



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 299 347**

⑫ Número de solicitud: 200601165

⑬ Int. Cl.:
F03D 7/04 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **08.05.2006**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2008**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.05.2008

⑮ Solicitante/s:
GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
Polígono Industrial Los Agustinos, c/ A, s/n
31013 Pamplona, Navarra, ES

⑯ Inventor/es: **Llorente González, José Ignacio**

⑰ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

⑱ Título: **Procedimiento de captura masiva de datos operacionales de un aerogenerador.**

⑲ Resumen:

Procedimiento de captura masiva de datos operacionales de un aerogenerador.

Procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador conectado a una red eléctrica que comprende una primera etapa en la que se seleccionan las variables operacionales objeto de captura y la frecuencia de captura y se definen las condiciones de disparo para comenzar la operación de captura y el período temporal que abarcará y una segunda etapa en la que se registran continuamente los datos muestrales de las variables operacionales seleccionadas en una memoria no volátil del módulo de control del aerogenerador hasta que se detecta el cumplimiento de las condiciones de disparo en cuyo caso se continúa el registro de los datos muestrales hasta que finalice dicho período temporal, quedando registrados en dicha memoria no volátil los datos correspondientes a dicho temporal para su transferencia a un ordenador externo.

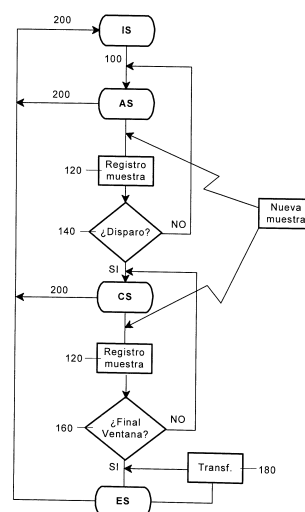


FIG. 1

ES 2 299 347 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de captura masiva de datos operacionales de un aerogenerador.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de captura de datos operacionales de un aerogenerador y, en particular, a un procedimiento de captura masiva de datos operacionales especialmente útil cuando existen disfunciones de red.

10 Antecedentes de la invención

En la técnica anterior se han propuesto diversos procedimientos y sistemas de captura de datos operacionales de aerogeneradores para, fundamentalmente, optimizar la gestión de parques eólicos.

15 Así por ejemplo en la solicitud de patente US20020029097 se describe un sistema de control de un parque eólico a partir de los datos suministrados por sistemas de supervisión de comandos y adquisición de datos de cada aerogenerador del parque, conocidos como sistemas SCADA, y otras fuentes de información como, en particular, una estación meteorológica.

20 En la solicitud de patente WO03029648 se describe un método y un sistema mediante el cual se recogen los datos operacionales en bruto de los aerogeneradores de un parque eólico en una estación central, se efectúan en ella tratamientos de los mismos incluyendo la generación de datos corregidos y se almacenan estructuradamente tanto los datos operacionales brutos como los datos operacionales corregidos para facilitar la obtención de informes a partir de dichos datos que faciliten la optimización de la gestión del parque eólico.

25 En la solicitud de patente US20040230377 se describe un sistema de gestión de un parque eólico mediante el tratamiento de datos operacionales de los aerogeneradores que se reciben y almacenan en tiempo real en un servidor central.

30 Si bien este tipo de sistemas y métodos son útiles para optimizar la gestión de parques eólicos no sucede lo mismo para analizar el comportamiento de los aerogeneradores en determinados eventos tales como la aparición de una disfunción en la red pues este tipo de análisis requiere el tratamiento de un volumen de información muy superior al de los sistemas mencionados en tiempos comprendidos en el rango de decenas de microsegundos.

35 La presente invención está orientada a la satisfacción de esa necesidad.

Sumario de la invención

40 La presente invención proporciona un procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador conectado a una red eléctrica, indicativos de su comportamiento durante su funcionamiento habitual o cuando se produce una disfunción de la red, que comprende una primera etapa de definición y una segunda etapa de ejecución.

45 La etapa de definición comprende los siguientes pasos:

- Envío de la lista de las variables operacionales del aerogenerador que se monitorizan desde el módulo de control del aerogenerador a un ordenador externo.

50 - Selección desde dicho ordenador externo de las variables operacionales a capturar por dicho módulo de control y de la frecuencia de captura F.

- Definición de las condiciones de disparo que determinan el momento de comienzo de la operación de captura masiva de datos y del período temporal del que se procederá a la captura masiva de datos.

55 La etapa de ejecución comprende los siguientes pasos:

- Detección del cumplimiento de las condiciones de disparo y, simultáneamente, registro continuo de los datos muestrales de las variables operacionales seleccionadas en una memoria no volátil del módulo de control del aerogenerador, hasta que se detecta el cumplimiento de dichas condiciones de disparo.

- Continuación del registro de los datos muestrales de las variables seleccionadas hasta que finalice el período temporal definido para la captura de datos.

65 - Transferencia de los datos registrados en dicha memoria no volátil correspondientes al mencionado período temporal a dicho ordenador externo.

El procedimiento objeto de la presente invención se implementa mediante un componente software embebido en el módulo de control del aerogenerador que llamaremos en adelante, “data tracker”.

El procedimiento objeto de la presente invención permite:

- La selección y la captura masiva de datos muestrales de variables que indican el comportamiento de un aerogenerador, predeterminando las condiciones de disparo y la duración del período temporal del que se capturarán dichos datos, al que también nos referiremos en adelante como ventana de grabación, lo que facilita un estudio muy preciso del comportamiento del aerogenerador cuando ocurren dichas condiciones, mediante el registro de los datos a la frecuencia seleccionada y durante el tiempo programado en la ventana de grabación.

- La transferencia de los datos grabados en el “data tracker” hasta un ordenador externo vía RS232, ethernet ú otro modo de conexión para, posteriormente, realizar el estudio del comportamiento del aerogenerador.

Una característica importante de la presente invención es que los datos capturados en el “data tracker” son los datos obtenidos tras la producción de determinadas condiciones de disparo durante el funcionamiento del aerogenerador, particularmente aquellas condiciones relacionadas con las disfunciones de la red eléctrica (huecos de tensión, conexión y desconexión del aerogenerador, etc.), eventos o alarmas del propio aerogenerador. Se eligen pues las condiciones que han de darse para comenzar la captura masiva de los datos. En tanto no se produzcan esas condiciones, los datos muestrales de las variables seleccionadas se registran continuamente en una memoria no volátil del módulo de control, de manera que serán sobrescritos una y otra vez. Es decir, una vez se llena esa memoria con los datos muestrales de las variables seleccionadas, se continua grabando nuevos datos, sobrescribiéndose los más actuales sobre los anteriores, hasta que se den las condiciones de disparo y se registren de forma permanente durante una ventana de grabación definida por el operador. Además de los datos muestrales de las variables seleccionadas se grabarán otros datos relativos a alarmas o eventos acontecidos en el aerogenerador que, a los efectos de la presente invención, pueden considerarse similares a los primeros en cuanto a su tratamiento en el marco del procedimiento objeto de la misma.

Una ventaja de la presente invención es que los datos capturados en el “data tracker” permiten estudiar la respuesta del aerogenerador frente a huecos de tensión y transitorios así como el análisis de la calidad de la energía proporcionada (armónicos, flickers, etc). De esta forma se posibilita la adaptación del comportamiento del aerogenerador a los parámetros legales estipulados o a los parámetros requeridos por su operador. Es importante destacar que el “data tracker” no se ve alterado ante un fallo de alimentación del módulo de control ya que la información registrada en la memoria no volátil no se pierde ante una caída de tensión, y cuando esta se restaura, el “data tracker” sigue con el proceso de muestreo y almacenamiento de datos.

Los medios utilizados actualmente para la captura de datos en tiempo real tienen un límite físico de transmisión lo cual implica una recogida de datos relativamente lenta (dispersa) y poco precisa. Al desaparecer esa limitación en la presente invención es posible analizar el comportamiento del aerogenerador en tiempos del orden de decenas de microsegundos. El tiempo de procesado de las muestras estará únicamente limitado por el tiempo de refresco de las variables en el módulo de control. Por lo tanto la invención evita las limitaciones de la transmisión de datos del módulo de control al ordenador externo propias de la línea serie, ethernet, etc., e implica un considerable incremento en la velocidad de recogida de datos durante muy pequeños tiempo de disfunción en la red eléctrica o durante cortas anomalías en el funcionamiento del aerogenerador, y por lo tanto supone un considerable aumento de precisión en el estudio de dichas variables del aerogenerador a lo largo de dichas disfunciones tan cortas.

Otra ventaja de la presente invención es que se aumenta en gran medida el número de variables capaz de ser analizadas simultáneamente, superando la veintena de variables.

Otra ventaja es que se pueden considerar diversas combinaciones del número de variables seleccionadas y la frecuencia de muestreo con distintas duraciones de muestreo.

Otra ventaja es que el “data tracker” además de registrar datos muestrales de las variables seleccionadas, también almacena los eventos y las alarmas que ocurren en el aerogenerador durante la ventana de grabación, de forma que *a posteriori* se puede realizar un estudio muy preciso del comportamiento del aerogenerador teniendo en cuenta estas circunstancias.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de las realizaciones ilustrativas de su objeto en relación con las figuras que se acompañan.

Descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama de flujo ilustrativo de la ejecución del procedimiento objeto de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

El control de un aerogenerador se realiza generalmente en dos niveles. En el primer nivel, el módulo de control de la turbina toma referencias externas al aerogenerador, véase velocidades del viento, tensión en la red, frecuencia de la red, etc. y corrige el ángulo de las palas, la orientación de la barquilla, etc. para adecuar el funcionamiento del aerogenerador y suministrar la potencia requerida en dichas condiciones de trabajo. Por otro lado, en el segundo nivel, el módulo de control de potencia, controla la conexión del aerogenerador a la red eléctrica tanto en lo relativo a maniobras de conexión y desconexión como a la generación de energía y la calidad de la energía suministrada a la red.

El “data tracker” utilizado en el procedimiento objeto de la presente invención está integrado en dicho módulo de control de potencia y está conectado a un ordenador externo vía RS232 u otras vías de conexión tales como ethernet o conexiones inalámbricas.

Pasamos ahora a describir una realización preferente del procedimiento objeto de la presente invención que se implementa mediante el “data tracker” y el ordenador externo.

El procedimiento comprende dos grandes etapas a) y b) de, respectivamente, definición y ejecución del mismo que incluyen varios pasos.

La etapa de definición comprende los tres siguientes pasos:

a1) Envío de la lista de las variables operacionales del módulo de control de potencia a un ordenador externo. Esta lista puede ser distinta en diferentes modelos de aerogenerador.

a2) Selección desde dicho ordenador externo de las variables operacionales a capturar y de la frecuencia de captura F de dichas variables.

En este paso se definen las variables operacionales a grabar hasta un número máximo predeterminado para que el “data tracker” reciba los datos resultantes de la monitorización de esas variables que se lleva a cabo en el módulo de control de potencia.

En los módulos de control de potencia de los aerogeneradores actuales se contemplan alrededor de 1000 variables operacionales; ejemplo de estas variables son las tensiones de línea, corrientes de línea, corrientes de rotor, potencias activa y potencias reactiva, velocidad de generador, frecuencias de red, etc., de las que en una realización preferente de la presente invención se seleccionan un máximo de 25.

También se elige la frecuencia F de captura de las variables que puede coincidir con la frecuencia de muestreo del módulo de control que puede estar establecida por ejemplo en $100\ \mu\text{s}$ o ser un múltiplo N de ella. En este último caso se define cómo calcular el dato a capturar a partir de los datos proporcionados por el muestreo a $100\ \mu\text{s}$. Por ejemplo si queremos capturar los datos muestrales de las variables seleccionadas cada $400\ \mu\text{s}$, hemos de programar también cuál de los cuatro datos muestrales que se producirán en ese tiempo o algún dato estadístico de los mismos será el que deba registrarse. Podemos elegir, por ejemplo, el último dato muestral de los cuatro, la media de los cuatro datos muestrales, el dato muestral de valor máximo o el dato muestral de valor mínimo.

a3) Definición de las condiciones de disparo que determinan el momento de comienzo de la operación de captura masiva de datos y del período temporal del que se procederá a la captura masiva de datos.

Las condiciones de disparo se definen en relación con determinados valores de las variables monitorizadas o en relación a la detección de una alarma predeterminada en el módulo de control de potencia.

En una realización preferente se pueden programar condiciones de disparo empleando hasta 3 condiciones lógicas relacionadas entre sí mediante los operadores lógicos OR, AND ó XOR, consistentes en comparar una variable o su valor absoluto, con otra variable, su valor absoluto o con una constante, empleando funciones del tipo $>$, $>=$, $<$, $<=$ ó $\neq$.

A ese efecto puede usarse cualquier variable operacional del módulo de control, incluso si es distinta de las variables seleccionadas para ser registradas en el “data tracker”.

A su vez, es posible programar las condiciones de disparo para que el disparo se produzca a partir de la n -ésima repetición de una determinada condición. Este último supuesto resulta aplicable cuando no conviene estudiar la evolución de unas determinadas variables la primera vez que se produce una determinada condición sino después, por ejemplo, de una tercera repetición.

Finalmente, las condiciones de disparo también pueden incluir un disparo manual sin esperar a que se cumplan las condiciones preestablecidas lo que resulta de gran utilidad para analizar si las variables y las frecuencias elegidas son adecuadas para el tipo de estudio que se desea hacer.

ES 2 299 347 A1

La duración del período temporal, ó ventana de grabación, del que se capturarán los datos muestrales de las variables seleccionadas viene definido por la capacidad de la memoria no volátil, el número de variables seleccionadas y la frecuencia de captura F.

5 En una realización preferente de la invención en la que se reserva el espacio para 250000 muestras en la memoria no volátil, se emplea una frecuencia de muestreo de 100 μ s y el número máximo de variables registradas es de 25, caben situaciones como las siguientes:

10 - Caso 1: Se monitoriza 1 variable cada 100 μ s. La duración máxima de muestreo es de 25 segundos ((250000 muestras en la memoria no volátil/1 variable) * 0.1 ms/muestra).

Caso 2: Se monitorizan 25 variables cada 100 μ s. La duración máxima de muestreo es de 1 segundos ((250000 muestras en la memoria no volátil/25 variables) * 0.1 ms/muestra).

15 Caso 3: Se monitorizan 25 variables cada 400 μ s. La duración máxima de muestreo es de 4 segundos ((250000 muestras en la memoria no volátil/25 variables) * 0.4 ms/muestra).

En todo caso, el usuario puede elegir libremente la duración de la ventana de grabación sin rebasar lógicamente la duración máxima de cada caso.

20 La ejecución del procedimiento comprende los pasos que describimos seguidamente en referencia a la Fig. 1:

b1) Detección del cumplimiento de las condiciones de disparo y, simultáneamente, registro continuo de los datos muestrales de las variables operacionales seleccionadas en la memoria no volátil del módulo de control del aerogenerador, hasta que se detecta el cumplimiento de dichas condiciones de disparo.

Tras la definición del procedimiento, el “data tracker” se encuentra en su estado inicial IS y pasa a un estado activo AS mediante una operación de activación 100 por parte del usuario.

30 En el estado activo AS y mientras no se detecta el cumplimiento de las condiciones de disparo 140 se procede continuamente a operaciones 120 de registro de datos muestrales de las variables seleccionadas en la memoria no volátil, sobrescribiendo los nuevos datos sobre los previamente registrados a medida que se llena la memoria no volátil.

35 b2) Continuación del registro de los datos muestrales de las variables seleccionadas hasta que finalice el período temporal definido para la captura de datos.

Una vez que se detecta el cumplimiento de las condiciones de disparo 140, el “data tracker” pasa a un estado de captura de datos CS en el que se continúa con operaciones 120 de registro de datos muestrales de las variables seleccionadas en la memoria no volátil hasta que se detecta la finalización de la ventana de grabación 160.

En este paso se graba la fecha y hora en que se producen las condiciones de disparo y, tras la finalización de la ventana de grabación 160, el “data tracker” pasa a un estado de espera ES.

45 La Tabla 1 que se muestra seguidamente ilustra la estructura de los datos registrados en la memoria no volátil: bloques de datos de las variables seleccionadas (VAR_1, VAR_2, VAR_3, VAR_4 ...) en cada instante de muestreo (con una frecuencia 100 μ s). Si las condiciones de disparo se producen, por ejemplo en t2, se grabarán los datos a partir de t2 si se programa que el disparo se sitúe al inicio de la ventana de grabación. Si por el contrario se prefiere grabar permanentemente a partir de t0, hay que programar que la ventana de grabación se sitúe un tanto por ciento antes que el disparo, y así sucesivamente, siendo posible situar el disparo en cualquier posición dentro de la ventana de grabación.

55

60

65

ES 2 299 347 A1

TABLA 1

5	$t_0 = 0\text{sg}$	VAR_1 VAR_2 VAR_3 VAR_4
10	$t_1 = 100\mu\text{s}$	... VAR_1 VAR_2 VAR_3 VAR_4
15	$t_2 = 200\mu\text{s}$	... VAR_1 VAR_2 VAR_3 VAR_4
20	$t_3 = 300\mu\text{s}$	... VAR_1 VAR_2 VAR_3 VAR_4
25	$t_n = n \cdot 100\mu\text{s}$	... VAR_1 VAR_2 VAR_3 VAR_4
30		...
35		... VAR_1 VAR_2 VAR_3 VAR_4
40		...

45 b3) Transferencia de los datos registrados en la memoria no volátil correspondientes a la ventana de grabación del ordenador externo.

El “data tracker” permanecerá en el estado de espera ES hasta que el ordenador externo solicita una operación 180 de transferencia de los datos grabados en la memoria no volátil durante la ventana de grabación.

50 Tras ello los datos están disponibles para la realización de diversos análisis que no son objeto de la presente invención.

En los mencionados estados AS, CS y ES el usuario puede llevar a cabo acciones 200 de reinicialización, en el que las acciones del “data tracker” quedan detenidas.

55 En la realización preferente que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador conectado a una red eléctrica, indicativos de su comportamiento durante su funcionamiento habitual o cuando se produce una disfunción de la red, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas:

a) Etapa de definición que comprende los siguientes pasos:

a1) Envío de la lista de las variables operacionales del aerogenerador que se monitorizan desde el módulo de control del aerogenerador a un ordenador externo;

a2) Selección desde dicho ordenador externo de las variables operacionales a capturar y de la frecuencia de captura F;

a3) Definición de las condiciones de disparo que determinan el momento de comienzo de la operación de captura masiva de datos y del período temporal que abarcará la captura masiva de datos;

b) Etapa de ejecución que comprende los siguientes pasos:

b1) Detección del cumplimiento de las condiciones de disparo y, simultáneamente, registro continuo de los datos muestrales de las variables operacionales seleccionadas en una memoria no volátil del módulo de control del aerogenerador, hasta que se detecta el cumplimiento de dichas condiciones de disparo;

b2) Continuación del registro de los datos muestrales de las variables seleccionadas hasta que finalice el período temporal definido para la captura de datos;

b3) Transferencia de los datos registrados en dicha memoria no volátil correspondientes al mencionado período temporal al ordenador externo.

2. Procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador según la reivindicación 1 **caracterizado** porque dichas condiciones de disparo son condiciones relativas a determinadas variables operacionales, eventos o alarmas del aerogenerador.

3. Procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el disparo puede ser forzado manualmente por un operador.

4. Procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador según las reivindicaciones 2 ó 3, porque el disparo puede estar situado en cualquier posición dentro del período temporal de grabación de datos.

5. Procedimiento para la captura masiva de datos muestrales de variables operacionales de un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque la frecuencia de captura F es igual a la frecuencia de muestreo del módulo de control.

6. Procedimiento para la captura de datos operacionales de un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque la frecuencia de captura F es proporcional a la frecuencia de muestreo del módulo de control, siendo dicha proporción un número entero N mayor o igual que 1.

7. Procedimiento para la captura de datos operacionales de un aerogenerador según la reivindicación 6, **caracterizado** porque solo se registra en la memoria no volátil del módulo de control del aerogenerador un dato de cada serie de N datos muestrales seleccionado entre el dato de valor máximo, el dato de valor mínimo, el dato de valor medio o el último dato de la serie.

8. Procedimiento para la captura de datos operacionales de un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la frecuencia de muestreo del módulo de control está comprendida en decenas de microsegundos.

9. Procedimiento para la captura de datos operacionales de un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el número máximo de variables operacionales seleccionadas es de 25.

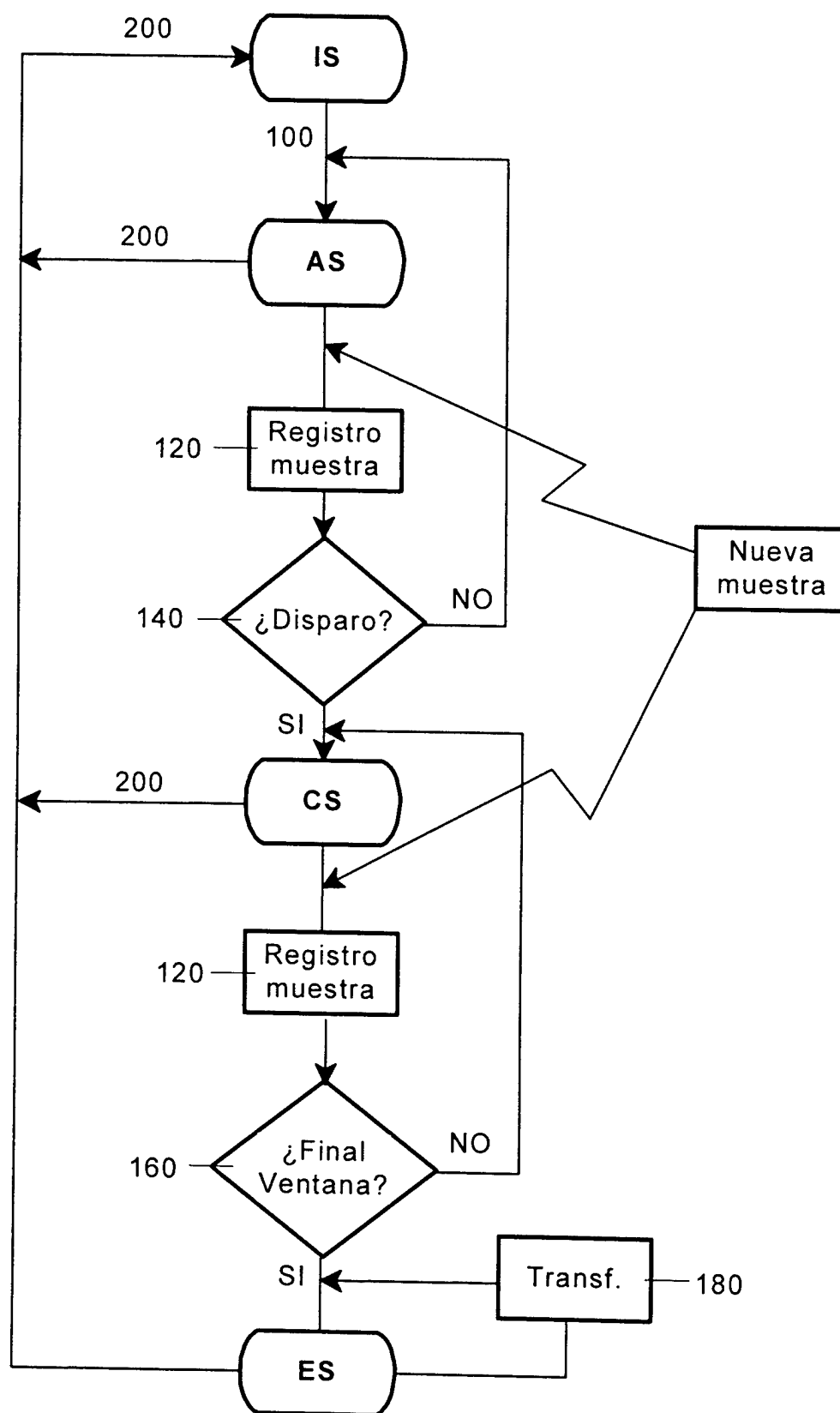


FIG. 1



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 299 347

⑫ Nº de solicitud: 200601165

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 08.05.2006

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2002029097 A1 (PIONZO, JR et al.) 07.03.2002, todo el documento.	1-9
Y	NI, Chris. Applications for various trigger modes in data acquisition systems. Adlink Technology Inc. [en línea], 12 de Marzo de 2006. [recuperado el 29 de Abril de 2008]. Recuperado de Internet: <URL: http://web.archive.org/web/20060312215658/http://www.adlinktech.com/solution/tech_forum.php?file=measure/20051101.htm >	1-9 1-9
A	WO 2005047999 A1 (GAMESA EÓLICA) 26.05.2005, todo el documento.	1-9
A	US 2003023518 A (SPRIGGS et al.) 30.01.2003, todo el documento.	1-9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

29.04.2008

Examinador

P. Valbuena Vázquez

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

F03D 7/04 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)