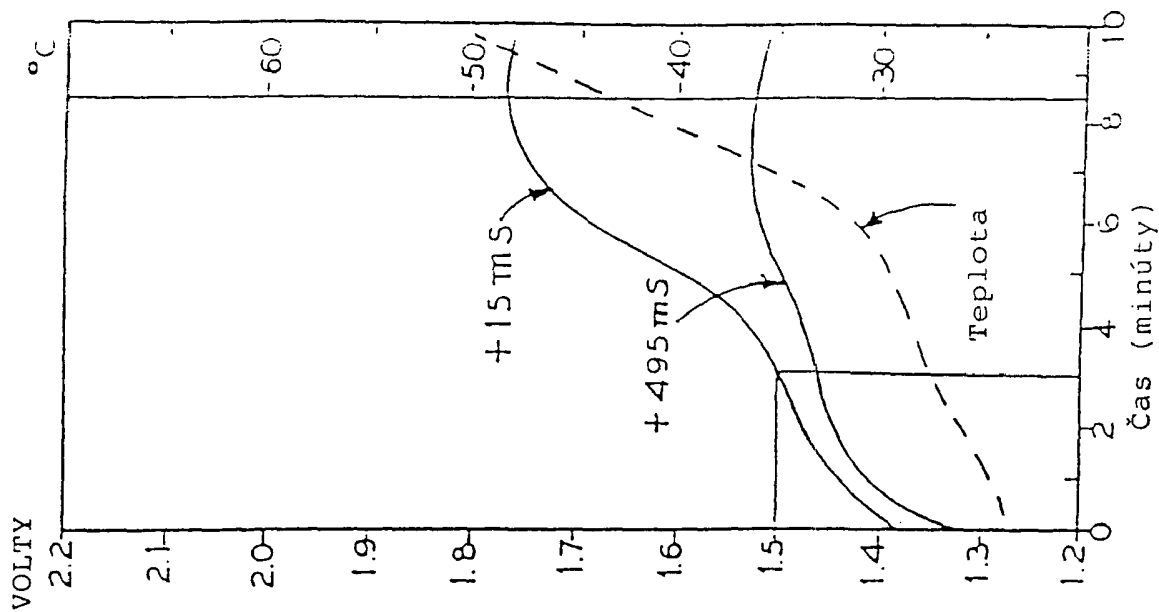


Obr. 17

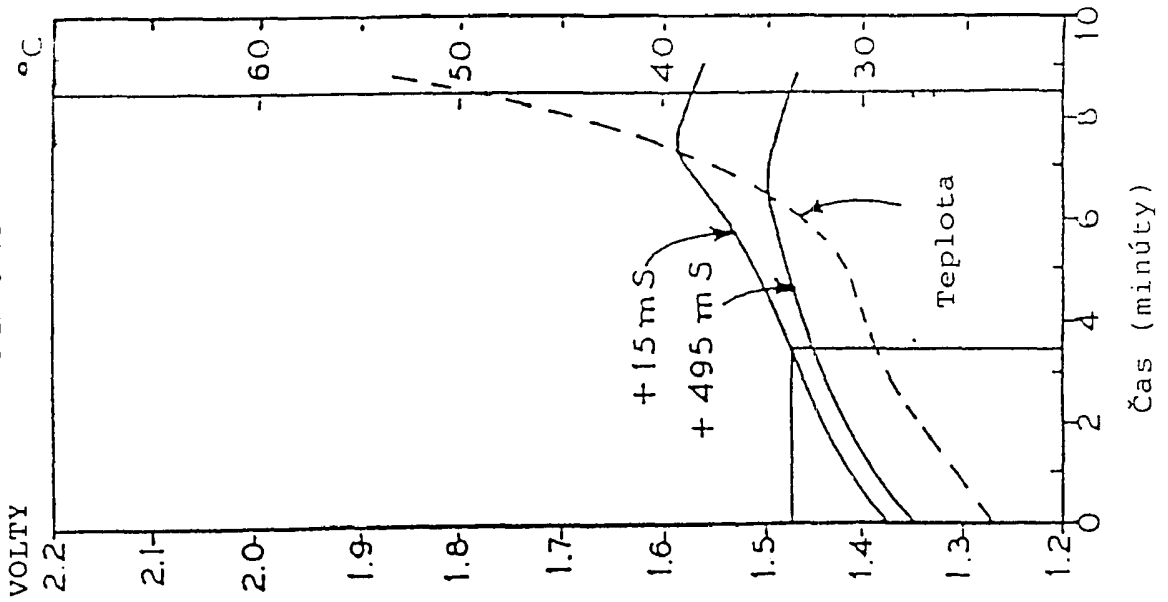
Obr. 18 a



Obr. 18 b



Obr. 19b



Obr. 19a

