

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 331**

51 Int. Cl.:

H02M 7/5387 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2004 E 04729118 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 1625653**

54 Título: **Generador eléctrico de alta seguridad, en particular para sistemas ferroviarios, o similares**

30 Prioridad:

22.05.2003 IT SV20030022

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

18.04.2013

73 Titular/es:

**ALSTOM FERROVIARIA S.P.A. (100.0%)
VIA O. MORENO, 23
12038 SAVIGLIANO (CUNEO), IT**

72 Inventor/es:

**CARPANELLI, MAURIZIO;
GIOVANNUCCI, ANDREA y
MARZOLA, ROBERTO**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 401 331 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

Generador eléctrico de alta seguridad, en particular para sistemas ferroviarios, o similares

La invención se refiere a un generador eléctrico de alta seguridad, en particular para sistemas ferroviarios, que comprende un inversor en puente, que tiene dos parejas de elementos conmutadores controlables dispuestos en dos filas superpuestas, un suministro de tensión conectado a los terminales de entrada del inversor y una unidad consumidora de energía conectada a los terminales de salida del inversor, un medio controlador que genera señales sinusoidales moduladas PWM (moduladas en anchura de pulso) para controlar los elementos conmutadores, un fusible protector en los terminales de entrada para interrumpir la alimentación cuando los elementos conmutadores sufren un cortocircuito.

Tales generadores son conocidos, por ejemplo a partir de la patente de los EE.UU. 4.636.933. En el generador de acuerdo con este documento, los elementos conmutadores están controlados por parejas mediante las señales de control de dos controladores. Los controladores controlan, mediante dos señales antifase, una de las dos parejas diagonalmente opuestas de elementos conmutadores, respectivamente.

Los controladores generan las señales de control moduladas PWM a partir de unas señales de excitación de modulación FSK, que se suministran a los mismos a través de un generador FSK común. Un sensor de corriente dentro del inversor proporciona una señal a una unidad supresora de picos de tensión, que a su vez proporciona una señal de retroalimentación y habilitación a los dos controladores. El generador del documento US 4.636.933 es un circuito con características de seguridad que tiene un funcionamiento de retroalimentación para mantener una potencia de salida a un nivel constante independientemente de las variaciones en el suministro de tensión. El generador proporciona una señal sencilla de onda cuadrada modulada PWM. La arquitectura del generador del documento US 4.636.933 no tiene un funcionamiento seguro de la modulación de la señal FSK de excitación del controlador, cuya frecuencia se corresponde con la frecuencia de conmutación, por lo tanto con la frecuencia de la señal de salida del generador. Ninguna variación de la frecuencia de modulación de la señal de excitación del controlador provoca una respuesta en el generador, a no ser que el sensor de corriente y su correspondiente circuito de retroalimentación detecten una variación en la corriente. El proceso de conmutación tampoco está controlado de manera segura, dado que cada pareja de elementos de conmutación está controlada por la misma señal del correspondiente controlador y además los dos controladores no son independientes entre sí. En este caso, nuevamente, ninguna desviación de la señal de control del elemento conmutador puede afectar al funcionamiento del generador en la suficiente medida como para generar una condición de malfuncionamiento detectable, definitiva y única.

En las aplicaciones ferroviarias, tales generadores se utilizan para servir a un número de unidades consumidoras de energía, tales como elementos de estaciones de clasificación, circuitos de vía, etc. Con la introducción de la señalización electrónica y los dispositivos de gestión del tráfico, un suministro de energía adecuado para estos dispositivos se ha convertido en algo de la mayor importancia. Cualquier variación de tensión, frecuencia y modulación de la señal con respecto a los valores predeterminados puede crear errores en la señalización de estado, por ejemplo en los dispositivos de señalización o en los circuitos de vía, o errores de detección de trenes en el bloqueo de vías, generando por lo tanto condiciones peligrosas. En caso de malfuncionamiento, las reglas ferroviarias de seguridad generalmente requieren que la condición de malfuncionamiento se detecte de alguna manera y que el dispositivo se fuerce a una condición operativa que se corresponda con una condición de señalización o de control restrictivo, por ejemplo una señalización de luz roja o un estado de "ocupado" para un bloqueo de vías. Normalmente, las señales de detección de trenes para los bloques de vías son señales de modulación FSK de señales sinusoidales que tienen una frecuencia predeterminada y la detección apropiada de las mismas es dependiente de la precisión de la señal proporcionada por el generador al circuito de modulación.

En aplicaciones ferroviarias o similares, existe la necesidad de generadores que tengan características de alta seguridad, de tal modo que los generadores solamente puedan asumir un estado estable y único, que sea preferentemente restrictivo o que genere una condición de señalización o una acción restrictiva del tráfico, cuando su funcionamiento no pueda asegurar señales de salida con parámetros que no superen las tolerancias predeterminadas con respecto a los valores nominales.

El objeto de la presente invención es proporcionar un generador como el descrito anteriormente, que proporcione una señal de salida que tenga una forma de onda sinusoidal y unas características predeterminadas de amplitud, frecuencia y modulación y que asegure un funcionamiento de seguridad con respecto a las características de amplitud, frecuencia y modulación. La invención se expone en la reivindicación 1.

La invención logra los propósitos anteriores proporcionando un generador como el descrito anteriormente, en el que uno de los dos controladores controla los dos elementos conmutadores dispuestos en una de las dos filas y el otro de los dos controladores controla los dos elementos conmutadores de la otra fila, estando los dos controladores controlados por unas señales de excitación generadas por separado y siendo los dos controladores totalmente

eléctricamente independientes entre sí, al tiempo que se proporciona una conexión de sincronización optoelectrónica entre los dos controladores.

En particular, cada controlador consiste en un dispositivo programable y tiene su propio software, su propia área de datos de control, su propio reloj y su propia fuente de alimentación.

- 5 De acuerdo con otra característica mejorada, los dos controladores tienen software y áreas de datos de control diferentes, de acuerdo con las reglas de seguridad basadas en la diversidad.

Gracias a estas características, la señal de control modulada de los dos controladores se genera separada e independientemente para cada controlador. Por lo tanto, esta redundancia, junto a la independencia de los dos canales y a la función de elección de la etapa de potencia proporciona una generación segura de la modulación seleccionada para la señal de salida del generador, de la frecuencia de la señal de salida y de la amplitud de la tensión de salida, que nunca puede superar su capacidad nominal por encima de la variación de la tensión de entrada del generador.

De acuerdo con otra característica ventajosa más, cada controlador controla cada uno de los dos elementos conmutadores de la correspondiente pareja de elementos conmutadores mediante una señal que se genera independientemente de la señal de control para el otro elemento conmutador. Por lo tanto, existen cuatro señales generadas independientemente.

Para poder utilizar el generador en un amplio rango de propósitos, es decir para un número de elementos ferroviarios diferentes, la señal de control del elemento conmutador es una señal unipolar Sinusoidal Modulada en Anchura de Pulso (SPWM).

- 20 Ventajosamente, se selecciona la frecuencia de conmutación dos órdenes de magnitud más elevada que la frecuencia de salida del generador y en cualquier caso más elevada que el rango audible de frecuencias.

La frecuencia de conmutación se selecciona de acuerdo con las consideraciones de eficiencia del inversor y en cualquier caso es superior a la frecuencia de salida a generar. Los límites de la frecuencia de conmutación y la frecuencia a generar dependen de los problemas tecnológicos, más que de la arquitectura del sistema. En particular, en las aplicaciones ferroviarias, las frecuencias de conmutación comunes generan una señal de salida sinusoidal que tiene una frecuencia de 30 Hz a 1 kHz, en especial de 50 a 83 Hz.

Gracias a la arquitectura de la invención, el generador de la presente invención proporciona una respuesta de alta seguridad, en particular para fallos que afecten a la seguridad de los sistemas ferroviarios y proporciona una señal de salida de suministro sinusoidal, que tiene una amplitud predeterminada, una frecuencia predeterminada y una regla de modulación de fase predeterminada, siendo generadas todas estas propiedades de la forma de onda de la señal de salida con características de seguridad.

La independencia entre controladores y entre señales de control del elemento conmutador, es decir tanto entre los dos controladores como entre las dos señales de control diferentes para los dos elementos conmutadores controlados por el mismo controlador, la diversidad entre los programas y los datos de generación de la señal de control modulada de los dos controladores tienen el efecto inmediato de provocar una condición al menos parcial de cortocircuito dentro del inversor, no siendo compensada dicha condición de cortocircuito por ninguna retroalimentación que actúe sobre el controlador.

Por lo tanto, cuando las señales de control moduladas de los elementos conmutadores, controladas por parejas por los dos controladores e individualmente dentro de cada pareja, están desfasadas, la corriente en el inversor aumenta inmediatamente y hace que el fusible de protección se rompa.

Adicionalmente, durante la condición transitoria del fallo, la energía (o tensión) que está siendo transferida al usuario disminuye considerablemente o se anula. Tal fallo resulta en una ausencia inmediata de la señal de salida y por lo tanto en la adopción inmediata de una condición operativa única y bien definida del generador. Este estado es detectado inmediata e inequívocamente por el equipo que está siendo alimentado por el generador, por lo tanto puede hacer que tal equipo asuma un estado restrictivo exclusivo o que interprete tal estado como un control para la transmisión de una señal de estado restrictivo a una unidad de control tal como un aparato Vital Computer localizado en una estación o una unidad de diagnóstico. Tal condición de sobretensión en el inversor y tal fallo del fusible se producen ya sea cuando la frecuencia de la señal de salida y las frecuencias de conmutación no son correctas o cuando la regla de modulación de las señales de control del elemento conmutador no es correcta. Obsérvese que, dado que las señales para controlar los elementos conmutadores individuales se generan individualmente, aunque en un grado diferente para las dos parejas controladas por los controladores totalmente independientes y los dos elementos conmutadores de cada pareja que se controlan por cada controlador, se producen variaciones en la frecuencia de modulación o en la regla de modulación de la señal de control para un elemento conmutador, independientemente de las señales de control para el resto de elementos conmutadores. En la práctica, los otros elementos conmutadores se controlan aún

apropiadamente, sin verse afectados por el comportamiento desviado del otro elemento conmutador. Esto significa que el control erróneo de un elemento conmutador no afecta al control de los demás elementos conmutadores, por lo que no pueden producirse mecanismos de compensación mutuos, sino que el inversor se fuerza necesariamente a una condición de aumento de corriente en el mismo, es decir a una condición de ruptura del fusible, que resulta en la anulación de la señal de salida.

Perfeccionamientos adicionales formarán el tema de las reivindicaciones dependientes.

Las características de la invención y las ventajas derivadas de las mismas se apreciarán más claramente a partir de la siguiente descripción de algunas realizaciones no limitantes, que están ilustradas en los dibujos adjuntos, en los que:

10 La Figura 1 es un diagrama de flujo general de un generador de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 muestra un detalle ampliado del inversor de puente y de los controladores que controlan los elementos conmutadores.

La Figura 3 muestra un detalle del convertor de CA/CC situado a la entrada del inversor.

15 La Figura 4 es un diagrama de flujo de un sistema ferroviario que utiliza el generador de las figuras anteriores para señales de detección de trenes en circuitos de vía en estación y en circuitos de vía en campo.

La Figura 5 es un diagrama de flujo del generador, más detallado que el de la Fig. 4.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un sistema de detección de trenes en un circuito de vía que utiliza el generador de las figuras anteriores.

20 La Figura 7 es un diagrama de flujo de un sistema generador de secuencias para vías localizado en una estación, que tiene un generador como el mostrado en una o más de las figuras precedentes.

25 Con referencia a las Figuras 1 a 3, un generador para una señal de alimentación que tiene una amplitud, frecuencia y modulación SPWM predeterminadas y características de seguridad comprende un inversor 2 en puente, con cuatro elementos conmutadores 102, 202, 302, 402. Los terminales de entrada del inversor están conectados a un suministro de corriente alterna a través de un convertor 3 de CA/CC. La tensión de salida del convertor 3 de CA/CC está monitorizado por un sensor 14 de una unidad de diagnóstico, que no es en modo alguno un elemento de retroalimentación del bucle de control del inversor. A la salida del inversor 2, la señal generada por el mismo es transportada a una unidad consumidora de energía a través de un filtro de paso bajo, que elimina los armónicos de alta frecuencia de la señal de salida modulada SPWM.

30 Tal como resulta aparente en la Figura 3, en la presente realización del generador el convertor de CA/CC consiste en un rectificador no controlado.

35 En la realización según se muestra en la Figura, la señal de salida es una señal sinusoidal de baja frecuencia y en particular, tiene una frecuencia de 83,3 Hz. Tal frecuencia no se selecciona al azar y tal como se muestra en las siguientes realizaciones, es una frecuencia optimizada para aplicaciones ferroviarias para las que el generador está especialmente diseñado. Para aplicaciones ferroviarias, el rango óptimo de frecuencia es de 30 Hz a 1 kHz aproximadamente, preferentemente de 50 a 83 Hz, aunque el circuito tal como se muestra y se describe en el presente documento no pretende estar limitado a dicho rango de frecuencia.

Con referencia a la Figura 2, el inversor incluye cuatro elementos conmutadores 102, 202, 302, 402, dispuestos en parejas en dos filas, que están controlados por dos controladores 4, 4' que son programables con una señal de control modulada de acuerdo con el protocolo de Modulación por Desplazamiento de Fase, PSK.

40 Como regla, cada controlador 4, 4' controla una pareja de elementos conmutadores 102, 202 y 302, 402 en una de las dos filas superpuestas. En el terminal de entrada de la fuente de alimentación para los elementos conmutadores se proporciona un fusible 5, que está configurado para un valor predeterminado de potencia admisible máxima dentro del inversor.

45 Los dos controladores 4, 4' son totalmente independientes entre sí y cada uno de los mismos está equipado con una unidad procesadora 104, 104', que está conectada a un generador de reloj dedicado 6, una memoria dedicada 204, 204' de programas y una memoria dedicada, preferentemente dos memorias 304, 404 y 204', 404' de datos separadas, que almacenan los datos requeridos para ejecutar el programa contenido en la memoria 204, 204'. Los dos grupos de datos se refieren a datos o parámetros para generar una señal de control modulada PSK separada para cada uno de los dos elementos conmutadores 102, 202 y 302, 402, respectivamente, de las dos parejas que están controladas independientemente por un correspondiente controlador 4, 4'. La generación independiente de las dos señales de control se muestra en las cajas negras 504, 604 y 504', 604' a la salida de los dos controladores 4, 4'.

Obviamente, el principio de controladores separados dado a conocer anteriormente con referencia a la Figura 2 también puede implementarse en la práctica de otra manera. En un modo que es más adecuado para aplicaciones ferroviarias, que es más estricto en términos de la implementación del proceso de conmutación y de los datos requeridos para el mismo, en vez de utilizar una unidad microprocesadora programable que incluya memorias de programas y memorias de datos, cada controlador consiste en una unidad electrónica para generar señales de control de acuerdo con un algoritmo predeterminado, que está implementado en el hardware de manera estricta y no modificable. Esto evita que se produzcan fallos originados por errores de lectura de las memorias 204, 204' de programa por parte del programa de control.

Los datos requeridos para ejecutar los algoritmos de control están en sí mismos implementados estrictamente en el hardware y específicamente mediante almacenaje en las denominadas EPROMs, que evitan la modificación de dichos datos una vez que han sido almacenados en las mismas.

Debe observarse que incluso la anterior realización más estricta proporciona una seguridad que está basada en la diversidad de la construcción del hardware, de los algoritmos de control y del área de datos.

En la Figura 2 los cuatro elementos conmutadores 102, 202, 302, 402 también están designados por las letras MH1, MH2 y ML1, ML2, que identifican su función de generación de señales sinusoidales de salida.

Preferente y ventajosamente, los programas y datos paramétricos que se utilizan para generar la señal de control modulada del elemento conmutador, así como ciertos componentes de hardware, están duplicados en los dos controladores, al tiempo que se tienen en cuenta las reglas de diversidad. Este procedimiento es conocido y se utiliza ampliamente en sistemas redundantes.

Adicionalmente, los dos controladores 4, 4', que deben estar sincronizados, están conectados mediante una línea 7 de sincronización optoaislada, que permite que los dos controladores estén totalmente aislados eléctricamente entre sí.

Gracias a las anteriores características de redundancia y a la independencia del proceso mediante el que se generan las señales para controlar los elementos conmutadores 102, 202, 302, 402 individuales, cada uno de los elementos conmutadores lleva a cabo sus funciones de manera totalmente independiente y ciega, con respecto a los demás elementos conmutadores, por lo que no puede producirse compensación alguna en el proceso de conmutación de los elementos conmutadores.

Desde un punto de vista lógico, la estructura del inversor para el generador de la presente invención es similar a una estructura redundante que tenga la función de un selector final, en la que, cuando no se logra una coincidencia funcional correcta de todos los elementos conmutadores, el selector hace que el inversor conmute a un estado funcional estable, generalmente restrictivo.

En particular, en la presente arquitectura de inversor, dado que los elementos conmutadores 102, 202, 302, 402 individuales son conmutados de manera totalmente independiente, cualquier variación en la frecuencia de conmutación, en la modulación de la señal de conmutación y en la fase de conmutación entre los elementos, provoca inmediatamente un fallo funcional, que resulta en una condición de cortocircuito dentro del inversor, rompiéndose por lo tanto el fusible. A continuación, el inversor se separa de la fuente de alimentación a la entrada y el generador no emite señal de salida, entrando así en un estado funcional estable e inequívocamente definido. Este tipo de respuesta del inversor a unas condiciones de control del elemento conmutador que no correspondan exactamente con unas condiciones correctas evita la generación de una señal de salida cuya frecuencia, modulación, o amplitud sean diferentes a las predeterminadas. De hecho, en estas condiciones, una señal de salida cuyos parámetros sean diferentes a sus correspondientes capacidades nominales, obviamente teniendo en cuenta las tolerancias admitidas, puede provocar, en especial en los dispositivos de sistemas ferroviarios, falsas señales o condiciones funcionales o de estado de dichos dispositivos que no sean estables o definidas inequívocamente o reconocibles por las lógicas de control del sistema ferroviario, provocando por lo tanto una situación potencialmente peligrosa para el tráfico ferroviario.

Al ser conmutado a una condición de ausencia total de señal de salida, el generador de la invención asume una condición operativa bien definida y estable y dicha condición operativa puede ser detectada e interpretada inequívocamente por los dispositivos a los que se suministra la señal de salida del generador y puede utilizarse para implementar procedimientos de seguridad para controlar el sistema ferroviario y llevarlo a una condición segura. Por lo tanto, por ejemplo, cuando se utiliza el generador de la presente invención para suministrar energía al generador de la señal codificada de bloqueo del circuito de vía, la falta de señal de salida del generador hace que la señal codificada de bloqueo esté ausente, por lo que el circuito de vía asume automáticamente la condición de vía ocupada.

La vía 4 muestra una primera realización del generador de esta invención para un sistema de estación ferroviaria y en particular para los así llamados circuitos de vía en estación.

5 En este caso, el generador de la presente invención, designado generalmente con el número 1, suministra energía a los circuitos de vía, para generar la señal codificada de bloqueo y a los relés de disco 20, 21, 22 correspondientes a dichos circuitos de vía 10, 11, 12. La señal utilizada tiene una capacidad nominal de potencia de 1 kVA y el generador tiene dos salidas sinusoidales de baja frecuencia, en particular a una frecuencia de 83,3 kHz. Las dos señales de salida, (suministro de energía) y (local), se obtienen gracias a un transformador de salida 13, tal como se muestra en el diagrama de flujo de la Fig. 5 que muestra, como la Fig. 1, el generador 1 en mayor detalle.

La Fig. 6 muestra el uso de un generador de la invención como generador de línea, es decir como un generador de la señal codificada de bloqueo asociada a los diversos circuitos de vía del segmento ferroviario.

10 El generador 1 suministra la señal sinusoidal de salida a 83,3 kHz a un circuito codificador estático 16 que modula la anterior señal mediante la superposición de una onda cuadrada. La señal codificada se envía al transmisor del circuito de vía 18 a través del transformador de vía 17. La señal se transmite a lo largo de la sección de vía y luego es interceptada por el receptor 19 que decodifica la señal de bloqueo y extrae y comprueba su código de modulación.

15 Finalmente, la Fig. 7 muestra el uso de un generador de la invención en un sistema de secuenciación de vías. En este caso, gracias al transformador 23 situado en la estación, el generador suministra energía a un número de codificadores estáticos 24, cada uno de los cuales codifica la señal de suministro de energía de manera diferente.

En los ejemplos de la Figura 6 y 7, el generador es tal como se muestra en la Figura 1.

El amplio uso del generador de la presente invención en diversos tipos de sistemas ferroviarios se debe a la particular modulación de la señal de salida del generador, es decir la SPWM.

20 Además, la descripción anterior muestra claramente las ventajas de la generación a prueba de fallos de la señal de salida, con respecto a la amplitud, frecuencia y modulación de la señal, no siendo esta última necesariamente una modulación PSK. Las características de seguridad vienen dadas por la arquitectura particular del inversor, que se seleccionó especialmente como un inversor de bucle abierto y sin que se admita ninguna influencia mutua entre los procesos de conmutación de los elementos conmutadores individuales, para asegurar que de ninguna manera
25 pueda ser compensada cualquier variación de la frecuencia o modulación de las señales que controlan los elementos conmutadores y que el inversor pueda ser desconectado de manera segura. Esto fuerza al generador a adoptar una condición estable de salida nula y permite que los dispositivos que están siendo alimentados eléctricamente por el generador detecten únicamente la condición de falta de señal de salida del generador e implementen procedimientos de emergencia, tales como la transmisión de controles para llevar a las unidades
30 consumidoras de energía a una condición más restrictiva del tráfico ferroviario.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un generador eléctrico de alta seguridad, en particular para sistemas ferroviarios, que comprende un inversor en puente, que tiene dos parejas de elementos conmutadores (102, 202, 302, 402) controlables, dispuestos en dos filas superpuestas y que forman dos ramas conmutadoras de elementos conmutadores conectados en serie, un suministro de tensión conectado a los terminales de entrada (3) del inversor (2) y una unidad consumidora de energía conectada a los terminales de salida del inversor, un medio controlador que comprende dos controladores (4, 4') que generan señales sinusoidales moduladas PWM para controlar los elementos conmutadores (102, 202, 302, 402), de manera que las señales de control (504, 504') para los elementos conmutadores de la primera rama conmutadora, así como las señales de control (604, 604') para los elementos conmutadores de la segunda rama conmutadora, estén en contrafase respectivamente, un fusible protector (7) en los terminales de entrada para interrumpir la alimentación cuando los elementos conmutadores sufran un cortocircuito, caracterizado porque uno de los dos controladores (4) controla los dos elementos conmutadores (102, 202) dispuestos en una de las dos filas y el otro (4') de los dos controladores controla los dos elementos conmutadores (302, 402) de la otra fila, siendo los dos controladores (4, 4') completamente independientes entre sí funcional y eléctricamente, al tiempo que se proporciona una conexión optoelectrónica de sincronización (7) entre los dos controladores (4, 4').
2. Un generador según la reivindicación 1, caracterizado porque cada controlador (4, 4') consiste en una unidad microprocesadora programable (104, 104'), tiene su propio software (204, 204'), su propia área de datos de control (504, 604, 504', 604'), su propio reloj (6) y su propia fuente de alimentación y genera la señal modulada para controlar los elementos conmutadores individuales ejecutando el programa dedicado (204, 204') almacenado en un área de memoria.
3. Un generador según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el programa (204, 204') para generar la señal modulada para controlar los elementos conmutadores (102, 202, 302, 402) y las áreas (304, 404, 304', 404') de datos de control de los dos controladores (4, 4') son diferentes entre sí, de acuerdo con reglas de seguridad basadas en la diversidad, es decir, en términos del tipo y código del programa y/o el tipo y código de los datos de control (504, 604, 504', 604') y en el que los dos controladores (4, 4') generan independientemente las señales moduladas de control.
4. Un generador según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada controlador está formado por una unidad electrónica en la que el proceso de conmutación o algoritmo de control está estrictamente implementado mediante la construcción del hardware, comunicando dicha unidad con una memoria de datos EPROM, que está programada para evitar que los datos requeridos para las funciones del controlador sean cambiados y/o sustituidos.
5. Un generador según la reivindicación 4, caracterizado porque el proceso o algoritmo para generar la señal modulada para controlar los elementos conmutadores (102, 202, 302, 402) para los dos controladores (4, 4') está implementado en la lógica del hardware, de acuerdo con reglas de diversidad y porque las áreas de datos de control (304, 404, 304', 404') también son diferentes entre sí, de acuerdo con las reglas de seguridad basadas en la diversidad, es decir en términos del tipo y código del proceso y/o del tipo y codificación de los datos de control (504, 604, 504', 604') y de la generación de los mismos, generando los dos controladores (4, 4') las señales moduladas de control de conmutador de manera independiente.
6. Un generador según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada controlador (4, 4') controla cada uno de los dos elementos conmutadores (102, 202, 302, 403) de la pareja asociada de elementos conmutadores mediante una señal (304) que es generada independientemente de la señal de control (404) para el otro elemento conmutador.
7. Un generador según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las señales para controlar los elementos conmutadores (102, 202, 302, 402) son señales Sinusoidales con Modulación en Anchura de Pulso (SPWM), unipolares.
8. Un generador según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la frecuencia de conmutación se selecciona adecuadamente para que sea superior a la frecuencia de salida.
9. Un generador según la reivindicación 8, caracterizado porque la frecuencia de conmutación seleccionada es tal como para generar una señal sinusoidal de salida que tenga una frecuencia de 30 Hz a 1kHz, en particular de 50 a 83 Hz.
10. Un generador según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el fusible tiene un umbral de ruptura predeterminado en el circuito en puente del inversor.

11. Un generador según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se utiliza para generar la señal para suministrar energía a unidades de un sistema ferroviario en particular unidades de señalización.

5 12. Un generador según la reivindicación 11, caracterizado porque se utiliza en combinación con un codificador estático para generar una señal codificada de bloqueo en circuitos de vía de estación o en secciones de vías ferroviarias.

13. Un generador según la reivindicación 11, caracterizado porque se utiliza en combinación con circuitos de vía con relé de disco.

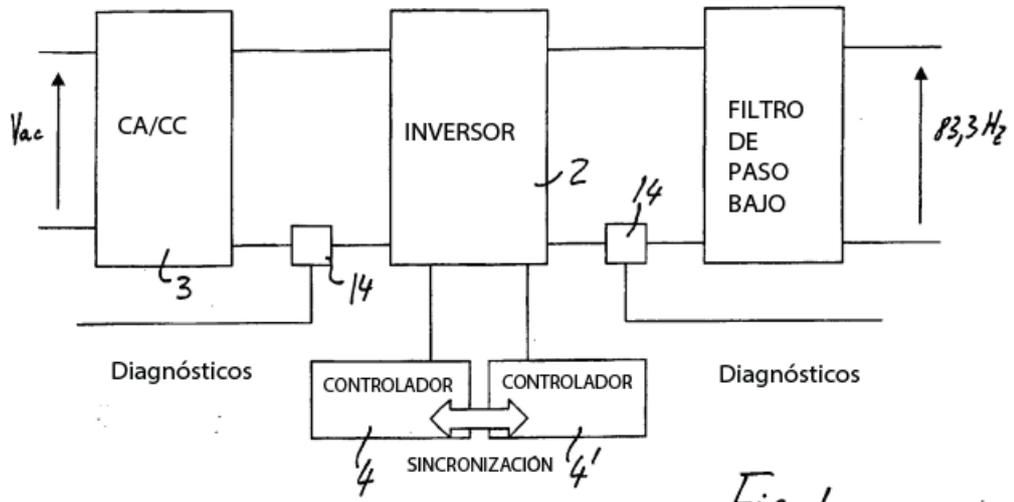


Fig. 1

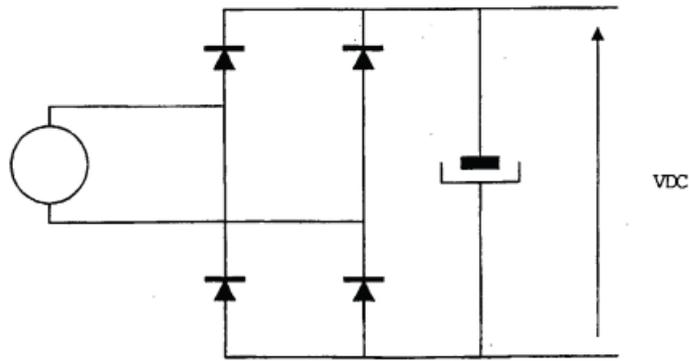


Fig. 3

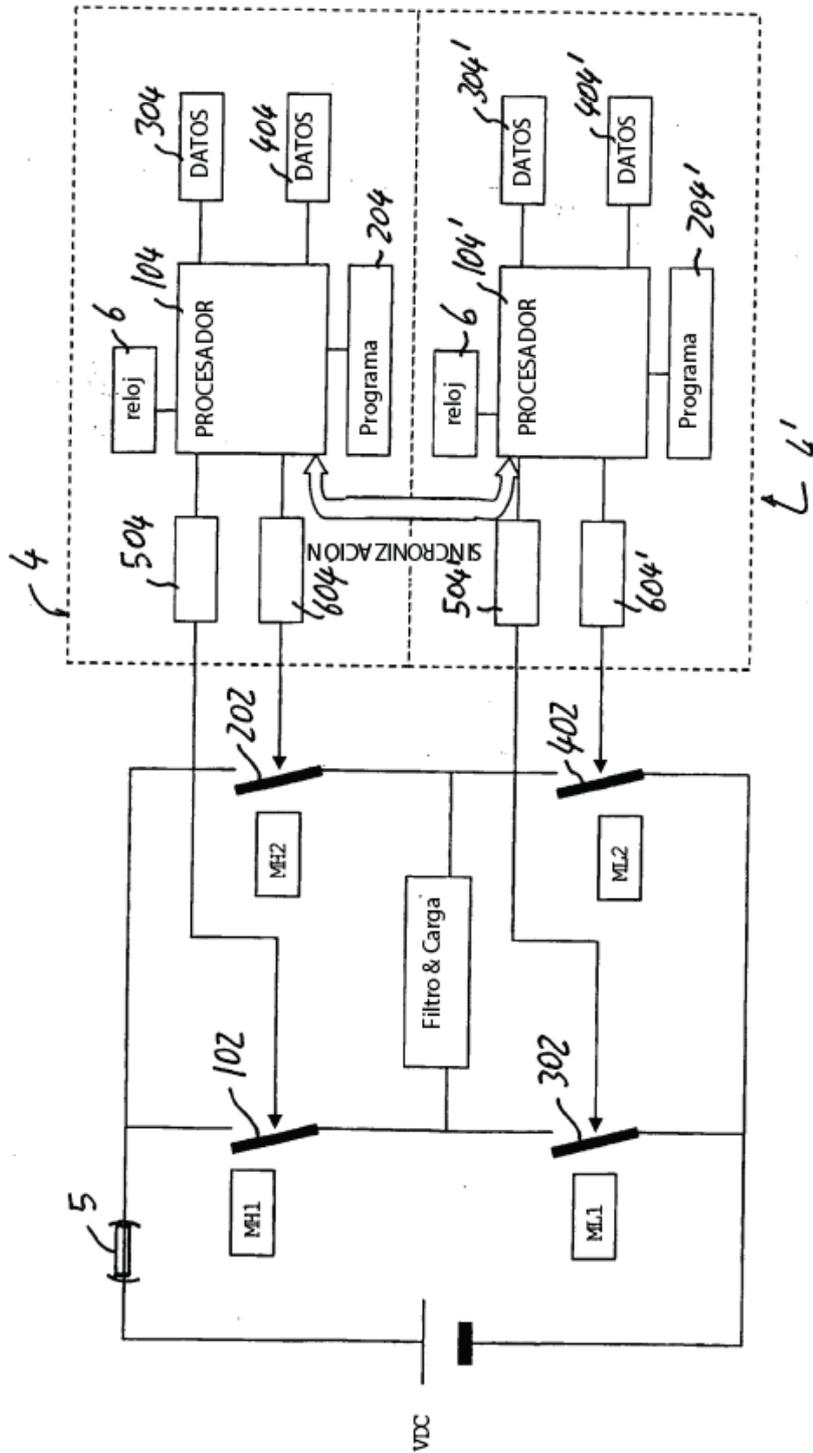


Fig. 2

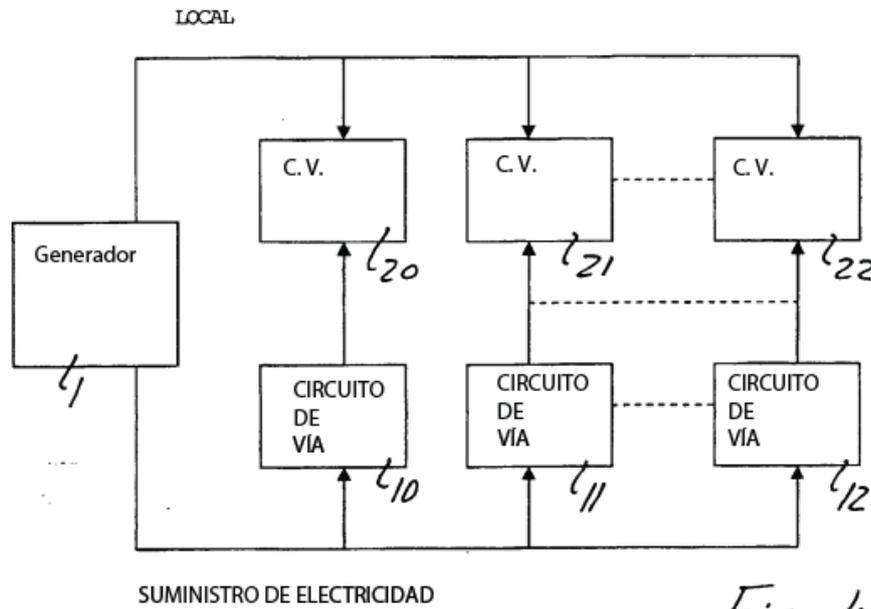


Fig. 4

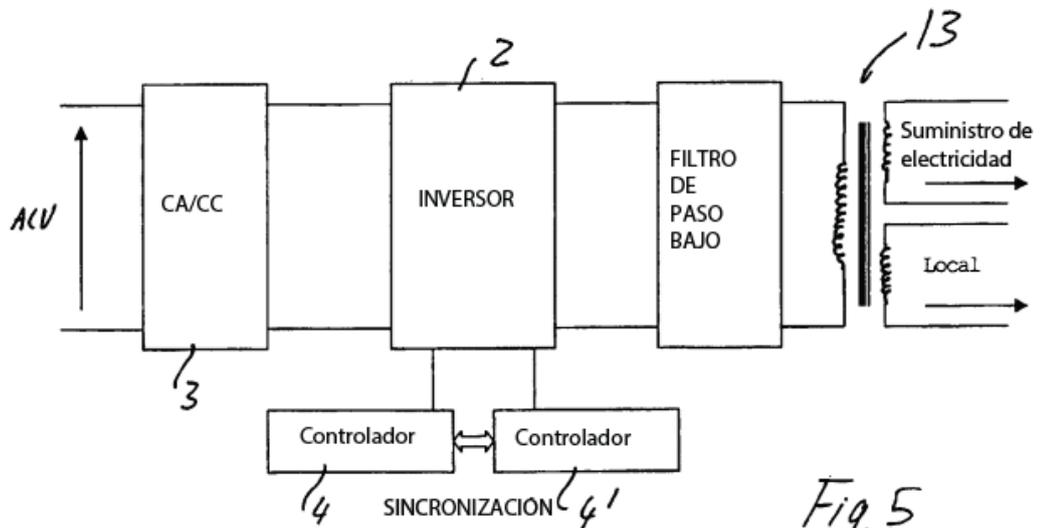


Fig. 5

