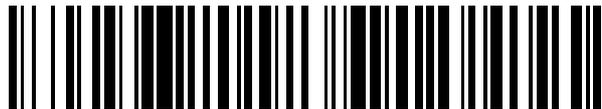


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 781**

51 Int. Cl.:

**H02P 9/04** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

**H02J 9/06** (2006.01)

**F03D 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2007 E 07796806 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2176545**

54 Título: **Método y aparato para resistir la pérdida de red sin averías para un sistema de control de paso de turbinas eólicas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.12.2014**

73 Titular/es:

**WINDURANCE LLC (100.0%)  
1300 Commerce Drive  
Coraopolis, PA 15108 , US**

72 Inventor/es:

**ROWAN, PAUL, JOHN;  
JONES, STEPHEN, P. y  
CLELAND, ALAN, DUANE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 524 781 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 y aparato para resistir la pérdida de red sin averías para un sistema de control de paso de turbinas eólicas

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a las turbinas eólicas, más específicamente, a sistemas de control de paso para turbinas eólicas, y, aún más específicamente, a un método y aparato para resistir la pérdida de red sin averías para un sistema de control de paso de turbinas eólicas.

10

**Antecedentes de la técnica**

Como es bien sabido, una turbina eólica es una máquina que convierte la energía cinética del viento en energía mecánica. Si la energía mecánica se utiliza directamente por la maquinaria, tal como una bomba o piedras de molienda, la máquina se denomina normalmente molino de viento. Si la energía mecánica se convierte en electricidad, la máquina se denomina generador de viento. Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine). Las turbinas eólicas se pueden clasificar adicionalmente por la estructura y la orientación basados en el eje alrededor del que gira la turbina. Las turbinas que giran sobre un eje horizontal se denominan turbinas eólicas de eje horizontal (HAWT), mientras que las que giran alrededor de un eje vertical se denominan turbinas eólicas de eje vertical (VAWT). Las HAWT son más comunes que las VAWT. Wikipedia, *supra*.

15

20

En principio, la producción de potencia eléctrica con el viento es un proceso sencillo. La mayoría de las turbinas HAWT tienen tres grandes palas montadas en un cubo giratorio. Las palas están diseñadas aerodinámicamente para girar tan fácilmente como sea posible cuando el viento sobre las mismas (el número de palas puede variar). Las palas giratorias hacen girar un eje, que se conecta a través de una caja de engranajes a un generador que produce electricidad. La caja de engranajes y el generador se montan en una góndola que, a su vez, se monta encima de una torre. A medida que el viento sopla a través de las palas de la turbina, las mismas crean una "elevación", al igual que un ala de avión, y comienzan a girar. Las palas giratorias hacen girar un eje de baja velocidad a una velocidad relativamente baja, por lo general de 30-60 rpm. La caja de engranajes se conecta el eje de baja velocidad con un eje de alta velocidad que acciona el generador. El engranaje también aumenta la velocidad de giro del eje de alta velocidad a la velocidad de funcionamiento del generador. Esta velocidad de funcionamiento puede variar, pero normalmente está en el intervalo de 900-1800 rpm. Este eje que gira rápidamente acciona el generador para producir potencia eléctrica. La salida eléctrica del generador se conecta a la red eléctrica más grande. Normalmente, generadores de gran capacidad proporcionan tensiones polifásicas con una frecuencia controlada sincronizada con la red. Las salidas del generador se conectan a la red a través de transformadores adecuados.

25

30

35

Las propias palas se pueden hacer girar, o pasar, también alrededor de sus ejes longitudinales, sin viento, para controlar la velocidad del rotor y evitar que el rotor gire con vientos que son demasiado altos o demasiado bajos para producir electricidad. También se pueden hacer pasar a una posición "de bandera" para evitar el giro en caso de una emergencia. (La turbina eólica incluye también normalmente un sistema de frenado de emergencia para detener el giro en caso de una emergencia). Las palas se hacen girar alrededor de sus ejes longitudinales por un sistema de control de paso. Existen diversas maneras diferentes de hacer esto, incluyendo actuadores y motores. El sistema de control de paso, que comprende motores o actuadores y fuentes de alimentación asociadas y la electrónica de control, se monta de forma convencional en el cubo de giro de la turbina. La alimentación se suministra al sistema de control de paso desde anillos colectores que transmiten potencia desde un bus/suministro estacionario montado en la góndola. La fuente de alimentación para el sistema de control de paso puede venir de un número de fuentes. Se puede proporcionar por la propia red principal a través de transformadores adecuados, o se puede proporcionar por el generador accionado por la turbina.

40

45

50

Históricamente, las turbinas eólicas han contribuido con un porcentaje muy bajo a las demandas de energía mundiales. Pero el agotamiento de los recursos naturales como el petróleo y el gas natural, los precios más altos asociados a estos recursos, y las ramificaciones políticas asociadas con la dependencia del petróleo extranjero, están cambiando el paisaje de la generación de energía. La industria está respondiendo con turbinas de capacidades más altas (calificaciones de 1,5 MW o más), una mejor tecnología, y parques eólicos que cuentan con un gran número de turbinas eólicas. Como se ha informado recientemente por CNNMoney.com, "las fuentes de la industria de energía eólica informaron que aproximadamente 15.000 megavatios de nueva capacidad de generación de energía eólica fueron instalados en todo el mundo en 2006, un aumento del 25 por ciento desde el 2005. La industria ha mantenido una tasa de crecimiento promedio de más del 17 % durante los últimos cinco años, y las estimaciones de la industria proyectan una tasa de crecimiento similar y un valor total de mercado de equipos para producir energía eólica más de \$180 mil millones para los próximos cinco años". <http://money.cnn.com/news/newsfeeds/articles/prnewswire/LAM00302072007-1.htm>. Estas estadísticas y previsiones son confirmadas por E.ON Netz, el operador de del sistema de transmisión alemán del Grupo E.ON, quien informó en 2005: "En 2004, Alemania volvió a ser el líder mundial global en la producción de energía eólica. Al final de 2004, las plantas de energía eólica con una capacidad instalada de 16.400 MW suministrada a las redes eléctricas alemanas. De acuerdo con los estudios de la red por parte de la Deutsche Energie-Agentur (dena), se espera que la capacidad de energía eólica en Alemania aumente a 48.000 MW en 2020, en torno a un aumento de

55

60

65

tres veces desde 2004. Esto significa que Alemania sigue siendo indiscutiblemente el principal generador mundial de energía eólica. En 2004, Alemania representó aproximadamente un tercio mundial y la mitad de la capacidad de energía eólica de Europa... En total, los parques eólicos alemanes generaron 26 mil millones de kWh de electricidad, que es aproximadamente el 4,7 % de la demanda bruta de Alemania. "Informe del viento del 2005, E.ON Netz. En el pasado, cuando las turbinas eólicas jugaron un papel insignificante en la generación de potencia, podrían haberse ignorado en gran medida al considerar la estabilidad de la red. Esto ya no es el caso.

En respuesta a este crecimiento en la industria de turbinas eólicas y su impacto en la red nacional, la Comisión Federal Reguladora de Energía ("FERC") ha planteado requisitos mínimos para la respuesta de la planta eólica a ciertas condiciones de baja tensión en la red de distribución de potencia. Estos requisitos exigen que las turbinas eólicas se mantengan conectadas a la red durante condiciones de "pérdida de red" transitorias prescritas. Requisitos similares están siendo ordenados por las autoridades reguladoras y de conexión a la red en todo el mundo. Generalmente, describen la tensión que cae inmediatamente en  $t = 0$  a un nivel muy reducido tal como el 10 o el 15 % del nivel nominal de la línea y volviendo después gradualmente a al menos el 80 % de nivel nominal de la línea dentro de los tres segundos de  $t = 0$ . Los niveles son considerados como las tres fases combinadas y no en lo que respecta a las fases individuales. Los requisitos globales de la FERC, E.ON Netz (Alemania), HECO (Hawaii), y la autoridad de redes española pueden, por ejemplo, satisfacerse por un perfil de la pérdida de alimentación simplificado descrito de la siguiente manera: el sistema de control de paso debe seguir funcionando normalmente cuando el nivel de tensión principal CA cae por debajo del 80 %, y tan bajo como cero, y se mantiene por debajo del 80 % durante al menos un período tan largo como tres segundos, momento en que el nivel principal de CA vuelve a un mínimo del 80 % del nivel nominal de la línea .

Esta operación continua del sistema de control de paso se conoce en la industria como la capacidad de "resistir sin averías". La misma describe ampliamente la capacidad del sistema de control de paso de funcionar durante una condición de "pérdida de red", es decir, una condición que corta la alimentación del sistema de control de paso por cualquier número de razones. Curiosamente, no todo el mundo en la industria define "la pérdida de red" de la misma manera, o intenta resolver el mismo problema, ni mucho menos de la misma manera. Para los fines de esta patente, definimos la pérdida de red como cualquier condición que interrumpe la alimentación del sistema de control de paso de una turbina/generador eólico. Esta puede ser causada en un número de maneras, incluyendo, pero sin limitarse a, un fallo en la red principal; un problema con la fuente de alimentación CA de control de paso (corto u otro fallo); un anillo colector defectuoso; un conductor roto, o similares. Para entender la presente invención, es importante tener en cuenta que el sistema de control de paso se encuentra tradicionalmente en el cubo giratorio de la turbina. El sistema necesita potencia para funcionar. Como es bien conocido en las técnicas eléctricas, la forma más común de transmitir potencia desde una fuente estacionaria a una carga giratoria es a través de anillos colectores. También debe apreciarse que la "pérdida de red" como se define en el presente documento puede ocurrir en cualquier lado de los anillos colectores - ya sea en el lado fijo o giratorio del circuito. Es importante y necesario detectar dónde puede ocurrir la pérdida de red, y tomar medidas correctivas en consecuencia. Con esto en mente, se revisan brevemente las invenciones patentadas y las solicitudes de patentes publicadas por otras personas que han abordado problemas con turbinas eólicas.

La Patente de Estados Unidos Nº 6.921.985 (Janssen *et al.*) desvela una solución de resistir a baja tensión sin averías para aerogeneradores. La invención patentada incluye un controlador de turbina y sistema de control de paso de pala que se conectan a una primera fuente de alimentación (red de CA) durante un primer modo de funcionamiento, y a una segunda fuente (potencia de reserva) durante un segundo modo de funcionamiento, es decir, durante la pérdida de alimentación de red. El controlador de la turbina detecta una transición entre los dos modos de potencia y varía el paso de una o más palas en respuesta a la transición. La patente enseña también que el controlador de la turbina detecta un evento de baja tensión a través del acoplamiento a los sensores que proporcionan datos que indican el estado de varios componentes del sistema de aerogenerador, por ejemplo, la velocidad del rotor y la tensión de salida del generador. Cuando se detecta baja tensión, el controlador cambia entre la potencia CA y la potencia UPS. Janssen *et al.* miden la tensión de principal en el transformador, es decir, en el lado estacionario del circuito de control de paso. Desafortunadamente, lo que esto significa es que si la invención de Janssen *et al.* era perder un anillo colector, la invención patentada no lo detectaría.

La Solicitud de Patente de Estados Unidos con Nº de publicación 2005/0122083 (Erdman *et al.*) desvela un generador con capacidad de resistir sin averías de utilidad. Esta publicación enseña medir la tensión de cualquiera de una sola fase o de todas las tres fases del lado de baja del transformador de red principal, pero enseña que la amplitud de la señal no es importante. La aplicación enseña que la frecuencia y la fase son mucho más importantes. El sistema utiliza un esquema de bucle de fase bloqueada para producir una señal de orden de corriente en un esquema que controla la frecuencia y la fase de la tensión generada desde la turbina eólica, y mantiene la señal de bucle fase bloqueada durante un breve fallo. Erdmann *et al.* no hablan del punto exacto de medición de tensión, solo se limitan a decir que, "Un sensor de frecuencia y ángulo de fase 8 se conecta a la red de alimentación eléctrica en un punto apropiado para funcionar durante un fallo de red." (Párrafo 31). Parece que la referencia no enseña a medir los anillos colectores en el lado giratorio del circuito de control de paso. También, Erdmann *et al.* callan en gran medida en cuanto a como alimentar el sistema de control de paso durante un período de resistir sin averías, por ejemplo, la publicación no enseña un sistema de control de paso dispuesto para funcionar durante la pérdida de red.

La Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de publicación 2006/0267560 (Rajda *et al.*) desvela un dispositivo, sistema y método para proporcionar una resistencia de fallos de baja tensión sin averías para un parque de generadores eólicos, es decir, para una pluralidad turbinas/generadores eólicos. El sistema utiliza un banco de resistencias para absorber potencia y un sistema de control que mantiene la tensión del bus colector por encima de una tensión umbral durante la duración de la condición de baja tensión en la red de potencia. La invención en la presente solicitud supervisa los niveles de tensión en el bus colector, es decir, el bus acoplado a través de un transformador al generador accionado de turbina eólica, y no en el lado giratorio (lado del anillo colector) del circuito de control de paso.

La Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de publicación 2007/0057516 (Meyer *et al.*) desvela un método y sistema de batería de reserva de control de paso. La solicitud publicada describe una invención que utiliza un método pasivo para controlar un sistema de control de paso a través de una batería de reserva cargada que no proporciona potencia a una conexión CC cuando toda la potencia CA está disponible, pero utiliza la energía de la conexión CC (incluyendo un condensador) cuando la potencia CA se interrumpe o cae por debajo de un nivel de umbral. La solicitud de patente no menciona nada sobre el método utilizado para detectar la pérdida de alimentación CA, mencionando "sensor" solo genéricamente.

El documento DE 103 35 575 A1 desvela un dispositivo de funcionamiento de emergencia para regular el paso de cada pala de turbina eólica de una turbina eólica, en el que las palas del rotor son desplazables por motores eléctricos.

Una pala de turbina eólica fabricada de una sección de pala fija con una brida de montaje integrada para su conexión a un cubo de la turbina eólica se conoce a partir del documento US 2003/0223868 A1. A partir de este documento, se conoce fijar una sección de pala móvil a la sección de pala fija, de tal manera que es libre de moverse en una dirección longitudinal con relación a la sección de pala fija.

El documento US 2005/0046194 A1 desvela una instalación de energía eólica para producir una tensión CA sinusoidal que comprende un generador que tiene un rotor del generador y un estator del generador, una unidad de rotor con palas del rotor, que se conecta al rotor del generador, y medios de transmisión de potencia para la transmisión de potencia eléctrica de la parte no giratoria de la instalación de potencia eólica a la unidad de rotor.

Lo que se necesita, entonces, es un método y aparato para resistir la pérdida de red sin averías de un control de paso de la turbina eólica, y especialmente para un método y un aparato que detecta la pérdida de red en el lado giratorio del circuito de control de paso, es decir, próximo a los anillos colectores.

### **Divulgación de la invención**

En una turbina/generador eólico que tiene un cubo giratorio, al menos una pala asegurada de manera giratoria al cubo, un sistema de control de paso para regular el paso de cada pala, el sistema de control de paso situado dentro del cubo giratorio, una góndola estacionaria, y un conjunto de anillo colector en una junta de un circuito eléctrico entre el cubo giratorio y la góndola estacionaria, el conjunto de anillo colector dispuesto funcionalmente para la transmisión de señales eléctricas entre los equipos situados dentro del cubo giratorio y los equipos situados dentro de la góndola estacionaria, un aparato para resistir la pérdida de red sin averías para el sistema de control de paso, que comprende medios para detectar y supervisar la potencia en el lado giratorio del conjunto de anillo colector, y, medios para suministrar potencia al sistema de control de paso de las unidades de alimentación de emergencia cuando la potencia detectada cae a un nivel predeterminado. Los medios para suministrar potencia a dicho sistema de control de paso incluyen un bloque de terminales, las unidades de alimentación de emergencia, y relés, en los que, cuando se interrumpe la potencia CA, los relés se cierran, lo que conecta las unidades de alimentación de emergencia con el bloque de terminales para el servo-funcionamiento de alimentación por las unidades de alimentación de emergencia.

La invención se define con precisión en el aparato de la reivindicación 1 y el método de acuerdo con la reivindicación 8.

Las reivindicaciones dependientes recitan realizaciones ventajosas de la invención.

Un objetivo general de la invención es proporcionar un método y aparato para resistir la pérdida de red sin averías de un sistema de control de paso en una turbina/generador eólico.

Un objetivo más particular de la invención es proporcionar un método y aparato para resistir la pérdida de red sin averías de un sistema de control de paso en una turbina/generador eólico que detecta y supervisa la pérdida de red (tensión de alimentación) en el lado giratorio de los anillos colectores que proporcionan una conexión eléctrica entre el lado estacionario (góndola) y el lado giratorio (cubo) de la turbina.

Incluso un objetivo más particular de la invención es proporcionar un método y aparato para resistir la pérdida de red sin averías de un sistema de control de paso en una turbina/generador eólico que detecta y supervisa la pérdida de

red (tensión de alimentación) en el lado giratorio de los anillos colectores que proporcionan una conexión eléctrica entre el lado estacionario (góndola) y el lado giratorio (cubo) de la turbina, y conecta el sistema de control de paso a una fuente de alimentación de reserva cuando la tensión de alimentación CA monitoreada cae a un nivel predeterminado. En una realización preferida, el sistema mide las tensiones trifásicas y se conecta la fuente de alimentación de reserva cuando el valor absoluto de la suma del valor al cuadrado de las tensiones trifásicas cae por debajo del 80 % de nivel nominal de la línea. El sistema de paso sigue funcionando con normalidad incluso cuando la tensión de principal CA ha caído por debajo del 80 %, y tan bajo como cero, al menos hasta tres segundos. Cuando la tensión de principal CA vuelve al 80 % o por encima de la nominal, el sistema cambia de nuevo a la alimentación principal CA y desconecta la fuente de alimentación de reserva.

Estos y otros objetivos, características y ventajas de la presente invención serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia tras la lectura de la siguiente descripción detallada de la invención en vista de los dibujos y reivindicaciones.

### 15 Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará con mayor detalle a continuación con referencia a los dibujos.

La Figura 1 es una vista en perspectiva lateral de una turbina eólica típica de la técnica anterior;

La Figura 2 es una vista en perspectiva fragmentaria de una sección de la turbina eólica que se muestra en la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en sección transversal fragmentaria del cubo, palas y góndola, tomada generalmente a lo largo de la línea 3-3 de la Figura 2;

La Figura 4 es una vista en sección transversal de una de las palas de la turbina eólica de la invención, mostrada en una primera posición, tomada generalmente a lo largo de la línea 4-4 de la Figura 1;

La Figura 5 es una vista de la pala mostrada en la Figura 4 después de que el paso de la pala se ha regulado de tal manera que la pala está en una segunda posición;

La Figura 6 es un diagrama de bloques del circuito de control para el sistema de control de paso y resistencia de pérdida red sin averías de la invención; y,

La Figura 7 es un diagrama esquemático del monitor de la condición de alimentación y circuito de control de transferencia de reserva de la invención;

La Figura 8 es un diagrama esquemático adicional para la sección del Detector de Pérdida de alimentación de la fuente de alimentación de SRF; y,

La Figura 9 es un esquema para la fuente de alimentación lógica de la invención.

### 35 Mejor modo de realizar la invención

Haciendo referencia ahora a los dibujos, la Figura 1 es una vista en perspectiva lateral de la turbina eólica **10**. La turbina eólica **10** comprende generalmente el conjunto de cubo **12** fijado de forma giratoria a la góndola **14**, tal como mediante cojinetes o algún otro método conocido en la técnica. La góndola se monta encima de la torre **16**, que es de altura suficiente para permitir que el conjunto de cubo **12** gire completamente a una distancia segura sobre el suelo. En una realización preferida, el conjunto de cubo **12** comprende tres palas **20** fijadas de forma giratoria al cubo **18**. El número de palas puede, por supuesto, variar en otras realizaciones. Las turbinas eólicas de esta estructura general son conocidas en la técnica.

La Figura 2 muestra una vista fragmentaria en perspectiva de una sección, específicamente la góndola **14**, de la turbina eólica que se muestra en la Figura 1. El viento hace que el conjunto de cubo gire, lo que a su vez hace girar el eje de baja velocidad **19**. El eje de baja velocidad termina en la caja de engranajes **24**, que es un conjunto de engranajes que conecta el eje de baja velocidad **19** al eje de alta velocidad **28**. En una realización preferida, la caja de engranajes **24** tiene una velocidad de giro de aproximadamente 30-60 rpm del eje de baja velocidad y la convierte en una velocidad de giro de aproximadamente 900-1.800 rpm para el eje de alta velocidad. El generador **26**, que podría ser cualquier generador de giro adecuado conocido en la técnica, se fija a eje de alta velocidad **28** para generar electricidad.

La Figura 2 ilustra también unidad de anillo colector **61** en el eje de baja velocidad **19**. Los anillos colectores son conocidos en la técnica como dispositivos electro-mecánicos para transferir corrientes eléctricas de fuentes de giro a aquellas estacionarias. En una realización preferida, portaescobillas **66** y **68** están próximas a los anillos colectores para mantener las escobillas de los anillos colectores en su lugar. Los discos de los anillos colectores se aseguran en un eje giratorio, de modo que los discos giran con el eje. Un muelle u otra fuerza presiona constantemente las escobillas contra los discos de manera que siempre hay un contacto entre los discos y las escobillas mientras que los discos giran libremente. Como resultado, una corriente eléctrica se puede transferir entre los componentes giratorios y fijos.

La Figura 3 es una vista en sección transversal fragmentaria del cubo, palas y góndola, tomada generalmente a lo largo de la línea 3-3 de la Figura 2. El cubo **18** se asegura al eje de baja velocidad **19** de tal manera que cuando el viento hace que el cubo gire, el cubo hace, a su vez, que el eje de baja velocidad gire. Los cables **59a-c** suministran

potencia a los componentes eléctricos alojados en el cubo **18**. En una realización preferida, los componentes eléctricos alojados en el cubo **18** son esencialmente el sistema de control de paso **30**, pero podrían incluir componentes adicionales. El sistema de control de paso **30** puede incluir, pero no se limita a, la conversión de potencia para el módulo de control del motor de paso **32**, módulo de conversión CA a CC **42**, el monitor de la condición de alimentación y el controlador de transferencia de reserva **48**, el procesador de control del sistema **50**, la fuente de alimentación de reserva **52**, y los actuadores, sensores y otros controles según sea necesario.

Las Figuras 4 y 5 muestran vistas en sección transversal de dos posiciones alternas para la pala **20**. En una realización preferida, la pala **20** es giratoriamente variable a una pluralidad de intervalos entre estas dos posiciones. Adicionalmente, se debe apreciar que puede ser deseable en algunas realizaciones permitir que la pala **20** gire completamente alrededor del eje de la pala. La Figura 4 ilustra la pala **20** en una posición típica para la generación de potencia de turbina eólica. Suponiendo que el viento vendrá en una dirección sustancialmente hacia la izquierda o hacia la derecha, la sección transversal de la pala **22** presenta una gran superficie para que el viento impacte. La curvatura de la pala genera la elevación, y en última instancia hace que el conjunto de cubo gire, como se conoce comúnmente en la técnica.

En la Figura 5, el paso de la pala **20** se ha cambiado de manera que la pala **20** está en una posición "de bandera". La pala es muy aerodinámica en la posición de bandera, y permite que el viento simplemente pase por encima y por debajo de la pala, por lo que no hay fuerza neta sobre cada lado de la pala. Por lo tanto, el viento no hará que el conjunto de cubo gire cuando las palas están en esta posición. La posición de bandera se utiliza normalmente en situaciones de emergencia, tales como vientos extremadamente fuertes o una condición de pérdida de red. El sistema de control de paso **30** se aloja en el cubo **18** y es responsable de hacer girar cada pala **20** sobre su eje respectivo.

Se desea que muchas turbinas eólicas conocidas en la técnica sean capaces de detectar una condición de pérdida de red, tal como se ha definido anteriormente, y "resistir sin averías" la condición de pérdida de red durante un período de tiempo determinado, normalmente aproximadamente segundos. La resistencia sin averías implica principalmente proporcionar el sistema de control de paso con potencia para el período de tiempo especificado para que las palas **20** se puedan mover en una posición de bandera para evitar daños en las turbinas.

#### Diagrama y esquema de bloques electrónicos

La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques del sistema de control electrónico **30** de la presente invención. Cabe señalar que la Figura 6 ilustra un "lado fijo" del sistema **30** y un "lado giratorio". Los dos lados están separados por un conjunto de anillo colector **61**. Como es bien conocido en la técnica, un anillo colector es un aparato para hacer una conexión eléctrica a través de un conjunto giratorio, y proporciona un medio para transferir electricidad de un componente estacionario a uno componente. Los anillos colectores, también denominados interfaces eléctricas giratorias, conectores eléctricos giratorios, colectores, placas giratorias o juntas giratorias eléctricas, se encuentran comúnmente en los generadores, alternadores, maquinaria de envasado, carretes de cable, ventiladores de techo y turbinas eólicas. Un anillo colector consiste en un círculo o banda conductora montada sobre un eje y aislado del mismo. Las conexiones eléctricas en el lado giratorio del sistema, tales como el rotor de un generador, se realizan en el anillo. Contactos o cepillos fijos discurren en contacto con el anillo, transfiriendo potencia o señales eléctricas a la parte exterior, estática del sistema. Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Slip\\_rings](http://en.wikipedia.org/wiki/Slip_rings).

El equipo en el lado estacionario del conjunto de anillo colector se encuentra en la góndola **14**, mientras que el equipo en el lado giratorio se encuentra en el cubo **18**. La potencia del sistema de control de paso **30** se proporciona a través del transformador **62**. La potencia CA a este transformador puede provenir de cualquier fuente. La misma se puede proporcionar directamente desde la red principal a través de otros transformadores, o puede suministrarse directamente desde el generador. En una realización, la potencia CA es de 690 V CA, y el transformador se configura para reducir la tensión a cualquiera de 400 o 230 V CA para su transmisión a través de los anillos colectores **58**.

En la presente invención, el conjunto de anillo colector **61** comprende anillos colectores **58** y **60**. Los anillos colectores **58** se utilizan para transferir potencia de alimentación a través de la interfaz, mientras que los anillos colectores **60** se utilizan para transferir datos de órdenes y de control.

La esencia de la presente invención es que el sistema de control de paso **30** se dispone funcionalmente para detectar y controlar la fuente de alimentación CA en el lado giratorio de los anillos colectores, y para seguir funcionando durante un período de tiempo de ingeniería, en el caso de una pérdida parcial o total de la fuente de alimentación CA. Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de control de paso de la presente invención se dispone funcionalmente para operar normalmente cuando el nivel de tensión de principal de CA cae por debajo del 80 %, y tan bajo como cero, y permanece por debajo del 80 % durante hasta al menos tres segundos, en cuyo momento el nivel principal de CA vuelve a un mínimo del 80 % de nivel nominal de la línea. A diferencia de los sistemas de control de paso y de resistencia de pérdida de red sin averías anteriores, el presente sistema mide la tensión de alimentación en el lado giratorio de los anillos colectores. Cuando la fuente de alimentación se sumerge a un nivel predeterminado, una fuente de alimentación de reserva se enciende, y continúa suministrando potencia al

sistema de control de paso hasta que la tensión de alimentación CA principal vuelve a un nivel mínimo.

El sistema de control de paso **30** comprende un módulo de conversión de CA a CC **42** que se dispone funcionalmente para convertir la tensión de alimentación CA a CC. En una realización, el módulo **42** convierte la tensión de alimentación CA a 325 V CC. Esta tensión CC puede ser de media onda o de onda completa rectificadas, y se proporciona próxima a los condensadores del bus de CC **34** para su filtrado y modulación. La conversión de potencia para el módulo de control del motor de paso **32** comprende un inversor IGBT u otro dispositivo para la conversión de la tensión de alimentación CC en suministros de tensión CA adecuados, como es bien conocido en la técnica. Un segundo módulo **54** convierte la alimentación CA en una tensión CC inferior, por ejemplo, 24 V CC.

El sistema de control de paso **30** comprende, además, un monitor de la condición de alimentación y un módulo de control de transferencia de reserva **48**, que es un componente básico de la invención. El módulo monitor de la condición de alimentación mide las tensiones trifásicas en las líneas **59a**, **59b** y **59c**. Como se ha mencionado anteriormente, esta tensión de alimentación CA se controla en el lado giratorio de los anillos colectores. Este esquema de monitorización tiene una ventaja con respecto a los métodos de la técnica anterior en que puede detectar los problemas causados por los anillos colectores, conductores y otras partes del circuito que los sistemas de monitorización del lado estacionario no pueden detectar. Cuando la calidad de la potencia suministrada se deteriora de acuerdo con los algoritmos predeterminados, el monitor de la condición de alimentación desconecta el módulo de conversión de CA a CC **42** a través de una señal de orden enviada a través de la línea **63**, y envía después señales al relé **40** y a la bobina del contactor **36** para conectar las fuentes de alimentación de reserva **46** y **44**, respectivamente. Estas fuentes de alimentación de reserva pueden tomar numerosas formas, tales como baterías o condensadores, etc. Estas fuentes de alimentación de reserva continúan alimentando el sistema de control de paso hasta que la fuente de alimentación CA principal se restablece (al menos al 80 % del valor nominal). Se debe apreciar que, aunque en una realización preferida, el punto de activación para la conexión y desconexión de reserva es el 80 % de la tensión nominal de la línea, este no es un número crítico, y otros intervalos de caídas de tensión se podrían emplear a través de una programación sencilla, y cualquier número de algoritmos se podría utilizar para desencadenar la conversión a la potencia de reserva. También, en una realización preferida de la invención, el monitor de la condición de alimentación mide la tensión en las tres fases, pero la invención se puede configurar fácilmente para medir solo la tensión en una fase, o incluso en dos de las tres fases.

También se muestra en la Figura 6 dos fuentes de alimentación de reserva **52** y **56**, respectivamente. En una realización preferida, la fuente de alimentación **52** proporciona 250 V CC a los condensadores del bus CC, y después a la conversión de potencia para el módulo de control del motor de paso **32** para alimentar los motores de control de paso. La fuente de alimentación **56** proporciona 24 V CC para alimentar los diversos componentes electrónicos. Por ejemplo, los 24 V CC se alimentan a las bobinas de freno, a la lógica de relés, a la señalización de E/S digital aislada. La tensión se reduce aún más a través de divisores de tensión convencionales, etc., para proporcionar 12 V CC para los microprocesadores, memoria, conversión A/D, etc., y 5 V CC para circuitos CMOS, como es bien conocido en la técnica. Aunque el dibujo muestra dos fuentes de alimentación de reserva separadas, cabe señalar que la fuente de alimentación de reserva puede comprender una pluralidad de baterías conectadas en serie, con derivaciones adecuadas para 12 V CC y 250 V CC, respectivamente. La alimentación de reserva se podría alimentar también por los condensadores.

El monitor de la condición de alimentación **48** se comunica también con el procesador de control del sistema **50**. El procesador de control del sistema **50** se comunica también a través del anillo colector **60** a través de la comunicación de datos en serie con el sistema de control de la turbina y la interfaz con el módulo SCADA **64**. El módulo **64** representa el sistema de control de turbina principal que se comunica con el sistema de control de paso, ordenando el control de paso, etc.

La Figura 7 es un esquema detallado de la circuitería que monitorea la tensión de la línea de CA. La misma muestra tres secciones separadas del amplificador diferencial y circuitos de valor absoluto conectados en serie. Los amplificadores diferenciales se instalan con Amplificadores Operacionales U1A, U2A, y U4A. Los circuitos de valor absoluto se configuran con Amplificadores Operacionales U1B, U2B, y U4B. Los circuitos de valor absoluto no son necesarios para el sistema de circuitos; los mismos se utilizan en este ejemplo solo para hacer una señal unipolar para su entrada en el convertidor analógico a digital (A2D). Una señal bipolar se podría utilizar también; solo necesitaría estar sesgada a la tensión central del intervalo del convertidor A2D. Por tanto, los circuitos de valor absoluto son solo una solución alternativa para sesgar la señal al intervalo medio del convertidor A2D.

La combinación de U1A y U1B detecta la tensión de la fase 1 de la línea de CA. U2A y U2B detectan la fase dos, mientras que U4A y U4B detectan la fase tres. Una vez más, en una realización preferida de la invención, las tensiones trifásicas se detectan, aunque la invención se puede configurar también para detectar solo una de las tensiones de fase, o dos cualesquiera de las tensiones de fase. La invención se puede configurar para detectar una configuración de alimentación delta o en estrella, con conexión a tierra o sin conexión a tierra.

No hay ningún componente especial para el circuito de detección. El mismo utiliza amplificadores operacionales genéricos y el convertidor A2D de un microprocesador. El microprocesador resulta ser del Microchip, pero hay muchos procesadores o DSP diferentes que funcionarían.

Al examinar los circuitos de detección de la fase uno, los amplificadores diferenciales están diseñados para tener muy buen rechazo en modo común a través de la configuración de las redes de retroalimentación de R4, R5 y R6 junto con algo de filtrado de ruido.

5 La entrada del bloque de terminales TB3 (sección B5) y los amplificadores diferenciales se configuran para diferentes tipos de configuraciones de línea de CA. Este dispositivo se puede conectar fácilmente a suministros de línea a línea de 240 V CA, o suministros de línea a línea de 400VCA cambiando cómo las señales se conectan al bloque de terminales TB3. Ciertamente, el dispositivo podría tener la inteligencia de detectar la tensión conectada al mismo y de regular las ganancias, en consecuencia, sin necesidad de diferentes configuraciones de cableado, o  
10 simplemente tener suficiente resolución A2D para permitir la detección de una fuente de entrada de tensión inferior. Pero, estos son solo opciones típicas de cómo implementar la idea general y equilibrar el coste, el tamaño, la complejidad, y otras preocupaciones.

15 En las secciones B2 y B3, hay una entrada para el estado de una señal de emergencia. Esta señal se utiliza para detener de inmediato un evento de resistencia sin averías y hacer que la alimentación vuelva al funcionamiento normal, incluso si ya se ha detectado una pérdida de alimentación y está funcionando en el modo de pérdida de alimentación. También evitará que se detecte una pérdida de alimentación si se indica una emergencia previa a la detección de la pérdida de alimentación.

20 La Figura 8 es un diagrama esquemático adicional para la sección del Detector de Pérdida de Alimentación de la fuente de alimentación SRF. La misma muestra un procesador, PIC18F4455, de Microchip. El procesador contiene la memoria de sus programas y variables de datos. Entre las otras características que figuran en este procesador hay un convertidor multi-canal Analógico a Digital (A2D), entradas y salidas digitales, y circuitería de Modulación de Ancho de Impulso (PWM) incluyendo la captura y capacidad comparativa.

25 Este dispositivo monitorea las tensiones de la línea de CA mediante la adopción de las conversiones A2D de las tres señales que representan las tensiones de línea de CA, R1SEN, P2SEN, y P3SEN en las patillas 19, 20 y 21 respectivamente. Para lograr una indicación rápida de las condiciones de línea de CA bajas, el procesador eleva al cuadrado el valor de cada una de las conversiones de la línea de CA y suma los tres valores al cuadrado entre sí. Si  
30 la línea de CA de entrada tiene un pico de tensión constante para todas las tres fases, entonces, este resultado será el mismo número independiente del momento en que se muestrea la línea de CA. Por lo tanto, el circuito realiza una detección rápida de la pérdida de la línea de CA sin necesidad de la información de temporización de la línea de CA. En una realización preferida, las muestras y el cálculo de la suma de los cuadrados para esto se toman cada 500 microsegundos, aunque podrían tomarse a intervalos diferentes. Para evitar desencadenar en falso un evento de  
35 pérdida de alimentación, se deben detectar múltiples muestras de una condición de línea baja para hacer que la fuente de alimentación cambie su modo de funcionamiento.

40 Las señales FC1, FC2, FC3 y (sección D/C4) proporcionan un medio para seleccionar las características de cómo funciona la alimentación, tal como cuántas muestras de la línea de CA se necesitan para desencadenar un evento de detección de pérdida de alimentación, de cuál debería la tensión desencadenante de la línea de CA, cuál es el período de tiempo máximo para funcionar en el estado SRF, u otras características o modos de prueba. Del mismo modo, el canal de Comunicación Serial podría ser utilizado de manera similar.

45 La sección de Punto de Prueba Analógica (D3) utiliza la capacidad de salida PWM del procesador para generar algunos puntos de prueba analógica de datos internos al procesador para observarse con un multímetro u osciloscopio.

50 La sección de Comunicación Serial (D1/2) se puede utilizar para establecer las características de la alimentación como se ha descrito anteriormente, para obtener el estado de la alimentación, para enviar datos de proceso directos de la alimentación, para interrogar a la información almacenada, tal como tensiones de CA pico, la duración de los eventos de SRF, cuánto tiempo ha funcionado la alimentación y así sucesivamente, o para restablecer estos datos almacenados.

55 La Unidad de Relé de Alimentación (B5) amplifica la señal de salida del procesador al nivel requerido para hacer funcionar el relé que conecta la fuente de 24 V CC de la fuente de alimentación de reserva a la entrada de los suministros que generan los suministros lógicos y de sesgo para el sistema de paso.

60 La sección de Accionamiento de Contactores de Potencia (B3/4) amplifica la señal de salida del procesador para controlar la circuitería de accionamiento del contactor principal de alimentación del bus de CC. Esta sección requiere realmente que el procesador proporcione dos señales separadas de polaridades correctas y opuestas para que el contactor de potencia principal se cierre y permanezca cerrado. Esto se hace como una barrera de hardware adicional para evitar que el contactor de potencia principal se cierre cuando no debe. Esta sección utiliza también la salida del circuito integrado de generador de reinicio para abrir el contactor de potencia principal si el generador de reinicio detecta un nivel bajo en la alimentación de 5V.  
65

- 5 La sección de Estado de SRF (C2) amplifica la señal de salida del procesador al nivel necesario para su detección por el Procesador de Control de Paso (PCP). El PCP notificará al regulador de la turbina de que se ha detectado una pérdida de energía. El PCP monitoreará el tiempo de la pérdida de alimentación a través de la señal de Estado de SRF y tiene la capacidad de detener la resistencia de la pérdida de alimentación sin averías antes de que la fuente de alimentación se cierre a sí misma para que la alimentación de la línea de CA permanezca perdida. Si el CA regresa a un nivel aceptable dentro del período de tiempo de espera más corto, la señal de Estado de SRF indicará que la línea de CA es una vez más aceptable para el funcionamiento normal.
- 10 La sección de Estado de Alimentación (A3/4) proporciona una indicación visual del estado de la fuente de alimentación de SRF.
- La sección de referencia A/D (B1) es la referencia de precisión para el convertidor A2D en el microprocesador.
- 15 La sección de Puntos de Prueba de Depuración (B2/3) tiene por objeto ayudar a la depuración del producto a medida que se desarrolla y también puede proporcionar señales de prueba para las pruebas de producción.
- La sección de Modo de Prueba (A2) está pensada como un medio adicional para la colocación de la fuente de alimentación en diversos modos de prueba de funcionamiento.
- 20 El circuito integrado U7 es un generador de reinicio que monitoriza el suministro lógico de 5V y genera un impulso de reinicio fijo cuando la fuente de alimentación de 5V excede el nivel de umbral del generador de reinicio. Si la alimentación de 5V está por debajo del nivel de umbral del generador de reinicio, el procesador se coloca en reiniciar, y la Unidad del Contactor de Potencia se apaga, abriendo así el contactor de potencia. Véase # 5 anterior para descripción adicional del circuito la Unidad del Contactor de Potencia.
- 25 J1 (en C1) es el conector de la interfaz entre la placa de circuito del Detector de Pérdida de Alimentación, y la Placa de Fuente de Alimentación Lógica.
- 30 La Figura 9 ilustra un esquema para la fuente de alimentación lógica de la invención. El conjunto de alimentación lógica proporciona una fuente de alimentación de polarización (+5, +/- 12V) para su uso en los circuitos lógicos y de control del sistema de paso. A bordo de los convertidores CC, PS1 y PS2 producen esta potencia. PS1 y PS2 funcionan a partir de una alimentación de entrada de 24V no regulada. El sistema de control de paso utiliza +5, +/- 12V y los 24V no regulados para alimentar los circuitos lógicos, controladores de compuerta IGBT, lógica de relé, y bobinas de freno del servomotor.
- 35 Para mantener el funcionamiento de paso del servo durante un corte de potencia de CA, los + 5V, +/- 12 V, los 24 V no regulados, y el servo bus de alta potencia se deben mantener. En una realización preferida, las baterías de las unidades de alimentación de emergencia de las palas 2 y 3 proporcionan la potencia para ello. La unidad de alimentación de emergencia de la pala 2 proporciona potencia de la batería de 24 V para su uso en el conjunto de alimentación lógica. La unidad de alimentación de emergencia de la pala 3 proporciona alta tensión/alta potencia de corriente (225V CC) para el servo bus de control de paso.
- 40 En el bloque de terminales TB1 está el sistema de 24V. Esta es la alimentación de 24 V no regulada que discurre por los relés del sistema, bobinas de freno, convertidores de CC durante el funcionamiento normal cuando la alimentación CA está presente. Esta alimentación no regulada viene de 18 V CA rectificadas de un transformador de control en el sistema. También en el bloque de terminales TB1 está la batería de 24V. Esta es la alimentación de la batería que viene desde la unidad de alimentación de emergencia 2. En el bloque de terminales está la salida de 24V. Esta es la alimentación que sale del conjunto de alimentación lógica y alimenta los controladores de compuerta IGBT. Durante el funcionamiento normal con alimentación CA presente, el sistema de 24V se crea por el transformador de control, alimenta la lógica de relés, y bobinas de freno de los servomotores. Entra en las patillas 3 y 4 del TB1, alimenta los convertidores de CC PS1 y PS2, y devuelve la salida de 24V en las patillas 5 y 6 del TB1. En este estado, los relés RL1 y RL2 están abiertos, como se muestran en el esquema.
- 45 Cuando se interrumpe la alimentación CA, el conjunto del monitor de alimentación detecta esto y envía una señal al conjunto de alimentación lógica para hacer que los relés RL1 y RL2 se cierren. Esto conecta la alimentación de la batería de 24V en las patillas 1 y 2 del TB1 a los terminales del sistema de 24V y también a los terminales de la salida de 24V manteniéndolos con alimentación. Ahora la fuente de la batería de 24V de la unidad de alimentación de emergencia 2 es capaz de alimentar a PS1, PS2, y el terminal de la salida de 24V. Al mismo tiempo, se envía una señal para energizar el circuito de accionamiento eléctrico de Q2 en el centro inferior del dibujo. Q2 energiza, a su vez, un contactor de alta potencia situado en el panel de la cabina de control que conecta la unidad de alimentación de emergencia 3 al servo bus de alta tensión, manteniéndolo con alimentación. El resultado es que el funcionamiento del servo continúa sin interrupción después que se interrumpe la potencia CA, alimentándose desde las baterías de las unidades de alimentación de emergencia 2 y 3.
- 50 Cuando vuelve la alimentación CA, el detector de pérdida de alimentación envía una señal al conjunto de alimentación lógica que abre RL1 y RL2. Al mismo tiempo, se envía una señal para desactivar el circuito Q2 y des-
- 55
- 60
- 65

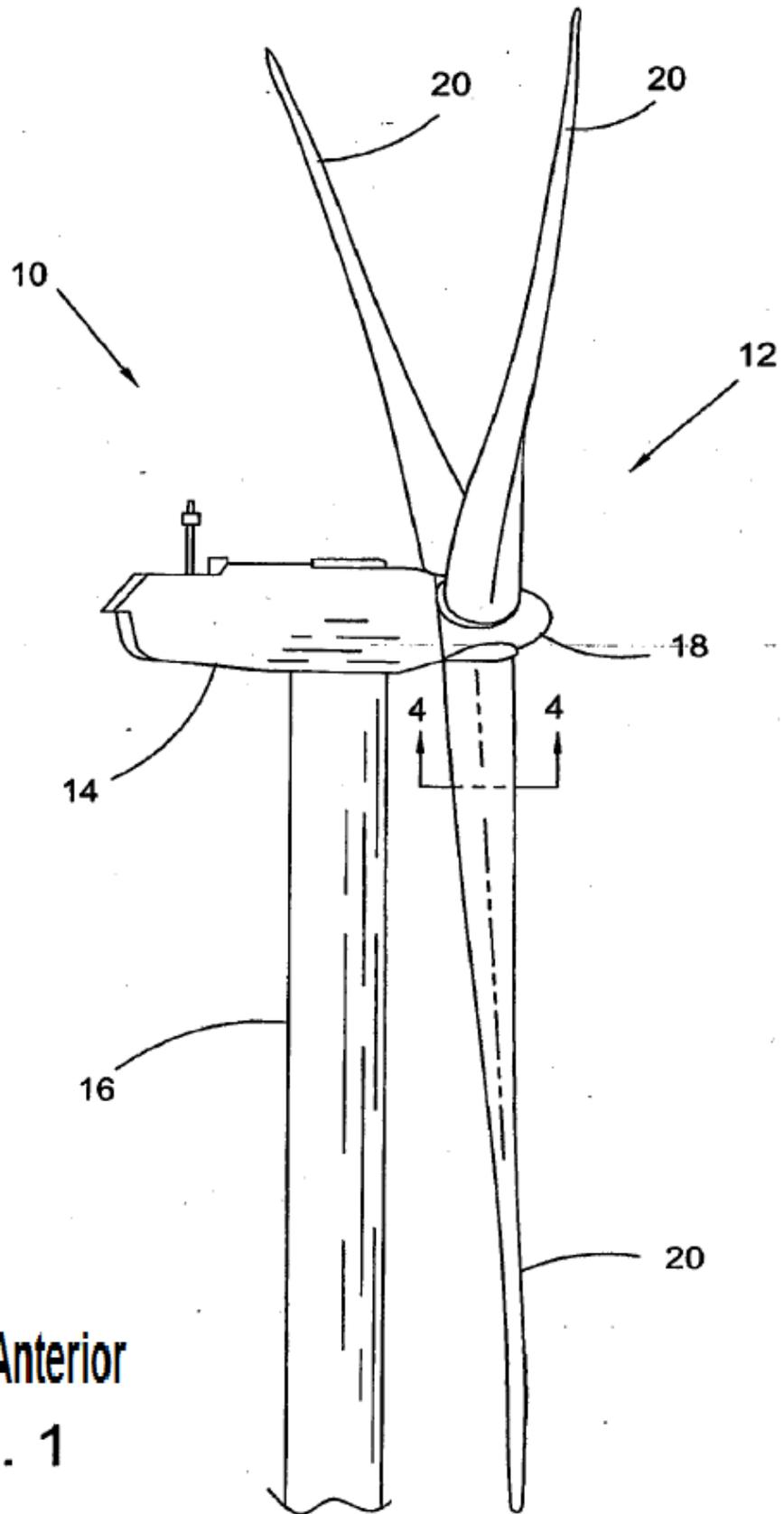
energizar el contactor de alta potencia que conecta la unidad de alimentación de emergencia 3 al servo bus. Ahora el sistema está siendo alimentado desde la entrada de CA.

- 5 Por tanto, se observa que los objetivos de la invención se consiguen de manera eficaz, a pesar de que se pueden hacer obviamente modificaciones y cambios a la invención y a sus circuitos, por aquellos expertos en la materia, y estos cambios y modificaciones tienen por objeto estar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

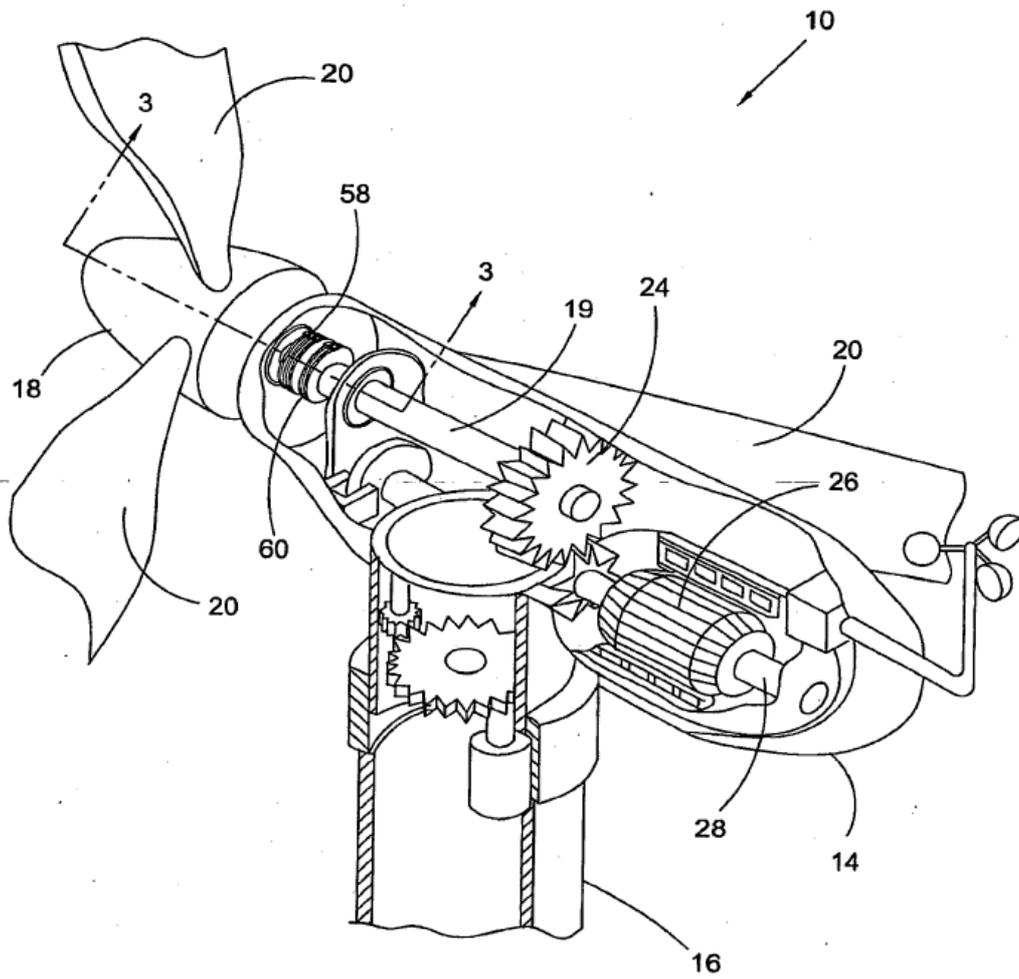
## REIVINDICACIONES

1. En una turbina/generador eólico (10) que tiene un cubo giratorio (18), al menos una pala (20) asegurada de forma giratoria a dicho cubo (18), un sistema de control de paso (30) para la regulación del paso de cada dicha pala (20), dicho sistema de control de paso (30) situado dentro de dicho cubo giratorio (18), una góndola estacionaria (14) y un conjunto de anillo colector (61) en una junta de un circuito eléctrico entre dicho cubo giratorio (18) y dicha góndola estacionaria (14), estando dispuesto funcionalmente dicho conjunto de anillo colector (61) para la transmisión de señales eléctricas entre los equipos situados dentro de dicho cubo giratorio (18) y los equipos situados dentro de dicha góndola estacionaria (14), un aparato para resistir la pérdida de red sin averías para dicho sistema de control de paso (30), que comprende:
- una lógica del sistema de paso y circuitos de control, y un servo bus de alta potencia; medios para detectar y monitorear la potencia en el lado giratorio de dicho conjunto de anillo colector (61); y, medios para suministrar potencia a dicho sistema de control de paso (30) desde las unidades de alimentación de emergencia (2, 3), pertenecientes a diferentes palas, cuando dicha potencia detectada cae a un nivel predeterminado, en donde dichos medios para suministrar potencia a dicho sistema de control de paso (30) incluyen un bloque de terminales (TB1), las unidades de alimentación de emergencia (2, 3) y los relés (RL1, RL2), en donde, cuando se interrumpe la corriente alterna, los relés (RL1, RL2) se cierran, lo que conecta las unidades de alimentación de emergencia (2, 3) con el bloque de terminales (TB1) para el funcionamiento de alimentación del servo por las unidades de alimentación de emergencia (2, 3), en donde la una unidad de alimentación (2) suministra potencia para la lógica del sistema de paso y los circuitos de control y la otra unidad de potencia (3) suministra potencia para el servo bus de alta potencia.
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho medio para detectar y monitorear la potencia comprende amplificadores operacionales (U1A, U2A, U1B, U2B, U4A, U4B) configurados para medir tensiones analógicas, y un microprocesador funcionalmente dispuesto para convertir dichas tensiones analógicas en señales digitales para su posterior procesamiento.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho medio para detectar y monitorear la potencia detecta simultáneamente tres tensiones de fases diferentes.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho microprocesador se dispone funcionalmente para sumar los cuadrados de las tensiones detectados y para enviar una señal para conectar una fuente de alimentación de reserva (44, 46) cuando el valor absoluto de la suma de las tensiones detectadas cae por debajo del 80 % de un nivel nominal.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además medios para desconectar una fuente de alimentación principal para dicho sistema de control de paso (30) cuando dicha fuente de alimentación de reserva (52) está conectada.
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las tensiones trifásicas de alimentación se aplican y se miden en el lado giratorio de dicho conjunto de anillo colector (61), y dicho nivel predeterminado es de aproximadamente el 80 % del valor absoluto de la suma del valor cuadrado de las tensiones trifásicas.
7. Una turbina/generador eólico (10) que comprende:
- un cubo giratorio (18);  
al menos una pala (20) asegurada a dicho cubo (18);  
un sistema de control de paso (30) para la regulación del paso de cada una de dichas palas (20),  
dicho sistema de control de paso (30) situado dentro de dicho cubo giratorio (18);  
una góndola estacionaria (14);  
un conjunto de anillo colector (61) en una junta de un circuito eléctrico entre dicho cubo giratorio (18) y dicha góndola estacionaria (14), estando dispuesto funcionalmente dicho conjunto de anillo colector (61) para la transmisión de señales eléctricas entre los equipos situados dentro de dicho cubo giratorio (18) y los equipos situados dentro de dicha góndola estacionaria (14); y  
un aparato para resistir la pérdida de red sin averías para dicho sistema de control de paso (30) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
8. En una turbina/generador eólico (10) que tiene un cubo giratorio (18), al menos una pala (20) asegurada de forma giratoria a dicho cubo (18), un sistema de control de paso (30) para la regulación del paso de cada una de dichas palas (20), estando situado dicho sistema de control de paso (30) dentro de dicho cubo giratorio (18), una góndola estacionaria (14), y un conjunto de anillo colector (61) en una junta de un circuito eléctrico entre dicho cubo giratorio (18) y dicha góndola estacionaria (14), estando dispuesto funcionalmente dicho conjunto de anillo colector (61) para la transmisión de señales eléctricas entre los equipos situados dentro de dicho cubo (18) y los equipos situados dentro de dicha góndola giratoria estacionaria (14), un método para resistir la pérdida de red sin averías para dicho sistema de control de paso (30), que comprende las etapas de:

- detectar y monitorear la potencia en el lado giratorio de dicho conjunto de anillo colector (61);  
cerrar los relés (RL1, RL2) para conectar las unidades de alimentación de emergencia (2, 3), pertenecientes a  
diferentes palas, con un bloque de terminales (TB1); y  
suministrar potencia a dicho sistema de control de paso (30) desde las unidades de alimentación de emergencia  
(2, 3) cuando dicha potencia detectada cae a un nivel predeterminado, en donde la una unidad (2) suministra  
potencia para la lógica del sistema de paso y los circuitos de control y la otra unidad de potencia (3) suministra  
potencia para el bus de alta potencia.
- 5
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además la etapa de desconectar dicha fuente de  
alimentación de reserva (52) cuando dicha potencia detectada vuelve a dicho nivel predeterminado.
- 10
10. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicha detección y monitoreo de potencia se realiza con  
amplificadores operacionales (U1A, U2A, U1B, U2B, U4A, U4B) configurados para medir tensiones analógicas, y un  
microprocesador funcionalmente dispuesto para convertir dichas tensiones analógicas en señales digitales para su  
procesamiento posterior.
- 15
11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicha detección y monitoreo de potencia detecta  
tensiones trifásicas diferentes, simultáneamente.
- 20
12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho microprocesador funciona para sumar los  
cuadrados de las tensiones detectadas y para enviar una señal para conectar una fuente de alimentación de reserva  
(44, 46) cuando el valor absoluto de la suma de las tensiones detectadas cae por debajo del 80 % de un nivel  
nominal.
- 25
13. El método de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además la etapa de desconectar una fuente de  
alimentación principal de dicho sistema de control de paso (30) cuando dicha fuente de alimentación de reserva (52)  
está conectada.
- 30
14. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que las tensiones trifásicas de alimentación se aplican y se  
miden en el lado giratorio de dicho conjunto de anillo colector (61), y dicho nivel predeterminado es  
aproximadamente el 80 % del valor absoluto de la suma del valor cuadrado de todas las tensiones trifásicas.



**Técnica Anterior**  
**Fig. 1**



**Fig. 2**  
**Técnica Anterior**

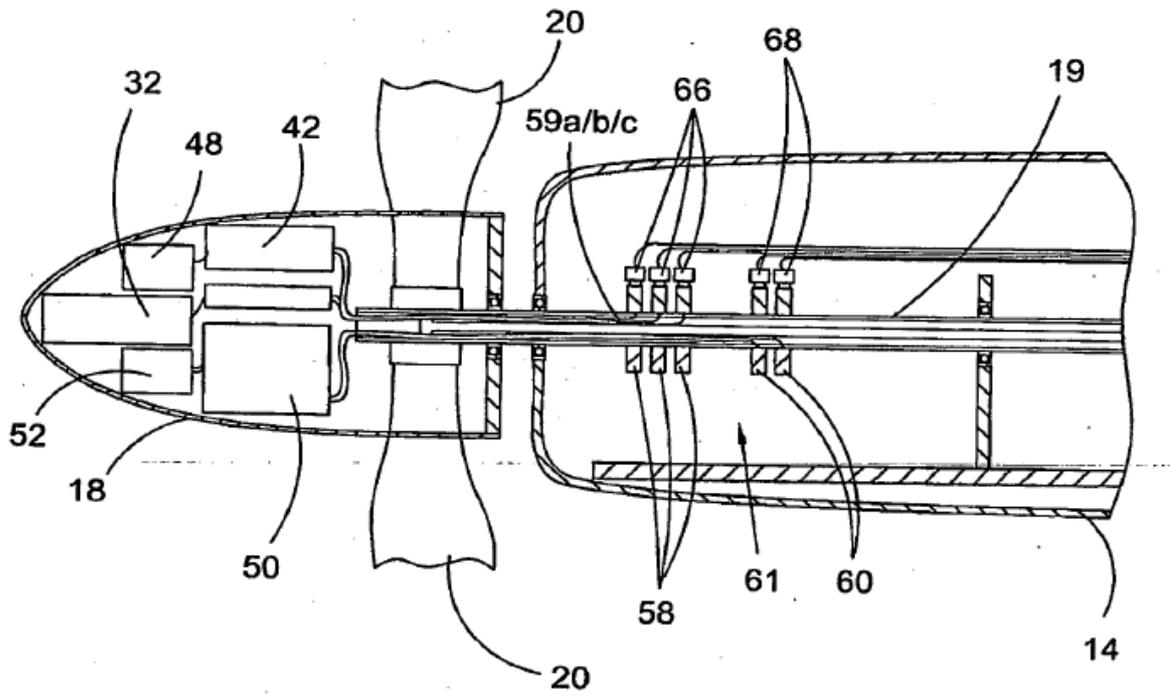
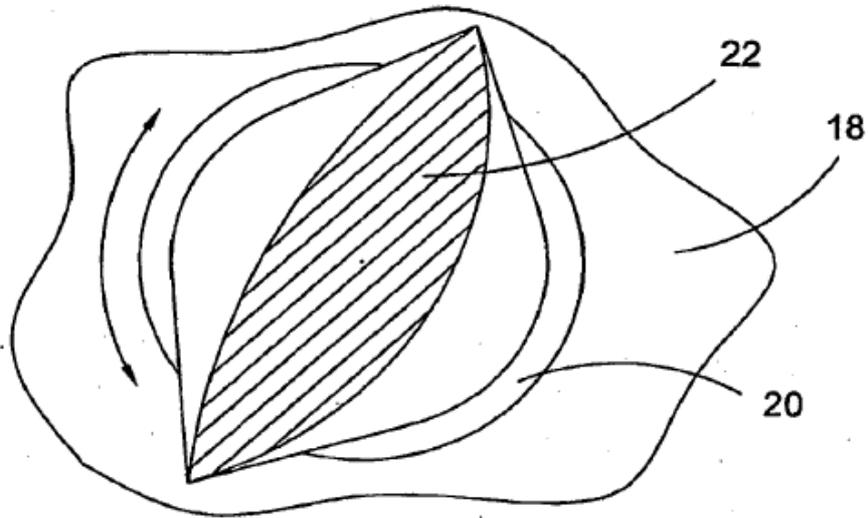


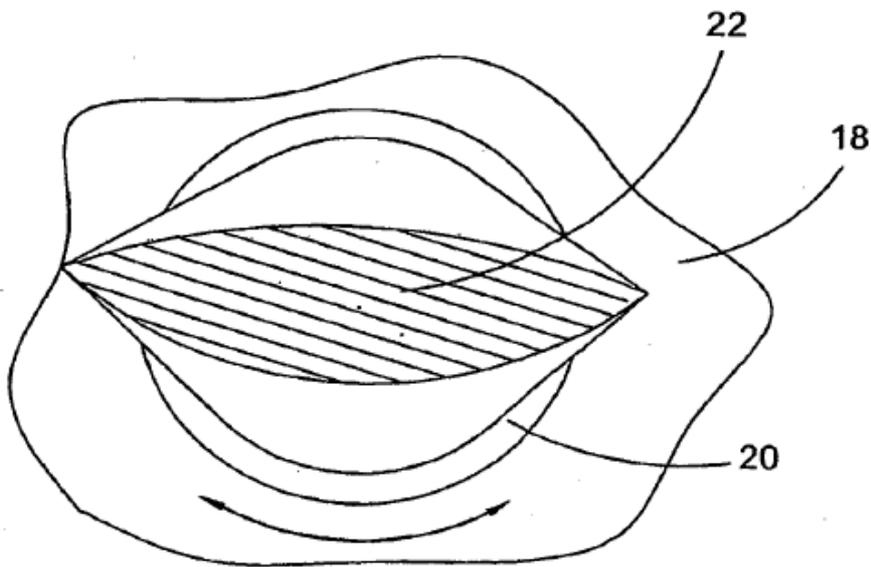
Fig. 3

Técnica Anterior



**Fig. 4**

**Técnica Anterior**



**Fig. 5**

**Técnica Anterior**

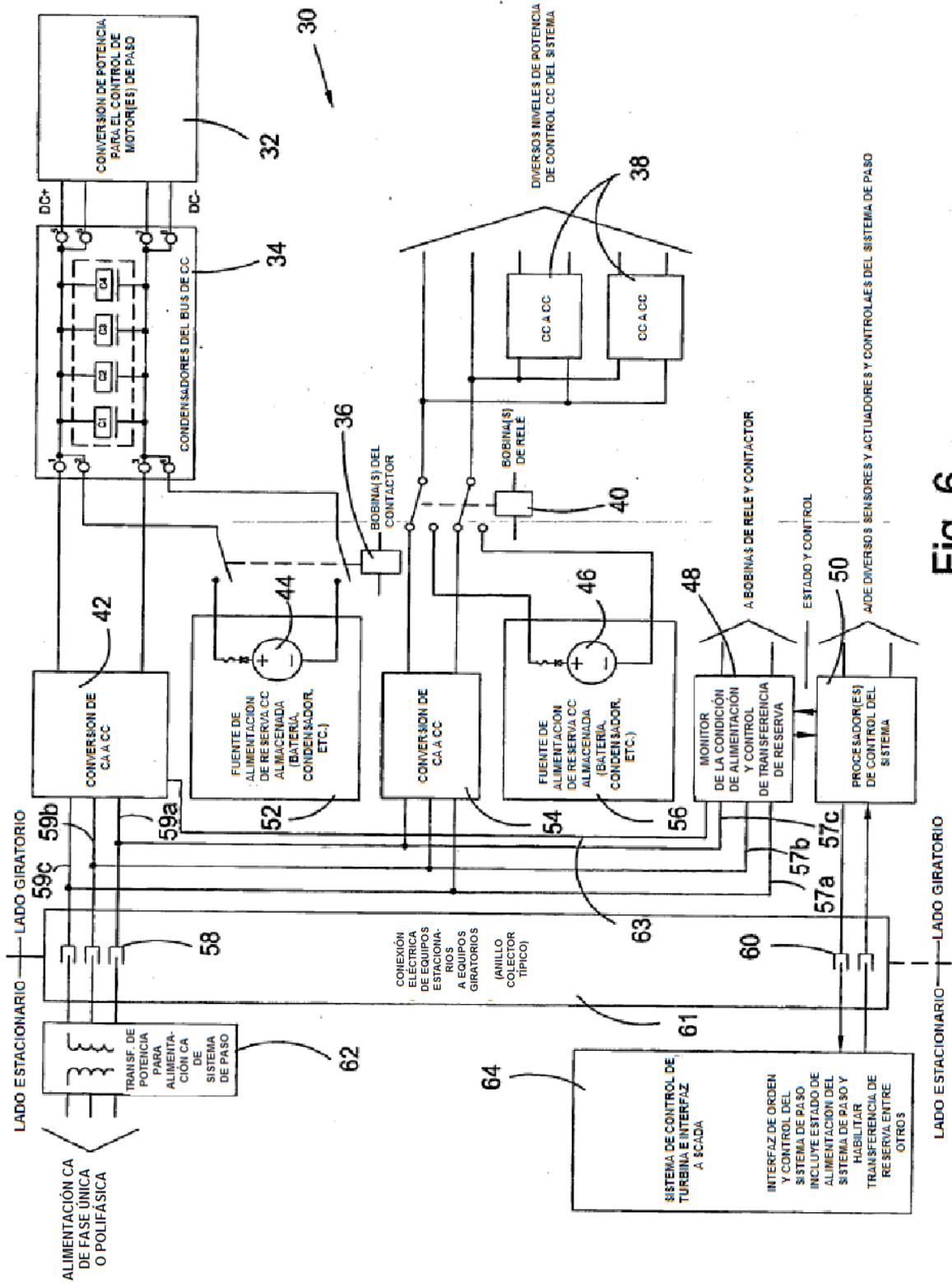


Fig. 6

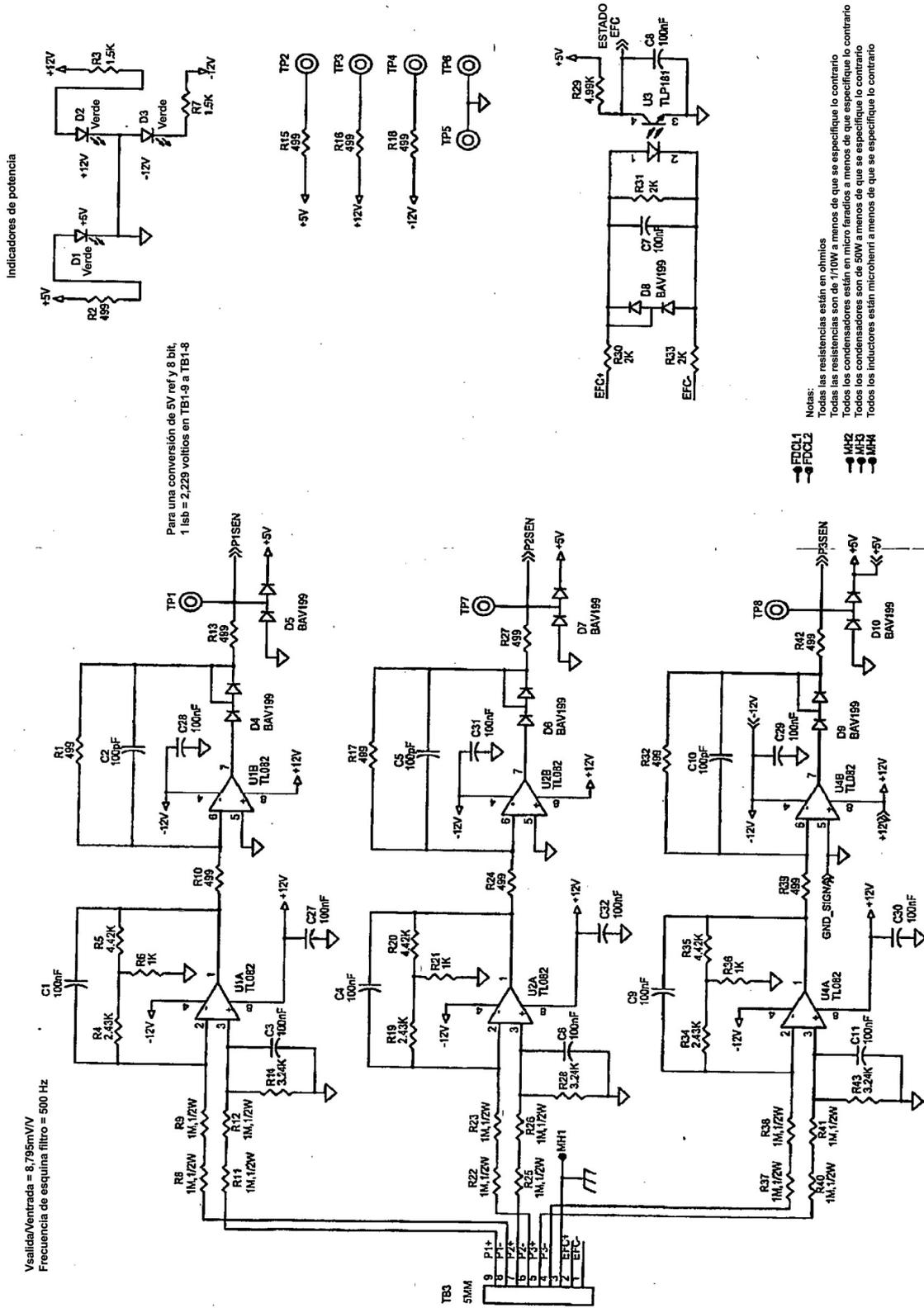
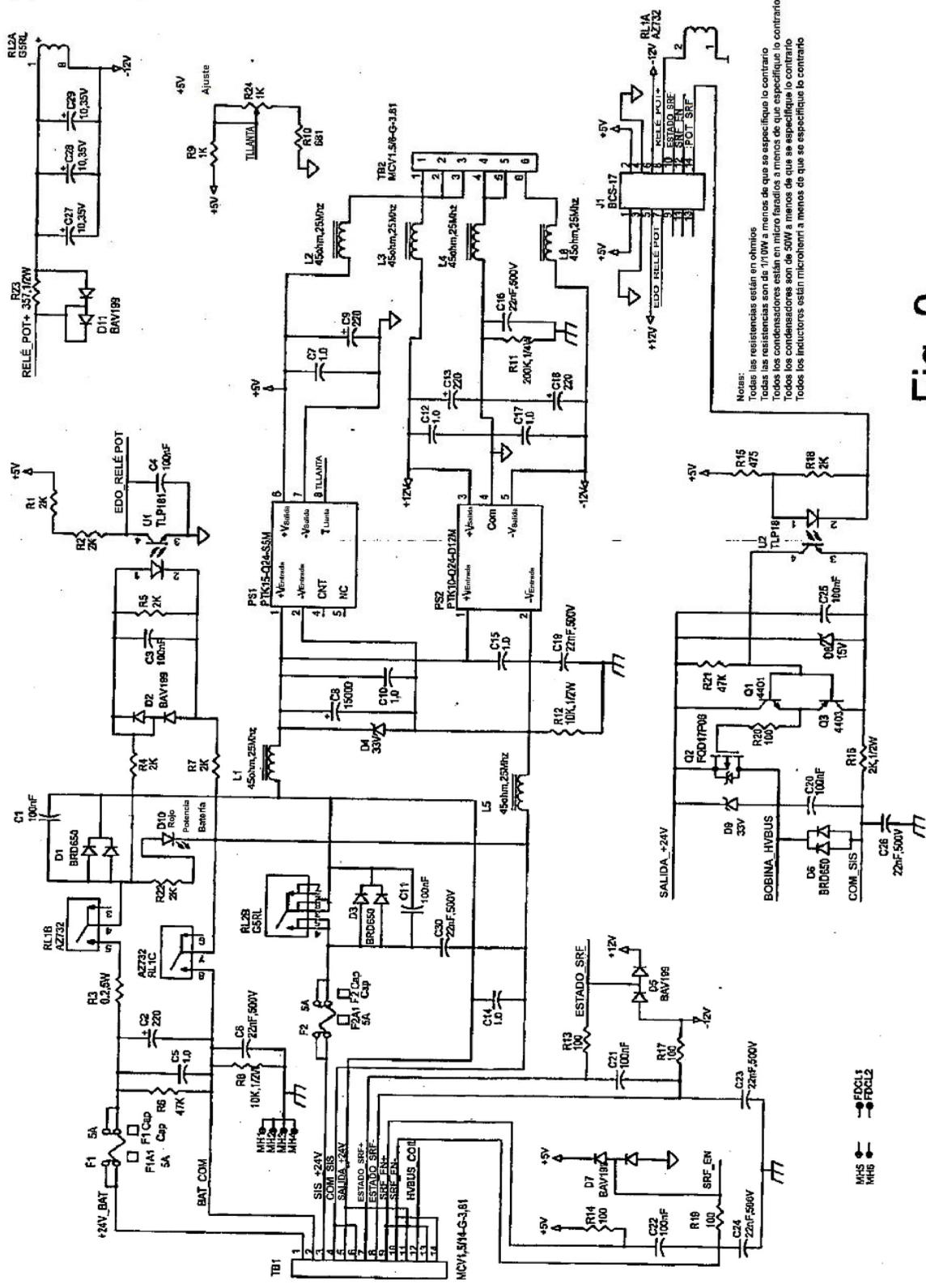


Fig. 7





Notas:  
 Todas las resistencias están en ohmios  
 Todos los condensadores son de 1000V  
 Todos los condensadores están en micro faradios a menos de que se especifique lo contrario  
 Todos los condensadores son de 50V a menos de que se especifique lo contrario  
 Todos los inductores están microhenri a menos de que se especifique lo contrario

Fig. 9