

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 787**

51 Int. Cl.:

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2012** **E 12730831 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015** **EP 2721684**

54 Título: **Sistema de baterías de acumuladores con supervisión simplificada**

30 Prioridad:

14.06.2011 FR 1155181

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

21.08.2015

73 Titular/es:

**RENAULT S.A.S. (100.0%)
13-15 Quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**BERANGER, MARC y
RANIERI, MARCO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 543 787 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de baterías de acumuladores con supervisión simplificada

- 5 La invención se refiere a las baterías de acumuladores electroquímicas. Éstas pueden utilizarse por ejemplo en el campo de los transportes eléctricos e híbridos o los sistemas de a bordo.

Un acumulador electroquímico tiene habitualmente una tensión nominal del orden de magnitud siguiente:

- 10 1,2 V para unas baterías de tipo NiMH,
3,3 V para una tecnología de ion de litio fosfato de hierro, LiFePO₄,
3,7 V para una tecnología de tipo ion de litio a base de óxido de cobalto.

- 15 Estas tensiones nominales son demasiado reducidas con relación a las exigencias de la mayor parte de los sistemas a alimentar. Para obtener el nivel de tensión adecuado, se colocan en serie varios acumuladores. Para obtener grandes potencias y capacidades, se colocan varios grupos de acumuladores en serie. El número de etapas (número de grupos de acumuladores) y el número de acumuladores en paralelo en cada etapa varían en función de la tensión, de la corriente y de la capacidad deseadas para la batería. La asociación de varios acumuladores se denomina una batería de acumuladores.

- 20 La carga de un acumulador se traduce en un incremento de la tensión en sus bornes. Cada tecnología de acumulador presenta un perfil de carga que le es propio, por ejemplo definido por la evolución de la tensión de un acumulador en el tiempo para una corriente de carga dada.

- 25 Se considera un acumulador cargado por ejemplo cuando, bajo una corriente dada, éste alcanza un nivel de tensión nominal definido por su proceso electroquímico. Si la carga se interrumpe antes de que sea alcanzada esta tensión, el acumulador no está completamente cargado. El acumulador puede considerarse también como cargado cuando la carga ha durado un tiempo predeterminado o incluso cuando la corriente de carga, mientras que el acumulador se mantiene a tensión constante, ha alcanzado un valor de umbral mínimo.

- 30 Debido a las dispersiones de fabricación, los acumuladores presentan en la práctica unas características diferentes. Estas diferencias, relativamente reducidas cuando la batería es nueva, se acentúan con el uso heterogéneo de los acumuladores de la batería. Incluso asociando unos acumuladores de un mismo lote de fabricación en una batería, subsisten dispersiones. La carga de la batería es supervisada generalmente por un dispositivo controlado a partir de mediciones de tensión en los diferentes acumuladores.

- 35 El intervalo de funcionamiento de un acumulador de tipo ion de litio a base de óxido de cobalto está comprendido típicamente entre 2,7 y 4,2 V. Una utilización fuera de este intervalo puede inducir un deterioro irreversible de los acumuladores de la batería. Una sobrecarga puede conducir a una destrucción de un acumulador, a su desgaste acelerado (por degradación del electrolito), o a una explosión por un fenómeno de avalancha térmica. Unos dispositivos de control conocidos supervisan así la carga de cada acumulador. La carga de todos los acumuladores se interrumpe por tanto cuando el acumulador más cargado alcanza un límite alto del intervalo de funcionamiento. La tensión del acumulador menos cargado es entonces igual a una tensión inferior al límite alto.

- 45 El dispositivo de control interrumpe igualmente la descarga de la batería cuando el acumulador menos cargado alcanza el límite bajo del intervalo de funcionamiento.

- 50 En consecuencia, se conocen diferentes sistemas de conexión para permitir a un dispositivo de control verificar el nivel de carga de cada uno de los acumuladores. Para incrementar el nivel de seguridad de la batería, es frecuente igualmente utilizar unos sistemas de conexión que permitan al dispositivo de control verificar otros parámetros de funcionamiento, tales como la temperatura de los acumuladores.

- 55 Según una estructura conocida en presencia de numerosos acumuladores, se fija un circuito de medición de tensión y de temperatura en cada acumulador. El dispositivo de control comprende varias tarjetas esclavas gestionadas por una tarjeta maestra o calculador, estando reagrupadas estas tarjetas. Cada tarjeta esclava se conecta a varios circuitos de medición, por ejemplo 8 o 16, por medio de cableados punto a punto.

- 60 En una estructura de ese tipo, los acumuladores se encuentran con unas tensiones escalonadas que alcanzan unos niveles elevados. De ese modo, las mediciones de tensión deben o bien estar aisladas galvánicamente, o bien concebirse para una tensión en modo común elevado. En un vehículo automóvil, el calculador está alimentado generalmente por una batería de 12 V, dedicada a la alimentación de la red de a bordo y unos accesorios. Estando conectada la batería de la red de a bordo a la masa del vehículo, puede hacerse necesario además realizar un aislamiento galvánico para la comunicación entre las tarjetas esclavas y el calculador. Además, la conexión cableada punto a punto entre los circuitos de medida y las tarjetas esclavas necesita un gran número de conexiones y una longitud del manojo considerable. En consecuencia, una concepción de ese tipo induce un coste y una complejidad no despreciables. Por otro lado, el número de conexiones cableadas punto a punto multiplica los riesgos

de cortocircuito con una conexión directa a los acumuladores, lo que necesita una concepción y una realización particularmente cuidadosas que implican principalmente la integración de protecciones (fusibles o disyuntores).

El documento JP2009-089453 describe una batería provista de varios acumuladores conectados en serie, de un circuito de medición de la tensión en los bornes de la batería, de un circuito de comunicación y de un circuito de control. El circuito de comunicación indica al circuito de control una variación de tensión cuando la tensión en los bornes de la batería supera un umbral.

Según otra estructura conocida en presencia de numerosos acumuladores, se fija un circuito de medición de tensión y de temperatura sobre cada acumulador. Los circuitos de medición se conectan a un mismo bus de comunicación. Un calculador recupera las informaciones transmitidas por los circuitos de medición desde este bus de comunicación.

Una estructura de ese tipo permite evitar los inconvenientes de las conexiones cableadas punto a punto. Sin embargo, una estructura de ese tipo necesita la presencia de un bus particular que disponga de aislamiento galvánico, debido a los niveles de tensión a los que está sometido. Se debe prestar una atención muy particular a la concepción del bus, estando éste conectado a unos niveles de tensión elevados en el interior de la batería. De ese modo, se debe implementar un aislamiento galvánico costoso y complejo y la integración de un bus de ese tipo en una batería plantea problemas prácticos.

La invención viene a resolver uno o varios de estos inconvenientes. La invención trata así de un sistema de batería de acumuladores, que comprende:

- varios acumuladores electroquímicos conectados en serie;
- una conexión eléctrica de potencia destinada a enlazar una carga eléctrica o una alimentación de recarga a dichos acumuladores electroquímicos;
- un dispositivo de control enlazado a los acumuladores electroquímicos por medio de la conexión eléctrica de potencia.

El sistema comprende además:

- varios circuitos de medición, estando unido cada uno de estos circuitos de medición a un acumulador electroquímico respectivo y estando configurado para medir la tensión en los bornes de este acumulador respectivo;
- varios circuitos de comunicación, estando unido cada uno de estos circuitos de comunicación a un acumulador electroquímico respectivo y estando configurado para inducir una bajada de tensión en los bornes de este acumulador respectivo cuando la tensión medida supera un umbral.

El dispositivo de control se configura para identificar dicha bajada de tensión.

Según una variante, los circuitos de medición y los circuitos de comunicación están alimentados eléctricamente por su acumulador respectivo.

Según otra variante, los circuitos de comunicación están configurados para inducir una alternancia de bajadas de tensión con una frecuencia comprendida entre 10 kHz y 1 MHz cuando la tensión medida supera un umbral.

Según una variante más, los circuitos de comunicación están configurados para inducir una bajada de tensión en los bornes de su acumulador respectivo o bien cuando la tensión en los bornes de este acumulador supera una tensión de carga máxima, o bien cuando la tensión en los bornes de este acumulador supera una tensión de descarga mínima.

Según otra variante más, los circuitos de comunicación están configurados para inducir una bajada de tensión para la tensión de carga máxima con una relación cíclica superior a la relación cíclica de la bajada de tensión para la bajada de tensión de descarga mínima.

Según una variante, los circuitos de comunicación están configurados para realizar unas bajadas de tensión distintas, estando configurado el dispositivo de control para identificar un circuito de comunicación en función de la bajada de tensión realizada.

Según una variante más, el sistema comprende:

- un convertidor continua/alterna conectado a la conexión eléctrica de potencia;
- un filtro antiparasitario interpuesto entre el convertidor y el dispositivo de control.

Según otra variante, el sistema comprende más de veinte acumuladores conectados en serie, siendo la tensión en los bornes de la batería superior a 50 V.

Según otra variante más, los circuitos de comunicación están configurados para inducir una bajada de tensión de al menos el 0,1 % en los bornes de su acumulador cuando la tensión medida supera un umbral.

5 Según una variante, los circuitos de comunicación inducen una bajada de tensión en los bornes de su acumulador mediante conexión de una carga eléctrica entre los bornes de su acumulador.

La invención trata igualmente de un procedimiento de gestión de la carga de acumuladores electroquímicos en serie de una batería, que comprende las etapas de:

- 10 - medición de la tensión en los bornes de los acumuladores por medio de circuitos de medición unidos a unos acumuladores respectivos;
- detección de la superación de un umbral de tensión en los bornes de su acumulador respectivo por uno de dichos circuitos de medición;
- generación de una bajada de tensión en los bornes del acumulador para el que se ha detectado la superación;
- 15 - detección de la bajada de tensión por un dispositivo de control enlazado a los acumuladores electroquímicos por medio de una conexión eléctrica de potencia que enlaza una carga eléctrica o una alimentación de recarga a dichos acumuladores.

20 Según una variante, el procedimiento comprende la alimentación de los circuitos de medición por su acumulador respectivo.

Según otra variante, la generación de una bajada de tensión incluye una alternancia de bajadas de tensión en los bornes de dicho acumulador con una frecuencia comprendida entre 10 kHz y 1 MHz.

25 Según una variante más, la generación de una bajada de tensión comprende la conexión de un elemento eléctrico a los bornes de dicho acumulador, estando configurado dicho elemento eléctrico para inducir una bajada de tensión de al menos el 0,1 % en los bornes de dicho acumulador durante su conexión.

30 Surgirán claramente otras características y ventajas de la invención con la descripción que se realiza en el presente documento a continuación, a título indicativo y en ningún caso limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de un sistema de batería de acumuladores según la invención;
- la figura 2 es un esquema eléctrico equivalente al circuito de medición y a su acumulador asociado;
- 35 - la figura 3 es una representación que ilustra la modelización de las inductancias y capacidades parásitas en una batería;
- la figura 4 es una representación de un ejemplo de estructura lógica implementada en un circuito de medición según la invención;
- la figura 5 es una representación esquemática de un ejemplo de módulo de filtrado;
- 40 - la figura 6 es una representación esquemática de un ejemplo de un oscilador que genera una señal de reloj con diferentes relaciones cíclicas;
- la figura 7 es un diagrama representativo de una correlación medida entre diferentes transmisiones en una variante de codificación.

45 La invención propone transmitir mediante corriente portadora las mediciones efectuadas por los diferentes captadores a un dispositivo de control. La transmisión se implementa reduciendo la tensión en los bornes del acumulador medido. Se une de ese modo un circuito de medición al acumulador e induce esta caída de tensión conectando una carga en los bornes del acumulador. La transmisión se efectúa de ese modo por medio de las conexiones de potencia de los acumuladores conectados en serie.

50 La tensión permite limitar las restricciones de aislamiento galvánico del sistema y permite reducir su coste reduciendo principalmente el cableado de conexión necesario para la transmisión de las informaciones.

55 La figura 1 ilustra esquemáticamente el sistema de batería de acumuladores 1 según la invención, implementado para asegurar la tracción del motor eléctrico 55. El sistema 1 comprende una batería 2 que incluye unos acumuladores electroquímicos 4 conectados en serie. La batería 2 comprende un gran número de acumuladores 4, típicamente entre 20 y 100 acumuladores en función de la tensión necesaria y del tipo de acumuladores utilizado. Los acumuladores 4 se conectan en serie por medio de conexiones eléctricas de potencia 71. Cada acumulador 4 comprende un circuito 3 al que está unido. El circuito 3 se fija por ejemplo típicamente sobre su elemento asociado.

60 Los circuitos 3 tienen a la vez una función de medición de tensión y una función de comunicación. Los circuitos 3 se designarán en lo que sigue por el término común de circuito de medición.

La batería 2 se conecta al módulo de filtrado 51 por medio de conexiones eléctricas de potencia 72. Se conecta igualmente un filtro antiparasitario electromagnético 53, denominado filtro CEM a la batería 2 por medio de las conexiones eléctricas de potencia 72. El filtro 53 se conecta entre el módulo de filtrado 51 y un convertidor alterna/continua 54. El convertidor alterna/continua 54 está conectado igualmente a las conexiones eléctricas 72 y

65

forma la interfaz entre la batería 2 y los componentes que funcionan en corriente alterna, en este caso un motor eléctrico 55 y una fuente de corriente alterna de recarga 8.

El filtro 53 permite de manera conocida en sí eliminar las perturbaciones electromagnéticas sobre la red continua durante el funcionamiento del motor 55. El filtro 53 permite principalmente filtrar los armónicos de orden elevado que pueden ser inducidos por los circuitos de conmutación de potencia de las grandes corrientes de carga o de descarga. El módulo de filtrado 51 demodula las informaciones suministradas por los circuitos de medición 3. El módulo de filtrado 51 proporciona una señal de baja tensión correspondiente a la señal transmitida por los circuitos de medición 3. Se conecta un dispositivo de control centralizado, formado en este caso por un calculador 52 al módulo de filtrado 51 para recuperar la señal de baja tensión. El calculador 52 puede ser alimentado por una red de baja tensión, por ejemplo la red de a bordo de un vehículo automóvil. Debido a la presencia del filtro 53 entre el convertidor 54 y el módulo de filtrado 51, las informaciones transmitidas por los circuitos de medición 3 no son perturbadas por los armónicos vinculados al troceado realizado en el convertidor 54 o en el control del motor 55. Cuando las informaciones transmitidas por los circuitos de medición están codificadas, el calculador 52 procede a la decodificación para identificar por ejemplo el circuito de medición emisor y el contenido de la información transmitida (valor de la tensión, alerta de umbral de tensión alta, alerta de umbral de tensión baja, temperatura del acumulador...). Cada circuito de medición 3 puede presentar también una codificación propia, por ejemplo por una longitud del impulso distintiva, por un motivo de transmisión distintivo o por una frecuencia de transmisión distintiva. El sistema 1 comprende unos medios que permiten interrumpir selectivamente la conexión eléctrica entre la batería 2 y el convertidor 54. La batería 2 puede así aislarse selectivamente de una carga eléctrica a alimentar o de una alimentación de recarga. El módulo de filtrado 51 puede por ejemplo incluir unos interruptores que abren las conexiones eléctricas 72 entre la batería y el convertidor 54. El calculador 52 transmite por ejemplo unas órdenes de apertura de dichos interruptores durante la detección de un fin de carga o de una descarga máxima. El calculador puede ordenar igualmente una reducción de la corriente que sale de la batería 2 cuando ésta alcanza un umbral de descarga, con el fin de no tener que interrumpir bruscamente la alimentación eléctrica de la carga eléctrica 55.

La figura 2 representa un esquema eléctrico equivalente a un circuito de medición 3 y a su acumulador asociado 4. El circuito 3 comprende una rama que comprende en serie un transistor de potencia 32 y una resistencia de descarga 33. Esta rama se conecta en paralelo a los bornes del acumulador 4 por medio de un cable 34.

El circuito 34 comprende igualmente un microcontrolador 31 conectado a los bornes del acumulador 4. El microcontrolador 31 se configura para asegurar una medición de tensión en los bornes del acumulador 4. El microcontrolador 31 puede configurarse igualmente para medir otros parámetros de funcionamiento del acumulador 4, por ejemplo su temperatura.

El circuito de medición 3 comprende un modo de funcionamiento estático en el que mide la tensión en los bornes del acumulador 4 y un modo de funcionamiento dinámico en el que comunica con el calculador 52.

En funcionamiento estático, el transistor 32 está bloqueado. En este funcionamiento estático, el microcontrolador 31 realiza la medición de la tensión en los bornes del acumulador 4.

En funcionamiento dinámico, el transistor 32 es conductor. En este funcionamiento dinámico, el microcontrolador 31 comunica con el calculador 52 realizando unas bajadas de tensión en los bornes del acumulador 4. Estas bajadas de tensión presentan una amplitud suficiente para ser detectadas por el calculador 52. El microcontrolador 31 comunica de ese modo por corriente portadora con el calculador 52 por medio de las conexiones eléctricas de potencia 71 y 72. La comunicación se puede realizar mediante las bajadas de tensión alternas, a una frecuencia predeterminada.

Según un modelo simplificado, el acumulador 4 es asimilable a una fuente de tensión continua 42 conectada en serie con una impedancia interna 41 cuyo orden de magnitud es de $1\text{ m}\Omega$. La rama del circuito 3 que incluye el transistor de potencia 32 y la resistencia de descarga 33 se dimensiona ventajosamente de manera que la corriente que atraviesa esta rama no sea despreciable con relación a la corriente de carga o de descarga de la batería 2. Se podrá dimensionar por ejemplo la resistencia 33 de manera que el cierre del transistor de potencia 32 induzca una bajada de tensión del acumulador 4 del orden del 0,1 %, incluso del orden del 1 %. Una bajada de tensión súbita del orden del 0,1 % en los bornes del acumulador 4 es fácilmente detectable, sufriendo la tensión en los bornes de los acumuladores 4 normalmente unas variaciones relativamente lentas. La bajada de tensión inducida por el circuito 3 puede ser expresada igualmente en V: el circuito 3 induce así ventajosamente una bajada de tensión comprendida entre 1 y 10 mV para que ésta sea fácilmente detectable. La resistencia 33 podrá presentar por ejemplo un valor del orden de $3\text{ }\Omega$. De ese modo, si el acumulador es atravesado por una corriente de 100 A, la resistencia 33 es atravesada por una corriente de 1 A durante el cierre del transistor 32. Con el fin de limitar el consumo de corriente en el circuito 3, la resistencia de descarga 33 presenta un valor al menos 50 veces superior a la impedancia interna del acumulador 4 a la frecuencia de transmisión.

Aunque el circuito de medición 3 se ha descrito en base a un esquema que incluye una resistencia 33 y un transistor de potencia 32 en serie, el circuito de medición 3 se puede realizar por cualquier medio apropiado, por ejemplo utilizando un transistor de potencia que presente una resistencia de conducción que permita generar una bajada de tensión del acumulador 4 con el orden de magnitud deseado.

En un modo de realización simplificado, la comunicación entre los circuitos de medición 3 y el calculador 52 es unidireccional. Un modo de realización de ese tipo permite principalmente reducir la complejidad de los circuitos de medición 3 y su consumo eléctrico estático. Se puede concebir igualmente sin embargo establecer una comunicación bidireccional entre el circuito de medición 3 y el calculador 52.

La transmisión de informaciones entre el circuito de medición 3 y el calculador 52 mediante corriente portadora se puede realizar por cualquier técnica de modulación conocida. La transmisión se puede realizar principalmente en banda base o mediante la modulación de una portadora.

Con unos circuitos de medición 3 independientes entre sí, es posible que varios circuitos de medición 3 transmitan simultáneamente unas informaciones al calculador 52. Para evitar interferencias entre estas transmisiones, se puede implementar de manera conocida en sí unos mecanismos de redundancia o códigos correctores de error.

Un conjunto de acumuladores, todos conectados en serie, se puede modelizar en alta frecuencia como una línea de constantes localizadas como se ilustran en la figura 3. Las conexiones de potencia entre dos acumuladores en serie se comportan como una inductancia L1, y cada acumulador se comporta como una capacidad C2 con relación a la masa del vehículo e induce una capacidad C1 entre dos acumuladores en serie.

La inductancia L1 de una conexión serie entre acumuladores bajo la forma de pestaña conductora grande y corta se puede definir por la fórmula siguiente:

$$L1 \approx 0,5 * \mu_0 * L_0$$

Con $\mu_0 = 1,26 \mu\text{H/m}$ y L_0 la longitud de la pestaña.

De ese modo, la acumulación de las inductancias L1 y las capacidades C2 a concebir para un dimensionamiento clásico de batería para alimentación de un motor eléctrico de vehículo son respectivamente del orden de 100 nH y de 20 pF.

Partiendo de la hipótesis de que la batería 2 comprende 80 acumuladores 4 en serie, la batería 2 se comporta como una línea de 70 ohmios de impedancia característica con una frecuencia de corte superior a 100 MHz.

La frecuencia elegida para la transmisión de informaciones por los circuitos de medición 3 será ventajosamente muy inferior a este valor, y estará comprendida por ejemplo entre 10 kHz y 1 MHz. En este intervalo de frecuencias, los efectos de la línea de transmisión de las inductancias L1 y de las capacidades C2 podrán ser despreciables.

Como la resistencia interna de un acumulador de gran potencia es relativamente reducida, se podrá pensar que es delicado provocar en sus bornes unas variaciones de tensión medibles. Sin embargo, los presentes inventores han constatado que la inductancia de un acumulador de ese tipo es preponderante con relación a su resistencia para el cálculo de la impedancia, para unas frecuencias que sobrepasan 1 kHz. Además, la resistencia interna de un acumulador es muy no lineal. Esta resistencia es elevada para corrientes de carga o de descarga reducidas, y disminuye grandemente bajo unas corrientes más elevadas. De ese modo, el circuito de medición 3 puede inducir una variación de tensión medible mediante unos impulsos de corriente suficientemente elevados a una frecuencia superior a 1 kHz. Esta variación de tensión es por lo tanto muy superior al simple producto $R \times I$, en la que R es la resistencia interna de un acumulador e I la corriente en la resistencia 33.

Al ser relativamente estables las tensiones y corrientes en la red continua del sistema 1, las variaciones de la impedancia en esta red están limitadas. Siendo las impedancias previsibles y estables, la calidad de la transmisión por corriente portadora es predecible y fiable. Por otro lado, las frecuencias de los armónicos inducidos por unas corrientes de carga o de descarga son conocidas y previsibles. El filtro 53 puede preverse por tanto específicamente para atenuar estas frecuencias y las frecuencias de transmisión de los circuitos de medición 3 podrán adaptarse igualmente para separarse de estas frecuencias perturbadoras. Las frecuencias de recorte de un convertidor 54 de motor eléctrico de vehículo automóvil son generalmente del orden de 25 kHz, con el fin de no crear molestias sonoras para los usuarios.

En consecuencia, la frecuencia de comunicación del circuito de medición 3 está comprendida ventajosamente entre 100 kHz y 1 MHz.

La figura 4 representa un ejemplo de estructura lógica implementada en un circuito de medición 3. El circuito de medición 3 comprende un generador 34. El generador 34 define una diferencia de potencial de referencia. El generador 34 está alimentado mediante las conexiones del circuito 3 a los bornes del acumulador 4. El generador 34 aplica una diferencia de potencial calibrada a los bornes de un divisor de tensión 35. El divisor de tensión 35 está configurado para definir un umbral de tensión alta aplicado en una primera entrada de un comparador 36 y un umbral de tensión baja aplicado sobre la primera entrada de un comparador 38. La tensión en los bornes del acumulador 4 se aplica sobre las segundas entradas de los comparadores 36 y 38. De ese modo, si la diferencia de potencial en los bornes del acumulador 4 es superior al umbral alto, el comparador 36 pasa al estado alto. Si la

diferencia de potencial en los bornes del acumulador 4 es inferior al umbral bajo, el comparador 38 pasa al estado alto.

Se conectan unos circuitos de troceado 37 y 39 respectivamente a la salida del comparador 36 y del comparador 38. Los circuitos de troceado 37 y 39 generan unas señales con unas relaciones cíclicas distintas, cuando reciben una señal en el estado alto. El circuito de troceado 37 puede generar por ejemplo una relación cíclica fija del 90 %. El circuito de troceado 39 puede generar una relación cíclica fija del 10 %. Las salidas de los circuitos de troceado 37 y 39 se conectan a la entrada de una puerta O 311. La salida de la puerta O 311 se conecta al electrodo de control del transistor de potencia 32. De ese modo, si la diferencia de potencial en los bornes del acumulador 4 alcanza uno de los umbrales de tensión, el transistor de potencia 32 se cierra a una frecuencia predefinida con la relación cíclica correspondiente al umbral alcanzado. La tensión en los bornes del acumulador 4 se rebaja de ese modo con esta relación cíclica.

Con el fin de limitar la descarga del acumulador 4, el circuito de medición 3 podrá limitar la duración de su funcionamiento dinámico. La transmisión de las informaciones por el circuito de medición 3 se podrá interrumpir cuando la tensión en los bornes al acumulador 4 supera un umbral de corte bajo, con el fin de evitar proseguir la descarga de este acumulador que ya ha alcanzado su límite de descarga.

La relación cíclica del circuito de troceado 37 es ventajosamente relativamente elevada, de manera que el circuito de medición 3 se puede utilizar para disipar la corriente de carga del acumulador 4 que haya alcanzado el umbral de tensión alta, y de ese modo participar en el equilibrado de la carga de los acumuladores 4 de la batería 2.

La relación cíclica del circuito de troceado 39 es ventajosamente muy baja, de manera que el consumo eléctrico en el acumulador 4 sea muy reducido cuando este acumulador ha alcanzado su umbral de tensión baja.

Si la transmisión de informaciones por el circuito de medición 3 está limitada a la superación de los umbrales de tensión por el acumulador 4, el circuito de medición 3 no está en funcionamiento dinámico más que durante una duración muy breve. En consecuencia, el consumo eléctrico del circuito de medición 3 es en promedio extremadamente reducido.

Aunque este ejemplo describe una solución analógica, el circuito de medición 3 puede realizarse igualmente en versión digital, por ejemplo con la ayuda de un microcontrolador.

Al estar alimentado permanentemente el circuito de medición 3 por su acumulador 4 asociado, éste debe presentar un consumo en funcionamiento estático tan reducido como sea posible. El circuito de medición 3 puede fácilmente realizarse con un consumo estático reducido, por ejemplo comprendido entre 10 y 100 μA , lo que corresponde al orden de magnitud de la corriente de autodescarga usual de un acumulador electroquímico.

Pueden utilizarse por supuesto unas alternativas a la utilización de relaciones cíclicas distintas para la codificación de la información a transmitir al calculador 52. Para evitar interferencias entre las transmisiones de los diferentes circuitos de medición 3, se podrá realizar principalmente una comunicación hacia el calculador 52 en base a unos códigos apropiados.

La codificación utilizada para la comunicación del circuito de medición 3 con el calculador 52 está destinada así a permitir a la vez la identificación de este circuito de medición 3 y la lectura de la medición de este circuito en el calculador 52. De ese modo pueden comunicar varios circuitos de medición simultáneamente con el calculador 52 sin interferir entre ellos.

Se puede utilizar principalmente un código de escalonamiento basado en una secuencia pseudoaleatoria. Una secuencia pseudoaleatoria es una serie de bits (0 o 1) aparentemente aleatoria pero que en realidad es periódica. Una secuencia transmitida toma el nombre del símbolo. El conjunto de los símbolos posibles que respetan las mismas propiedades toma el nombre de código.

Dos características de estas secuencias son ventajosas:

1. La autocorrelación de cada símbolo es elevada. Un alto valor de autocorrelación sirve para identificar un símbolo transmitido entre varios símbolos recibidos por un demodulador.
2. La intercorrelación entre símbolos es reducida. Un valor reducido de intercorrelación evita las interferencias entre símbolos: un demodulador puede entonces identificarlos fiablemente de manera unívoca incluso si se han recibido simultáneamente.

Según una variante, se pueden utilizar unos códigos basados en las secuencias de longitud máxima (Gold, Walsh, Kasami,...). Estos códigos presentan unos buenos rendimientos en términos de autocorrelación.

Se realiza la adquisición de las señales transmitidas por los circuitos de medición 3. Se determina a continuación por ejemplo la correlación entre la señal adquirida y los diferentes códigos, se identifica el circuito de medición 3 y su

información con la ayuda de una prueba de hipótesis basada en un umbral fijado teniendo en cuenta la relación de señal a ruido y el nivel de interferencia entre las celdas.

El código Kasami presenta por ejemplo unas muy buenas propiedades de autocorrelación y de intercorrelación. Para verificar estas propiedades, se han realizado principalmente unas pruebas con un código Kasami de 63 bits, que permite tener 16 símbolos diferentes (suficientes para 4 celdas y 3 valores de información distintos a transmitir para cada una). Las pruebas se han realizado en laboratorio sobre 4 celdas de una batería con una frecuencia de envío de los bits de 200 kHz, una frecuencia de envío de símbolos de 2 Hz y una frecuencia de muestreo de 5 MHz en la adquisición (esta frecuencia es superior a las que se utilizarían en las aplicaciones concebidas, con el fin de evaluar la relación señal a ruido).

La figura 7 representa la correlación de una señal medida en el calculador 52 sobre una ventana de tiempo de 200 ms. Se identifica en este caso la transmisión de tres símbolos por tres dispositivos de medición 3 diferentes. Cada pico corresponde a un símbolo distinto. Estos picos mucho más reducidos son inducidos por una intercorrelación no nula entre los símbolos, pero que sin embargo es muy reducida. Realizando una operación de demodulación por correlación sobre la señal en bruto adquirida con un osciloscopio, se ha estimado una relación señal a ruido de 19,6 dB sin ninguna etapa de amplificación ni filtrado.

Para reducir la sensibilidad de la transmisión a los ruidos electromagnéticos, es posible realizar la transmisión por modulación de una portadora a frecuencia netamente más elevada, por ejemplo entre 1 y 30 MHz. La portadora se puede generar en el circuito de medición 3 por un circuito sobre la base de un oscilador de cuarzo y la modulación se puede realizar con una puerta de tipo EX-O (o exclusiva). Un borne de entrada de la puerta recibe la portadora y otro borne de entrada de la puerta recibe el código en banda base, por ejemplo el código Kasami. Se ha realizado de ese modo una modulación de fase de tipo PSK, con cambio de fase de la portadora de 180° durante un cambio de bit.

Un código basado en unas secuencias de longitud máxima (tipo m-sequence) se parametrizará ventajosamente (longitud del código, rendimientos de correlación, número de símbolos) en función de la velocidad de transmisión disponible, del número de estados de información a transmitir o de la memoria de un microcontrolador del circuito de medición 3.

Según otra variante, se utilizan unos códigos denominados ortogonales, que tienen una intercorrelación nula, pero una autocorrelación más reducida.

Para conciliar la comunicación de los circuitos de medición 3 con las funciones de base del calculador 52 (asegurar el equilibrado de los acumuladores, proteger las celdas contra sobrecargas o descargas excesivas), la comunicación intercala ventajosamente unas pausas entre los símbolos transmitidos.

Para limitar el consumo de energía por la transmisión realizada por los circuitos de medición, estas transmisiones podrán no intervenir más que cuando se detectan unas condiciones particulares de funcionamiento de la batería.

Las figuras 5 y 6 ilustran un ejemplo de módulo de filtrado 51. El módulo de filtrado 51 comprende un circuito de filtrado y de reducción del nivel de tensión 511, un circuito de muestreo 512 y un oscilador 513 que genera una señal de reloj con una relación cíclica variable. Los bornes de entrada del circuito 511 se conectan a los bornes de la batería 2 por medio de las conexiones de potencia 72. El circuito 511 comprende un transformador reductor de tensión TR1 cuyo primario se conecta a los bornes de entrada del circuito 511 respectivamente por medio de un condensador C9 y una resistencia R1 en serie y por medio de un condensador C8 y de una resistencia R16 en serie. El secundario del transformador TR1 se conecta a los bornes de salida del circuito 511 respectivamente por medio de la resistencia R2 y por medio de la resistencia R3. Se conecta un condensador C10 entre los bornes de salida del circuito 511. Se conectan un punto medio del secundario del transformador TR1 a una alimentación de baja tensión Vcc por medio de una resistencia R10 y se conecta a la masa por medio de una resistencia R9 y de un condensador C4 en paralelo.

El oscilador 513 genera selectivamente las señales de reloj complementarias Q y /Q. Las señales complementarias Q y /Q pueden presentar respectivamente unas relaciones cíclicas del 90 % y 10 %. El circuito 513 comprende unas resistencias R4 y R5 conectadas en serie con la tensión Vcc y la masa. El circuito 513 comprende un amplificador operacional U4 cuya entrada no inversora se conecta a un nodo intermedio entre las resistencias R4 y R5. La entrada no inversora se conecta a la salida del amplificador U4 por medio de una resistencia R6. La entrada inversora del amplificador U4 se conecta a la masa por medio de un condensador C3. La entrada inversora se conecta a la salida del amplificador U4 por medio de dos ramas en paralelo: una primera rama que comprende una resistencia R7 y una segunda rama que comprende una resistencia R8 y un diodo zener D1 conectado en serie (se puede utilizar igualmente cualquier otro tipo de diodo). La resistencia R7 es aproximadamente 10 veces superior a R8 para obtener las relaciones cíclicas deseadas. En función del sentido de la corriente del diodo zener D1, el condensador C3 se carga o descarga. La salida del amplificador U4 proporciona la señal de reloj Q con una relación cíclica del 90 %. Se conecta un inversor U2 a la salida del amplificador U4 y proporciona la señal de reloj complementaria /Q con una relación cíclica del 10 %.

- Los bornes de entrada del circuito de muestreo 512 se conectan a los bornes de salida del circuito 511. El circuito de muestreo 512 comprende los interruptores I1, I2, I3 e I4. La entrada de los interruptores I1 e I2 se conecta a un primer borne de entrada del circuito 512, la entrada de los interruptores I3 e I4 se conecta a un segundo borne de entrada del circuito 512. La entrada de control de los interruptores I1 e I3 se conecta a la señal de reloj Q. La entrada de control de los interruptores I2 e I4 se conecta a la señal de reloj /Q. La salida de los interruptores I1 e I4 se conecta a la entrada no inversora de un amplificador U5 por medio de resistencias R11 y R18 conectadas en serie. La salida de los interruptores I2 e I3 se conecta a la entrada inversora del amplificador U5 por medio de las resistencias R12 y R19 conectadas en serie. Un condensador C5 enlaza el nodo intermedio entre las resistencias R11 y R18 y el nodo intermedio entre las resistencias R12 y R19. Estos nodos intermedios se conectan a la masa respectivamente mediante los condensadores C6 y C7. Estos condensadores C5 a C7 y R11, R12, R18 y R19 forman un circuito barrera de las señales muestreadas. La entrada inversora del amplificador U5 se conecta a la salida de éste por medio de una resistencia R14. La señal a la salida del amplificador U5 se proporciona al calculador 52.
- La frecuencia de las señales de reloj Q y /Q generadas por el circuito 513 es próxima pero no igual a la frecuencia de modulación del circuito de medición 3 en comunicación. De ese modo, la señal muestreada por el circuito 512 presenta una baja frecuencia, proporcional a la diferencia entre la frecuencia de la señal de reloj Q y la frecuencia de comunicación del circuito de medición 3. Un circuito de ese tipo 51 permite ventajosamente determinar la relación cíclica de la señal generada por el circuito de medición 3 a pesar de las potenciales perturbaciones en las conexiones de potencia 72. El calculador 52 puede determinar la relación cíclica de la señal generada por el circuito de medición 3 midiendo las duraciones respectivas de las señales positivas y negativas en la salida del amplificador U5.
- En un ejemplo ilustrado, cada acumulador 4 conectado en serie comprende un circuito de medición 3. La invención se aplica igualmente a unas baterías que comprenden varias etapas conectadas en serie, comprendiendo cada etapa varios acumuladores electroquímicos conectados en paralelo. En una configuración de ese tipo, se conecta un circuito de medición 3 a los bornes de cada etapa.
- Aunque la función de medición y la función de comunicación sean realizadas por un mismo circuito 3 en la invención descrita anteriormente, estas dos funciones pueden realizarse por dos circuitos distintos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de batería de acumuladores, que comprende:

- varios acumuladores electroquímicos (4) conectados en serie;
- una conexión eléctrica de potencia (71, 72) destinada a enlazar una carga eléctrica (55) o una alimentación de recarga (8) a dichos acumuladores electroquímicos (4);
- un dispositivo de control (52) enlazado a los acumuladores electroquímicos (4) por medio de la conexión eléctrica de potencia;

caracterizado por que:

el sistema comprende además:

- varios circuitos de medición (3), estando unido cada uno de estos circuitos de medición a un acumulador electroquímico respectivo y estando configurado para medir la tensión en los bornes de este acumulador respectivo;
- varios circuitos de comunicación, estando unido cada uno de estos circuitos de comunicación a un acumulador electroquímico respectivo y estando configurado para inducir una bajada de tensión en los bornes de este acumulador respectivo cuando la tensión medida supera un umbral;
- el dispositivo de control (52) se configura para identificar dicha bajada de tensión.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que los circuitos de medición (3) y los circuitos de comunicación están alimentados eléctricamente por su acumulador respectivo (4).

3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que los circuitos de comunicación (3) están configurados para inducir una alternancia de bajadas de tensión con una frecuencia comprendida entre 10 kHz y 1 MHz cuando la tensión medida supera un umbral.

4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los circuitos de comunicación están configurados para inducir una bajada de tensión en los bornes de su acumulador respectivo o bien cuando la tensión en los bornes de este acumulador supera una tensión de carga máxima, o bien cuando la tensión en los bornes de este acumulador supera una tensión de descarga mínima.

5. Sistema según la reivindicación 4, en el que los circuitos de comunicación están configurados para inducir una bajada de tensión para la tensión de carga máxima con una relación cíclica superior a la relación cíclica de la bajada de tensión para la tensión de descarga mínima.

6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los circuitos de comunicación están configurados para realizar unas bajadas de tensión distintas, estando configurado el dispositivo de control para identificar un circuito de comunicación en función de la bajada de tensión realizada.

7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los circuitos de comunicación están configurados para codificar un identificador del circuito de medición mediante código pseudoaleatorio cuando este circuito de medición (3) mide una tensión en los bornes de su acumulador que supera un umbral.

8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

- un convertidor continua/alterna conectado a la conexión eléctrica de potencia;
- un filtro antiparasitario interpuesto entre el convertidor y el dispositivo de control.

9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende más de veinte acumuladores conectados en serie, siendo la tensión en los bornes de la batería (2) superior a 50 V.

10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los circuitos de comunicación están configurados para inducir una bajada de tensión de al menos el 0,1 % en los bornes de su acumulador cuando la tensión medida supera un umbral.

11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los circuitos de comunicación inducen una bajada de tensión en los bornes de su acumulador mediante conexión de una carga eléctrica (33) entre los bornes de su acumulador.

12. Procedimiento de gestión de la carga de acumuladores electroquímicos en serie de una batería, que comprende las etapas de:

- medición de la tensión en los bornes de los acumuladores (4) por medio de circuitos de medición (3) unidos a unos acumuladores respectivos;
 - detección de la superación de un umbral de tensión en los bornes de su acumulador respectivo por uno de dichos circuitos de medición;
 - 5 - generación de una bajada de tensión en los bornes del acumulador para el que se ha detectado la superación;
 - detección de la bajada de tensión por un dispositivo de control (52) enlazado a los acumuladores electroquímicos por medio de una conexión eléctrica de potencia (72) que enlaza una carga eléctrica (55) o una alimentación de recarga (8) a dichos acumuladores.
- 10 13. Procedimiento de gestión de la carga de acumuladores electroquímicos de una batería según la reivindicación 12, que comprende la alimentación de los circuitos de medición por su acumulador respectivo.
14. Procedimiento de gestión de la carga de acumuladores electroquímicos de una batería según la reivindicación 12 o 13, en el que dicha generación de una bajada de tensión incluye una alternancia de bajadas de tensión en los
- 15 bornes de dicho acumulador con una frecuencia comprendida entre 10 kHz y 1 MHz.
15. Procedimiento de gestión de la carga de acumuladores electroquímicos de una batería según la reivindicación 12, 13 o 14, en el que la generación de una bajada de tensión comprende la conexión de un elemento eléctrico a los bornes de dicho acumulador, estando configurado dicho elemento eléctrico para inducir una bajada de tensión de al
- 20 menos el 0,1 % en los bornes de dicho acumulador durante su conexión.

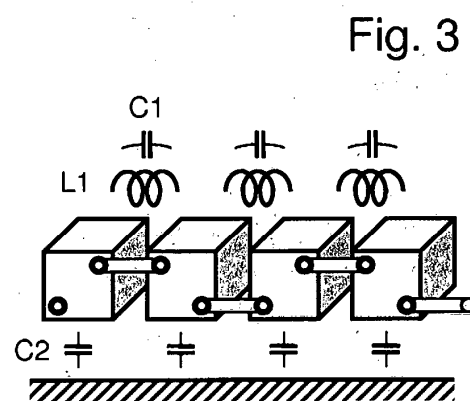
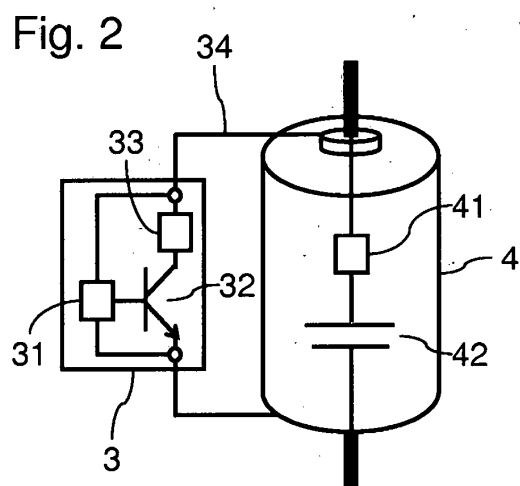
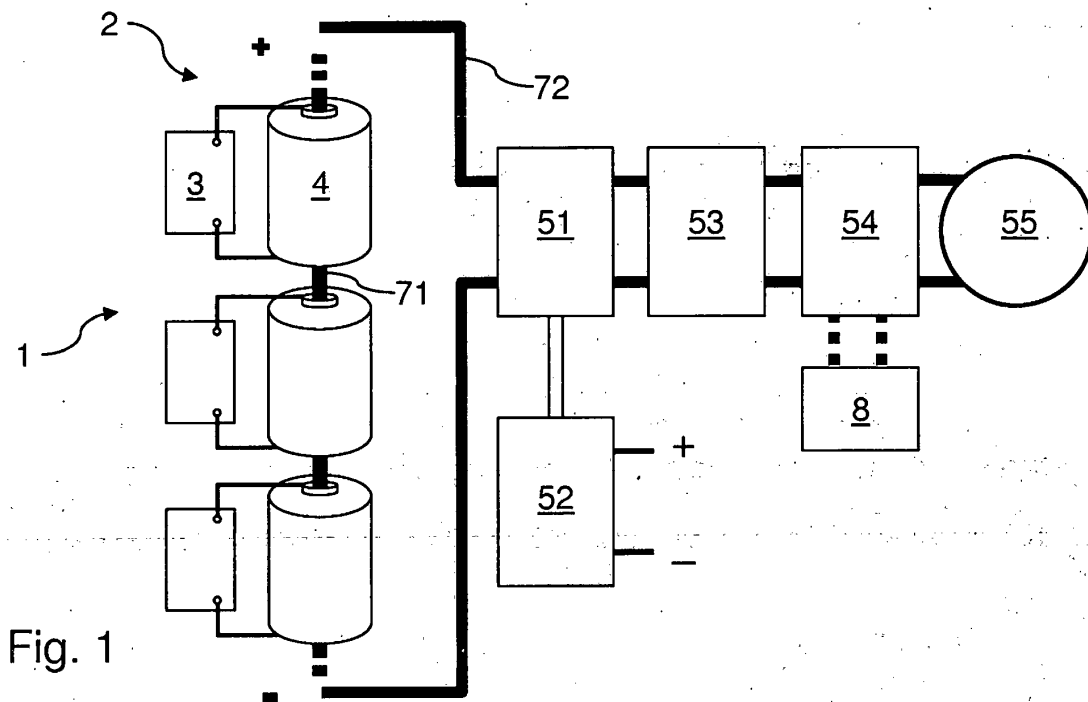


Fig. 4

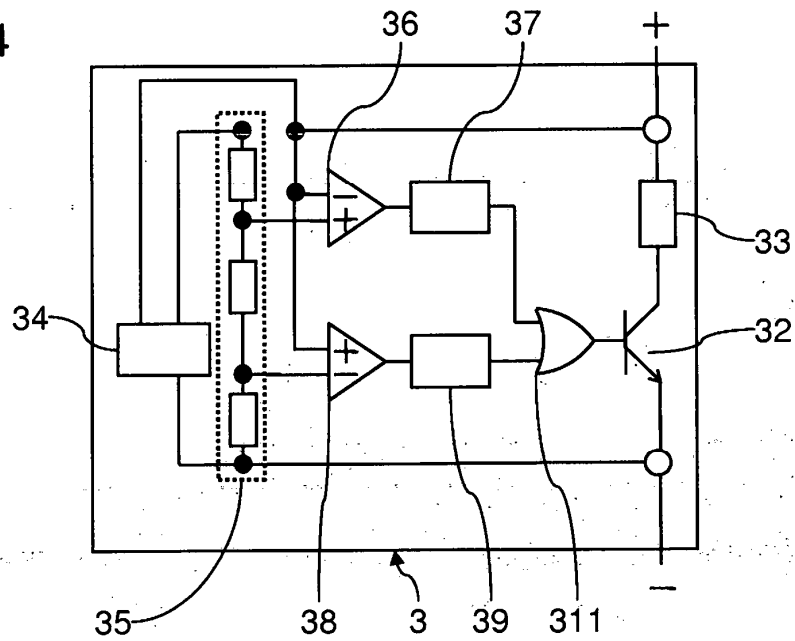


Fig. 5

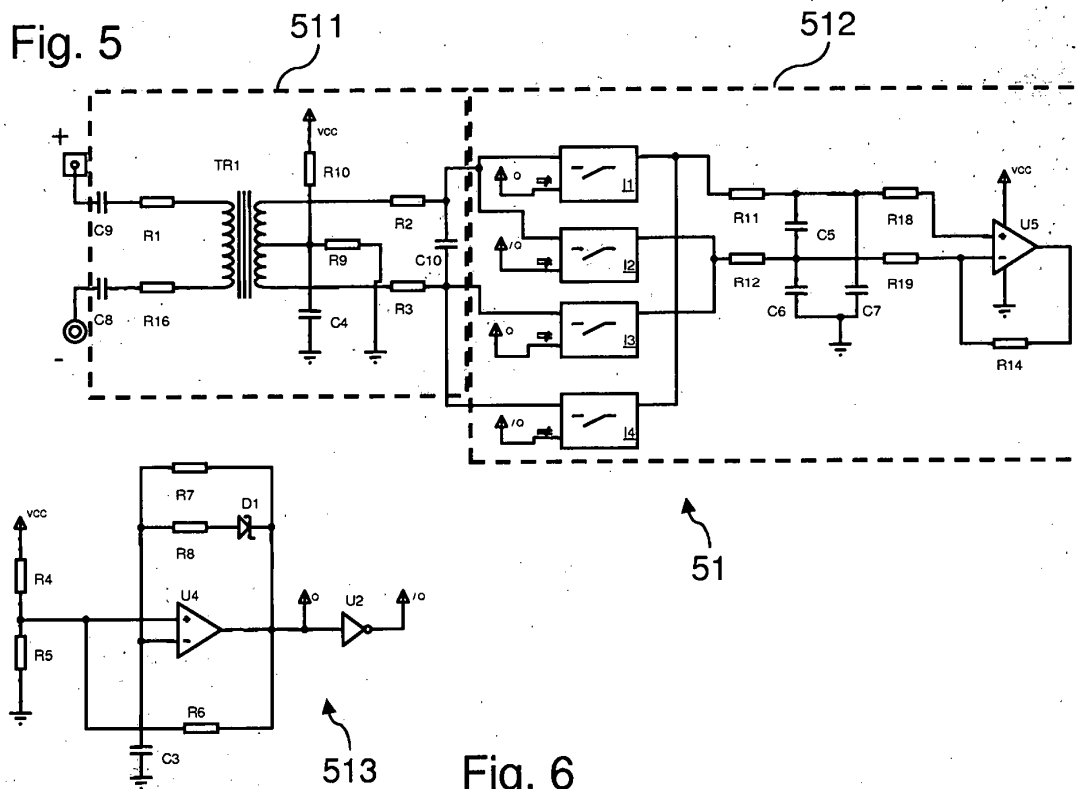


Fig. 6

