

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 896**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2009** **E 09250462 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015** **EP 2096301**

54 Título: **Procedimiento de operación de una planta de turbina eólica en condiciones de vientos fuertes**

30 Prioridad:

29.02.2008 US 40245

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

24.11.2015

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

CARDINAL, MARK E. y
PIERCE, KIRK GEE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 551 896 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

Procedimiento de operación de una planta de turbina eólica en condiciones de vientos fuertes

La invención se refiere en general a la operación de plantas de turbinas eólicas. En particular, la invención se refiere a la operación de plantas de turbinas eólicas de una pluralidad de turbinas eólicas expuestas a condiciones de vientos fuertes.

Recientemente, las turbinas eólicas han recibido mayor atención como fuentes de energía alternativas ambientalmente seguras y relativamente baratas. Con este creciente interés, se han hecho esfuerzos considerables para desarrollar turbinas eólicas que son confiables y eficaces.

Por lo general, una turbina eólica incluye un rotor que tiene múltiples palas. El rotor se monta en una carcasa o góndola, que se coloca en la parte superior de una armadura o torre tubular. Las turbinas eólicas de grado de utilidad (es decir, las turbinas eólicas diseñadas para suministrar potencia eléctrica a una red de suministro eléctrico) pueden tener grandes rotores (por ejemplo, de 30 o más metros de longitud). Además, las turbinas eólicas se montan típicamente en torres que tienen al menos 60 metros de altura. Las palas en estos rotores transforman la energía eólica en un par de giro o fuerza que impulsa uno o más generadores. Debido al tamaño de los rotores, los cambios en la dirección y/o velocidad del viento pueden dar como resultado cargas significativas en los componentes de la turbina eólica. Existen diversas técnicas para la reducción de la carga incluyendo, por ejemplo, el control del par del generador y/o el control del paso de las palas. En particular, las condiciones de vientos fuertes aumentan la carga sobre las palas de tal manera que se requiere que los sistemas de turbinas eólicas se desconecten o cierren para reducir o eliminar el daño en las palas u otros componentes de la turbina eólica.

Históricamente, las turbinas eólicas han sido contribuyentes muy pequeños a la generación total de potencia para el suministro de redes eléctricas. Las bajas calificaciones unitarias (<100 kW) de anteriores generaciones de turbinas eólicas y la disponibilidad incierta de las fuentes de viento han hecho que las turbinas eólicas sean ignoradas cuando los operarios de la red eléctrica consideran la seguridad de la red. Sin embargo, los generadores de turbinas eólicas con clasificaciones de 1,5 MW o más están disponibles hoy en día. Por otra parte, muchos desarrolladores de generación de potencia están instalando plantas de turbinas eólicas con un gran número de turbinas eólicas, incluyendo plantas que tienen 100 o más turbinas eólicas. La potencia acumulada disponible de parques eólicos con generadores de turbinas eólicas de 1,5 MW es comparable con un generador de turbina de gas moderno. En consecuencia, las turbinas eólicas son fuentes de energía cada vez más factibles para las redes eléctricas convencionales. Dado que las turbinas eólicas actuales tienen tolerancias de desconexión o cierre individuales a velocidades del viento, eventos de vientos fuertes pueden causar el cierre de un gran número de turbinas eólicas en la planta de turbinas eólicas, causando una severa pérdida de potencia en la red y requiriendo la puesta en marcha de cada de las turbinas eólicas cerradas una vez que el evento de viento fuerte ha pasado. Las turbinas eólicas se desconectan normalmente durante eventos de vientos fuertes, por ejemplo, cuando las velocidades del viento son superiores a 20 m/s. La velocidad del viento utilizada para determinar si requiere la desconexión a menudo se promedia durante un período de tiempo determinado y velocidades del viento superiores se pueden tolerar generalmente durante períodos más cortos de tiempo. Por consiguiente, a menudo hay dos o más velocidades del viento que se utilizan para determinar el umbral de cierre, por ejemplo, 25 m/s en promedio durante 10 minutos y 28 m/s en promedio durante 30 segundos y 30 m/s en promedio durante 3 segundos. Estos eventos de cierre disminuyen inaceptable y repentinamente la potencia disponible en la red, así como la disminución de los ingresos generados por la operación del equipo a velocidades de viento mayores.

El documento US 2007/0018457 desvela un procedimiento de operación de una turbina eólica.

El documento DE 198 44 258 se refiere a la lógica de control para un sistema de energía eólica.

El documento DE 195 32 409 se refiere a un procedimiento de limitación de carga para una estación de energía eólica.

El documento DE 10 2004 054 608 describe un procedimiento para controlar una planta de energía eólica.

El documento US 6.724.097 describe un procedimiento para la operación de un parque eólico.

El documento US 2007/0090651 se refiere a un procedimiento de operación de un parque eólico.

Lo que se necesita es un procedimiento y un sistema para proporcionar control en plantas de turbinas eólicas y un seguimiento de operación de las turbinas eólicas dentro de la planta de turbinas eólicas dentro de parámetros de operación mayores durante condiciones de vientos fuertes sin dañar los componentes de la turbina eólica o cerrar prematura o innecesariamente la turbina eólica.

Por consiguiente, se proporcionan diversos aspectos y realizaciones de la presente invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

Una ventaja de ciertos aspectos de la presente divulgación incluye un control a nivel de planta eólica central para eventos de vientos fuertes. El control a nivel de planta permite que las turbinas eólicas operen a un intervalo de velocidad, de par que se determina por el control a nivel de planta que permite la generación de potencia controlada durante eventos de vientos fuertes.

- 5 Otra ventaja de diversas realizaciones de la presente divulgación es que la potencia proporcionada durante condiciones de vientos fuertes se puede mantener y la potencia plena se puede obtener rápidamente una vez que la condición de vientos amaina y se puede obtener sin el cierre de turbinas eólicas individuales.

Otra ventaja de diversas realizaciones de la presente divulgación es que las turbinas eólicas se pueden operar en condiciones de velocidades del viento más altas sin cerrarse.

- 10 Otra de las ventajas de diversas realizaciones de la presente divulgación es que el sistema se puede coordinar con otras funciones de restricción a nivel de planta, tales como la reducción general, el control de la velocidad de reducción y la regulación de la frecuencia de red.

- 15 Diversas características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada de la realización preferida, tomada junto con los dibujos adjuntos que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención, y en los que:

La Figura 1 es una vista lateral de una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La Figura 2 muestra una vista en corte de una góndola de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 muestra un sistema de planta de turbinas eólica de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

- 20 La Figura 4 muestra una curva de disminución de potencia que muestra la velocidad del viento ejemplar con respecto a las correlaciones del factor de disminución de potencia para su uso con la presente divulgación.

La Figura 5 muestra una curva de potencia comparativa que muestra la velocidad del viento ejemplar con respecto a los factores de potencia de acuerdo con las plantas de turbinas eólicas conocidas.

- 25 Siempre que sea posible, los mismos números de referencia se utilizarán en todos los dibujos para referirse a las partes iguales o similares.

- 30 Como se muestra en la Figura 1, una turbina 100 eólica comprende generalmente una góndola 102 que aloja un generador (no mostrado en la Figura 1). La góndola 102 es un alojamiento montado por encima de una torre 104, solo una porción de la que se muestra en la Figura 1. La altura de la torre 104 se selecciona en base a factores y condiciones conocidas en la técnica, y se puede extender a alturas de hasta 60 metros o más. La turbina 100 eólica se puede instalar en cualquier tipo de terreno que ofrezca acceso a áreas que tienen las condiciones de viento deseables. El terreno puede variar en gran medida y puede incluir, pero no se limita a, terreno montañoso o ubicaciones costa afuera. La turbina 100 eólica comprende también un rotor 106 que incluye una o más palas 108 del rotor unidas a un concentrador 110 giratorio. Si bien la turbina 100 eólica ilustrada en la Figura 1 incluye tres palas 108 del rotor, no hay límites específicos sobre el número de palas 108 del rotor requerido por las realizaciones de la presente invención.

- 40 Como se muestra en la Figura 2, diversos componentes se alojan en la góndola 102 en lo alto de la torre 104 de la turbina 100 eólica. Por ejemplo, una unidad 114 de control de paso de pala variable puede controlar el paso de las palas 108 (no mostradas en la Figura 2) que impulsan el concentrador 110 como consecuencia del viento. El concentrador 110 se puede configurar para recibir tres palas 108, pero otras configuraciones pueden utilizar cualquier número de palas. En algunas configuraciones, los pasos de palas 108 se controlan individualmente por la unidad 114 de control del paso de palas. El concentrador 110 y las palas 108 comprenden, juntos, el rotor 106 de la turbina eólica. El conjunto 115 de engranajes de paso es una disposición de anillo y piñón accionada por la unidad 114 de control de paso de palas, que tiene un conjunto 35 de piñón circular que acopla un conjunto 137 de anillo. El conjunto 137 de anillo es un engranaje individual con múltiples dientes de engranaje dispuestos en una disposición sustancialmente arqueada y conectada a la pala 108 de una manera que permite el ajuste del paso de las palas 108. Los dientes del conjunto 135 de piñón se engranan con los dientes del conjunto 137 de anillo y traducen el movimiento de giro proporcionado por la unidad 114 de control de paso a través del conjunto 135 de piñón en el movimiento de giro de la porción 137 anular que corresponde a los ángulos de paso de la pala 108. El ángulo de paso ajusta la transmisión de la fuerza del viento con respecto a la pala 108 y al rotor 106, permitiendo el control de la velocidad rotacional y del par de giro.

- 50 El tren de accionamiento de la turbina 100 eólica incluye un eje 116 principal del rotor (también referido como un "eje de baja velocidad") conectado al concentrador 110 a través del cojinete 130 principal y (en algunas configuraciones), en un extremo opuesto del eje 116 a una caja 118 de engranajes. La Caja 118 de engranajes, en algunas configuraciones, utiliza una geometría de trayectoria doble para accionar un eje de alta velocidad incluido. En otras configuraciones, el eje 116 principal del rotor se acopla directamente al generador 120. El eje de alta velocidad (no

mostrado en la Figura 2) se utiliza para accionar el generador 120, que se monta sobre el bastidor 132 principal. En algunas configuraciones, el par del rotor se transmite a través del acoplamiento 122. El generador 120 puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo y sin limitación, un generador de inducción de rotor bobinado o un generador de imanes permanentes de accionamiento directo. En una realización, el sistema de velocidad variable comprende un generador de turbina eólica con capacidad de potencia/par, que se acopla a y suministra la potencia generada a una red. El generador 120 puede incluir un generador de inducción de rotor bobinado (WRIG) o un generador doblemente alimentado (DFG) y la operación de velocidad variable para lograr una salida de potencia óptima en todas las velocidades del viento.

La unidad 124 de orientación y la plataforma 126 de orientación proporcionan un sistema de orientación de guiñada para la turbina 100 eólica para hacer girar la turbina 100 eólica a una posición que se enfrenta al viento. El brazo 128 meteorológico proporciona información para un sistema de control de la turbina, incluyendo la dirección del viento y/o velocidad del viento. En algunas configuraciones, el sistema de orientación se monta sobre una brida proporcionada en lo alto de la torre 104.

Una realización de la presente divulgación, como se muestra en la Figura 3, incluye un sistema 300 de planta de turbinas eólica. El sistema 300 incluye un control 301 de planta y una pluralidad de turbinas 100 eólicas. El número de turbinas 100 eólicas en el sistema 300 no se limita a las seis mostradas y puede incluir menos o más de seis turbinas 100 eólicas. El sistema 300 proporciona un control 301 de planta centralizado que transmite señales 303 de mando a las turbinas 100 eólicas individuales y proporciona instrucciones para disminuir la potencia o, de otro modo, restringir la potencia generada por las turbinas 100 eólicas individuales en respuesta a la velocidad del viento y a un factor de disminución de potencia correspondiente. El factor de disminución de potencia es un porcentaje de la potencia nominal y se supervisa y controlado por un control a nivel de parque y se envía a las turbinas como una orden de restricción. Las turbinas 100 eólicas restringen su salida mediante la reducción de potencia de tal manera que la potencia de operación global solicitada está dentro de la capacidad de carga y de control de la turbina a las condiciones de viento presentes. La protección de la turbina contra el viento fuerte se basa generalmente en condiciones de viento en estado estable, así como una protección de acción más rápida para las ráfagas de viento.

Por lo general, las turbinas eólicas no disminuyen automática o autónomamente su potencia sin la supervisión a nivel de parque. "Disminuir potencia", "disminuyendo la potencia", "potencia disminuida", y las variaciones gramaticales similares, como se utilizan aquí, incluye un factor o valor correspondiente a la potencia de salida en el generador. Cuando el factor de disminución de potencia es inferior al 100 %, se requiere una reducción o restricción en la cantidad de potencia producida por una turbina 100 eólica. El valor para el factor de disminución de potencia también puede ser del 100 % lo que indica la generación de potencia plena de la turbina eólica. En una realización, el control 301 de planta supervisa y/o mide la velocidad del viento en una ubicación o ubicaciones preseleccionadas. Por ejemplo, la medición de la velocidad del viento se puede tomar a partir de un sensor de velocidad del viento situado en la parte superior de una o más góndolas 102 de la turbina de viento. Además de utilizar una velocidad del viento medida, una velocidad del viento derivada de un sistema de pronóstico que predice la velocidad del viento se puede utilizar también. Tales velocidades del viento se pueden medir en las turbinas 100 eólicas individuales en la ubicación del control 301 de planta o en otros lugares que proporcionan un valor representativo de la velocidad del viento adecuada a partir de velocidades del viento experimentadas por las turbinas 100 eólicas individuales. Por ejemplo, la medición de la velocidad del viento se puede derivar de los detectores de velocidad del viento de la turbina o de diversos sistemas de medición meteorológica de alta precisión más altos situados dentro o cerca de las plantas 300 de viento. Los puntos de medición adicionales han proporcionado resistencia contra fallos y una mayor precisión de las velocidades del viento medidas.

El control 301 de planta correlaciona la velocidad del viento con un factor de disminución de potencia en una tabla de consulta, curva u otra relación matemática (véase, por ejemplo, la Figura 4). El término "correlación" y las variaciones gramaticales del mismo, tal como se utiliza aquí incluye comparar y/o compilar matemáticamente valores de la velocidad del viento y traducir los valores de la velocidad del viento en valores de reducción de potencia mediante un algoritmo, un gráfico o relación predeterminada. Los factores de disminución de potencia y la relación entre los factores de disminución de potencia y la velocidad del viento pueden ser únicos para cada tipo de turbina eólica, el número de turbinas eólicas en una planta, topografía de la superficie de montaje, o los datos históricos desarrollados para turbinas 100 eólicas o plantas 300 de turbinas eólicas particulares. En particular, en respuesta al factor de disminución de potencia determinado, una señal 303 de mando se envía a todas las turbinas en la planta de viento para reducir su producción de potencia. La señal 303 de mando puede ser inalámbrica o una señal por cable que proporciona instrucciones para controlar los sistemas de turbinas 100 eólicas individuales. Las señales 303 de mando pueden ser señales de dirección única de múltiples direcciones (como se muestra en la Figura 3), en las que la información de operación de retroalimentación, información meteorológica u otra se puede transmitir opcionalmente al control 301 de planta. Por ejemplo, el factor de disminución de potencia se puede determinar en una curva coordinada con capacidad de soporte de carga analítica de las turbinas 100 eólicas a las diferentes velocidades de vientos fuertes. Si el factor de disminución de potencia incluye un valor del factor de disminución de potencia del 100 %, que corresponde a uno mayor que la velocidad de viento de corte y menor que los vientos fuertes, el factor de disminución de potencia se utiliza para mantener la potencia generada en las turbinas 100 eólicas individuales y la potencia generada en la planta 300 de turbinas eólicas al 100 %. Si el factor de disminución de potencia incluye un valor de factor de disminución de potencia de menos del 100 %, lo que corresponde a un evento de viento fuerte, el factor de disminución de potencia se utiliza para reducir la potencia generada en las

turbinas 100 eólicas individuales y la potencia generada en la planta 300 de turbinas eólicas. La reducción en la producción de potencia reduce las tensiones de carga en las turbinas 100 eólicas que se desarrollan bajo condiciones de vientos fuertes.

Además de la reducción de la potencia producida y las tensiones de carga en la turbina 100 eólica, la señal 303 de mando puede también instruir a la turbina 100 eólica para ajustar la velocidad del viento de desconexión. La "velocidad del viento de desconexión" según se utiliza en la presente memoria es una velocidad del viento a la que la turbina eólica iniciará automáticamente su cierre de la producción de potencia. El cierre se puede facilitar por cualquier técnica de cierre adecuada, incluyendo, pero sin limitarse a la desaceleración y ajuste del paso de las palas 108 y/o el cese de la generación de potencia en el generador 120. De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, a niveles reducidos de generación de potencia para turbinas 100 eólicas individuales, la velocidad del viento de desconexión se puede ajustar hacia arriba. Las velocidades de desconexión ajustadas se pueden determinar para diferentes velocidades del viento frente a la potencia mediante valores históricos o, de otro modo, predeterminados en un momento dado en el tiempo. En una realización, la velocidad del viento de desconexión ajustada se puede definir en el valor de la velocidad del viento, donde una disminución de potencia adicional sería ya una potencia de cero o un punto en el que la operación por encima de esas velocidades del viento daría lugar a una degradación inadecuada de la capacidad de control.

La reducción de la potencia en la turbina 100 de viento individual se puede realizar mediante cualquier procedimiento conocido para reducir la velocidad y/o par del eje 116. La capacidad de un generador de inducción para generar una potencia es equivalente a su capacidad de producir un par a velocidades rotacionales. Cuando un par de torsión se ejerce sobre el rotor del generador en la dirección opuesta de su giro, la energía mecánica del rotor se convierte en energía eléctrica. Por lo tanto, una reducción en la cantidad del par ejercido en el rotor del generador (por ejemplo, a través de una reducción en la carga o cualquier otro cambio adecuado en los entornos en el generador) puede asimismo reducir la potencia generada por la turbina eólica. Del mismo modo, los ángulos de paso de las palas 108 (Figura 1) se pueden ajustar mediante el conjunto 115 de engranajes de paso (Figura 2) para alterar la interfaz aerodinámica entre el viento y las palas 108 y reducir, por tanto, la fuerza transferida del viento a las palas 108. La reducción de la fuerza sobre las palas 108 reduce la velocidad rotacionales del eje del generador, reduciendo así la cantidad de potencia producida.

La reducción de potencia da como resultado una reducción de las cargas y tensiones en las turbinas mediante la reducción de la velocidad del rotor y del par del rotor. Si bien cualquier procedimiento de reducción de potencia individual se puede utilizar, las turbinas 100 eólicas utilizan preferentemente combinaciones de procedimientos de reducción de potencia para proporcionar una operación eficaz y segura. Por ejemplo, la reducción de potencia se puede lograr alterando de forma controlable tanto el par en el generador como el paso de las palas 108 (Figura 1). En esta realización, la potencia que se puede producir por las turbinas 100 eólicas es el producto de la velocidad del rotor sido disminuida en potencia por el par disminuido en potencia.

Si bien lo anterior se ha descrito como un sistema de control para controlar las plantas 300 de turbinas eólicas, las turbinas eólicas individuales pueden incluir también una velocidad del viento de desconexión individual que se basa en la velocidad del viento y se ajusta para compensar la capacidad de soporte de carga a niveles de potencia reducida, velocidad del rotor o par del rotor. En concreto, se permite que una turbina 100 eólica opere a niveles de potencia reducida/viento fuerte si se ordena así por el control 301 de planta. Sin embargo, si el control 301 de planta deja de enviar una señal para la reducción del nivel de potencia en condiciones de vientos fuertes que se derivarían en un exceso en la capacidad de soporte de carga de la turbina eólica, la turbina de viento se desconecta y cierra debido al viento fuerte.

En otra realización, el factor de disminución de potencia se puede determinar para una pluralidad de curvas, algoritmos, tablas de consulta o combinaciones de procedimientos de determinación de factores de disminución de potencia. Por ejemplo, una pluralidad de curvas de disminución de potencia se puede utilizar en diferentes valores de medición. En un ejemplo, una primera curva de disminución de potencia se proporciona con velocidades medias del viento determinadas durante un intervalo de 10 minutos. Una segunda curva de disminución de potencia se proporciona con velocidades medias del viento determinadas durante un intervalo de 30 segundos. El factor de disminución de potencia comunicado a las turbinas eólicas puede ser el valor más conservador (o inferior) o puede ser uno más agresivo (o superior) de los dos números, dependiendo de los parámetros operativos deseados de la planta 300. En una realización, la velocidad del viento utilizada para determinar el factor de disminución de potencia comunicado por el control 301 de planta de las turbinas 100 eólicas se puede seleccionar para ser una velocidad del viento que proporciona la operación más segura, o velocidad más baja del viento en las turbinas eólicas individuales. La pluralidad de curvas se crean de tal manera que las turbinas 100 eólicas están operando por debajo de sus límites de protección.

La Figura 4 muestra una curva de disminución de potencia ejemplar para su uso con el presente procedimiento y sistema. La curva de disminución de potencia incluye un porcentaje de potencia (es decir, el factor de disminución de potencia) que se corresponde con una velocidad del viento. Como se ha descrito anteriormente, la velocidad del viento se puede determinar en un solo punto o localización o puede ser un promedio asumido de una pluralidad de puntos o ubicaciones. La velocidad del viento se correlaciona con un factor de disminución de potencia. Si bien no se limita a la curva o los valores mostrados en la Figura 4. La Figura 4 muestra una velocidad 401 de viento de corte

de aproximadamente 5 m/s. Además, la velocidad 403 del viento de desconexión es de aproximadamente 58 m/s.

La Figura 5 muestra una curva de potencia ejemplar para una turbina 100 eólica que funciona de acuerdo con los esquemas de control conocidos. Como se muestra en la Figura 5, la velocidad del viento de corte en es de aproximadamente 5 m/s y la velocidad del viento de desconexión promedio durante 10 minutos es de aproximadamente 25 m/s en promedio. En un sistema 300 de planta, una velocidad del viento de más de aproximadamente 25 m/s da como resultado una pérdida de potencia total de la planta, donde cada turbina 100 eólica se cierra debido al viento fuerte. En contraste, como se muestra en la Figura 4, la presente invención utiliza una potencia reducida y la velocidad del eje y/o par reducidos correspondientes eje para permitir su operación a una velocidad del viento de hasta aproximadamente 58 m/s sin necesidad de cerrar ninguna de las turbinas 100 eólicas dentro de la planta 300 de turbinas eólica.

Si bien la invención se ha descrito con referencia a una realización preferida, se entenderá por los expertos en la materia que se pueden hacer diversos cambios y que sus equivalentes se pueden sustituir por elementos de los mismos sin apartarse del alcance de la invención. Además, se pueden realizar muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a la realización particular divulgada como el mejor modo contemplado para implementar la presente invención, sino que la invención incluirá todas las realizaciones que estén comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de operación de una planta de turbinas eólica (300) que comprende:
 - 5 proporcionar una pluralidad de turbinas (100) eólicas, teniendo cada una de las turbinas eólicas un rotor de turbina que incluye al menos una pala montada en un eje de la turbina giratorio y un generador de inducción que tiene un estator y un rotor acoplado al eje de la turbina para girar con el mismo; pudiendo cada una de las turbinas eólicas configurarse para proporcionar una cantidad variable de potencia;
 - proporcionar un control (301) capaz de comunicarse con la pluralidad de turbinas eólicas;
 - medir la velocidad del viento;
 - 10 determinar mediante el control (301) un factor de disminución de potencia en respuesta a la velocidad del viento medida;
 - comunicar mediante el control (301) el factor de disminución de potencia determinado a la pluralidad de turbinas eólicas;
 - ajustar la cantidad de potencia generada por cada una de la pluralidad de turbinas eólicas en respuesta al factor de disminución de potencia; **caracterizado por**
 - 15 el ajuste de una velocidad del viento de desconexión de una o más de la pluralidad de las turbinas (100) eólicas hacia arriba en respuesta al factor de disminución de potencia que disminuye la producción de potencia, en el que el ajuste de la velocidad del viento de desconexión hacia arriba permite la operación de la planta (300) de turbinas eólicas durante un evento de viento fuerte;
 - 20 en el que la determinación incluye la determinación de una pluralidad de factores de disminución de potencia y la selección de un único factor de disminución de potencia a partir de la pluralidad de factores de disminución de potencia a comunicar a la pluralidad de turbinas (100) eólicas.
2. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el ajuste incluye la variación del paso de una o más palas de la turbina (100) eólica para variar la velocidad rotacional.
3. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el ajuste incluye variar el par del generador.
- 25 4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el ajuste incluye variar tanto el paso de una o más palas de la turbina (100) eólica para variar la velocidad rotacional como el par del generador.
5. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el factor de disminución de potencia es del 100 % por debajo de un valor predeterminado de la velocidad del viento.
- 30 6. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el factor de disminución de potencia es menos del 100 % por encima de un valor predeterminado de la velocidad del viento.

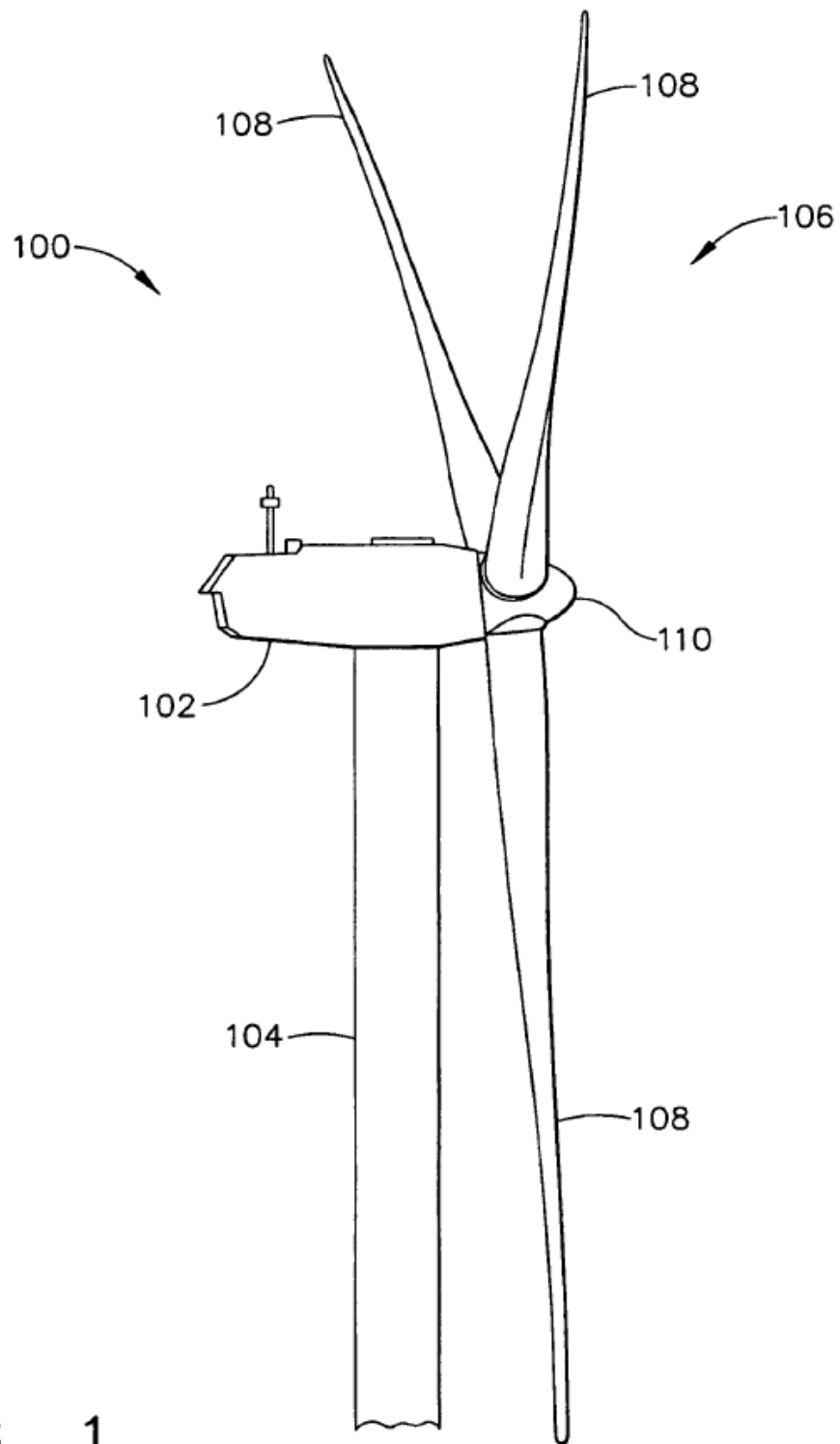


FIG. 1

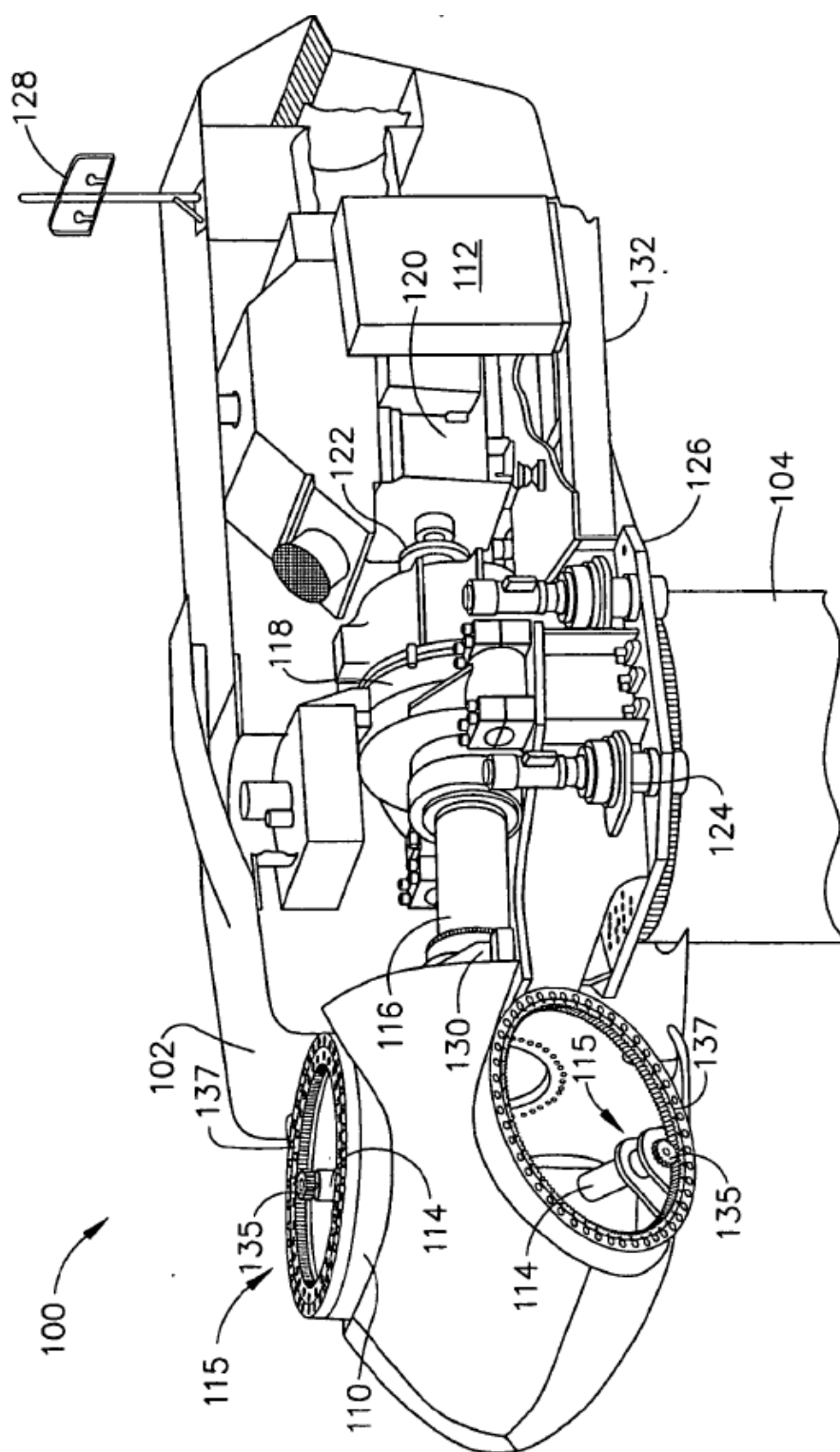


FIG. 2

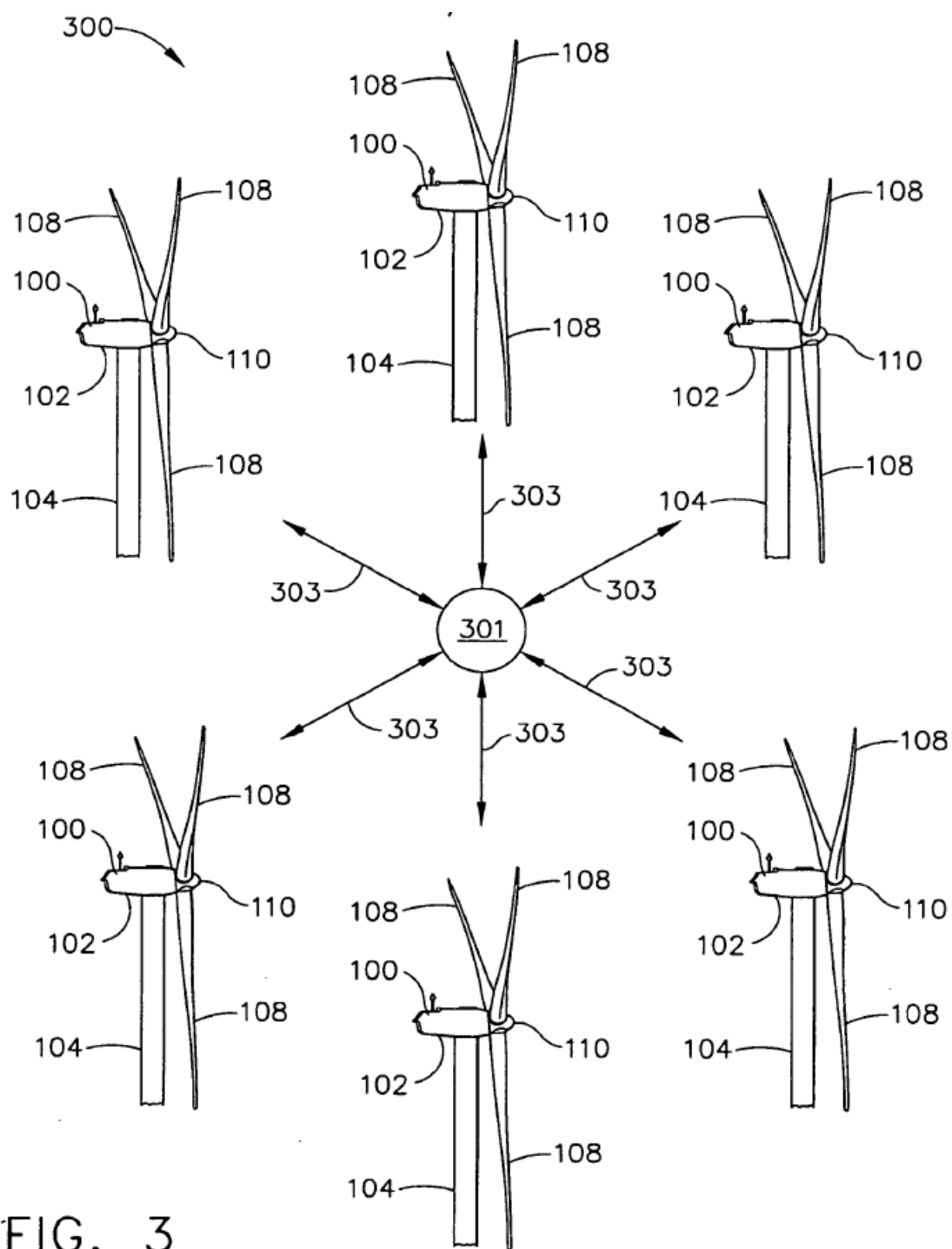


FIG. 3

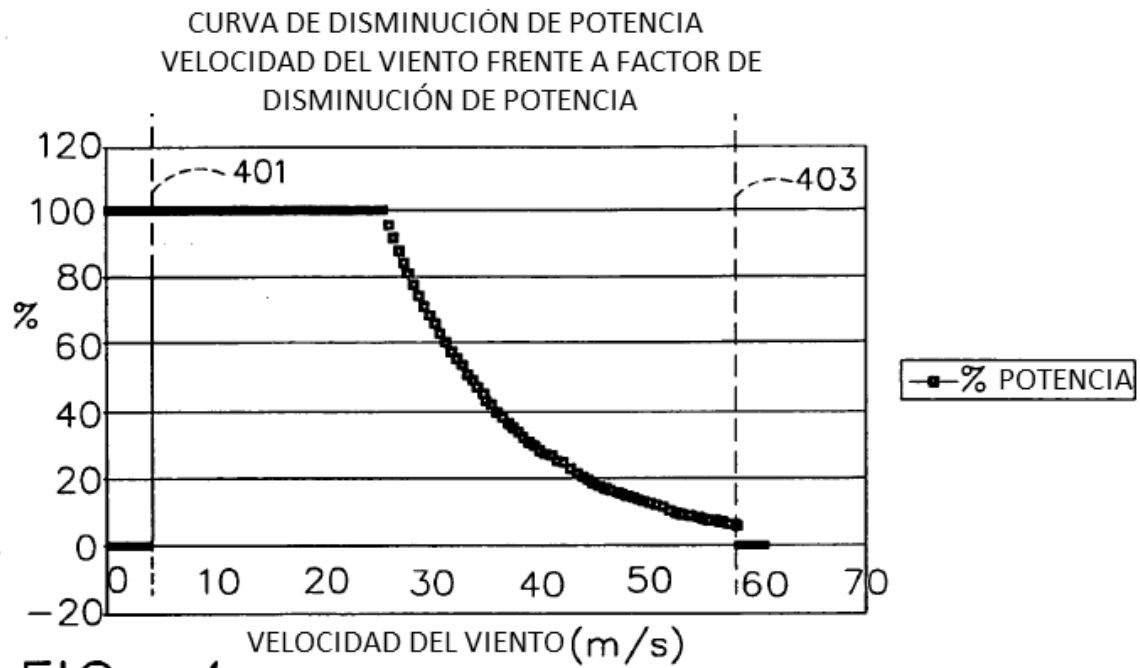


FIG. 4

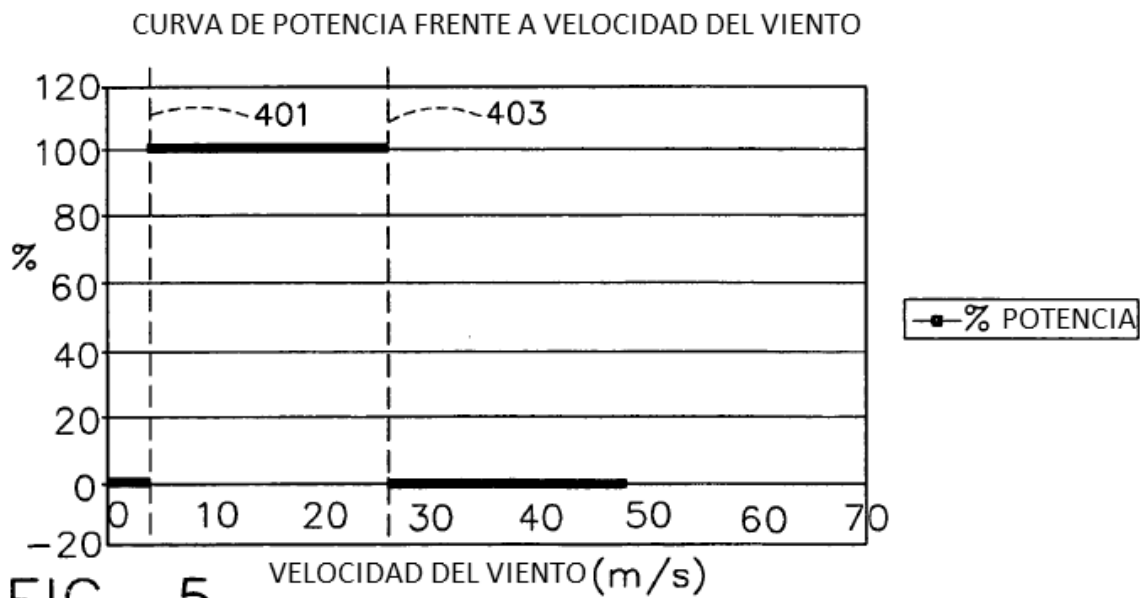


FIG. 5