

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 616**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/18** (2006.01)

**H02J 3/20** (2006.01)

**H02J 3/32** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09731654 .1**

96 Fecha de presentación: **17.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2294671**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2011**

54 Título: **Aparato y procedimiento para el control de una línea de transmisión**

30 Prioridad:  
**18.04.2008 EP 08154763**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.04.2012**

73 Titular/es:  
**ABB Research Ltd.  
Affolternstrasse 44  
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:  
**THORBURN, Stefan**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

**ES 2 378 616 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**

Aparato y procedimiento para el control de una línea de transmisión

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a transmisión de energía eléctrica, y más particularmente a mejorar la eficiencia de líneas de transmisión eléctrica.

**10 Antecedentes**

Las líneas de transmisión de energía se han utilizado durante más de un siglo para transmitir energía desde una fuente de generación a una fuente de consumo de energía eléctrica.

15 Con el tiempo, las líneas de transmisión se han adaptado para reducir la energía consumida por la propia línea de transmisión, particularmente en el caso de largas líneas eléctricas.

20 La patente americana US 7.265.521 B2 divulga un sistema y un procedimiento para minimizar la etapa de cambio de tensión tal como se ve por el cliente de utilidad, así como minimizar los transitorios impuestos a la forma de onda fundamental de una tensión normal llevado sobre una red de energía de utilidad cuando una fuente de energía reactiva (por ejemplo, batería de condensadores) se conecta instantáneamente a la red eléctrica. La fuente de energía reactiva está adaptada para transferir la energía reactiva de una primera polaridad (por ejemplo, la energía reactiva capacitiva) a la red de energía de utilidad. El sistema incluye un dispositivo de compensación de energía reactiva configurado para transferir una cantidad variable de energía reactiva de una segunda polaridad opuesta a la red de energía de utilidad, y un controlador que, en respuesta a la necesidad de conectar la fuente de derivación de energía reactiva a la red de energía de utilidad, activa el dispositivo de compensación de energía reactiva y, de forma sustancialmente simultánea, hace que la fuente de derivación de energía reactiva sea conectada a la red eléctrica.

30 Aunque el uso de las fuentes de energía reactiva descritas anteriormente mejora la eficiencia de una línea de transmisión, el rendimiento de las líneas de transmisión se beneficiaría de más mejoras, en particular para mejorar la transmisión a través de largas líneas de transmisión.

35 El documento US 6.563.234 describe un sistema de estabilización de sistema de energía que se proporciona entre el equipo de generación de energía significativamente fluctuante de entrada y un sistema de energía necesario para mantener una tensión predeterminada. En el sistema de estabilización del sistema de energía, un dispositivo de detección de tensión y un dispositivo de detección de corriente detectan la tensión y la corriente, respectivamente, del sistema de energía, y la tensión y la corriente así detectadas se utilizan para calcular un nivel de energía activa requerida y la energía reactiva requerida a las que refieren para proporcionar la carga y la descarga de una batería recargable al sistema de energía a través de un convertidor A-D.

45 El documento WO 2005/031940 describe un sistema de transmisión de CA de alta tensión por cable para la transmisión de energía entre dos puntos, cada uno conectado a una o más redes eléctricas, y un procedimiento para operar el sistema. Al menos un transformador está dispuesto en cada extremo del cable de transmisión de CA, donde el transformador opera a una tensión mediante la cual se minimizan las pérdidas debidas al transporte de energía reactiva y las pérdidas dieléctricas. El cable de CA se extiende en una tensión variable regulada de tal manera que la tensión es una función de la carga para el cable de transmisión.

50 "A New Look at Shunt Compensation", de Edward W. Kimbark, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Volumen: PAS-102, Nº 1, enero de 1983, páginas 212 a 218, introduce el concepto de que el aumento de la impedancia de una línea de transmisión puede ser rápidamente controlada mediante compensación de derivación para hacer que la carga de aumento de la impedancia correspondiente siempre sea igual a la carga real.

**55 Sumario de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un procedimiento para mejorar el rendimiento de largas líneas de transmisión.

60 La invención se basa en la constatación de que usando un dispositivo de almacenamiento de energía que se conecta y desconecta, la línea de transmisión puede ser operada con la carga de aumento de la impedancia cuando se conecta.

De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato que comprende:

65 un convertidor que tiene un lado de CA y un lado de CC,  
un interruptor adaptado para conectarse a una línea de transmisión en un primer lado y estando el interruptor

- adaptado para conectarse a una carga en un segundo lado, estando la segunda cara también conectada al lado de CA del convertidor,  
un dispositivo de almacenamiento de energía, conectado al lado de CC del convertidor,  
en el que en un primer modo operativo, el interruptor está cerrado, de tal manera que una corriente de  
5 almacenamiento de energía fluye hacia o desde el dispositivo de almacenamiento de energía para cargar o  
descargar el dispositivo de almacenamiento de energía, respectivamente, usando el convertidor para  
cualquier conversión necesaria entre CA y CC, y  
en un segundo modo operativo, el interruptor está abierto, impidiendo el flujo de corriente desde la línea de  
10 transmisión al convertidor, y el dispositivo de almacenamiento de energía suministra una corriente continua  
que se convierte en una corriente alterna mediante el convertidor,  
caracterizado por que  
en el primer modo operativo, el aparato está configurado de tal manera que una transferencia de energía en  
la línea de transmisión corresponde a una carga de impedancia característica de la línea de transmisión,  
15 afectando a la corriente de almacenamiento de energía.
- Al cargar el dispositivo de almacenamiento de energía en el primer modo operativo, la corriente de carga y una  
corriente a la carga deben provenir de la fuente de energía a través de la línea de transmisión. En consecuencia,  
este incremento en la corriente a través de la línea de transmisión permite que la línea de transmisión opere para  
20 cargar la impedancia característica. Al operar la línea de transmisión en la carga de impedancia característica, la  
energía reactiva de la línea de transmisión se equilibra, lo que permite distancias de transmisión de línea  
considerablemente más largas. El funcionamiento de la línea en la carga de impedancia característica también  
reduce la necesidad de compensación reactiva de colector aplicada comúnmente a lo largo de la línea para la  
gestión de las variaciones de tensión causadas por los cambios en la transferencia de carga.
- 25 La invención es principalmente aplicable para transferencias de energía superiores a 1 kV y 1 MW con un  
almacenamiento de energía mayor de 1 kWh.
- El aparato puede ser configurado de tal manera que una transferencia de energía en la línea de transmisión  
30 corresponde a una carga de impedancia característica de la línea de transmisión sólo en el primer modo operativo.
- En el primer modo operativo, el aparato puede estar en un estado tal que la corriente del almacenamiento de  
energía sólo carga el dispositivo de almacenamiento de energía.
- El aparato también puede comprender un controlador.
- 35 El controlador puede estar configurado para, en el primer modo operativo, controlar la transferencia de energía en la  
línea de transmisión para corresponder a la carga de impedancia característica.
- En el segundo modo operativo, el controlador puede estar configurado para controlar la frecuencia y la tensión de la  
40 corriente alterna suministrada a la carga. El aparato también puede comprender un voltímetro y un amperímetro,  
ambos contadores adaptados para proporcionar mediciones al controlador.
- El convertidor puede comprender circuitos de alta tensión conectados en serie con un modo de fallo de cortocircuito  
45 integrado controlado con un circuito de modulación de la anchura de pulsos.
- El conmutador puede ser un conmutador libre de transitorios.
- El aparato puede estar configurado para conmutar del primer modo operativo al segundo modo operativo cuando el  
50 dispositivo de almacenamiento de energía se determina que está completo.
- El aparato puede estar configurado para conmutar desde el segundo modo operativo al primer modo operativo  
cuando el dispositivo de almacenamiento de energía se determina que está por debajo de un nivel de carga umbral.
- El controlador puede estar configurado para controlar la conmutación del aparato entre el primer y segundo modos  
55 operativos.
- Un segundo aspecto de la invención es un procedimiento para hacer funcionar un aparato que comprende:
- 60 un convertidor que tiene un lado de CA y un lado de CC,  
un interruptor adaptado para ser conectado a una línea de transmisión en un primer lado y estando adaptado  
el interruptor para ser conectado a una carga en un segundo lado, estando también conectado el segundo  
lado al lado de CA del convertidor,  
un dispositivo de almacenamiento de energía, conectado al lado de CC del convertidor,  
comprendiendo las etapas de:  
65 cerrar el interruptor, de manera que una corriente de almacenamiento de energía fluye hacia o desde el  
dispositivo de almacenamiento de energía para cargar o descargar el dispositivo de almacenamiento de

energía, respectivamente, usando el convertidor para cualquier conversión necesaria entre CA y CC, y abrir el interruptor, impidiendo el flujo de corriente desde la línea de transmisión al convertidor, y el dispositivo de almacenamiento de energía suministra una corriente continua que se convierte en una corriente alterna mediante el convertidor,  
5 caracterizado por que cuando el interruptor está cerrado, causar una transferencia de energía en la línea de transmisión para corresponder a una carga de impedancia característica de la línea de transmisión, afectando a la corriente de almacenamiento de energía.

10 Provocar una transferencia de energía en la línea de transmisión para corresponder a una carga de impedancia característica puede producirse, en una realización, solamente cuando el interruptor está cerrado.

El cierre y la apertura del interruptor se pueden repetir.

15 En el cierre del interruptor, el procedimiento puede ser configurado de tal manera que la corriente de almacenamiento de energía sólo carga el dispositivo de almacenamiento de energía.

La apertura del interruptor puede realizarse cuando el dispositivo de almacenamiento de energía se determina que está completo.

20 El cierre puede realizarse cuando el dispositivo de almacenamiento de energía se determina que está por debajo de un nivel de carga umbral.

25 Debe indicarse que cualquiera de las características del primer aspecto son aplicables al segundo aspecto, y viceversa.

En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones se interpretarán de acuerdo con su sentido ordinario en el campo técnico, a menos que explícitamente se defina lo contrario en este documento. Todas las referencias a "un/una/el elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc." se han de interpretar abiertamente como que se refieren a por lo menos un ejemplo del elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc., a menos que expresamente se indique lo contrario. Las etapas de cualquier procedimiento aquí descrito no tienen que ser realizadas en el orden exacto descrito, a menos que se indique explícitamente.

### 35 **Breve descripción de dibujos**

La invención se describe ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un sistema en el que se emplea una realización de la presente invención,

40 La figura 2 muestra el sistema de la figura 1, donde también se aplica control de tensión, y

La figura 3 muestra tres conjuntos del sistema de la figura 1 para un sistema de tres fases.

### 45 **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

La presente invención se describirá ahora con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención. Esta invención puede, sin embargo, realizarse en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones aquí establecidas, sino que estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo, de manera que esta descripción será exhaustiva y completa, y se transmite completamente el alcance de la invención para los expertos en la materia. Números similares se refieren a elementos similares en toda la descripción.

55 La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un entorno donde se emplea una realización de la presente invención para una fase.

Una fuente de energía 102 proporciona una corriente alterna. Como es conocido en la técnica, la fuente de energía puede incluir generadores, transformadores, etc. (no mostrados), para proporcionar una energía eléctrica adecuada para su distribución a través de una línea de transmisión 104. En el otro lado de la línea de transmisión 104 se proporciona un amperímetro 106, que mide la corriente, y un voltímetro 108 que mide la tensión.

65 Alternativamente, el amperímetro 106 y el voltímetro 108 se proporcionan en el otro lado de la línea de transmisión 104 y las mediciones se transportan usando unos medios de transmisión de señal (no mostrados). Esto también permite una llamada capacidad de arranque negro, lo que significa que puede activar el lado de carga a partir de la energía almacenada y construir la operación de la red a partir de la energía almacenada.

Un interruptor 112 conecta o desconecta la fuente de energía a una carga 122 y un sistema de almacenamiento de energía 114, tal como se explicará en detalle más adelante. Típicamente, tal como se conoce en la técnica por sí mismo, un transformador 124 transforma la tensión en una tensión que es adecuada para la carga 122. La carga 122 puede ser cualquier elemento o sistema que consume energía eléctrica, por ejemplo, una unidad industrial o de una red eléctrica de una ciudad o pueblo. La carga 122 también puede incluir generación local, produciendo parte de la demanda de carga.

El sistema de almacenamiento de energía 114 comprende opcionalmente un transformador 116 que, si es necesario, convierte la tensión entre la línea de transmisión 104 y un convertidor 118, asegurando que el convertidor 118 está provisto de una tensión adecuada. El convertidor 118 tiene un lado de CA (corriente alterna) y un lado de CC (lado de corriente continua). Un dispositivo de almacenamiento de energía 120, tal como una batería recargable de alta capacidad 120, está conectado al lado de CC del convertidor 118. Opcionalmente, el sistema de almacenamiento de energía 114 comprende controles necesarios y medios para mantener una frecuencia predefinida de CA y la tensión de CA en el lado de la carga si ningún otro equipo está presente en la representación de carga que tiene esta responsabilidad.

El convertidor 118 puede implementarse mediante un inversor y un rectificador. Opcionalmente, el convertidor 118 está equipado con circuitos de alta tensión conectados en serie con un modo de fallo de cortocircuito integrado controlado con un circuito de modulación de ancho de pulso (PWM). La batería puede comprender un gran número de celdas para satisfacer los requisitos de capacidad para la batería 120.

Un controlador 110 recibe la entrada del amperímetro 106 y el voltímetro 108 y proporciona una salida al conmutador 112 y el sistema de almacenamiento de energía 114. El controlador 110 puede ser una unidad de procesamiento central (CPU), un procesador de señal digital (DSP), o cualquier otro dispositivo electrónico lógico programable. En una realización, el controlador 110 está realizado en un servidor convencional o un ordenador personal, con almacenamiento asociado, entrada/salida, etc.

Ahora se explicará el concepto de carga de impedancia característica (SIL) y cómo se utiliza en la realización de la presente invención.

SIL se alcanza cuando se alcanza el equilibrio natural de la energía reactiva. En esta carga, las líneas de transmisión 104 no absorben ni producen energía reactiva. SIL puede ser expresado en la siguiente fórmula:

$$SIL = \frac{V^2}{Z_0} \quad (1)$$

donde V es la tensión de línea a línea y  $Z_0$  es la impedancia característica de la línea de transmisión 104. La impedancia característica  $Z_0$  tiene un componente reactivo.

Cuando se opera en el SIL, las líneas de transmisión 104 pueden ser considerablemente más largas, ya que se elimina la limitación de cualquier desequilibrio reactivo de la línea de transmisión 104. Esto permite que una línea de transmisión dada 104 de una especificación dada sea utilizada de manera más eficiente, es decir, en un rango mayor, y para una distancia mayor. También puede reducir la cantidad necesaria de derivación y/o la compensación de energía reactiva conectada en serie necesaria con anterioridad. Además, las realizaciones de la presente invención son aplicables para reducir el llamado efecto Ferranti. El efecto Ferranti aumenta la tensión en el extremo receptor de la línea de transmisión, cuando la carga en el extremo receptor se reduce significativamente o se elimina. Con un control adecuado del controlador 110 y el uso del sistema de almacenamiento de energía 114, la tensión se mantiene dentro de niveles aceptables.

Esto significa que, bajo el supuesto de que  $Z_0$  sea constante, para que se produzca SIL, se puede ajustar la tensión o las necesidades de corriente.

Ahora, en el sistema mostrado en la figura 1, cuando el interruptor 112 se cierra, la corriente puede verse afectada por el control de la velocidad a la que se carga la batería 120. En otras palabras, el controlador 110 recibe las mediciones de la tensión del voltímetro 108. Conociendo o determinando  $Z_0$ , el controlador 110 puede determinar una corriente o la energía correspondiente que debe fluir a través de la línea de transmisión 104 para corresponder al SIL. Al obtener las mediciones de la corriente del amperímetro 106, el controlador 110 puede determinar así si una corriente en el sistema de almacenamiento de energía 114 necesita ser incrementada o reducida para alcanzar el SIL. El controlador 110 ordena entonces al sistema de almacenamiento de energía 114 ajustar la carga de la batería 120 en consecuencia. En una realización, el controlador 110 envía comandos al sistema de almacenamiento de energía 114 para cargar su batería en una potencia particular (vatios) o una corriente particular (amperios).

Análogamente, el controlador 110 puede controlar el sistema de almacenamiento de energía 114 para descargar la batería 120 para lograr el SIL en la línea de transmisión.

En una realización, este procedimiento de ajuste de la corriente a través de la línea de transmisión 104 se puede repetir muchas veces cada segundo por ejemplo, has una conmutación de kHz en el dispositivo 118, para reducir rápidamente cualquier desviación del SIL en la línea de transmisión 104. Debe indicarse que el modo operativo cuando el interruptor 112 se cierra, se indica aquí como un primer modo operativo.

5 Opcionalmente, si la línea de transmisión 104 está equipada con derivación discreta y/o compensación en serie, una impedancia de onda equivalente se puede calcular, tal como se ve a partir de las terminaciones de la línea de transmisión. La impedancia equivalente cumple los mismos requisitos que una línea ideal, es decir, no hay transferencia neta de energía reactiva sobre la línea. Este valor equivalente entonces se utiliza en el controlador.

10 Cuando el controlador 110 determina que la batería 120 está llegando a un estado cuando está llena, el controlador 110 realiza una apertura del interruptor 112. El modo operativo cuando el interruptor 112 está abierto se indica aquí como un segundo modo operativo.

15 El interruptor 112 puede ser un interruptor libre transitorio, para minimizar la tensión de voltaje en la carga 122 o el generador 102 cuando el interruptor 112 está abierto o cerrado.

20 Cuando el interruptor 112 se abre, ya no hay una corriente que fluye desde la fuente de energía 102 a la carga 122. En su lugar, la energía a la carga 122 se proporciona a partir de la energía del sistema de almacenamiento 114. La carga eléctrica previamente cargada en la batería 120 está ahora liberada como una corriente continua y convertida por el convertidor 118 a una corriente alterna. Si es necesario, el transformador 116 transforma la corriente alterna desde el convertidor 118 en una tensión correspondiente a la tensión ya ha proporcionada a través de la línea de energía. En consecuencia, tal como se ve desde la carga 122, una energía continua y uniforme está siendo suministrada, aunque la fuente de la energía ha cambiado desde la fuente de energía 102 al sistema de almacenamiento de energía 114. Puesto que, en el segundo modo operativo ninguna energía fluye a través de la línea de transmisión 104, ninguna potencia reactiva (ni real) se pierde.

25 Debe indicarse que esta disposición permite también que la unidad de almacenamiento de energía funcione como energía de reserva para la carga 122, en el caso de que la fuente de energía 102 o la línea de transmisión 104 provoquen una interrupción en el suministro de energía.

30 Cuando la batería 120 se determina que esté por debajo de un nivel umbral, por ejemplo, si se está cerca de un estado de vacío, el controlador 110 realiza un cierre del interruptor 112. El sistema está entonces de nuevo en el primer modo operativo y fluye la corriente a través de la línea de transmisión 104 a la carga 122 y de manera controlable al sistema de almacenamiento de energía 114, tal como se describió anteriormente, para alcanzar el SIL en la línea de transmisión 104. De nuevo, tal como se ve desde la carga 122, está provista de un suministro continuo y uniforme de energía. La apertura y el cierre del interruptor 112 se repiten continuamente.

35 Como el único factor de limitación real para la frecuencia de apertura y cierre del interruptor 112 es la capacidad de la batería, la batería puede ser conectada y desconectada, respectivamente, durante un tiempo relativamente largo. Más específicamente, la conexión y la desconexión no es necesario que se produzcan en cada período de la corriente alterna. Por ejemplo, dependiendo de la capacidad de la batería, el interruptor 112 puede cerrarse o abrirse, respectivamente, durante minutos o incluso horas. Sin embargo, si es deseable por otras razones, el controlador 110 puede controlar la apertura y el cierre del interruptor 112 en tiempos mucho más cortos, incluso milisegundos.

40 Si se desean líneas de transmisión más largas, lo que es posible con el sistema de la figura 1, una pluralidad de los sistemas mostrados en la figura 1 se pueden conectar en serie en segmentos (no mostrados). También es posible tener un dispositivo de almacenamiento en ambos extremos de la línea para los casos en que la dirección de transferencia de energía varía debido a razones estacionales u otras (no mostrado).

45 La figura 2 muestra el sistema de la figura 1, donde también se aplica el control de tensión. La fuente de energía 102, la línea de transmisión 104, el controlador 110, el conmutador 112 y el sistema de almacenamiento de energía son los mismos que los descritos en relación con la figura 1 anterior. Otros componentes de la figura 1 se han omitido por razones de claridad en la figura 2.

50 Tal como se ve en la ecuación (1) anterior, el ILV no sólo puede alcanzarse mediante el ajuste de la corriente a través de la línea de transmisión 104; el control de la tensión también se puede utilizar para lograr este fin. Esto ha sido descrito en detalle en la solicitud de patente internacional WO2005/031940. El principio consiste en utilizar dos transformadores 203, 205 con la posibilidad de cambiar a cada lado de la línea de transmisión 104 para controlar la tensión en la línea de transmisión 104, sin afectar a la tensión requerida de la fuente de energía 102 o a la carga 122. El controlador 110 puede en este caso optimizar el funcionamiento intermitente de la línea con el tamaño disponible de almacenamiento de energía, mientras que todavía transmite energía a nivel de aumento de la impedancia en la línea de transmisión 104. Esto puede ser útil cuando se utiliza tecnología de baterías con limitaciones en las velocidades de carga/descarga. También se puede utilizar para minimizar las pérdidas óhmicas totales de la línea, el convertidor y la instalación del sistema de batería.

El controlador 110 en esta realización, por lo tanto, puede ser utilizado, no sólo para afectar a la corriente que fluye a través de la línea de transmisión 104, sino también para afectar a la tensión de la línea de transmisión 104. El controlador 110 puede ser usado para afectar a la corriente o a la tensión, o podría ser utilizado para controlar la tensión y la corriente al mismo tiempo, ofreciendo una flexibilidad mejorada.

5 La figura 3 muestra tres conjuntos del sistema de la figura 1 para un sistema trifásico. Hay tres fuentes de energía 102a-c, tres líneas de transmisión 104a-c, tres controladores 110a-c, tres conmutadores 112a-c y tres sistemas de almacenamiento de energía 114a-c, que son los mismos que los descritos en relación con la figura 1 anterior. Otros componentes de la figura 1 se han omitido por razones de claridad en la figura 3. En otras palabras, hay tres configuraciones completas tal como se han descrito en relación con la figura 1 anterior, una para cada fase de un sistema de tres fases. Debe indicarse que, aunque no se muestra, el control de la tensión de la figura 2 también puede incluirse en configuración de la fase tres de la figura 3.

10 La invención se ha descrito principalmente anteriormente con referencia a unas pocas realizaciones. Sin embargo, tal como se apreciará fácilmente por una persona experta en la materia, realizaciones distintas a las descritas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, tal como se define mediante las reivindicaciones de patente adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato que comprende:

- 5 un convertidor (118) que tiene un lado de CA y un lado de CC,  
un interruptor (112) adaptado para ser conectado a una línea de transmisión (104) en un primer lado y  
estando dicho interruptor (112) adaptado para ser conectado a una carga (122) en un segundo lado, estando  
dicho segundo lado también conectado a dicho lado de CA de dicho convertidor (118),  
10 un dispositivo de almacenamiento de energía (120), conectado a dicho lado de CC de dicho convertidor (118),  
y  
un controlador (110),  
en el que en un primer modo operativo, dicho interruptor (112) está cerrado, de tal manera que una corriente  
de almacenamiento de energía fluye hacia o desde dicho dispositivo de almacenamiento de energía (120)  
para cargar o descargar dicho dispositivo de almacenamiento de energía (120), respectivamente, utilizando  
15 dicho convertidor (118) para cualquier conversión necesaria entre CA y CC, y  
en un segundo modo operativo, dicho interruptor (112) está abierto, impidiendo el flujo de la corriente desde  
dicha línea de transmisión (104) a dicho convertidor (118), y dicho dispositivo de almacenamiento de energía  
(120) suministra una corriente continua que se convierte en una alterna mediante dicho convertidor de  
20 corriente (118), en la carga (122)  
**caracterizado por que**  
dicho controlador (110) está configurado para controlar, en dicho primer modo operativo, una transferencia de  
energía en dicha línea de transmisión (104) que corresponde a una carga de impedancia característica de  
dicha línea de transmisión (104) afectando a dicha corriente de almacenamiento de energía mediante el  
control de la velocidad de carga o descarga del dispositivo de almacenamiento de energía (120), y  
25 dicho aparato está configurado para conmutar (112) desde dicho primer modo operativo a dicho segundo  
modo operativo cuando dicho dispositivo de almacenamiento de energía (120) se determina que está  
totalmente cargado.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que, en dicho segundo modo operativo, dicho controlador (110) está  
30 configurado para controlar la frecuencia y la tensión de dicha corriente alterna proporcionada a dicha carga (122).
3. Aparato según la reivindicación 1 ó 2, que también comprende un voltímetro (108) y un amperímetro (106),  
estando ambos contadores adaptados para proporcionar mediciones a dicho controlador (110).
- 35 4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho convertidor (118) puede comprender  
circuitos de alta tensión conectados en serie con un modo de fallos de cortocircuito integrado controlado con un  
circuito de modulación de anchura de pulsos.
5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho interruptor (112) es un conmutador  
40 libre de transitorios (112).
6. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho aparato está configurado para  
conmutar (112) desde dicho segundo modo operativo a dicho primer modo operativo cuando dicho dispositivo de  
almacenamiento de energía (120) se determina que está por debajo de un nivel de carga umbral.
- 45 7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho controlador (110) está configurado para  
controlar la conmutación de dicho aparato entre dichos primer y segundo modos operativos.
8. Procedimiento para operar un aparato según la reivindicación 1,  
50 comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:  
cerrar dicho interruptor (112), de tal manera que una corriente de almacenamiento de energía fluye hacia o  
desde dicho dispositivo de almacenamiento de energía (120) para cargar o descargar dicho dispositivo de  
almacenamiento de energía (120), respectivamente, utilizando dicho convertidor (118) para cualquier  
55 conversión necesaria entre CA y CC, y  
abrir dicho interruptor (112), impidiendo el flujo de la corriente desde dicha línea de transmisión (104) a dicho  
convertidor (118), y dicho dispositivo de almacenamiento de energía (120) suministra una corriente continua  
que se convierte en una corriente alterna mediante dicho convertidor (118), a la carga (122)  
**caracterizado por**  
60 controlar, cuando dicho interruptor (112) está cerrado, la energía transferida en dicha línea de transmisión  
(104) que corresponder a una carga de impedancia característica de dicha línea de transmisión (104) a través  
de la afectación a dicha corriente de almacenamiento de energía mediante el control de la velocidad de carga  
o descarga del dispositivo de almacenamiento de energía (120),  
en el que dicha apertura de dicho interruptor (112) se realiza cuando dicho dispositivo de almacenamiento de  
65 energía (120) se determina que está completamente cargado.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que dicho cierre y apertura de dicho interruptor (112) se repiten.

10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, en el que dicho cierre se realiza cuando dicho dispositivo de almacenamiento de energía (120) se determina que está por debajo de un nivel de carga umbral.

5

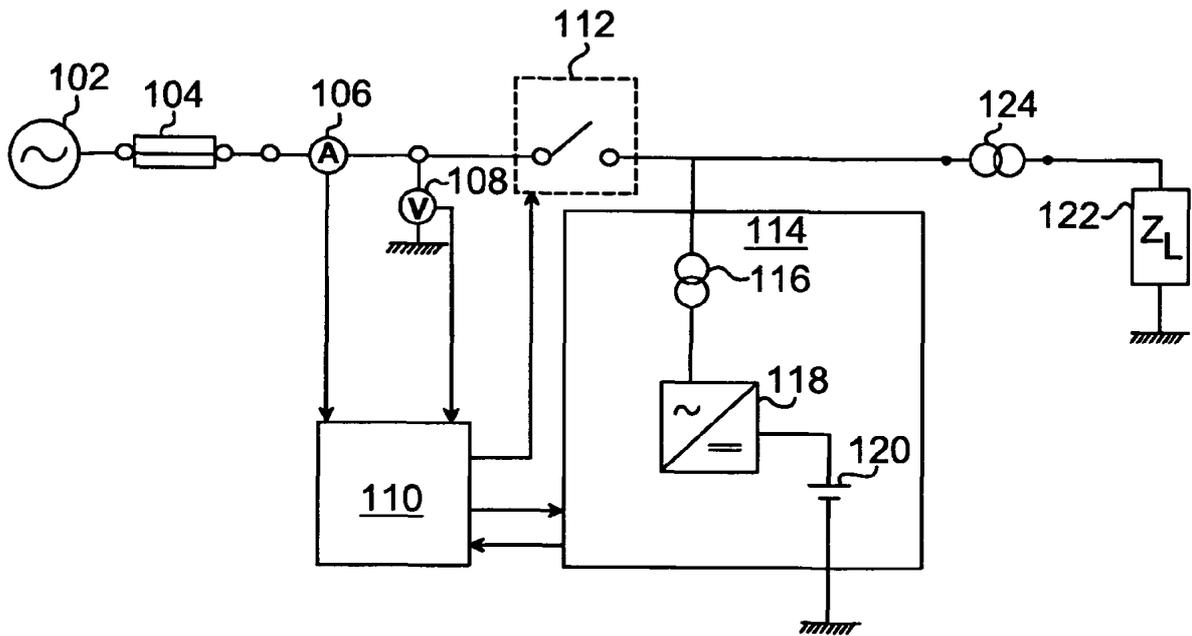


Fig. 1

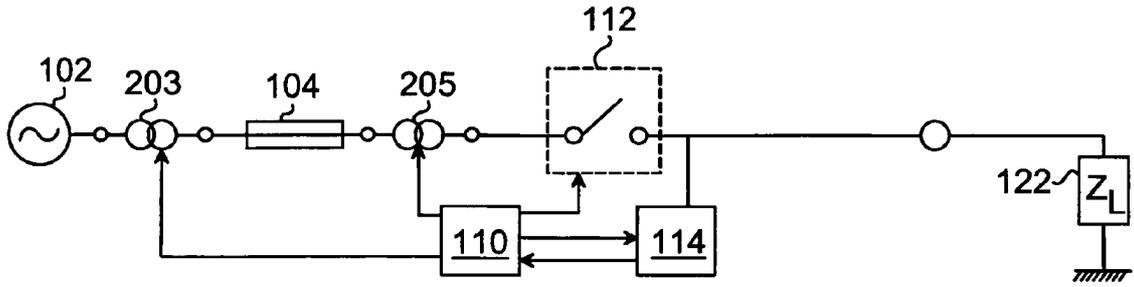


Fig. 2

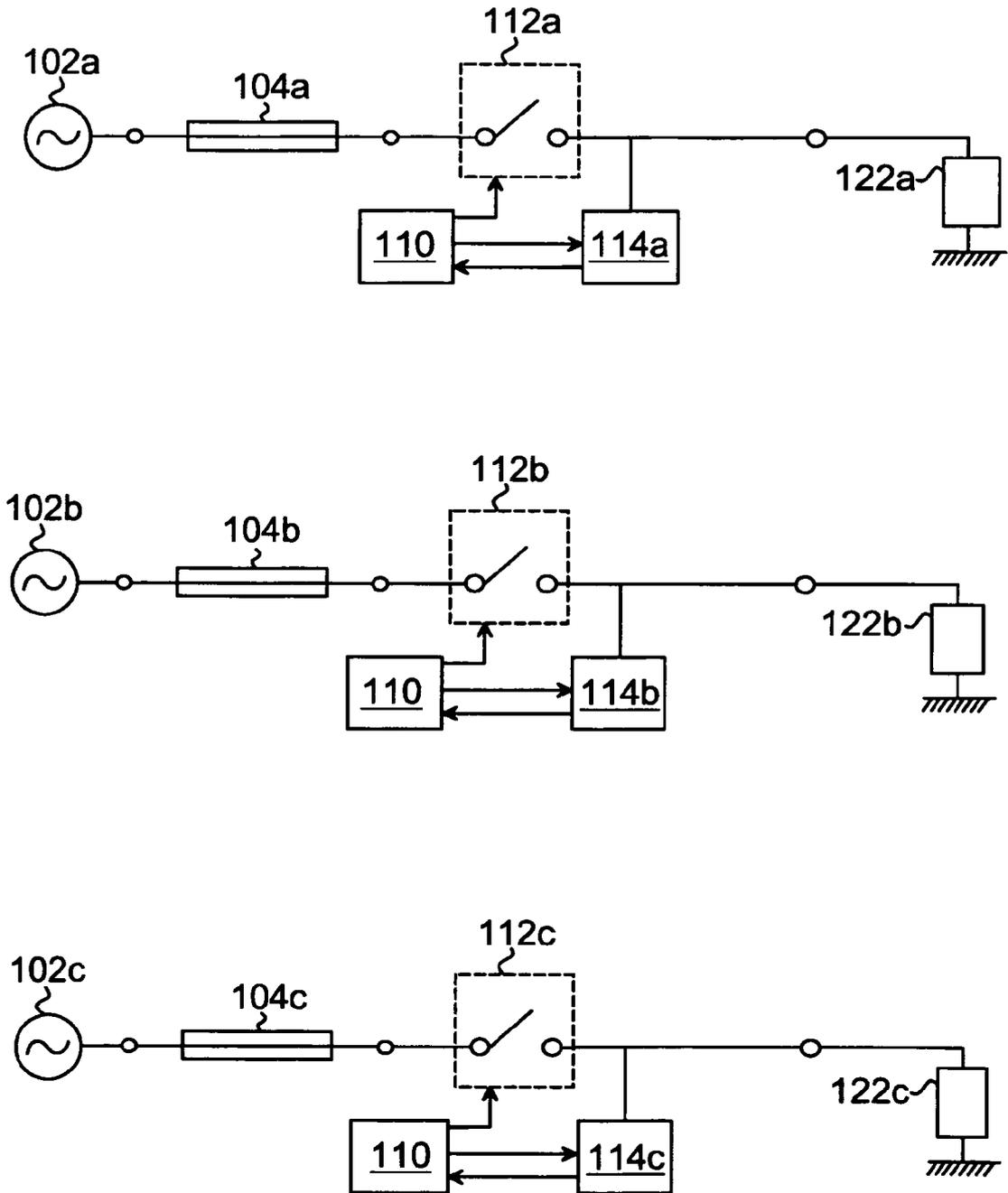


Fig. 3