

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 484**

51 Int. Cl.:

G01N 29/04 (2006.01)
G01H 17/00 (2006.01)
G06F 17/10 (2006.01)
G06Q 50/04 (2012.01)
H01M 10/48 (2006.01)
G01H 15/00 (2006.01)
G01H 13/00 (2006.01)
G06Q 10/0639 (2013.01)
H01M 10/0525 (2010.01)
G01N 29/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2020 PCT/KR2020/010190**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2021 WO21029583**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2020 E 20851856 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024 EP 3961204**

54 Título: **Método de diagnóstico cuantitativo para calidad de equipos de fabricación**

30 Prioridad:

09.08.2019 KR 20190097050

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

01.10.2024

73 Titular/es:

**LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR**

72 Inventor/es:

**LIM, SEUNG HYUN;
SUNG, KI EUN;
SUL, DONG HEE y
KIM, HYUN TAE**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 980 484 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

Método de diagnóstico cuantitativo para calidad de equipos de fabricación

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un método de cuantificación y diagnóstico de la calidad de una instalación de fabricación. Esta solicitud reivindica el beneficio de la prioridad basada en la solicitud de patente coreana n.º 10-2019-0097050, presentada el 9 de agosto de 2019.

10

Estado de la técnica

15

Recientemente, las baterías secundarias capaces de cargarse y descargarse se han utilizado ampliamente como fuentes de energía de dispositivos móviles inalámbricos. Además, la batería secundaria ha atraído la atención como fuente de energía de un vehículo eléctrico (VE), un vehículo eléctrico híbrido (VEH), etc., que se proponen como solución para la contaminación atmosférica de los actuales vehículos de gasolina y vehículos diésel que utilizan combustibles fósiles.

20

Por lo tanto, los tipos de aplicaciones que utilizan la batería secundaria están actualmente muy diversificados debido a las ventajas de la batería secundaria, y se espera que la batería secundaria se aplique a muchos campos y productos en el futuro.

25

En los dispositivos móviles pequeños, se utiliza un pequeño número de células de batería por dispositivo, mientras que en los dispositivos de tamaño medio-grande, como los automóviles, debido a la necesidad de alta potencia y gran capacidad, se utiliza un módulo de batería de tamaño medio-grande conectado eléctricamente a una pluralidad de células de batería.

30

Por otro lado, si la tasa de defectos aumenta como resultado de la inspección de calidad de la batería secundaria fabricada, es necesario diagnosticar y complementar las instalaciones de fabricación mencionadas. Sin embargo, los equipos de fabricación de baterías secundarias incluyen diversos factores de producción. Por lo tanto, para identificar los factores de producción que causan defectos en el producto, se requiere un diagnóstico global de toda la instalación de fabricación. Esto provoca una disminución de la eficacia del proceso de fabricación de la batería secundaria.

35

Se conocen documentos conocidos en la técnica, como el documento KR20160082716 publicado el 11-07-2016 "Method and apparatus of machine diagnosis using sound signal" que divulga un aparato de diagnóstico para diagnosticar un estado de un dispositivo de una máquina que comprende: una unidad de determinación que acumula señales de sonido, que se reciben durante una pluralidad de unidades de tiempo de medición, como datos de determinación, y calcula al menos una entre: una primera puntuación calculada comparando los valores de energía para frecuencias de las señales acústicas acumuladas con los de una señal de referencia; una segunda puntuación calculada comparando un valor de energía total de las señales acústicas acumuladas con el de la señal de referencia; y una tercera puntuación calculada basándose en la información de picos de las señales acústicas acumuladas; y una unidad de salida de estado que emite un estado del dispositivo de máquina basándose en al menos una entre la primera puntuación, la segunda puntuación y la tercera puntuación calculadas en la unidad de determinación.

40

45

50

55

El documento JP2006113002 publicado el 27-04-2006 "Anomaly diagnosis system for mechanical equipment" que divulga un sistema de diagnóstico de anomalías para ejecutar el diagnóstico de anomalías con alta precisión, sin detectar erróneamente señales de ruido como señales de anomalías, incluso bajo la condición de que la relación S/N entre las señales de anomalías y las señales de ruido sea pequeña. Este sistema de diagnóstico de anomalías para equipos mecánicos está equipado con una sección 3 de procesamiento de envolvente para encontrar una envolvente de las señales detectadas; una sección 4 FFT para convertir la envolvente en un espectro de frecuencias; una sección 5 de detección de picos para suavizar el espectro de frecuencias tomando sus medias móviles, además, suavizando la diferenciación del espectro, para detectar puntos de frecuencia donde el signo de un coeficiente diferencial cambia de positivo a negativo como picos, extrayendo picos mayores que el umbral prescrito, y clasificándolos para detectar aquellos en rangos más altos como picos; y una parte T de diagnóstico para llevar a cabo el diagnóstico de anomalías, basado en los picos detectados.

60

65

El documento KR20140075983 publicado el 20-06-2014 que divulga un método y un aparato para diagnosticar un fallo de un apilamiento de células de combustible El método para diagnosticar un fallo de un apilamiento de células de combustible comprende las siguientes etapas: suministrar una corriente de conducción que tiene una primera frecuencia óptima de una primera área de frecuencia para diagnosticar una disminución de la tensión de célula y una segunda frecuencia óptima de una segunda área de frecuencia para diagnosticar una causa de la disminución de la tensión de célula a una pila de células de combustible; calcular una tasa de distorsión basada en una tensión de la pila de células de combustible según la corriente de conducción de la primera frecuencia óptima; diagnosticar la disminución de la tensión de célula basándose en la tasa de distorsión calculada; calcular la impedancia basándose

en la tensión y la corriente de la célula de combustible según la corriente de conducción de la segunda frecuencia óptima; y diagnosticar la causa de la disminución de la tensión de célula basándose en la impedancia calculada.

Objeto de la invención

Problema técnico

Un objeto de la presente invención es resolver los problemas de la técnica anterior anteriormente mencionados y los problemas técnicos requeridos en el pasado. Un objeto de la presente invención es un método para cuantificar y diagnosticar la calidad de una instalación de fabricación que tiene una pluralidad de factores de producción.

Solución técnica

Para lograr el objeto anterior, un método para diagnosticar una calidad de una instalación de fabricación según la presente invención incluye:

una etapa de obtención de valores de inspección continuos para un producto objetivo;

obtener continuamente valores de inspección para un producto objetivo;

obtener un pico de conversión por frecuencia que indica un grado de expresión por ciclo de producción separando los valores de inspección para cada banda de frecuencia;

asegurar una frecuencia natural para cada factor de producción expresada por ciclo de producción para cada factor de producción; y

diagnosticar una calidad de cada factor de producción comparando la frecuencia natural de cada factor de producción y un pico de conversión por frecuencia.

En un ejemplo, en el método para diagnosticar una calidad de una instalación de fabricación según la presente invención, la obtención continuada de los valores de inspección para el producto objetivo incluye inspeccionar un factor específico del producto objetivo y adquirir continuamente los valores de inspección comparando los resultados de inspección basados en un valor de referencia.

Específicamente, la obtención continua de los valores de inspección para el producto objetivo incluye inspeccionar un factor específico del producto objetivo,

en el que si un resultado de inspección supera un valor de referencia, el factor específico se cuantifica como un número positivo, y

en el que si el resultado de la inspección es inferior al valor de referencia, el factor específico se cuantifica como un número negativo, y

la obtención continua de los valores de inspección del producto objetivo obtiene continuamente números cuantificados.

Por ejemplo, en la obtención continua de los valores de inspección para el producto objetivo, el producto objetivo es un dispositivo electroquímico. En la presente invención, el dispositivo electroquímico incluye no sólo una célula unitaria, como una batería o un condensador, sino también un módulo de batería o un paquete de batería. Específicamente, el dispositivo electroquímico es una batería secundaria, por ejemplo, una batería secundaria de litio.

En un ejemplo de la presente invención, la derivación del pico de conversión por frecuencia que indica el grado de expresión por ciclo de producción mediante la separación de los valores de inspección obtenidos continuamente para cada banda de frecuencia se realiza mediante una transformada rápida de Fourier (FFT).

En un ejemplo, el aseguramiento de la frecuencia natural para cada factor de producción expresado por ciclo de producción para cada factor de producción incluye la derivación de cada factor de producción que afecta a una producción del producto objetivo, y el aseguramiento de la frecuencia natural basándose en un número de expresiones por ciclo de producción para cada factor de producción.

En concreto, el número de expresiones por ciclo de producción para cada factor de producción es el resultado de extraer una frecuencia con la que un valor de inspección para un factor específico del producto objetivo se desvía de un valor estándar debido a una influencia de cada factor de producción.

Además, cada factor de producción es un factor de equipo que interviene en la producción del producto objetivo. Por ejemplo, el factor de equipo es un factor de equipo de fabricación de dispositivos electroquímicos.

5 En un ejemplo, el diagnóstico de la calidad de cada factor de producción incluye la selección del factor de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que el pico de conversión es alto como objeto de mejora de la calidad mediante la comparación de cada pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural para cada factor de producción preestablecido.

10 En otro ejemplo, comparando cada pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural para cada factor de producción preestablecido, el factor de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que un pico de conversión es superior a un valor específico se selecciona como objeto de mejora de la calidad, y un factor de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que el pico de conversión es inferior a un valor específico se excluye del objeto de mejora de la calidad.

15 En otro ejemplo, tras el diagnóstico de la calidad de cada factor de producción mediante la comparación de la frecuencia natural de cada factor de producción y el pico de conversión por frecuencia, comprende además

complementar o sustituir los factores de producción seleccionados como objeto de mejora de la calidad.

20 **Efectos ventajosos**

El método de cuantificación y diagnóstico de la calidad de una instalación de fabricación según la presente invención puede cuantificar la calidad de instalaciones de fabricación que tienen una pluralidad de factores de producción y diagnosticarlos a la vez.

25 **Descripción de las figuras**

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra esquemáticamente un método de cuantificación y diagnóstico de la calidad de una instalación de fabricación según una realización de la presente invención.

30 La figura 2 es un gráfico que muestra los resultados de la obtención continuada de valores de inspección para un producto objetivo.

35 La figura 3 es un gráfico que muestra el resultado de derivar un pico de conversión por frecuencia que indica el grado de expresión por ciclo de producción separando los valores de inspección obtenidos continuamente para cada banda de frecuencia.

40 La figura 4 es un gráfico que muestra el resultado de comparar la frecuencia natural de cada factor de producción y el pico de conversión por frecuencia.

Descripción detallada de la invención

45 En lo sucesivo, la presente invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos. Los términos y palabras utilizados en la presente memoria descriptiva y reivindicaciones no deben interpretarse como limitados a términos ordinarios o de diccionario y el inventor puede definir adecuadamente el concepto de los términos para describir mejor su invención. Los términos y palabras deben interpretarse con un significado y concepto coherentes con la idea técnica de la presente invención.

50 La presente invención se refiere a un método de diagnóstico de la calidad de una instalación de fabricación, y el método incluye:

una etapa de obtención de valores de inspección continuos para un producto objetivo;

55 una etapa de derivación de un pico de conversión por frecuencia que indica un grado de expresión por ciclo de producción separando continuamente los valores de inspección obtenidos para cada banda de frecuencias;

una etapa asegurar la frecuencia natural para cada factor de producción expresada por ciclo de producción para cada factor de producción; y

60 una etapa de diagnóstico de la calidad de cada factor de producción comparando la frecuencia natural de cada producción y el pico de conversión por frecuencia.

65 En cada una de las etapas anteriores, la etapa de asegurar la frecuencia natural expresada por ciclo de producción para cada factor de producción puede realizarse por separado, independientemente de antes o después de realizar otras etapas. Por ejemplo, en la etapa de asegurar una frecuencia natural expresada por ciclo de producción para

cada factor de producción, la frecuencia natural expresada por ciclo de producción para cada factor de producción puede asegurarse por adelantado antes de realizar el método de diagnóstico según la presente invención.

En un ejemplo, en el método para diagnosticar una calidad de una instalación de fabricación según la presente invención, la etapa de obtener los valores de inspección continuos para el producto objetivo incluye inspeccionar un factor específico del producto objetivo y adquirir continuamente los valores de inspección comparando los resultados de inspección basados en un valor de referencia. En la presente invención, se adquiere continuamente un valor de inspección para un producto objetivo. Esto significa que la inspección de calidad del producto objetivo se realiza continuamente en la mitad o al final de la línea de producción. Por ejemplo, la forma, el tamaño o las propiedades físicas del producto objetivo se inspeccionan continuamente, y esto se construye como datos. En la presente invención, la adquisición continua del valor de inspección incluye la realización de una inspección completa en un producto objetivo o la realización de una prueba de muestra a intervalos regulares, pero significa que el proceso se realiza a intervalos regulares.

Específicamente, en la etapa de adquisición de valores de inspección continuos para el producto objetivo, se inspecciona un elemento específico del producto objetivo. Si el resultado de la inspección supera el valor de referencia, se cuantifica como un número positivo (+), y si el resultado de la inspección es inferior al valor de referencia, se cuantifica como un número negativo (-), y los valores cuantificados se adquieren y ejecutan continuamente. El método de obtención del valor de inspección para el producto objetivo no está particularmente limitado siempre que el resultado pueda obtenerse como un gráfico cuantificado. A modo de ejemplo, se obtiene un valor de inspección para un factor específico de un producto objetivo, por ejemplo, un grosor o un valor de propiedad de un área específica.

En este caso, se establece de antemano un valor de referencia que puede identificarse como producto normal, y se añade un signo (+) o (-) al valor delta del valor de referencia y el valor de inspección del producto objetivo para su cuantificación.

En la etapa de adquisición de valores de inspección continuos para el producto objetivo, el producto objetivo es un dispositivo electroquímico. En la presente invención, el dispositivo electroquímico incluye no sólo una célula unitaria, como una batería o un condensador, sino también un módulo de batería o un paquete de batería. Específicamente, el dispositivo electroquímico es una batería secundaria, por ejemplo, una batería secundaria de litio. En un ejemplo, una instalación de fabricación sujeta a la presente invención es una instalación para fabricar una célula unitaria de batería secundaria o un módulo de batería secundaria. En este momento, los valores de inspección para el producto objetivo incluyen, por ejemplo, especificaciones del tamaño de la batería, estabilidad a baja o alta temperatura, capacidad de carga/descarga o características del ciclo de carga/descarga.

En un ejemplo, la etapa de derivar el pico de conversión por frecuencia que indica el grado de expresión por ciclo de producción separando los valores de inspección obtenidos continuamente para cada banda de frecuencia se realiza mediante una transformada rápida de Fourier (FFT). En la presente invención, siempre que sea posible la separación a partir de un gráfico que represente valores de inspección adquiridos continuamente, la técnica de conversión puede aplicarse de diversas maneras. Por ejemplo, la transformada rápida de Fourier (FFT) es un algoritmo que calcula la transformada discreta de Fourier (DFT) o la inversa (IDFT) de una secuencia. El análisis de Fourier transforma una señal desde su dominio original (a menudo el tiempo o el espacio) a una representación del dominio de la frecuencia, y viceversa. La transformada discreta de Fourier (DFT) se obtiene descomponiendo una serie de valores en componentes de distintas frecuencias.

A continuación se ofrece una descripción esquemática de la transformada rápida de Fourier. Sin embargo, la siguiente descripción es sólo para una comprensión general de la transformada rápida de Fourier, y la presente invención no se limita a la misma. Además, la transformada rápida de Fourier puede explicarse a través de varios documentos, y la presente invención incluye todos ellos.

La transformada rápida de Fourier es un algoritmo que calcula un valor aproximado de una función, y está diseñado para reducir el número de operaciones al calcular una transformada discreta de Fourier utilizando una fórmula de aproximación basada en la transformada de Fourier.

La transformada rápida de Fourier se dio a conocer por J.W. Cooley y J.W. Turkey a mediados de los años 60, y ha sido descubierta y utilizada de forma independiente por varias personas desde unos 20 años antes.

Por ejemplo, cuando h^m ($0 \leq m \leq N-1$) es un conjunto de números complejos, la transformada discreta de Fourier de la secuencia $\{h^m\}$ es la siguiente.

[Fórmula 1]

$$H_n = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} h_m \exp(-2\pi i m n / N)$$

$$(0 \leq n \leq N-1)$$

De la misma manera que en la transformada continua de Fourier, la transformada inversa puede obtenerse para la transformada discreta de la siguiente manera.

5

[Fórmula 2]

$$h_n = \sum_{m=0}^{N-1} H_m \exp(2\pi i n m / N)$$

$$(0 \leq n \leq N-1)$$

10 h^n se denomina coeficiente de la transformada inversa de Fourier. El algoritmo de la transformada rápida de Fourier se basa en el hecho de que el cálculo de la fórmula 1 puede realizarse dividiendo las etapas mediante la descomposición directa del producto.

15 Cuando $N=N^1N^2$ y N^1 y N^2 son números primos relativos, se toma como ejemplo un coeficiente de transformada de Fourier bidimensional de la siguiente manera.

$$H_{n_1, n_2} = [1/N_1 N_2]$$

$$\times \sum_{m_1=0}^{N_1-1} \sum_{m_2=0}^{N_2-1} \exp(-2\pi i (n_1 m_1 / N_1 + n_2 m_2 / N_2)) h_{m_1, m_2}$$

20 Si se utiliza una multiplicación compleja y una suma compleja como una operación básica, cuando se utiliza el método de Homer, se requiere N^2 , es decir, la operación de $(N_1 N_2)^2$, pero cuando se utiliza el método de descomposición del producto directo, H_{n_1, n_2} se puede calcular mediante la operación de $N_1 N_2 (N_1 + N_2)$. Dado que la matriz correspondiente a la transformación anterior es un producto directo de las matrices $N_1 \times N_1$ y $N_2 \times N_2$, el cálculo se realiza dividiéndolo en las dos etapas siguientes.

25 Como primera etapa, para $0 \leq m_1 \leq N_1-1$ y $0 \leq n_2 \leq N_2-1$,

[Fórmula 3]

$$\xi_{m_1, n_2} = \frac{1}{N_2} \sum_{m_2=0}^{N_2-1} h_{m_2} \exp(-2\pi i n_2 m_2 / N_2) h_{m_1, m_2}$$

30

se calcula, y

Entonces, para $0 \leq n_1 \leq N_1-1$ y $0 \leq n_2 \leq N_2-1$,

[Fórmula 4]

$$H_{n1,n2} = \frac{1}{N_1} \sum_{m_1=0}^{N_1-1} \exp(-2\pi i m_1 m_2 / N_1) \xi_{m_1, m_2}$$

5

se calcula.

En un ejemplo, la etapa de asegurar la frecuencia natural para cada factor de producción expresado por ciclo de producción para cada factor de producción incluye derivar factores de producción que afectan a la producción del producto objetivo, y asegurar una frecuencia natural basada en el número de expresiones por ciclo de producción para cada factor de producción derivado. Específicamente, el número de expresiones por ciclo de producción para cada factor de producción es el resultado de extraer una frecuencia en la que un valor de inspección para un factor específico del producto objetivo se desvía de un valor estándar debido a una influencia de cada factor de producción. Además, el factor de producción es un factor de equipo implicado en la producción del producto objetivo. Por ejemplo, el factor de equipo es un factor de equipo de fabricación de dispositivos electroquímicos. En una instalación de fabricación de una célula unitaria de una batería secundaria de litio, por ejemplo, una unidad de suministro de materias primas, varios rodillos, cintas transportadoras, etc. son factores de producción respectivos, y éstos influyen en la producción del producto objetivo. Algunos de estos factores de producción provocan defectos en determinadas partes del producto con ciclos frecuentes y cortos, dentro de un período de repetición determinado. Otro factor de producción causa defectos en ciertas partes del producto con relativamente pocas veces y ciclos largos. En la etapa de obtención de la frecuencia natural según la presente invención, se obtiene la frecuencia natural expresada por ciclo de producción para cada uno de los diversos factores de producción, incluidos los factores de producción descritos anteriormente.

En un ejemplo, la etapa de diagnosticar la calidad de cada factor de producción comparando la frecuencia natural de cada factor de producción y el pico de conversión por frecuencia incluye seleccionar un factor de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que el pico de conversión es alto como objeto de mejora de la calidad mediante la comparación de cada pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural para cada factor de producción preestablecido. En otro ejemplo, comparando cada pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural para cada factor de producción preestablecido, un factor de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que el pico de conversión es superior a un valor específico se selecciona como objeto de mejora de la calidad, y un factor de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que el pico de conversión es inferior a un valor específico se excluye del objeto de mejora de la calidad. Además, en la presente invención, después de la etapa de diagnosticar la calidad de cada factor de producción comparando la frecuencia natural de cada factor de producción y el pico de conversión por frecuencia, el método incluye además una etapa de complementar o sustituir los factores de producción seleccionados como sujetos de mejora de la calidad.

En lo sucesivo, la presente invención se describirá con más detalle a través de dibujos y similares, pero esto es sólo un ejemplo específico de la presente invención, y el alcance de la presente invención no se limita a lo anterior.

La figura 1 es un diagrama que muestra esquemáticamente un método de diagnóstico de cuantificación de la calidad de una instalación de fabricación según la presente invención. La figura 2 es un gráfico que muestra los resultados de la obtención de valores de inspección continua para un producto objetivo. La figura 3 es un gráfico que muestra el resultado de derivar un pico de conversión por frecuencia que indica el grado de expresión por ciclo de producción separando los valores de inspección obtenidos continuamente para cada banda de frecuencia. Además, la figura 4 es un gráfico que muestra un resultado de comparar la frecuencia natural de cada factor de producción y el pico de conversión por frecuencia.

En la figura 1, primero se realiza una inspección del producto. La inspección de producto es un proceso de obtención continua de valores de inspección de producto para un producto objetivo. Por ejemplo, cuando se fabrica una célula unitaria de una batería secundaria, se inspecciona un factor específico de un producto objetivo, y se obtiene continuamente un valor de inspección comparando el valor del resultado de la inspección con el valor de referencia. En este caso, el factor específico del producto objetivo puede seleccionarse a partir de elementos de evaluación de la calidad del producto, y puede considerarse un factor cualquiera o una pluralidad de factores en combinación. Refiriéndose a la figura 2, un factor específico de un producto objetivo es continuamente inspeccionado y se muestra un valor de inspección del producto derivado del mismo.

A continuación, se realiza un análisis de frecuencia de los resultados de la inspección del producto obtenidos. En este caso, los valores de inspección obtenidos sucesivamente se separan para cada banda de frecuencia utilizando

una transformada rápida de Fourier o similares, y de ellos se deriva un pico de conversión por frecuencia que representa el grado de expresión por ciclo de producción. Refiriéndose a la figura 1, los valores de prueba derivados en el proceso de inspección del producto se separan para cada banda de frecuencia (véanse las ondas 1 a 3). A continuación, se obtiene del gráfico un pico de conversión por frecuencia que representa el grado de expresión por ciclo de producción separado por banda de frecuencia. La figura 3 es el resultado de derivar un pico de conversión por frecuencia que indica el grado de expresión por ciclo de producción tras separar los valores de inspección del producto derivados en la figura 2 para cada banda de frecuencia mediante una transformada rápida de Fourier.

A continuación, pasa por un proceso de ajuste con la frecuencia natural de cada unidad. Se trata de una etapa de diagnóstico de la calidad de cada factor de producción mediante la comparación de la frecuencia natural de cada factor de producción y el pico de conversión por frecuencia. En este caso, el factor de producción de la frecuencia natural correspondiente a la frecuencia en la que el pico de conversión aparece alto se selecciona como objetivo de mejora de la calidad, en comparación con el pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural de cada elemento de producción.

Refiriéndose a la figura 4, puede confirmarse el resultado de comparar la frecuencia natural por factor de producción y el pico de conversión por frecuencia. En una instalación de producción que fabrica una célula unitaria de una batería secundaria, las frecuencias naturales de los factores de producción respectivos expresadas por ciclo de producción para cada factor de producción se aseguraron de antemano. En este caso, algunos ejemplos de factores de producción incluyen la unidad de alimentación, el rodillo loco del electrodo negativo, la cinta C/V de alimentación del electrodo negativo, la cinta C/V de alimentación del electrodo positivo, la cinta C/V de fusión y la cinta C/V de alineación. Y, se compara con el pico de conversión por frecuencia, que representa el grado de expresión por ciclo de producción.

Refiriéndose a los resultados de la figura 4, en el caso de la cinta C/V de alimentación del electrodo positivo (cinta C / V de alimentación del cátodo), la frecuencia natural expresada por ciclo de producción fue de aproximadamente 7,91, y el grado de expresión fue el más elevado. Por el contrario, en el caso de la unidad de alimentación, se confirmó que la frecuencia natural expresada por ciclo de producción era de aproximadamente 2, y el grado de expresión era muy bajo. Por lo tanto, en la instalación de la figura 4, la cinta C/V de suministro de electrodos positivos es objeto de suplemento prioritario, y la unidad de suministro de materias primas es objeto de suplemento posterior. Se toman medidas de seguimiento para complementar o sustituir los factores de producción seleccionados para la mejora de la calidad.

REIVINDICACIONES

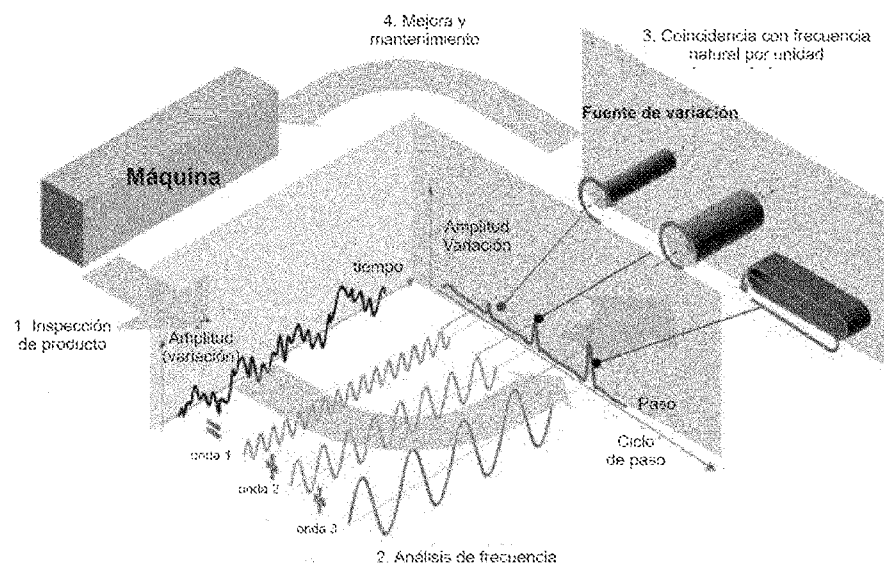
1. Un método para diagnosticar una calidad de una instalación de fabricación con una pluralidad de elementos de producción, comprendiendo el método:
 - 5 obtención continua de valores de inspección para un producto objetivo producido por la instalación de fabricación;
 - derivación de un pico de conversión por frecuencia que indica un grado de expresión por ciclo de producción separando los valores de inspección para cada banda de frecuencia;
 - 10 asegurar una frecuencia natural para cada elemento de producción expresada por ciclo de producción para cada elemento de producción; y
 - 15 diagnosticar una calidad de cada elemento de producción comparando la frecuencia natural de cada elemento de producción y un pico de conversión por frecuencia,
 - en el que cada elemento de producción es un elemento de equipo que interviene en la producción del producto objetivo;
 - 20 en el que el elemento de equipo es un elemento de equipo de fabricación de dispositivos electroquímicos;
 - en el que la obtención continua de los valores de inspección para el producto objetivo incluye la inspección de un determinado elemento del producto objetivo y adquirir continuamente los valores de inspección comparando los resultados de inspección en base a un valor de referencia;
 - 25 Solicitud auxiliar
 - en el que el aseguramiento de la frecuencia natural para cada elemento de producción expresado por ciclo de producción para cada elemento de producción incluye la derivación de cada elemento de producción que afecta a una producción del producto objetivo, y el aseguramiento de la frecuencia natural en base a un número de expresiones por ciclo de producción para cada elemento de producción; y
 - 30 en el que el número de expresiones por ciclo de producción para cada elemento de producción es el resultado de extraer una frecuencia en la que un valor de inspección para un elemento específico del producto objetivo se desvía de un valor estándar debido a una influencia de cada elemento de producción.
 - 35
2. El método según la reivindicación 1, en el que la obtención continua de los valores de inspección para el producto objetivo incluye la inspección de un elemento específico del producto objetivo,
 - 40 en el que si un resultado de inspección supera un valor de referencia, el elemento específico se cuantifica como un número positivo, y
 - en el que si el resultado de la inspección es inferior al valor de referencia, el elemento específico se cuantifica como un número negativo, y
 - 45 la obtención continua de los valores de inspección del producto objetivo obtiene continuamente números cuantificados.
3. El método según la reivindicación 1, en el que en la obtención continua de los valores de inspección para el producto objetivo, el producto objetivo es un dispositivo electroquímico. Solicitud auxiliar
- 50
4. El método según la reivindicación 1, en el que la derivación del pico de conversión por frecuencia que indica el grado de expresión por ciclo de producción separando los valores de inspección obtenidos de forma continua para cada banda de frecuencia se realiza mediante una transformada rápida de Fourier (FFT).
- 55
5. El método según la reivindicación 1, en el que el diagnóstico de la calidad de cada elemento de producción incluye seleccionar el elemento de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia a la que el pico de conversión es alto como objeto de mejora de la calidad comparando cada pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural para cada elemento de producción preestablecido.
- 60
6. El método según la reivindicación 1, en el que, comparando cada pico de conversión por frecuencia para cada frecuencia natural para cada elemento de producción preestablecido, el elemento de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que un pico de conversión es superior a un valor específico se selecciona como objeto de mejora de la calidad, y un elemento de producción de una frecuencia natural correspondiente a una frecuencia en la que el pico de conversión es inferior a un valor específico se excluye del objeto de mejora de la calidad. Solicitud auxiliar
- 65

7. El método según la reivindicación 1, tras el diagnóstico de la calidad de cada elemento de producción mediante la comparación de la frecuencia natural de cada elemento de producción y el pico de conversión por frecuencia, comprende además:

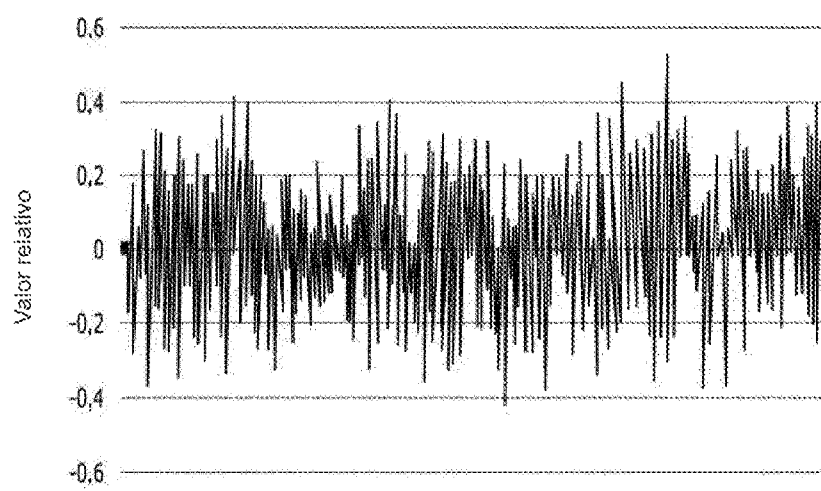
5

complementar o sustituir los elementos de producción seleccionados como objetos de mejora de la calidad.

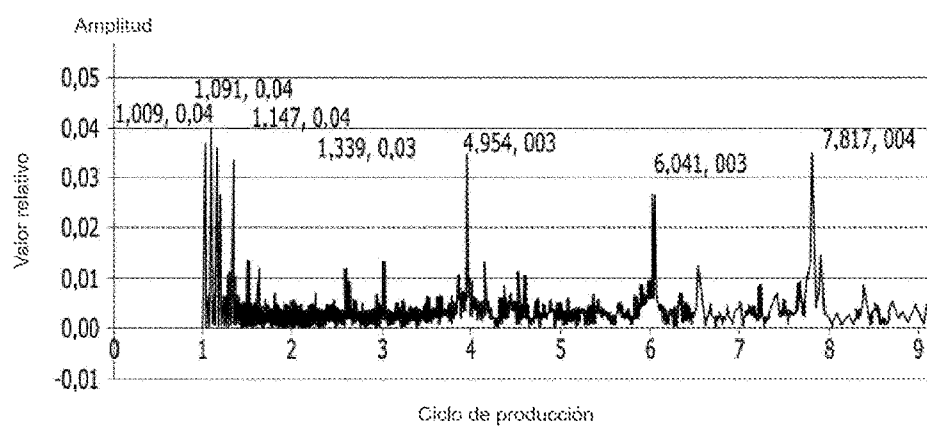
【FIG. 1】



【FIG. 2】



【FIG. 3】



【FIG. 4】

