

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

10 ES

11

21

22

NUMERO
481.042
FECHA DE PRESENTACION
30-5-79

10 A1

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
911.268	31-5-78	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H02J 7100	

64 TITULO DE LA INVENCION
"UN METODO DE CARGAR RAPIDA Y EFICAZMENTE UNA BATERIA, Y APARATO PARA REALIZARLO"

71 SOLICITANTE (ES)	(File 78F-3413)
BLACK & DECKER INC.	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Newark, Delaware, Estados Unidos de América

73 INVENTOR (ES)
DAVID ALAN SAAR, RICHARD THOMAS WALTER y JOHN LUTZ BOWMAN, JR.

75 TITULAR (ES)

76 REPRESENTANTE	(P.- 71.705)
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ	

1

CAMPO DEL INVENTO

5

10

Este invento se refiere a cargadores de baterías en general, y específicamente a un método y a un aparato para cargar baterías, que permiten que cualquier batería sea llevada a su estado de plena carga con un régimen de velocidad muy rápida y también con máxima eficacia, sin riesgo de deterioro para la batería ni para el cargador. Este invento será descrito con referencia particular a baterías de níquel-cadmio, pero es también capaz de cargar muchos otros tipos de baterías de una manera óptima para cada una de estas baterías particulares.

TECNICA ANTERIOR

15

20

25

La utilización de baterías en diversos productos, particularmente para el consumidor al por menor, ha aumentado tremendamente en los últimos años. No obstante, las baterías son todavía vistas con considerable desagrado por muchos consumidores ya que una gran parte de su experiencia se ha obtenido con pilas primarias que son ricas en pérdidas y no rentables, que deben ser reemplazadas con frecuencia y pueden provocar graves daños si se producen fugas y derrames. Las baterías recargables se han hecho recientemente más populares en diversos dispositivos, pero los clientes todavía encuentran problemas. Frecuentemente, el cliente descubre que sus baterías se han descargado espontáneamente y necesitan volver a ser

1 cargadas exactamente en el momento en que él desea utilizar el dispositivo, y para efectuar la recarga se necesita en la mayor parte de los casos un período de tiempo in convenientemente largo.

5 Una solución a esto consiste en disponer sistemas de carga de mantenimiento en que la batería puede ser dejada en carga constante entre usos. Incluso este sistema carece de valor si el cliente no es capaz de volver a dejar cargada la batería después del uso; además, la mayor parte de los sistemas de carga de mantenimiento provocan realmente un lento deterioro de la batería con el transcurso del tiempo.

10 La solución a todos los problemas anteriores consistiría en la disposición de un sistema de carga rápida adecuado que llevase de modo digno de confianza a la batería a su estado de plena carga en el tiempo más corto posible y sin riesgo de daños. Si bien la técnica anterior está repleta de intentos de proporcionar buenos sistemas de carga rápida, ningún sistema satisfactorio ha sido desarrollado todavía. La mayor parte de los sistemas de carga requieren hoy día condiciones muy especiales, tales como baterías desusadamente caras que puedan aceptar la salida del sistema de carga rápida. Incluso en estas condiciones especiales, queda un riesgo de grave daño para la batería o para el cargador. Además, las presentes

15

20

25

1 técnicas de carga rápida no cargan de modo apropiado las
baterías. Dependiendo del modo de terminación utilizado,
todas las técnicas de carga rápida que los solicitantes
conocen, cargan en exceso o deficitariamente a la batería,
5 cualquiera de los cuales hechos provoca un deterioro gra-
dual de la batería y un fallo prematuro.

En parte, los fallos de la técnica anterior
han sido debidos a la incapacidad de indicar con exacti-
tud la plena carga de una batería; esto ha sido debido al
10 fallo de la técnica anterior en seleccionar el modo de in-
dicación apropiado, o al hecho de que, incluso aunque se
haya seleccionado un indicador razonablemente bueno, los
requisitos de carga de una batería varían substancialmen-
te con las particularidades químicas individuales de la
15 pila, con la historia individual de la pila y con la tem-
peratura ambiente. Así, incluso un modo de indicación
que haya sido razonablemente bien seleccionado para un ti-
po de batería particular puede proporcionar en realidad
una indicación exacta sólo para unas pocas pilas que ten-
gan características ideales y sólo si las pilas son carga-
20 das en condiciones apropiadas de temperatura ambiente.

Por ejemplo, una clase principal de sistemas
de carga rápida anteriores ha recurrido a la desconexión
en función de temperatura para terminar el modo de carga
25 rápida. No obstante, estos sistemas están sujetos a di-

1 versas dificultades: pueden dañar a las baterías debido a
la repetición constante de condiciones de alta temperatu-
ra, incluso en pilas fabricadas de modo especial (y caras)
que están diseñadas teóricamente para admitir altas tempe-
5 raturas; estos sistemas pueden no resultar seguros para -
utilizarse con pilas defectuosas; en realidad no cargan
una batería a su plena capacidad, en condiciones de alta
temperatura ambiente; la eficacia de carga es baja y los
sistemas son por lo tanto ricos en pérdidas y no renta-
10 bles; y a baja temperatura ambiente, la batería puede ser
hecha autodestruirse por evacuación o posiblemente por ex-
plosión.

Otra clase principal de sistemas de carga rápi-
da de la técnica anterior recurre a la desconexión por -
15 tensión eléctrica. No obstante, en muchos tipos de siste-
mas de baterías que incluyen las de níquel-cadmio, este
modo de terminación es indigno de confianza debido a la
gran variación de tensiones eléctricas que puede producir-
se con la temperatura, o debido a la historia de la pila o
20 las características de las pilas individuales. Por lo -
tanto, un sistema de desconexión por tensión eléctrica pue-
de destruir una batería mediante evacuación. Excepto en
condiciones ideales, no usuales, éste jamás cargará apro-
piadamente a una batería hasta su plena capacidad.

25 Una tercera clase principal de sistemas de ter

1 minación de la carga de baterías de la técnica anterior
está basada en el simple transcurso del tiempo. No obs-
tante, la exactitud de este sistema depende de que la ba-
tería, al comienzo de la operación de carga, tenga un es-
5 tado de carga supuesto. Existe una probabilidad muy alta
de que esto no sea así, y de que la batería esté cargada
en exceso o deficitariamente.

La mayor parte de los otros métodos de carga
que han sido utilizados hasta ahora están basados en com-
10 binaciones de una o varias de las técnicas antedichas. -
Si bien algunos problemas pueden ser evitados por estas
combinaciones, todavía existen algunos de ellos. Incluso
los mejores sistemas de carga rápida requieren costosas
construcciones y estructuras de las pilas; no obstante,
15 el costo adicional sólo sirve para retrasar el deterioro
de la batería, que es causado por el sistema cargador.

Una técnica más reciente, ilustrada por la me-
moria de patente de los Estados Unidos número 4.052.656,
busca el punto en que es cero la pendiente de la curva de
20 tensión en función del tiempo, para una batería dada. No
obstante, incluso esta técnica es susceptible de dificul-
tades; puede detectar otro punto en el que la pendiente
de tensión eléctrica sea cero pero en que la batería esté
sólo parcialmente cargada; además, incluso si se sitúa -
25 apropiadamente el punto de pendiente cero que está próxi-

1 mo a la plena carga, esto carga en exceso inherentemente
a la batería y provocará un deterioro de la batería debi-
do a un calentamiento.

5 Todos los sistemas de carga de baterías de la
técnica anterior que se conocen actualmente llevan a reali-
zación una u otra de las técnicas antedichas y son suscep-
tibles de uno o más de los defectos antes enumerados. Es-
to es así a pesar del hecho de que la mayor parte de los
cargadores de baterías actualmente conocidos están diseña-
10 dos para ser utilizados sólo con un tipo de batería y, en
general, sólo con un número seleccionado de pilas de bate-
ría de ese tipo particular. El concepto de un cargador
de baterías que pueda proporcionar con exactitud y rapi-
dez una plena carga para una variedad de baterías diferen-
tes, incluyendo números diferentes de pilas o tipos dife-
15 rentes de pares de batería está totalmente fuera del esta-
do presente de la técnica de carga de baterías.

OBJETIVOS

20 El objeto global del presente invento es el de
superar las dificultades inherentes a las técnicas anterio-
res de carga de baterías y proporcionar un nuevo y mejora-
do método y un nuevo y mejorado aparato para cargar bate-
rías que cargue totalmente baterías con una velocidad muy
rápida y con un máximo de eficacia y sin provocar un dete-
25 rioro ni rápido ni lento de la batería.

1 Un objeto más específico de este invento es la
creación de un método y un aparato para cargar baterías
que identifique con exactitud el momento en que la bate-
ría haya alcanzado la plena carga y que termine la opera-
5 ción de carga, sin cargar excesiva ni deficitariamente la
batería.

 Un objeto adicional de este invento es la crea-
ción de un método y de un aparato para cargar plenamente
diferentes baterías incluyendo números diferentes de pi-
10 las con la máxima velocidad de régimen y eficacia posi-
bles, partiendo de condiciones iniciales desconocidas.

 Otro objeto de este invento es la creación de
un método y un aparato para cargar plenamente diferentes
baterías que comprendan diferentes pares químicos, con la
15 máxima velocidad de régimen y eficacia permisibles, a par-
tir de condiciones de partida desconocidas.

 Todavía otro objeto de este invento es la crea-
ción de un método y de un aparato para llevar rápidamen-
te a una batería a su estado de plena carga, y para deter-
20 minar la carga a régimen rápido en este punto, lográndose
esto sin consideración a la tensión real de la batería, a
las características de las pilas individuales, a la histo-
ria de carga individual de la batería particular, ni a la
temperatura ambiente real.

25 En otro aspecto, un objeto de este invento es

1 crear un método universal para cargar rápidamente diferen-
tes tipos de baterías y para proporcionar además un apara-
to que seleccione el sub-método apropiado requerido para
cargar rápidamente una batería de un tipo particular.

5 En otro aspecto, un objeto de este invento es
la creación de un aparato para aplicar corriente de carga
a una batería y determinar con exactitud el momento en
que una batería haya alcanzado su pleno estado de carga.

10 Todavía otro objeto del invento presente es la
creación de un método y de un aparato mejorados para car-
gar rápidamente baterías, que reconozca con exactitud -
cuando una batería haya alcanzado un estado de plena car-
ga, que después de ello termine el modo de carga rápida y
que subsiguiente suministre una corriente de carga de aca-
15 bado a la batería para compensar a las baterías que, debi-
do a una historia de carga particular, puedan producir -
una indicación falsa del estado de plena carga.

20 Todavía otro objeto de este invento es la crea-
ción de un método y de un aparato para cargar baterías -
que identifique estados intermedios en el ciclo de carga
de una batería particular y ajuste el régimen de corrien-
te de carga aplicada de manera que se mantenga la corrien-
te aplicada en el nivel óptimo para una operación de car-
ga rápida eficaz y no destructora.

25 Un objeto adicional de este invento es la crea

1 ción de un método y de un aparato para proporcionar un mo
do de carga de mantenimiento no destructivo, mediante el
cual una batería pueda ser mantenida en su estado de ple-
na carga sin deterioro gradual de la batería.

5 Es un objeto adicional de este invento crear
un método nuevo y único en su género de evaluar el estado
de carga de una batería y de controlar la corriente de
carga aplicada como respuesta a dicha evaluación con el
fin de permitir que la batería sea llevada a su estado de
10 plena carga con la máxima velocidad posible y con una efi-
cacia máxima sin provocar daños ni deterioros de la bate-
ría, incluyendo dicho método sistemas de seguridad para
proteger contra daños debidos a la introducción de una pi-
la defectuosa o a la introducción de una pila que ya esté
15 plenamente cargada.

Otros objetos y ventajas de este invento resul-
tarán evidentes según se desarrolle la descripción y la
ilustración del mismo.

BREVE DESCRIPCION DEL INVENTO

20 En general, el presente invento comprende un
método de aplicar una corriente de carga a una batería,
vigilar parámetros de batería seleccionados durante la ope-
ración de carga, deducir de cambios de estos parámetros
una indicación del estado de carga real de la batería, y
25 controlar la energía de carga aplicada de manera que se

1 lleve a la batería a su estado de plena carga lo más rápi-
damente posible sin dañar a la batería. Además, el méto-
do general de este invento proporciona la identificación
de estados desusados que pueden producirse en algunos ca-
5 sos, y que requieren la terminación de una operación de -
carga para proteger a la batería o al cargador; además,
este método proporciona la aplicación de una carga de aca-
bado en casos apropiados y la aplicación de una carga de
mantenimiento con el fin de mantener a la batería a plena
10 carga, lográndose todos estos objetos sin riesgo de dete-
rioro para la batería ni para el cargador. Todos estos
objetivos se logran independientemente de la tensión eléc-
trica real de la batería; a pesar de amplias variaciones
en las características de las pilas individuales; a pesar
15 de una previa historia de carga peligrosa en el caso de
una batería particular; y a pesar de amplias variaciones
en la temperatura ambiente a las que puede estar expuesta
la batería y/o el cargador.

En particular, el presente invento está basado
20 en el descubrimiento de que el potencial electroquímico
de una batería manifiesta tipos específicos de cambios no
lineales de su valor con respecto al tiempo cuando la ba-
tería es cargada. El invento está basado además en el -
descubrimiento de que el estado de carga real de la bate-
25 ría durante la operación de carga puede ser analizado ob-

1 servando puntos de inflexión que pueden aparecer cuando
el potencial electroquímico cambia con respecto al tiempo.

5 En el caso de baterías específicas, una carga
apropiada puede implicar la determinación de la aparición
de uno o más de tales puntos de inflexión, o de determi-
nar una secuencia particular de puntos de inflexión orde-
nados. El hecho de controlar el modo de carga apropiado
puede implicar entonces una simple conversión desde un mo-
do de carga rápida a régimen elevado a un modo de manteni-
10 miento apropiado que impida o compense la descarga espon-
tánea de la batería. En otros casos, un control apropia-
do de la secuencia de carga de la batería puede implicar
una combinación de la determinación de puntos de infle-
15 xión con otros análisis de la variación de la tensión eléc-
trica con respecto al tiempo o de la tensión eléctrica re-
al en un momento particular. En todos estos casos, un as-
pecto importante de este invento es la determinación de -
puntos de inflexión en la curva que representa el poten-
20 cial electroquímico de la batería en función del tiempo.

A título de ilustración del método general an-
tedicho, la memoria que sigue describe variaciones apro-
piadas en el tipo específico de análisis que se puede rea-
lizar para determinar los puntos de inflexión, y describe
25 también variaciones en el análisis que pueden ser necesi-

1 rios para acomodar diferentes modos de cargar baterías ta
les como tensión constante, corriente constante, etc. -
Aplicaciones específicas incluyen técnicas para cargar ba
5 terías tales como de níquel-cadmio, plomo ácido y plata-
-cadmio.

También de acuerdo con el presente invento, se
describe un aparato para realizar estos diversos métodos.
En una forma preferida de realización, el aparato incluye
un manantial apropiado de energía eléctrica, un dispositi
10 vo analítico para determinar los parámetros controladores
necesario, y medios para controlar la aplicación de ener
gía a partir del manantial a la batería.

En el ejemplo particular de una batería de ní
quel-cadmio descargada, normal, un esquema de carga útil
15 de acuerdo con el invento consiste en aplicar a la bate
ría una corriente de carga constante de régimen rápido
hasta que se pase por dos puntos de inflexión consecuti
vos, específicamente un primer punto de inflexión en que
el signo de la pendiente de dV/dt (es decir el signo de
20 d^2V/dt^2), cambie de negativo a positivo, seguido por un
segundo punto de inflexión en que el signo mencionado cam
bie de positivo a negativo.

Estos análisis serán aclarados aún más con re
ferencia a la variación de tensión de una batería de ní
quel-cadmio normal en la descripción detallada que se da
25

1 seguidamente; por el momento, es suficiente hacer obser-
var que un concepto básico presentado aquí es el análisis
de puntos de inflexión. Técnicas específicas de análisis
y secuencias específicas adaptadas para acomodar diferen-
5 tes pares de batería se pueden desarrollar con facilidad
dentro del contexto de este método general.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La figura 1 es un gráfico que ilustra la varia-
ción de la tensión eléctrica en función del tiempo duran-
10 te el ciclo de carga de una batería de níquel-cadmio;

la figura 2 es un diagrama por bloques que
ilustra los elementos primarios en un cargador de bate-
rías de acuerdo con este invento;

las figuras 3 y 4 comprenden conjuntamente un
15 diagrama esquemático que ilustra circuitos específicos
que pueden ser creados de acuerdo con este invento para
formar el diagrama por bloques de la figura 2;

las figuras 5 hasta 9 ilustran esquemáticamen-
te la secuencia de operaciones realizadas por la micro-
20 computadora mostrada en la figura 4;

las figuras 10-13 son gráficos que ilustran la
variación de la tensión eléctrica en función del tiempo
durante el ciclo de carga de varias baterías diferentes;
y

25 la figura 14 es un gráfico que ilustra la va-

1 riación de la corriente en función del tiempo durante el
ciclo de carga de una batería de níquel-cadmio.

MEMORIA DESCRIPTIVA

5 En la siguiente memoria descriptiva, se da una
explicación del proceso de carga de baterías del tipo de
baterías de níquel-cadmio. El método del invento para vi-
gilar o terminar el proceso de carga de baterías se des-
cribe seguidamente, incluyendo varios métodos de termina-
10 ción alternativos utilizados para la protección o para la
terminación suplementaria. El aparato de este invento se
presenta seguidamente, incluyendo un circuito esquemáti-
co detallado, preferido, y una forma de realización pre-
ferida de la secuencia de operaciones realizadas por la -
microcomputadora. Finalmente, se da una descripción gene-
15 ral de la aplicación de este invento a otros tipos de ba-
terías y a otros modos de carga.

PROCEDIMIENTO DE CARGA DE BATERIAS

20 En el curso de la recarga de una batería de -
níquel-cadmio se ha encontrado que se produce una curva -
muy típica si la tensión eléctrica creciente de una bate-
ría es representada gráficamente como una función del -
tiempo. La figura 1 es una representación de una curva -
típica de este tipo, tomada durante un ciclo de carga con
corriente constante. Una curva similarmente típica puede
25 obtenerse representando gráficamente la corriente en fun-

1 ción del tiempo durante un ciclo de carga con tensión eléc-
trica constante, y un diseño reproducible se produce tam-
bién si ni la tensión ni la corriente son mantenidas en -
regiones significativas, tal como se indica por los núme-
5 ros romanos entre las líneas verticales superpuestas a la
curva. Si bien la curva es susceptible de variaciones en
los valores específicos de la tensión eléctrica o del -
tiempo, la forma general es similar para todas las bate-
rías de níquel-cadmio que incluyen una o más pilas, y la
10 siguiente discusión se aplica igualmente a todas las men-
cionadas baterías.

La Región I de la figura 1 representa la etapa
inicial del cambio de tensión eléctrica que se produce -
cuando se inicia primeramente el ciclo de carga. En esta
15 Región, la tensión está sometida a importantes variacio-
nes basadas en el nivel de carga inicial de la batería, -
su historia de carga o descarga, etc. Dado que la forma -
de esta región puede variar, ésta se indica en la figura
1 por una línea de puntos.

20 Dado que varía la información en la Región I,
usualmente es preferible ignorar este segmento de la cur-
va. La batería atravesará generalmente la Región I de un
modo completo en el espacio de los primeros 30 a 60 segun-
dos de la operación de carga y entrará en la Región II; -
25 en general, la tensión eléctrica en este período aumenta

1 de modo relativamente rápido desde la tensión de almace-
namiento inicial, y los cortos picos que pueden producir-
se en esta Región no son perjudiciales.

5 Cuando la batería se aproxima a un régimen de
carga más estable, entra en la porción de la curva desig-
nada como Región II. La Región II puede ser de duración -
bastante larga con poco o ningún aumento de la tensión -
eléctrica. Durante este tiempo, tiene lugar la mayor par-
te de la conversión química interna del procedimiento de
10 carga. Cuando se han convertido porciones importantes del
material activo, la batería comienza a aproximarse al es-
tado de plena carga y la tensión comienza a aumentar con
mayor rapidez. El punto de inflexión A en la curva desde
un régimen de aumento decreciente a un régimen de aumento
15 creciente se identifica como la transición de la Región
II a la Región III.

La Región III está caracterizada por un aumento
de tensión relativamente rápido según se convierte al es-
tado cargado cada vez más cantidad del material activo. -
20 Cuando la batería se aproxima más cerca del estado de ple-
na carga, es decir cuando posiblemente un 90 a 95% de su
material activo ha sido convertido químicamente, comienza
a desprenderse oxígeno. Esto produce un aumento de la pre-
sión interna y también un aumento de la temperatura de la
25 pila. Debido a estos efectos, el rápido aumento de tensión

1 eléctrica de la batería comienza a decelerarse y aparece
otro punto de inflexión en la curva. Este segundo punto -
de inflexión es identificado como el punto de transición
entre las Regiones III y IV, punto B.

5 Dentro de la Región IV, las porciones finales
del material activo están siendo convertidas a la composi-
ción química de la batería plenamente cargada. Al mismo -
tiempo, debido a un desprendimiento de oxígeno a partir
de un material ya convertido, la presión interna aumenta
10 y el calentamiento contribuye a una deceleración en la -
velocidad de aumento de la tensión eléctrica hasta que la
tensión se estabiliza con algún valor de pico para un cor-
to período de tiempo. Esto es designado como la transición
entre las Regiones IV y V.

15 Dentro de la Región V, si se continúa la opera-
ción de carga, la tensión eléctrica de la pila comienza a
disminuir debido a un calentamiento adicional, ya que vir-
tualmente toda la energía aplicada es convertida en calor
y el coeficiente de temperatura negativo de la tensión de
20 batería da lugar a que disminuya la tensión. La aplicación
continuada de energía de carga en esta Región provocaría
eventualmente daños para la batería, por evacuación o por
daños para el separador.

25 Tal como se ha indicado anteriormente, la dura-
ción relativa, la pendiente o el valor de cualquier por-

1 ción de esta curva se pueden modificar por factores tales
como la temperatura inicial de la batería, la historia de
carga o descarga de la batería, las características de -
fabricación particulares y las características individuales
5 de la pila de batería. No obstante, los aspectos principa-
les de esta curva y de cada una de sus regiones serán -
identificables en cualquier batería de níquel-cadmio no
defectuosa que sea llevada de un estado substancialmente
descargado a un estado plenamente cargado con una corrien-
10 te relativamente alta y constante.

De acuerdo específicamente con el presente in-
vento, la curva antes descrita y la información contenida
en ella se utilizan de una manera nueva para proporcionar
un mejorado método de carga de baterías. Este método es -
15 mucho más exacto que los anteriormente utilizados, y en -
realidad está mejorado de manera tal que permite una rá-
pida carga de cualquier pila de batería de níquel-cadmio
en un tiempo mínimo, considerando un costo razonable del
sistema.

20 Hasta el momento actual, las técnicas de carga
rápida para baterías han traído consigo el riesgo de gra-
ve daño para la batería. Con el fin de ayudar a evitar -
este problema, las pilas de baterías ordinarias son fabri-
cadas usualmente para utilizarse en unión solamente con -
25 los denominados "cargadores gota a gota" (cargadores con-

1 tinuos y lentos) que requieren alrededor de 16-24 horas -
para llevar a una batería desde un estado substancialmente
descargado hasta aproximadamente su estado de plena carga.
Incluso cuando se acepta esta sanción de tiempo, dichos -
5 cargadores pueden ser perjudiciales para las pilas de ba-
terías durante un largo período de uso.

Están disponibles cargadores rápidos para pi-
las de níquel-cadmio que llevarán a una batería a aproxi-
madamente una carga plena dentro de aproximadamente una -
10 hora. No obstante, estos cargadores requieren la utiliza-
ción de pilas de elevado precio fabricadas por técnicas -
especiales de manera tal que las pilas sean capaces de re-
sistir los posibles efectos perjudiciales de una rápida -
operación de carga. Esto es debido al hecho de que los -
15 cargadores desconectan por uno u otro de los métodos des-
critos anteriormente, con sus inexactitudes implicadas.

Análisis de puntos de inflexión

De acuerdo con este invento, se crea un nuevo
método de controlar el procedimiento de carga de baterías
que identifica con exactitud las condiciones en la bate-
20 ría particular que está siendo sometida a carga y contro-
la correspondientemente la aplicación de corriente de car-
ga. A causa de esta nueva técnica, se puede aplicar una -
corriente de carga de régimen alto a la batería de manera
25 tal que la batería es llevada a través de sus etapas ini-

1 ciales en el mínimo tiempo posible, por ejemplo en un -
tiempo tan corto como de 15 minutos para una batería ple-
namente descargada. Cuando la batería se aproxima al esta-
do de plena carga, su estado es identificado con exacti-
5 tud y la corriente de carga es reducida o desconectada -
exactamente en el momento apropiado del ciclo de carga.

La aplicación de esta nueva técnica requiere -
una elaboración muy compleja y sofisticada de la informa-
ción disponible. En forma concisa, aplicada específicamen-
te a baterías de níquel-cadmio, el método de este invento
10 implica la identificación del punto de inflexión entre -
Regiones II y III seguido por la identificación del punto
de inflexión entre Regiones III y IV. Una vez que han si-
do identificados estos dos puntos de inflexión y se ha -
15 confirmado que su aparición ocurre exactamente en ese or-
den, y sólo entonces, se puede hacer cesar o reducir la -
corriente de carga de batería a un modo de mantenimiento
o acabado si se desea, con seguridad absoluta de que la -
batería ha sido llevada a un estado de plena carga inde-
pendientemente de su temperatura, de su historia, o de -
20 las características de la pila individual. Debido a la -
exactitud de esta determinación, este método puede ser -
aplicado incluso a baterías que están construidas para -
utilizarse solamente con cargadores "gota a gota".

25 Deberá hacerse observar que la secuencia exac-

1 ta de aparición de estos puntos de inflexión es crítica -
para este invento. Aunque el método preferido de este in-
vento implica ignorar los cambios de tensión eléctrica -
que se producen dentro de los primeros 30-60 segundos del
5 ciclo de carga, los cambios que se producen en la Región I
pueden superponerse ligeramente dentro del período de -
tiempo dentro del cual es operativo el aparato muestrea-
dor de datos de este invento. En ese caso, puede aparecer
un punto de inflexión inapropiado cerca del comienzo de -
10 la Región II. El aparato de este invento está diseñado de
manera tal que ignorará dichos puntos de inflexión hasta -
que los antes identificados aparezcan en la secuencia -
apropiada.

15 Una exposición alternativa de esta técnica pue-
de efectuarse basándose en la identificación de cambios -
de signo de la segunda derivada de la tensión eléctrica -
con respecto al tiempo. Específicamente, la Región II es-
tá caracterizada por la disminución gradual de la pendien-
te o régimen de cambio de tensión en función del tiempo.
20 Para una batería plenamente descargada, la Región II cons-
tituye la porción máxima del período de carga aumentándo
la tensión eléctrica por la mayor parte de este período a
un régimen de velocidad relativamente rápida. Cuando la -
batería se aproxima al estado de plena carga, la tensión
25 eléctrica comienza nuevamente a aumentar algo más rápida-

1 mente. Por consiguiente, la pendiente que se ha estado ha-
ciendo progresivamente cada vez menor comienza de nuevo a
hacerse mayor. Esto puede ser descrito como un punto de -
inflexión o un cambio de signo de la segunda derivada de
5 la tensión eléctrica con respecto al tiempo. Por lo tanto,
se tiene un primer cambio de signo de los antedichos, que
proporciona una indicación de que la batería se está aproxima-
mando al estado de plena carga.

10 Durante la Región III, la pendiente de la -
curva de tensión-tiempo aumenta más y más según se aproxima
la batería a la plena carga. En o cerca del punto de -
plena carga, está la transición entre las Regiones III y
IV con la que la pendiente de tensión cesa de aumentar y
comienza a disminuir a valores cada vez menores según avan-
15 za la Región IV. Aquí también, se produce un cambio en el
signo de la segunda derivada de la curva de tensión-tiempo.
Esta pendiente decreciente en la Región IV indica que vir-
tualmente todo el material activo en la pila ha sido cam-
biado al estado cargado y que la energía que entra dentro
20 de la pila está comenzando a convertirse en calor en lu-
gar de continuar el procedimiento de carga. Por lo tanto
es deseable terminar la carga durante la parte temprana o
media de la Región IV de la curva de tensión-tiempo.

25 Estos dos cambios de signo antes descritos
de la segunda derivada de la curva de tensión-tiempo son

1 característicos de pilas de níquel-cadmio y de otras pi-
las electroquímicas durante el procedimiento de carga. -
Proporcionan una indicación única en su género y digna de
5 confianza del estado de carga de la batería. Un aspecto -
particularmente importante del método de este invento es,
correspondientemente, la utilización de uno o más de estos
cambios de signo observables de la segunda derivada de la
curva tensión-tiempo, con el fin de determinar cuando se
ha de terminar la operación de carga de la batería.

10 El método de este invento, de observar es-
tos puntos de inflexión o cambios en el signo de la segun-
da derivada de la curva tensión-tiempo del procedimiento
de carga de baterías, se puede realizar de diversas mane-
ras incluyendo el aparato que se describe aquí seguidamen-
15 te. Para otros tipos de pilas electroquímicas o diferentes
tipos de sistemas de carga, se pueden requerir otras se-
cuencias de puntos de inflexión, pero la detección de to-
dos estos tipos de cambios de signo de segundas derivadas
y secuencias específicas de ellos se pretende que estén -
20 incluidos dentro del alcance de este método general.

Una ventaja principal del análisis de puntos
de inflexión consiste en que no depende del valor real de
la tensión de la pila ni depende del valor de la veloci-
dad de cambio, o pendiente, de tensión eléctrica. Es un -
25 análisis de los puntos en donde la velocidad de cambio de

1 tensión (es decir la pendiente de tensión) cambia de de-
decreciente a creciente o de creciente a decreciente. A su
vez, estos puntos están relacionados directamente con los
5 sucesos químicos reales dentro de la batería que está sien-
do cargada.

Así, la determinación del estado de carga y
por lo tanto del tiempo máximamente apropiado para termi-
nar la operación de carga, depende solamente de caracte-
rísticas muy universales de dichas baterías y no de las -
10 características de pilas particulares o de características
que pueden ser debidas a la historia de uso tal como alma-
cenamiento o uso muy pesado o intenso. Por lo tanto, es -
más digno de confianza y proporciona una indicación del -
momento más apropiado en el cual se ha de terminar la ope-
15 ración de carga, más válida que en métodos anteriores.

En algunos casos, la técnica de puntos de -
inflexión que es apropiada para condiciones normales pue-
de no ser adecuada, por ejemplo, si una batería está daña-
da o es defectuosa o si un usuario pone en carga inadver-
20 tidamente una batería ya plenamente cargada. En estos ca-
sos, los puntos indicativos normales pueden no aparecer de
ningún modo, o posiblemente puedan aparecer dentro del -
primer período de tiempo en el cual el aparato no está -
muestreando datos. Con el fin de proteger contra estas po-
25 sibilidades, el presente invento incluye además la previ-

1 sión de técnicas o modos de control específicos, que se -
pueden utilizar en combinación con el método básico antes
descrito.

ANALISIS DE CAMBIOS DE TENSION ELECTRICA ABSOLUTA

5 Una primera de estas técnicas que se puede
incorporar es la de terminar la aplicación de corriente -
de carga a la batería inmediatamente al aparecer un cambio
negativo de tensión. Revisando la curva de la figura 1 se
10 verá que no hay ningún punto en el ciclo de carga normal en
que se produzca un cambio negativo de tensión. Por lo tan-
to, si se encuentra un cambio negativo de tensión, esto -
debe significar que la batería es defectuosa o que ya es-
tá plenamente cargada y que ha entrado en la Región V de
la curva. Correspondientemente, se incluye preferiblemente
15 una previsión de terminar la carga a régimen alto inmedia-
tamente al aparecer un cambio negativo de tensión. Prefe-
riblemente, el valor de este cambio deberá ser suficiente-
mente grande, de manera tal que una terminación no sea -
acusada inadvertidamente por imprecisiones en el equipo -
20 de vigilancia.

Se hace observar también que el análisis de
cambios de tensión absoluta es utilizado para impedir una
carga rápida de una batería plenamente cargada que sea -
puesta inadvertidamente en carga rápida por el operario.
25 Específicamente, una batería plenamente cargada a la que

1 se aplique una alta corriente atravesará con mucha rapi-
dez, la mayor parte de las Regiones I, II y III, cuando -
no todas ellas. En muchos casos, esto ocurrirá en el pe-
río do de tiempo en que una batería normalmente descargada
5 requiriese atravesar la Región I. Dado que se han dado
instrucciones al sistema de no considerar ni buscar pun-
tos de inflexión durante la primera porción de 30 a 60 se-
gundos del ciclo, al menos uno y posiblemente dos de los
puntos de inflexión importantes, los puntos A y B, pasa-
rán antes de que el sistema comience a vigilar en cuanto
10 a ellos.

Por lo tanto, cuando comienza la vigilancia
de la batería plenamente cargada, la batería estará pasan-
do por la Región IV y entrando en la Región V. Dentro de
15 un tiempo bastante corto después de que haya sido puesta
en carga (por ejemplo 1-3 minutos) la batería entrará en
la Región V y su tensión eléctrica comenzará a disminuir.
Tan pronto como el cambio negativo de tensión sea suficien-
temente grande para indicar al aparato que la función de
20 la tensión con respecto al tiempo ya no es monótonica, el
aparato cesará el régimen de carga rápida. Preferiblemente
el modo de carga se desplaza entonces a un modo de manteni-
miento, como se describirá aquí seguidamente. Dado que el
régimen alto es mantenido solo durante un corto período -
25 de tiempo la batería no será dañada por esta secuencia. -

1 Se hace observar también que ni siquiera baterías defectuo-
sas serán llevadas a un estado peligroso por la continua-
ción de un modo de carga de mantenimiento después del cese
del régimen alto debido a un cambio negativo de tensión.

5 ANALISIS DE LA PENDIENTE DE TENSION ELECTRICA

Si bien el perfil de carga de baterías de níquel-cadmio no se presta a la utilización ventajosa de esta técnica, otros pares de batería exhiben perfiles en que la terminación deberá ser aconsejada al aparecer una pendiente de tensión particular. Así, en un par en que la Región V implica un lento desplazamiento de tensión descendente en lugar de una pronunciada disminución como en el perfil de níquel-cadmio, la aparición de una pendiente negativa es útil de la misma manera que el análisis de cambios de tensión absoluta que se acaba de describir.

15

ANALISIS DE NIVELES DE TENSION

En algunos casos de pilas de níquel-cadmio secadas o dañadas por otra razón, la aplicación de una corriente de carga puede dar lugar a que la tensión aumente hasta un nivel importantemente más allá de la tensión normal de una pila operativa. Correspondientemente, el aparato de este invento incluye la creación de unos medios perceptores de nivel de tensión que terminan la operación de carga si se halla un nivel previamente determinado de tensión. En otros pares de batería, esto puede servir co-

25

1 mo un modo de terminación de carga primaria en lugar de co
mo un sistema de seguridad secundario.

ANALISIS DE TIEMPOS

5 En otras pilas defectuosas, la aplicación -
de una alta corriente de carga puede simplemente ser per-
mitida continuar durante un espacio de tiempo indebido, -
ya que la energía está siendo convertida en calor o en -
desprendimiento de oxígeno, etc. En estos casos, el defecto
10 en la pila puede impedir que aparezcan los puntos de -
inflexión y se proporciona una desconexión por tiempo -
máximo.

15 En cada uno de los casos antedichos, la can-
tidad exacta escogida para el cambio negativo de tensión,
para el cambio negativo en pendiente de tensión, para el
nivel absoluto de tensión alcanzado, o para el tiempo -
máximo alcanzado es, desde luego, un número previamente -
determinado basado en el tipo de pila para el que está -
destinado el cargador particular.

MODO DE CARGA DE MANTENIMIENTO

20 Después de que se ha terminado el régimen -
de carga principal por uno o más de los antedichos cinco
métodos de análisis, se prefiere pasar a otros dos regí-
menes de carga. El primero de éstos es una carga excesiva
o sobrecarga programada para asegurar que todo el material
25 activo posible en la pila sea plenamente convertido al es-

1 tado cargado y que toda la posible capacidad de la pila -
esté disponible para el usuario. El método preferido de -
sobrecarga o carga excesiva consiste en cargar con una ve-
5 locidad de carga relativamente baja por un período fijo -
de tiempo dependiendo del tipo y del tamaño de la pila. -
Esto garantiza que se dé a la pila una plena cantidad de
carga adicional pero con un régimen suficientemente bajo
para evitar daños. El tiempo fijo significa también que la
10 pila no está sometida a largos períodos de tiempo de so-
brecarga, que someterían a la pila a presiones internas -
acrecentadas y a calor, lo cual eventualmente dañarían a -
estructuras internas; tales como separadores.

Al final del período de sobrecarga o carga
excesiva es muy deseable proporcionar sólo una carga de -
15 mantenimiento, que se utiliza para compensar las caracte-
rísticas internas de descarga espontánea de todas las pi-
las electroquímicas, incluyendo las pilas de níquel-cadmio.
Las pilas de níquel-cadmio pueden descargarse espontánea-
mente hasta en 10 a 30% por mes, dependiendo de la tempera-
20 tura de almacenamiento y de las características particula-
res de la pila. Un método de carga de mantenimiento con-
siste en aplicar una corriente de carga desde baja a media
durante un breve período de tiempo una o más veces por día.
El régimen preferido es un régimen de carga de "C" (un -
25 régimen de carga que representa el mismo número de ampe-

1 rios de carga que la capacidad estimada en amperios-hora
de la pila) durante 15 hasta 30 segundos cada 6 horas. Es-
to proporciona aproximadamente el doble del régimen de -
pérdida típico en amperios-horas de la pila, sin provocar
5 ningún calentamiento ni ninguna acumulación de presión -
importante en la pila. El régimen de carga particular y la
elección particular de tiempo cargada a tiempo restante -
se pueden hacer variar a lo largo de un margen muy amplio.
El método consiste meramente en reemplazar la energía cal-
10 culada o medida que se pierde para descargar espontánea-
mente la pila.

APARATO CARGADOR

La figura 2 es un diagrama por bloques que
muestra los elementos principales de un sistema de circui-
15 tos electrónicos que son utilizados de acuerdo con este -
invento para realizar el método de carga antes descrito.
El flujo de corriente de carga en la figura 2 se desarro-
lla desde una clavija de entrada 8 de energía de corrien-
te alterna, conectable con un manantial ordinario de co-
20 rriente de línea, a un elemento de suministro de energía
10 que convierte la entrada de corriente alterna en co-
rriente continua de baja tensión. Seguidamente, la corrien-
te pasa a través de un amplificador de corriente 12 con-
trolado por resistencia y luego a través de un interruptor
25 de carga/ensayo 14 y finalmente a los terminales de salida

1 15 con los cuales es conectada la batería que ha de ser -
cargada. El elemento de suministro de energía puede ser,
desde luego, cualquier manantial alternativo de energía -
de corriente continua tal como una batería mayor o un con-
5 vertidor que es hecho funcionar a partir de un manantial
de corriente continua. El amplificador es preferiblemen-
te un regulador de corriente de paso en serie normalizado,
aunque se podrían utilizar otros tipos de amplificadores
de corriente controlables. El interruptor de carga/ensa-
10 yo conecta normalmente el amplificador de corriente 12 -
con la batería para la aplicación de una corriente de car-
ga; este interruptor incluye también una posición de en-
sayo para utilizarse en un modo de ensayo, que seguidamen-
te se describe.

15 El resto del diagrama por bloques ilustra una
forma preferida de realización del aparato para llevar -
a cabo el método de este invento. En la forma de reali-
zación ilustrada, se dispone un interruptor de puesta -
en marcha 16; éste comprende un interruptor de contacto -
20 momentáneo para iniciar la secuencia de operaciones. Es-
te es conectado con una puerta de entrada de una microcom-
putadora 18. En la forma preferida de realización de es-
te invento, ésta es una microcomputadora Intel tipo 8048.
Esta es una computadora autónoma que incluye una memoria
25 de programa, una memoria de registro y una unidad de tra-

1 tamiento central para controlar la ejecución de las ins-
trucciones. La microcomputadora 8048 es descrita más com-
pletamente en la publicación titulada "Microcomputer -
5 User's Manual" N.º 98-270A, publicada por la Intel Corpora-
tion de Santa Clara, California, que se incluye aquí como
Apéndice A.

10 Cuando es accionado el interruptor de pue-
ta en marcha 16, lo cual podría lograrse automáticamente
al conectar una batería con las líneas de salida, la mi-
crocomputadora permite primeramente que la corriente de
plena carga sea aplicada a la batería a través del ampli-
15 ficador 12 durante un período previamente determinado de
tiempo, usualmente entre 30 y 60 segundos, lo cual permi-
te que la batería sea llevada a través del segmento de la
figura 1 identificado como Región I. Para baterías de ní-
quel-cadmio del tamaño sub-C, el tiempo preferido es de
40 segundos. Esta aplicación de energía puede realizarse
20 con plena corriente de régimen ya que incluso una batería
defectuosa o una batería plenamente cargada no resultará
gravemente dañada por la aplicación de esta energía duran-
te este corto intervalo. La aplicación de energía es con-
trolada por la computadora mediante la selección, por par-
te de ésta, de la resistencia de control de corriente -
apropiada a través de la cual ha de aplicarse la señal de
25 entrada al amplificador de corriente. Después de que ha

1 transcurrido un período de tiempo apropiado tal como antes
se describe, la micro-computadora hace uso de un converti-
dor de analógico en digital para determinar la tensión -
eléctrica de la batería. El convertidor 22 es preferible-
5 mente del tipo de aproximaciones sucesivas, en que valo-
res digitales aproximados sucesivos de tensión de batería,
generados por la microcomputadora, son comparados con la
tensión real de batería hasta que se logra una aproxima-
ción próxima. Esta información es retroalimentada a la mi-
10 crocomputadora. La microcomputadora sigue entonces ejecu-
tando su programa de manera que cargue la batería de -
acuerdo con el método antes descrito.

Además de los elementos básicos del diagra-
ma por bloques ya mencionado, el circuito deberá propor-
15 cionar ciertas características adicionales. Si el carga-
dor de baterías es de un tipo adaptado para manejar una -
variedad de tamaños y tipos de baterías, se incluye el -
circuito 26 de selección de tipos de baterías, el cual -
selecciona el programa específico para el tipo de baterías
20 dado a partir de varios almacenados en la computadora. -
Esto puede realizarse por el operario o automáticamente -
por algunos medios identificadores tales como tipos parti-
culares de terminales dispuestos sobre la batería propia-
mente dicha.

25 El sistema incluye también preferiblemente -

1 un circuito 26 de desconexión por temperatura. La finali-
dad de este circuito es el de evitar la operación de car-
ga si la temperatura ambiente es tan baja o tan alta que
5 provoque daños para la batería o para el circuito carga-
dor propiamente dicho.

Un circuito reajustador 28 está dispuesto
para reajustar todo el programa de microcomputadora a tiem-
po cero tan pronto como se suministre energía al sistema,
o en el caso de una interrupción del suministro de ener-
10 gía. Esto se efectúa para evitar efectos de carga impre-
decibles que pueden producirse si la computadora hubie-
ra de ser iniciada en un punto incorrecto de su programa.

Finalmente, el circuito de presentador para
el operario proporciona la comunicación de la información
15 que pueda ser apropiada para el operario. En el caso de
un simple cargador para utilizarse por un consumidor, el
presentador puede consistir solamente en una lámpara para
indicar que la carga está realizándose. En el caso de un
cargador de baterías complejo utilizado por un técnico
20 cualificado, el circuito de presentador puede proporcio-
nar la presentación de una variedad de informaciones dife-
rentes que pueden ser útiles para el técnico, con el fin
de evaluar el estado de la batería.

Las figuras 3 y 4 comprenden conjuntamente
25 un diagrama esquemático de una forma de realización apro-

1 piada de la figura 2. Los respectivos segmentos del cir-
cuito identificados en la figura 2 están encerrados dentro
de recuadros de líneas de puntos, identificados por núme-
ros correspondientes.

5 En la forma específica de realización de es-
tas figuras, el signo 8 indica una clavija de línea con-
vencional para conectarse con un manantial de energía. El
elemento de suministro de energía 10 incluye un transforma-
dor T_1 y un puente de onda completa constituido por dio-
dos D_1 - D_4 . La salida del puente, que puede ser de aproxi-
10 madamente 20 voltios de corriente continua, es aplicada
a través del amplificador 12 y del interruptor 14 a la ba-
tería. Una porción de la salida del puente es aplicada
también a un filtro constituido por R_1 , D_5 y C_1 , y al re-
15 gulador de tensión IC_1 . Tensiones reguladas de 25 vol-
tios y 5 voltios para utilizarse en las otras porciones
del circuito son tomadas en los terminales de salida indi-
cados.

20 El amplificador de corriente 12 controlado
por resistencia, funciona de acuerdo con salidas tomadas
de la microcomputadora 18 a través de resistencias 20 pa-
ra control de corriente, que se muestran en la figura 4.
De acuerdo con su programa interno, la computadora selec-
ciona un nivel de corriente mediante completamiento de un
25 circuito a través de una de las resistencias R_{29} , R_{30} ó

1 R_{31} . Esto controla la entrada en el amplificador opera-
cional IC_{2b} , que es tomada en el centro de un divisor de
tensión constituido por la combinación en paralelo de R_{18}
y R_{17} , y la resistencia de control de corriente seleccio-
5 nada. La salida del amplificador IC_{2b} es comparada con
la tensión desarrollada a través de una resistencia de de-
rivación de corriente R_5 . Cualquier señal de error, debi-
da a una diferencia, es amplificada por el amplificador
operacional IC_{2a} y es aplicada al transistor excitador -
10 Q_3 . La salida de Q_3 es aplicada a transistores Q_1 y Q_2 -
de control de corriente, con el fin de producir una corrien-
te constante muy estable que es aplicada a la batería a
través de S_{1c} .

15 Si la corriente de salida a la batería no -
puede alcanzar el nivel de corriente seleccionado, por -
ejemplo debido a que no está conectada ninguna batería, es
conmutado plenamente el transistor Q_3 es, el cual, a tra-
vés del amplificador de comparación IC_{3a} , suministra a la
computadora una señal que desconecta el sistema.

20 El objeto 16 comprende un interruptor de bo-
tón pulsador momentáneo, que puede ser controlado por el
operario o que puede ser incorporado dentro del casquillo
de batería que suministra una señal a la batería con el
fin de indicar que debería iniciarse el ciclo de carga. -
25 Esto podría lograrse vigilando la presencia de una tensión

1 o un flujo de corriente en la batería.

5 El objeto 24 comprende una pluralidad de interruptores selectores S_3 , S_4 que permiten al operario seleccionar un programa particular de computadora apropiado para una batería particular. Los diodos D_7 - D_{10} son dispuestos para proteger a la computadora. Alternativamente, esta selección podría disponerse automáticamente utilizando grupos diferentes de terminales únicos en su género a los que están conectados diferentes tipos de baterías. -
10 También, todo el objeto 24 puede ser omitido si el cargador está destinado para usarse sólo con un único tipo de batería.

15 El objeto 26 comprende un circuito de seguridad para impedir el funcionamiento a temperaturas fuera de un margen permisible previamente determinado. En la disposición particular mostrada, la tensión en el centro del divisor de tensión, que comprende la resistencia R_{36} y el termistor TH_1 , controla la entrada a ambos lados del amplificador comparador IC_{3b} . En el caso de una alta temperatura (por ejemplo $51,7^{\circ}C$) la resistencia de TH_1 es baja, lo cual reduce la entrada de tensión en el lado positivo de IC_{3b} ; en el caso de una baja temperatura (por ejemplo $-3,9^{\circ}C$) la resistencia de TH_1 es alta, lo cual aumenta la
20 tensión en el lado negativo de IC_{3b} . Cualquiera de los extremos produce una baja señal de salida desde IC_{3b} que
25

1 da instrucciones a la computadora a hacer cesar la opera
ción de carga.

5 En el subcircuito 22, la batería desarrolla
una señal de entrada a través del divisor de tensión $R_4 /$
 $/R_{67}$, la cual es amplificada en el amplificador operacio
nal IC_{2d} . Las resistencias R_{64} , R_{65} y R_{66} y los condensa
dores C_9 y C_{10} comprenden un filtro a la salida de IC_{2d} y
esta señal es utilizada como una entrada al amplificador
comparador IC_{3c} .

10 Al mismo tiempo, se desarrolla otra entrada
al comparador IC_{3c} a través del amplificador operacional
 IC_{2c} desde un divisor de tensión que comprende las resis
tencias en paralelo R_{52} y R_{53} y una combinación codifica
da en binario de la sucesión de resistencias $R_{43}-R_{50}$ se
15 gún se selecciona por la computadora. Cada una de las re
sistencias $R_{44}-R_{50}$ tiene un valor que es el doble del va
lor de la resistencia secuencial precedente. La computa
dora, bajo la instrucción de su programa tal como se des
cribirá aquí seguidamente, selecciona un valor mínimo ini
20 cial, por ejemplo conectando sólo R_{43} . Esto desarrolla
una tensión a través de IC_{2c} que es comparada en IC_{3c} con
la señal recibida de la batería. Si esta tensión mínima
suministrada desde la computadora no es igual o mayor que
la tensión de batería, entonces se tantean valores sucesi
25 vamente acrecentados por la computadora hasta que se logra

1 una concordancia. Esta información es comunicada de re-
torno a la computadora desde la salida de IC_{3c} y la compu-
tadora utiliza la última entrada al circuito de compara-
ción como la tensión de batería.

5 El objeto 28 comprende un circuito de rea-
juste. En este circuito, el comparador IC_{3d} amplifica una
señal derivada del suministro de 25 voltios y la compara
con una referencia de 5 voltios. Si la señal de 25 volt-
10 tios pasa por debajo de aproximadamente 10 voltios, tal
como ocurriría después de la retirada de energía desde el
sistema, debido a un fallo del sistema de abastecimiento
de energía o debido a que el operario desenchufa el carga-
dor, la señal de salida procedente del comparador da ins-
trucciones a la computadora para devolver todas sus fun-
15 ciones programadoras a los estados iniciales; es decir, a
los que se deben utilizar cuando se inicia un nuevo ciclo
de carga. Esto puede ocurrir o bien cuando la energía es
está descendiendo desde la entrada normal hasta cero debido
a un fallo de abastecimiento de energía o cuando la ener-
20 gía se está acumulando desde cero hasta su nivel normal
cuando el sistema es conectado por primera vez con un manan-
tial de energía. En cualquiera de los casos, este siste-
ma es útil para asegurar que la computadora no comience
un ciclo en algún punto central indeterminado en su ciclo
25 con información inapropiada almacenada en su memoria.

1 El objeto 30 comprende el sistema presenta-
dor mediante el cual la computadora comunica una informa-
ción apropiada a un operario. Tal como se ilustra, el -
presentador comprende preferiblemente dos elementos pre-
5 sentadores de siete segmentos, y unos transistores Q_4 y
 Q_5 forman un control de referencia convencional que habili-
ta ocho líneas de salida para controlar ambos presentado-
res. Alternativamente, el presentador puede comprender
simplemente una única lámpara indicadora.

10 Finalmente, el elemento 14 comprende un in-
terruptor de carga/ensayo. En la posición de carga, nor-
mal, S_{1b} y S_{1c} conectan el amplificador controlado por co-
rriente y la red de resistencia (objetos 12 y 20 de la fi-
gura 2) de manera que corriente procedente del elemento
15 de suministro de energía 10 es suministrada a través de
 S_{1b} a transistores Q_1 y Q_2 al interruptor S_{1c} y a la bate-
ría con una trayectoria de retorno a través de la resis-
tencia R_5 . En la posición de ensayo, la batería está co-
nectada a través de S_{1b} a transistores Q_1 y Q_2 , a través
20 del interruptor S_{1c} a la resistencia R_2 , y volviendo a -
través de la resistencia R_5 a la batería. Por ejemplo, -
esto podría permitir que el sistema se utilizase para des-
cargar la batería a un régimen previamente determinado y,
mediante programación apropiada, para determinar y presen-
25 tar la capacidad en amperios-hora de la batería. Además,

1 el interruptor S_{1a} proporciona una señal alternada a la
microcomputadora para darle instrucciones de introducir
el programa de carga o un programa de descarga por separa-
do en el que ésta ensaya el estado de la batería.

5 En una forma de realización de las figuras 3
y 4, se utilizaron los siguientes elementos de circuito:

	R_1	10 ohm 1/4 wat	R_{16}	8,2k ohm 1/4 wat
	R_2	0,3 ohm 1 wat	R_{17}	10k ohm 1/4 wat
	R_3	1k ohm 1/4 wat	R_{18}	Trimpot 100k ohm
10	R_4	100k ohm	R_{19}	100k ohm 1/4 wat
	R_5	0,1 ohm 1 wat	R_{20}	22k ohm 1/4 wat
	R_6	10 ohm 1/4 wat	R_{21}	10k ohm 1/4 wat
	R_7	12 ohm 1/4 wat	R_{22}	220k ohm 1/4 wat
	R_8	560 ohm 1/4 wat	R_{23}	10k ohm 1/4 wat
15	R_9	560 ohm 1/4 wat	R_{24}	10k ohm 1/4 wat
	R_{10}	10k ohm 1/4 wat	R_{25}	10k ohm 1/4 wat
	R_{11}	Trimpot 100k ohm	R_{26}	10k ohm 1/4 wat
	R_{12}	1k ohm 1/4 wat	R_{27}	Trimpot 3k ohm
	R_{13}	10k ohm 1/4 wat	R_{28}	8,2k ohm 1/4 wat
20	R_{14}	2,2k ohm 1/4 wat	R_{29}	100k ohm 1/4 wat
	R_{15}	1 Megohm 1/4 wat	R_{30}	12k ohm 1/4 wat
	R_{31}	4,7k ohm 1/4 wat	R_{61}	10k ohm 1/4 wat
	R_{32}	10k ohm 1/4 wat	R_{62}	1 Megohm 1/4 wat
	R_{33}	1 Megohm 1/4 wat	R_{63}	10k ohm 1/4 wat
25	R_{34}	33k ohm 1/4 wat	R_{64}	47k ohm 1/4 wat

1	R ₃₅	22k ohm 1/4 wat	R ₆₅	33k ohm 1/4 wat
	R ₃₆	4,7k ohm 1/4 wat	R ₆₆	22k ohm 1/4 wat
	R ₃₇	22k ohm 1/4 wat	R ₆₇	100k ohm 1/4 wat
	R ₃₈	33k ohm 1/4 wat	C ₁	1000 microfaradios 35 voltios
5	R ₃₉	680 ohm 1/4 wat	C ₂	0,1 microfaradios 35 voltios
	R ₄₀	1k ohm 1/4 wat	C ₃	10 microfaradios 35 voltios
	R ₄₁	1k ohm 1/4 wat	C ₄	1 microfaradios 35 voltios
	R ₄₂	1,8k ohm 1/4 wat	C ₅	0,1 microfaradios 35 voltios
	R ₄₃	5k ohm 1/4 wat	C ₆	20 picofaradios 35 voltios
10	R ₄₄	10k ohm 1/4 wat	C ₇	10 microfaradios 35 voltios
	R ₄₅	20k ohm 1/4 wat	C ₈	0,1 microfaradios 35 voltios
	R ₄₆	40k ohm 1/4 wat	C ₉	10 microfaradios 35 voltios
	R ₄₇	80k ohm 1/4 wat	C ₁₀	10 microfaradios 35 voltios
	R ₄₈	160k ohm 1/4 wat	D ₁	3 amp 50 voltios
15	R ₄₉	320 ohm 1/4 wat	D ₂	3 amp 50 voltios
	R ₅₀	640k ohm 1/4 wat	D ₃	3 amp 50 voltios
	R ₅₂	270 ohm 1/4 wat	D ₄	3 amp 50 voltios
	R ₅₃	Trimpot 3k ohm	D ₅	1 amp 50 voltios
	R ₅₄	10k ohm 1/4 wat	D ₆	diodo Zener 5,6 volts 1/2 wat
20	R ₅₅	100k ohm 1/4 wat	D ₇	Tipo IN4148 0,1 amp 50 voltios
	R ₅₆	2,2k ohm 1/4 wat	D ₈	Tipo IN4148 0,1 amp 50 voltios
25	R ₅₇	10k ohm 1/4 wat	D ₉	Tipo IN4148 0,1 amp 50 voltios

1	R ₅₈	10k ohm 1/4 wat	D ₁₀	Tipo IN4148 0,1 amp 50 voltios.
	R ₅₉	220k ohm 1/4 wat	D ₁₁	Tipo IN4148 0,1 amp 50 voltios
5	R ₆₀	10k ohm 1/4 wat	D ₁₂	Tipo IN4148 0,1 amp 50 voltios
	Q ₁	transistor PNP 3 amp 40 volt tipo TIP-30		
	Q ₂	transistor NPN 15 amp 40 volt tipo TIP-35		
	Q ₃	transistor NPN 0,5 amp 40 volt tipo MPS A05		
10	Q ₄	transistor NPN 0,5 amp 40 volt tipo MPS A05		
	Q ₅	transistor NPN 0,5 amp 40 volt tipo MPS A05		
	IC ₁	Regulador de tensión 5 volt 0,5 amp tipo 78M05		
	IC ₂	Amplificador operacional cuad. tipo LM 324		
	IC ₃	Comparador cuad. tipo 3302		
15	IC ₄	Microcomputadora tipo 8048		
	T ₁	Transformador 120/240 volt entrada c.a. 10-20 volt salida c.a. 1-5 amp		
	LED ₁	cátodo común de presentador de diodo emisor de luz de 7 segmentos		
20	LED ₂	cátodo común de presentador de diodo emisor de luz de 7 segmentos		
	F ₁	Fusible de Soplado lento, 1 amp		
	F ₂	Fusible, 5 amp		
	TH ₁	Termistor RL28F1		
25	S ₁	Interruptor 3 polos, doble carrera (contactos 3 amperios)		

- 1 S₂ Interruptor SPST N.O. momentáneo
S₃ Interruptor SPST
S₄ Interruptor SPST
S₅ Interruptor SPST
5

DIAGRAMA DE FLUJO-FUNCIONAMIENTO DE LA MICRO-
COMPUTADORA.

10 Las figuras 5-8 comprenden un diagrama o cuadro de flujo de las operaciones básicas que se realizan dentro de la microcomputadora. Este diagrama de flujo resume las operaciones de programación que son presentadas con detalle completo en el programa incluido con la presente como Apéndice B. El diagrama de flujo ilustrado en las figuras 5-8 ha sido preparado con un nivel de detalle que permitiría a un programador experimentado completar la realización detallada de este invento en una microcomputadora tipo 8048 pero que, al mismo tiempo, no es tan detallada que requiera una descripción repetida de operaciones iterativas. Para una descripción completa, se puede hacer referencia al programa expuesto en el Apéndice B.

15 Tal como ya se ha indicado anteriormente, cuando se aplica por primera vez energía al sistema, el circuito de reajuste 26 ajusta automáticamente todas las operaciones de la computadora a un modo inicial o de "descanso". En el diagrama de flujo, el bloque de iniciación"

20

25

1 110 significa la aplicación de la señal de iniciación a
la computadora debido al cierre del interruptor iniciador
16 de la figura 2. Inmediatamente, el registro de tiempo
5 interno es ajustado a 0. Esto es indicado por el bloque
112. Las etapas adicionales del procedimiento que se mues-
tran en las figuras 5-8 son realizadas entonces por la mi-
crocomputadora.

La siguiente etapa del procedimiento, identi-
ficada como bloque 114, consiste en incrementar el regis-
10 tro de tiempo total. Entonces el programa se mueve hacia
el bloque 112 que realiza una comparación entre un tiempo
máximo permisible, ajustado para la batería particular, y
el tiempo que ha transcurrido. Si la comparación muestra
15 que se ha alcanzado el tiempo total máximamente permisi-
ble, la secuencia mueve al bloque 118 que indica la ejecu-
ción de la secuencia de instrucciones para detener el ci-
clo de carga, que incluye desconectar la corriente de car-
ga o cambiarla a un valor más bajo. Esto puede implicar
también el cambio a un modo de sobrecarga sincronizado o
20 a un modo de sobrecarga o a un modo de mantenimiento, si
se desea.

Si el tiempo total no ha sido alcanzado to-
25 davía, lo cual no ocurrirá esta primera vez, la microcom-
putadora pasa al bloque 120. Aquí, se utiliza de nuevo el
registro de tiempo para determinar si éste es el primer mo

1 mento a través de esta secuencia de etapas. Si es así, en-
 tonces el programa se mueve a la serie de etapas 122-128
 que dirigirán la computadora para ajustar ciertos regis-
5 tros dentro de la computadora de manera que estén dispues-
 tos para un uso posterior en el programa. Primeramente,
 tal como se indica en el bloque 112, se despeja una marca
 identificada como θ . Esta marca será posteriormente ajus-
 tada a la aparición de un primer punto de inflexión o cam-
10 bio de signo de la segunda derivada. Luego continúa el
 programa a través de los bloques 124, 126 y 128. Tal como
 se indica en los dibujos, cada una de estas etapas contro-
 la la colocación de un valor inicial en registros particu-
 lares, a saber, "Pendiente mínima", "Pendiente máxima" y
 "Suma de tensión máxima", respectivamente. El registro de
15 "Pendiente mínima" es ajustado a un número grande, mien-
 tras que los registros "Pendiente máxima" y "Suma de ten-
 sión máxima" son ajustados cada uno a un número negativo
 grande tal como -10.000. La utilización de estos registros
 será descrita más abajo. Luego, el programa se mueve hasta
20 el bloque 130 designado como "Bucle 2". Este es un lugar
 de retorno común al que el programa es dirigido de nuevo
 después de que se ha completado cada una de varias secuen-
 cias alternativas. En este caso, después de que han sido
 iniciados los tres registros tal como antes se describe,
25 el programa se mueve a través del bloque 130 hasta el blo-

1 que 132.

5 En el bloque 132, la interrogación planteada es "¿han pasado dos segundos?". El bloque 132 juntamente con el bucle cerrado 133 para una respuesta negativa a esta interrogación asciende simplemente a un circuito de acción retardada para impedir que el programa se desarrolle hasta que haya pasado un período de tiempo, seleccionado arbitrariamente para ser de dos segundos, desde el último momento en que el registro de tiempo había sido incrementado de acuerdo con el bloque 114. Después de cada uno de dichos incrementos, un sincronizador de dos segundos es vuelto a poner en marcha y funciona mientras que se desarrolla el programa de la computadora hasta su siguiente secuencia de etapas. Al final de la secuencia, 10 el programa vuelve al bloque 130 y la computadora es mantenida en el bucle de acción retardada hasta que hayan pasado dos segundos. El registro de tiempo es luego aumentado por incrementos y la computadora avanza hasta su siguiente secuencia de etapas. 15

20 Luego el programa continúa a través del bucle antes descrito. La interrogación del bloque 116 es efectuada y contestada de la misma manera que antes se describe y, dado que todavía no se ha alcanzado el tiempo máximo permisible, el programa se mueve directamente al bloque 25 120. Cuando se efectúa la interrogación del bloque 120, la

1 respuesta será negativa ya que éste es el segundo momento
a través de esta secuencia. En este punto, el programa di-
rige la computadora a través del lugar 1 en la figura 5 al
lugar 1 en la figura 6 y de este modo dentro del bloque
5 134.

Esta instrucción, a saber leer la tensión y
colocarla en "Tempsum", hace funcionar al convertidor de
analógico en digital, tal como antes se describe en cone-
xión con la figura 2, y almacena la exposición digital re-
sultante de la tensión de la batería en un registro de
10 almacenamiento de la microcomputadora. Este registro es
denominado como "Tempsum".

La secuencia de programa avanza seguidamente
hasta el bloque 136 en que se expone la operación descrip-
15 tiva como "Calcular diferencia = $\text{Tempsum} - K_1$ ".

Esto es seguido inmediatamente por el bloque
138 que pregunta si la diferencia es negativa. Si la dife-
rencia es 0 ó mayor que 0, la respuesta es no y la compu-
tadora es dirigida por la etapa 139 para cesar la opera-
20 ción de carga. Esto representa una secuencia de etapas que
serían las mismas que las antes expuestas con respecto al
bloque 118. Si la diferencia es negativa, entonces la res-
puesta es sí y el programa avanza hasta el bloque 140.

En realidad, la combinación de etapas 134,
25 136 y 138 es un ensayo en cuanto a un nivel excesivamente

1 alto de tensión de la batería. Por lo tanto, K_1 es preajus-
tada a un valor que, para la batería particular que está
5 siendo cargada, representa un nivel excesivamente alto de
tensión, que sólo podría ser alcanzado por una batería de-
fectuosa. Correspondientemente, si el valor de la tensión
en el registro "Tempsum" se iguala o rebasa a K_1 , la bate-
ría debe necesariamente ser defectuosa, o alguna porción
del cargador es defectuosa, y la secuencia de carga debe
ser detenida inmediatamente. Por ejemplo, K_1 puede ser
10 igual a 2 voltios por pila para una batería de níquel-cad-
mio. En una operación de carga normal, la tensión de bate-
ría jamás será igual a K_1 , y la respuesta a la interroga-
ción de la etapa 138 será afirmativa de manera que el pro-
grama avanza normalmente hasta la etapa 140.

15 En la etapa 128, el registro "Máxima Tensión-
Sum" fue ajustado a un número negativo grande inicial. En
la etapa 140, se comparan el valor en "Tempsum" y el valor
en "Max. Tensión-Sum". Si el valor en "Tempsum" es mayor
que en "Max. Tensión-Sum" entonces el valor en "Tempsum"
20 es colocado en el registro "Max. Tensión-Sum" por la ins-
trucción 142 y el programa avanza hasta la etapa 144. Si
no es así, entonces el valor del registro "Max. Tensión-
Sum" es dejado inalterado y el programa avanza directamen-
te hasta la etapa 144.

25 En la etapa 144, la diferencia entre los va-

1 lores usados en "Tempsum" y en "Max. Tensión-Sum" son com-
parados con otra constante, K_2 , que es ajustada previamen-
te de acuerdo con la batería que está siendo cargada. En
5 realidad, el ensayo que se realiza por la serie de opera-
ciones de programa 140, 142 y 144 es el de comprobar para
ver si la tensión se ha desplazado hacia abajo en más de
una cantidad mínima establecida desde un valor máximo an-
teriormente logrado. Tal como antes se describe en la sec-
ción titulada Análisis de cambios de tensión absoluta, si
10 esto ha ocurrido, esto debe indicar que la batería ya ha
pasado por su nivel de carga máxima y está en la región
indicada como Región V en la figura 1, o que la batería
es defectuosa. Correspondientemente, se instruye al pro-
grama para moverse al bloque 145 lo que detiene el proce-
15 dimiento de carga de la misma manera que las etapas 118 y
139.

 Si esto no ocurre así; es decir si el último
valor de la tensión de batería presente en "Tempsum" es
igual o mayor que el máximo valor previamente registrado,
20 entonces es sabido que la batería está en algún lugar de
las Regiones I-IV y puede continuar de modo seguro la ope-
ración de carga.

 Deberá hacerse observar que el valor K_2 es un
número pequeño. Su finalidad es la de evitar que errores
25 parásitos o transitorios provocados por dispersión en los

1 valores de los circuitos electrónicos, o pequeños cambios
negativos en la tensión de la batería, etc., detengan la
secuencia de operaciones de carga. Se hace observar tam-
5 bién que este ensayo es realizado preferiblemente incluso
durante el período inicial identificado como Región I de
la figura 1 en donde la tensión de la batería está varian-
do de una manera algo indeterminada. Esto es debido a que
un cambio negativo en la tensión de la batería que rebasa
a K_2 incluso en esta Región es también indicativo de una
10 batería defectuosa. K_2 puede ser igual a 25 milivoltios -
por pila para baterías de níquel-cadmio.

La siguiente fase del procedimiento, identifica-
da como bloque 146, interroga al sistema de sincroniza-
ción para determinar si deberá efectuarse un cálculo de pen-
15 diente. Esto representa realmente el comienzo del análisis
de puntos de inflexión que antes se ha descrito; tal como
resultará evidente de la siguiente descripción de las fi-
guras 5 y 6, la fase "Cálculo de pendiente" utilizado en
este programa identifica la serie de etapas que localizan
20 los puntos de inflexión en la curva de la figura 1.

Tal como se indica en la etapa 146, el cálculo
de pendiente se realiza cada minuto comenzando en un mo-
mento arbitrario identificado como K_3 segundos. K_3 es el
intervalo de tiempo escogido para permitir que la batería
25 pase a través de la etapa inicial antes identificada como

1 Región I y está usualmente entre 30 y 60 segundos. K_3 es
preferiblemente de 40 segundos en el caso de baterías de
níquel-cadmio.

5 En los primeros varios momentos a lo largo del
programa, la interrogación de la etapa 146 será respondi-
da de modo negativo y, tal como se indica, el programa
vuelve a la etapa 130. De este modo, hasta que los regis-
tros de tiempo totales se igualen al valor K_3 , el progra-
ma dirige simplemente la computadora para vigilar el tiem-
10 po y la tensión para asegurarse de que no se ha rebasado
ninguno de los máximos asignados, realizándose estas com-
probaciones en las etapas 116 y 134-138 respectivamente,
y también vigila la tensión para una caída negativa en
las etapas 140-144. Una vez que el registro de tiempo to-
15 tal llega a K_3 , se responde en sentido afirmativo a la
interrogación de la etapa 146 y el programa pasa a través
del punto de conexión 2 y entra en la serie de etapas mos-
tradas en la figura 7.

20 En la figura 7, el programa continúa con la
etapa 148 que refiere dos lugares de registro adicionales
en la microcomputadora. Una es denominada "Sum" y la otra
es "Oldsum". En la etapa 148, el contenido del registro
"Sum" es movido dentro de la colocación de registro
"Oldsum" y los contenidos anteriores del registro "Oldsum" son
25 anulados. En el Bloque 150, el contenido de las últimas

1 lecturas en "Tempsum" es transferido al lugar de registro
"Sum". La secuencia se mueve entonces al bloque 152 en -
donde se efectúa un ensayo para ver si el tiempo es igual
a K_3 segundos. Si esto es así, el programa vuelve a tra-
5 vés del Bucle 2, etapa 130. De esta manera, la primera -
entrada o inscripción en las etapas de la figura 7 con $T=K_3$
ajusta simplemente una lectura de tensión en el re-
gistro "Sum", que posteriormente será transferida a "Old-
sum". El cálculo de una pendiente requiere al menos dos -
10 puntos en la línea y por lo tanto el primer cálculo sólo
puede realizarse cuando el tiempo es igual a 1 minuto más
 K_3 cuando el valor de tensión previa está presente para -
la comparación con el nuevo valor. Desde luego, esto es -
realmente una aproximación de la pendiente en lugar de -
15 una determinación exacta.

Correspondientemente, si el tiempo transcurrido
es igual a K_3 segundos, la secuencia vuelve al Bucle 2, -
bloque 130 y continúa por otro minuto. Subsiguientemente,
cuando el tiempo es igual a K_3 más cualquier número ente-
20 ro de minutos, la secuencia pasa al bloque 154 en donde -
es calculada la diferencia de valor entre el registro -
"Sum" y el registro "Oldsum" y puesta en un lugar de re-
gistro denominado "Pendiente". Entonces la secuencia con-
tinúa hasta el bloque 156.

25 En la etapa 156, es utilizado el registro "Min.

1 pendiente" que había sido ajustado a un gran valor inicial
en la etapa 124. Específicamente, el valor en "Pendiente"
es restado del valor en "Min. pendiente", y el resultado
es ensayado para ver si es mayor o igual que 0. Si el re-
5 gistro "Pendiente" es menor que el anterior registro "Min.
pendiente", que había sido iniciado a un número muy gran-
de, el valor "Pendiente" es colocado dentro del registro
"Min. pendiente". Por lo tanto, una vez por minuto, cada
veza lo largo de esta secuencia de programa, se calcula -
10 una pendiente y se efectúa una comprobación para ver si
el nuevo valor de pendiente es menor que la anterior lec-
tura de pendiente más baja. Si esto es así, esta nueva -
pendiente es colocada dentro del registro "Min. pendiente"
en el bloque 158 y la secuencia continúa hasta el bloque
15 160. Si la más nueva pendiente no es menor que la mínima
pendiente, la secuencia pasa también al bloque 160.

Aquí, la lectura de pendiente justamente toma-
da es restada del registro "Max. pendiente" que había si-
do iniciado en el bloque 126 a un número muy pequeño. Si
20 esta diferencia es menor que 0, significando que el nuevo
valor en el registro "pendiente" es mayor que el valor -
anterior en el registro "Max. pendiente" entonces este -
valor dependiente es colocado dentro del registro "Max. -
pendiente" y reemplaza el contenido antiguo. Esto se rea-
25 liza en el bloque 162.

1 Luego, la secuencia fluye al bloque 164 en don
de se realiza un ensayo para ver si es ajustada la marca
F ϕ , que había sido despejada en la etapa 122. Hasta ese -
5 momento, si no lo ha sido, la secuencia proseguirá a través
del punto de conexión 3 hasta el bloque 166. En el bloque
156, se efectúa un ensayo para ver si el último valor de
pendiente es mayor que la pendiente mínima por un incre-
10 mento previamente seleccionado, K_4 . El valor de K_4 es se-
leccionado para definir algún valor mínimo de cambio po-
sitivo que debe producirse, para evitar efectos transito-
rios, antes de que se permita que el sistema reconozca -
que la pendiente ha cesado de disminuir y está ahora cre-
ciendo. En el caso de baterías de níquel-cadmio, K_4 puede
15 ser de 15 milivoltios por minuto y por pila. Una vez que
esto ocurre, habrá sido identificado por aproximación un
punto de inflexión.

 Si el valor de pendiente no ha aumentado, sobre
el valor de "Min. pendiente" por este incremento neces-
20 rio, la secuencia vuelve al bloque 130 que es el retorno
de bucle 2. Esto significa que la pendiente está continuan-
do haciéndose menor o si está aumentando, si no ha sido -
incrementada lo suficiente. Si la última pendiente es ma-
yor que "Min. pendiente" por K_4 , significando que ha sido
pasado el punto de inflexión (o que ha cambiado el signo
25 de la segunda derivada), la secuencia fluye al bloque 168

1 en donde es complementada o ajustada la marca $F\phi$. Esto -
significa, haciendo referencia a la figura 1, que la tran-
sición a la Región III se ha efectuado y que el ciclo de
carga está desarrollándose bien hacia el completamiento.
5 Desde el bloque 168 continúa también la secuencia de re-
torno al bloque 130 para hacer continuar el procedimiento
tal como antes se describe.

En este punto, aunque no se muestra en el dia-
grama de flujo, es usualmente preferible reemplazar el va-
lor en el registro "Max. pendiente" con el valor del re-
gistro "Pendiente". Esto asegura que valores de pendien-
te adicionales, después del primer punto de inflexión, se
rán comparados con la pendiente real junto al primer pun-
to de inflexión y no en un valor anterior que puede haber
se llevado a cabo, a causa de que era ligeramente mayor
que el valor del punto de inflexión.

Eventualmente, el procedimiento continuará a
lo largo de ciclos suficientes de manera que llegue de -
nuevo a la etapa 164. Ahora, la respuesta a esta interro-
gación será "sí" y el programa avanzará a través del pun-
to de conexión "FURTHR" dentro de la figura 9. Allí, la
secuencia continúa hasta el bloque 170 en donde el valor
de pendiente es ensayado para ver si es menor que el va-
lor en el registro "Max. pendiente" por un incremento K_5
que puede ser aproximadamente igual en valor que K_4 . Es-

1 te es el ensayo para la transición de Región III a Región
IV mostrado en la figura 1. Si la pendiente es menor que
"Max. pendiente" por K_5 , entonces el ciclo de carga ha al-
5 canzado este segundo punto de inflexión y el ciclo de car-
ga está completo. Entonces la secuencia pasa al bloque
172 y el procedimiento de carga es terminado de la misma
manera que se describe con respecto a la etapa 118. No
obstante, si la última pendiente no es menor que "Max. -
pendiente" por un incremento suficiente, entonces la se-
10 cuencia vuelve al bloque 130 y continúa hasta que uno de
los cuatro análisis de método de carga antes descritos dé
lugar a que se detenga la secuencia de carga.

De esta manera, este flujo de operaciones lo
realiza el aparato por medio de los métodos de análisis
15 antes descritos, ensayando a intervalos de tiempo apropia-
dos en cuanto a análisis de tiempo de tiempo total en ex-
ceso transcurrido, en cuanto a tensión excesivamente alta
en la pila o en la batería, indicando un posible deterio-
ro, en cuanto a una caída de tensión desde un período a
20 otro de magnitud suficiente indicando que la pila o la ba-
tería está en la Región V o en cuanto a la secuencia de en-
sayos de segunda derivada, indicando que la pila o bate-
ría ha pasado a través de la transición desde la Región
III a la Región IV, tal como se describe en la figura 1
25 en el cambio de signo del ensayo de la segunda derivada.

1

ANALISIS DE PERFILES DE TENSION

5

10

15

20

25

El presente invento, por lo que se ha descrito hasta el momento, ha sido dirigido al perfil de cambio de tensión con el tiempo que se produce en una batería cuando el sistema cargador utilizado es del tipo conocido generalmente como un cargador de "corriente constante". Este tiempo de cambio de carga puede obtenerse realmente de varios modos diferentes. Primeramente, puede obtenerse aplicando a la batería una corriente de carga inalterada permanente y midiendo el cambio de tensión con el tiempo. En este método, el suministro de energía al cargador y el amplificador de corriente pueden escogerse para proporcionar un nivel de corriente previamente determinado con cualquier tensión de batería entre cero y un valor ligeramente superior a la tensión de la batería con plena carga. El nivel de corriente es escogido sobre la base de factores tales como la eficacia de carga, el costo del suministro de energía y del amplificador, y el tiempo deseado para cargar plenamente una batería totalmente descargada. En general, en baterías de níquel-cadmio del tamaño C o del tamaño sub-C, la corriente aplicada es aproximadamente tres veces el régimen C de la batería. El régimen C de una batería es una corriente en amperios que numéricamente es igual a su capacidad en amperios-hora. Una corriente "3C" llevaría a una batería hasta plena car

1 ga en aproximadamente 20 minutos.

En otros casos, se pueden seleccionar regímenes de carga tales como C o 5C; éstos cargarían totalmente una batería descargada en aproximadamente una hora o
5 en aproximadamente 12 minutos, respectivamente.

Un segundo método de obtener el perfil de tensión de la figura 1 consiste en aplicar la corriente de carga en impulsos y medir la tensión restante de la batería cuando la corriente es cero. Esto se conoce como per
10 cepción de tensión de pila o cuba. En un sentido, las me
diciones de tensión son tomadas con un nivel de corriente "constante" de cero amperios. El perfil de tensión con -
el tiempo corresponderá en forma, aunque no en escala, al
mostrado en la figura 1, y puede ser aplicado exactamente
15 el mismo método de análisis que antes se describe.

Un tercer método de obtener este mismo perfil consiste en aplicar una corriente que puede variar cícli-
camente, pero que tiene un valor promedio constante. Si
la tensión medida es promediada por un período de tiempo
20 similar, compensando de esta manera las variaciones cícli-
cas de corriente, el perfil de tensión obtenido es exacta-
mente el mismo en forma que el mostrado en la figura 1, y
nuevamente, se puede aplicar el mismo método de análisis.

Un cuarto método de obtener el mismo perfil -
25 consiste en permitir que la corriente varíe pero medir la

1 tensión solamente en el momento en que la corriente es -
igual a un nivel constante previamente seleccionado; de -
nuevo, esto produce los mismos resultados que los otros -
métodos que se acaban de describir.

5 En todos estos casos, el perfil de tensión pa-
ra una batería dada adoptará la misma forma general. Da-
do que el nuevo método de análisis descrito en esta memo-
ria descriptiva es solamente una función de la forma del
perfil y no de su valor real, este método puede ser apli-
10 cado a cualquiera de estas técnicas de carga. Por razón-
es de conveniencia, todos estos métodos son denominados
comúnmente por la expresión "perfil de tensión".

APLICACION DEL ANALISIS DE PERFIL DE TENSION A OTROS PARES DE BATERIA

15 Las figuras 10-13 ilustran una variedad de per-
files de tensión para ejemplos particulares de varios ti-
pos diferentes de baterías, todos los cuales han sido de-
sarrollados utilizando el método de "corriente constante"
a que antes se hace referencia. Específicamente, la figu-
20 ra 10 es un perfil representativo obtenido en el caso de
una batería de níquel-hierro. Se hará observar que el as-
pecto general de esta curva es similar al de la figura 1
y en particular, aparecen puntos de inflexión similares
en A' y B' cuando la batería se aproxima a plena carga.
25 Así, se puede aplicar exactamente la misma técnica a la -

1 batería de níquel-hierro que la que se ha descrito para
la batería de níquel-cadmio. Las únicas diferencias con-
sisten en que las constantes deben ser seleccionadas de -
acuerdo con las necesidades de la batería particular, con
5 siderando su estructura interna y el nivel de corriente
que ésta puede aceptar, el número de pilas y la corres-
pondiente tensión máxima; y el tiempo máximo o la tensión
máxima que se pueden aceptar sin daños. También, la pe-
queña escala de los cambios en el perfil de tensión requie-
10 re que el sistema de medición de tensión tenga un mayor
grado de resolución que lo que ocurre en el caso de una
batería de níquel-cadmio. En principio, no obstante, el
método de cargar es substancialmente idéntico.

15 La figura 11 ilustra la curva de carga de una
batería de plomo-ácido, representativa. Una vez más, se
puede ver que las cinco Regiones que se describen en cone-
xión con la figura 1 son repetidas en el caso del perfil
típico de plomo-ácido, y aparecen puntos de inflexión si-
milares "A" y "B". Las únicas diferencias son que es ma-
20 yor el cambio global de tensión y que es mayor la veloci-
dad de cambio en la Región III. No obstante, dado que
las Regiones son las mismas y la secuencia de puntos de -
inflexión es la misma, se puede utilizar de nuevo para ba-
terías de plomo-ácido el mismo método que se ha descrito
25 en conexión con baterías de níquel-cadmio y baterías de

1 níquel-hierro.

5 No obstante, se ha encontrado que una plena
carga (100%) de una batería de plomo-ácido puede obtenerse
mejor por la aplicación adicional de una sobrecarga
después de haberse alcanzado el segundo punto de inflexión.
Esto es debido a las condiciones químicas internas de la
batería de plomo-ácido, que da lugar a que la suma o adición
final de energía se produzca con una menor velocidad
que en el caso de una batería de níquel-cadmio. Por lo
tanto, el óptimo método de carga para baterías de plomo-
ácido consiste en aplicar el método de análisis de puntos
de inflexión que antes se describe y, cuando ha sido identificado
el segundo punto de inflexión entre las Regiones III y IV,
se da instrucciones a la microcomputadora para desplazar
la velocidad de carga a un nivel intermedio. Este régimen
intermedio es aplicado entonces durante un período de tiempo
fijo.

20 En general, las baterías de plomo-ácido tienen
una estructura que permiten que la corriente constante sea
aproximadamente C o 2C en el modo de carga rápida. El régimen
de sobrecarga seleccionado es aproximadamente la mitad del
régimen de plena carga. El período de tiempo fijo es calculado
determinando cuanto tiempo necesita para sumar 25% de la
capacidad plena de batería a la batería con el régimen de
sobrecarga. Al final de ese tiempo, el carga

1 dor de baterías termina automáticamente el modo de plena
carga y comienza un ciclo de modo de mantenimiento que
simplemente compensa la descarga espontánea.

5 La figura 12 ilustra la curva de carga para
una batería de litio que tiene un electrodo de sulfuro de
hierro. En este caso, los puntos de inflexión aparecen
mucho antes en el ciclo de carga y no hay casi ninguna ca-
racterística distintiva del perfil de tensión después del
segundo punto de inflexión. A causa de este perfil de ten-
10 sión, sería extremadamente difícil proporcionar un carga-
dor rápido digno de confianza para dicha batería utilizan-
do sólo las tecnologías anteriores. De acuerdo con el pre-
sente invento, los puntos de inflexión pueden ser determi-
nados con mucha exactitud. Esto indica que la batería es-
15 tá aproximadamente a 45% de su capacidad. Correspondiente-
mente, un programa de carga para una batería de litio de
este tipo puede utilizar el mismo sistema para determinar
puntos de inflexión que antes se ha descrito, acoplado con
una secuencia de sincronización. Cuando una batería es
20 unida al cargador, se pone en marcha un sincronizador o
temporizador y éste es ajustado para cesar régimen de ple-
na carga cuando ha transcurrido tiempo suficiente para su-
mar aproximadamente 55% de la capacidad total de la batería
a dicha batería. Si no se encuentran puntos de inflexión
25 durante este período, el sincronizador solamente detiene

1 el sistema al final del período. Esto acomoda una batería
que puede ser puesta en carga aunque ya tenga una carga
razonablemente plena.

5 No obstante, si se encuentran los puntos de
inflexión antes de que haya expirado el período de tiempo,
entonces el sincronizador es simplemente puesto en marcha
de nuevo. Esto asegura que una batería que se había des-
cargado, o que estaba sólo parcialmente cargada, reciba
inicialmente su plena carga.

10 La figura 13 ilustra todavía otra variante de
perfil de tensión, a saber para una batería de plata-cad-
mio. En este caso, no es suficiente la simple determinación
de dos puntos de inflexión consecutivos; la suma de ener-
gía a una batería que está plenamente descargada deberá
15 producir cuatro puntos de inflexión consecutivos antes de
que se alcance la plena carga.

Con el fin de cargar plenamente esta batería,
otra combinación del método de análisis de puntos de in-
flexión con los modos de terminación de carga alternativa
20 anteriormente descritos cargará plenamente esta batería.
Específicamente, el cargador está dispuesto para buscar
los cuatro puntos de inflexión consecutivos que indican
que la batería que está siendo cargada ha pasado por todo
su ciclo, desde plenamente descargada a plenamente carga-
25 da; si esto ocurre, el cargador termina la aplicación de

1 la corriente de carga a régimen rápido. No obstante, este
modo de terminación por sí solo no es suficiente. Además,
se dan instrucciones al sistema de comparar la tensión -
total con algún valor previamente seleccionado después de
5 haberse medido cada punto de inflexión. Si la tensión es-
tá por encima del nivel previamente seleccionado cuando -
se alcanza un punto de inflexión, entonces se conocerá que
la batería no se había descargado plenamente cuando se ini-
ció el programa de carga y que la batería está ahora ple-
namente cargada. Correspondientemente, se cesa la aplica-
10 ción de la corriente de pleno régimen. Por lo tanto, el -
sistema acomoda tanto baterías que son puestas en carga -
mientras que todavía están plena o parcialmente cargadas
como también baterías que están plenamente descargadas; en
ambos casos, el cargador lleva a la batería precisamente
15 a su capacidad de plena carga, sin los perjudiciales efec-
tos de las técnicas de carga anteriores.

Desde luego, para desarrollar el método y el
sistema para cada una de las baterías mencionadas en conexi-
ón
20 con las figuras 10-13, se incluyen también los sistemas -
de seguridad adicionales para impedir una grave sobrecar-
ga y para detener el sistema en el caso de que sea defec-
tuosa la batería o lo sea el cargador; de este modo, se -
pueden incluir todos como apropiados: un límite de tiempo
25 total máximo, un límite de tensión máxima, un cambio nega-

1 tivo de tensión, y un límite de pendiente negativa.

ANÁLISIS DE PERFIL DE CORRIENTE

5 La descripción de este invento como antes se ha expuesto ha sido dada en términos del método de análisis de una batería, que se aplica cuando el estado de carga de la batería es medido en condiciones de "corriente constante". Además, es posible cargar la batería en un modo de "tensión constante", para medir el cambio de corriente con el paso del tiempo, y aplicar métodos similares de análisis de puntos de inflexión al perfil resultante de corriente variable con el tiempo. Esta técnica implica la selección de una tensión constante a aplicar a la batería por el cargador; la tensión escogida es seleccionada de manera tal que la corriente que aplica a la batería durante la mayor parte del tiempo de carga es razonable sobre la base de los mismos parámetros que antes se describen en el caso del cargador de corriente constante, a saber la eficacia de carga, el costo, y el tiempo requerido para cargar plenamente una batería descargada. Una vez más, esta aplicación de tensión constante produce una forma conocida y predecible para la curva trazada por el cambio de corriente con el tiempo.

25 Realmente, el término "tensión constante" es aplicado igualmente a sistemas en los cuales la tensión aplicada real es constante a lo largo del período de car-

1 ga, a sistemas en que la corriente es medida siempre cuando
do la tensión está en un valor previamente seleccionado,
o a sistemas en que una tensión aplicada de modo pulsante
tiene un valor promedio constante y en que se promedia -
5 correspondientemente la corriente medida. Todos estos sistemas
producen una curva de corriente en función del tiempo
que tiene la misma forma general y que puede ser tratada
mediante el mismo tipo de análisis de puntos de inflexión;
correspondientemente, este perfil es denominado aquí como
10 "perfil de corriente".

En el caso particular de una batería de níquel-
-cadmio, el perfil de corriente es ilustrado en la figura
14. En realidad, esta curva es exactamente la misma en
cuenta a su forma que la mostrada en la figura 1, excepto
15 en que se invierte toda la curva. Por lo tanto, el método
de análisis de puntos de inflexión aplicado a este perfil
es exactamente el mismo que ha sido descrito en conexión
con la figura 1 excepto que se invierten todos los análisis
pertinentes en lo que se refiere a signos, dirección
20 de cambio, etc. Inicialmente, la corriente disminuye de
una manera que corresponde a la de la Región I, en que
aumentaba la tensión de la figura 1. Esto es seguido por
un intervalo en que la corriente disminuye lentamente; éste
es normalmente el intervalo de tiempo más largo y aquél
25 en que se produce el aumento principal en la energía alma-

1 cenada en la batería. Esto corresponde a la tensión cre-
ciente de la Región II de la figura 1.

5 El punto de inflexión que debe ser identifica-
do entre este intervalo y la siguiente Región de corriente
agudamente decreciente, se produce en el mismo momento en
el tiempo que el punto A de la figura 1. No obstante; -
identifica un cambio en el signo de la segunda derivada -
de la corriente de un valor positivo a un valor negativo
mientras que el Punto A en la figura 1 identificaba un -
10 cambio en el signo de la segunda derivada de tensión des-
de negativo a positivo. Similarmente, el punto de inflexión
entre las Regiones III y IV es identificado ahora como -
aquél en el que la segunda derivada cambia de negativa a -
positiva mientras que en la figura 1 el cambio era de posi-
15 tiva a negativa.

Por consiguiente, toda la descripción del mé-
todo de análisis de puntos de inflexión, aplicado en cone-
xión con las figuras 1-9 puede ser convertida y transfe-
rida a un método de análisis de puntos de inflexión para
20 el caso de tensión constante sólo cambiando la palabra -
"tensión" por la palabra "corriente" e invirtiendo todas
las palabras tales como "creciente", "decreciente", "po-
sitivo", "negativo", etc.

25 Similarmente, con respecto a las figuras 10-13
las baterías allí identificadas pueden ser cargadas por -

1 la técnica de tensión constante. En cada caso, el método
general de análisis de puntos de inflexión, como se expo-
ne en la memoria descriptiva, corresponde exactamente a -
aquéel que ya ha sido descrito.

5 REGIMEN DE CARGA

Un beneficio principal del presente invento -
es que cualquier batería normal, es decir cualquier bate-
ría que no sea defectuosa, puede ser cargada con un régi-
men relativamente alto. Utilizando métodos de carga de ba-
10 terías anteriormente conocidos, ha sido necesario limitar
la aplicación de corrientes de carga de elevado régimen a
baterías que están adaptadas especialmente para acomodar
los inadecuados modos de detención que se usan. Esto es -
debido al hecho de que los métodos anteriores no pueden
15 detener la corriente de carga rápida en el momento apro-
piado y pueden aparecer los diversos efectos perjudicia-
les anteriormente hechos observar. Solamente baterías di-
señadas para resistir estos efectos pueden ser utilizadas
e incluso tales baterías experimentan duraciones acorta-
20 das en servicio, etc.

En contraste con ello, el método del presente
invento proporciona un control tan exacto sobre la aplica-
ción de energía a la batería, que puede ser utilizado pa-
ra cargar rápidamente incluso las baterías que anterior-
25 mente estaban destinadas para ser cargadas solamente por

1 métodos de régimen lento.

5 El término "carga gota a gota" se refiere -
usualmente a un régimen de carga tal que la batería reci-
be su plena carga sólo después de un período de 12 a 24 -
horas. Por lo tanto, los cargadores gota a gota típicos -
aplican una corriente entre 0,05C y 0,1C. De acuerdo con
los métodos anteriores, los términos "carga rápida" o -
"carga veloz" son denominados generalmente como regímenes
superiores a 0,2C; es decir regímenes de carga que carga-
rían una batería en menos de 5 horas.

10 Todas las baterías aceptan corrientes del ni-
vel de "carga rápida" durante limitados períodos de tiem-
po. El límite superior para una batería particular es go-
bernado por la capacidad de aceptación de corriente de la
15 batería; es decir, de sus conexiones internas y externas,
y de sus placas internas, y también por su tiempo de trán-
sito de iones interno. Este nivel es dado generalmente por
el fabricante. Por ejemplo, baterías de níquel-cadmio de
tamaño sub-C disponibles de General Electric pueden acep-
20 tar corriente de carga rápida con el régimen 4C; baterías
de plomo-ácido del tipo sellado disponibles de Gates Ener-
gy Products, Inc. pueden aceptar corriente de carga rápi-
da con el régimen 0,3C.

25 Incluso aunque las baterías podrían aceptar -
dichas corrientes de carga rápida, los cargadores actual-

1 mente conocidos no son capaces de detener la corriente de
carga rápida en el momento apropiado, e incluso baterías
que estructuralmente podrían aceptar corrientes de régi-
men rápido sólo pueden ser cargadas con el régimen de car-
5 ga gota a gota. En general, cualquier régimen de carga
por encima del régimen de 5 horas (0,2C) ha requerido an-
teriormente un diseño de batería especial.

Debido a la exactitud con la que el presente
invento determina el nivel de plena carga, el presente mé-
10 todo de carga permite la utilización de corrientes de car-
ga rápida con muchas baterías que con anterioridad sólo -
podían ser cargadas mediante regímenes de carga gota a go-
ta, lentos. Esto ocurre particularmente en las clases de
baterías de níquel-cadmio y baterías de plomo-ácido que
15 predominan entre los pares de baterías recargables actual-
mente disponibles.

Por lo tanto, el presente método permite que
esencialmente todas las baterías de níquel-cadmio actual-
mente utilizadas por los consumidores sean recargadas en
20 un tiempo del orden de 1 hora. Las baterías de plomo-áci-
do del tipo de gel pueden ser cargadas en un período de
tiempo del orden de 2 horas; las del tipo líquido pueden
ser cargadas incluso con mayor rapidez.

En términos generales, el presente invento -
25 permite la aplicación de un alto régimen; es decir, un ré-

1 gimen superior a 0,2C y hasta el nivel de aceptación de -
corriente de régimen de la batería; baterías normales car-
gadas de este modo por el sistema del presente invento
recibirán una plena carga y no serán dañadas.

5 MODO DE ACABADO

En el caso de baterías de níquel-cadmio, el -
análisis de puntos de inflexión antes descrito lleva a -
una batería hasta una carga esencialmente de 100%. Por ..
lo tanto, cuando se ha alcanzado el segundo punto de in-
10 flexión, el cargador puede desplazarse a un modo de mante-
nimiento en que se aplican periódicamente cortos impulsos
de corriente de carga de régimen alto para compensar la
descarga espontánea. Por ejemplo una corriente de 1C pue-
de ser aplicada durante 15 segundos cada 6 horas. Otros
15 ciclos de mantenimiento pueden ser utilizados, si se de-
sea.

En la práctica real, una carga repetitiva de
la batería exactamente hasta el segundo punto de inflexión
puede provocar una degradación reversible diminuta, ya que
20 este punto se produce en una pequeña fracción de un punto
de porcentaje o unidad de porcentaje por debajo del 100%
de carga. Esta degradación puede ser invertida cuando la
batería es dejada en estado de mantenimiento o cuando el
operario, ocasionalmente, pone la batería en carga incluso
25 aunque no esté descargada. Esto desplaza la tensión lige-

1 ramente a la Región V de la figura 5, de manera que la -
desconexión se produce de acuerdo con el bloque 145 de la
figura 6, que invierte la degradación.

5 Para impedir completamente incluso la posibili-
dad de tal degradación, se puede aplicar una corriente de
sobrecarga de 0,1C durante unas pocas horas después de ha-
berse alcanzado el segundo punto de inflexión. Entonces
puede comenzar el ciclo de mantenimiento antes descrito.

10 En el caso de baterías de plomo-ácido tal como
se ha discutido anteriormente, un intervalo de baja velo-
cidad de carga puede ser útil para cargar completamente la
batería; después de ello, un modo de mantenimiento apre-
piado es utilizado para compensar la descarga espontánea.
En otros pares de baterías, pueden utilizarse según sea -
15 apropiado otras técnicas de acabado.

RESUMEN

La memoria descriptiva precedente describe un
método de carga de baterías que utiliza básicamente el mé-
todo de análisis de puntos de inflexión para identificar
20 puntos significativos con mucha exactitud en la variación
de la energía electroquímica de una batería durante su ci-
clo de carga. Correspondientemente, las siguientes rei-
vindicações están dirigidas ampliamente a este método y
se pretende que incluyan todas las variaciones de este mé-
25 todo que puedan ser evidentes para los expertos en la téc

1 nica.

5 Entre las muchas variaciones posibles, deberá hacerse observar que el aparato anterior particularmente descrito ha hecho uso de una técnica de aproximación para determinar la aparición de un punto de inflexión. Desde luego, está totalmente dentro de lo considerado en este invento utilizar esta u otras técnicas de aproximación para localizar puntos críticos en un perfil, o para proporcionar un circuito que sea capaz de vigilar directamente la segunda derivada en cuanto a un cambio de signo. Variantes similares pueden ser utilizadas también con respecto a otros perfiles paramétricos.

10 Otro juego de variaciones comprende la característica particular de baterías seleccionada para análisis. Aunque la presente descripción se ha dirigido particularmente a la tensión o a la corriente, se pueden analizar también perfiles de otras características, particularmente características eléctricas. Se hace observar que este perfil puede variar también con otras condiciones de baterías; en efecto, tal como antes se describe, el análisis de este invento depende parcialmente del hecho de que otras condiciones de batería afectan al perfil.

15 Además del método extremadamente exacto de análisis de puntos de inflexión que se ha descrito anteriormente, el presente invento abarca también el análisis

1 en cuanto a otros puntos críticos en el perfil de varia-
ción con el tiempo de una característica de la batería -
que cambia con el nivel de energía almacenado en la bate-
ría. Además, por lo tanto, del análisis de puntos de in-
5 flexión, el presente invento está dirigido en parte tam-
bién a mejoras en el método y en el aparato para cargar
baterías, que se refieren a análisis detallados del perfil
de características de una batería, implicando los análisis
combinaciones de factores tales como valor límite, pendien-
10 te y transcurso del tiempo. Mediante análisis del perfil -
de la característica particular para la batería en carga,
se pueden identificar combinaciones particulares de estos
sucesos y se pueden utilizar por parte de los familiariza-
dos con baterías y con la técnica de carga de baterías, pa-
15 ra proporcionar técnicas mejoradas de carga rápida de bate-
rías, sin apartarse del espíritu del presente invento.

Además, el presente invento presenta numerosas
subcombinaciones de este método que no han sido conocidas
anteriormente; se pretende también que estén incluidas -
20 las muchas variaciones de estas combinaciones que se les
ocurrirán con facilidad a los familiarizados con la técni-
ca de carga de baterías y con las baterías.

Se ha puesto énfasis particular en la carga -
de baterías de níquel-cadmio y de baterías de plomo-ácido,
25 a la vista de la importancia de estos pares. Los métodos

1 específicos realizados para cargar dichas baterías están
también plenamente dentro de la consideración del presente
invento.

5 Finalmente, se ha descrito un aparato específico
para realizar el método de este invento. Resultarán
fácilmente evidentes una gran cantidad de variantes manifiestas
de este aparato, que correspondan generalmente a los métodos
alternativos descritos. Se pretende plenamente que las reivindicaciones
de aparato de esta solicitud sean extendidas para cubrir todas dichas
formas alternativas de realización de este aparato básico.

10

15

20

25

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Un método de cargar rápida y eficazmente una batería que comprende las operaciones de: (a) suministrar energía eléctrica a la batería con el fin de cargarla; (b) determinar al menos periódicamente el valor de una característica de la batería que varíe con el estado de carga de la batería; (c) comparar valores sucesivos de dicha característica para determinar la aparición de al menos un punto de inflexión de la variación de dicha característica con respecto al tiempo; y (d) controlar el suministro de energía a la batería sobre la base de dicha aparición.

15

20

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que comprende las operaciones de: (a) suministrar energía eléctrica a la batería con el fin de cargarla con un régimen superior al régimen de 0,2 C de dicha batería; (b) vigilar una característica de la batería que varíe con el estado de carga de la batería midiendo al menos periódicamente el valor de dicha característica; (c) comparar valores sucesivos de dicha característica con el fin de determinar la aparición de al menos un punto de inflexión de la variación de dicha característica con respecto al tiempo; y (d) reducir el régimen de suministro de energía después de la pri-

25

30

24109

mera aparición de uno de los sucesos: (i) una serie ordenada previamente determinada de sucesos que incluyen dicho punto de inflexión; y (ii) un cambio de signo de la pendiente de dicha variación.

5

3ª.- Aparato de cargar rápida y eficazmente una batería, que comprende: (a) medios para suministrar energía eléctrica a la batería con el fin de cargarla; (b) medios para determinar al menos periódicamente el valor de una característica de la batería que varíe con el estado de carga de la batería; (c) medios para comparar sucesivos valores de dicha característica con el fin de determinar la aparición de al menos un punto de inflexión de la variación de dicha característica con respecto al tiempo; y (d) medios para controlar a dichos medios de suministro sobre la base de dicha aparición.

10

15

4ª.- Aparato según la reivindicación 3ª, que comprende: (a) medios para suministrar energía eléctrica a la batería con el fin de cargarla a un régimen superior al régimen de 0,2 C de dicha batería; (b) medios para vigilar una característica de la batería que varíe con el estado de carga de la batería que comprenden medios para medir al menos periódicamente el valor de dicha característica; (c) medios para comparar sucesivos valores de dicha característica con el fin de determinar la aparición de al menos un punto de inflexión de la variación de dicha característica con respecto al tiempo; (d) medios para reducir el régimen de suministro de energía después de la primera aparición de uno de los sucesos: (i) una serie ordenada previamente determinada de sucesos que incluye dicho punto de inflexión; y (ii) un cambio de signo de la pendiente de dicha varia-

20

25

30

ción.

5ª.- UN METODO DE CARGAR RAPIDA Y EFICAZMENTE UNA BATERIA, Y APARATO PARA REALIZARLO.

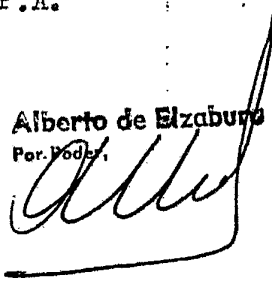
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de SETENTA Y NUEVE hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 02.NOV.1979

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poderes



5

10

15

20

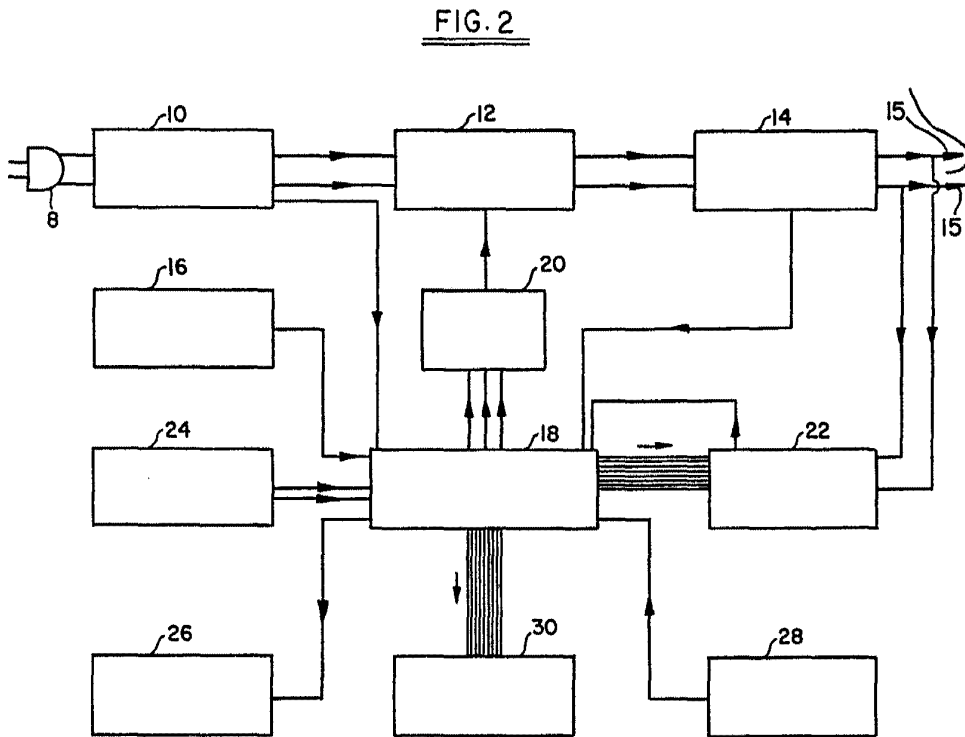
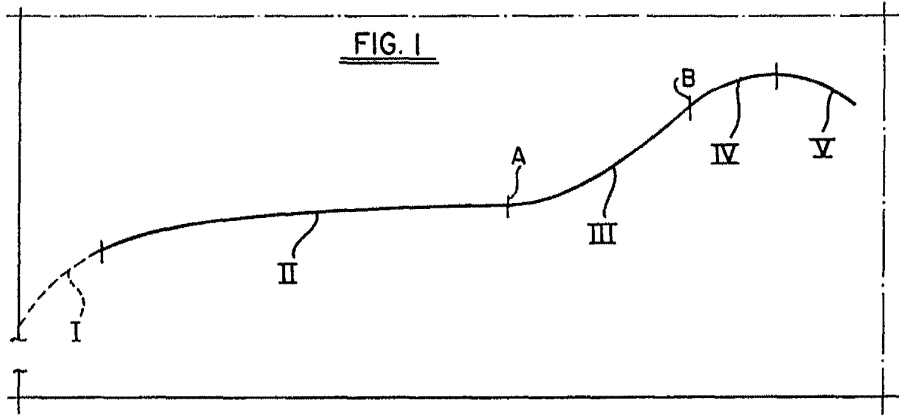
25

30

24109

VAL

P71705



Atrevido de Elizabeth
Der Poder

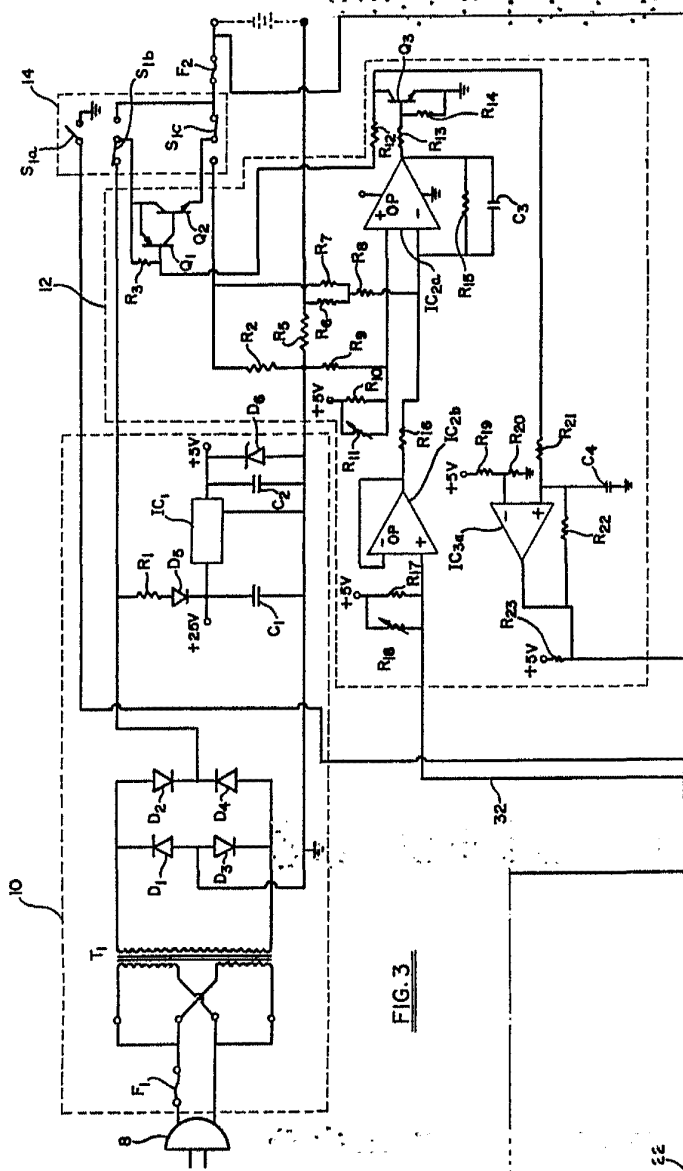


FIG. 3

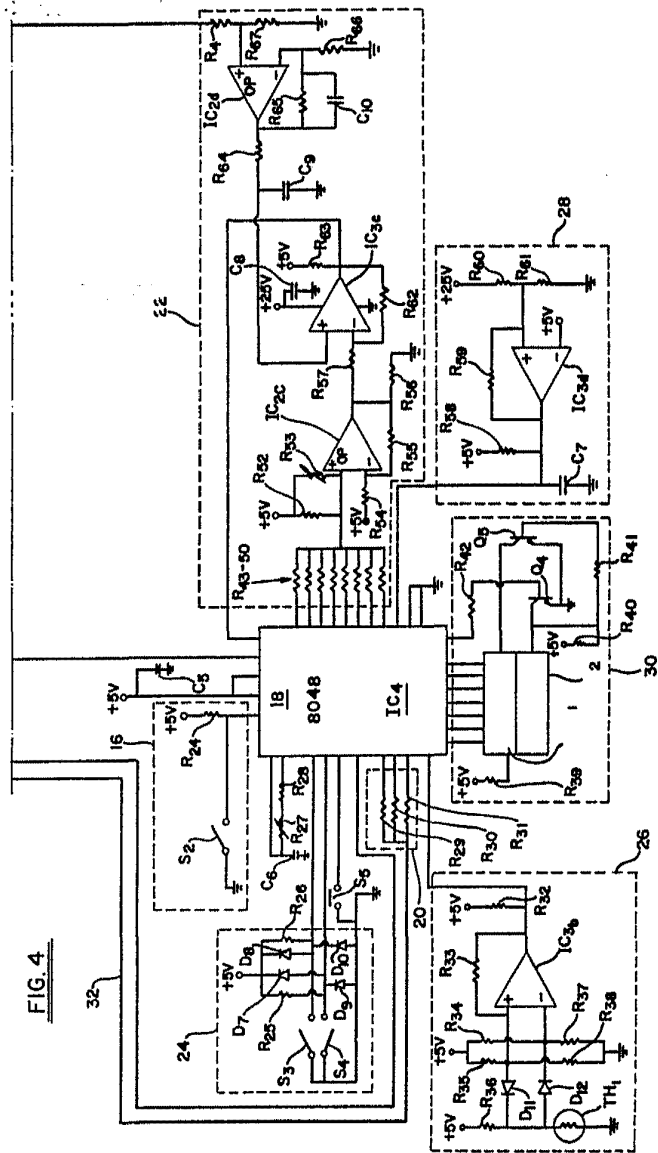


FIG. 4

[Handwritten signature]

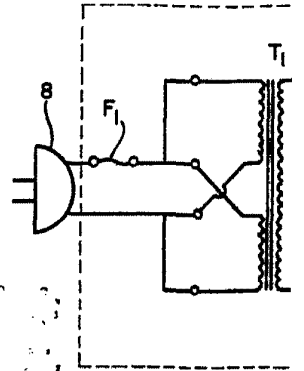


FIG. 3

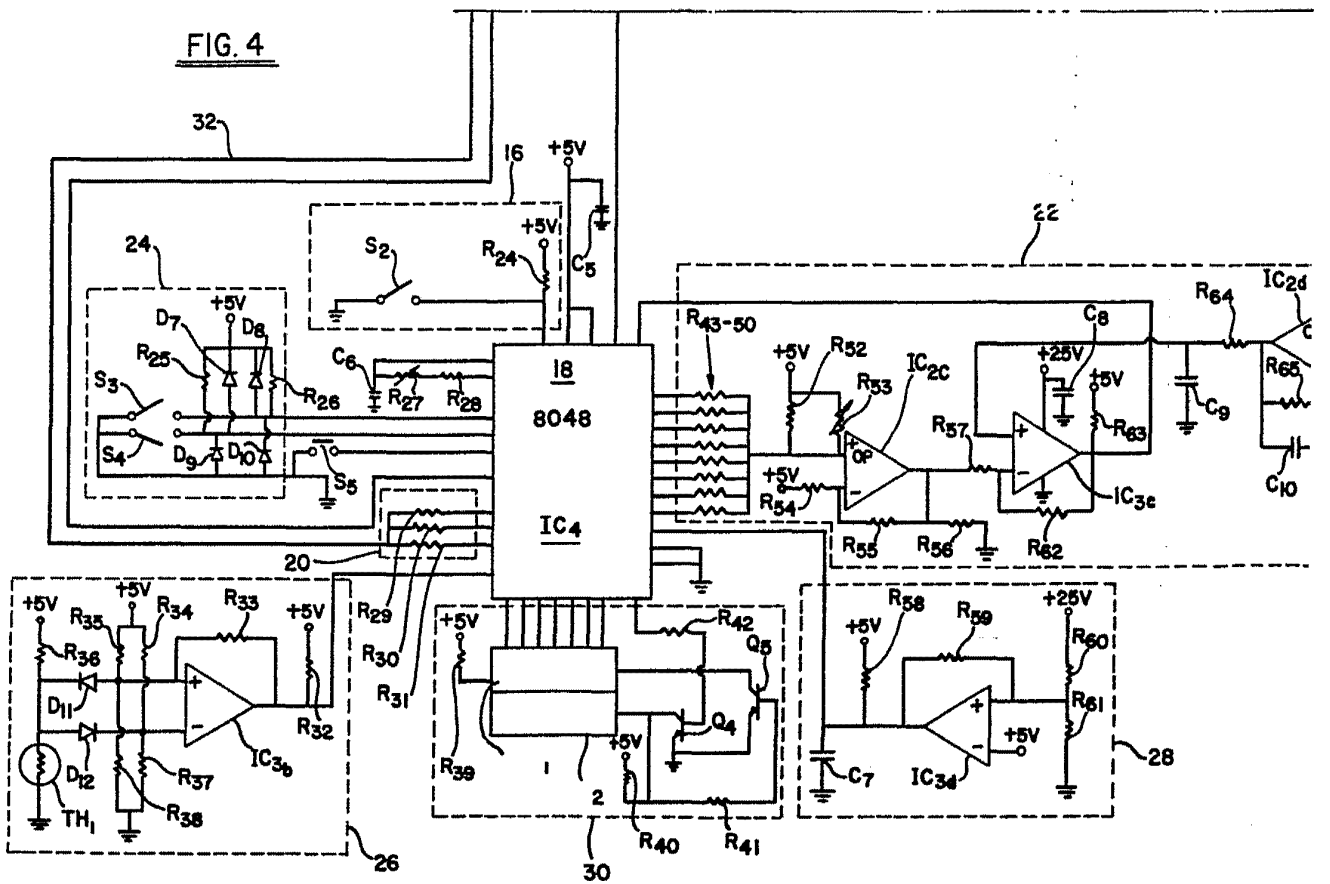


FIG. 4

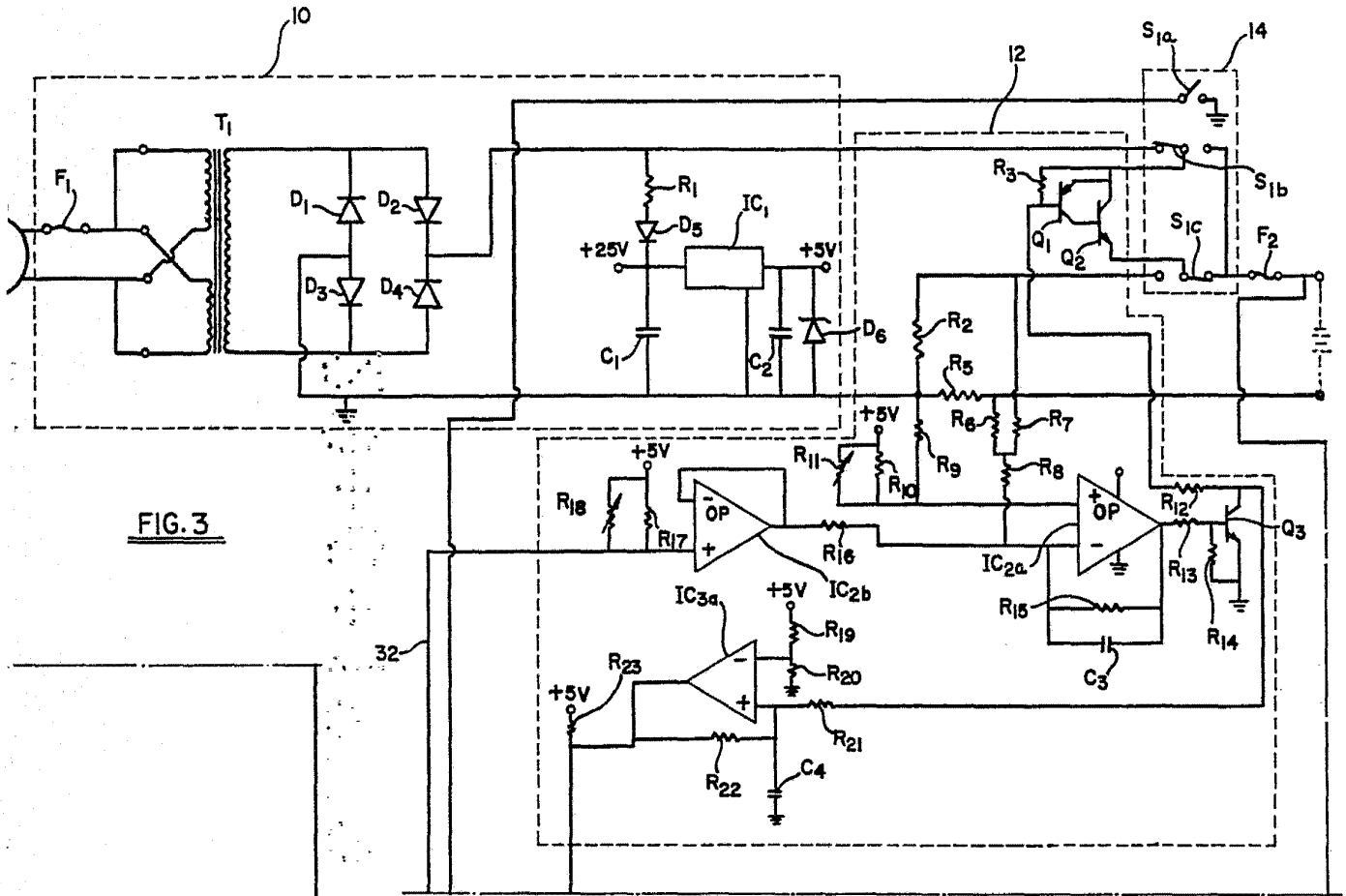
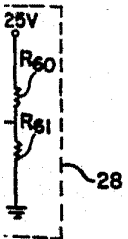
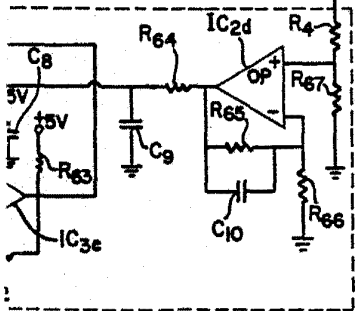
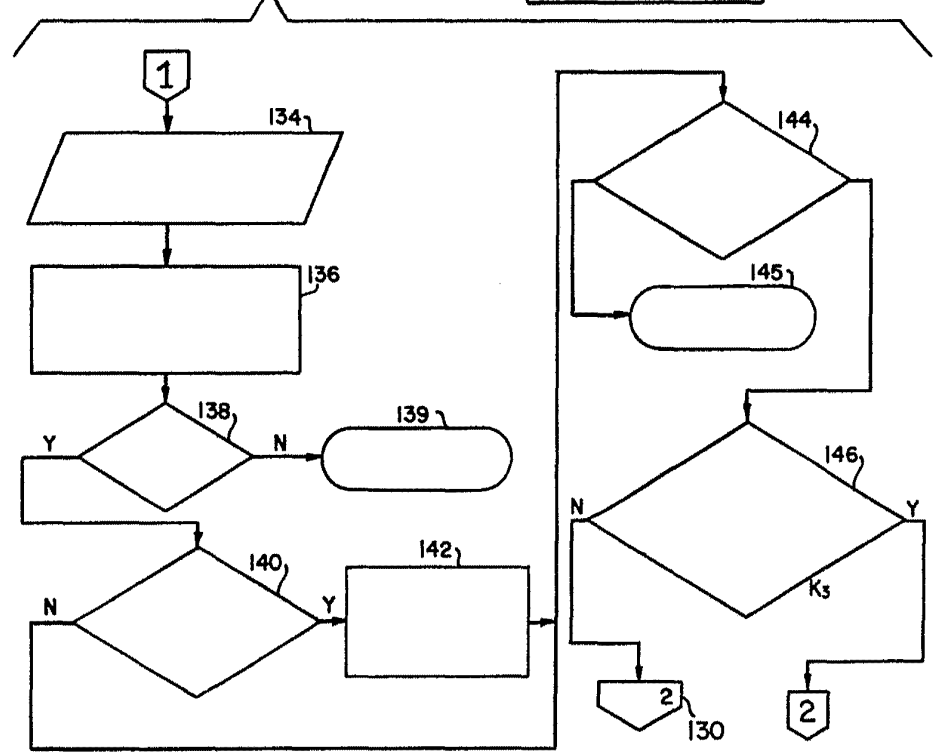
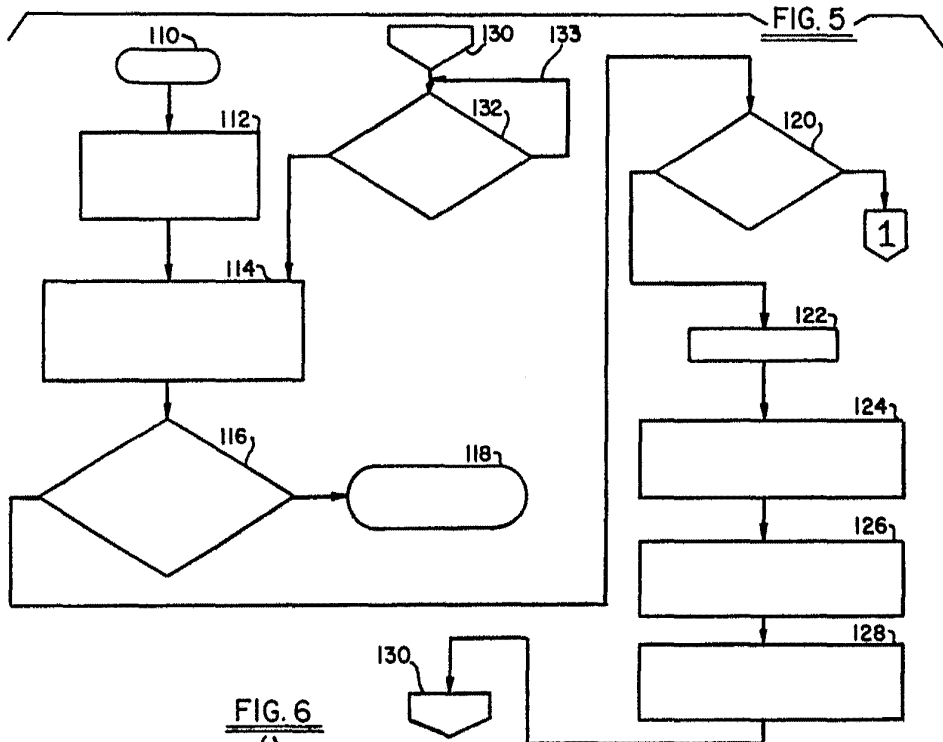


FIG. 3



Alberto de Elia



Alberto de S. [Signature]

971705

FIG. 7

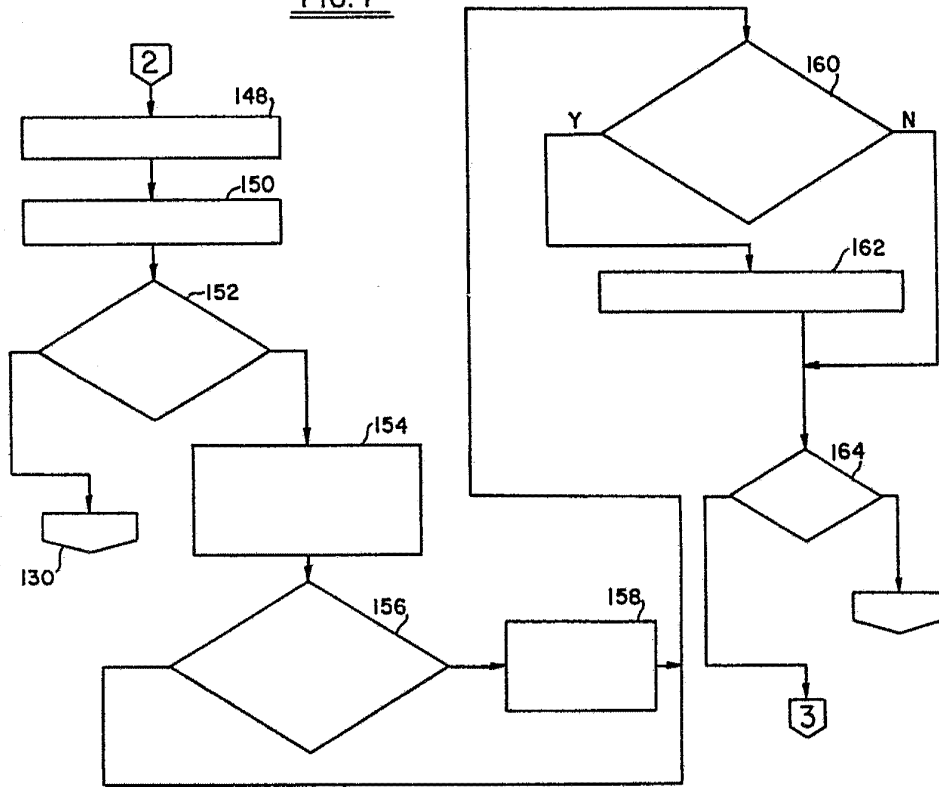


FIG. 8

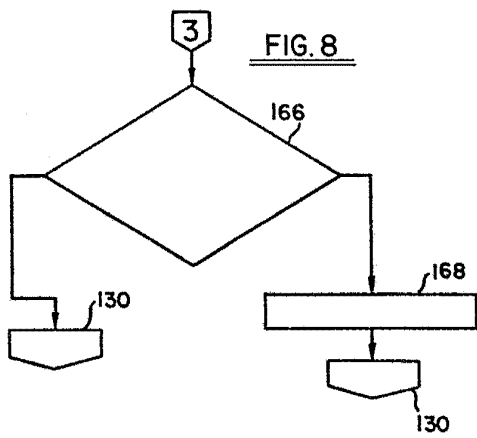
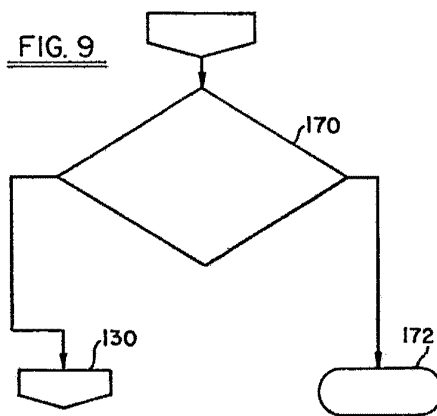


FIG. 9



[Handwritten signature]

P71705

FIG. 10

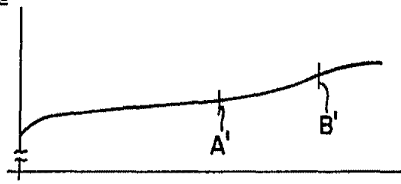


FIG. 11

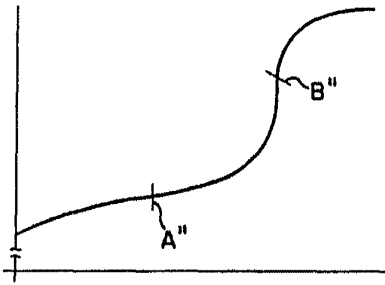


FIG. 12



FIG. 13

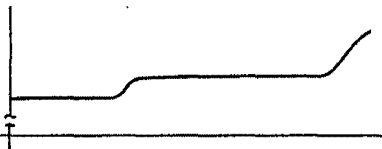
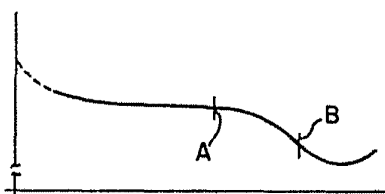


FIG. 14



[Handwritten signature]
BLACK & DECKER INC