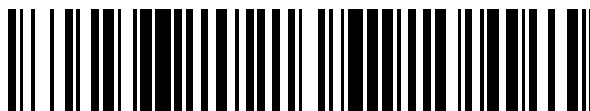


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 738**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2011** **PCT/EP2011/052726**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2011** **WO11110429**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2011** **E 11707143 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016** **EP 2545275**

54 Título: **Sistema de regulación de paso de pala redundante**

30 Prioridad:

10.03.2010 DE 102010010958

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

22.02.2017

73 Titular/es:

SSB WIND SYSTEMS GMBH & CO. KG (100.0%)
Neuenkirchener Strasse 13
48499 Salzbergen, DE

72 Inventor/es:

BERTOLOTTI, FABIO;
KESTERMANN, HERMANN y
VAN SCHELVE, JENS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 602 738 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

Sistema de regulación de paso de pala redundante

La invención se refiere a una instalación de energía eólica según la reivindicación 1.

5 Las instalaciones de energía eólica modernas comprenden palas de rotor montadas de forma giratoria en un rotor que mediante una modificación individual del ángulo de pala pueden variar el ángulo de incidencia del viento para cada pala de rotor (sistema de regulación de paso de pala / sistema de pitch). Además, del ajuste energéticamente eficiente de las palas de rotor para la transformación óptima de energía cinética en energía eléctrica, un sistema de
10 regulación de paso de pala de este tipo tiene también una función de seguridad, ya que un ajuste inmediato de las palas de rotor a la posición de aparcamiento o de bandera permite evitar movimientos de rotación inadmisibles del rotor o el exceso inadmisibles de valores de estabilidad del conjunto de la instalación. Por lo tanto, en situaciones meteorológicas extremas con fuertes ráfagas, el sistema de regulación de paso de pala es el freno de acción más rápida de la instalación. Por esta razón, existen elevados requisitos en cuanto a la fiabilidad del sistema de
15 regulación de paso de pala. Según las normas y directivas aplicables de organizaciones de supervisión, estatales u organizadas de forma privada para la seguridad de las instalaciones de energía eólica, la disponibilidad de una instalación de energía eólica ha de garantizarse también en caso de un fallo o de un fallo parcial de componentes del sistema de regulación de paso de pala.

20 En instalaciones de energía eólica con tres palas de rotor y un sistema de regulación de paso de pala asignado individualmente a cada pala de rotor, en caso de fallo de un sistema de regulación de paso de pala pueden garantizar una redundancia suficiente respectivamente los otros dos sistemas de regulación de paso de pala. Sin embargo, resulta problemático en caso de existir sólo dos palas de rotor en las que en caso de un fallo de un sistema de regulación de paso de pala sólo queda un sistema de regulación de paso de pala que ha de cumplir la
25 función de seguridad. Esto se considera como no suficiente para una redundancia.

El documento DE60311896T2 muestra un sistema de regulación de paso de pala redundante genérico con al menos dos convertidores previstos como unidad de control de potencia para el control del sistema de regulación de paso de pala. A cada accionamiento está asignado respectivamente sólo un convertidor. En caso de un fallo de un
30 sistema de regulación de paso de pala, a través de un dispositivo de conmutación se pone en funcionamiento el segundo convertidor.

El documento DE10116011A1 muestra una instalación de energía eólica con un sistema de regulación de paso de pala redundante. El sistema presenta más de un accionamiento (motor) para una pala de rotor, pudiendo conectarse adicionalmente el segundo accionamiento a través de un dispositivo de conmutación en caso de un
35 fallo de un accionamiento.

Uno de los componentes más sensibles del sistema de regulación de paso de pala es la llamada junta rotativa o disposición de anillos colectores, en las que datos de energía y de control se transmiten de la parte rotatoria de la
40 instalación a la parte estacionaria y viceversa.

Una junta rotativa para la transmisión de corriente en instalaciones de energía eólica se describe por ejemplo en el documento DE20116756U1. La disposición conocida se compone de una carcasa anular en dos piezas, en la que están soportadas una o varias carcassas aislantes compuestas que abren de forma repetida y que giran radialmente
45 y que engranan unas en otras y están aisladas unas respecto a otras. Dentro de la carcasa aislante están soportados además dos anillos colectores de forma giratoria uno respecto a otro. Las dos carcassas aislantes están soportadas junto con resortes sobre un casquillo interior que sirve de eje de cojinete y están retenidas axialmente dentro de un casquillo exterior de dicha carcasa anular. Los dos casquillos de la carcasa anular portante se deslizan axialmente una dentro de otra y se retienen y se giran 360°. Durante ello, las carcassas aislantes se
50 comprimen de forma separable y axialmente elástica con anillos colectores y los resortes entre los dos casquillos de la carcasa anular portante.

En general, las juntas rotativas o disposiciones de anillos colectores están expuestas a esfuerzos eléctricos y mecánicos muy fuertes. En caso del fallo o la avería de este componente queda sin funcionamiento la función de
55 seguridad del sistema de regulación de paso de pala, especialmente para las partes del sistema que están dispuestas en la parte rotatoria de la instalación. Esto se refiere al motor de accionamiento y las partes del convertidor que están dispuestas en la parte rotatoria.

El documento DE19752241C2 muestra un generador para la alimentación de consumidores en una red de a bordo de un vehículo. El generador presenta un devanado de estator de dos hilos para corriente trifásica, dos devanados de estator separados de forma galvánica y un devanado de excitación con un regulador. El devanado de excitación
60

al que paralelamente con respecto al primer regulador está asignado otro regulador es alimentado respectivamente a través de un propio par de escobillas por anillos colectores que trabajan independientemente entre sí.

El documento DE20020232U1 describe una instalación de energía eólica con medios para el ajuste de las palas de rotor alrededor de un eje longitudinal que están dispuestos en el cubo de un árbol de rotor y que presentan al menos un accionamiento de ajuste con al menos un motor de ajuste para el ajuste de al menos una pala de rotor, al menos un generador auxiliar para el desacoplamiento de energía eléctrica de la energía cinética al menos del árbol de rotor, un dispositivo de detección de averías que entra en acción en caso de detectar un error de la instalación de energía eólica, y un dispositivo de conmutación que en caso de la activación del dispositivo de detección de averías conduce la energía eléctrica del generador auxiliar al menos a un motor de ajuste para el ajuste de al menos una pala de rotor a una posición de bandera. Están previstos dos juegos de anillos colectores, estando conectada una alimentación a la red a convertidores / inversores a través de un primer cable de conexión que se extiende a través del primero de los juegos de anillos colectores. El dispositivo de detección de averías está conectado al dispositivo de conmutación a través de un segundo cable de conexión que igualmente se extiende a través del primer juego de anillos colectores. Además, el generador auxiliar está conectado al dispositivo de conmutación a través de un tercer cable de conexión que se extiende a través del segundo juego de anillos colectores.

El documento WO2005/021962A1 describe un sistema de ajuste de pala de rotor para una instalación de energía eólica, con al menos un accionamiento de ajuste de palas de rotor para modificar un ángulo de inclinación de las palas de rotor, al menos dos módulos de control de potencia para el control del accionamiento de ajuste de palas de rotor para ajustar el ángulo de inclinación de palas de rotor, y al menos una unidad de conmutación para la conexión del accionamiento de ajuste de palas de rotor a cada uno de los dos módulos de control de potencia. Los módulos de control de potencia son alimentados a través de una sola disposición de anillos colectores.

El documento WO2006/069573A1 describe una instalación de energía eólica con dispositivos controlados y con un sistema de control para uno o varios de estos componentes principales, estando previsto el sistema de control de forma múltiple al estar previsto al menos un sistema de control adicional para controlar los mismos dispositivos controlados.

El documento DE2010431A1 describe un accionamiento de ajuste por motor para válvulas con una desconexión en posición de fin de carrera, dependiente de la fuerza de empuje, en la que un husillo roscado guiado de forma no giratoria y acoplado a la pieza de cierre puede moverse axialmente mediante una tuerca de husillo asignada, giratoria por motor.

El documento EP0858148A1 describe una máquina asincrónica de anillos colectores, en la que los contactos por rozamiento pueden accionarse de forma magnética.

El documento WO2009/008863A1 describe una instalación de energía eólica con un cubo giratorio, con al menos una pala de rotor soportada de forma giratoria en el cubo, con un sistema de control de ángulo de pala dispuesto dentro del cubo para el ajuste del ángulo de inclinación de cada pala de rotor, con una góndola estacionaria, con una disposición de anillos colectores prevista para la transmisión de señales eléctricas entre dispositivos dispuestos dentro del cubo y dispositivos dispuestos dentro de la góndola y prevista en una transición de un circuito eléctrico entre el cubo y la góndola, y con un dispositivo para la continuación del funcionamiento del sistema de control de ángulo de pala durante un fallo de la red, estando previstos medios para el registro y la vigilancia de la alimentación de tensión en el lado giratorio de la disposición de anillos colectores y estando previstos además medios para la alimentación de tensión del sistema de control de ángulo de pala desde una alimentación de corriente de emergencia cuando la tensión registrada cae debajo de un valor umbral predeterminado. Se describen en total dos disposiciones de anillos colectores, sirviendo la primera de las disposiciones de anillos colectores para la transmisión de potencia y sirviendo la segunda disposición de anillos colectores para la transmisión de datos de control.

El estado de la técnica en sistemas de regulación de paso de pala redundantes para instalaciones de energía eólica no ofrece una seguridad de funcionamiento suficiente en cuanto a un fallo de la junta rotativa o de la unidad de anillos colectores. Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un sistema de regulación de paso de pala redundante que ofrezca una seguridad de funcionamiento suficiente del sistema también en cuanto a una avería de la junta rotativa.

Este objetivo se consigue según la invención mediante una instalación de energía eólica según la reivindicación 1. Variantes ventajosas de la invención resultan de las reivindicaciones subordinadas.

Por lo tanto, según la invención se crea una instalación de energía eólica según la reivindicación 1 que comprende entre otros al menos un accionamiento de regulación de paso de pala accionado de forma eléctrica, asignado a cada pala de rotor de la instalación, con al menos un electromotor dispuesto en una parte rotatoria de la instalación y una unidad de potencia y de control, asignada al motor, con conexiones de cable con las que datos de energía y de control pueden transmitirse de la unidad de potencia y de control al motor y viceversa, estando guiadas las conexiones de cable a través de una junta rotativa que está dispuesta en un punto de unión entre la parte rotatoria y una zona estacionaria situada axialmente a continuación, y presentando el sistema una junta rotativa adicional que es redundante con respecto a la primera junta rotativa y que trabaja de forma separada mecánicamente y eléctricamente de la primera junta rotativa y que está conectada o se puede conectar a la unidad de potencia y de control y al motor para mantener en caso de un fallo de la primera junta rotativa una transmisión segura de los datos de energía y de control.

La parte rotatoria está formada especialmente por un rotor y/o por un árbol de rotor de la instalación de energía eólica. La zona estacionaria que aquí también se denomina estator está formada por ejemplo por una sala de máquinas y/o un soporte de máquina de la instalación de energía eólica. La parte rotatoria está soportada especialmente de forma giratoria dentro de o en la zona estacionaria.

La idea de la invención consiste en ampliar la redundancia del sistema también a la junta rotativa como componente más sensible del sistema de regulación de paso de pala. Por lo tanto, la redundancia se extiende no sólo a las partes rotatorias del sistema de regulación de paso de pala, sino también a otros componentes dispuestos dentro del estator. Según el estado de la técnica, para ello haría falta un componente redundante adicional.

Por lo tanto, el sistema de regulación de paso de pala redundante según la invención presenta una junta rotativa adicional que trabaja de forma separada mecánicamente y eléctricamente de la primera junta rotativa y que está conectada a la unidad de potencia y de control y al motor. Por lo tanto, en caso de un fallo de la primera junta rotativa se mantiene una transmisión segura de los datos de energía y de control a través de la segunda junta rotativa. Por lo tanto, la instalación puede seguir funcionando, pudiendo cambiarse o repararse la junta rotativa con el fallo de funcionamiento durante el próximo ciclo de mantenimiento programado de la instalación de energía eólica.

También se garantiza una desconexión segura de la instalación, ya que por las dos juntas rotativas queda asegurado en cualquier momento el flujo de energía y de control del accionamiento a la unidad de potencia y de control. De esta manera, también queda garantizado que se puede iniciar un procedimiento de desconexión de emergencia, porque por el accionamiento el ajuste de una pala de rotor vinculada al accionamiento puede hacerse girar a la posición de bandera o de aparcamiento.

En una forma de realización ventajosa está previsto que las conexiones de cable entre el motor y la unidad de potencia y de control se realizan a través de guías de cables separadas mecánicamente y eléctricamente. Esto resulta ventajoso especialmente en la zona de las dos juntas rotativas. Mediante esta disposición se garantiza que un cortocircuito eléctrico o un daño mecánico por incendio o calor en una de las guías de cables no repercuta en la otra guía de cables.

Las dos juntas rotativas están dispuestas axialmente una detrás de otra en serie y a una distancia entre sí, estando dispuestas en esta disposición la primera junta rotativa en la zona del lado frontal, orientado hacia la pala de rotor, de la parte rotatoria, y la segunda junta rotativa en el lado frontal opuesto.

A causa de la escasez de espacio arriba en la sala de máquinas resulta ventajoso disponer las dos juntas rotativas axialmente una detrás de otra de forma contigua. Entonces pueden estar encerradas de manera ventajosa por una carcasa común. Esta carcasa está realizada de tal forma que está estanqueizada contra la suciedad y la humedad.

Las dos juntas rotativas redundantes habitualmente están realizadas como dos unidades de anillos colectores de estructura idéntica, comprendiendo cada unidad una carcasa individual, anillos colectores y brazos de contacto que pueden presionarse sobre los anillos para la transmisión de los datos de energía y de control.

La fuerza de presión de los brazos de contacto de una o de ambas unidades de anillos colectores puede hacerse ajustable de manera ventajosa a través de un dispositivo de reducción de presión sobre los anillos colectores. El dispositivo de reducción de presión empleado comprende dispositivos magnéticos / electromagnéticos que en caso de la falta de una señal de energía y/o de control establecen una presión de apriete que forma un contacto o que interrumpe un contacto. Por lo tanto, los anillos colectores están en una especie de "modo de espera" cuando está activado el imán o el dispositivo magnético. Los brazos de contacto se mueven saliendo de la posición de contacto

por ejemplo por fuerza magnética para reducir la presión entre los brazos de contacto y los anillos colectores. Mediante esta reducción, hasta la anulación de la presión de contacto, se alarga la duración útil de la unidad de anillos colectores. Sin embargo, bajo la presión de apriete reducida, los anillos colectores ya no pueden transmitir el flujo de corriente pleno.

Durante el funcionamiento normal, durante la reducción de presión está inactiva respectivamente sólo una unidad de anillos colectores. La otra unidad de anillos colectores está completamente activa durante ello. Además, por razones de seguridad resulta ventajoso concebir los dispositivos magnéticos o electromagnéticos de tal forma que en caso de una caída de tensión o de magnetización, los brazos de contacto son presionados retornando a la plena presión de apriete, a través de un dispositivo de retroceso, por ejemplo en forma de un resorte de retroceso.

Para garantizar una conexión de cable redundante, la primera junta rotativa está soportada sobre un primer casquillo y la segunda junta rotativa está soportada sobre un casquillo adicional, estando dispuesto este último coaxialmente con respecto al primero. De manera ventajosa, la entrada y salida de cables de la primera junta rotativa se realiza en el espacio anular exterior de extensión radial, formado por la diferencia de diámetro, y la otra entrada y salida está prevista en el espacio interior radial del casquillo insertado y/o interior.

Para seguir aumentando la redundancia del sistema, de manera ventajosa, el convertidor puede presentar un sistema de alimentación de tensión y de corriente ininterrumpida (SAI). Un dispositivo de este tipo se dio a conocer por ejemplo por el documento US6921985B2.

Como electromotor entran en consideración como accionamiento tanto motores de corriente continua, motores de corriente alterna y motores de corriente trifásica.

En una primera disposición ventajosa, en la parte rotatoria de la instalación de energía eólica está dispuesto sólo el electromotor del accionamiento de regulación de paso de pala, y la unidad de potencia y de control correspondiente con otros componentes está dispuesta en la zona estacionaria, estando conectada la unidad de potencia y de control correspondiente a través de un dispositivo de conmutación a una de las dos juntas rotativas. De manera ventajosa, en la zona estacionaria, los componentes del convertidor asignados al motor pueden dotarse de un dispositivo de alimentación de corriente de emergencia conectada a una fuente de energía independiente (batería, condensador) que en caso de un fallo de la unidad de potencia y de control, especialmente en caso de una interrupción del suministro de corriente de la unidad de potencia y de control, mantiene la alimentación de corriente a través de las unidades de anillos colectores redundantes.

En caso de usar motores de corriente continua se necesitan dos conexiones de cable para la conducción de la corriente continua, lo mismo es aplicable a la corriente alterna. En el caso de motores de corriente trifásica se necesitan tres conexiones de cable.

Preferentemente, el sistema de regulación de paso de pala comprende un o al menos un convertidor que presenta o forma la unidad de potencia y de control. Por ejemplo, la unidad de potencia y de control está realizada como convertidor.

Según una variante de la invención, el sistema de regulación de paso de pala comprende varios convertidores que presentan o forman respectivamente una unidad de potencia y de control. Por ejemplo, las unidades de potencia y de control están realizadas respectivamente como convertidores.

El o cada convertidor comprende como componentes especialmente un rectificador, una unidad de control de potencia y preferentemente además otros componentes. De manera ventajosa, el o cada uno de los convertidores está provisto con el o con un dispositivo de alimentación de corriente de emergencia y/o está conectado eléctricamente a este.

En una forma de realización alternativa, la disposición de los componentes del convertidor está dispuesta tanto en la parte rotatoria como en la zona estacionaria. En el caso de esta disposición "divida" del convertidor, la unidad de potencia y de control del convertidor está dispuesta directamente en el motor, es decir, en la parte rotatoria, mientras que el rectificador y los demás componentes del convertidor así como el dispositivo de alimentación de corriente de emergencia están dispuestos en la zona estacionaria. Esta disposición resulta ventajosa como accionamiento especialmente en motores de corriente continua. De esta manera, se puede reducir a un mínimo el número de conexiones de cable y de unidades de anillos colectores. Se requieren respectivamente sólo dos cables para un motor. Además, la disposición divida puede aplicarse también en motores de corriente alterna o de corriente trifásica, con una adaptación correspondiente de los convertidores o rectificadores.

Para seguir aumentando la redundancia del sistema, de manera ventajosa, a cada unidad de potencia y de control puede asignarse al menos una unidad de potencia y de control adicional que en caso del fallo de la primera unidad de potencia y de control está conectada de forma conmutable al motor correspondiente de la primera unidad de potencia y de control. Por lo tanto, por ejemplo en el caso de tres motores pueden estar previstas tres unidades de potencia y de control, cuyas conexiones de cable están guiadas a través de la primera junta rotativa, y tres unidades de potencia y de control adicionales que trabajan independientemente entre sí y cuyas conexiones de cable están guiadas a través de la segunda junta rotativa y que están conectadas de forma conmutable a cada uno de los tres motores. Preferentemente, las unidades de potencia y de control están realizadas como convertidores.

Según una variante, la instalación de energía eólica presenta varias, especialmente dos o tres palas de rotor. En este caso, el sistema de regulación de paso de pala según la invención comprende preferentemente varios accionamientos de regulación de paso de palas accionados de forma eléctrica que están asignados especialmente a respectivamente una de las palas de rotor. Cada uno de los accionamientos de regulación de paso de palas presenta de manera ventajosa al menos un electromotor para el ajuste de palas, dispuesto en la parte rotatoria de la instalación, y una unidad de potencia y de control asignada al motor, con conexiones de cable para la transmisión de datos de energía y de control de la unidad de potencia y de control al motor y viceversa. Las conexiones de cable de cada accionamiento de regulación de paso de pala están guiadas a través de una (primera) junta rotativa. Además, la junta rotativa adicional está conectada o puede conectarse a cada unidad de potencia y de control y a cada motor para mantener de esta manera en caso del fallo de la primera junta rotativa una transmisión segura de los datos de energía y de control de cada accionamiento de regulación de paso de pala.

Además, la invención se refiere a una instalación de energía eólica con al menos dos palas de rotor y un sistema de regulación de paso de pala según la invención. Este sistema de regulación de paso de pala puede estar realizado además según todas las formas de realización descritas.

Más ejemplos de realización de la invención están representados a continuación en el dibujo.

Las figuras 1a a 1e muestran en una representación esquemática diferentes formas de realización de la invención.

La figura 2 muestra en sección longitudinal una primera forma de realización de las dos unidades de anillos colectores sin dispositivo de reducción de presión.

La figura 3 muestra en sección longitudinal una segunda forma de realización de las dos unidades de anillos colectores con un dispositivo de reducción de presión accionado magnéticamente, en el estado no accionado.

La figura 4 muestra la disposición según la figura 3 en el estado accionado del dispositivo de reducción de presión.

La figura 5 muestra una vista esquemática de una instalación de energía eólica con un sistema de regulación de paso de pala según la invención.

La figura 6 muestra una vista esquemática de un convertidor.

En la figura 1a se puede ver un accionamiento de regulación de paso de pala de un sistema de regulación de paso de pala según una primera forma de realización de la invención, en la que un electromotor M acoplado mecánicamente a una pala de rotor BI se puede conectar eléctricamente a un convertidor Um, a través de una primera conexión en serie formada por un interruptor S y una primera junta rotativa Se1. Además, el electromotor M se puede conectar eléctricamente al convertidor Um a través de una segunda conexión en serie formada por un interruptor y una segunda junta rotativa Se2, estando conectada la segunda conexión en serie en paralelo con respecto a la primera conexión en serie. Por lo tanto, por medio de los interruptores, el electromotor M puede conectarse eléctricamente al convertidor Um opcionalmente a través de la primera junta rotativa Se1 o a través de la segunda junta rotativa Se2. Preferentemente, las juntas rotativas Se1 y Se2 están realizadas respectivamente como unidad de anillos colectores. Especialmente, las juntas rotativas forman una disposición de anillos colectores.

Si está defectuosa una de las juntas rotativas, el electromotor M puede conectarse eléctricamente al convertidor Um a través de la otra junta rotativa.

Las juntas rotativas definen un punto de separación mecánico del sistema de regulación de paso de pala, de tal forma que el electromotor M y los interruptores están dispuestos en una parte rotatoria de la instalación de energía eólica y el convertidor Um está dispuesto en una zona estacionaria de la instalación de energía eólica, por ejemplo en la sala de máquinas. La pala de rotor BI puede girar alrededor de un eje de pala asignado a la pala de rotor, por

medio del electromotor M.

En la figura 1b se puede ver un accionamiento de regulación de paso de pala de un sistema de regulación de paso de pala según una segunda forma de realización de la invención, en la que un electromotor M acoplado mecánicamente a una pala de rotor BI puede conectarse eléctricamente opcionalmente a una primera junta rotativa Se1 o a una segunda junta rotativa Se2, a través de un interruptor S realizado como conmutador. La primera junta rotativa Se1 está conectada eléctricamente a un primer convertidor UmL, y la segunda junta rotativa está conectada eléctricamente a un segundo convertidor UmII. Por lo tanto, por medio del interruptor S, el electromotor M opcionalmente puede conectarse eléctricamente al primer convertidor UmI a través de la primera junta rotativa Se1 o conectarse eléctricamente al segundo convertidor UmII a través de la segunda junta rotativa Se2. Preferentemente, las juntas rotativas Se1 y Se2 están realizadas respectivamente como unidad de anillos colectores. Especialmente, las juntas rotativas forman una unidad de anillos colectores.

Si está defectuosa una de las juntas rotativas, el electromotor M puede conectarse eléctricamente, a través de la otra junta rotativa, al convertidor asignado a esta. Si está defectuoso el convertidor, el electromotor M puede conectarse eléctricamente al otro convertidor, a través de la junta rotativa asignada al otro convertidor. La pala de rotor BI puede girar alrededor de un eje de pala asignado a la pala de rotor, por medio del electromotor M.

En la figura 1c se puede ver un sistema de regulación de paso de pala según una tercera forma de realización de la invención, en la que dos electromotores M1 y M2 están acoplados respectivamente mecánicamente a una pala de rotor BI1 o BI2. Cada una de las palas de rotor puede girar alrededor de un eje de pala asignado a la pala de rotor correspondiente, por medio del electromotor correspondiente. Además, están previstas dos juntas rotativas Se1 Se2 así como dos convertidores UmI y UmII, pudiendo conectarse cada uno de los electromotores eléctricamente a cada uno de los convertidores, a través de cada una de las juntas rotativas. El electromotor M1 y el convertidor UmI están asignados uno a otro. Además, el electromotor M2 y el convertidor UmII están asignados uno a otro. Las juntas rotativas Se1 y Se2 preferentemente están realizadas como unidad de anillos colectores. Especialmente, las juntas rotativas forman una disposición de anillos colectores.

Si está defectuosa una de las juntas rotativas, cada uno de los electromotores puede conectarse eléctricamente al convertidor asignado respectivamente, a través de la otra junta rotativa. Si está defectuoso uno de los convertidores, cada uno de los electromotores puede conectarse eléctricamente al otro convertidor, a través de cada una de las juntas rotativas. Para la sección de la junta rotativa que ha de usarse y/o del o de los convertidores que han de usarse están previstos especialmente elementos de conmutación adecuados.

En la figura 1d se puede ver un sistema de regulación de paso de pala según una cuarta forma de realización de la invención, en la que dos electromotores M1 y M2 están acoplados respectivamente mecánicamente a una pala de rotor BI1 o BI2. Cada una de las palas de rotor puede girar alrededor de un eje de pala asignado a la pala de rotor correspondiente, por medio del electromotor correspondiente. Además, están previstas dos juntas rotativas Se1 y Se2 así como tres convertidores UmI, UmII y UmIII, pudiendo conectarse cada uno de los electromotores eléctricamente a cada uno de los convertidores a través de cada una de las juntas rotativas. El electromotor M1 y el convertidor UmI están asignados uno a otro. Además, el electromotor M2 y el convertidor UmII están asignados uno a otro. El convertidor UmIII está previsto como reserva. Las juntas rotativas Se1 y Se2 preferentemente están realizadas respectivamente como unidad de anillos colectores. Especialmente, las juntas rotativas forman una disposición de anillos colectores.

Si está defectuosa una de las juntas rotativas, cada uno de los electromotores puede conectarse eléctricamente al convertidor asignado respectivamente, a través de la otra junta rotativa. Si está defectuoso el convertidor asignado a uno de los electromotores, este electromotor puede conectarse eléctricamente al convertidor UmIII previsto para la reserva, a través de cada una de las juntas rotativas. Si están defectuosos dos de los convertidores, cada uno de los electromotores puede conectarse eléctricamente al tercero de los convertidores, a través de cada una de las juntas rotativas. Para la selección de la junta rotativa que se ha de usar y/o del convertidor que se ha de usar están previstos especialmente elementos de conmutación adecuados.

En la figura 1e se puede ver un sistema de regulación de paso de pala según una quinta forma de realización de la invención, en la que están previstos tres electromotores M1, M2 y M3 que especialmente están acoplados mecánicamente a una pala de rotor respectivamente. Preferentemente, cada una de las palas de rotor puede girar alrededor de un eje de pala asignado a la pala de rotor correspondiente, por medio del electromotor correspondiente. Además, están previstas dos juntas rotativas Se1 y Se2, así como tres convertidores UmI, UmII y UmIII, pudiendo conectarse cada uno de los electromotores eléctricamente a cada uno de los convertidores, a través de cada una de las juntas rotativas. El electromotor M1 y el convertidor UmI están asignados uno a otro. Además, el electromotor M2 y el convertidor UmII están asignados uno a otro. Finalmente, el electromotor M3 y el

convertidor Umlll están asignados uno a otro. Las juntas rotativas Se1 y Se2 preferentemente están realizadas respectivamente como unidad de anillos colectores. Especialmente, las juntas rotativas forman una disposición de anillos colectores.

- 5 Si está defectuosa una de las juntas rotativas, cada uno de los electromotores puede conectarse eléctricamente al convertidor asignado respectivamente, a través de la otra junta rotativa. Si está defectuoso uno de los convertidores, el electromotor asignado a este puede conectarse eléctricamente a otro de los convertidores, a través de cada una de las juntas rotativas. Si están defectuosos dos de los convertidores, los electromotores asignados a estos pueden conectarse eléctricamente al tercero de los convertidores, a través de cada una de las
10 juntas rotativas. Para la selección de la junta rotativa que ha de usarse y/o del convertidor que ha de usarse están previstos especialmente elementos de conmutación adecuados.

La figura 2 muestra en sección longitudinal una primera forma de realización de una disposición de anillos colectores 20 que comprende dos unidades de anillos colectores Se1 y Se2 y que puede formar cada uno de los pares o disposiciones de anillos colectores representados en las figuras 1a a 1e. La disposición de anillos
15 colectores 20 está encerrada por una carcasa exterior 100 con el tipo de protección IP 67 que está prevista para la protección contra el agua y la suciedad. La unidad de anillos colectores Se1 comprende una parte estacionaria 200 con una carcasa 210, y la unidad de anillos colectores Se2 comprende una parte estacionaria 300 con una carcasa 310. Entre las carcasas 210 y 310 está previsto un hueco 110 en el que está dispuesta una pared de separación
20 730 que especialmente sirve para que no puedan caer a la carcasa 100 partículas de las unidades de anillos colectores Se1 y Se2. Además, la pared de separación 730 evita que estas partículas puedan entrar en la carcasa contigua 310 desde la carcasa 210 y viceversa.

La parte estacionaria 200 comprende brazos de contacto 250 que están guiados sobre anillos colectores 500 y que
25 están en contacto eléctrico con estos. Los anillos colectores 500 forman una parte rotatoria de la primera unidad de anillos colectores Se1. Una conexión de cable 520 de un anillo colector de los anillos colectores 500 está guiada a través de una guía de cables 700 exterior que está realizada en forma de un primer casquillo y que está prevista para todas las conexiones de cable de los anillos colectores 500. En este sentido, la conexión de cable 520 representa las conexiones de cable de los anillos colectores 500. La guía de cables 700 está separada totalmente
30 de una guía de cables 720 interior, mecánicamente y eléctricamente. Además, las unidades de anillos colectores Se1 y Se2 presentan una distancia diferente con respecto al rotor de la instalación de energía eólica (no está representado en la figura 2). Cualquier cortocircuito eléctrico o calentamiento inadmisibles o un fuego en la guía 700 no daña los cables en la otra guía 720.

La parte estacionaria 300 comprende brazos de contacto 350 que están guiados desde la parte estacionaria 300 hasta anillos colectores 600 y que están en contacto eléctrico con estos. Los anillos colectores 600 forman una
35 parte rotatoria de la unidad de anillos colectores Se2. Una conexión de cable 620 de la unidad de anillos colectores 600 está guiada a través del interior de la guía de cables 720 que está realizada en forma de un casquillo dispuesto coaxialmente con respecto a la guía de cables 700 exterior.

Las figuras 3 y 4 muestran una segunda forma de realización de la disposición de anillos colectores 20 que es una variante de la forma de realización que se puede ver en la figura 2, refiriéndose las diferencias únicamente a la parte estacionaria 300 de la segunda unidad de anillos colectores Se2 que comprende adicionalmente un dispositivo de reducción de presión 22 accionado magnéticamente.
40

Los brazos de contacto 350 están unidos mecánicamente entre sí a través de un banco de contacto 355, presentando la parte estacionaria 300 adicionalmente dos electroimanes 360 y 360', con los que puede ser atraído al banco de contacto 355. Al activarse los imanes (véase la figura 4) el banco de contacto 355 es atraído hacia
45 arriba, de manera que se afloja la presión entre los brazos de contacto 350 y los anillos colectores 600. Bajo la presión reducida aumenta la resistencia de contacto eléctrica en los anillos colectores, pero se reduce el rozamiento, de manera que por la reducción de presión se puede alargar la duración útil de los anillos colectores 600 y de los brazos de contacto 350. Por lo tanto, con un dimensionamiento correspondiente de los imanes, al activarse estos, los anillos colectores están en un "modo de espera".

En el modo de funcionamiento normal, la segunda unidad de anillos colectores Se2 no está activa durante la reducción de presión. Por razones de seguridad, un dispositivo de recuperación en forma de un resorte helicoidal 362 presiona el banco de contacto 355 de retorno a la plena presión de apriete en caso de una caída de tensión de magnetización. Por lo tanto, la segunda unidad de anillos colectores Se2 está totalmente activada en cuanto ha fallado la primera unidad de anillos colectores Se1.
50

Para la siguiente descripción de la segunda forma de realización de la disposición de anillos colectores se remite a
60

la descripción de la primera forma de realización de la disposición de anillos colectores.

En la figura 5 se puede ver en una representación esquemática una instalación de energía eólica 1 que comprende una torre 3 basada sobre unos cimientos 2, en cuyo extremo opuesto a los cimientos 2 está dispuesta una sala de máquinas 4. La sala de máquinas 4 presenta un soporte de máquina 5 en el que está soportado de forma giratoria alrededor de un eje de rotor 7 un rotor 6 que comprende un cubo de rotor 8 y varias palas de rotor 9 unidas a este que están soportadas en el cubo de rotor 8 respectivamente de forma giratoria alrededor de un eje de pala 11 o 12. Las palas de rotor 9 y 10 se extienden en la dirección de sus ejes de pala 11 y 12 en dirección contraria al cubo de rotor 8, extendiéndose los ejes de pala 11 y 12 transversalmente con respecto al eje de rotor 7. El rotor 6 gira alrededor del eje de rotor 7 por el viento 13 y comprende un árbol de rotor 14 que, estando intercalado un engranaje 15, está acoplado a un generador 16 eléctrico accionado por el rotor 6. El generador 16 produce energía eléctrica y la alimenta a una red eléctrica 17. Las palas de rotor 9 y 10 pueden girar alrededor de su respectivo eje de pala con respecto al cubo de rotor 8, a través de un accionamiento de regulación de paso de pala 18 o 19 respectivamente. Además, el rotor 6 puede comprender una tercera pala de rotor que está soportada en el cubo de rotor 8 de forma giratoria alrededor de un eje de pala de extensión transversal con respecto al eje de rotor 7 y que se extiende en dirección hacia este eje de pala en sentido contrario al cubo de rotor 8 y que puede girar con respecto al cubo de rotor 8 alrededor de dicho eje de pala, por medio de un accionamiento de regulación de paso de pala. Las palas de rotor están dispuestos de forma distribuida uniformemente por la circunferencia del eje de rotor 7, de manera que dos ejes de pala adyacentes encierran respectivamente un ángulo de 180° en el caso de dos palas de rotor o de 120° en el caso de tres palas de rotor. Cada uno de los accionamientos de regulación de paso de pala comprende al menos un convertidor y un electromotor que a través de una disposición de anillos colectores 20 acoplada mecánicamente al árbol de rotor 14 está conectado eléctricamente al convertidor correspondiente que está dispuesto en un dispositivo de control 21 dentro de la sala de máquinas 4. En la figura 5, los electromotores M1 y M2 de los accionamientos de regulación de paso de pala 18 y 19 están representados esquemáticamente.

Por ejemplo, cada uno de los accionamientos de regulación de paso de pala está formado por uno de los accionamientos de regulación de paso de pala representados en las figuras 1a y 1b. Pero, alternativamente, los accionamientos de regulación de paso de pala también pueden formar un sistema de regulación de paso de pala según las figuras 1c a 1e. La disposición de anillos colectores 20 comprende especialmente juntas rotativas según las figuras 1a a 1e y forma preferentemente una disposición de anillos colectores según la figura 2 o según las figuras 3 y 4.

En la figura 6 se puede ver una representación esquemática de un convertidor 23, por el que puede estar formado cada uno de los convertidores según las figuras 1a a 1e y/o cada uno de los convertidores mencionados en la descripción de la figura 5. El convertidor 23 comprende un rectificador 24 y una unidad de control de potencia 25 postconectada a la que está postconectado un electromotor M y que es controlada por medio de un control 26. El rectificador 24 y la unidad de control de potencia 25 están conectados eléctricamente entre sí a través de un circuito intermedio de corriente continua 27 que comprende un condensador de circuito intermedio 28. Además, un dispositivo de alimentación de corriente de emergencia 29 está conectado eléctricamente al circuito intermedio 27. El rectificador 24 se alimenta de una corriente alterna monofásica o polifásica por medio de una alimentación de corriente 30, por ejemplo desde una red eléctrica, la transforma en una corriente continua y conduce esta corriente continua al circuito intermedio 27. La unidad de control de potencia 25 toma corriente continua del circuito intermedio 27 y la transforma, en función del control 26, o bien en una corriente alterna monofásica o polifásica, o bien, en una corriente continua pulsada, y conduce esta corriente transformada al electromotor M. Si por la unidad de control de potencia 25 se emite una corriente alterna monofásica o una corriente continua pulsada depende de si el electromotor M es un motor de corriente alterna monofásico o polifásico o un motor de corriente continua.

El convertidor 23 se emplea especialmente en la instalación de energía eólica 1 según la figura 5. Por ejemplo, el convertidor 23 está dispuesto en la sala de máquinas 4. Según esta alternativa, el rectificador 24 está dispuesto dentro de la sala de máquinas 4 y la unidad de control de potencia 25 está dispuesta dentro del rotor 6. En este caso, el circuito intermedio 27 está guiado a través de la disposición de anillos colectores 20. El control 26 puede estar dispuesto dentro de la sala de máquinas 4 o dentro del rotor 6. Lo correspondiente es válido para el dispositivo de alimentación de corriente de emergencia 29.

Lista de signos de referencia

- 1 Instalación de energía eólica
- 2 Cimientos
- 3 Torre
- 4 Sala de máquinas

	5 Soporte de máquina
	6 Rotor
	7 Eje de rotor
	8 Cubo de rotor
5	9 Pala de rotor
	10 Pala de rotor
	11 Eje de pala
	12 Eje de pala
	13 Viento
10	14 Árbol de rotor
	15 Engranaje
	16 Generador
	17 Red
	18 Accionamiento de regulación de paso de pala
15	19 Accionamiento de regulación de paso de pala
	20 Disposición de anillos colectores
	21 Dispositivo de control
	22 Dispositivo de reducción de presión
	23 Convertidor
20	24 Rectificador del convertidor
	25 Unidad de control de potencia del convertidor
	26 Control del convertidor
	27 Circuito intermedio del convertidor
	28 Condensador de circuito intermedio
25	29 Dispositivo de alimentación de corriente de emergencia
	100 Carcasa exterior de la disposición de anillos colectores
	110 Hueco entre las unidades de anillos colectores
	200 Parte estacionaria de la primera unidad de anillos colectores
	210 Carcasa de la primera unidad de anillos colectores
30	250 Brazos de contacto de la primera unidad de anillos colectores
	300 Parte estacionaria de la segunda unidad de anillos colectores
	310 Carcasa de la segunda unidad de anillos colectores
	350 Brazos de contacto de la segunda unidad de anillos colectores
	500 Anillos colectores de la primera unidad de anillos colectores
35	520 Conexiones de cables de la primera unidad de anillos colectores
	600 Anillos colectores de la segunda unidad de anillos colectores
	620 Conexiones de cables de la segunda unidad de anillos colectores
	700 Guía de cables exterior
	720 Guía de cables interior
40	730 Pared de separación entre las unidades de anillos colectores
	M Electromotor
	S Interruptor
	Se1 Primera unidad de anillos colectores
45	Se2 Segunda unidad de anillos colectores
	L., BI1, BI2 Pala
	Um, Uml, UmlI, UmlII Convertidor

REIVINDICACIONES

- 1.- Instalación de energía eólica (1) con un sistema de regulación de paso de pala que comprende al menos un accionamiento de regulación de paso de pala (18, 19) accionado eléctricamente, asignado a cada pala de rotor (B1) de la instalación (1), con al menos un electromotor (M) para el ajuste de pala, dispuesto en una parte rotatoria (6, 14) de la instalación (1), y con una unidad de potencia y de control (Um) asignada al motor (M), con primeras conexiones de cable (520) con las que pueden transmitirse datos de energía y de control de la unidad de potencia y de control (Um) al motor (M) y viceversa, estando guiadas las primeras conexiones de cable (520) a través de una primera junta rotativa (Se1) dispuesta en un punto de unión entre la parte rotatoria (6, 14) y una parte estacionaria (4) situada axialmente a continuación, presentando el sistema una junta rotativa (Se2) adicional que es redundante con respecto a la primera junta rotativa (Se1) y que trabaja de forma separada mecánicamente y eléctricamente de la primera junta rotativa (Se1) y que está conectada a la unidad de potencia y de control (Um) y al motor (M) a través de una conexión de cable (620) adicional para mantener de esta manera una transmisión segura de los datos de energía y de control en caso del fallo de la primera junta rotativa (Se1), **caracterizada porque** las dos juntas rotativas (Se1, Se2) están dispuestas axialmente una detrás de otra en serie y a una distancia entre sí, estando soportadas la primera junta rotativa (Se1) sobre un primer casquillo (700) y la junta rotativa (Se2) adicional sobre un casquillo (720) adicional, estando dispuesto el casquillo (720) adicional coaxialmente y en parte dentro del primer casquillo (700), de manera que por la diferencia de diámetro de los dos casquillos (700, 720) queda formado un espacio anular exterior de extensión radial entre los dos casquillos (700, 720), estando guiadas las conexiones de cable (520) de la primera junta rotativa (Se1) a través del espacio anular exterior y la conexión de cable (620) de la junta rotativa (Se2) adicional a través del espacio interior radial del casquillo (720) adicional.
- 2.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** las conexiones de cable (520, 620) entre el motor (M) y la unidad de potencia y de control (Um) se realizan a través de guías de cables (700, 720) separadas mecánicamente y eléctricamente.
- 3.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** las dos juntas rotativas (Se1, Se2) están encerradas por una carcasa (100) común.
- 4.- Instalación de energía eólica según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** cada junta rotativa (Se1, Se2) comprende respectivamente una unidad de anillos colectores, compuesta por una carcasa individual (210, 310), anillos colectores (500, 600) y brazos de contacto (250, 350) que se pueden presionar sobre los anillos para la transmisión de los datos de energía y de control.
- 5.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 4, **caracterizada porque** la fuerza de presión de los brazos de contacto (250, 350) de una o ambas unidades de anillos colectores (Se1, Se2) puede ajustarse a través de un dispositivo de reducción de presión (22) sobre los anillos colectores (500, 600).
- 6.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el dispositivo de reducción de presión (22) comprende dispositivos magnéticos / electromagnéticos (360, 360') que en caso de la falta de una señal de energía y/o de control posibilitan una presión de apriete que forma un contacto eléctrico o que interrumpe un contacto eléctrico.
- 7.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 6, **caracterizada porque** los dispositivos (360, 360') magnéticos / electromagnéticos están realizados de tal forma que en caso de una caída de tensión y de magnetización en la conexión de cable (620) entre el motor (M) y la unidad de potencia y de control (Um) se establece una presión de apriete de los brazos de contacto (350) que establece un contacto eléctrico.
- 8.- Instalación de energía eólica según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el accionamiento de regulación de paso de pala (18, 19) presenta en la parte rotatoria solamente un electromotor (M) y la unidad de potencia y de control (Um) correspondiente con otros componentes del accionamiento está dispuesta en la zona estacionaria (4), estando conectada la unidad de potencia y de control (Um) correspondiente, a través de un dispositivo de conmutación (S), a una de las dos juntas rotativas (Se1, Se2).
- 9.- Instalación de energía eólica según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** a cada unidad de potencia y de control (Uml) está asignada al menos una unidad de potencia y de control (UmII) adicional que en caso del fallo de la primera unidad de potencia y de control está conectada de forma conmutable al motor (M) correspondiente de la primera unidad de potencia y de control (Uml).
- 10.- Instalación de energía eólica según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** están previstos tres motores (M1, M2, M3) y tres unidades de potencia y de control (Uml, UmII, UmIII), cuyas

conexiones de cable (520) están guiadas a través de la primera junta rotativa (Se1) y tres unidades de potencia y de control adicionales que trabajan de forma independiente y cuyas conexiones de cable (620) están guiadas a través de la segunda junta rotativa (Se2) y conectadas de forma conmutable a cada uno de los tres motores (M1, M2, M3).

5

11.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 9 o 10, **caracterizada porque** las unidades de potencia y de control (Uml, Umll, Umlll) están realizadas respectivamente como convertidor.

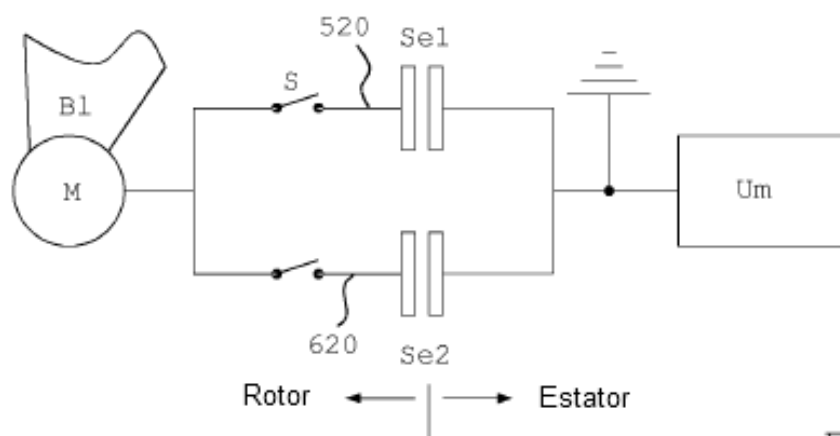


Fig. 1a

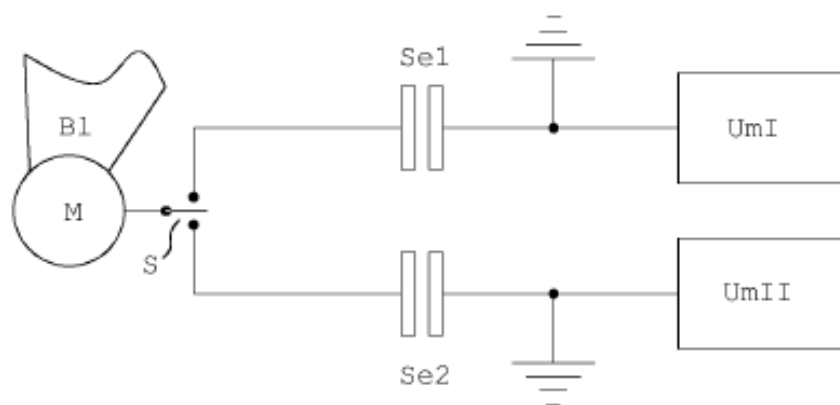


Fig. 1b

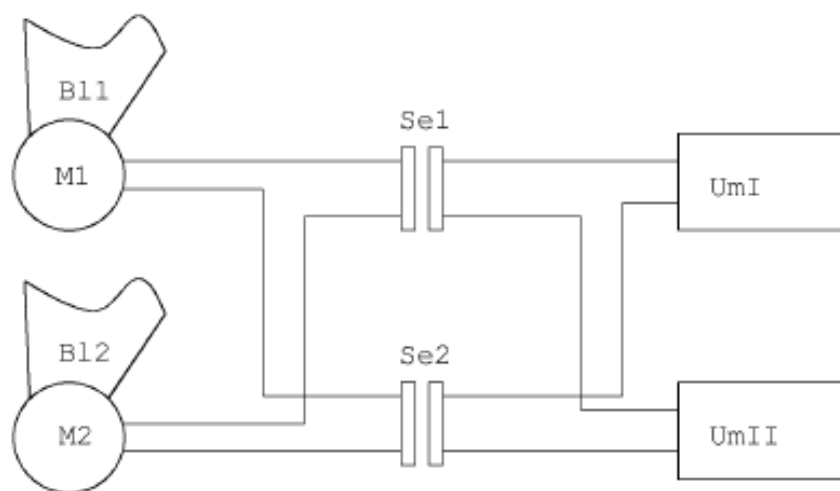


Fig. 1c

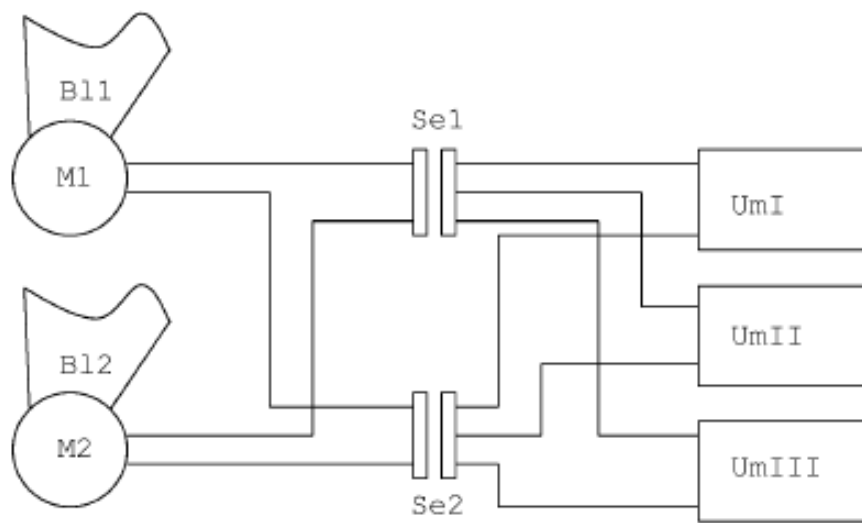


Fig. 1d

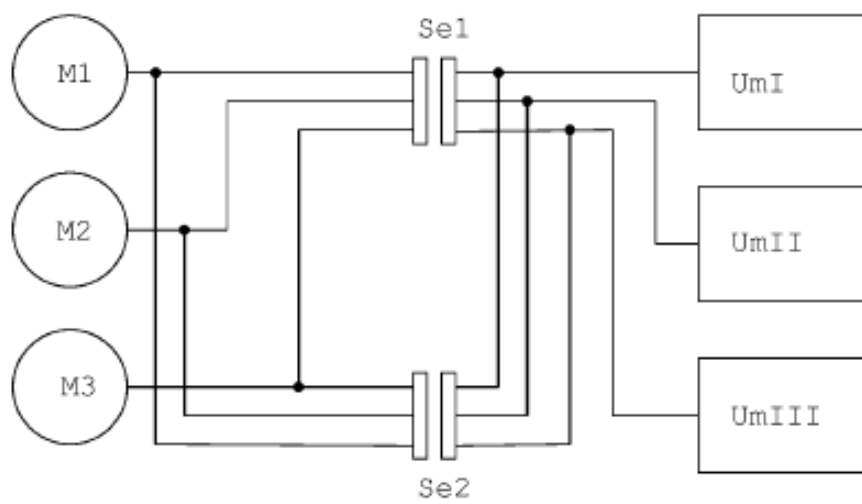


Fig. 1e

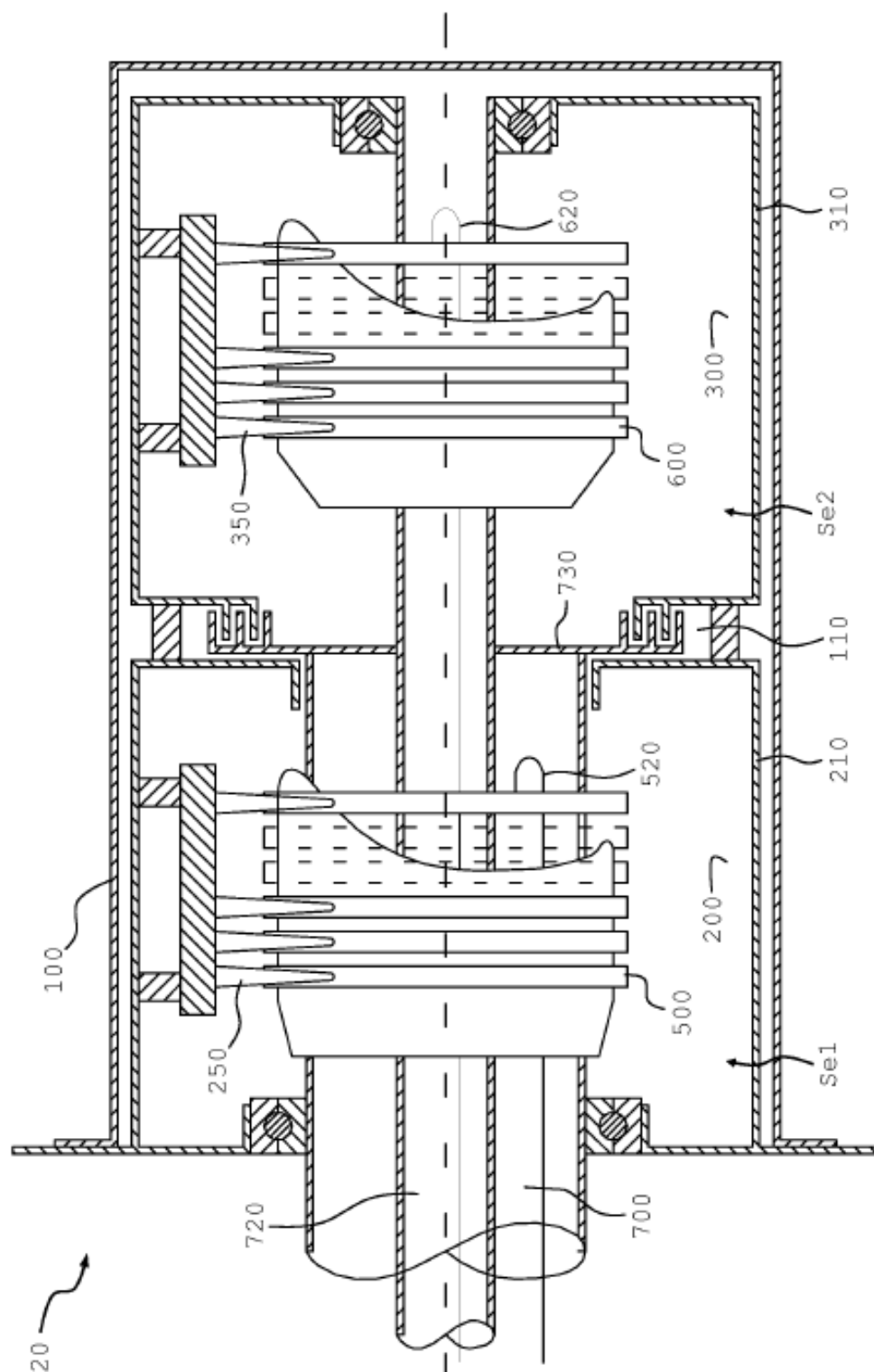


Fig. 2

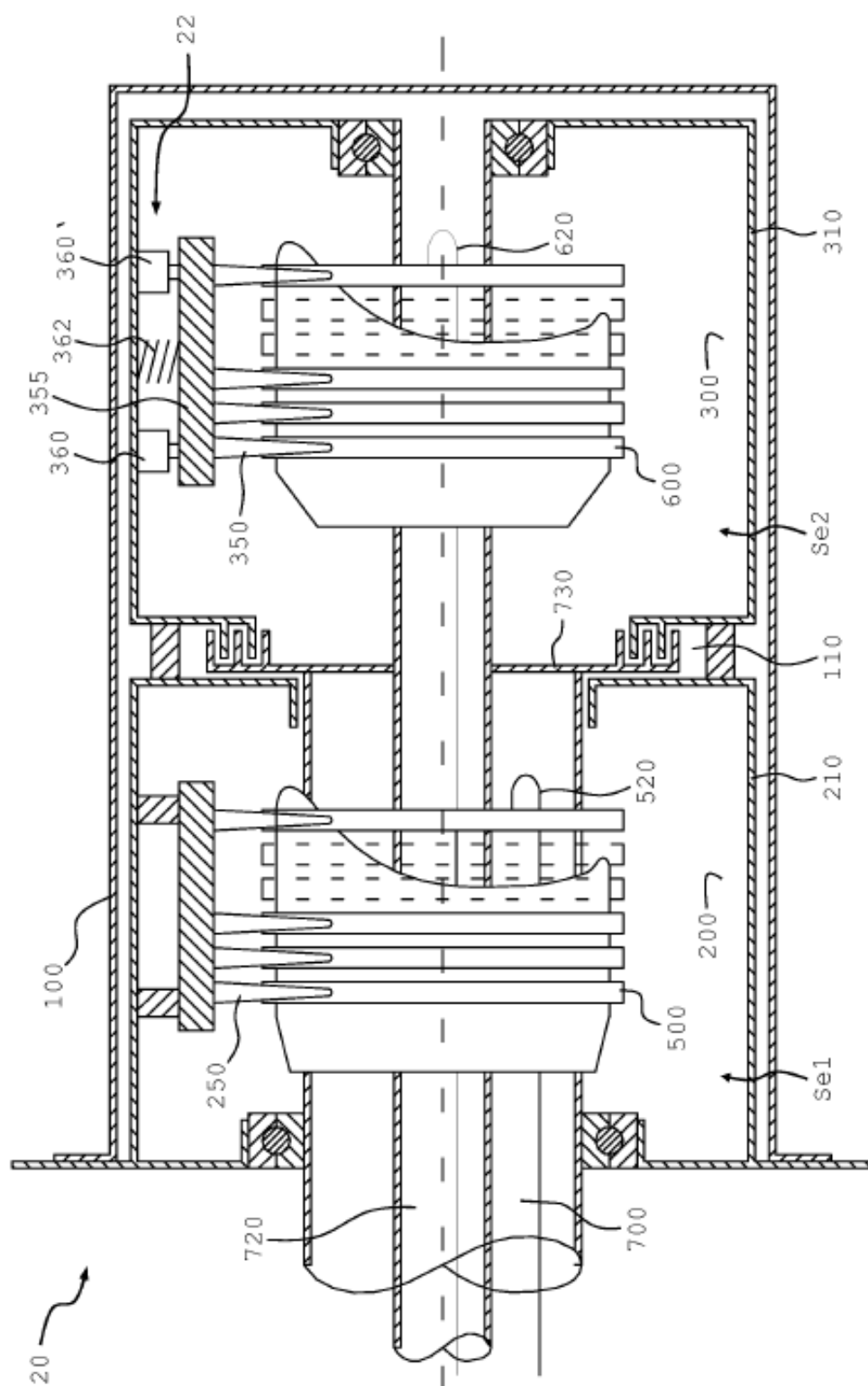


Fig. 3

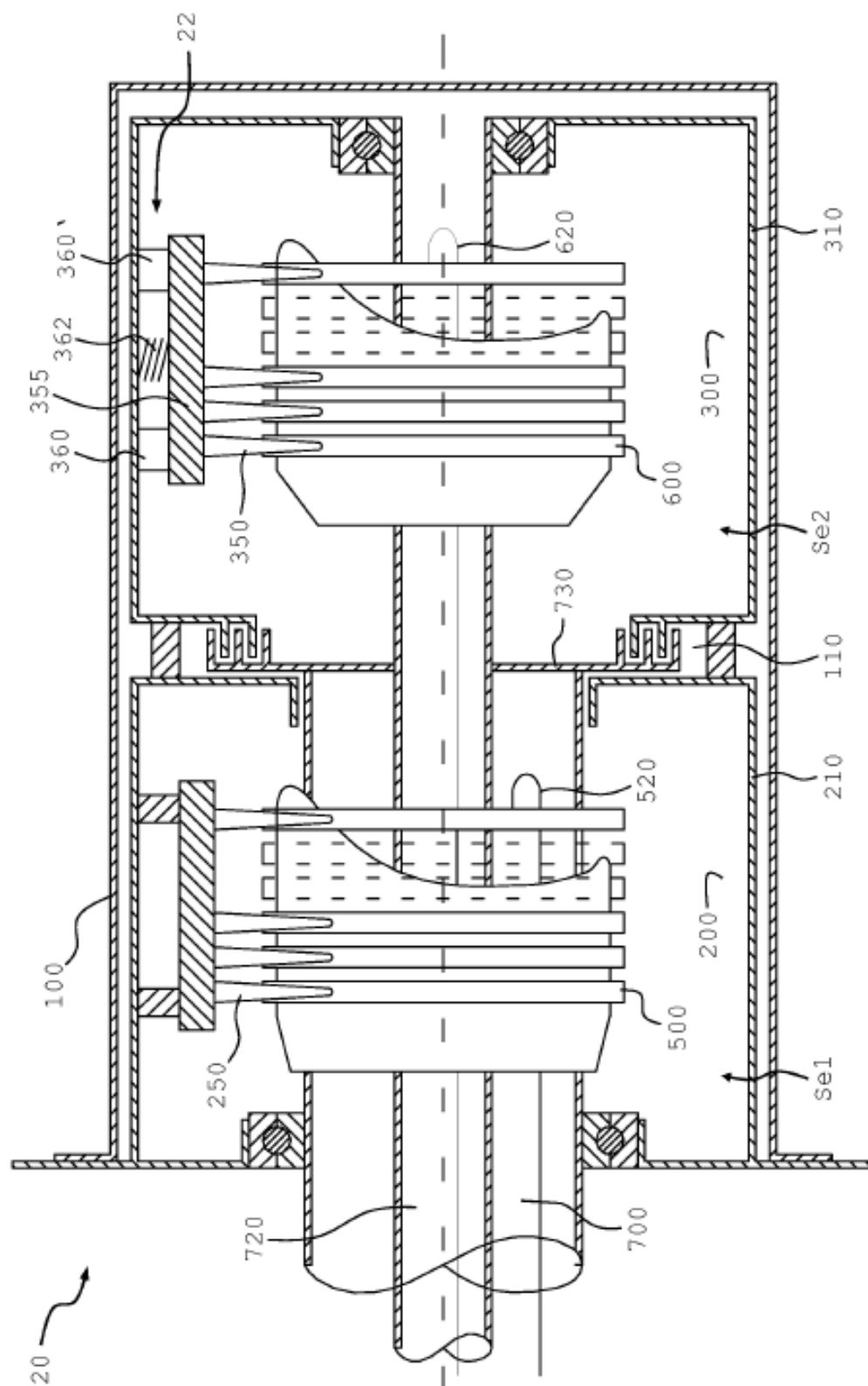


Fig. 4

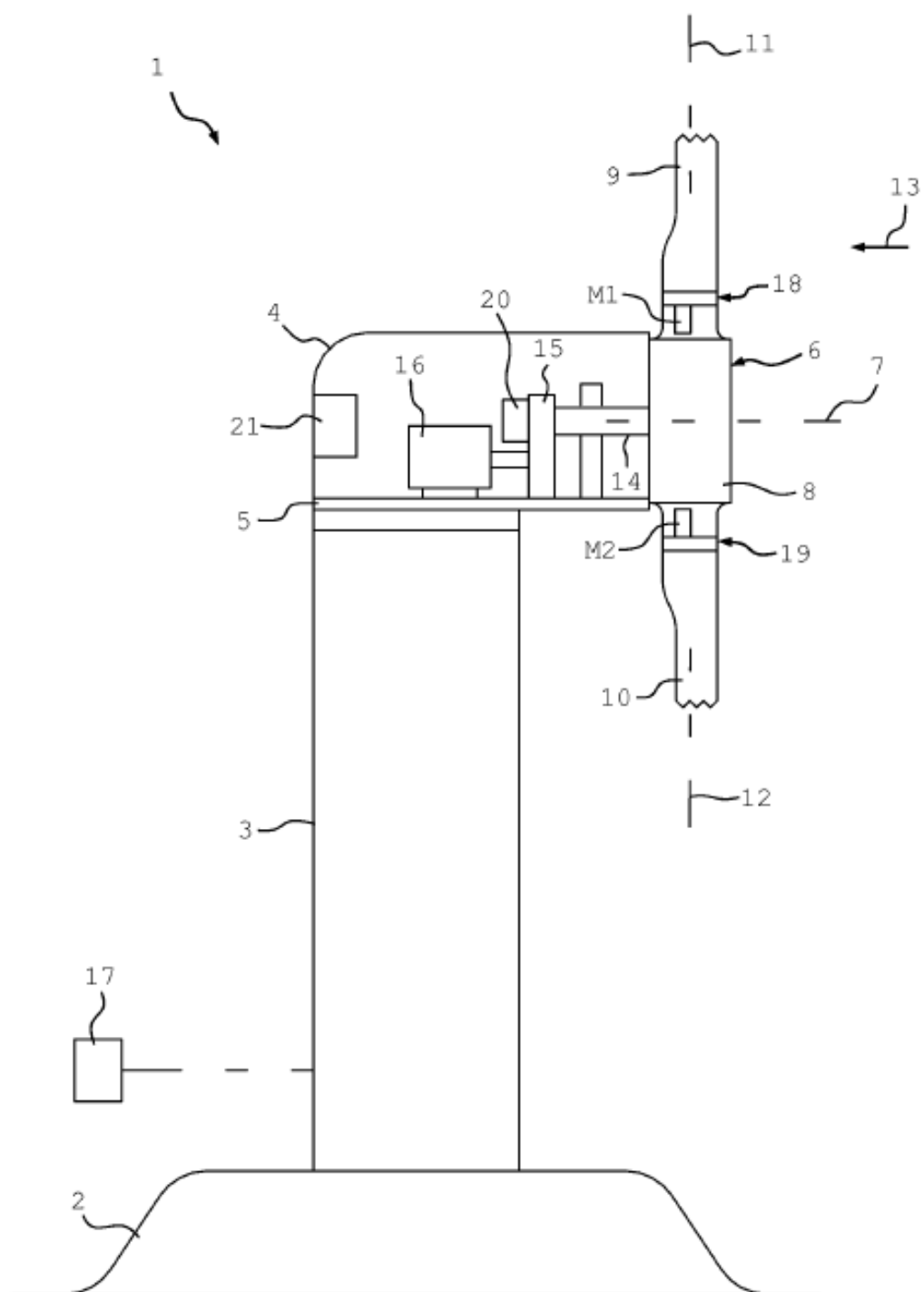


Fig. 5

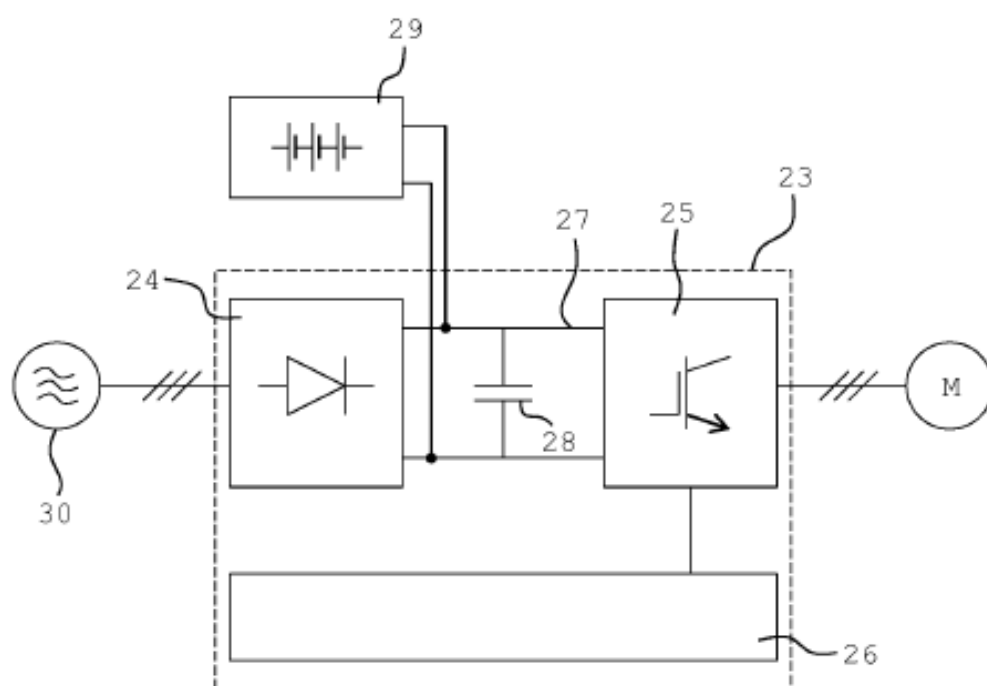


Fig. 6