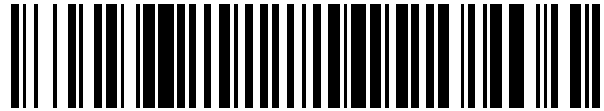


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 140**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

H02K 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2010 E 10190531 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 2341247**

54 Título: **Turbina eólica con soplante de velocidad variable directamente conectada**

30 Prioridad:

24.11.2009 US 624908

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

05.04.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GRANT, JAMES J. y
JANSEN, PATRICK L.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 400 140 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

Turbina eólica con soplante de velocidad variable directamente conectada

El sistema descrito en el presente documento se refiere, en general, a un sistema de refrigeración mejorado. Más específicamente, el sistema se refiere a un sistema de refrigeración mejorado para un generador y/o una caja de engranajes de una turbina eólica.

El viento se considera normalmente una forma de energía solar causada por el calentamiento irregular de la atmósfera por parte del sol, por las irregularidades de la superficie de la tierra, y por la rotación de la tierra. Los patrones de flujo del viento se ven modificados por el terreno de la tierra, las masas de agua, y la vegetación. Los términos energía eólica o potencia eólica, describen el proceso mediante el cual se utiliza el viento para hacer girar un eje y subsiguientemente generar potencia mecánica o electricidad.

Normalmente, las turbinas eólicas se utilizan para convertir la energía cinética del viento en potencia mecánica. Esta potencia mecánica puede utilizarse para tareas específicas (tales como moler grano o bombear agua) o un generador puede convertir esta potencia mecánica (es decir, la rotación de un eje) en electricidad. Una turbina eólica normalmente incluye un mecanismo aerodinámico (p. ej., unas palas) para convertir el movimiento del aire en un movimiento mecánico (p. ej., rotación) que luego es convertido mediante un generador en corriente eléctrica. La potencia de salida del generador es proporcional al cubo de la velocidad del viento. Cuando la velocidad del viento se duplica, la capacidad de los generadores eólicos aumenta casi ocho veces.

La mayoría de las turbinas eólicas disponibles comercialmente utilizan trenes motrices con engranajes para conectar las palas de la turbina a los generadores eléctricos. El viento hace girar las palas de la turbina, que hacen girar un eje de baja velocidad, que alimenta una caja de engranajes que tiene un eje de salida de mayor velocidad. Este eje de salida de mayor velocidad conecta con un generador que produce electricidad. La finalidad del tren motriz con engranajes es aumentar la velocidad del movimiento mecánico.

El tren motriz estándar de la industria para grandes turbinas eólicas (p. ej., > 1 MW) consiste en unas unidades discretas de caja de engranajes y de generador que están montadas por separado en un bastidor (también denominado comúnmente bancada o camada). La potencia es transferida desde la caja de engranajes hasta el generador a través de un acoplamiento flexible de "alta velocidad" del eje. Esta disposición obliga a que la caja de engranajes y el generador estén distanciados entre sí, así como requiere que tanto el eje de salida de la caja de engranajes como el eje de entrada del generador tengan que estar soportados por separado mediante unos cojinetes de la caja de engranajes y unos cojinetes del generador, respectivamente.

A menudo se utilizan intercambiadores de calor para disipar el calor generado durante el funcionamiento del generador y/o la caja de engranajes. El intercambiador de calor puede incluir un ventilador accionado por un motor que impulsa aire sobre los elementos del intercambiador de calor. Normalmente, un intercambiador de calor (p. ej., de aceite-aire) para caja de engranajes está conectado a la caja de engranajes, y un intercambiador de calor (p. ej., de aire-aire) para generador está montado en un generador. Estos intercambiadores de calor, con sus motores de ventilador, consumen una energía valiosa.

El documento EP 1 586 769 da a conocer una góndola de turbina eólica que tiene un generador de planta de energía eólica accionado directamente.

El documento DE 11 34 453 se refiere a motores de CC sin escobillas de accionamiento de ventilador para una máquina de inducción.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

A continuación se describirán diversos aspectos de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La FIG. 1 es una ilustración en perspectiva de una turbina eólica ejemplar;

La FIG. 2 es una ilustración simplificada, en sección transversal, de una porción de una turbina eólica conocida;

La FIG. 3 es una ilustración de un sistema de refrigeración conocido en el cual la potencia de salida del convertidor de potencia se utiliza para accionar el motor de la soplante;

La FIG. 4 es una ilustración de un sistema de refrigeración mejorado en el cual el motor de la soplante está conectado directamente a los terminales de salida del generador, los cuales no son parte de la presente invención.

La FIG. 5 es una ilustración de un diagrama que muestra la relación entre la velocidad de la soplante y la velocidad del generador para los sistemas ilustrados en las FIGS. 3 y 4;

La FIG. 6 es una ilustración de un diagrama que muestra la relación entre la potencia de la soplante y la velocidad del generador para los sistemas ilustrados en las FIGS. 3 y 4;

5 La FIG. 7 es una ilustración de un sistema de refrigeración mejorado en el cual el motor de la soplante está conectado directamente a los devanados del generador, los cuales no son parte de la presente invención;

La FIG. 8 es una ilustración de un sistema de refrigeración mejorado en el cual unos enlaces fusibles están conectados entre el motor del ventilador y el generador, de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

10 La FIG. 9 es una ilustración de un sistema de refrigeración mejorado en el cual un transformador está conectado entre el motor del ventilador y el generador, de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La FIG. 10 es una ilustración de un sistema de refrigeración mejorado en el cual múltiples motores de soplantes pueden estar conectados a la salida del generador, los cuales no son parte de la presente invención.

15 En la FIG. 1 se ilustra una típica turbina eólica 100 de eje horizontal (HAWT) comercial. La turbina eólica 100 puede incluir una torre 110 tubular, que a menudo está fabricada de acero. La torre 110 puede erigirse apilando múltiples segmentos de torre unos encima de otros. La torre 110 soporta el peso de la góndola 120, las palas 130 y el buje 140. Las torres también pueden ser de tipo celosía (o reticulado), y alternativamente las torres tubulares pueden estar formadas de hormigón. La góndola 120 normalmente aloja el tren motriz (p. ej., la caja de engranajes, los ejes, los acoplamientos, el generador, etc.), así como el bastidor (también denominado camada) y los mecanismos de orientación direccional. Dentro de la góndola 120 también pueden estar alojados otros
20 elementos, tales como el control electrónico. Normalmente, la góndola 120 tiene un revestimiento exterior que está compuesto de un material muy ligero tal como un compuesto de fibra de vidrio o de grafito. La función principal del revestimiento de la góndola es proteger los contenidos de los elementos (p. ej., la lluvia, el hielo, la nieve, etc.).

25 Las palas 130 están conectadas al buje 140, y el buje puede contener un mecanismo de control de paso para controlar el ángulo de paso de cada pala. Normalmente, se emplean tres palas en la mayoría de las turbinas eólicas comerciales, sin embargo, también pueden emplearse una, dos o cuatro o más palas. Las palas convierten la energía cinética del viento en energía mecánica al hacer girar un eje de baja velocidad. Las palas pueden estar fabricadas con compuestos de fibra de vidrio o de grafito, con plásticos reforzados con fibra de vidrio o con laminados de madera y epoxy, o con otros materiales adecuados. El eje de baja velocidad está conectado al buje 140, normalmente a través de un acoplamiento de brida con pernos.

30 Para convertir la rotación de un eje en energía eléctrica se utilizan generadores. Normalmente se utiliza una caja de engranajes para aumentar la velocidad del eje de entrada al generador. La caja de engranajes tiene un eje de baja velocidad a modo de entrada, y la salida es un eje de alta velocidad, que puede entrar directamente al generador. Sin embargo, algunas turbinas eólicas utilizan una configuración de accionamiento directo, en la cual se elimina la caja de engranajes. En las turbinas de accionamiento directo, el eje de baja velocidad entra
35 directamente al generador.

La FIG. 2 ilustra una vista simplificada, en sección transversal, de una porción de una turbina eólica. La góndola 120 está montada sobre la torre 110. Las palas 130 conectan con el buje 140, y accionan un eje 250 de baja velocidad que está conectado a una caja 260 de engranajes. La caja de engranajes acciona un eje 270 de alta velocidad, que está conectado a un generador 280. Normalmente, un intercambiador 290 de calor aire-aire, está
40 montado encima del generador 280, y un intercambiador 265 de calor aceite-aire, está montado encima de la caja 260 de engranajes (tal como se ilustra), o a menudo están situados por separado en el interior o en el exterior de la góndola de la turbina. El generador 280 es preferiblemente del tipo de imán permanente (PM), pero puede ser de cualquier otro tipo que incluya los actualmente utilizados en la industria de las turbinas eólicas, que incluyen (a modo de ejemplos no limitantes) un generador síncrono de imán permanente (PM), síncrono de campo devanado,
45 asíncrono doblemente alimentado, y de inducción de caja de ardilla.

Los generadores para turbinas eólicas normalmente tienen uno o más soplantes y/o ventiladores externos que son accionados por pequeños motores eléctricos (p. ej., motores de inducción de 3-10hp) para ventilación térmica. Por razones de fiabilidad y de coste, estos motores tienden a ser motores de una velocidad controlados simplemente mediante encendido y apagado en función del punto operativo de la turbina eólica (es decir, la velocidad y/o la potencia) y/o de la temperatura del generador (normalmente indicada mediante detectores de temperatura por resistencia). Debido a que los motores de soplante están dimensionados para proporcionar suficiente flujo de aire para refrigerar el generador en las condiciones operativas más severas (p. ej., una temperatura ambiente elevada y una carga de potencia máxima), resultan muy sobredimensionados para el funcionamiento en condiciones operativas menos severas que aún requieran un flujo de aire de refrigeración en el generador, tal como durante

temperaturas ambientales más frescas y/o una carga de potencia parcial. Durante estas condiciones operativas, las soplantes de una velocidad operan a máxima velocidad incluso cuando no se necesite todo el flujo de aire de refrigeración, y por lo tanto utilizan toda la potencia auxiliar asignada para los motores de soplante. Esta potencia básicamente se desperdicia, reduciendo la producción total de energía con respecto a la capacidad nominal de la turbina eólica.

Algunos intentos conocidos para proporcionar una soplante de velocidad variable para generadores en aplicaciones de turbinas eólicas han incluido el uso de motores electrónicos de velocidad variable (es decir, motores/inversores de velocidad ajustable). Sin embargo, los motores de velocidad variable (VSD) añaden un coste significativo al sistema de ventilación e introducen un nuevo componente con un coeficiente de fallos relativamente elevado que puede suponer la parada de una turbina eólica completa. Adicionalmente, los VSD requieren una lógica de control adicional por parte del controlador de nivel de la turbina, lo que añade complejidad y un coste adicional. Algunos acercamientos adicionales han incluido el uso de motores de soplante de velocidades múltiples o de múltiples motores de soplante más pequeños. Luego se utilizan conjuntos de contactores para conectar y desconectar los devanados individuales de los motores de velocidades múltiples para establecer la velocidad y el flujo de aire deseados del motor y la soplante, o se utilizan para conectar y desconectar pequeños motores individuales de soplante para fijar la potencia y flujo de aire netos deseados. Por motivos de coste, los sistemas de motor con velocidades múltiples normalmente sólo tienen dos velocidades, y los sistemas de motores múltiples sólo tienen dos o tres motores. Ambos sistemas cuestan significativamente más que los sistemas de un solo motor y una sólo velocidad y, en comparación con los sistemas de VSD, sólo proporcionan etapas discretas y por lo tanto siguen desperdiciando una significativa potencia de soplante.

Otro acercamiento es proporcionar un acoplamiento mecánico entre el eje del generador y el impulsor de la soplante o el eje del ventilador, ya sea montado directamente sobre un eje común o mediante un mecanismo de tren motriz tal como poleas y correas. Sin embargo, este acercamiento, constriñe severamente el paquete integrado de generador y sistema de ventilación a una configuración por debajo del nivel óptimo, y generalmente no produce unos costes o un tamaño atractivos para las aplicaciones de turbina eólica.

En diversas realizaciones, la presente invención proporciona un sistema de motor y ventilador de velocidad variable, altamente fiable y de bajo coste, que cumple con los requisitos de ventilación térmica de un generador de turbina eólica o de una caja de engranajes para diversos puntos operativos de carga y velocidad, reduciendo de esta manera el consumo de potencia auxiliar dentro de la turbina eólica (en comparación con las soluciones anteriormente conocidas) y produciendo más energía. En comparación con los actuales sistemas de soplante de una velocidad, pueden conseguirse fácilmente unos aumentos del orden del 0,2-0,3% o más, aproximadamente, de la Producción Anual de Energía (AEP). Adicionalmente, diversos aspectos de la invención eliminan potencialmente la necesidad de contactores para controlar el motor de la soplante, dado que puede conectarse directamente a los terminales del generador (o a los terminales de devanados derivados) y controlarse directamente mediante la frecuencia del generador, proporcionando así un ahorro directo en el coste de materiales, así como mejoras de fiabilidad al eliminar una posible fuente de fallos (es decir, los contactores).

Ciertas realizaciones de la presente invención proporcionan un medio de acoplamiento eléctrico directo entre los generadores y las soplantes de ventilación térmica de los generadores de las turbinas eólicas. La salida eléctrica del generador (o una salida auxiliar de devanado derivado) se utiliza para alimentar directamente los motores eléctricos utilizados para accionar las soplantes. El acercamiento es inherentemente más eficiente, más económico, más fiable, y proporciona mejoras significativas en comparación con los sistemas actuales conocidos que se utilizan en los generadores de turbinas eólicas.

El flujo de potencia de las turbinas eólicas es altamente variable y, en correspondencia, también lo son las necesidades de ventilación térmica. Mediante el acoplamiento eléctrico directo con el generador, las soplantes seguirán la velocidad del generador sin necesidad de controles externos. Debido a la naturaleza cúbica de la potencia frente a la velocidad del viento, esta disposición puede proporcionar una ventilación casi óptima para el generador sin un gasto significativo de potencia auxiliar para los motores de soplante, o sin las desventajas de coste y de fiabilidad asociadas con otros medios para conseguir los controles de velocidad variable o de flujo variable de la soplante. El sistema también puede aplicarse al motor del ventilador del radiador de la caja de engranajes, es decir, el/los motor/es puede/n estar directamente conectado/s a la salida eléctrica del generador para proporcionar los mismos beneficios, o similares, atribuibles al sistema de soplante de generador de esta invención.

La FIG. 3 ilustra un acercamiento conocido para la ventilación térmica de generadores de turbinas eólicas (p. ej., una turbina eólica de eje horizontal (HAWT) o una turbina eólica de eje vertical (VAWT)). El motor 310 de una soplante o ventilador está alimentado por una potencia auxiliar de frecuencia fija, y tensión fija, producida por el generador 380 de la turbina eólica. El motor 310 tal como se representa es un motor trifásico; p. ej., un motor de inducción de jaula de ardilla común. Normalmente, en las turbinas eólicas con conversión total de energía, la

5 potencia se toma de la salida del conversor de potencia electrónico 320 antes de ser multiplicada por un transformador (no representado) a una mayor tensión para su distribución a la red más allá de la turbina. Se utiliza un contactor 330, controlado por un controlador 340 de turbina eólica para encender o apagar el motor 310 de la soplante en base al punto operativo de la turbina eólica, y/o a la temperatura del generador, normalmente detectada por unos detectores de temperatura por resistencia (RTD).

10 El sistema tal como se muestra es una disposición de soplante de una velocidad sin medio para variar el flujo de aire de la ventilación (más allá del encendido y apagado). Disposiciones alternativas consisten en motores de velocidades múltiples o en múltiples soplantes motorizadas que estén controladas individualmente por etapas a través de contactores, para variar el flujo de aire de ventilación en etapas discretas según sea necesario. Debido a condicionantes de coste y fiabilidad, normalmente tales sistemas sólo tienen dos velocidades o tienen dos o tres soplantes, por lo que las etapas discretas son bastante amplias.

15 La FIG. 4 ilustra un sistema de refrigeración mejorado, el cual no es parte de la presente invención, que tiene un motor 410 de soplante acoplado eléctricamente a la salida de velocidad variable y frecuencia variable del generador 480 de la turbina eólica (es decir, que se alimenta de la misma). Puede utilizarse un contactor 430 opcional para aislar y/o controlar el encendido y apagado del motor 410 de soplante. El motor 410 de soplante acciona una soplante o un ventilador 415 que puede utilizarse para refrigerar el generador 480 o la caja 260 de engranajes. El contactor 430 puede utilizarse para encender el motor 410 de soplante únicamente cuando el generador esté produciendo energía y sea necesaria la ventilación, ya sea en base a un umbral de velocidad mínimo, o a una señal de temperatura del generador, la caja de engranajes o el aire ambiente.

20 El motor 410 de soplante puede ser un motor trifásico (p. ej., un motor de inducción en jaula de ardilla), o cualquier tipo de motor de soplante incluyendo motores de CC sin escobillas y de imán permanente. En una realización con motores de CC sin escobillas, la salida del generador podría primero rectificarse a CC de tensión variable para alimentar el motor de CC sin escobillas; con lo cual la velocidad del motor (y de la soplante o el ventilador) sería proporcional a la tensión de la CC rectificada.

25 Ciertos aspectos de la presente invención también son aplicables a generadores con otras formas de refrigeración, incluyendo refrigeración directa por aire o refrigeración por líquido. En un sistema de generador directamente refrigerado por aire (es decir, sin un intercambiador de calor), el motor 410 de soplante suministra y controla el flujo de aire directamente dentro del generador. En un sistema de generador de turbina eólica refrigerado por líquido-aire, el motor 410 de soplante puede en su lugar suministrar y controlar el flujo de aire a través de uno o
30 más intercambiadores de calor o radiadores de líquido-aire. En ambos casos, y en todos los casos similares, el sistema se beneficia al tener conectado el motor 410 de soplante directamente a los terminales de salida del generador, de manera similar al motor de soplante suministrando flujo de aire a través de un intercambiador de calor. En un sistema de refrigeración líquido-aire, también puede ser ventajoso que la bomba del refrigerante líquido también esté conectada a la salida del generador.

35 La FIG. 5 ilustra un diagrama que muestra las características operativas de velocidad de la soplante (eje Y) frente a la velocidad del generador (eje X) del sistema conectado directamente de esta invención, en comparación con un sistema conocido de soplante de una velocidad en una turbina eólica. El sistema 510 de soplante de una velocidad conocido tiene un perfil de velocidad constante frente a la velocidad del generador. El sistema 520 de soplante, de acuerdo con aspectos de la presente invención, tiene una velocidad que aumenta con el aumento de la velocidad
40 del generador.

La FIG. 6 ilustra un diagrama que muestra las características operativas de potencia de la soplante (eje Y) frente a la velocidad del generador (eje X) del sistema conectado directamente de esta realización de la invención, en comparación con un sistema conocido de soplante de una velocidad en una turbina eólica. El sistema 610 de soplante de una velocidad conocido tiene un perfil de potencia constante frente a la velocidad del generador. El sistema 620 de soplante, de acuerdo con aspectos de la presente invención, tiene una potencia que aumenta de
45 manera no lineal con el aumento de la velocidad del generador.

Los diagramas mostrados en las FIGS. 5 y 6 demuestran que la conexión eléctrica directa del motor 410 de soplante con el generador 480 de una turbina eólica resulta en un flujo de aire de ventilación térmica casi ideal sobre el rango operativo normal del generador 480, al tiempo que proporciona simultáneamente una reducción
50 significativa de la potencia de soplante requerida, y por lo tanto proporciona un aumento significativo de la producción de energía anual (tal como indica la zona entre las líneas 610 y 620 en la FIG. 6) de la turbina eólica (p. ej., un 0,22% aproximadamente en este ejemplo).

La FIG. 7 ilustra un sistema de refrigeración mejorada, de acuerdo con otro aspecto que no es parte de la presente invención, que puede utilizarse con sistemas de generador y convertidor de media tensión (MV), tal como 1380V.
55 Los motores de soplante pequeños (3 HP a 10 HP aproximadamente) de fácil disponibilidad son de baja tensión,

típicamente menos de 690V. Los motores de soplante pequeños específicamente diseñados para generadores de media tensión tendrán que ser motores a medida, con devanado preformado y serán bastante costosos. En esta realización, los devanados 782 del estator del generador 780 presentan derivaciones para proporcionar unas terminales de potencia auxiliar de baja tensión para alimentar un motor 710 de soplante de baja tensión. A modo de ejemplo, un generador de 1380V, de 6 polos y 3 circuitos, tendrá dos polos por circuito. Para este generador 780, pueden introducirse unas derivaciones 784 a medio camino entre los devanados 782 de los dos polos de un circuito, proporcionando así una potencia auxiliar de 690V (nominal). La potencia para el motor 710 de soplante se extrae antes de llegar al convertor 720 de potencia. Debido a que la potencia requerida por el motor de soplante es baja, las derivaciones 784 y los terminales de potencia auxiliar pueden estar hechos con un hilo de tamaño relativamente pequeño; p. ej., AWG 10 aproximadamente, por lo que no se añade un coste significativo al generador 780. Así, para generadores de media tensión, el sistema puede proporcionar un ahorro significativo, así como una ganancia en la producción de energía. Un controlador 740 de turbina puede controlar un contactor 730 opcional, para que se cierre opcionalmente cuando el generador 780 esté por encima de un umbral de velocidad mínima y/o por encima de un umbral de temperatura, y/o para aislar el motor 710 de soplante y el ventilador 715 si es necesario.

La FIG. 8 ilustra un sistema de refrigeración mejorado, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, en el cual se ha introducido un conjunto de fusibles 850 o enlaces fusibles para proteger los devanados del generador en caso de un fallo en el motor 810 de soplante. El motor 810 de soplante acciona un ventilador 815, que puede utilizarse para refrigerar el generador 880 y/o la caja 260 de engranajes. En esta realización, los devanados 882 del estator del generador 880 están derivados para proporcionar unos terminales de potencia auxiliar de baja tensión para alimentar el motor 810 de soplante de baja tensión. La potencia para el motor 810 de soplante se extrae antes de llegar al convertor 820 de potencia. Un controlador 840 de turbina puede estar conectado al convertor 820 de potencia.

La FIG. 9 ilustra un sistema de refrigeración mejorado, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, que puede utilizarse con sistemas de generador y convertor de media tensión (MV), tal como 1380V. En esta realización, se ha introducido un transformador 960 (en vez de los devanados derivados) para proporcionar una tensión reducida al motor 910 de soplante desde los terminales de salida del generador. A modo de ejemplo, el transformador 960 puede reducir los 1380V del generador 980 a una tensión de entre 120V y 480V, o a cualquier tensión adecuada requerida por el motor 910 de soplante. La potencia para el motor 910 de soplante se extrae antes de llegar al convertor 920 de potencia. Así, para generadores de media tensión, este sistema puede proporcionar un ahorro significativo, así como una ganancia en la producción de energía. Un controlador 940 de turbina puede controlar un contactor 930 opcional, para que se cierre opcionalmente cuando el generador 980 esté por encima de un umbral de velocidad mínima y/o por encima de un umbral de temperatura, y/o para aislar el motor 910 de soplante y el ventilador 915 si es necesario. Alternativa o adicionalmente, se añaden unos fusibles (no representados) antes o después del contactor 930.

La FIG. 10 ilustra un sistema de refrigeración mejorado, de acuerdo con otro aspecto, que no es parte de la presente invención, que tiene el ventilador 1075 de refrigeración de la caja de engranajes y el ventilador 1015 de refrigeración del ventilador conectados (a través de sus correspondientes motores de soplante) a la salida del generador 1080 y antes de llegar al convertor 1020 de potencia. El motor 1010 de soplante y el motor 1070 de soplante están acoplados eléctricamente en paralelo con la salida de frecuencia variable y velocidad variable del generador 1080. Los contactores 1030 y 1035 opcionales, controlados por el controlador 1040 de la turbina, pueden utilizarse para aislar y/o controlar el encendido y apagado del motor 1010 de soplante y el motor 1070 de soplante, respectivamente. El motor 1010 de soplante acciona una soplante o un ventilador 1015, que puede utilizarse para refrigerar el generador 480. Por ejemplo, el ventilador puede forzar aire de refrigeración a través del intercambiador de calor del generador (no representado en la FIG. 10). De manera similar, el motor 1070 de soplante acciona una soplante o un ventilador 1075, que puede utilizarse para refrigerar la caja 1060 de engranajes. Por ejemplo, el ventilador 1075 puede forzar aire de refrigeración a través del intercambiador de calor de la caja de engranajes (no representada en la FIG. 10). Los contactores 1030 y/o 1035 pueden utilizarse para encender los motores 1010 y/o 1070 únicamente cuando estén funcionando el generador 1080 y/o la caja 1060 de engranajes y se precise ventilación, ya sea en base a un umbral de velocidad mínimo, o a una señal de temperatura del generador, la caja de engranajes o el aire ambiente.

Adicionalmente, el motor de la bomba de lubricante de la caja de engranajes (no representado) también puede potencialmente estar conectado directamente a los terminales de salida del generador para proporcionar una ganancia adicional en la producción de la energía. Las realizaciones de devanado y de transformador derivados de las FIGS. 7-9 también son aplicables a el/los motor/es del ventilador del radiador de la caja de engranajes y a el/los motor/es de la bomba de lubricante, así como la realización mostrada en la FIG. 4. Adicionalmente, debe comprenderse que el sistema de la presente invención puede utilizarse para ventilación, circulación y/o calefacción. A modo de ejemplo, puede utilizarse el flujo de aire para circulación, ventilación o para refrigeración o calefacción.

Un tipo preferido de generador es un generador síncrono de PM, pero también pueden utilizarse generadores de inducción, generadores síncronos de campo devanado, o generadores asíncronos doblemente alimentados, en todos los aspectos de la presente invención. Se ha descrito una turbina eólica que emplea un único generador, pero debe comprenderse que también pueden utilizarse generadores múltiples con las modificaciones apropiadas.

- 5 Aunque en el presente documento se han descrito diversas realizaciones, podrá apreciarse a partir de la memoria técnica que pueden efectuarse diversas combinaciones de elementos, variaciones o mejoras, y que están dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1.- Una turbina eólica, que comprende:

al menos un generador (480);

5 al menos un motor (410) de soplante conectado a dicho al menos un generador (480), estando configurado dicho al menos un motor (410) de soplante para hacer girar al menos un ventilador (415) para hacer circular aire en dicho al menos un generador (480);

caracterizado porque:

10 dicho al menos un motor (410) de soplante está conectado con dicho al menos un generador (480) de tal modo que una salida de potencia variable de dicho al menos un generador (480) resulta en una salida de potencia variable de dicho al menos un motor (410) de soplante y una velocidad variable de dicho al menos un ventilador (415); y

al menos un enlace fusible (850) conectado entre dicho al menos un generador (480) y dicho al menos un motor (410) de soplante;

15 en la cual dicho al menos un enlace fusible (850) sirve para proteger los devanados (882) del generador en el caso de un fallo del motor de soplante.

2.- La turbina eólica de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

un controlador (440) de turbina;

20 al menos un conmutador (430) conectado entre dicho al menos un generador (480) y dicho al menos un motor (410) de soplante, siendo operativo dicho al menos un conmutador (430) para controlar el suministro de potencia desde dicho al menos un generador (480) hasta dicho al menos un motor (410) de soplante;

en la cual dicho controlador (440) de turbina está conectado a dicho al menos un conmutador (430) para controlar el funcionamiento de dicho al menos un conmutador (430) para activar o desactivar la operación de dicho al menos un motor (410) de soplante.

25 3.- La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual al menos un motor (410) de soplante está conectado con dicho un generador (480) en un punto situado entre una salida de al menos un generador y una entrada de un convertidor (420) de potencia.

30 4.- La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo dicho al menos un generador (480) una pluralidad de devanados (782) y en la cual dicho al menos un motor (410) de soplante está conectado mediante unas derivaciones (784) a al menos una porción de dichos devanados (782) para obtener un nivel de tensión inferior al nivel máximo de tensión de salida de dichos devanados.

5.- La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual dicho al menos un motor (410) de soplante es al menos uno de:

35 un motor de soplante para un intercambiador (290) de calor de un generador y un motor de soplante para un intercambiador (265) de calor de una caja de engranajes.

6.- La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente:

al menos un transformador (960) conectado entre dicho al menos un generador (480) y dicho al menos un motor (410) de soplante;

40 en la cual dicho al menos un transformador (960) convierte una tensión de dicho al menos un generador (480) a una tensión requerida por dicho al menos un motor (410) de soplante.

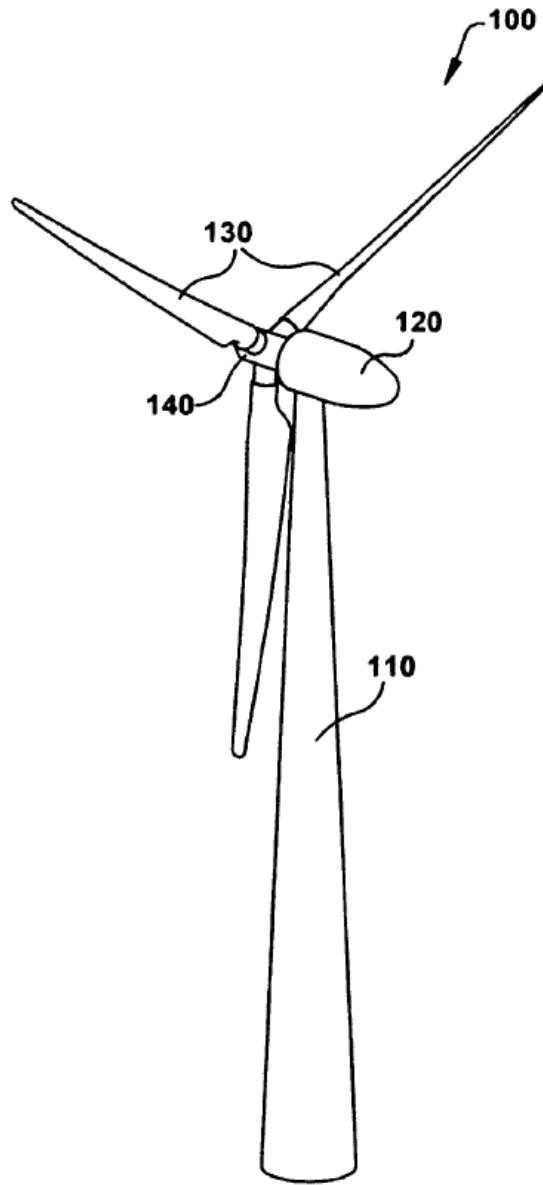


Fig. 1

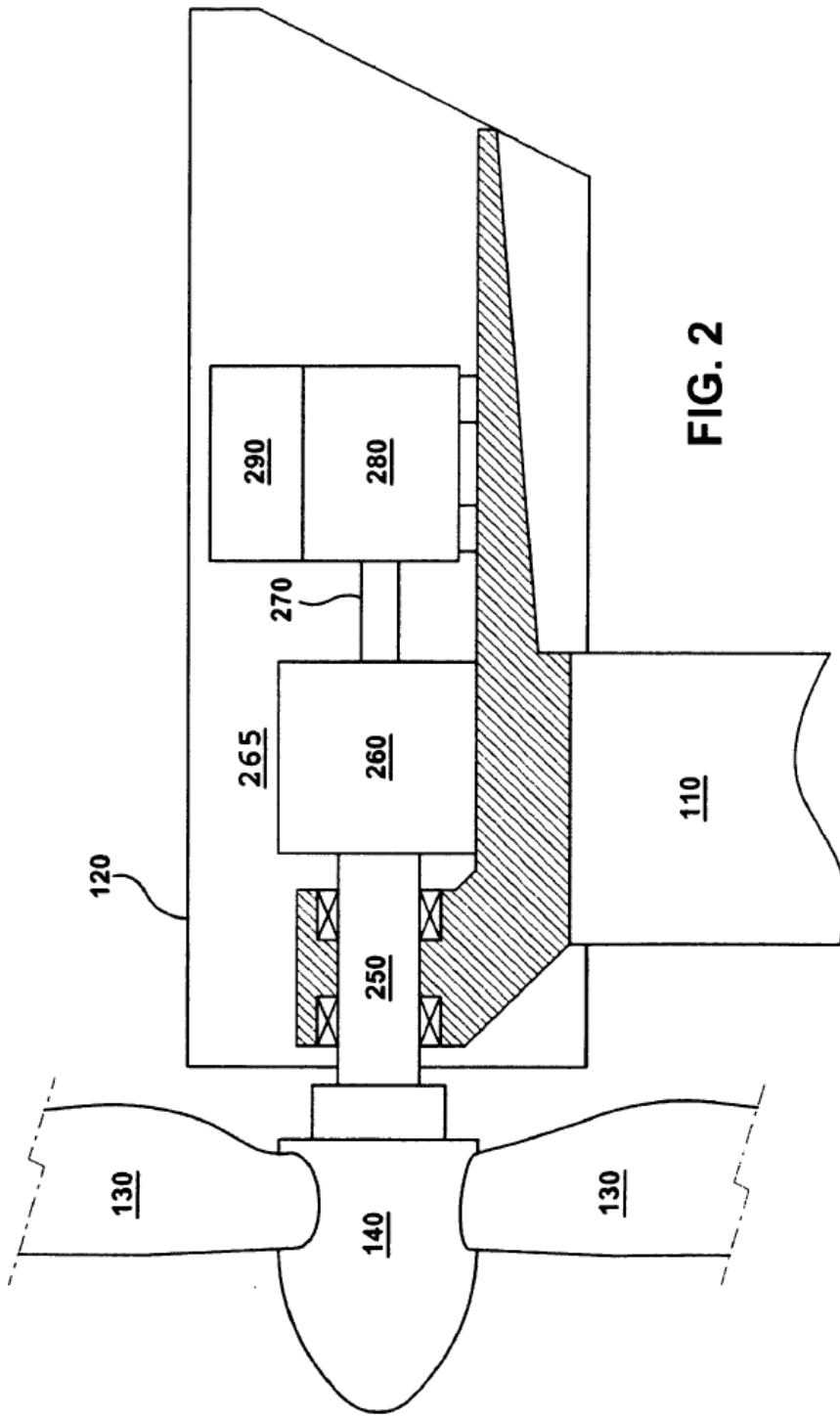


FIG. 2

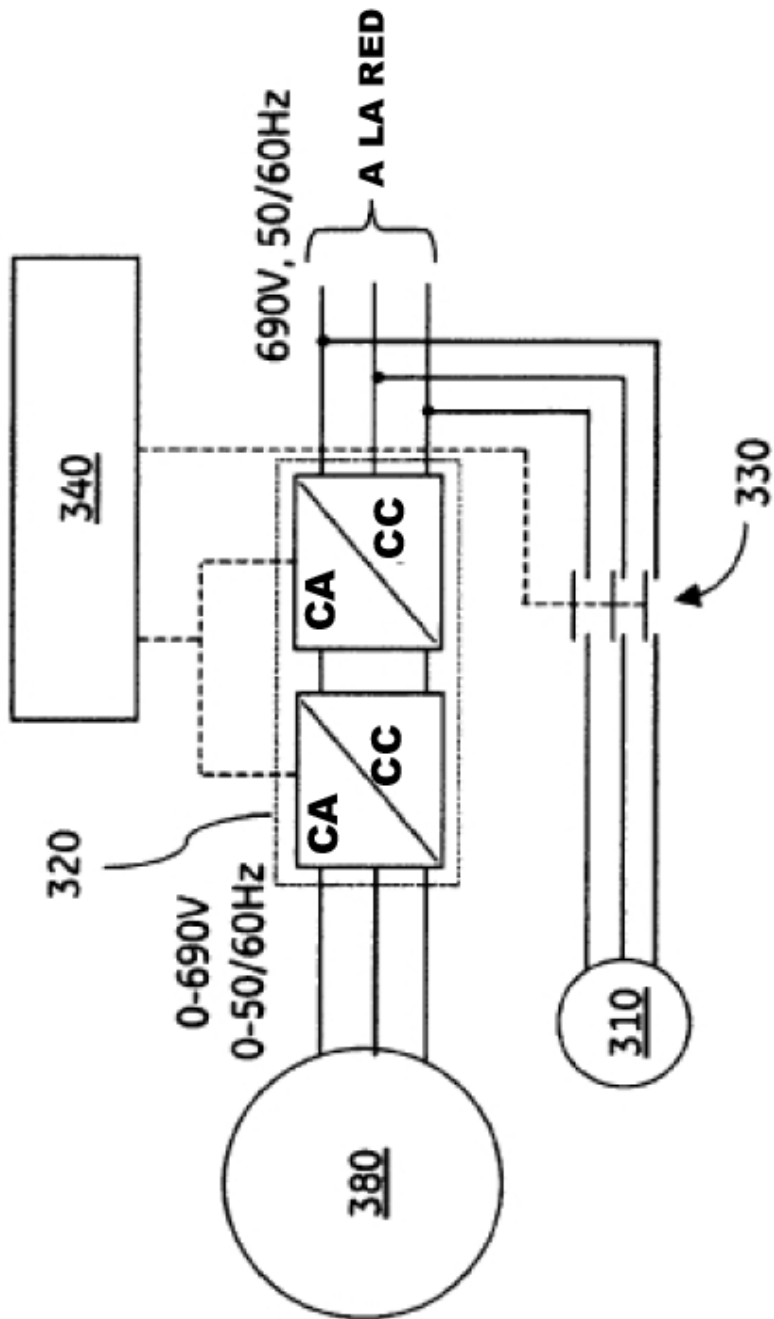


FIG. 3

(Técnica Anterior)

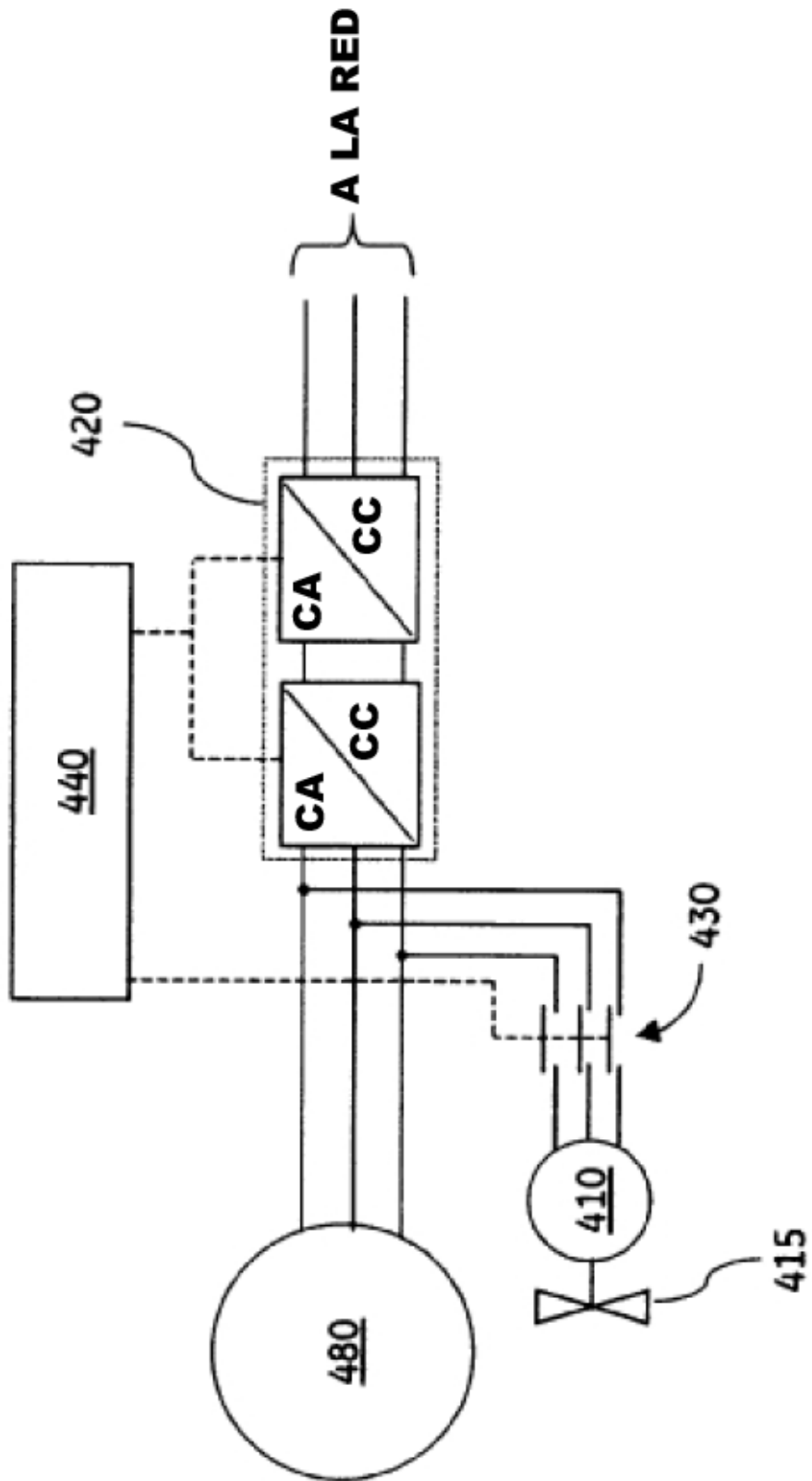


FIG. 4

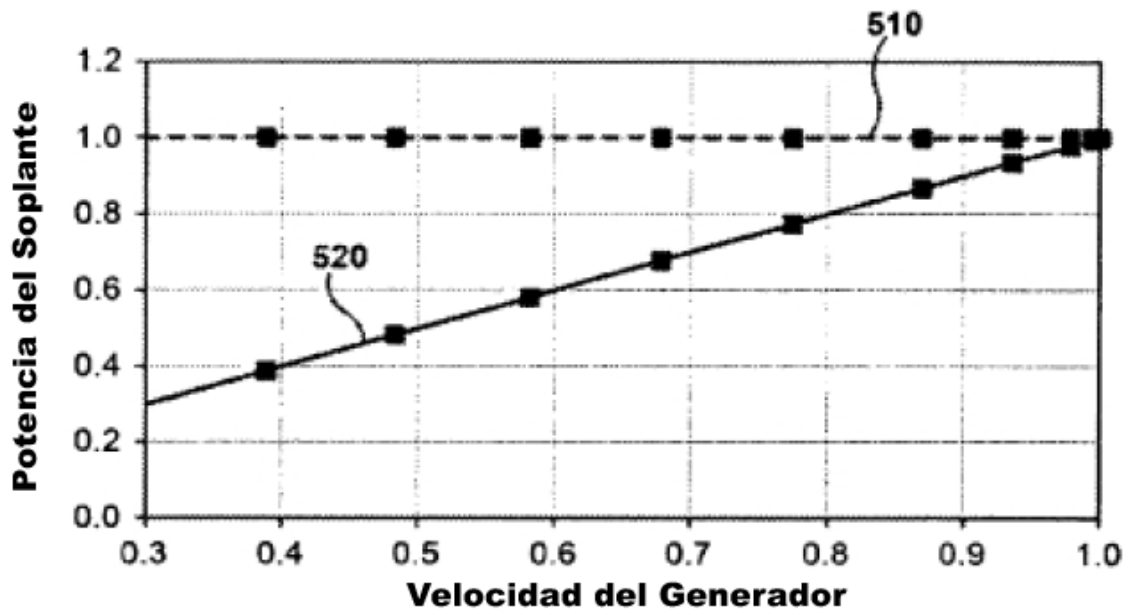


FIG. 5

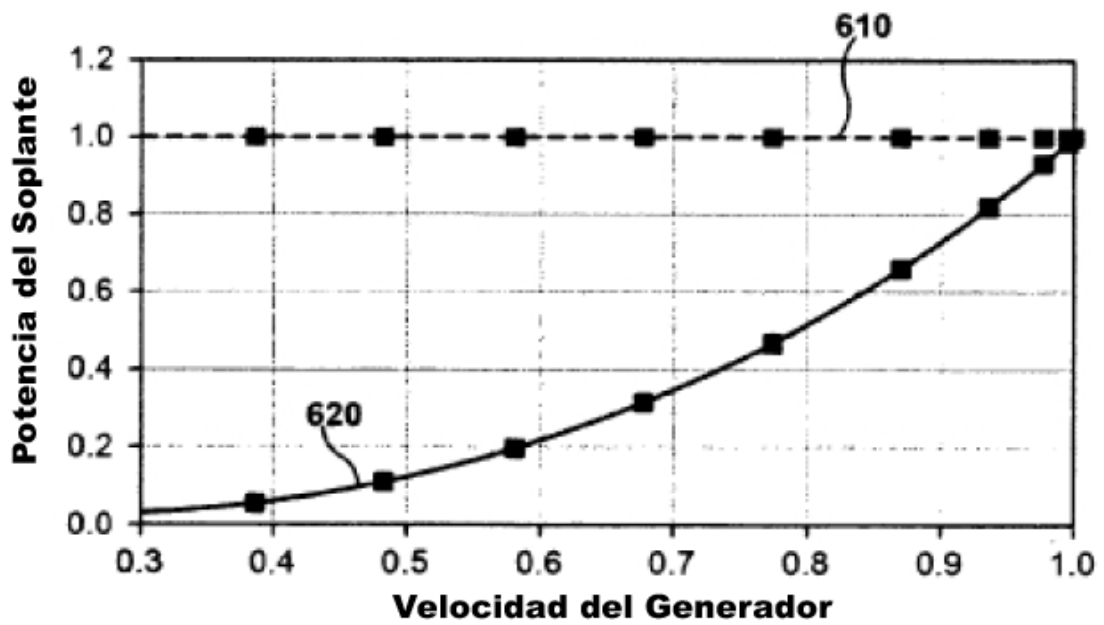


FIG. 6

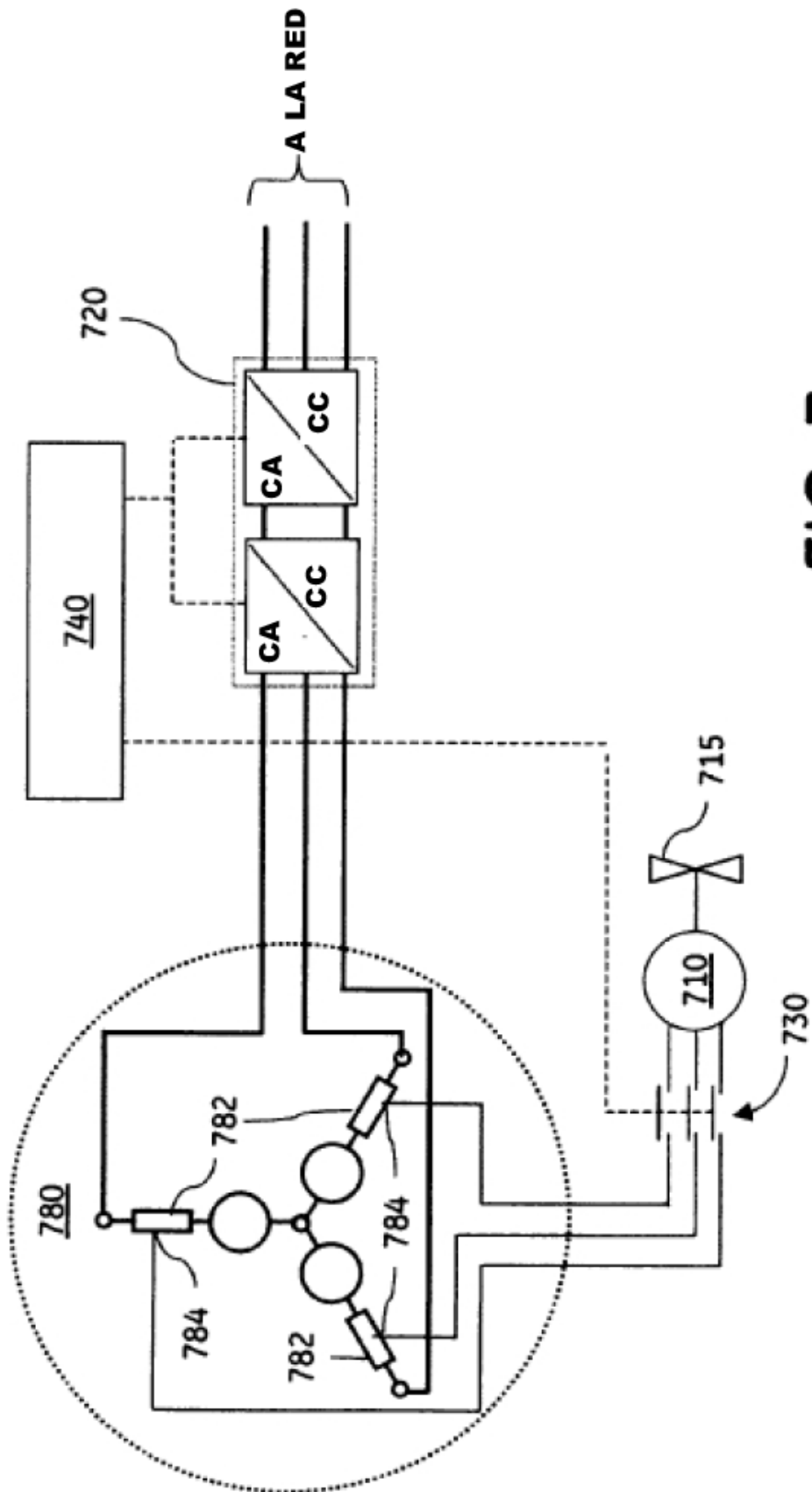


FIG. 7

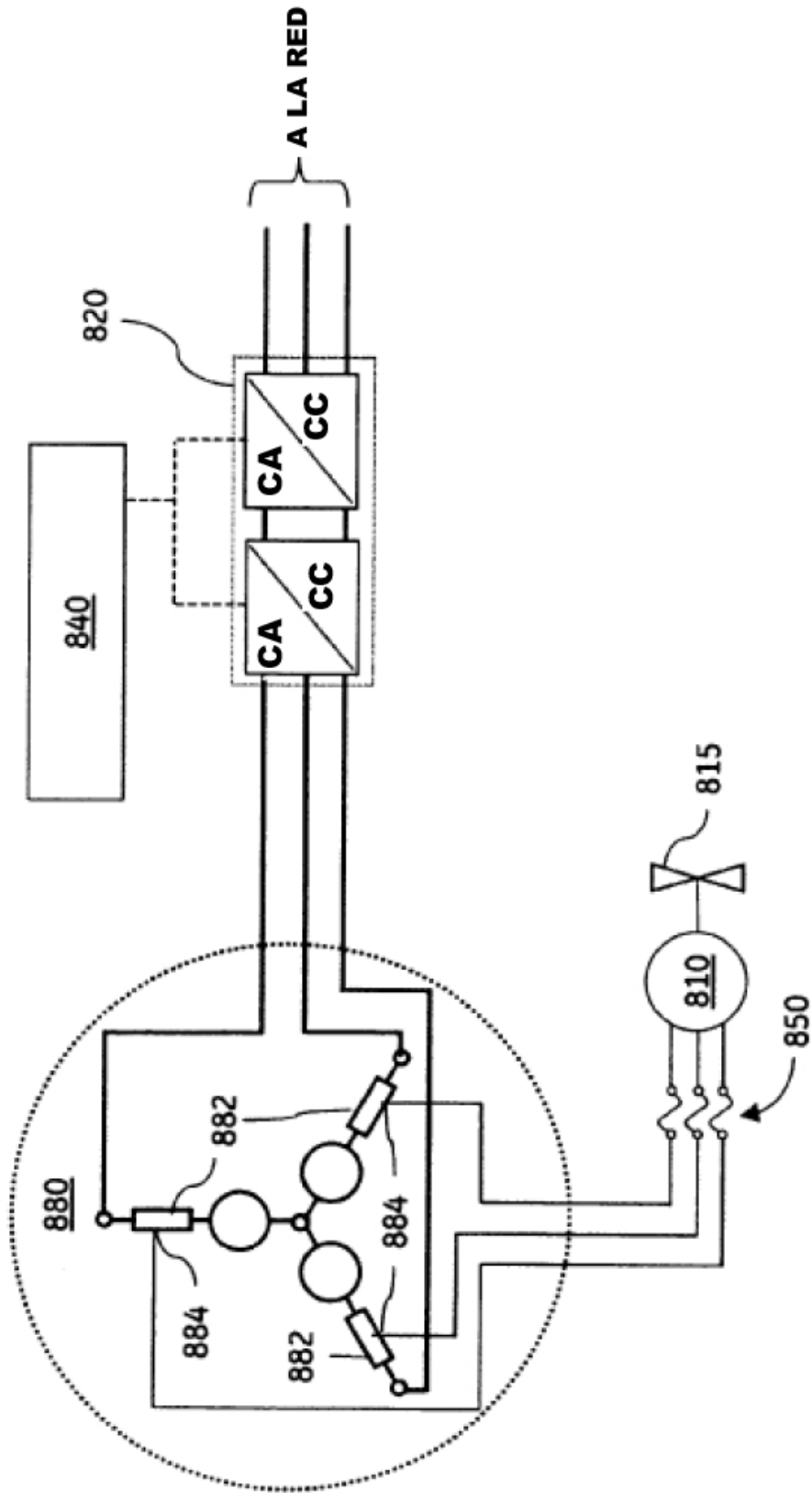


FIG. 8

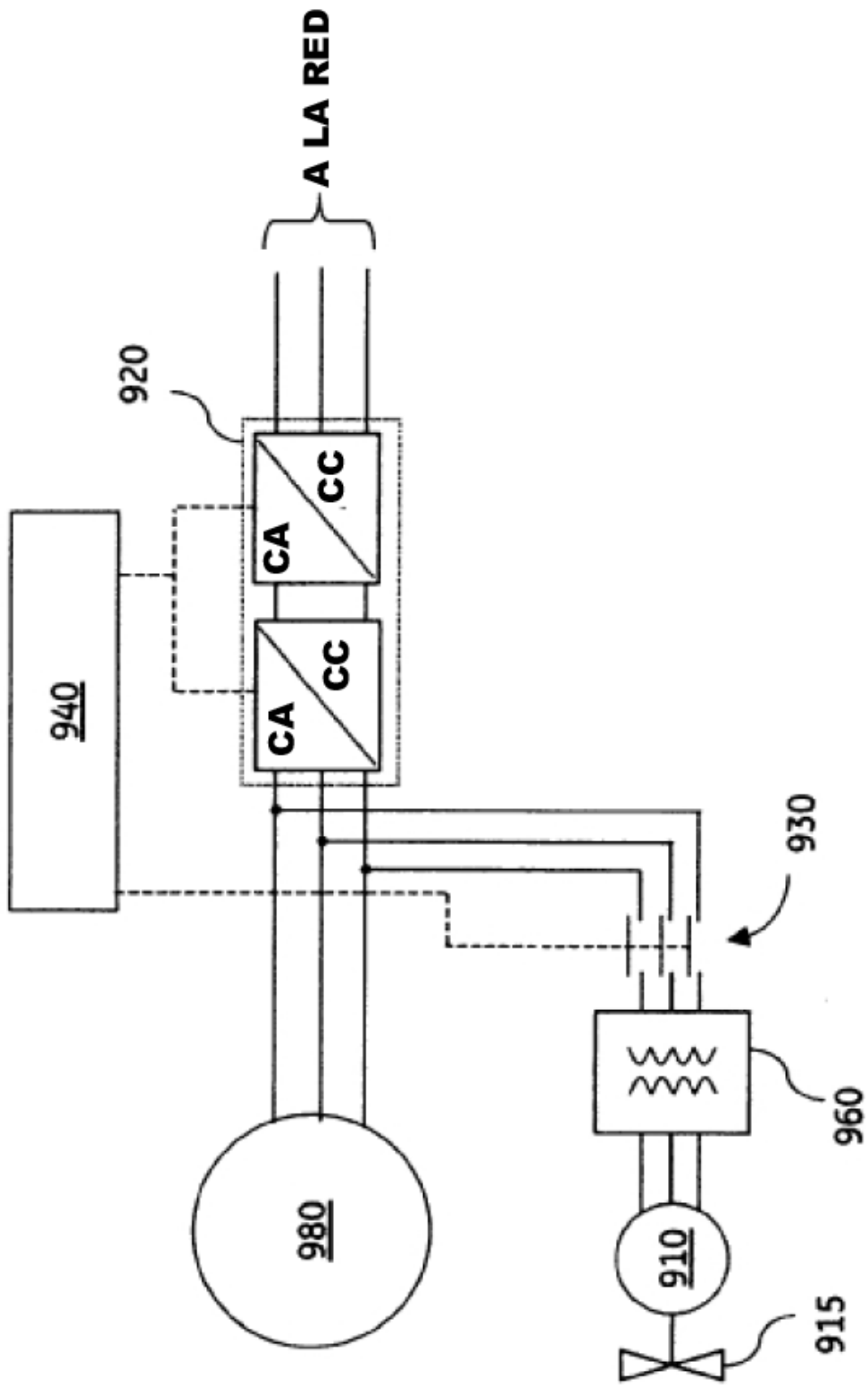


FIG. 9

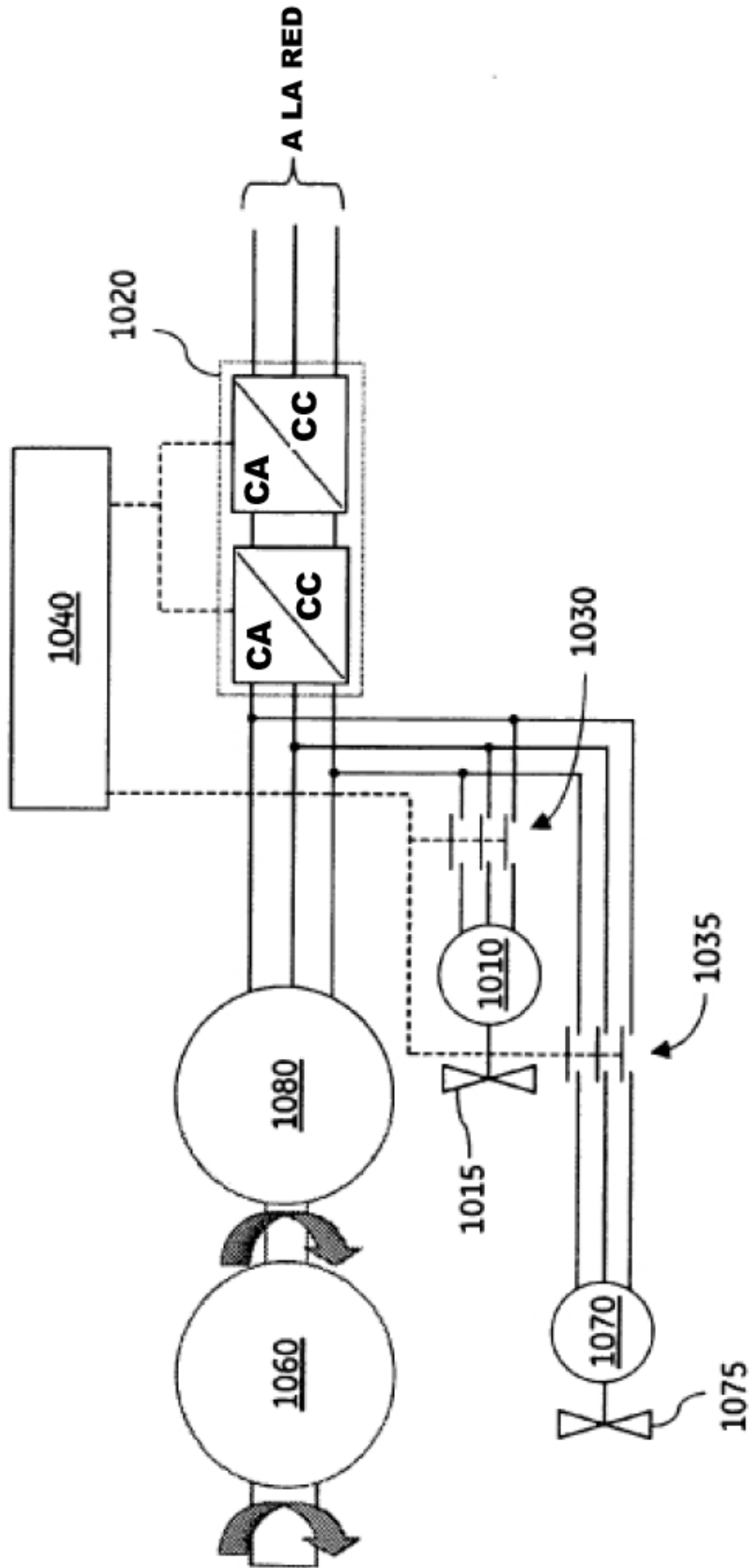


FIG. 10