

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 944/94

(51) Int.Cl.⁶ : **H01M 10/48**

(22) Anmeldetag: 5. 5.1994

(42) Beginn der Patentedauer: 15. 1.1998

(45) Ausgabetag: 25. 9.1998

(30) Priorität:

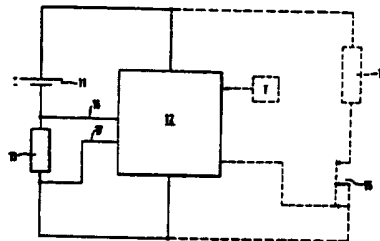
17. 5.1993 DE 4316471 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

ROBERT BOSCH GMBH
D-70469 STUTTGART (DE).

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES LADEZUSTANDES EINER WIEDERAUFLADBAREN BATTERIE

(57) Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer wiederaufladbaren Batterie, insbesondere eines Nickel-Cadmium-Akkumulators vorgeschlagen. Eine erfindungsgeäße Vorrichtung umfaßt wenigstens eine wiederaufladbare Batterie (11), eine Zähleinrichtung (12) und ein Referenzbauteil (13). Die Ladungs-/Entladungszyklen des Akkumulators werden ausgewertet zur Bestimmung der alterungsabhängig veränderlichen Kapazität der Batterie sowie des Ladezustandes, wobei der Betrieb vom Beginn bis zum Lebensdauerende des Nickel-Cadmium-Akkumulators überwacht wird. Die Zähleinrichtung (12) wird durch einen programmgesteuerten Mikroprozessor verwirklicht.



Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands einer wiederaufladbaren Batterie, gemäß der Gattung, des Hauptanspruches.

5 In der DE-OS 41 12 987 wird der Ladezustand einer wiederaufladbaren Batterie, insbesondere eines Nickel-Cadmium-Akkumulators, mit einer elektronischen Zählvorrichtung erfaßt, deren Zählerstand beim Laden hochgezählt und beim Entladen heruntergezählt wird. Der Ladezustand der Batterie ist der Zustand, der momentan im Nickel-Cadmium-Akkumulator vorhandenen, tatsächlich gespeicherten Ladungsmenge.

10 Im folgenden ist die Kapazität eines Akkumulators das momentane, alterungsabhängige Ladungsspeichungsvermögen oder Ladungsfassungsvermögen des Akkumulators. Die Kapazität eines Akkumulators ist der maximale Ladezustand des Akkumulators zu jeder Zeit. Sowohl die Kapazität als auch der Ladezustand des Akkumulators werden hinsichtlich des gleichen Nullpunktes der entnehmbaren Ladungsmenge des Akkumulators beurteilt. Dabei wird von einer Nullladung des Akkumulators ausgegangen. Der Nullpunkt wird durch einen Schwellwert einer Meßgröße, meist der Klemmenspannung, die der Entladeschlußspannung für die Tiefentladung des Nickel-Cadmium-Akkumulators entspricht, festgelegt.

15 Nennkapazität ist die Kapazität eines Akkumulators, die für den Akkumulator vom Hersteller angegeben wird. Sie entspricht der Mindestkapazität der Akkumulatoren eines neu gefertigten Loses von Akkumulatoren der gleichen Bauart.

20 Der Meßbetrieb eines Akkumulators weist ein oder mehr Justierzyklen und ein oder mehr Arbeitszyklen auf. Ein Justierzyklus dient sowohl der Ingangsetzung der Vorrichtung als auch der Korrektur des laufenden Meßbetriebs. Ein Arbeitszyklus dient dem Zweck der Energieentnahme aus der wiederaufladbaren Batterie. Parasitäre Energieentnahme aus dem Akkumulator, zum Beispiel durch Selbstentladung des Akkumulators, tritt während des Meßbetriebes begleitend auf.

25 Gewöhnlich wird der Ladezustand eines Akkumulators durch die Messung seiner Klemmenspannung überwacht. Ein Nachteil der Bestimmung des Ladezustandes eines Nickel-Cadmium-Akkumulators durch Spannungsmessung besteht durch die Ungenauigkeit dieser Messmethode aufgrund sehr niedriger Absolutwerte der Änderungen der Klemmenspannung (Entladekurve) des Akkumulators. Die Kapazität wird bestimmt über Meßwerte jenseits dieses flachen Kurvenverlaufes der Entladekurve.

30 Nachteilig bei dem bekannten Verfahren ist ferner, daß aufgrund von Alterung und unterschiedlichen Lade-/Entladezyklen Abweichungen der Kapazität des Nickel-Cadmium-Akkumulators von der Nennkapazität auftreten. Ist die Kapazität des Nickel-Cadmium-Akkumulators kleiner als die Nennkapazität, so wird nicht die tatsächlich verfügbare Ladungsmenge durch die Zählvorrichtung angezeigt, sondern ein Ladezustand vorgetäuscht, der auf den Wert der Nennkapazität bezogen ist. Eine Eichung der Meßeinrichtung ändert nichts an der angezeigten Ladungsmenge hinsichtlich der Kapazität des Akkumulators. Wird der Nickel-
35 Cadmium-Akkumulator in Geräten eingesetzt, bei denen die tatsächlich verfügbare Ladungsmenge wichtig ist, zum Beispiel einer Leuchte für Feuerwehranwendungen oder Notstromanwendungen, so ist die Überwachung der Kapazität neben der des Ladezustandes des Nickel-Cadmium-Akkumulators erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu erarbeiten, die die tatsächlich verfügbare Ladungsmenge eines Akkumulators erfaßt und anzeigt.

40 Vorteile der Erfindung

Durch die erfindungsgemäße Lösung werden gefährliche Situationen vermieden, weil der unter Berücksichtigung der Kapazität ermittelte Ladezustand einer wiederaufladbaren Batterie den tatsächlichen Werten
45 entspricht.

Über die gesamte Lebensdauer wird die wiederaufladbare Batterie zu jedem Zeitpunkt des Meßbetriebes zuverlässig einsetzbar. Das Ende der Lebensdauer der Batterie wird voraussehbarer.

Die Selbstentladung des Akkumulators wird in Abhängigkeit von der Temperatur des Akkumulators berücksichtigt. Beim Aufladen wird der Ladezustand auf die gemessene Kapazität des Akkumulators
50 begrenzt. Eine Alterung des Akkumulators wird somit vom Anwender erkannt, der diesen rechtzeitig austauscht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Vorrichtung und des Verfahrens möglich.

55 Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Figur 1 zeigt ein elektrisches Netzwerk zur Bestimmung des Ladezustandes eines Nickel-Cadmium-Akkumulators, Figur 2 zeigt eine

Entladekurve eines Nickel-Cadmium-Akkumulators, Figur 3 zeigt ein Schaubild einer Folge von Kapazitätswerten eines Nickel-Cadmium-Akkumulators.

Ausführungsbeispiel

5

Figur 1 zeigt eine elektronische Schaltung mit einem Nickel-Cadmium-Akkumulator 11, einem Mikroprozessor 12, einem Verbraucher 14, einem Feldeffekttransistor 15 als Transistor-Schaltelement und einem Referenzwiderstand 13 mit Meßleitungen 16 und 17. Ferner ist ein Temperatursensor T vorhanden, der mit dem Mikroprozessor 12 verbunden ist.

10

Figur 2 zeigt die Entladekurve eines Nickel-Cadmium-Akkumulators mit Klemmenspannung U , Einsatzspannung U_E , Entladeschlußspannung U_S und Nennspannung U_N . Der Justier- und der Arbeitszyklus werden auf ein Spannungsintervall zwischen U_E und U_S festgelegt. Der Entladeschlußspannung entspricht eine Entladeschlußkapazität K_S bei 100 Kapazitätsanteilen K des Akkumulators. Die Einsatzspannung U_E muß nicht die Maximalspannung sein, wenn zum Beispiel ein Handscheinwerfer mit einer Regelschaltung

15

Figur 3 zeigt eine Folge von gemessenen Kapazitäten Q_i zu verschiedenen Zeitpunkten t_i anhand ausgezogener Striche, beginnend mit der ersten Kapazität Q_1 für das Folgeglied $i = 1$ bis zur n -ten Kapazität Q_n , bei der die Lebensdauer des Akkumulators endet. Weiter zeigt Figur 3 gestrichelt dargestellte Strecken für eine Folge von Sollwerten S_i der Kapazität und gepunktet gezeichnete Strecken konstanter Länge, die Glättwerte G_i . Q_N ist die Nennkapazität der Baureihe des Akkumulators, i ist der fortlaufende Folgegliedindex und $Q_S < Q_N$ die Entladeschwellkapazität für den Akkumulator.

20

Zur Inbetriebnahme der Vorrichtung im Justierzyklus J wird der Akkumulator bis zur Entladeschlußspannung U_S entladen. Es folgt eine 14 Stunden andauernde vollständige Aufladung des Akkumulators mit einem Ladestrom $I_{10} = Q_N/10$ h, wie dies in dem DE-Buch der VARTA Aktiengesellschaft, Gasmischseldorf, 2. Auflage 1988, Seite 65 unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Aufladung beschrieben ist. Bei der folgenden Entladung bis zur Entladeschlußspannung U_S wird der Entladestrom $I(t)$ und das Entladezeitintervall gemessen. Die Kapazität errechnet sich durch Integration des zeitabhängigen Entladestroms $I(t)$ für das Entladezeitintervall vom Entladebeginn bis zum Entladeschluß. Die Zählvorrichtung berechnet durch numerische Näherung dieses Integral, beispielsweise durch ein Programm eines Mikroprozessors, und speichert die errechnete Kapazität Q_i im Register des Mikroprozessors als S_i -Wert.

25

Zur Inbetriebnahme in einem ersten Arbeitszyklus A nach dem Justierzyklus J wird der Akkumulator vierzehn Stunden bei für jede Aufladung nahezu gleichbleibender Umgebungstemperatur mit I_{10} vollgeladen und anschließend während des Betriebes entladen. Bei der Entladung können Entladepausen und Schwankungen der Umgebungstemperatur auftreten zum Beispiel bei der Verwendung einer Handlampe mit einem Akkumulator im Außendienst. Die Kapazität Q_2 wird bestimmt durch Integration wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben. Ist $Q_2 > Q_1 = S_1$ so wird ein konstanter Glättwert G_2 zu Q_1 hinzugefügt: $S_2 = Q_1 + G_2$, ist $Q_1 = Q_2$ geschieht nichts $S_2 = Q_1$ und ist $Q_2 < Q_1$ so wird ein konstanter Glättwert G_2 von Q_1 abgezogen: $S_2 = Q_1 - G_2 = S_1 - G_2$ und S_2 gespeichert.

35

40

Im folgenden Justierzyklus dient S_2 zum Vergleich mit dem dann gemessenen Q_3 ; allgemein wird S_{i-1} mit Q_i verglichen für weitere Zyklen. Zwischen den Justierzyklen liegen Arbeitszyklen, wobei die Lade- und Entladeströme als Integral der Strom-Zeit-Funktion im Ladezustand erfaßt werden: $L_{i+1} = L_i \pm I \cdot \Delta t$. Dabei ist L der Ladezustand, I die Zählvariable und das Pluszeichen steht für Laden, das Minuszeichen für Entladen. I ist der im Zeitintervall gemessene Lade- oder Entladestrom in Bezug auf den Akkumulator. Der Wert L_i wird immer auf den Wert S_i begrenzt, das heißt, $L_i \leq S_i$.

45

Es sind auch andere Reihenfolgen der Arbeits- und Justierzyklen denkbar. Ferner ist es möglich, auch einen Arbeitszyklus als Justierzyklus zu nutzen, wenn beispielsweise bestimmte Parameter einen voraussehbaren Einfluß auf den Ladezustand oder die Kapazität der wiederaufladbaren Batterie ausüben. Der Mikroprozessor bleibt auch bei Leerlauf, d. h. ohne Belastung, an der Versorgungsspannung der Vorrichtung und führt Überwachungsinstruktionen, zum Beispiel die Kontrolle der Klemmenspannung beim Aufladen des Akkumulators aus. Selbstverständlich kann an die Stelle eines Nickel-Cadmium-Akkumulators auch ein anderer Batterietyp treten, zum Beispiel ein Bleiakkumulator. Die Einflüsse der Temperatur und der Selbstentladung werden in konstanten Zeitintervallen erfaßt und bei der Berechnung des Ladezustandes berücksichtigt.

50

55

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustands einer wiederaufladbaren Batterie, mit einer elektronischen Zählvorrichtung, deren Zählerstand entsprechend dem Lade- und Entladestrom der Batterie veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zählerstand der Zählvorrichtung (12) zusätzlich abhängt von der tatsächlich vorhandenen Kapazität der Batterie (11) und daß Mittel zur Überwachung der mit der Alterung abnehmenden Kapazität der Batterie (11) und des jeweiligen Ladezustandes vorhanden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine wiederaufladbare Batteriezelle (11), eine Zählvorrichtung (12) zur Überwachung des Ladezustands und der Kapazität und ein Referenzbauteil (13) zur Messung des Lade- und Entladestroms vorhanden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als wiederaufladbare Batterie (11) ein Nickel-Cadmium-Akkumulator, als Zählvorrichtung (12) ein Mikroprozessor und als Referenzbauteil (13) ein Widerstand in Reihe mit der Batterie (11) verwendet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung in einem Handscheinwerfer oder als Bestandteil eines Handscheinwerfers, wobei die Zählvorrichtung (12) gleichzeitig als Steuereinrichtung für den Betrieb der Glühlampe (14) des Handscheinwerfers im Impulsbetrieb bei konstanter Leistung dient.
5. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer wiederaufladbaren Batterie, wobei der Zählerstand einer elektronischen Zählvorrichtung entsprechend dem Lade- und Entladestrom der Batterie veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zählerstand der Zählvorrichtung (12) zusätzlich verändert wird in Abhängigkeit von der tatsächlich vorhandenen Restkapazität der Batterie (11), wobei der Zählvorrichtung (12) einerseits Signale entsprechend der mit der Alterung abnehmenden Kapazität der Batterie (11) und andererseits Signale entsprechend dem Ladezustand der Batterie zugeführt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßbetrieb ein oder mehr Justierzyklen (J) und ein oder mehr Arbeitszyklen (A) aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Justierzyklus (J) eine Entladung der wiederaufladbaren Batterie (11) bis zur Entladeschlußspannung, eine Aufladung bis zur Volladung und anschließend zur Bestimmung der Restkapazität wiederum eine Entladung bis zur Entladeschlußspannung der Batterie (11) aufweist.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ausgehend von einem abgeschlossenen Justierzyklus (J) mindestens ein Arbeitszyklus (A) folgt, der mit einer Volladung der Batterie (12) beginnt und dem unter Ermittlung des jeweiligen Ladezustandes eine Entladung bis zur Entladeschlußspannung folgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Justierzyklen (J) und Arbeitszyklen (A) durch Verwaltung der qualitativen und quantitativen Meß- und Regeldaten mit der Zählvorrichtung (12) überwacht werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßbetrieb einen Justierzyklus (J, Q_1) und viele Arbeitszyklen (A) mit einer Folge von Kapazitäten (Q_2 bis Q_i) umfaßt, wobei jede Kapazität des momentanen Arbeitszyklus mit der des vorhergehenden Arbeitszyklus (A) verglichen und das Vergleichsergebnis gespeichert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufladung der wiederaufladbaren Batterie (11) im folgenden Arbeitszyklus (A) durch das Vergleichsergebnis aus dem vorangegangenen Arbeitszyklus (A) festgelegt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vergleichsergebnis des momentanen Arbeitszyklus (A) zusammen mit einem konstanten Glättwert zur Berichtigung des Kapazitätswertes der Zählvorrichtung benutzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der berichtigte Kapazitätswert zur Festlegung des Ladestroms und der Ladezeit für die Aufladung im folgenden Arbeitszyklus (A) verwendet wird.
- 5 14. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entladeschlußspannung, der Ladezustand und die Kapazität vom gleichen Bezugspotential aus ermittelt werden.
- 10 15. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Selbstentladung der wiederaufladbaren Batterie (11) durch die Zählvorrichtung (12) erfaßt und der Wert des Ladezustandes berichtigt wird.
- 15 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Selbstentladung der wiederaufladbaren Batterie in Abhängigkeit von der Batterietemperatur berücksichtigt wird.
- 20 17. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperaturabhängigkeit der Kapazität durch die Zählvorrichtung mit einem Temperatursensor (T) erfaßt und der Wert der Kapazität berichtigt wird.
- 25 18. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Arbeitszyklus (A) als Justierzyklus (J) benutzt wird.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

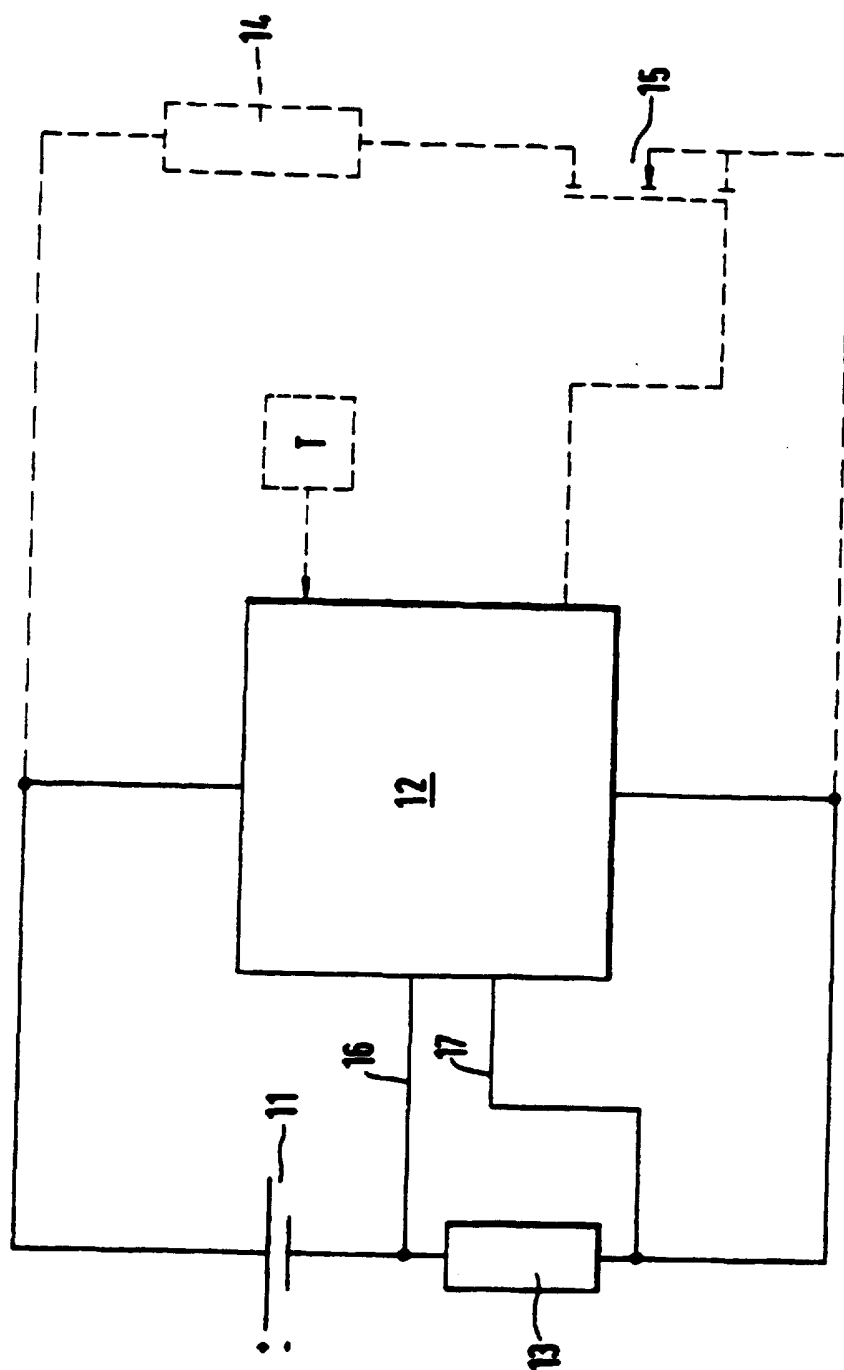


Fig.1

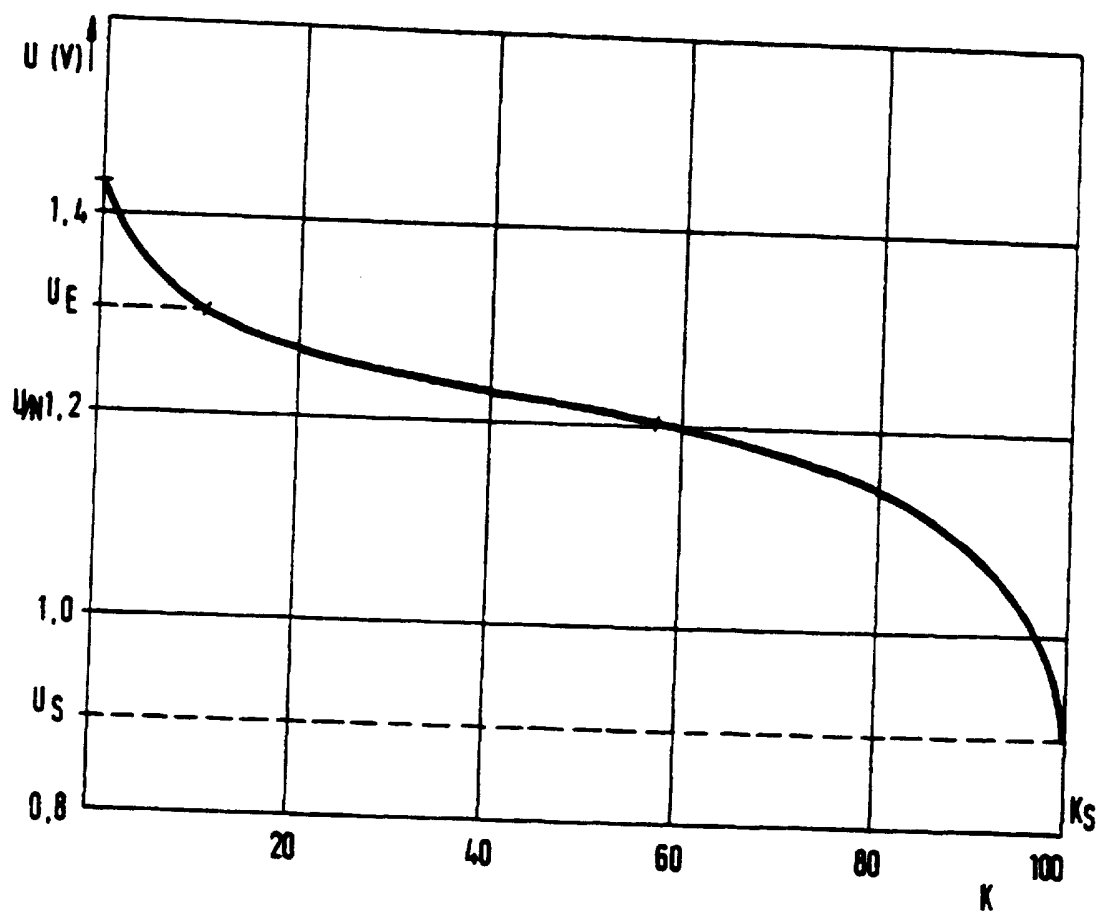


Fig.2

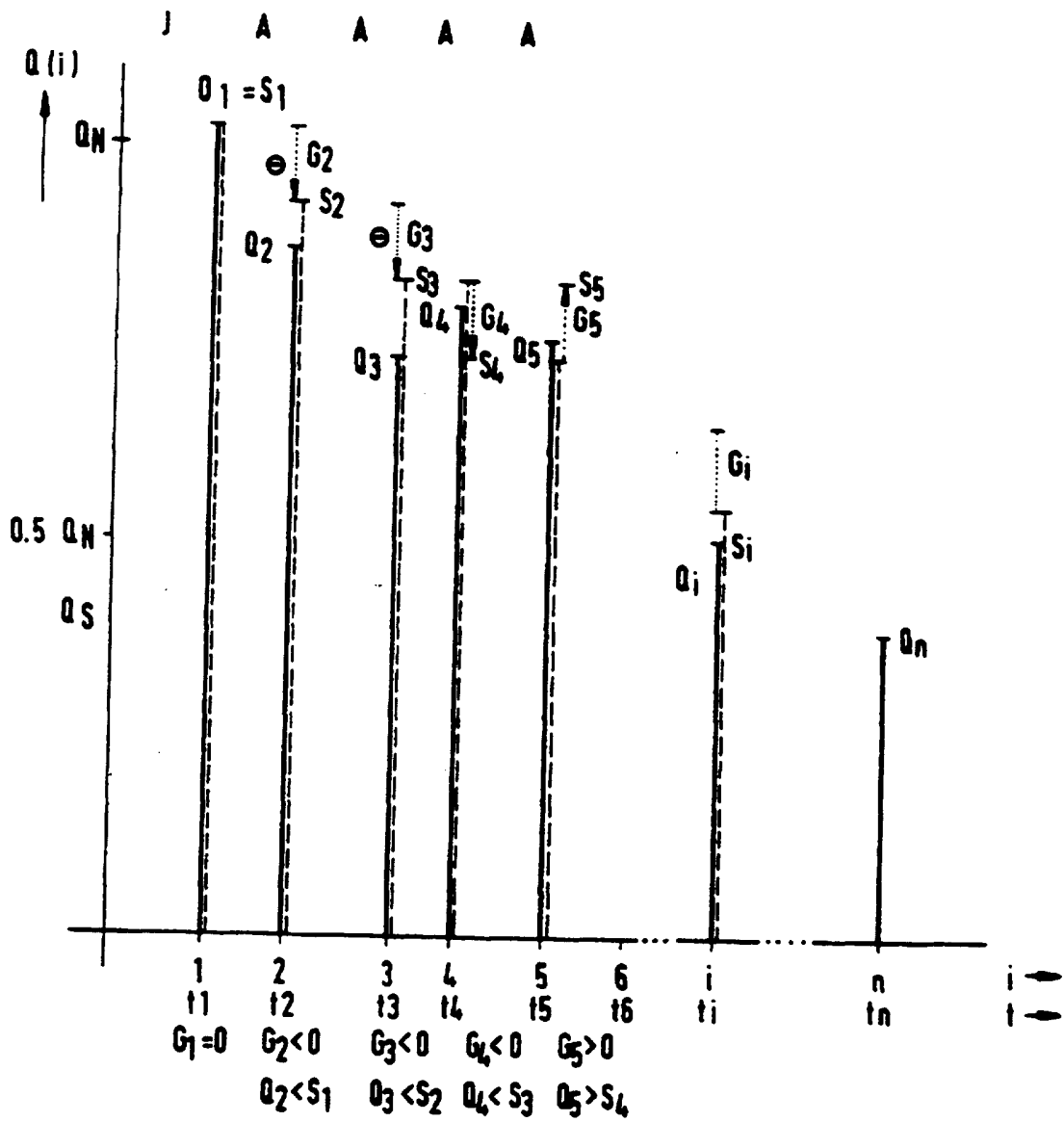


Fig.3