

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 535**

21 Número de solicitud: 201900184

51 Int. Cl.:

G01R 31/36 (2010.01)

H01M 10/48 (2006.01)

22

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

18.12.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

31.01.2020

71 Solicitantes:

PARRES GARCÍA, Luis Arturo (100.0%)

**Joaquín Bau, 5
28036 Madrid ES**

72 Inventor/es:

PARRES GARCÍA, Luis Arturo

54 Título: **Método para calcular la energía disponible en una batería eléctrica en cualquier momento de su vida, sin descargarla, así como su capacidad, autonomía y vida esperada**

57 Resumen:

Este método calcula la energía disponible, ED, de cualquier batería, sin descargarla, a cualquier temperatura T_n y en todo momento. Se genera una familia de curvas $G_{n,i}$ propias de cada batería y temperatura, descargando baterías de diferentes capacidades a una intensidad de descarga ID, fija. Descargando la batería con igual ID produce un voltaje respuesta con el que entrando en $G_{n,i}$, se obtiene ED. También su capacidad, autonomía, y vida esperada. Cuando la batería está completamente cargada, ED es la capacidad. Memorizando capacidades y sus tiempos se halla la vida esperada. Con la ED y el balance de consumos, se obtiene la autonomía. Se automatiza lo expuesto, conectando a un sistema que comprenda; MCU, sensor de temperatura, descargador, voltímetro, amperímetro, interfaz, etc., obteniéndose ED. La utilización de este método permite la optimización del uso de las baterías, cómo conocer la autonomía de un EV.

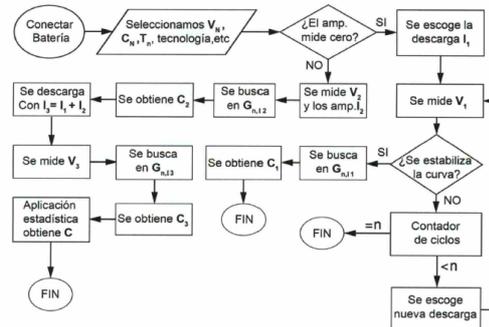


Figura 2

DESCRIPCIÓN

Método para calcular la energía disponible en una batería eléctrica en cualquier momento de su vida, sin descargarla, así como su capacidad, autonomía, y vida esperada.

5

El sector de la técnica

Esta patente pertenece al sector eléctrico, más concretamente al **electroquímico**, y específicamente al de baterías, tanto recargables como de un solo uso. Hasta hoy no se conoce ninguna manera fiable de hallar la **Energía Disponible**, en adelante **ED**, de una batería sin tenerla que descargar, salvo la correspondiente a la capacidad que facilita el fabricante cuando está nueva y a la temperatura normalizada. El método la calcula en todo momento de su vida; es decir cuando ya ha envejecido, ha realizado descargas parciales desconocidas desde su última carga, y todo ello a cualquier temperatura.

15

El estado de la técnica

Existen numerosos equipos que utilizan baterías eléctricas para su funcionamiento autónomo. El agotamiento imprevisible de la batería puede producir desde incomodidades hasta graves problemas en función de las circunstancias del equipo que la tenga en uso.

20

El problema actual consiste en la dificultad para conocer la **ED** de una batería cuando esta envejece sin descargarla. Es de gran interés que sea así, especialmente cuando se necesite la energía que aún acumule la batería de manera inmediata. También interesa conocer cómo afecta a la autonomía de la batería la temperatura a la que se halle o a la que vaya a estar. El estado de una batería viene afectada por múltiples circunstancias, como la vejez, el ciclado previo, el estrés electroquímico sufrido, las descargas parciales desde la última recarga y las temperaturas a las que se han realizado, incluyendo la que tenga la batería en el momento del análisis, etc.

25

30

En general todo el mundo tiene la experiencia de la autonomía de los teléfonos móviles, y su pérdida acelerada al final de su vida útil. Cuando la batería está nueva, y recién cargada, la pantalla facilita el estado de carga apareciendo el dato del 100%, y usualmente una pequeña batería verde llena en una esquina. Pero cuando está vieja y recién cargada, también aparece la misma información y la autonomía es muchísimo menor.

35

Al día de hoy, no se conoce a priori la autonomía de una batería en cualquier momento de su vida. Y muy especialmente si la batería va a ser afectada por una temperatura extrema.

Esto ocurre porque la única información disponible proviene de la medición del voltaje, que no es fiable para conocer la **ED**, la capacidad, o la autonomía. El voltaje puede orientar en ocasiones sobre el estado de carga, que vale para muy poco si no se conoce la capacidad.

40

Pocas veces la información de los minutos aún disponibles de un teléfono móvil es importante, aunque no siempre es así. En general, su temperatura de carga y uso cambian poco, lo que ayuda a mejorar la previsibilidad. Ayuda unirle el historial de uso, autonomías previas, curva esperada de pérdida de capacidad, etc. Es decir, extrapola la historia, pero errará completamente la previsión si a continuación se utiliza en una estación de esquí.

45

Pero existen otras aplicaciones donde el desconocimiento de la autonomía puede ser de enorme relevancia. Un buen ejemplo es el vehículo eléctrico, **EV**, donde un error de tal información puede significar no poder llegar por los propios medios a un punto de recarga. O en el caso de que tal punto esté ocupado o averiado, saber si se puede llegar o no al siguiente. De la misma manera es importante conocer la capacidad real de las baterías en actividades

50

donde también es imprescindible la certeza del servicio, como centrales nucleares, trenes de alta velocidad, aviones, instalaciones solares, etc.

5 Puede ser ilustrativo el siguiente ejemplo. En febrero de 2019, Chicago registró temperaturas de -30°C . Esto supone unos 50°C de diferencia entre la temperatura de carga y la de uso de un **EV**. La pérdida de capacidad con tal diferencia es del orden del 55% de la capacidad remanente. Lo que significó que numerosos vehículos que se cargaron por completo y que en los días anteriores habían realizado sobradamente un determinado recorrido, ese día les resultó imposible y se quedaron parados en muchas carreteras sin energía. Esta es la
10 importancia de conocer cómo afecta la temperatura.

El mencionado desconocimiento implica al día de hoy un cambio preventivo y prematuro de las baterías ante las dudas de la capacidad real remanente. Una información correcta de tal parámetro puede suponer grandes ahorros, ya que la batería puede trabajar hasta el límite de su vida, sin realizar cambios.
15

Una vez calculada la **ED**, y como aplicación subsecuente, estaremos en disposición de calcular la autonomía que tiene el equipo, sea un teléfono móvil, **EV**, **SAI**, etc., solo es función del consumo que se prevea desde ese momento. Dichas necesidades vendrán detalladas en un
20 **Balance Eléctrico de Consumos**, en adelante **BEC**. No es objeto de esta patente analizar el anterior **Balance** ni su obtención, que se da por conocido.

Actualmente no se conoce ningún proceso o dispositivo que ofrezca una respuesta satisfactoria al problema expuesto. Es decir; nada que suministre una solución fiable, sin descargar la
25 batería, condición esta última básica si se necesita a continuación la carga disponible.

Recientemente están saliendo dispositivos contadores de consumo eléctrico que mejoran la información. Algunos contabilizan y memorizan los últimos consumos para luego extrapolar, incluso acompañados de un algoritmo que sigue la curva de descarga. Pero que no tienen en
30 cuenta aspectos que influyen drásticamente en la capacidad de las baterías, como la temperatura. Adviértase que las temperaturas de carga y uso pueden tener grandes diferencias. No obstante, vamos a exponer todo lo que conocemos sobre el particular.

Existen diferentes métodos para calcular el estado de carga, incluso el estado de salud o conservación, es decir la situación operativa de la batería. Pero dan solo aproximaciones al problema que planteamos, con grandes errores y sin fiabilidad. Algunos métodos incluso consisten en calcular valores medios aplicando dos o más de ellos con el fin de intentar
35 minimizar los errores. Lo que únicamente tiene interés estadístico. Se descartan completamente aquellos métodos que se basan en una descarga total de la batería aplicando un medidor de energía, y que deja a la batería imposibilitada para un uso inmediato. No se pueden aplicar a las baterías primarias, ni por supuesto a aquellas que van a cambiar de temperatura. Sin ser exhaustivos, se exponen a continuación algunos de los trabajos consultados:
40

45 **a)** Los que miden la densidad del electrolito. El mayor inconveniente del método es que la mayoría de las baterías son herméticas, especialmente las primarias, por lo que hacen su uso imposible. En las baterías accesibles, el electrolito es ácido, con lo que el método resulta muy inadecuado para el usuario común por su peligrosidad. Implica la medición de todas las células que componen la batería, con lo que en las instalaciones que tienen un alto
50 voltaje, y por tanto de número de células, supone un tiempo considerable. Aun así, el método está lejos de ser fiable. En cualquier caso, son incapaces de hacer una predicción si la temperatura cambia. Y en ningún caso de la capacidad, aunque si pueden dar una idea del estado de carga. Que sirve para muy poco sin conocer la capacidad.

- b) Ley de Peukert. Es un método clásico. No considera la temperatura. Este simple detalle lo descalifica. Puede encontrarse explicada en numerosos sitios, uno de los más sencillos es:

https://en.wikipedia.org/wiki/Peukert%27s_law

- 5 c) Ley de Sheperd. Se puede realizar el mismo comentario. Al ser clásicos son muy conocidos, por lo que no damos más detalles.

- 10 d) Métodos basados en la resistencia interna. Aparte de la dificultad de toma de datos, tampoco consideran la temperatura.

<https://www.scienceabc.com/innovation/what-are-the-different-methods-to-estimate-the-state-of-charge-of-batteries.html>

- 15 e) Algunos trabajos recientes (con menos de año y medio), que se pueden encontrar en Internet donde se explican los métodos básicos tal como:

<https://academic.elsevier.com/locate/S0013788X19300001>

- 20 f) También existen numerosas patentes en USA sobre el particular. Referimos las que entendemos que añaden aspectos más consistentes a nuestro objetivo, pero sin alcanzarlo. La siguiente que mencionamos, publicada hace cinco meses, recoge todo el conocimiento puesto al día, y a su vez hace referencia a numerosas patentes anteriores. No obstante, no considera los cambios de temperatura. En parte nos basaremos en ella. En este primer link aparece tal y como se publica en el Boletín USA.

Patente USA nº 10,302,709, del 28 de Mayo de 2019. Shoa Hassani Lashidani et al.

- 30 <https://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PaaNum=0&docid=10302709&IDKev=526056D4F684&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacqi%2FnpParser%3FSect1%3DPTQ2%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%25252Fnethtml%25252FPTO%25252Fsearchbool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3D50%2526co1%3DAND%2526d%3DPTXT%2526s1%3DCadex.ASNM.%25260S%3DAN%2FCadex%2526RS%3DAN%2FCadex>

- 35 g) A continuación, mostramos la misma patente, en un formato más cómodo para imprimir y leer.

Patente USA nº 10,302,709, del 28 de Mayo de 2019. De Shoa Hassani Lashidani et al.

- 40 <http://patft.uspto.gov/netacqi/nphParser?Sect1=PT01&Sect2=HITOFF&d=PALL&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsrchnum.htm&r=1&f=G&l=5Q&s1=10,302,709.PN.&QS=PN/10,302.709&RS=PN/10,302.709>

- 45 h) Ítem más:

Patente USA nº 9,692,088 Koba et al. 27 junio 2017.

- 50 <http://patft.uspto.gov/netacqi/nphParser?Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&d=PALL&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsrchnum.htm&r=1&f=G&l=50&s1=9,692,088.PN.&OS=PN/9,692,088&RS=PN/9,692,088>.

- i) Ítem más:

5 **c) Capacidad.** Es la aptitud que tiene una batería para, dadas unas determinadas circunstancias, transformar el máximo **potencial electroquímico** posible en electricidad útil. Y si es recargable mide, asimismo, su aptitud para transformar la electricidad en el máximo **potencial electroquímico** posible. Se mide en **Ah**. Implícitamente se entiende que se conoce el voltaje. Aunque lo que realmente se considera siempre es la energía. En ocasiones se da como los vatios posibles durante un cierto tiempo, con un voltaje final **V_f** y a la temperatura normada. En este último caso se promete directamente una energía útil.

10 No se consideran las diferencias de capacidad inicial de una batería, y la máxima que se alcanza después de algunos ciclos, función de la completa formación, etc. La capacidad disminuye cuando desciende la temperatura o aparentemente cuando aumenta la intensidad de descarga.

15 **ch) Capacidad nominal C_N.** Es la capacidad inicial cuando la batería es nueva. Se define, según la Norma, como aquella que permite una descarga **I_N** en un tiempo **t_N**, a una temperatura **T_N**, y con un voltaje final **V_f**. Así:

$$C_N = I_N \times t_N$$

20 **d) Capacidad mínima C_m.** La **Norma** define cual es la menor capacidad aceptable en función del uso a que se destine la batería. **C_m**, suele oscilar entre **0'6 y 0'8 C_N**.

25 **e) Capacidad remanente C_R** de una batería, es la existente en un momento dado, cuando haya transcurrido parte de la vida esperada y se haya perdido cierta capacidad inicial.

f) C. Es la capacidad de una batería equivalente que se halla como resultado de este método. Será igual o menor que la **C_N** de la batería analizada. También tiene un significado genérico.

30 **g) C_n.** Es la capacidad a la temperatura **T_n** de una batería que a **T_N** tenía una capacidad de **C_N**. A una temperatura inferior a la normada es menor que **C_N**. Existe una curva que las relaciona. Dicha curva es válida en cualquier momento de su vida.

35 **h) Carga remanente.** A la energía eléctrica útil se le llama también carga. Cuando una descarga sea parcial o si cambia la temperatura, a la carga que queda disponible en la batería, se le llama **carga remanente, energía remanente, o ED**.

40 **i) Energía disponible, ED.** Es la máxima energía que se puede obtener de una batería **W** en cualquier momento de su vida, descargándola hasta llegar al voltaje final **V_f**. Todas las baterías, especialmente las recargables, tienen un voltaje final de descarga, que varía según la intensidad de descarga. Este **V_f** es el mínimo que no se debe rebasar, ya que supone un deterioro irreversible de la batería. En las primarias simplemente el equipo deja de funcionar. En ese punto existe una cierta carga mínima, o energía mínima, que proporcionalmente es muy pequeña. El concepto de **ED** resulta ser el total de energía remanente menos esa energía mínima de la que no se debe disponer para evitar estropear la batería, y que habitualmente se desprecia por su valor relativamente muy pequeño.

50 Resulta fácil de calcular. Valor que varía para la misma batería en función de la temperatura y de la intensidad de descarga, **ID**. Aparentemente la **ED** varía con la **ID** lo que no es correcto, ya que lo que realmente varía es la autonomía en función de la **ID** escogida. Es decir, de cómo se decida consumir **ED**. Cuando conste que la batería está completamente cargada, la capacidad coincide con la **ED**.

j) Estado de carga. Al nivel o cantidad de carga porcentual remanente de la batería **W**, frente a la máxima que la capacidad en ese momento permita, se le llama **estado de carga**. La

capacidad no tiene relación alguna con el estado de carga, ni con el voltaje en circuito abierto cuando está cargada. Hay que conocer simultáneamente la capacidad y el estado de carga para saber cuál es la **ED**. El acrónimo en inglés es **SOC**, *state of charge*.

5 **k) EV.** Es el acrónimo en inglés de *electrical vehicle*, vehículo eléctrico. Habitualmente se llama así a los 100% eléctricos. Si son mixtos se llaman híbridos.

10 **l) $G_{n,i}$.** Dada una batería nueva **B** con capacidad C_n , voltaje V_n , y a temperatura T_n , se llama así a una familia de curvas producidas por una misma **ID** fija I , aplicada a **B** y a varias baterías nuevas de diferentes capacidades inferiores todas a igual temperatura. La **ID** está predeterminada manualmente o por el **Sistema**, y suele variar entre **0'1 C_n y 2 C_n Amp.** Y las capacidades entre **0'1 C_n y C_n .** Un ejemplo posible es $G_{n,1'0}$, que es la familia correspondiente a la temperatura T_n , a la que la batería **B** tiene una capacidad de C_n . Se escoge una descarga igual a **1'0 C_n Amp.** para las baterías que siguen, que tienen capacidades entre **0'3 C_n , 0'5 C_n , 07 C_n , y C_n .** Estas curvas permiten su interpolación. **Ver Figura 1.**

20 **m) ID, I_i , I_N .** **Intensidad de descarga**, y también en plural. Las dos primeras gráficas son genéricas. Con la diferencia que, con la segunda, se puede hacer referencia a un conjunto de **intensidades genéricas de descarga I_i** , que al variar el subíndice permite representar varias intensidades concretas. La normada de referencia es I_N . Se mide en amperios y orientativamente en este método varía entre I_N Amp. y **60 I_N Amp.**

25 En baterías **SLA**, las descargas usuales varían entre **0'01 y 3 C_N .** La normada para conocer la capacidad en el plomo suele ser **0'05 C_N Amp.** en 20 horas. Cuando la **ID** varía, también lo hace el tiempo en el que la batería se agota. Se entiende que todas las descargas se realizan hasta un voltaje V_f , para que la batería no se dañe. Las curvas se representan en unos ejes de coordenadas cartesianas ortogonales que miden el voltaje en las ordenadas y el tiempo en las abscisas en una escala logarítmica.

30 No debe perderse de vista que cuando se demanda a una batería una descarga de **I Amp.**, lo que realmente se hace es requerirle energía, es decir, se descargan vatios hora, ya que se trabaja a unos determinados voltios, y durante un cierto periodo de tiempo.

35 **n) MCU.** Sigla del inglés de *Micro Controller Unit*, es decir de Unidad de Micro Control. Comprende las **CPU** (*Central Processing Unit*), con uno o más microprocesadores multinúcleo, memorias, algoritmos, software, etc.

40 **ñ) Norma.** Es el conjunto de reglas, formulaciones, criterios, especificaciones, y estándares técnicos que limitan, concretan, tipifican y definen los parámetros que caracterizan a las baterías. Permite conocer y comparar fácilmente sus prestaciones. Entre las normas técnicas más conocidas se pueden mencionar DIN, JIS, IEC, CEI, BS, UL, MIL, etc. Mientras unas se centran en consideraciones técnicas, otras lo hacen en la seguridad de uso, etc.

45 La **Norma** puede ser dictada por cualquiera, pero es altamente recomendable seguir las conocidas. En nuestro caso, especifica para cada tecnología la temperatura de trabajo, el tiempo e intensidad de descarga, voltaje nominal y mínimo a distintas intensidades, capacidad normal C_N , y mínima, entre otras cosas. Todas las mediciones y curvas deben seguir dicha **Norma**. Cada tecnología y **Norma** suponen distintas curvas.

50 **o) p.** Es el porcentaje de potencial electroquímico o de **ED**, sobre el total posible **E.**, que ha consumido una batería al realizar una descarga incompleta. Por lo que, **E. (1 — p)** es igual a la **ED** remanente.

p) Potencial electroquímico. Es la energía residente en ciertas sustancias químicas que correctamente activadas, pueden proporcionar energía eléctrica. La batería es un recipiente adecuado que contiene una serie de productos con **potencial electroquímico**, y es el medio físico donde se produce la reacción que transforma tal **energía potencial** en electricidad.

5 En una batería cargada y aislada no existe electricidad alguna. Solo existirá propiamente electricidad cuando se produzca la reacción **electroquímica** que la genera. Y para desencadenarla es necesario un circuito exterior conectado a la misma. La electricidad la produce la reacción química que tal conexión causa.

10 **q) SAI.** Acrónimo de Sistema de Alimentación Ininterrumpida. En inglés UPS.

r) Sistema. Nombre del dispositivo que comprende un conjunto de elementos tales como **MCU**, memorias, microprocesadores, circuitos electrónicos, procesador de algoritmos, voltímetro, descargador, amperímetro, sensor de temperatura, cronómetro, capacidad de calcular parámetros y generar curvas, comprendiendo asimismo adaptador, los correspondientes software y hardware, interfaz, etc., que nos permite informar de las variables y recibir los resultados. También se le llama Sistema de Gestión de la Batería, en inglés **BMS**. Aunque este último término se suele usar para una gestión mucho más simple de control sobre la carga, la descarga, y el limitador.

s) SLA-AGM. Sigla de Sealed Lead Acid y Absorbed Glass Material, que se traduce por plomo ácido hermético con separadores de fibra de vidrio. Es la tecnología de batería que esta patente usa como ejemplo, ya que posiblemente sea la más popular, madura, y con una evolución bastante estable.

t) SOC. Acrónimo de **state of charge**, que se traduce como estado de carga. De uso muy frecuente en el sector.

30 **u) t_N . tiempo nominal.** Es el tiempo, que la **Norma** fija, que debe transcurrir cuando la batería **B** se descarga a intensidad I_N , a la temperatura T_N y sin que el voltaje baje de V_f . Cuando se refiera a **valores genéricos del tiempo** se utiliza **t**. Si se escribe t_m significa que es el tiempo de máxima autonomía de una batería con capacidad **C**, a una **ID** concreta.

35 Suelen aplicarse gráficos logarítmicos donde la abscisa es la **ID**, y la ordenada la autonomía. Ver **Figura 4**. Se suele utilizar $t_N = 20h$ para el plomo.

40 **v) T_n .** T_N Es la temperatura que la Norma propone para medir los valores normalizados durante la generación base de curvas. Cuando la temperatura varíe se utiliza genéricamente el subíndice "n". Usualmente T_n está entre -30°C , y 60°C . Existe una curva que la relaciona con la capacidad. Si se requiere de una batería un Ah, pero a distintas temperaturas, el coste en energía será distinto.

45 **w) Voltaje nominal V_N .** Viene definido por la tecnología **electroquímica** de construcción de la batería. Este voltaje o tensión resulta de la suma algebraica de los potenciales normales de reducción y oxidación a 25°C de los electrodos. Así, y como ejemplo, se calcula a continuación para una batería de plomo. En la descarga para una concentración 4 molal de ácido sulfúrico, el potencial normalizado de oxidación del electrodo positivo, cátodo, a 25°C , es del orden de $+1'70$ Volts. Y para el electrodo negativo, ánodo, el potencial de reducción es de unos $-0'33$ Volts. Suma $2'03$ Volts. Hay que restar el negativo. Y este es su V_N . Puede subir o bajar con la concentración de ácido, de ahí que la medida de la densidad del electrolito en baterías abiertas dé una idea de su estado de carga, ya que la descarga descompone parte del ácido en agua. La carga de la batería supone una circulación de electricidad inversa, y cátodo y ánodo invertirán su polaridad.

x) **Voltaje máximo V_M** es el que la batería alcanza cuando está en reposo y completamente cargada. En esta situación debe ser siempre superior a V_N , si no es así la batería necesita una recarga urgente.

5

y) **Voltaje intermedio V_v** . Es un voltaje genérico que varía entre V_M y V_f .

z) **Voltaje final V_f** . Es el mínimo que se puede alcanzar en una descarga para evitar que la batería se dañe. En ese punto final V_f aún quedará una cierta **carga remanente** muy pequeña. El voltaje final V_f varía en función de la intensidad de descarga. Ver más en i).

10

Base teórica

Este método tiene su origen académico en un enfoque que hasta ahora no ha evolucionado. Una gran parte del sector plantea implícitamente el problema como si la batería fuera un depósito de gasolina. Se requiere en cualquier momento y condición que estén disponibles los mismos litros que se han introducido. En el caso de la batería, los mismos amperios hora suministrados. Y no es así.

15

El método que se patenta resulta válido tanto para baterías primarias como recargables, abiertas o herméticas, y de cualquier tecnología, siempre que descontemos el efecto memoria. Para las baterías secundarias, la reversibilidad no consiste únicamente en el proceso **electroquímico**, sino también en el mecánico, ya que las masas activas deben ser repuestas en los correspondientes electrodos cuando el proceso de carga los regenere. Estas reacciones son siempre exotérmicas, por lo que parte de la energía utilizada se empleará en la producción de calor.

20

25

Dado que las curvas $G_{n,i}$, son la base de esta patente, se explican a continuación. Dada una batería nueva **B** con capacidad C_n , voltaje V_N , y temperatura T_n , se llama así a una familia de curvas producidas por una misma **ID** fija **I**, aplicada a **B** y a varias baterías nuevas de diferentes capacidades inferiores, siempre a la misma temperatura. La **ID** está predeterminada manualmente o por el **Sistema**, y suele variar entre $0'1 C_n$ y $2 C_n$ Amp. y las capacidades entre $0'1 C_n$ y C_n . Un ejemplo posible es $G_{n,1'0}$, que es la familia correspondiente a la temperatura T_n , a la que la batería **B** tiene una capacidad de C_n . Se escoge una descarga igual a $1'0 C_n$ Amp. para las baterías que siguen, que tienen capacidades entre $0'3 C_n$, $0'5 C_n$, $0'7 C_n$, y C_n . Estas curvas permiten su interpolación. **Ver Figura 1.**

30

35

Este método es aplicable a cualquier batería **W** en cualquier momento de su vida. Si por mediciones previas se conoce la capacidad actual, incluso aunque esté desfasada, debe partirse de ese valor en lugar del valor de la capacidad cuando era nueva. No obstante, se sigue suponiendo que no se dispone de información previa. Asimismo, y como utilidades o aplicaciones subsecuentes existen las siguientes. Conocida la **ED** y el **BEC**, se puede calcular la autonomía a la temperatura que deseemos. Incluso en el supuesto que las temperaturas y las descargas que se produzcan sean variables. Cuando la batería que se analiza esté completamente cargada, la **ED** proporciona la capacidad. Y con la curva de la evolución de la misma en el tiempo, su vida esperada, siempre que el trato que vaya a recibir la batería sea similar al dado hasta ese momento.

40

45

Para escoger las **ID** debe considerarse que las curvas que se produzcan proporcionen una respuesta clara y diferenciable. Si la descarga fuera proporcionalmente muy pequeña, la cercanía entre sí de las curvas respuesta dificultaría su diferenciación. Tampoco conviene que la descarga sea demasiado grande ya que implicarían conexiones y resistencias sobredimensionadas para los objetivos. Cuando una **ID** es proporcionalmente muy alta, la capacidad aparente disminuye mucho debido a que la reacción **electroquímica** no tiene tiempo

50

de completarse alcanzando toda la masa activa, y a la energía dedicada a producir calor. El calor debe disiparse, aunque el efecto aquí se minora ya que el tiempo es muy breve. Adicionalmente se produce un cierto estrés a la batería, y algún gasto energético a **W**, aunque este es mínimo ya que de nuevo el tiempo necesario para realizar una descarga puede contarse en milisegundos, y raramente llega a los cinco segundos. Pueden utilizarse también pulsos de cualquier tipo. Debe tenerse en cuenta la situación de la batería hasta donde se conozca para que se compadezca con la **ID**. Siempre conviene empezar por las descargas mínimas operativas. En general suelen variar entre **0'1 C_r**, y **2 C_n Amp**. En el caso de **SLA-AGM**, se puede comenzar entre **0'6 C_n**, y **1 C_n**. Si la batería es manifiestamente vieja se puede bajar a **0'4 C_n**, y ajustar posteriormente.

Información y equipamiento necesarios para el análisis

Interesa disponer al menos del equipo y datos que se enumeran a continuación.

- a) El fabricante informa de la tecnología empleada en la fabricación de la batería **W**, de su capacidad nominal **C_N** y de su voltaje nominal VN cuando eran nuevas, curvas, etc., y de la **Norma** que se aplique para definir la batería, (DIN, JIS, SAE, etc.).
- b) Se necesita un sensor de temperatura que mida la que tiene la batería **W** en el momento del análisis. Este dato nos permite conocer la capacidad **C_n**, a dicha temperatura **T_n** cuando era nueva, mediante la curva correspondiente.
- c) Debe disponerse de un descargador, con conexiones adecuadas a la batería, que permita escoger las **ID** que serán del orden de **0'1, 0'6, 1'0, 1'2, 1'4, y 2 C_n amperios** o intermedias. Se propone una **ID** preferente de **1'0 C_n, Amp**. Pero se puede utilizar cualquier otra. Adicionalmente dispone de amperímetro y voltímetro.
- d) Las familias de curvas de descarga correspondientes a la temperatura **T_n**.
- e) Tablas logarítmicas a las diferentes temperaturas del rango, que informen de la autonomía en función de la descarga para cada capacidad midiendo las descargas en las abscisas y la autonomía en las ordenadas, diferenciándose según tecnologías y voltaje. Siempre se debe respetar el voltaje final **V_f** de la batería siguiendo la **Norma**. Se incluye un ejemplo según **Figura 4**.
- f) Para calcular la autonomía, es necesario conocer el **BEC**.
- g) En el caso en que se detecte que hay un cargador actuando, debe poderse desconectar completamente. Tampoco se admiten cargas variables en ningún momento del análisis a nivel manual o de laboratorio. Aunque en la **Aplicación Industrial** se pueden realizar iteraciones que lo permitan.

Explicación del funcionamiento del método

Se expone aquí cómo obtener **ED** de una manera sencilla, con la ayuda de un aparataje básico. Se sigue el diagrama de flujo simplificado según **figura 2**. Posteriormente, en la **Realización Preferente** se explica la manera de automatizar todo ello para que pueda ser utilizado sencillamente por cualquier usuario. Cuando se comienza el análisis pueden producirse dos situaciones. Que la batería se encuentre en perfecto reposo, o que esté soportando alguna descarga. El amperímetro aclara en que caso estamos. Se comienza por una batería **W** en reposo según el siguiente orden;

- 1) Se conoce la tecnología de la batería, su capacidad C_N , cuando era nueva, su voltaje nominal V_N , así como las curvas $G_{n,i1}$ para la **ID** escogida.
- 5 2) El sensor suministra la temperatura de **W** que resulta ser T_n . La utilización de la curva correspondiente permite conocer la capacidad de la batería **W**, cuando era nueva **B**, a tal temperatura, que resulta ser C_n .
- 10 3) Se conecta la batería, y el descargador ajusta la **ID** inicial I_1 , siguiendo el criterio del usuario y las recomendaciones que se dan al final de la **Base teórica**. Si existen razones para pensar que, dadas las condiciones de la batería, puede tener una capacidad menor que C_n , se disminuye adecuadamente la **ID**. Esta intensidad debe ser la misma que la utilizada para generar $G_{n,i1}$, y si fuera distinta deberá buscarse las curvas correspondientes.
- 15 4) Comienza la descarga. Se observa la curva del descargador durante el tiempo necesario, unos milisegundos o en su caso segundos, hasta que se estabilice y se obtenga un voltaje estable **V**, y por tanto el inicio de la curva de descarga. Si esta curva no está clara, seguiremos probando con algo más de tiempo o con otras descargas. Cada descarga supone diferentes curvas $G_{n,i}$.
- 20 5) Como ejemplo se utiliza $G_{n,i'0}$, donde buscamos, interpolando si es preciso, la curva producida por la descarga $I_1 = 1'0 C_n \text{ Amp.}$, y que comienza con el voltaje medido V_v . En este ejemplo resulta ser la curva correspondiente a $0'4 C_n$. Ver **Figura 1**. Esta curva es la que produce una descarga de una nueva **batería equivalente A**, cargada, y con una capacidad de $C = 0'4 C_n$.
- 25 6) Se concluye que la **ED** de la batería analizada **W**, tiene un comportamiento análogo al de una **batería equivalente A**, nueva, con capacidad $C = 0'4 C_n$, y completamente cargada. Ahora se conoce la **ED** buscada.

30 Si se ha utilizado con anterioridad este método, cuando la batería ya no era nueva, y se conoce aproximadamente la capacidad actual, se utiliza esta última como nominal de partida. Por lo que, rigurosamente hablando, sólo la primera vez se utiliza C_N . En cálculos subsiguientes se parte de la última capacidad hallada. Por lo que nunca se repite la capacidad original en sucesivos cálculos. Salvo cuando utilicemos el método repetitivamente para refinar la respuesta.

40 El que exista un consumo que no se desee o no se pueda evitar es una situación habitual. Se vuelve a poner como ejemplo un **EV**. Algunos consumidores no se pueden inhibir, tales como reloj, ordenador de a bordo, etc., incluso aunque para la prueba podamos parar los consumidores más importantes como el motor, o el aire acondicionado. Cuando no se desee prescindir de un consumo variable, como el del motor, se deben conseguir valores instantáneos y perfectamente simultáneos del amperímetro, I_2 , y del voltímetro, V_2 . Se procede ahora como sigue.

- 45 1) Se dispone de I_2 , de V_2 , y de la temperatura de la batería T_n .
- 50 2) Se busca en $G_{n,i2}$ la curva de descarga correspondiente a I_2 amperios y a la temperatura T_n . Como anteriormente, obtendremos la que corresponde a una **batería equivalente A₂** y de capacidad C_2 nueva y cargada.
- 3) A continuación, se añade la descarga adicional de $1'0 C_n$, y se repite el proceso anterior, teniendo en cuenta que ahora buscaremos en $G_{n,i3}$ ya que la intensidad de

descarga es ahora; $I_3 = I_2 + 1'0 C_n$. Cuando I_2 sea grande en comparación con $1,0 C_n$ Amp., podremos reducir esta adecuadamente.

5 En teoría, se debería volver a encontrar la misma capacidad C_2 . No obstante, y dado que la batería no está en reposo, ni equilibrada, las mediciones pueden estar distorsionadas y puede encontrarse una C_3 diferente. Opinamos que es más exacta la capacidad hallada en esta segunda ocasión, pero es razonable realizar una ponderación dando el peso a cada una según lo que la aplicación concreta aconseje. O realizarse más descargas.

10 Una vez calculada la **ED** a la temperatura de medición, como utilidad o aplicación subsecuente, se puede hallar la autonomía conocido el **BEC**. Se pone a continuación un ejemplo.

15 Sea una batería **W**, con su **ED** conocida, o lo que es lo mismo C_1 . El **BEC** informa que se van a realizar dos descargas consecutivas **D1** y **D2** distintas. La primera **D1**, a intensidad I_1 y temperatura T_1 , tiene una duración de t_1 . Se entiende que esta descarga no agota la batería. A continuación, con la energía remanente en la batería se realiza la segunda descarga **D2**, que consiste en una **ID** de I_2 , a una temperatura T_2 , y durante el tiempo máximo que dicha energía remanente permita. Interesa calcular dicha autonomía.

20 La combinación de las descargas propuestas permite abordar todos los planteamientos posibles de consumo. Se calcula a continuación el porcentaje de energía de **W** que **D1** consume; **p**.

25 **a) Con la tabla logarítmica Figura 4** correspondiente a nuestros parámetros T_1 , I_1 , C_1 , etc., se halla el tiempo de autonomía total t_m , que permite la batería.

b) La relación t_1/t_{m1} , es el porcentaje aproximado de energía utilizado por **D1** en el tiempo t_1 . Es decir **p**. La energía remanente es $1 - p$.

30 **c) De nuevo con la tabla logarítmica y las curvas que correspondan a D_2 , I_2 , y T_2** , se halla t_{m2} . Este punto informa del tiempo total de autonomía de **W** con las condiciones anteriores, sino hubiera realizado previamente la descarga **D1**.

35 **d) Como en la primera descarga D_1 se ha utilizado el porcentaje de energía p**, ahora queda $1-p$, y la autonomía restante es $t_{m2} (1-p)$.

40 En el cálculo expuesto no se conoce el valor de la energía en ninguna etapa pero es una simplificación habitualmente suficiente, ya que estrictamente se debe hallar la energía E_1 que se emplea en descargar completamente la batería en condiciones **D1**. Luego se halla la que se consume parando la descarga en el momento t_1 . Con ello se consigue **p**. La energía disponible será, como antes $1 - p$. También podemos calcular la E_2 total, con los datos de **D2**. La afectamos por $1 - p$, y se dispone de la autonomía, partiendo desde t_{m2} hacia atrás, que es el punto donde empieza la descarga **D2**, ya que la parte anterior de la curva de descarga, se ha consumido en **D1**.

45 Utilizar anteriormente el tiempo introduce un cierto error ya que desconocemos los valores medios de **V**, más laboriosos de encontrar en el último tramo de la curva. Se puede realizar un cálculo rápido más aproximado de E_2 , suponiendo los valores medios de **V**. Aunque si realizamos un análisis de sensibilidad se comprueba que errores del **2 o 3%** en su cálculo, introducen variaciones pequeñas en el valor de la energía. También sería correcto realizar una integración. Cuando se automatiza el método en la **Realización Preferente**, el cálculo de la **ED** es instantáneo.

50 Si se aplica el método, que consigue valores más exactos, se halla la **ED** disponible de **W**.

5 Se descarga D_1 . Se vuelve a aplicar el método y se conoce la nueva **ED** remanente que a su vez da la autonomía. Puede ocurrir que la temperatura cambie durante alguna de las descargas, lo que se puede considerar fácilmente, y mucho más si se realiza automáticamente por un dispositivo.

Para terminar, exponemos aquí dos utilidades o aplicaciones subsecuentes adicionales.

10 Cuando la batería que se analiza esté completamente cargada, la **ED** proporciona la capacidad. Y con la curva de la evolución de la misma en el tiempo, su vida esperada, siempre que el trato que vaya a recibir la batería sea similar al dado hasta ese momento.

Breve Descripción de los Dibujos

15 Se incluyen cuatro figuras que ayudan a comprender el método. Son particularizaciones, por lo que pueden ser sustituidas por otras con algunas variaciones sin perder validez ni afectar al alcance de lo expuesto.

20 En la **Figura 1**, se representa una familia de curvas de descarga $G_{n,1} \cdot C_n$, de una batería **B** nueva, a la temperatura T_n , y con una **ID**, $I = 1'0 C_n$ Amp. Si ahora se aplica la misma descarga **I** a la batería **W**, el voltaje respuesta V_v inicial, genera una curva que es la $0'4 C_n$.

25 En la **Figura 2**, se representa un diagrama simplificado de flujo que expone el flujo para encontrar **ED**, conocidos los datos que definen la batería **W**. Este diagrama no está realizado en su totalidad en aras de la claridad de la exposición. Por ejemplo y para simplificar, los pasos que se aplican a V_1 preguntando sobre la estabilidad, contador de ciclos etc., se han ahorrado en V_2 y V_3 .

30 En la **Figura 3** se representa un diagrama simplificado que sigue el proceso automatizado del método que se patenta aplicado a un dispositivo, es decir de la **Aplicación Preferente**.

En la **Figura 4** se dibuja un ejemplo de unas tablas logarítmicas a **25 °C** que informan de la autonomía en función de la intensidad y la capacidad.

35 Realización preferente

40 El objetivo es fabricar un dispositivo que utilice el método expuesto para hallar la **ED** de una batería **W**. Se sigue el diagrama de flujo simplificado según **Figura 3**. Puede ser portátil o no, y con capacidad de cambio en función de las características de las distintas baterías que se deseen analizar en determinados rangos de voltajes o capacidades. O bien adaptada desde un inicio a una batería concreta, que resulta un equipo mucho más sencillo.

45 Se precisa un **Sistema** que comprenda un interfaz, un adaptador, un descargador, sensor de temperatura, voltímetro, amperímetro, cronometro, una **MCU** capaz de registrar, memorizar y analizar las curvas que produzca el descargador y compararlas con las que tenga en memoria mediante los algoritmos que se proporcionen, etc. Está habilitado para la tecnología y **Norma** que el fabricante de la batería especifique. Se siguen los pasos:

50 **A)** El fabricante informa en primer lugar de la tecnología de la batería, así como su capacidad C_N , su voltaje nominal V_N , curvas, etc. cuando era nueva **B**.

B) Se introducen en el **Sistema** todos los datos a través de la interfaz. Y una vez conectada la batería, comienza el análisis. Existen baterías que al conectarlas transmiten al **Sistema** todas sus características. Todo ello no hará falta cuando se

realice siempre la aplicación a la misma batería, como ocurre con un **EV** o en un teléfono móvil.

5 **C)** El amperímetro comprueba si la batería está en reposo. Inicialmente se considera que sí.

10 **D)** El sensor suministra la temperatura a la que está la batería, T_n . Con dicha temperatura y la curva correspondiente residente en la memoria que relaciona las capacidades y las temperaturas, el **Sistema** concreta la capacidad C_n , que es la que corresponde a **B**, es decir **W** cuando era nueva, y que es la mejor aproximación de la que disponemos en el primer análisis.

15 **E)** El **Sistema**, siguiendo las instrucciones que tiene memorizadas escoge la intensidad de descarga inicial I_1 . Esta descarga puede alimentar un súper condensador y utilizar la energía acumulada posteriormente.

20 **F)** Una vez que el Sistema obtiene un voltaje de respuesta estable V_1 , busca en $G_{n,1}$, interpolando si es preciso, la curva que comience con el voltaje que acaba de medir.

Esta curva es la misma que produce la descarga de una nueva batería equivalente A_1 , cargada, y con una capacidad de C_1 .

25 **G)** Con la **ED** conocida, el **Sistema** puede optar por mostrarla en un interfaz, o suministrarla al siguiente equipo para que realice la aplicación subsiguiente. Se integra con gran sencillez en el dispositivo que ya tenemos.

30 El **Sistema** comprueba que existe una descarga continua y estable. Si no fuera así debe medir valores instantáneos y simultáneos. El amperímetro facilita al **Sistema** el consumo que se está realizando I_2 , el voltímetro el voltaje V_2 , y el sensor la temperatura de la batería W , T_n . Y calcula C_n . A continuación, sigue las etapas que se especifican.

35 **1)** Busca en $G_{n,2}$ la curva de descarga correspondiente a V_2 , I_2 amperios y a la temperatura T_n . Como anteriormente, obtiene la que corresponde a una **batería equivalente** A_2 , y de capacidad C_2 nueva y cargada.

40 **2)** A continuación, el **Sistema** añade una descarga adicional I_1 , calculada anteriormente para el caso en que la batería estuviese en reposo, y repite el proceso anterior, teniendo en cuenta que ahora debe buscarse en $G_{n,3}$ ya que la intensidad de descarga es $I_3 = I_1 + I_2$. Obtiene C_3 . Si se advirtiera que I_2 es igual o superior a I_1 , se disminuirá el primer sumando lo que proceda.

45 En teoría se debe encontrar la misma capacidad C_2 . No obstante, y dado que la batería no está en reposo, ni equilibrada, las mediciones pueden estar alteradas. Probablemente es más exacta la capacidad hallada en último lugar C_3 , pero es razonable calcular una ponderación dando el peso a cada una según lo que la aplicación concreta aconseje. El Sistema está capacitado para realizar esta operación, una vez se le hayan dado las instrucciones adecuadas. También pueden hacerse mediciones iterativas consecutivas adicionales cambiando la descarga etc. Después de este cálculo, se conoce la **ED**, a la temperatura de medición, es decir la **batería equivalente A**.

50 Como utilidad o aplicación subsecuente, conocido el **BEC**, se puede hallar sencilla y rápidamente la autonomía, de la misma forma ya explicada. Esta rapidez permite que una vez aplicado el **BEC**, si la autonomía resultante es inadecuada por insuficiente, se puedan realizar búsquedas adicionales de nuevas autonomías. Para lo que debemos modificar el **BEC**,

eliminando o rebajando las demandas susceptibles de reducción. O aceptar las que el dispositivo proponga.

5 Poniendo un **EV** como ejemplo, se puede disminuir la velocidad de crucero. O el equipo proponer una nueva, o un combinado de varias en función del perfil de la carretera, y las temperaturas esperadas en los distintos tramos, que permitan la autonomía requerida. Es fácil incorporarlo a la conducción autónoma.

10 Otra aplicación subsecuente consiste en hallar la capacidad de la batería. Si finalizada una carga el sistema detecta que el cargador no suministra intensidad alguna o es muy pequeña, desconecta dicho cargador y procede a calcular **ED**. En tales condiciones la **ED** encontrada coincide con la capacidad de la batería.

15 En el caso de la bancada de un **SAI**, permite conocer rápidamente la **ED**. Como es un equipo que suele estar perfectamente cargado, desconectando unos segundos el cargador y las cargas, dicho **ED** resulta coincidir con la capacidad remanente. Convendría un cierto reposo previo, pero la distorsión es siempre la misma, y se puede considerar.

20 En otra aplicación subsecuente el **Sistema** guarda en la memoria las capacidades encontradas a lo largo de un periodo de tiempo, genera una curva y la extrapola para obtener la vida esperada. Si se le facilitan curvas similares de una batería mal tratada y de otra bien tratada puede interpolarse y conseguir los mismos resultados.

25 La rápida respuesta de este dispositivo permite un mantenimiento más correcto de las baterías, e incluso localizar prematuramente cualquier anomalía. Todo ello supone alargar su vida con el correspondiente ahorro de costes.

En este caso, la **Realización Preferente** coincide prácticamente con la **Aplicación Industrial**.

REIVINDICACIONES

1. Un método para calcular la **Energía Disponible, ED**, en cualquier batería eléctrica **W** en todo momento de su vida, sin descargarla. También sirve para predecir la evolución de **ED** al cambiar la temperatura. La referencia "en todo momento de su vida", supone que se va a aplicar el método después de que **B**, la batería cuando era nueva, haya pasado cierto tiempo trabajando, habiendo estado sometida o no a cargas y descargas extremas, desconociéndose cuál fue la última vez que se recargó, ni si desde ese momento se han realizado descargas parciales convirtiéndose en una batería usada **W**. Todo ello obtenible a la temperatura que se precise. Este método es válido tanto para baterías primarias como recargables, abiertas o herméticas. Para aplicarlo, necesitaremos al menos lo que sigue:

- a) Conocimiento de todos los parámetros que definen la batería usada **W** cuando era nueva **B**.
- b) Una conexión adecuada a un descargador que disponga de voltímetro, amperímetro, y sensor de temperatura.
- c) Tablas y curvas de varias baterías nuevas de menor capacidad, a la temperatura de trabajo.
- d) Si existe algún cargador debe poder desconectarse completamente.

Comenzada la prueba, pueden darse dos situaciones que detectará el amperímetro:

- I) Que la batería se encuentre en reposo, aislada, sin carga ni descarga alguna. Es la situación ideal.
- II) Que exista una descarga que no se pueda o se desee evitar.

Se empieza por la primera posibilidad. **W** cuando era nueva tenía una capacidad nominal de **C_N** a la temperatura **T_N** y una capacidad **C_n** a **T_n**. Se parte de tal capacidad al ser la más cercana a la que tenga **W** a falta de mejores datos.

Calculamos **G_{n,I}**. Dada una batería nueva **B** con capacidad **C_n**, voltaje **V_N**, y temperatura **T_n**, se llama así a una familia de curvas producidas por una misma intensidad de descarga, **ID**, fija **I₁**, aplicada a **B** y a baterías nuevas de diferentes capacidades inferiores. La **ID** se determina como se explica más adelante. Cada descarga diferente a cada temperatura supone distintas curvas **G_{n,I}**.

Se aplica ahora a **W** dicha descarga escogida de **I₁ Amp**. Después de unos milisegundos o segundos para que la curva se estabilice, se obtiene un voltaje respuesta **V₁**. Este voltaje, u otro estable, se puede calcular iterativamente con **ID** iguales o distintas, incluso pulsos, o utilizando más respuestas para refinar el resultado. Buscando en **G_{n,I1}**, dicho voltaje respuesta corresponde al que produce una determinada **batería equivalente** nueva y cargada **A₁**, con capacidad **C₁**. Se interpola siempre que sea necesario. Ahora se conoce **ED**, y cómo le afecta cualquier cambio de temperatura. Y qué energía guarda en todo momento la batería al ir cambiando la temperatura.

En el segundo caso existe una corriente de descarga **I₂**, con el voltaje de **V₂**. Se deben medir valores simultáneos e instantáneos. Buscando en las curvas **G_{n,I2}** se obtiene una capacidad **C₂**.

Se recomienda realizar una segunda descarga superponiendo **I₁**, por lo que la descarga total será **I₃ = I₁ + I₂**. Ahora se busca en las curvas **G_{n,I3}**, encontrándose **C₃**. En teoría debiera ser

igual a C_2 . Si no fuera así se aplica la estadística con los ajustes procedentes. Si resultara que I_2 es grande puede disminuirse I_1 .

5 Si se ha utilizado este método con anterioridad en la misma batería W , y se conoce la última capacidad medida, se emplea esta última como nominal de partida. Por lo que, rigurosamente hablando, sólo la primera vez se utiliza C_N . En cálculos subsiguientes se parte de la última capacidad previamente hallada. Por lo que nunca se repite la misma capacidad inicial, salvo interacción. Esta reivindicación también afecta a los cálculos repetitivos que se utilicen para refinar la respuesta.

10 Para escoger las ID debe considerarse que las curvas que se produzcan proporcionen una respuesta clara y diferenciable. Si la descarga fuera proporcionalmente muy pequeña, la cercanía entre sí de las curvas respuesta dificultaría su diferenciación. Tampoco conviene que la descarga sea demasiado grande ya que implicarían conexiones y resistencias sobredimensionadas para los objetivos. Cuando una ID es proporcionalmente muy alta, la capacidad aparente disminuye mucho debido a que la reacción **electroquímica** no tiene tiempo de completarse alcanzando toda la masa activa, y al calor que se produce. Dicho calor debe disiparse, aunque el efecto aquí se minora ya que el tiempo es muy breve. Adicionalmente se produce un cierto estrés a la batería, y algún gasto energético a W , aunque este es mínimo ya que el tiempo necesario para realizar una descarga puede contarse en milisegundos, y raramente llega a los cinco segundos. Pueden utilizarse también pulsos de cualquier tipo. Debe tenerse en cuenta la situación de la batería hasta donde se conozca para que se compadezca con la ID . Siempre conviene empezar por las descargas mínimas operativas. Si la batería es manifiestamente vieja, se puede bajar la ID inicial y ajustar posteriormente.

25 Se incluye cualquier clase de iteración en el cálculo de ID , como así mismo la utilización de capacidades decrecientes según envejece W .

30 2. Completando la Reivindicación 1ª, en esta segunda se reivindica las **curvas** $G_{n,i}$, siempre que se utilicen para hallar la ED , incluyendo cualquier dispositivo que las use. Se generan como sigue. Dada una batería nueva B con capacidad C_n , y voltaje V_N se llama así a la familia de curvas producidas por la descarga de B y de baterías nuevas con capacidades menores, que se encuentren a una temperatura T_N , cuando la descarga aplicada a todas ellas sea fija I .

35 3. Completando la Reivindicación 1ª, y como aplicación subsecuente del método, la utilización de la ED para, basándose en el **Balance Eléctrico de Consumos BEC** bien sea este estático o dinámico, calcular la **autonomía**.

40 4. Completando la Reivindicación 1ª, y como aplicación subsecuente del método, en esta tercera se reivindica la obtención de la **capacidad** de cualquier batería en todo momento de su vida. Se halla cuando se detecte que la batería no admita más corriente de su cargador, desconectándolo, y calculando la ED , esta coincide con la capacidad en ese momento de W .

45 5. Completando la Reivindicación 4ª, y como aplicación subsecuente del método, la utilización del cálculo de la capacidad de W allí expuesto para generar una curva de los valores remanentes de la capacidad y el momento de su obtención, que vamos guardando en la memoria para, extrapolando, estimar la **vida esperada** siempre que la batería siga recibiendo un trato similar al que ha tenido hasta ahora. Si se dispone de dos curvas producidas por baterías mejor y peor tratadas, que incluso se pueden estandarizar, se podrá calcular la vida esperada de la batería interpolando entre ambas.

50 6. Completando la Reivindicación 1ª, se reivindica aquí la automatización del método expuesto para fabricar un dispositivo o equipamiento, que siga los pasos allí descritos. En primer lugar, se precisa disponer de un **Sistema** que comprenda un adaptador, descargador, voltímetro,

5 amperímetro, sensor de temperatura, un **MCU** con procesadores multinúcleo, algoritmos, memorias, etc., y todo el software y hardware necesarios. **El Sistema** memoriza adecuadamente las curvas que facilite el fabricante, tanto las que relacionan la capacidad con la temperatura como las $G_{n,i}$, escoge las descargas adecuadas con las instrucciones que se le suministre, interpola, y dispone de una interfaz para informarle de la tecnología, voltaje nominal, y capacidad nominal, etc., y para que informe. El uso de este invento si se adapta únicamente para una batería concreta, se simplifica mucho el dispositivo.

10 El **Sistema** recibe la información que define a la batería **W**, y comprueba si está en reposo o no. Si lo está, verifica su temperatura T_n , y con ella calcula la capacidad de **B** cuando era nueva, C_n , a dicha temperatura. Si se ha utilizado con anterioridad este método, y conocemos la capacidad actual a T_n , el sistema utiliza esta como capacidad nominal de partida. A continuación, escoge la descarga siguiendo las instrucciones existentes en su memoria, mide el voltaje respuesta, y busca en $G_{n,i1}$ la capacidad C_1 de la batería equivalente **A1** que produce la misma descarga. La energía total que acumula **W**, será la **ED**. Si se desea se pueden realizar más mediciones en orden a compensar alguna desviación.

20 Si la batería no está en reposo, el **Sistema** debe de leer simultánea e instantáneamente los valores de la intensidad I_2 y del voltaje V_2 . Automáticamente halla en $G_{n,i2}$, la capacidad C_2 . A continuación el Sistema realiza una descarga superpuesta adicional de I_1 , por lo que la descarga total será $I_3 = I_1 + I_2$. El Sistema vuelve a medir el voltaje respuesta V_3 . Ahora se busca en las curvas $G_{n,i3}$, encontrándose C_3 . En teoría debiera ser igual a C_2 . Y si no fuera así se aplica la estadística con los ajustes precedentes. Si I_2 fuese grande comparándola con I_1 , se puede minorar este primer sumando como interese. De esta manera el **Sistema** ha calculado **ED**. Valor que puede mostrar en el interfaz o servir a otras aplicaciones subsecuentes.

30 7. Completando la 6ª Reivindicación, y como aplicación subsecuente, se considera el cálculo de la **autonomía**. Es sencillo integrar en el **Sistema** un dispositivo que permita utilizar la **ED** ya calculada para hallarla. Para ello se ha de disponer del *BEC*, ya sea estático o dinámico, que puede utilizarse de dos maneras. Bien introduciendo en el **Sistema** los requerimientos de consumo que precisemos, y este responde si la **ED** disponible permite o no alcanzar el objetivo. Pero también se puede facilitar en primer lugar el objetivo, y el dispositivo proponer los consumos máximos posibles. Proposición que se puede aceptar, o incluso volver a modificar parcialmente.

35 8. Completando la 6ª Reivindicación, el dispositivo de esta aplicación subsecuente va a calcular la **capacidad**. Se puede integrar en el **Sistema** con el que comparte muchos de sus componentes. Mientras la batería se recarga, se controla la intensidad que el cargador proporciona a la batería. Cuando el **Sistema** verifica que la intensidad de carga es nula o casi, desconecta el cargador y procede a hallar **ED**, que coincidirá con la capacidad que en ese momento tiene la batería.

45 9. Completando la 6ª y la 8ª Reivindicación y como aplicación subsecuente se puede hallar la **vida esperada**, instalando un software que memoriza las capacidades de la batería junto con el momento en que se han medido. Con esos puntos se podrá generar una curva que se extrapola para obtener la vida esperada, siempre que el trato de la batería sea similar al ya recibido. Se pueden estandarizar dos curvas adicionales con un trato mejor y otro peor, que ayudarán a la consecución del dato.

50 10. Completando la 1ª y la 6ª Reivindicación cualquier método o dispositivo que para hallar la **ED**, utilice una descarga o varias, incluyendo cualquier clase de pulso, midiendo la respuesta de la batería, afectándola por la curva de variación de la capacidad con la temperatura, y se base en $G_{n,i}$.

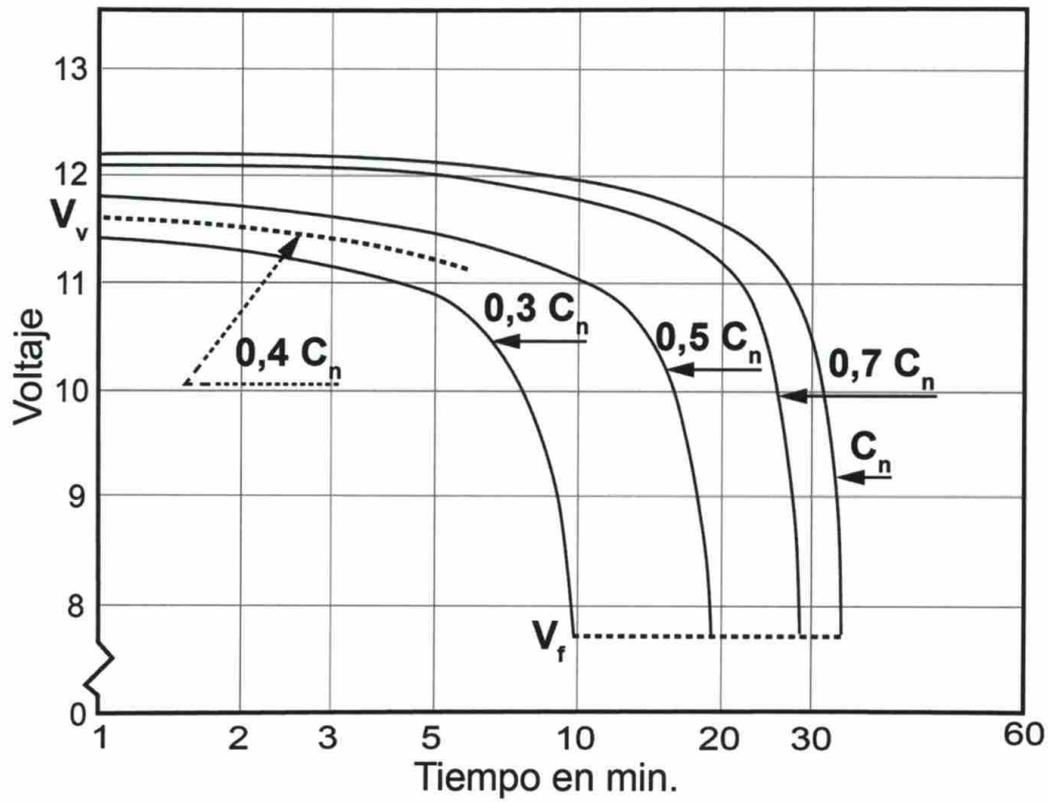


Figura 1

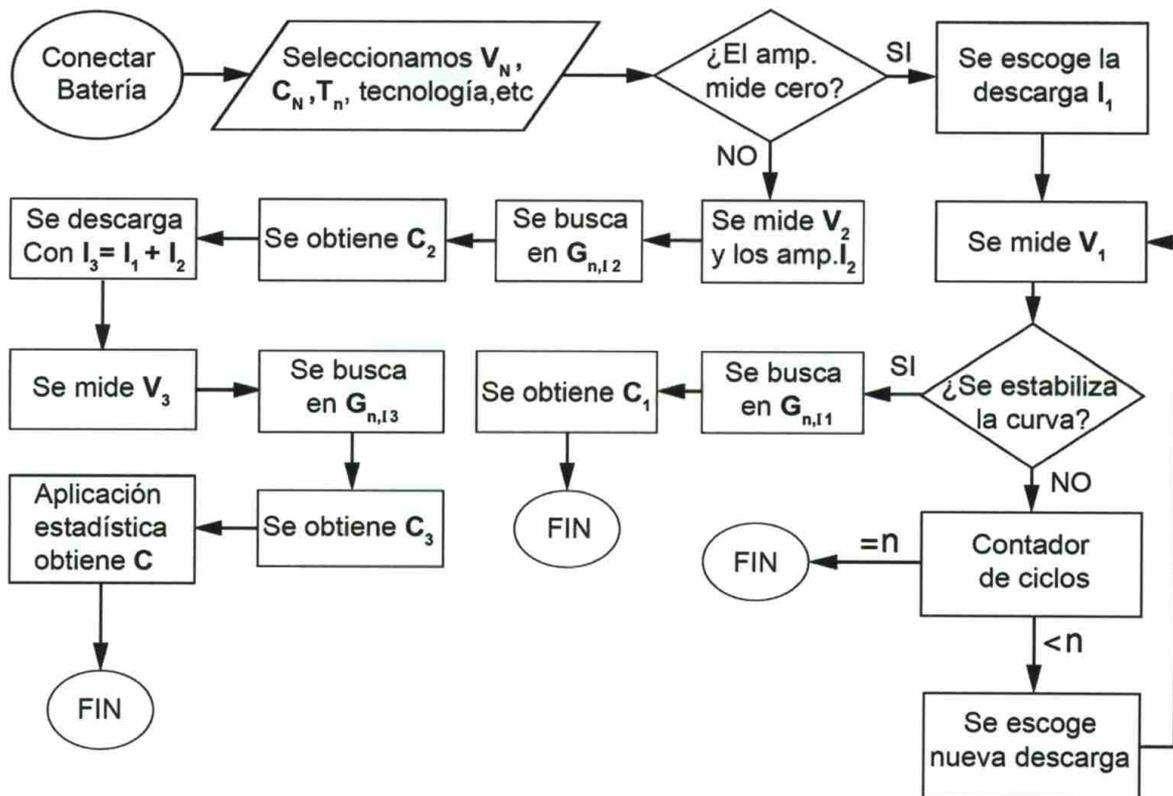


Figura 2

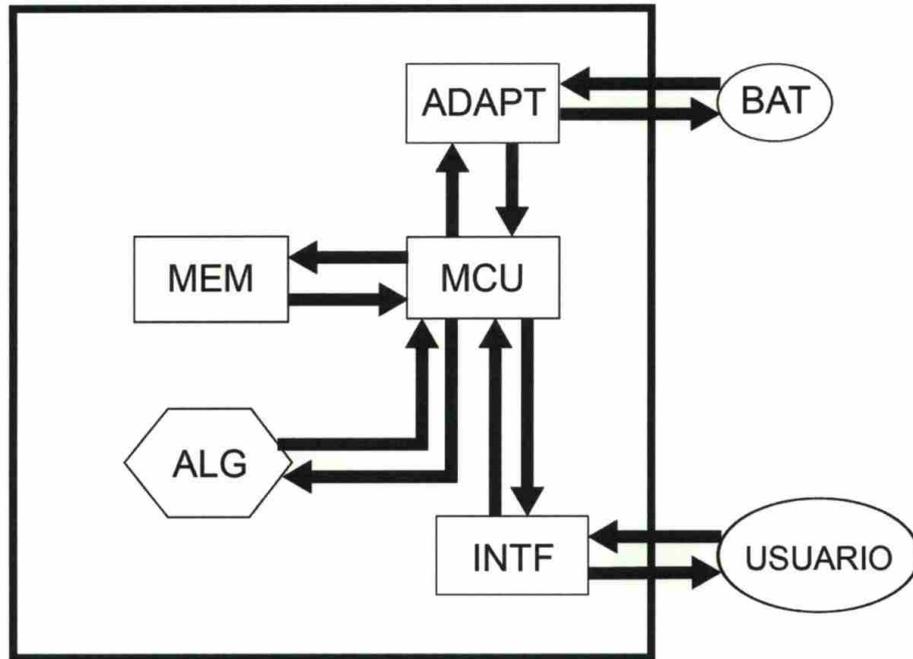


Figura 3

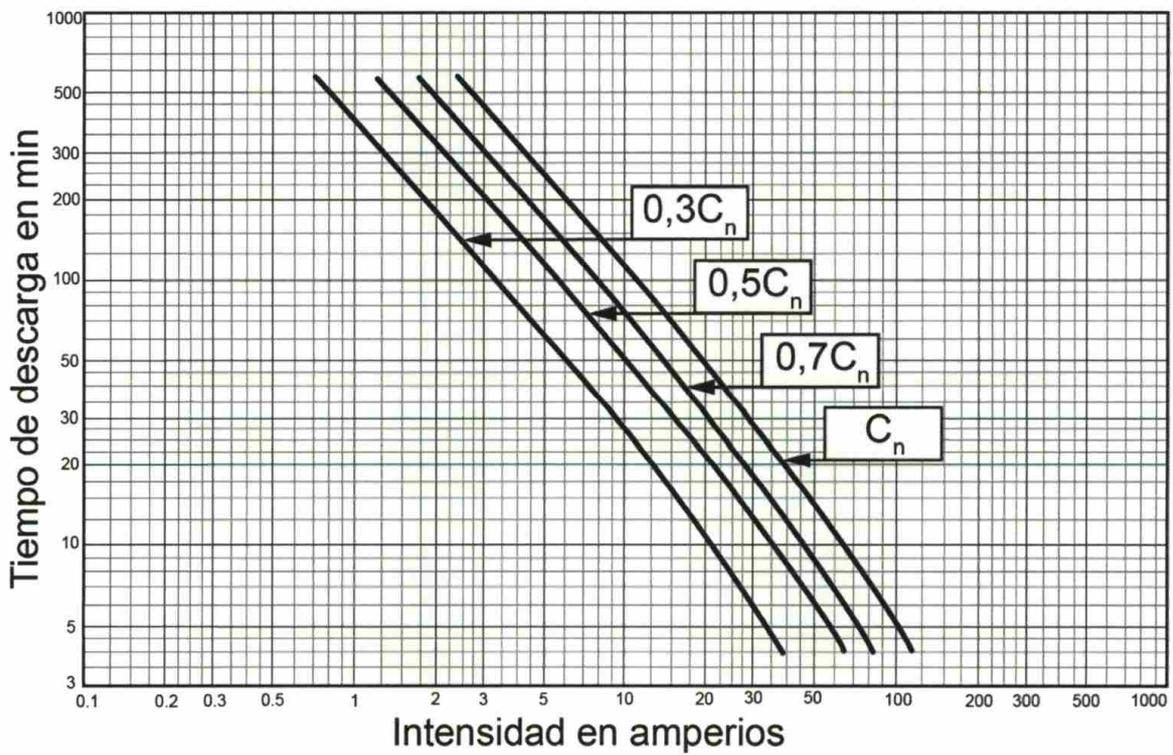


Figura 4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201900184

②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2019

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01R31/36** (2020.01)
H01M10/48 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 10302709 B2 (SHOA HASSANI LASHIDANI et al.) 28/05/2019, Columna 2, línea 29 - columna 3, línea 12; columna 5, línea 30 - columna 9, línea 42; figuras 1 - 6.	1,6
A	US 2011004428 A1 (MUROCHI et al.) 06/01/2011, página 1, párrafo [9] - página 2, párrafo [11]; página 2, párrafo [31] - página 3, párrafo [45]; Figuras 1, 16,17.	1,6
A	CN 106646267 A (YUNNAN POWER GRID CO LTD ELECTRIC POWER RES INST; YUXI POWERSUPPLY BUREAU YUNNAN POWER GRID CO LTD; SHANGHAI WISCOM SUNEST ELECTRIC POWER TECH CO LTD.) 10/05/2017, Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE	1,6
A	WO 2019225032 A1 (THE FURUKAWA BATTERY CO LTD.) 28/11/2019, Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE figuras 1 - 3.	1,6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.01.2020

Examinador
R. San Vicente Domingo

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01R, H01M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC