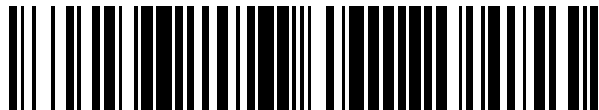


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 647**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 7/06 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2014 PCT/DK2014/050337**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15055217**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2014 E 14790505 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3058219**

54 Título: **Sistema para control de paso**

30 Prioridad:

18.10.2013 DK 201370594

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

06.08.2018

73 Titular/es:

**MITA-TEKNIK A/S (100.0%)
Handværkervej 1
8840 Rodkjaersbro, DK**

72 Inventor/es:

JENSEN, TORBEN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 677 647 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 para control de paso

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema adaptado para control de paso eléctrico principalmente para palas de turbina eólica, cuyo sistema comprende al menos un primer subsistema cuyo subsistema comprende al menos un primer motor eléctrico, cuyo motor está acoplado eléctricamente a un primer dispositivo de control electrónico, y una red eléctrica, cuyo dispositivo de control electrónico controla el funcionamiento del motor eléctrico, cuyo motor eléctrico comprende un eje, cuyo eje está a través de un freno, y a través de un embrague que acciona un mecanismo de engranaje, cuyo mecanismo de engranaje comprende al menos una rueda dentada, cuya rueda dentada impulsa un anillo dentado, cuyo anillo dentado se fija mecánicamente a la raíz de una pala de turbina eólica para llevar a cabo la regulación de paso.

15 Antecedentes de la invención

El control de paso de las palas de la turbina eólica se ha utilizado durante varios años. Ambos servosistemas hidráulicos y eléctricos se han utilizado para el control de paso. El documento US 2011/243729 divulga algunos aspectos generales de un dispositivo para el ajuste de una pala de rotor montada pivotantemente de un convertidor de energía eólica. El dispositivo comprende un primer impulsor y un segundo impulsor que cooperan para hacer girar la pala de rotor entre una posición de funcionamiento y una posición de bandolera. El dispositivo comprende además un primer bloqueo activable conectado a la pala de rotor que, en un estado activado, evita el giro de la pala de rotor a la posición de funcionamiento, pero permite el giro de la pala de rotor a la posición de bandolera. En aspectos adicionales, la invención proporciona un convertidor de energía eólica que comprende el dispositivo y un método para ajustar una pala de rotor que está montada de manera pivotante en un cubo de rotor de un convertidor de energía eólica.

30 Objeto de la invención

Es un objetivo pendiente de la invención mejorar la fiabilidad de un sistema de control de paso eléctrico para turbinas eólicas. Un objeto adicional de la solicitud de patente pendiente es aislar los fallos y continuar la operación de modo normal si se produce un fallo en un sistema de control de paso eléctrico.

35 Descripción de la invención

Esto se puede lograr mediante un sistema como se divulga en la reivindicación 1. De este modo, se puede lograr que dos motores eléctricos funcionando en paralelo impulsen el mismo anillo dentado para el control de paso de una pala de turbina eólica. Debido a que operan dos sistemas paralelos, la energía se puede generar operando solo con un motor eléctrico. Pero la confiabilidad es extremadamente alta porque el fallo en una parte del sistema podría permitir que el otro sistema funcione a una velocidad más lenta, pero aun así ser completamente operativo. Esta creciente confiabilidad es muy importante en los parques eólicos marinos donde el servicio es difícil y probablemente no sea posible obtenerlo en poco tiempo, por lo que un fallo en un sistema de control de paso puede llevar a la falta de operación de la turbina eólica, tal vez por semanas. Mediante el acoplamiento paralelo de dos dispositivos electrónicos de control y junto con los motores, todo el sistema de control para la regulación de paso cambiará la situación en la que una parte del sistema tenga un fallo. Por supuesto, en algunos sistemas, donde la regulación rápida del paso en la dirección del neutro es necesaria, puede haber limitaciones en el modo de operación si parte de un sistema de control no está en funcionamiento. Por lo tanto, deben aceptarse algunas limitaciones en la operación de la turbina eólica, si una parte de un sistema de regulación de paso no está en operación. Tal vez la turbina eólica no podrá funcionar con la velocidad máxima del viento, pero tendrá un límite inferior para el apagado que por la operación habitual en la que ambos sistemas de paso están operando. Mediante la conexión cruzada del control del embrague, la primera parte del sistema puede comunicarse con el embrague del otro sistema. Y la segunda parte del sistema podrá comunicarse con el embrague del primer sistema. De este modo, los dispositivos de control electrónico pueden tener información sobre la situación y, por lo tanto, también la posición del embrague en el otro lado. En un sistema de fallo en uno de los sistemas de control o en uno de los motores, es posible que el dispositivo de control electrónico operativo abra el embrague en el otro lado y de esa manera se haga cargo de todo el comando y lleve a cabo la regulación tradicional con un dispositivo de control electrónico y un motor. De este modo, se mejora aún más la fiabilidad total del sistema.

60 En una realización preferida adicional de la invención, el primer dispositivo de control electrónico y el segundo dispositivo de control electrónico pueden llevar a cabo la comunicación sobre de una línea de comunicación común.

Mediante el sistema de comunicación entre los dispositivos de control electrónico es posible que los sistemas funcionen más o menos sincrónicamente, lo que podría ser bastante importante para permitir que dos motores diferentes conduzcan en el mismo anillo dentado. Si no se lleva a cabo la sincronización, la energía de uno de los

5 motores probablemente se utilizaría para impulsar el otro motor a una velocidad mayor no deseada y, por lo tanto, simplemente habría una pérdida de energía en lugar de lograr una operación en paralelo. La comunicación común también brinda la posibilidad de que la información de fallo se pueda comunicar entre los dos dispositivos de control electrónico. También de esta manera, uno de los dispositivos de control electrónico puede comunicarse en sentido opuesto y hacerse cargo del comando y llevar a cabo el control por sí mismo.

10 En una realización preferida adicional de la invención, el sistema puede comprender al menos un tercer subsistema, cuyo tercer subsistema comprende un tercer motor, cuyo tercer dispositivo de control electrónico está acoplado a la red eléctrica, cuyo tercer dispositivo de control electrónico controla el funcionamiento del tercer motor cuyo tercer motor comprende un tercer eje, cuyo eje está conectado a un freno, cuyo tercer eje atraviesa un tercer embrague que acciona un tercer mecanismo de engranaje, cuyo tercer mecanismo de engranaje comprende al menos una segunda rueda dentada, cuya segunda rueda dentada impulsa el anillo dentado. En lugar de multiplicar el sistema por un factor dos, también es posible multiplicar por un factor tres o incluso más. Al aumentar el número de motores y dispositivos de control electrónico, podría ser posible distribuir el control de paso en un mayor número de dispositivos electrónicos más pequeños que controlan motores más pequeños. De esta manera, podría ser posible construir un sistema de control de paso electrónico estándar que pueda usarse en turbinas eólicas de diferentes tamaños, donde el número de sistemas acoplados en paralelo depende de la energía necesaria para el control de paso. De esta forma, se puede llevar a cabo un control relativamente barato y confiable.

20 En una realización preferida adicional de la invención, el tercer dispositivo de control electrónico puede llevar a cabo el control del primer o del segundo embrague, cuyo primer o segundo dispositivo de control electrónico lleva a cabo el control del tercer embrague. Como se divulgó previamente, los diferentes sistemas pueden controlar otros embragues.

25 En una realización preferida adicional de la invención, el primer dispositivo de control electrónico, el segundo dispositivo de control electrónico y el tercer dispositivo de control electrónico pueden llevar a cabo la comunicación a través de una línea de comunicación común. La línea de comunicación, por supuesto, también estará conectada al tercero, cuarto, quinto o a muchos sistemas que funcionan en paralelo.

30 En una realización preferida adicional de la invención, cada uno de los motores puede conectarse a codificadores, cuyos codificadores se comunican con los dispositivos de control electrónico relacionados. Los codificadores son necesarios al menos para la sincronización de los diferentes motores a fin de que funcionen de manera sincronizada entre sí. Pero también para el dispositivo de control electrónico, las señales de codificación son importantes para controlar la energía que se debe usar para conducir el motor.

35 En una realización preferida adicional de la invención, cada uno de los dispositivos de control electrónico se puede conectar a un almacenamiento de energía de emergencia, cuyo almacenamiento de energía se puede acoplar en paralelo. De este modo, se puede lograr que los almacenamientos de energía se puedan cargar de forma continua siempre que haya una fuente de alimentación de la red eléctrica. En situaciones donde, por ejemplo, fallo la red eléctrica, es posible que los dispositivos de control electrónico sigan activos y por motores, embragues y engranajes para convertir el paso de una pala de una turbina eólica en una posición neutral donde la pala de la turbina eólica debe colocarse en todas las situaciones de apagado. Se prefiere que el almacenamiento de energía directamente acoplado a los dispositivos de control electrónico también se acople paralelamente de modo que puedan suministrarse en común en situaciones de emergencia, donde, por ejemplo, uno de los dispositivos de control electrónico o uno de los motores no funciona debido a un fallo. En esa situación, es positivo que partes todavía existentes del sistema puedan funcionar también con la energía que ya se ha almacenado en uno de los depósitos de energía extra. Se pueden usar muchos tipos diferentes de baterías, pero en el futuro el almacenamiento de energía de capacitores probablemente sea el tipo de almacenamiento de energía más efectivo y que tenga suficiente energía almacenada. En una realización preferida de la invención, el almacenamiento de energía puede ser cualquier almacenamiento a presión de líquido o gas a partir del cual sea posible el almacenamiento de energía, la energía para el apagado de emergencia del control de paso es posible.

55 En una realización preferida adicional de la invención, es posible que el embrague se coloque entre el engranaje y el anillo dentado. Son posibles muchas construcciones diferentes para el embrague, pero un embrague muy simple liberará la rueda dentada del anillo dentado mediante un accionador y de esa manera desacoplará la conexión entre la rueda dentada y el anillo dentado. Este embrague primitivo será suficiente en muchas situaciones de emergencia, donde uno de los componentes en conexión con uno de los motores fallará. Ese podría ser el dispositivo de control electrónico, el motor o tal vez el freno. En todas estas situaciones, es posible que la rotación del motor se bloquee, más o menos mecánica o tal vez eléctricamente y la rotación de ese motor por el anillo dentado tendrá al menos un consumo de energía que es innecesario. Por lo tanto, es muy importante que el embrague de alguna manera pueda desconectar cualquier conexión a la unidad del motor

60 Descripción de los dibujos

65 La figura 1 divulga una posible realización de la invención.

La Fig. 2 muestra una posible realización adicional de la invención.

Descripción detallada de la invención

5 La figura 1 muestra un sistema 2 para la regulación de paso de una pala de turbina eólica. El sistema muestra un primer motor 4, cuyo motor está conectado a un dispositivo 6 de control electrónico, que está conectado eléctricamente a una red 8 eléctrica. El primer motor 4 es a través de un freno 11 y adicionalmente a través de un embrague 12 que acciona un mecanismo 14 de engranaje. El mecanismo 14 de engranaje acciona una rueda 16 dentada, cuya rueda 16 dentada está conectada a un anillo 18 dentado, cuyo anillo 18 está fijado a la raíz 22 de una
 10 pala de turbina eólica. Además, la fig. 1 muestra un segundo motor 24, cuyo motor 24 está conectado por la línea 90 de conexión al dispositivo 26 de control electrónico. Este dispositivo 6 de control electrónico se abastece adicionalmente desde la red 8 eléctrica y a una red 81 de comunicaciones de turbina eólica común. El motor 24 está conectado a un embrague 32 en un mecanismo 34 de engranaje. Este mecanismo de engranaje está impulsando una rueda 36 dentada, cuya rueda 36 dentada está conectada al anillo 18 dentado. Además, la fig. 1 indica
 15 codificadores 60, cuyos codificadores están conectados a los dispositivos 6 o 26 de control electrónico. Además está indicado el almacenamiento 68 de energía de emergencia conectado al dispositivo 6 y 26 de energía electrónico.

Además, el dispositivo 6 de control electrónico y el dispositivo 26 de control electrónico están conectados por una línea 80 de comunicación. Por 86 se indica la conexión de energía entre el dispositivo 6 de control electrónico y el motor 4. Por 88 se indica una línea de control que está llevando a cabo la comunicación de información de control desde el dispositivo 6 de control electrónico hacia el embrague 12. Además, una línea 92 está conectada desde el
 20 dispositivo 26 de control electrónico hacia el embrague 32. Además, las comunicaciones de embrague se llevan a cabo desde el dispositivo 6 de control electrónico por la línea 92 al embrague 32. Además, una línea 84 de comunicación está conectada al segundo dispositivo 26 de control electrónico y al primer embrague 12.

25 En funcionamiento, tanto el motor 4 como el motor 24 podrán girar el anillo 18 dentado. Eso significa que las diferentes partes de los sistemas están operando en paralelo completo. Naturalmente, esto aumentará la energía total que puede suministrarse al anillo 18 dentado, pero el principal beneficio de esta invención es en situaciones de emergencia o fallo, por ejemplo, uno de los motores 4 o 24 tiene un fallo o uno de los dispositivos 6 o 26 de control electrónico tiene un fallo. Además, es posible que uno de los frenos 11, 31 o 61 pueda tener un fallo de modo que el freno quede bloqueado. Entonces es muy importante que el embrague se coloque después del freno para que el embrague pueda desconectar toda la sección donde el freno tiene un fallo. De lo contrario, el freno podría detener cualquier control de paso. Por lo tanto, la posibilidad de tener el embrague en conexión con el freno posibilita una desconexión mecánica total. De esta forma, conduce a una mejora adicional de la fiabilidad del sistema de control de
 30 paso.

En esa situación, los otros dispositivos de control electrónico, que todavía están operativos tomarán el mando del embrague del otro motor y abrirán el embrague de manera que el motor o dispositivo de control electrónico que no funciona no tenga influencia sobre el anillo 18 dentado. En esa situación, el sistema puede continuar funcionando incluso en un modo de fallo. La única limitación es que la energía total será limitada. En situaciones de fallo donde por ejemplo ocurre un fallo en la red eléctrica, que podría ocurrir en situaciones donde una turbina eólica es forzada a apagar el almacenamiento 68 de energía, suministrará a los dispositivos 6 y 26 electrónicos de control para que puedan seguir llevando a cabo el control de los motores 4, 24 y de ese modo se lleva a cabo una parada de la turbina eólica, incluso después de un fallo de energía total de la red. En una situación en la que uno de los
 40 dispositivos 6 o 26 electrónicos tiene un fallo o uno de los motores 4, 24 tiene un fallo, es posible que los almacenamientos 68 de energía estén acoplados en paralelo, de modo que en situaciones donde una parte del sistema no funciona debido a un fallo, la potencia almacenada en el almacenamiento de energía todavía se pueda usar en el dispositivo de operación fijo.

50 La Fig. 2 muestra principalmente las mismas características que en la fig. 1, pero con la gran diferencia de que ahora el sistema comprende tres sistemas paralelos.

La figura 2 muestra un tercer motor 54, que es accionado por un dispositivo 56 de control electrónico, cuyo motor está conectado a un embrague 62 en un mecanismo 64 de engranaje. Además, una rueda 66 dentada indicada
 55 detrás del anillo 18 dentado está conectada a este anillo 18 dentado y también puede llevar a cabo la rotación del anillo 18 dentado. La línea 94 de comunicación desde el dispositivo 56 de control electrónico está conectada al embrague 12. Además, hay una línea 93 de comunicación conectada desde el dispositivo 26 de control electrónico al embrague 62.

60 Es posible una operación adicional a prueba de fallos en situaciones donde el sistema de control de paso se forma tres veces. Tres motores de operación paralelos y dispositivos de control electrónico proporcionarán una confiabilidad muy alta para el sistema. Esto puede ser muy importante para las turbinas eólicas marinas, donde el servicio es crítico y solo se puede llevar a cabo si hay barcos o helicópteros disponibles y cuando la situación meteorológica permite el servicio. Por lo tanto, la fiabilidad del sistema de control de paso es extremadamente importante. Es posible en algunos sistemas, tal vez incluso para colocar más de los tres motores indicados
 65

conectados al mismo anillo 18 giratorio. En esas situaciones, incluso se pueden utilizar sistemas de motor más pequeños y la fiabilidad será extremadamente alta si, por ejemplo, ocho unidades funcionan en paralelo, donde, por ejemplo, cuatro de ellas funcionan principalmente para llevar a cabo una operación normal, pero siempre que dos de ellas estén en funcionamiento, tal vez todavía sea posible cierto control de paso, pero con algunas limitaciones en el funcionamiento de la turbina eólica.

5

REIVINDICACIONES

1. Sistema (2) adaptado para el control de paso eléctrico de una turbina eólica, cuyo sistema comprende al menos un primer subsistema cuyo primer subsistema (2) comprende al menos un primer motor (4) eléctrico, cuyo primer subsistema (2) comprende además un primer dispositivo (6) de control electrónico, cuyo primer motor (4) está eléctricamente acoplado a una red (8) eléctrica, y a una red (81) de comunicación común, cuyo primer dispositivo (6) de control electrónico controla el funcionamiento del primer motor (4) eléctrico, cuyo primer motor (4) eléctrico comprende un primer eje, cuyo primer subsistema (2) comprende además un primer freno (11) y un primer embrague (12), cuyo primer eje pasa a través de al menos el primer freno (11) y a través del primer embrague (12) que acciona un primer mecanismo (14) de engranaje, cuyo primer mecanismo (14) de engranaje comprende al menos una primera rueda (16) dentada, cuya primera rueda (16) dentada impulsa un anillo (18) dentado, cuyo anillo (18) dentado se fija mecánicamente a la raíz (20) de una pala de turbina eólica para llevar a cabo la regulación de paso, donde el sistema comprende al menos un segundo subsistema, cuyo segundo subsistema comprende al menos un segundo motor (24) eléctrico, cuyo segundo motor (24) comprende un segundo eje, cuyo segundo subsistema comprende además al menos un segundo freno (31) y un segundo embrague (32) cuyo segundo eje atraviesa al menos el segundo freno (31) y a través del segundo embrague (32) acciona un segundo mecanismo (34) de engranaje, cuyo segundo mecanismo (34) de engranaje comprende al menos una segunda rueda (36) dentada, cuya segunda rueda (36) dentada acciona el anillo (18) dentado, caracterizado porque el segundo subsistema comprende además un segundo dispositivo (26) de control electrónico, cuyo segundo motor (24) eléctrico está acoplado eléctricamente al segundo dispositivo (26) de control electrónico, cuyo segundo dispositivo (26) de control electrónico está acoplado a la red (8) eléctrica y a la red (81) de comunicación común, cuyo segundo dispositivo (26) de control electrónico controla el funcionamiento del segundo motor (24), por lo cual el primer y el segundo subsistema están interconectados.
- 25 porque el primer dispositivo (6) de control electrónico controla el segundo embrague (32), cuyo segundo dispositivo (26) de control electrónico controla el primer embrague (12).
- 30 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el primer dispositivo (6) de control electrónico y el segundo dispositivo (26) de control electrónico se comunican a través de una línea (80) de comunicación común o a través de redes (81) de comunicación de turbina eólica comunes.
- 35 3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el sistema (2) comprende al menos un tercer subsistema, cuyo tercer subsistema comprende un tercer motor (54), cuyo tercer subsistema comprende además un tercer dispositivo (56) de control electrónico conectado a la red (8) de energía, y a la red (81) de comunicación de turbina eólica común, cuyo tercer dispositivo (56) de control electrónico controla el funcionamiento del tercer motor (54), cuyo tercer motor (54) comprende un tercer eje, cuyo tercer subsistema comprende además un tercer freno (61) y un tercer embrague (62) cuyo tercer eje atraviesa al menos el tercer freno (61) y a través del tercer embrague (62) acciona un tercer mecanismo (64) de engranaje, cuyo tercer mecanismo (64) de engranaje comprende al menos una tercera rueda (66) dentada, cuya tercera rueda (66) dentada acciona el anillo (18) dentado.
- 40 4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque el tercer dispositivo (56) de control electrónico controla el primer o el segundo embrague (12) (32), cuyo primero o segundo dispositivo (6) (26) de control electrónico controlan el tercer embrague. (62)
- 45 5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el primer dispositivo (6) de control electrónico, el segundo dispositivo (26) de control electrónico y el tercer dispositivo (56) de control electrónico se comunican a través de una red (80,81) de comunicación común.
- 50 6. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque cada uno de los motores (4, 24, 54) está conectado a los codificadores (60), cuyos codificadores se comunican con los dispositivos (6, 26, 56) de control electrónico.
- 55 7. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque cada uno de los dispositivos (6, 26, 56) de control electrónico está conectado al almacenamiento (68) de energía para el suministro de energía de emergencia a los motores, cuyos almacenamientos (68) de energía están acoplados en paralelo.

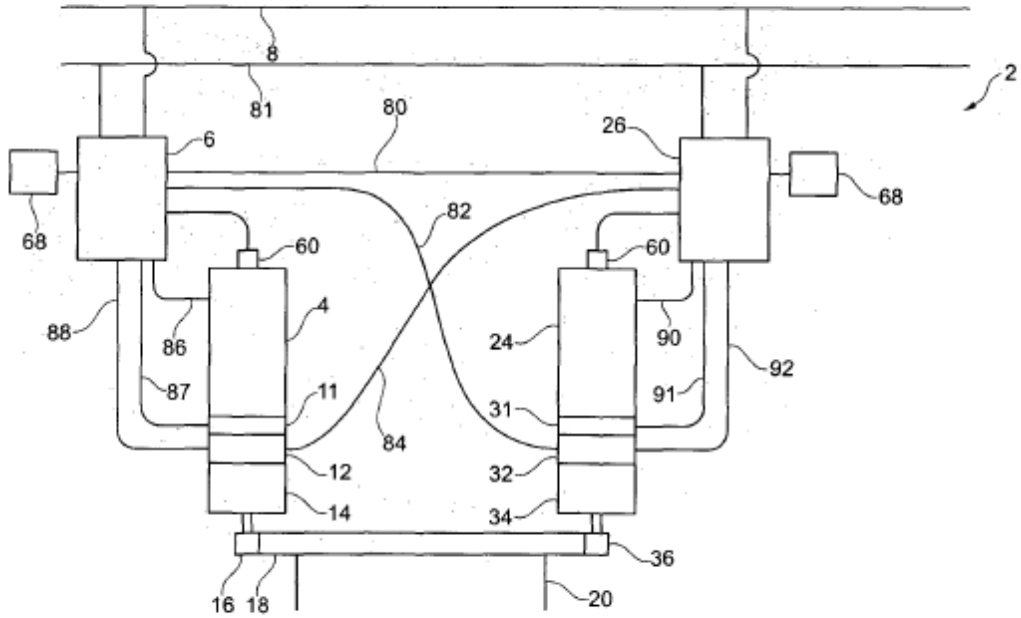


Fig. 1

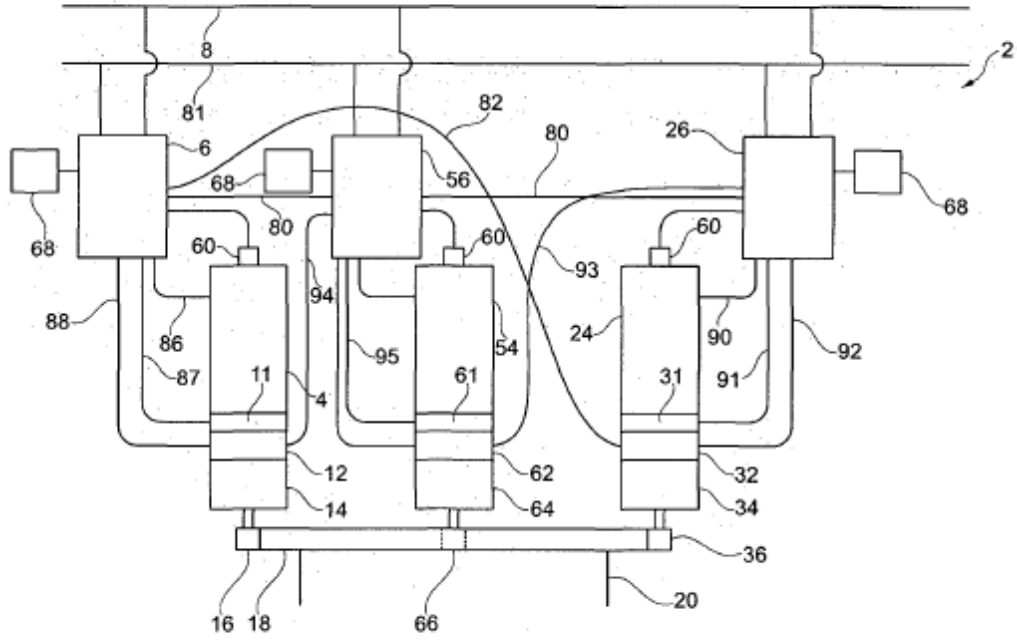


Fig. 2