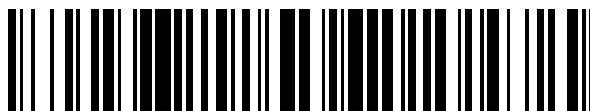


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 493 569**

51 Int. Cl.:

H01B 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2008 E 08169010 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 2065901**

54 Título: **Sistema de alimentación de reserva para aerogeneradores ubicados fuera de la costa**

30 Prioridad:

28.11.2007 US 946119

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

12.09.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ALTENSCHULTE, MARKUS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 493 569 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 alimentación de reserva para aerogeneradores ubicados fuera de la costa

5 La presente invención versa, en general, acerca de un cable que incluye una envoltura del cable y al menos dos conductores de tensión media dispuestos en el interior de la envoltura del cable para transportar corriente de tensión media y una turbina eólica que tiene un generador para generar electricidad. Versa, además, acerca de un parque eólico con al menos dos generadores de turbina eólica.

En los documentos US 4.684.766 y DE 35 11 085 se describen, por ejemplo, diversos cables eléctricos conocidos.

10 Las turbinas eólicas son utilizadas habitualmente para convertir energía cinética de una corriente de aire en energía eléctrica. Incluyen un transformador para transformar la electricidad generada de baja tensión en una tensión media, para suministrar la energía por medio de un cable de tensión media a una red de distribución eléctrica de tensión media. Bajo condiciones normales, una turbina eólica genera suficiente energía para su uso interno, por ejemplo, para alimentar un ascensor, una grúa o una iluminación en una torre de la turbina eólica para proporcionar suficiente luz para un ingeniero o técnico que esté inspeccionando la turbina eólica. Pero, la turbina eólica tiene que ser parada a menudo para una inspección y se tiene que cortar la conexión del transformador a la red de distribución eléctrica.

15 Las turbinas eólicas ubicadas fuera de la costa que son desconectadas del sistema colector de tensión media para un trabajo de reparación o de mantenimiento no pueden proporcionar energía eléctrica. En estos casos se tiene que proporcionar una fuente auxiliar de alimentación para la mayoría de los trabajos, por ejemplo para alimentar el ascensor, la grúa o la iluminación.

20 Por ejemplo, en un caso de turbinas eólicas ubicadas fuera de la costa la energía auxiliar debe ser generada *in situ*, por ejemplo por medio de un generador pequeño colocado en la torre que es alimentado por medio de combustibles convencionales. El uso de generadores móviles a base de combustible es caro en aplicaciones ubicadas fuera de la costa y las turbinas eólicas ubicadas fuera de la costa a menudo están colocadas en parajes/entornos protegidos, por lo que son aplicables a los mismos regulaciones estrictas relativas a la manipulación de combustible, si es que se permite. Una posibilidad adicional es colocar un generador auxiliar en un navío y conectar el circuito auxiliar de alimentación en la turbina eólica con el generador en el navío. En este caso, es difícil conectar los circuitos en toda condición climática y esto limita las posibilidades de operación y de trabajos de mantenimiento. Si se utilizan baterías como fuentes auxiliares de alimentación para la iluminación o similares, tienen que ser sustituidas con regularidad por unas nuevas. Se pueden utilizar sistemas de reserva por batería para equipos de consumo reducido de energía pero no proporcionarán suficiente energía eléctrica para la mayoría de las herramientas requeridas para trabajos de mantenimiento y de reparación. Por lo tanto, las baterías o los sistemas generadores móviles provocan costes elevados principalmente por la vida útil.

30

En el documento US 2007/0013193 A1 se da a conocer una turbina eólica convencional.

Las reivindicaciones adjuntas definen diversos aspectos y realizaciones de la presente invención.

35 Son evidentes diversos aspectos, ventajas y características de la presente invención a partir de las reivindicaciones dependientes, de la descripción y de los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 muestra un dibujo esquemático de una turbina eólica ubicada fuera de la costa en una primera realización;

la Fig. 2 muestra un dibujo esquemático de un parque eólico ubicado fuera de la costa en una segunda realización;

40 la Fig. 3 muestra un dibujo esquemático de un parque eólico ubicado fuera de la costa en una tercera realización; y

la Fig. 4 muestra una sección de un cable submarino.

45 Se hará referencia ahora con detalle a las diversas realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales son ilustrados en las figuras. Se proporciona cada ejemplo a modo de explicación de la invención y no se pretende que sea una limitación de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden ser utilizadas en otras realizaciones, o junto con las mismas, para producir otra realización adicional más. Se concibe que la presente invención incluya tales modificaciones y variaciones.

50 La Fig. 1 es un dibujo esquemático de una realización de una turbina eólica 10 que puede estar ubicada fuera de la costa. La turbina eólica 10 tiene un rotor 12 con tres palas. El rotor 12 está conectado a un generador 14 para convertir energía de rotación del rotor en energía eléctrica. El generador 14, ubicado, en general, en una góndola del generador de turbina eólica, tiene una potencia eléctrica que tiene una corriente con una tensión de salida de aproximadamente 500 V hasta 1 kV. Se utiliza esta corriente generada para alimentar una red eléctrica auxiliar en la turbina eólica 10. Se utiliza la red eléctrica auxiliar para alimentar un ascensor, luces u otras herramientas en el generador 10 de turbina eólica. Además, la corriente de salida del generador 14 es suministrada a un transformador

- de potencia media o un transformador primario 16 de turbina eólica. Por lo tanto, durante una operación normal, las turbinas eólicas ubicadas fuera de la costa utilizarán el transformador 16 de potencia media para transformar la corriente de salida del generador 14 en una corriente de tensión media, por ejemplo, en una corriente en el intervalo desde 20 hasta 50 kV. Típicamente, el transformador 16 de potencia media está ubicado en cada torre ubicada fuera de la costa para proporcionar energía eléctrica. Se utiliza la corriente de tensión media para transportar la energía eléctrica para evitar pérdidas. Para proporcionar flexibilidad en la turbina eólica 10, se puede desconectar el transformador 16 de potencia media en su conexión primaria y conexión secundaria con un conmutador, por ejemplo, un interruptor 20, 22. Por lo tanto, si se abre el interruptor 20, se evita que se suministre la corriente generada por el generador al transformador.
- En vista de la presente solicitud de patente un cable incluye, en general, una envoltura del cable que acomoda al menos dos conductores para transportar corriente eléctrica. Los dos conductores están aislados entre sí. El aislamiento puede estar formado por la propia envoltura del cable o al menos un conductor o todos los conductores pueden estar revestidos por un material aislante.
- El transformador primario 16 de turbina eólica está conectado a un cable 100 que contiene conductores típicamente de tensión media adaptados para una corriente en el intervalo de 10 kV hasta 50 kV para suministrar corriente de tensión media a una red de distribución eléctrica. En el caso de una turbina eólica 10 ubicada fuera de la costa el cable 100 puede ser un cable submarino. Si este transformador 16 de media tensión y/o los equipos conectados tiene o tienen que ser desconectados de la red de distribución eléctrica de tensión media para trabajos de mantenimiento o de reparación, se necesita un sistema de alimentación de reserva, debido a que la red auxiliar de electricidad no estaría alimentada por el generador 14 ni el cable 102 de tensión media. Para este fin, el cable 100 contiene, además, conductores de baja tensión, en particular en una realización adicional un cable 104 de baja tensión. Un transformador auxiliar 18, conectado también normalmente en la torre del generador 10 de turbina eólica, está conectado al cable 104 de baja tensión para proporcionar la potencia nominal prevista, por ejemplo, 690 VAC o 400 VAC para la red auxiliar de electricidad en la turbina eólica 10. Para el caso de una reparación del transformador auxiliar 18, se puede desconectar el transformador auxiliar del cable 104 de baja tensión y de la red auxiliar de electricidad en el generador 10 de turbina eólica, respectivamente, utilizando dos conmutadores, por ejemplo interruptores, dispuestos en el lado primario y secundario del transformador auxiliar, respectivamente.
- En una realización adicional en la que el cable 104 de baja tensión transporta corriente de baja tensión que puede ser suministrada directamente a la red eléctrica auxiliar del generador 10 de turbina eólica, no se necesita ningún transformador auxiliar 18.
- El cable submarino 100 está conectado a una subestación 30 con un transformador 32 de subestación que transforma la corriente en el cable 102 de tensión media en una corriente de alta tensión. La subestación conecta generalmente la red de distribución eléctrica de tensión media alimentada por el generador 10 de turbina eólica con una red de distribución eléctrica. Por lo tanto, se puede conectar un cable 33 de alta tensión con la red de distribución eléctrica. Además, la subestación contiene un transformador auxiliar 34 de subestación que transforma la corriente de tensión media procedente de la red de distribución eléctrica de tensión media en una corriente de baja tensión para alimentarla en el cable 104 de baja tensión. Por lo tanto, se proporciona energía eléctrica a la red auxiliar de electricidad en la turbina eólica 10 durante trabajos de mantenimiento.
- El sistema funciona como sigue. Por ejemplo, en el supuesto caso de que se inspeccionase el transformador 16 de potencia media de la turbina eólica 10, se desconecta de la red con los interruptores 20, 22. Por lo tanto, un técnico puede trabajar sin peligro de recibir una descarga eléctrica en el transformador 16 de potencia media. En este caso la red auxiliar de electricidad del generador 10 de turbina eólica está alimentada por medio del cable 100, en particular el cable 104 de baja potencia por medio de la subestación 30 que suministra corriente de baja tensión al cable 104 de baja tensión.
- La Fig. 2 muestra una realización adicional. Las mismas características son designadas con los mismos números de referencia que para la realización mostrada en la Fig. 1. La Fig. 2 muestra una granja eólica 1 que incluye varias turbinas eólicas 10. Un parque eólico o granja eólica 1 según la presente realización debería incluir al menos dos turbinas eólicas. Dos turbinas eólicas 10 están conectadas con un cable 100 que contiene conductores de tensión media y un cable 104 de baja tensión. El cable 100 puede ser, en el caso de un parque eólico ubicado fuera de la costa, un cable submarino. Todas las turbinas eólicas 10 están conectadas eléctricamente en paralelo. Por lo tanto, las turbinas eólicas 10 junto con el cable submarino 100 forman una red o trama de distribución eléctrica de potencia media y una red de baja tensión, en las que los transformadores 16 de potencia media están conectados eléctricamente a la red de tensión media en paralelo y los transformadores auxiliares 18 están conectados a la red de baja tensión en paralelo.
- Por lo tanto, cuando se desconecta una primera turbina eólica 10 de la red de tensión media o los conductores de potencia media utilizando, por ejemplo, los interruptores 20, 22, una segunda turbina eólica adyacente 10 que está conectada a la red de distribución eléctrica de baja tensión suministra con su generador 14 una corriente de baja tensión a la red auxiliar de electricidad de la segunda turbina eólica 10. La energía eléctrica es transformada por medio del transformador auxiliar 18 de potencia de la segunda turbina eólica y suministrada al cable 104 de baja

tensión. Entonces, debido a la red de baja tensión a la que está conectada la primera turbina eólica 10, la corriente de baja tensión en el cable 104 de baja tensión es transformada por el transformador auxiliar 18 de la primera turbina eólica 10 para alimentar la red auxiliar de electricidad de la primera turbina eólica 10. Por lo tanto, se proporciona suficiente energía eléctrica para los trabajos de mantenimiento en la red auxiliar. La segunda turbina eólica no tiene que ser necesariamente un generador adyacente de turbina eólica, sino que podría ser cualquier turbina eólica en el parque eólico o granja eólica que se encuentre conectada eléctricamente en paralelo con el cable 104 de baja tensión del o de los cables submarinos 100 para proporcionar corriente de baja tensión a la primera turbina eólica.

En una realización adicional, si hay ubicadas dos turbinas eólicas cercanas entre sí, puede no ser necesario un transformador auxiliar. Por lo tanto, la red auxiliar de electricidad de una segunda turbina eólica está conectada sin un transformador auxiliar 18 al cable 104 de baja tensión para suministrar corriente de baja tensión a la red de baja tensión. Por lo tanto, también podría estar conectada la primera turbina eólica sin un transformador auxiliar 18 a la red de baja tensión. Por lo tanto, se puede evitar incluso la adquisición de transformadores auxiliares 18.

En una realización adicional, mostrada en la Fig. 3, se combinan las realizaciones mostradas en las Figuras 1 y 2. En particular los mismos números de referencia hacen referencia a los mismos dispositivos. En la realización de la Fig. 3 la red de baja tensión también está conectada a una subestación 30 que incluye un transformador auxiliar 34 de subestación para convertir corriente de tensión media en corriente de baja potencia para suministrar esta al cable 104 de baja tensión. Por lo tanto, incluso en el caso de que todas las turbinas eólicas estén sin funcionar, por ejemplo debido a la ausencia de viento, hay disponible una electricidad de baja tensión en todas las turbinas eólicas 10 para trabajos de mantenimiento por medio de los cables 100.

Para todas las realizaciones de la presente invención se debería hacer notar que un transformador de potencia media y el transformador auxiliar, si está presente este último en el generador de turbina eólica, tienen distintas dimensiones, debido a las distintas amplitudes de la corriente, en concreto la corriente de baja tensión y la corriente de tensión media, de forma que el transformador auxiliar tenga un precio mucho más favorable.

La Fig. 4 muestra una realización típica del cable 100. El cable podría ser utilizado como un cable submarino para la invención según las realizaciones primera, segunda y tercera. En estos casos se utiliza el cable 100 para conectar una primera turbina eólica 10 a una segunda turbina eólica 10 o para conectar una turbina eólica 10 a una subestación 30. El cable 100 tiene un revestimiento externo de múltiples capas que está diseñado para ser utilizado como un cable submarino. El revestimiento externo forma una envoltura del cable. Las capas de la envoltura del cable pueden ser una cinta aislante, un relleno, y capas de armadura y de forro. En la envoltura del cable hay acomodados tres conductores 102a, 102b, 102c de tensión media para transportar una corriente trifásica de media tensión, por ejemplo, normalmente desde 10 kV hasta 50 kV. Cada conductor 102a, 102b, 102c de tensión media tiene un conductor 106a, 106b, 106c de tensión media/alta tensión que puede estar revestido por un aislante 108a, 108b, 108c. Los tres conductores 102a, 102b, 102c se tocan entre sí. Normalmente, una superficie interna de la envoltura del cable se encuentra en contacto con al menos dos de los tres conductores de tensión media, normalmente con los tres conductores 102a, 102b, 102c de tensión media. Entre los conductores 102a, 102b, 102c de tensión media hay dispuesto un cable 104 de baja tensión, normalmente un cable de corriente trifásica. El cable 104 de baja tensión también puede incluir, en una realización preferente, cuatro o cinco conductores o hilos. El cable de baja tensión tiene un diámetro que es mucho menor que la envoltura del cable, en particular el diámetro interno de la envoltura del cable es entre 5 y 10 veces mayor que el cable 104 de baja tensión, normalmente entre 6 y 7 veces mayor que el cable de baja tensión. En una realización típica el cable de baja tensión tiene un diámetro que es desde 1 hasta 10 veces más pequeño que el conductor de tensión media, en otra realización desde 2 hasta 6 veces más pequeño, en una realización adicional 3 veces más pequeño. En una realización adicional se pueden añadir otros cables como un cable 110 de comunicación, normalmente un cable 110 de comunicación de fibra óptica, al cable para fines de comunicación y de regulación de las turbinas eólicas. En una realización típica el cable es un cable submarino que puede ser utilizado para unir una turbina eólica ubicada fuera de la costa con otra turbina eólica ubicada fuera de la costa o subestación. Eso significa que el cable de alimentación o el cable de baja tensión y los conductores de tensión media tienen una envoltura común del cable.

Se debería hacer notar que, en general, el cable de baja potencia no puede ser muy largo, dado que en esos casos las pérdidas eléctricas serían demasiado elevadas, de forma que en un caso de un parque eólico ubicado fuera de la costa el cable de baja tensión debe ser alimentado por una fuente de baja tensión en las inmediaciones, como otras turbinas eólicas o una subestación.

Las realizaciones de la presente solicitud de patente proporcionará una alimentación eléctrica de reserva de una forma ecológica para turbinas eólicas que estén desconectadas del cable de alimentación principal. En vez de generadores o grupos de baterías adicionales que son caros y requieren ser sustituidos o un reabastecimiento de combustible y tienen limitaciones temporales, se proporciona una solución que utiliza cables submarinos ya existentes y es alimentada a partir de la energía producida por los generadores de turbina eólica en el navío vecino. La lista de equipos adicionales requeridos es corta y depende del nivel utilizado de tensión en el sistema de alimentación de reserva. Además, es muy seguro. Las realizaciones de la presente solicitud de patente muestran un sistema para utilizar cables submarinos existentes entre las torres de turbina eólica ubicadas fuera de la costa para

proporcionar energía eléctrica durante un mantenimiento. Una o más turbinas junto a la turbina afectada proporcionarán energía eléctrica en un sistema de distribución de baja tensión dentro del cable submarino existente. En general, el cable submarino de material compuesto tendrá un cable de baja tensión en su interior. Este sistema de cables estará conectado en paralelo a las turbinas eólicas. Habrá instalado un transformador adicional para la potencia nominal previsto en cada turbina eólica y será utilizado para conectar el sistema de baja tensión de la turbina eólica a este cable de alimentación de reserva. Por lo tanto, se crea una fuente auxiliar de alimentación eléctrica sencilla y fiable.

Además, el parque eólico o la turbina eólica según la presente solicitud de patente tiene ventajas económicas, dado que, por ejemplo, los cables submarinos son producidos específicamente para la empresa explotadora de las turbinas eólicas ubicadas fuera de la costa. En un cable submarino para una tensión media se proporciona suficiente espacio, de forma que un cable adicional de baja tensión no requerirá una nueva dimensión del cable submarino. Además, los equipos adicionales como los transformadores de baja tensión son más baratos de adquirir y de mantener en comparación con baterías o generadores adicionales alimentados con combustible. Incluso en un caso de cables submarinos ya existentes se podría considerar añadir un cable adicional de baja tensión en un espacio entre los conductores de tensión media en el cable submarino.

La presente descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y también para permitir a cualquier experto en la técnica realizar y utilizar la invención. Aunque se ha descrito la invención en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede ser puesta en práctica con modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. Especialmente, se pueden combinar entre sí las características mutuamente no excluyentes de las realizaciones descritas anteriormente. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales ejemplos adicionales están concebidos para que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una turbina eólica (10) que comprende un transformador primario (16) de turbina eólica conectado por medio de un cable (100) a una red de distribución eléctrica a través de una subestación (30), **caracterizado** el cable (100) **porque** comprende una envoltura (108) del cable y al menos dos conductores (102) de tensión media de 10 - 50 kV dispuestos en el interior de la envoltura del cable para transportar corriente de tensión media y al menos dos conductores (104) de baja tensión de 400 - 690 V dispuestos en el interior de la envoltura del cable para transportar una corriente de baja tensión, en la que los conductores (104) de baja tensión están conectados entre un transformador auxiliar (18) ubicado en la turbina eólica (10) y un transformador (32) de subestación.
- 10 2. La turbina eólica (10) según la reivindicación 1, en la que un primer extremo del cable (100) está conectado a la turbina eólica (10) de forma que la turbina eólica (10) alimenta corriente de tensión media en los conductores (102) de tensión media y en la que el segundo extremo del cable (100) es adecuado para ser conectado a una fuente de baja tensión que puede alimentar una corriente de baja tensión en los conductores (104) de baja tensión.
- 15 3. La turbina eólica (10) según la reivindicación 1 o 2, en la que los conductores (104) de baja tensión están agrupados en un cable de baja tensión en el interior de la envoltura del cable y/o una envoltura del cable submarino.
- 20 4. La turbina eólica (10) según cualquier reivindicación precedente, en la que, en una vista en corte transversal radial del cable, la envoltura del cable y al menos dos conductores (102) de tensión media definen un espacio en el que están dispuestos los conductores de baja tensión.
5. Un parque eólico (1) que comprende al menos dos turbinas eólicas (10) según cualquier reivindicación precedente conectadas a la red de distribución eléctrica.

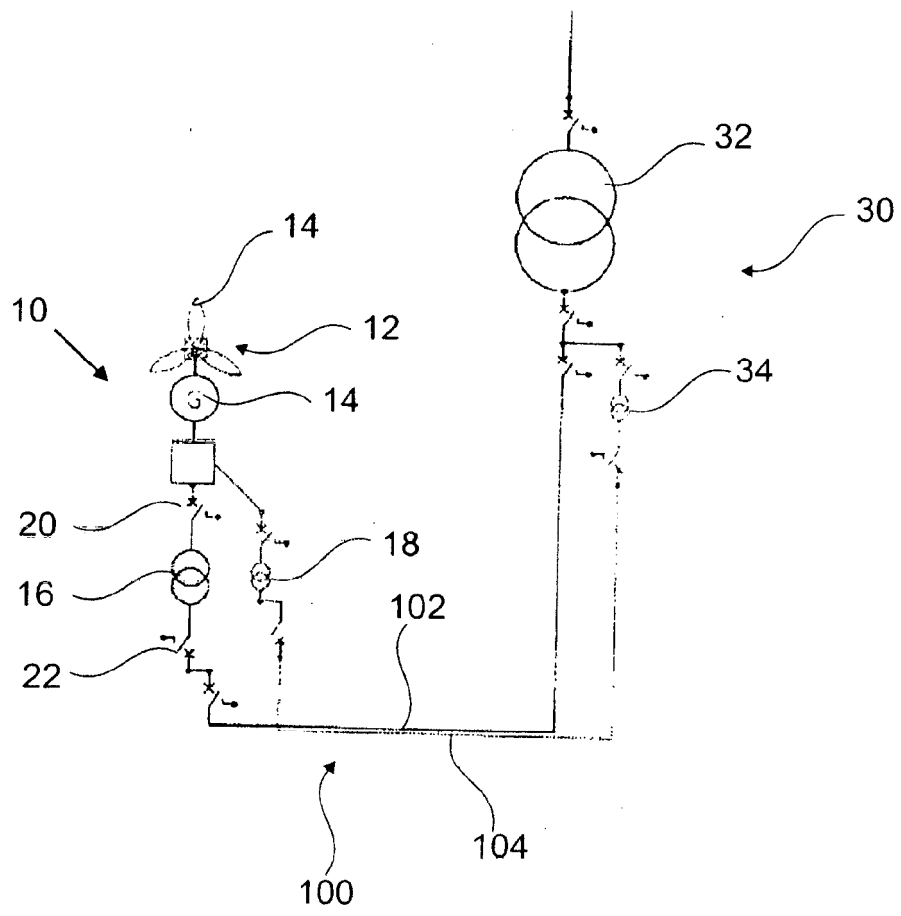


Fig. 1

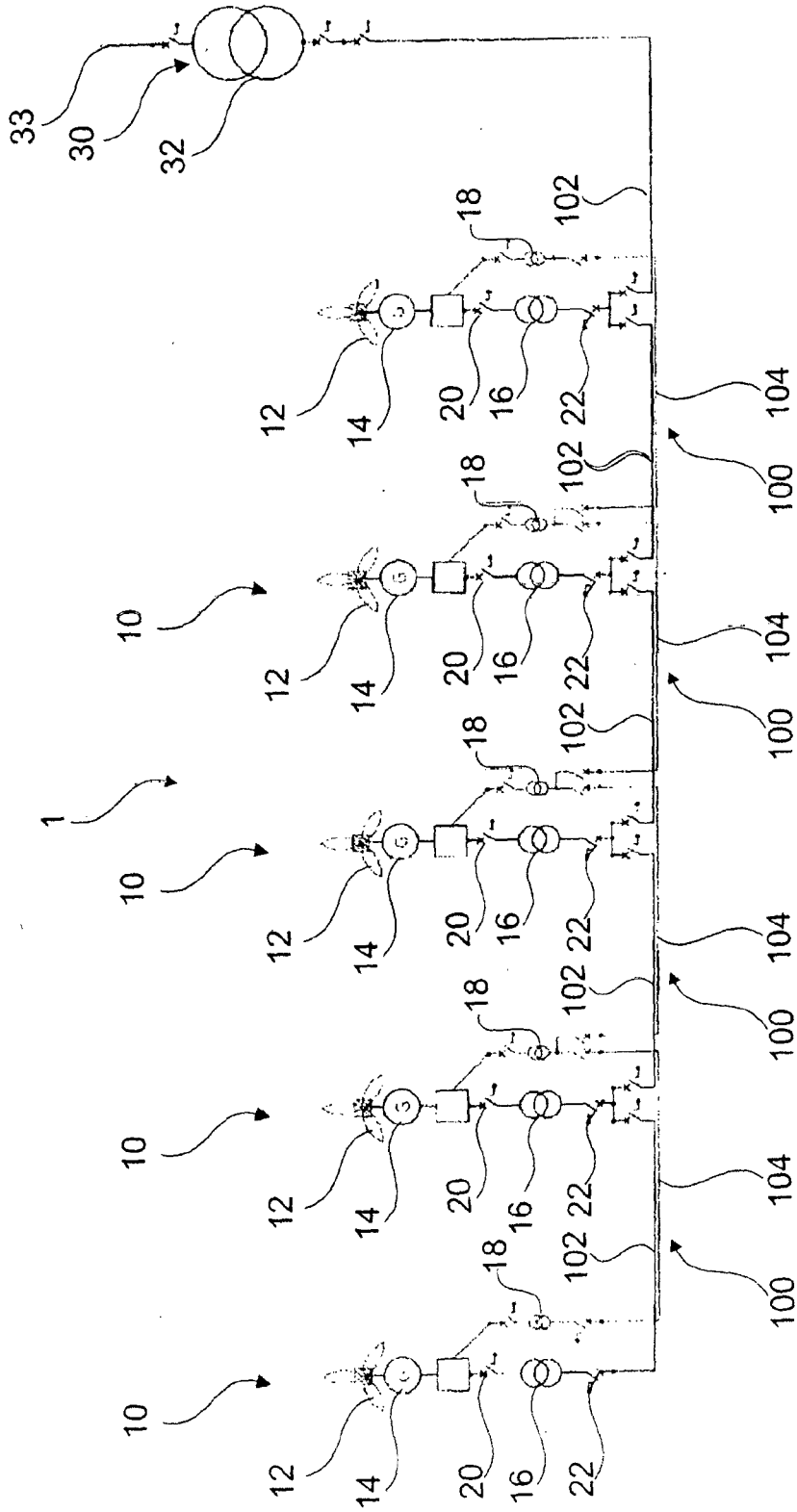


Fig. 2

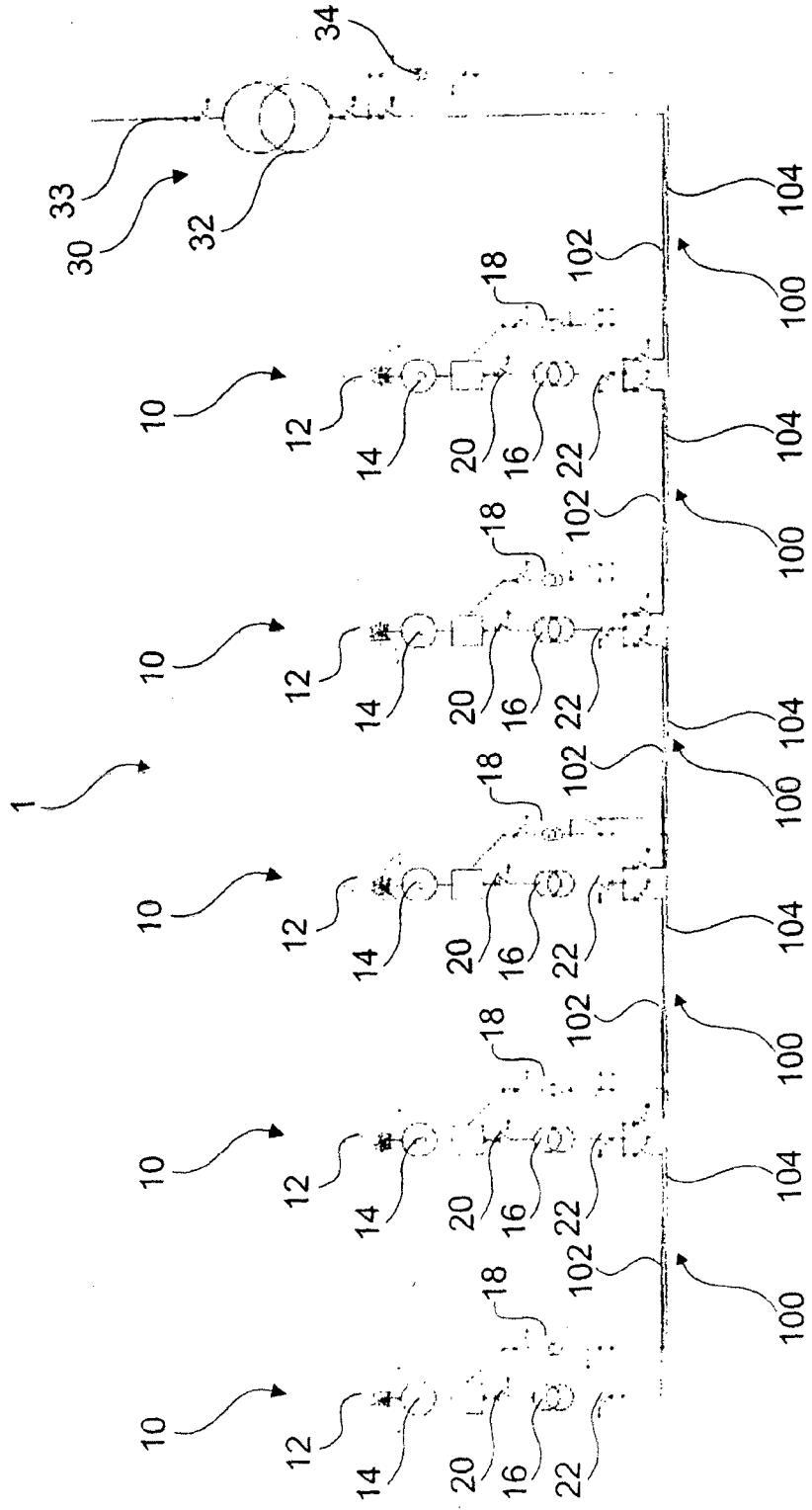


Fig. 3

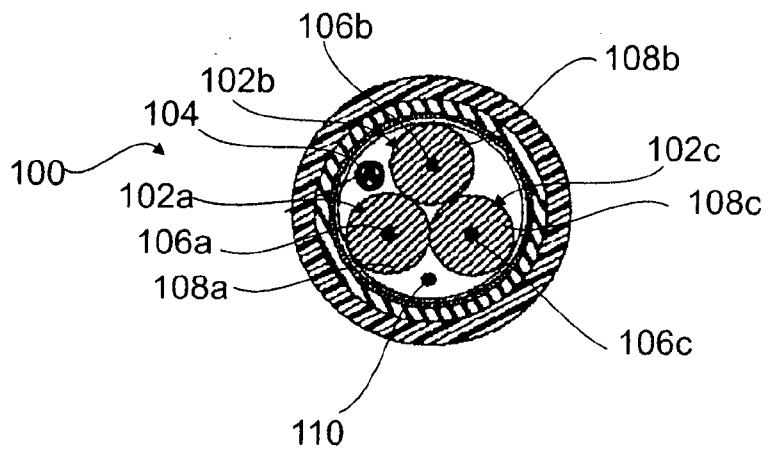


Fig. 4