

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 881 378**

51 Int. Cl.:

H02G 3/00 (2006.01)
H02G 3/03 (2006.01)
H02G 3/32 (2006.01)
F16L 59/02 (2006.01)
F03D 13/20 (2006.01)
F28F 13/18 (2006.01)
F03D 80/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2015** **PCT/CN2015/095449**
87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017** **WO17008425**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2015** **E 15898152 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021** **EP 3258559**

54 Título: **Turbina eólica de eje vertical**

30 Prioridad:

10.07.2015 CN 201510406531

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
29.11.2021

73 Titular/es:

**XINJIANG GOLDWIND SCIENCE & TECHNOLOGY
CO., LTD. (100.0%)
107 Shanghai Road, Economic & Technological
Development Zone, Urumqi
Xinjiang 830026, CN**

72 Inventor/es:

**MA, SHENGJUN y
MA, WANSUN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 881 378 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Turbina eólica de eje vertical

Campo

5 Esta solicitud se refiere al campo técnico de la transmisión de energía y, en particular, a un sistema de transferencia y disipación de calor y a un conjunto de generador de energía eólica basados en un recinto de envoltura.

Antecedentes

10 En los últimos años, con un aumento continuo de la capacidad de un conjunto de generador de energía eólica, el nivel de corriente transmitida por los cables de transmisión de energía de un cilindro de torre de un conjunto de generador de energía eólica pasa a ser cada vez mayor, y el diámetro y el peso de los cables de transmisión de energía aumentan de manera continua. En el diseño, la estimación de carga de corriente y situaciones de acumulación de calor provocadas por la corriente en un funcionamiento práctico son preocupaciones de los fabricantes implicados en el diseño de toda la máquina.

15 Generalmente, los cables de transmisión de energía de un armario de conexión de un generador en una cabina se extienden a lo largo de ranuras para cables de transmisión de energía en la parte inferior de la cabina hasta una entrada superior de un cilindro de torre. Cada uno de los cables de transmisión de energía está suspendido en la parte inferior de la cabina mediante "una malla de suspensión de cables de transmisión de energía". Los cables de transmisión de energía se montan de una manera mostrada en la figura 1 y la figura 2 desde un punto de suspensión en la cabina hasta una superficie de asiento. Los cables de transmisión de energía 1 en la superficie de asiento 10 también deben cumplir el requisito de flexión. Los cables de transmisión de energía 1 se montan en un anillo de envoltura de cable de transmisión de energía hueco, y se extienden hasta ranuras en una placa de sujeción prefabricada para sujetar los cables de transmisión de energía en la pared del cilindro de torre después de pasar por la superficie de asiento 10. Este segmento de cables de transmisión de energía presentará torsión generalmente debido a la guiñada de la cabina. El segmento de los cables de transmisión de energía hasta la parte inferior del cilindro de torre a lo largo de la superficie de asiento se fijará mediante la placa de sujeción de cable de transmisión de energía. La distancia entre mazos de cables de transmisión de energía cilíndricos fijados haciéndolos pasar a través de orificios en la placa de sujeción de cable de transmisión de energía es de más de 2,5 veces el diámetro de cable. Tal como se muestra en la figura 2, los cables de transmisión de energía 1 se tienden hacia abajo a lo largo de "una posición circunferencial fija" de una pared interior del cilindro de torre, y se fijan cerca de la pared del cilindro de torre por segmentos.

30 En la solución de tendido convencional de los cables de transmisión de energía en el cilindro de torre, los cables de transmisión de energía se dividen en grupos y luego se tienden hacia abajo por medio de la placa de sujeción de cable de transmisión de energía en una posición fija en la pared interior del cilindro de torre, y la posición está cerca de una escalera fijada en el cilindro de torre simplemente para facilitar el montaje. Sin embargo, en este caso, el cilindro de torre no se considera un recinto de envoltura de la industria de la construcción, y tampoco se considera especialmente la disipación de calor sistemática. Particularmente, en verano, hay propensión a que se produzcan problemas de sobrecalentamiento de los cables de transmisión de energía, lo que puede afectar de manera adversa al funcionamiento normal del conjunto de generador de energía eólica, reducir el índice de utilización de la energía eólica y acortar la vida útil de los cables de transmisión de energía.

40 El documento WO2013182199A da a conocer una turbina eólica en la que se encaminan cables que se extienden desde la torre hasta la góndola, a través de tubos para cables que se montan en la góndola. Los tubos para cables soportan el peso de los cables en la parte superior de la torre y facilitan la instalación de los cables. Más abajo en la torre, los cables se unen a la pared de la torre mediante soportes que se unen magnéticamente a la pared de la torre. Entre los soportes magnéticos y los tubos para cables, los cables se encaminan a lo largo de un portacables en forma de una protuberancia, que sirve para redirigir los cables desde la pared de la torre hacia un eje vertical central de la torre. Entre el portacables y los tubos para cables, los cables se extienden sustancialmente de manera centrada en el interior de la torre y están separados entre sí por un conjunto de separadores de cables.

50 El documento US2006199411A1 da a conocer un método y un sistema de cables mejorados para un molino de viento de generación de electricidad que tiene una base formada a partir de una pluralidad de secciones de base apiladas. Cada sección de base incluye un mazo de cables tanto de energía como de control que pueden alinearse entre sí cuando se apilan y ensamblan las secciones de base. Se proporcionan conectores eléctricos de acoplamiento que pueden interbloquearse fácilmente en los extremos de los cables de energía y control, y en los bornes del generador y el inversor del molino de viento. En la realización preferida, se usan conectores de tipo bayoneta para proporcionar un acoplamiento de interbloqueo seguro entre extremos de cables adyacentes con una cantidad mínima de movimiento de torsión entre los cables, que son necesariamente de calibre grueso para conducir la corriente producida por el generador. El sistema facilita en gran medida la instalación del sistema de cables así como la reparación o la sustitución de cables dañados o desgastados durante la vida del molino de viento.

El documento WO2008102197A1 da a conocer que un cable de energía comprende al menos dos conductores de energía, al menos un conductor de puesta a tierra y una camisa exterior tubular que rodea los conductores de

- energía y el conductor de puesta a tierra, comprendiendo cada conductor de energía un núcleo conductor y una capa aislante que rodea dicho núcleo conductor, presentando torsión los conductores de energía en contacto entre sí, teniendo el conductor de puesta a tierra un diámetro más pequeño que los conductores de energía y estando situado en el área intersticial entre dos conductores de energía adyacentes y la camisa exterior, estando el
- 5 conductor de puesta a tierra en contacto con los dos conductores de energía a lo largo de dos líneas de contacto respectivas y con la camisa exterior a lo largo de una parte de extradós orientada hacia fuera con respecto al cable. La camisa exterior tiene un grosor sustancialmente constante, estando las superficies laterales del conductor de puesta a tierra libres de restricciones entre dichas líneas de contacto con los conductores de energía y dicho extradós en contacto con la camisa exterior.
- 10 El documento JP2008298051A da a conocer un dispositivo de generador de energía eólica, que está equipado con un rotor, una góndola que alberga un generador, una torre para instalar el rotor y la góndola a una determinada altura sobre la superficie del terreno de tal manera que puede girar, y una pluralidad de cables conectados con el generador y que cuelgan desde la góndola al interior de la torre con una flojedad reservada. Además, se proporciona un mecanismo de retención de cable que tiene una bobina de cable instalada en la torre y compuesta por un
- 15 material elástico de forma columnar y un par de separadores de cables dispuestos por encima y por debajo de la bobina de cable y que separan los cables que cuelgan al interior de la torre de modo que estén dispuestos espaciados a un intervalo predeterminado a lo largo de la superficie periférica de la bobina.

Sumario

- La invención se refiere a una turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 1. Se proporcionan un sistema de transferencia y disipación de calor y un conjunto de generador de energía eólica basados en un recinto de envoltura para disminuir la temperatura de superficie de cables de transmisión de energía en el recinto de envoltura (tal como un cilindro de torre) según realizaciones de la presente solicitud.
- 20

Con el fin de lograr el objeto anterior, se proporcionan las siguientes soluciones técnicas según las realizaciones de la presente solicitud.

- 25 Una turbina eólica de eje horizontal incluye una torre y cables de transmisión de energía, en la que los cables de transmisión de energía se tienden como múltiples formas de flexión en una dirección vertical. Se disponen los cables de transmisión de energía en forma de sierra flexionándose repetidamente hacia abajo con un ángulo de flexión predeterminado.
- 30 Un conjunto de generador de energía eólica incluye una turbina eólica de eje horizontal basada en la torre descrita anteriormente, en la que la torre es un cilindro de torre.

- Conforme a la segunda ley de la termodinámica (la esencia de la segunda ley de la termodinámica es abordar la directividad durante un proceso termodinámico y una ley objetiva en cuanto a la degradación o depreciación de la calidad de la energía; además de indicar el sentido de un proceso espontáneo, la denominada directividad del proceso incluye condiciones para implementar un proceso no espontáneo y un límite máximo realizado del proceso;
- 35 la segunda ley de la termodinámica indica que las sustancias y la energía en la naturaleza sólo pueden convertirse en un sentido, es decir, de utilizables a no utilizables; la ley da a conocer que durante un proceso de conversión y transferencia de energía, tiene directividad y se atiene a una ley objetiva de no conservación de la calidad de la energía; y todos los procesos termodinámicos deben atenerse tanto a la primera ley como a la segunda ley de la termodinámica), el sistema de transferencia y disipación de calor y el conjunto de generador de energía eólica basados en el recinto de envoltura según las realizaciones de la presente solicitud emplean el recinto de envoltura tal como el cilindro de torre, utilizan la "fuente fría" con una baja temperatura en la "superficie de pared interior de
- 40 lado de sombra" del cilindro de torre y su zona cercana, constituyen un sistema de transferencia de flujo de calor con una temperatura decreciente en una dirección horizontal radialmente, que reduce de manera efectiva la temperatura de superficie de los cables de transmisión de energía para la transmisión de energía en el recinto de envoltura (tal como el cilindro de torre), prolongan la vida útil de los cables de transmisión de energía, y garantizan un funcionamiento seguro de la transmisión de energía. El problema de sobretemperatura de los cables de transmisión de energía en el cilindro de torre del conjunto de generador de energía eólica en un entorno geográfico natural con alta temperatura (tal como un desierto, una zona árida, etc.) se aborda de manera "ecológica" y con "consumo de energía cero", y se mejora la seguridad del sistema de la transmisión de energía.
- 45

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 y la figura 2 muestran una solución de tendido típica de cables de transmisión de energía en un cilindro de torre de un generador de energía eólica según la tecnología convencional;
- la figura 3 muestra un rango de dirección en el que un cilindro de torre como recinto de envoltura presenta alta temperatura en verano;
- 55 la figura 4 muestra una distribución de la temperatura global externa del cilindro de torre como la estructura de envoltura en verano;

la figura 5 muestra una curva que indica temperaturas globales en la periferia exterior del cilindro de torre como la estructura de envoltura en diferentes orientaciones;

la figura 6 es una vista esquemática que muestra la sección transversal de un sistema de transferencia y disipación de calor según una realización de la presente solicitud;

- 5 la figura 7 y la figura 8 muestran esquemáticamente soluciones de tendido de un cable de transmisión de energía en un cilindro de torre según la realización de la presente solicitud;

la figura 9 muestra esquemáticamente una solución de tendido de los cables de transmisión de energía en un sistema de transferencia y disipación de calor según una primera realización de la presente solicitud;

- 10 la figura 10 y la figura 11 son diagramas que analizan un principio de fortalecimiento de transferencia de calor del sistema de transferencia y disipación de calor según la realización de la presente solicitud, en las que la figura 10 es una vista lateral que muestra cables de transmisión de energía y una pared del cilindro de torre, y la figura 11 es una vista frontal radial de los cables de transmisión de energía y la pared del cilindro de torre;

- 15 la figura 12 ilustra que hay dos tipos de capas límite para los cables de transmisión de energía y la pared de un cilindro de torre en el sistema de transferencia y disipación de calor según la realización de la presente solicitud que interaccionan entre sí para fortalecer el intercambio de calor;

la figura 13 es un diagrama esquemático que muestra una transferencia de calor neta cuando se simplifica un intercambio de calor por radiación entre un recubrimiento de pared interior de lado de sombra del recinto de envoltura y una superficie de cables de transmisión de energía en el sistema de transferencia y disipación de calor según la realización de la presente solicitud;

- 20 la figura 14 es un diagrama esquemático que muestra la adquisición y transferencia radiales de flujo de calor en el recubrimiento de pared interior de lado de sombra de un recinto de envoltura en un sistema de transferencia y disipación de calor según una realización de la presente solicitud;

- 25 la figura 15 es un diagrama para analizar un principio en el que una superficie interior de una pared de cilindro de torre del sistema de transferencia y disipación de calor según la realización de la presente solicitud bloquea que un flujo de calor radial actúe conjuntamente con un lado de sombra para realizar transferencia de calor y enfriamiento;

la figura 16 es un diagrama de red de unidades equivalentes de una fuente de calor del recubrimiento de superficie interior de la pared de cilindro de torre del sistema de transferencia y disipación de calor según la realización de la presente solicitud;

- 30 la figura 17 muestra esquemáticamente una solución de tendido de cables de transmisión de energía en el sistema de transferencia y disipación de calor según una segunda realización de la presente solicitud; y

la figura 18 muestra esquemáticamente una solución de tendido de cables de transmisión de energía en el sistema de transferencia y disipación de calor según una tercera realización de la presente solicitud.

Recopilación de números de referencia

- | | |
|--|--|
| 1 cables de transmisión de energía, | 2 dispositivo eléctrico, |
| 35 3 recubrimiento de absorción de radiación de calor, | 4 segunda capa de aislamiento térmico, |
| 5 cilindro de torre, | 6 primera capa de aislamiento térmico, |
| 7 recubrimiento de radiación y disipación térmicas, | 8 zona neutra triangular, |
| 9 placa de sujeción, | 10 superficie de asiento, |
| 11 primer subsegmento inclinado, | 12 segundo subsegmento inclinado, |
| 40 13 subsegmento de transición. | |

Descripción detallada de realizaciones

En primer lugar, se ilustran un análisis sobre un entorno de aplicación de la presente solicitud e ideas clave de la presente solicitud basándose en el estudio del inventor.

1. Análisis sobre el entorno de calor de un recinto de envoltura, tal como un cilindro de torre

- 45 Para la tecnología convencional que no se emplea especialmente en la manera de tendido convencional de los cables de transmisión de energía por debajo de un soporte de asiento en un conjunto de generador de energía eólica existente y un estudio sobre la "orientación" en una dirección circunferencial para facilitar la disipación de calor

y el enfriamiento para una fuente de calor, el inventor propone en primer lugar que: antes de construir un parque eólico localmente, se requiere que se adquieran datos meteorológicos y se requiere que se midan realmente las cantidades de radiación diarias, es decir, los valores de cantidad de radiación diaria para diversas orientaciones (direcciones) tales como este, sur, oeste y norte y justo por encima, de una zona de instalación en verano, y se traza una curva en forma de mancuerna mostrada en la figura 3, y un tamaño radial centrípeto indica una cantidad de radiación solar de una posición en la que está ubicado el cilindro de torre del generador eólico en cada orientación.

La figura 3 es un diagrama esquemático representativo del cambio de una cantidad de radiación diaria en la periferia externa de un cilindro de torre de un conjunto de generador de energía eólica vertical en verano trazado según los datos meteorológicos de un entorno geográfico de una planta eólica en un determinado lugar en una parte de China dentro del hemisferio norte. Se muestra el cambio de la cantidad de radiación diaria mediante una línea de puntos en la figura 3, y amplitudes radiales (longitud) en diferentes posiciones representan intensidades de radiación con las que el sol irradia una pared del cilindro de torre en direcciones y periodos de cilindro de torre correspondientes.

Puede observarse a partir de la figura 3 que, desde una posición rotando en sentido horario aproximadamente 60 grados de sur a oeste, empieza a presentarse una alta temperatura. La alta temperatura dura hasta alcanzar justo el oeste, y después de eso empieza a disminuir la intensidad de radiación. No puede obtenerse directamente radiación del sol justo en el norte de la posición geográfica, que sólo tiene una radiación de superficie del terreno y una radiación atmosférica, es decir una radiación ambiental, y estas presentan una débil magnitud y, por tanto, puede utilizarse la construcción de un puente, y construirse un puente desde dentro hacia fuera para transferir un flujo de calor hacia la dirección norte es solamente uno de los conceptos inventivos de la presente solicitud.

Según la regla de migración de sustancias, flujo (flujo de calor) = fuerza de empuje durante un proceso de migración de sustancias (temperatura y presión) / resistencia (resistencia al calor), lo que es la idea de referencia clave de la presente solicitud. En el cilindro de torre, particularmente en la parte inferior del cilindro de torre, están dispuestos un convertidor de conjunto de generador, un reactor, un transformador (incluyendo un transformador que suministra energía auxiliar al conjunto de generador y un transformador conectado a una red eléctrica para emitir energía eléctrica) y cables de transmisión de energía, que son todos ellos fuentes de calor y tienen una temperatura de superficie mucho mayor que la temperatura en un lado norte de la superficie de pared del cilindro de torre. Por tanto, dado que hay diferencias de temperatura entre las fuentes de calor anteriores y la pared externa del cilindro de torre en la dirección radial, se disponen las fuentes de calor y se construye un canal de transferencia radial de flujo de calor de tal manera que se hace que el aire en un rango de una longitud de arco circunferencial más amplia en el interior de la pared de cilindro de torre en un lado de sombra participe en la absorción de calor a partir de los cables de transmisión de energía y en la disipación de calor hacia la pared interior del cilindro de torre con la longitud de arco circunferencial más amplia mediante una estructura recién creada, es decir, una fuente fría para absorber calor a partir de la fuente de calor durante un proceso de transferencia de calor por convección natural se aumenta significativamente (haciendo referencia a la figura 11, la anchura de L_1 es al menos dos veces la anchura o longitud de arco en la tecnología convencional). Según la ley de enfriamiento de Newton, a medida que se aumenta el área de intercambio de calor, se aumenta la velocidad de intercambio de calor. Se potencia la disipación de calor de la fuente de calor, lo que forma un segundo concepto inventivo de la presente solicitud.

El inventor cita en primer lugar un término especializado de "recinto de envoltura" del documento "Specification for calculating building area in building project" GB/T50353-2005 en el conjunto de generador de energía eólica, y considera que el "cilindro de torre" es una parte del recinto de envoltura del conjunto de generador de energía eólica. En el documento "Specification for calculating building area in building project" GB/T50353-2005 se estipula que el recinto de envoltura se refiere a una pared, una puerta y una ventana, etcétera, que encierran un espacio edificable, formándose elementos del espacio edificable para defenderse frente a una influencia adversa del entorno (incluyendo también algunos accesorios). El recinto de envoltura incluye dos partes: una parte transparente y una parte opaca. La parte opaca incluye una pared, un tejado y un suelo, etcétera, y la parte transparente incluye una ventana, una claraboya y una puerta de balcón, etcétera. Según la posición del recinto de envoltura en una edificación, el recinto de envoltura incluye un recinto de envoltura externo y un recinto de envoltura interno. El recinto de envoltura interno, tal como una pared divisoria, un suelo y una ventana de puerta interior, tiene una función de dividir un espacio interior, y debe tener prestaciones de aislamiento acústico, aislamiento visual y cumplir determinados requisitos particulares.

El recinto de envoltura se refiere generalmente a un recinto de envoltura externo tal como una pared externa, un tejado, etcétera. La estructura de envoltura externa incluye una pared externa, un tejado, una ventana lateral y una puerta externa, etcétera, para resistir el viento y la lluvia, un cambio de temperatura y la radiación solar, etcétera, y debe tener prestaciones de conservación de calor, aislamiento térmico, aislamiento acústico, impermeable al agua, impermeable a la humedad, ignífugo y durabilidad. Los materiales del recinto de envoltura externo incluyen un ladrillo, una piedra, tierra, hormigón, un tablero de fibrocemento, una chapa de acero, una chapa de aleación de aluminio, vidrio, plástico reforzado con fibra de vidrio y plástico, etcétera. Según la edificación, el recinto de envoltura externo puede incluir un recinto de envoltura de una sola capa y un recinto de envoltura de material compuesto de múltiples capas. El recinto de envoltura de una sola capa incluye una pared de ladrillo, una pared de hormigón, una pared de chapa de metal estampada, una pared de tablero de cemento de amianto y una pared de placa de vidrio, etcétera, de diversos grosores. Según diferentes requisitos y prestaciones de materiales, el recinto de envoltura de material compuesto de múltiples capas puede estar dispuesto en capas. Generalmente, una capa externa es una

capa protectora, una capa intermedia es una capa de conservación de calor o de aislamiento térmico (puede proporcionarse adicionalmente una capa de aislamiento al vapor de agua si es necesario) y una capa interior es una capa de superficie interior. Para las capas, un armazón o una capa protectora interior intensificada funciona como estructura de soporte.

5 En el presente documento, el inventor reconoce en primer lugar el término especializado de “recinto de envoltura”, y lo cita en un estudio de la tecnología de ahorro de energía y reducción de consumo del conjunto de generador de energía eólica. Es necesario, exacto y apropiado considerar el “cilindro de torre” como parte del recinto de envoltura del conjunto de generador de energía eólica.

10 La referencia al término especializado del “recinto de envoltura” en un estudio de la tecnología de ahorro de energía y reducción de consumo del conjunto de generador de energía eólica tiene los siguientes usos.

15 Intenta usarse de manera creativa el diagrama de medición de la cantidad de radiación diaria del sol en diversas orientaciones del lugar en el que está ubicado el “recinto de envoltura” del cilindro de torre, para determinar la “orientación y ubicación” de un cable de transmisión de energía principal en el cilindro de torre para tender los cables de transmisión de energía principales hacia abajo por la pared de cilindro de torre, y funciona como base física principal para determinar la “orientación y ubicación”. Se determina una zona en la que se tiende y dispone el cable de transmisión de energía como zona que está ubicada en el cuarto nordeste del radián circunferencial del cilindro de torre vertical, y la zona se refiere precisamente a un lugar cerca de una pared interior de un “lado de sombra” de la pared de cilindro de torre en la industria de la construcción.

20 En la presente solicitud, un “lado de sol” de una edificación se refiere principalmente a un lado sur de sol (en el hemisferio norte) e incluye entonces un lado este y un lado oeste que pueden irradiarse por el sol; y un “lado de sombra” de la edificación se refiere principalmente a un lado norte que no puede irradiarse por el sol (en el hemisferio norte).

25 Durante un proceso de transferencia de calor radial de un cuerpo de una pared de cilindro de torre del generador de energía eólica, el intercambio de calor por radiación es una manera importante de transferencia de calor, que incluye la transferencia de la radiación solar sobre una superficie del cilindro de torre y el intercambio de calor por radiación entre superficies interiores del cilindro de torre. Aunque el intercambio de calor por radiación influye directamente en las temperaturas en el interior y el exterior del recinto de envoltura, no es fácil de observar por las personas en comparación con la temperatura del aire.

30 La radiación solar alcanza una superficie externa del cilindro de torre cuerpo mediante radiación directa y dispersión. En la superficie, se produce una conversión de la propiedad de la energía: la energía de radiación se convierte energía calorífica y se transfiere entonces a un recubrimiento anticorrosivo de la pared interior del cilindro de torre mediante conducción de calor. Si la temperatura en la superficie es mayor que la temperatura del aire en el cilindro de torre, la superficie libera el calor al aire. Lo que es más importante, diversos dispositivos de energía, tales como un cable de transmisión de energía, un transformador, un convertidor y un dispositivo de compensación de energía y otras fuentes de generación de calor están dispuestos en el cilindro de torre. El recinto de envoltura cerrado en el cilindro de torre tiene una capacidad de almacenamiento de calor. En verano, la pared interior de cilindro de torre sigue calentando el aire en la misma en dirección ascendente, es decir, una dirección de altura, de una manera de intercambio de calor por convección natural. Un caso de flujo no provocado por una fuerza de accionamiento externa se denomina convección natural o flujo libre. La potencia intrínseca que provoca un flujo de este tipo del fluido es una diferencia de temperatura o una diferencia de concentración (entre componentes) del fluido. Esta última pertenece a un problema de transferencia de masa. En verano, se calienta el aire en el cilindro de torre de manera continua mediante la pared interior del cilindro de torre o se calienta mediante una fuente de calor interior, lo que da como resultado una diferencia de temperatura del aire en el cilindro de torre. Una elevación por flotabilidad que provoca la convección natural está provocada en realidad por un efecto conjunto de un gradiente de densidad del fluido y una fuerza de volumen proporcional al gradiente de densidad. En un rango del campo gravitatorio de la tierra, la fuerza de volumen más habitual es la gravedad. No hay ninguna fuerza centrífuga provocada por un movimiento rotatorio en el cilindro de torre, por tanto el gradiente de densidad del aire está provocado por la diferencia de temperatura.

50 El calor por radiación del sol alcanza un valor máximo a las 2:00 o las 3:00 p. m. (haciendo referencia a la figura 4 y la figura 5), posteriormente, disminuye la temperatura a medida que disminuye el calor por radiación del sol, y la temperatura alcanza un valor mínimo a las 4:00 o las 5:00 a. m. siguientes (haciendo referencia a la figura 4 o la figura 5). Evidentemente, en un periodo de tiempo, puede considerarse que el cambio de calor de la temperatura fluctúa periódicamente tomando 24 horas como periodo. A mediodía, el cilindro de torre se calienta de manera continua por la radiación del sol, y la temperatura del aire es alta, por tanto se disipa menos calor mediante intercambio de calor convectivo entre el aire y la pared exterior del cilindro de torre, y se absorbe mucha energía calorífica de manera efectiva por la pared exterior del cilindro de torre.

La figura 4 muestra un caso de cambio de una temperatura diaria representativa de un entorno en el exterior del cilindro de torre en verano según unos datos meteorológicos de entorno naturales de un conjunto de generador de energía eólica vertical en un lugar determinado de China en el hemisferio norte, en los que una curva c1 indica una

temperatura global en el exterior del cilindro de torre, una curva c2 indica una temperatura del aire en el exterior del cilindro de torre y una curva c3 indica una temperatura equivalente de la radiación solar. Durante condiciones climatológicas de exteriores para calcular el calor alrededor de una edificación en verano, la radiación solar y la temperatura del aire en el exterior del cilindro de torre son lo más importante. Aunque la manera de intercambio de calor de la radiación solar con el recubrimiento exterior de la cabina es diferente de la manera de intercambio de calor del aire en el exterior del cilindro de torre con el recubrimiento exterior del cilindro de torre, sus efectos son aumentar la temperatura de los recubrimientos exteriores tanto del cilindro de torre como de la cabina. Para simplificar el cálculo, se convierte el calor por radiación del sol (la temperatura equivalente de la radiación solar), y se usa una t_{sa} supuesta que indica “una temperatura global en el exterior del cilindro de torre y la cabina” para reemplazar los efectos conjuntos tanto de la radiación solar como de la temperatura del aire en el exterior del cilindro de torre, es decir, se superponen las curvas c2 y c3 para formar la curva c1.

La figura 5 muestra un caso de cambio de una temperatura diaria representativa de diferentes direcciones de un recinto de envoltura de un cilindro de torre y una cabina en verano, según unos datos meteorológicos de entorno naturales en un conjunto de generador de energía eólica vertical. Las curvas c4, c5 y c6 indican temperaturas globales para una superficie horizontal, una superficie vertical este y una superficie vertical oeste, respectivamente.

Puede observarse a partir de la figura 5 que ① la temperatura global en la parte superior de la cabina es mayor de manera continua que las temperaturas de la superficie vertical este y la superficie vertical oeste del recinto de envoltura del cilindro de torre y la cabina desde las 8:00 hasta las 14:00; tomando las 12:00 como punto de simetría, el entorno externo en la parte superior de la cabina está de manera continua a una alta temperatura global;

② ocho horas más tarde, la temperatura de la superficie vertical oeste de las estructuras de envoltura del cilindro de torre y la cabina es mayor que la temperatura de la superficie vertical este; y

③ la temperatura de la superficie vertical oeste alcanza un valor máximo a las 16:00, dado que se transfiere una onda de temperatura a las paredes interiores del cilindro de torre y la cabina con un retardo de media hora a una hora, en la que el retardo está relacionado con los materiales del cilindro de torre y la cabina y un coeficiente de almacenamiento de calor de un material de recubrimiento, y el coeficiente de almacenamiento de calor determina el alcance del retardo de una alta temperatura en el recinto de envoltura. En un determinado parque eólico en el área de Hami en la ladera sur de las montañas Tianshan de Sinkiang, en verano, la ubicación geográfica determina que el viento sopla generalmente después de las 18:00, lo que lleva a que el conjunto de generador de energía eólica genere energía a plena potencia hasta la madrugada del día siguiente. Esto significa que el calor generado por las fuentes de calor en el conjunto de generador de energía eólica “aumenta” de manera continua, y la disminución de la temperatura del entorno externo no influirá inmediatamente en la temperatura del entorno interno del conjunto de generador. Es necesario “construir un puente” por medio de un recubrimiento funcional de una pared interior, en el lado norte, del cilindro de torre, para absorber el calor generado por los cables de transmisión de energía y los dispositivos eléctricos, de tal manera que se disipe calor radialmente.

En resumen, se calienta un lado de sol de la pared de cilindro de torre al recibir de manera continua la elevada radiación del sol a mediodía y después del mediodía, se transfiere calor a la pared interior mediante el cilindro de torre, lo que provoca que aumente la temperatura de la pared interior. Se realiza un intercambio de calor entre la pared interior y el aire en el cilindro de torre. Cuanto mayor sea la temperatura de la pared interior del cilindro de torre, mayor será la temperatura del aire en el cilindro de torre calentado por la fuente de calor. La temperatura de los dispositivos eléctricos en el cilindro de torre puede superar un límite superior y, por tanto, existe un riesgo potencial para un funcionamiento seguro de los dispositivos eléctricos.

2. Ideas clave de la presente solicitud

En el caso de que se determine que los cables de transmisión de energía por debajo del soporte de asiento se tienden hacia abajo en una “orientación (posición)” en una pared interior del cilindro de torre, una idea clave de un siguiente método de implementación incluye los dos aspectos siguientes.

(1) Múltiples cables de transmisión de energía suspendidos hacia abajo en paralelo ocupan una longitud de arco circunferencial o una anchura circunferencial limitada cerca de una pared interior del cilindro de torre, y una longitud de arco circunferencial correspondiente o una anchura circunferencial correspondiente enfrentada a la pared de cilindro de torre también es limitada; y también es menos cantidad el aire contenido en un espacio entre el grupo de los cables de transmisión de energía suspendidos hacia abajo en paralelo y la pared de cilindro de torre. Cuando los cables de transmisión de energía generan calor en sí mismos, el aire caliente cerca de la superficie de los cables de transmisión de energía se desplaza hacia arriba debido a una elevación por flotabilidad; durante el proceso de desplazamiento, un área de aire frío cerca de la superficie de pared del cilindro de torre en un arco circunferencial que puede hacerse que se desplace y se mezcle es pequeña, una “fuente fría” “capacitiva” grande, es decir, una pared de lado de sombra del cilindro de torre y una superficie interior del mismo con una temperatura relativamente baja (de 5 a 10 grados Celsius menor que la de un lado de sol) y el aire cercano con una baja temperatura de superficie no funcionan completamente. En este caso, “capacitiva” se refiere a una capacidad de recibir y cargar el calor, y la “fuente fría” es un término especial en el campo térmico de la física. Los cables de transmisión de energía y los dispositivos eléctricos son “fuentes de calor”, las “fuentes de calor” pueden transferir energía a la “fuente fría”

espontáneamente, y ha de construirse una trayectoria de transferencia de calor con una alta velocidad de transferencia de calor entre las “fuentes de calor” y la “fuente fría”, y la trayectoria de transferencia de calor está relacionada con la magnitud de una resistencia a la transferencia de calor.

El núcleo de la presente solicitud consiste en crear una nueva estructura con una resistencia al calor menor que la resistencia al calor en la tecnología convencional por medio de una nueva trayectoria de tendido de los cables de transmisión de energía y una pared de lado de sombra del cilindro de torre y una superficie interna del mismo. Específicamente, se hace que más aire con una temperatura relativamente baja (es decir, en una longitud de arco circunferencial o una anchura circunferencial más grande) en la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre participe en un “intercambio de calor por convección natural” (un término en la teoría de transferencia de calor) con los cables de transmisión de energía. Es decir, se utilizan un rango más amplio del lado de sombra de la pared de cilindro de torre y la superficie interna del mismo, la “fuente fría” tiene una capacidad o potencial de absorber más calor y tiene una capacidad de transferencia de calor en una dirección horizontal radialmente, por tanto la “fuente fría” ha de desarrollarse y usarse. En cuanto a este punto, el personal técnico no ha manifestado ninguna preocupación anteriormente.

(2) En un procedimiento de extensión hacia arriba (la parte superior del cilindro de torre) de los cables de transmisión de energía 1, cómo reducir significativamente la interferencia en el enfriamiento de la superficie de los cables de transmisión de energía mediante flujo de aire frío en un segmento superior de los cables de transmisión de energía provocada por el flujo de aire calentado en la superficie del segmento inferior de cables de transmisión de energía en un proceso de ascenso. Después de hacerse pasar por la superficie de asiento hasta una ranura de una placa de sujeción prefabricada en la pared de cilindro de torre, los cables de transmisión de energía 1 se tienden hacia abajo verticalmente en paralelo a la superficie interior del cilindro de torre, de la manera convencional. Durante un procedimiento de extensión de abajo arriba (la parte superior de la torre) de los cables de transmisión de energía, el flujo de aire calentado en la superficie del segmento inferior de los cables de transmisión de energía interfiere significativamente en el enfriamiento en la superficie de los cables de transmisión de energía mediante el flujo de aire frío en un segmento superior de los cables de transmisión de energía en ascenso, agravando de ese modo un efecto de “envolvimiento” en el cable de transmisión de energía. Es decir, una idea clave de la solución propuesta por el inventor es cómo reducir la influencia negativa del intercambio de calor por convección natural en el segmento superior de los cables de transmisión de energía provocado por el segmento inferior de los cables de transmisión de energía.

A continuación en el presente documento, se describe con detalle un sistema de transferencia y disipación de calor basado en un recinto de envoltura según realizaciones de la presente solicitud junto con los dibujos.

Primera realización

Tal como se muestra de la figura 6 a la figura 9, un sistema de transferencia y disipación de calor basado en un recinto de envoltura según esta realización incluye un recinto de envoltura y cables de transmisión de energía 1 tendidos a lo largo de una pared interior de la estructura de envoltura. Los cables de transmisión de energía 1 se tienden en una forma de flexión en una dirección vertical. Preferiblemente, los cables de transmisión de energía 1 se tienden en una zona cerca de una pared interior de lado de sombra del recinto de envoltura.

En esta realización de la presente solicitud, la “forma de flexión” debe entenderse como una forma que se extiende en una línea múltiple, una curva o una trayectoria de combinación de la línea múltiple y la curva repetidamente en una dirección circunferencial de abajo arriba, que es diferente de la forma que se extiende de manera sustancialmente lineal de abajo arriba en la tecnología convencional.

En la realización, una sección transversal en una dirección horizontal del recinto de envoltura es un cilindro de torre circular 5. En otras realizaciones, el recinto de envoltura puede construirse en otros tipos de formas.

Los cables de transmisión de energía 1 están configurados para transmitir corriente, lo que generará calor. Cuanto mayor sea la corriente, se generará más cantidad de calor. Se requiere que el calor generado por los cables de transmisión de energía 1 se disipe de manera oportuna, para garantizar que los cables de transmisión de energía 1 se hacen funcionar en un intervalo de temperatura normal.

Los cables de transmisión de energía 1 se tienden como una forma de flexión, de tal manera que más aire con una temperatura relativamente baja (es decir, en una longitud de arco circunferencial o anchura circunferencial más grande) cerca de la pared interior del cilindro de torre 5 puede participar en un “intercambio de calor por convección natural” alrededor de los cables de transmisión de energía 1, aumentando de ese modo la velocidad de disipación de calor de los cables de transmisión de energía 1 y reduciéndose la temperatura de los cables de transmisión de energía 1.

Tal como se analizó anteriormente y se midió en la práctica, bajo la radiación solar, la temperatura de una zona de lado de sombra en el cilindro de torre 5 es de 5 grados a 10 grados menor que la temperatura de una zona de sol. En esta realización, los cables de transmisión de energía 1 se tienden en la zona de lado de sombra del cilindro de torre 5, de tal manera que se aumentan la diferencia de temperatura entre los cables de transmisión de energía 1 y el aire alrededor de los cables de transmisión de energía 1 y la diferencia de temperatura entre los cables de

transmisión de energía 1 y la pared interior del cilindro de torre 5. En combinación con la disposición de forma de flexión de los cables de transmisión de energía 1, puede mejorarse significativamente la velocidad de disipación de calor de los cables de transmisión de energía 1 con respecto a la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre 5 y se reduce la temperatura de los cables de transmisión de energía 1.

- 5 Específicamente, tal como se muestra en las figuras 7 a 11, se disponen los cables de transmisión de energía 1 en forma de sierra y se flexionan repetidamente hacia abajo con un ángulo de inflexión θ predeterminado. El recorrido en "zigzag" es de arriba abajo. Un "punto de pico" o "punto de inflexión" puede presentarse tanto en el lado izquierdo como en el lado derecho. Independientemente del "punto de inflexión" o el "punto de pico" en el lado izquierdo o el lado derecho, una zona neutra triangular 8 se presenta entre dos puntos de inflexión en un mismo lado. El
- 10 denominado "triángulo" se refiere a que dos puntos de inflexión en el mismo lado y otro punto de inflexión ubicado entre los dos puntos de inflexión en el mismo lado, es decir tres puntos forman un triángulo. La "zona neutra triangular 8" se presenta periódicamente y de manera alterna en el lado más a la izquierda (tal como una zona MBS) y el lado más a la derecha (tal como una zona DEG) de múltiples cables de transmisión de energía 1 tendidos hacia abajo y en paralelo. En los puntos de inflexión, se fijan los cables de transmisión de energía 1 por medio de una
- 15 placa de sujeción 9. Preferiblemente, al menos otra placa de sujeción 9 para sujetar los cables de transmisión de energía 1 se proporciona adicionalmente entre cada dos puntos de inflexión. Los cables de transmisión de energía 1 entre dos placas de sujeción 9 adyacentes son lineales. La manera de fijación mediante la placa de sujeción pertenece a la tecnología convencional. Sin embargo, en esta realización, los cables de transmisión de energía 1 se extienden en una forma de flexión de zigzag, que difiere de la tecnología convencional en los siguientes aspectos.
- 20 (1) Dos placas de sujeción 9 adyacentes en vertical están ubicadas en diferentes orientaciones y posiciones en la dirección circunferencial de la pared del cilindro de torre 5 (diferentes con respecto a la manera convencional, es decir, no están en una línea vertical).
- (2) Las placas de sujeción 9 en dos puntos de inflexión adyacentes no están en la misma posición circunferencial de la pared del cilindro de torre 5.
- 25 (3) Los cables de transmisión de energía 1 entre placas de sujeción en dos puntos de inflexión adyacentes pueden dividirse en múltiples segmentos de línea de flexión y fijarse mediante múltiples placas de sujeción 9; por tanto, los cables de transmisión de energía 1 entre dos puntos de inflexión adyacentes pueden incluir múltiples "segmentos de línea de flexión", que no son una línea sino un segmento de arco aproximado que se extiende hacia abajo rodeando una pared interior de arco del cilindro de torre 5.
- 30 (4) La "zona neutra triangular 8" se presenta entre dos puntos de inflexión adyacentes en el mismo lado, y la zona la define el inventor como una "zona fría" según las condiciones físicas del aire en la superficie de pared y el límite del cilindro de torre 5. La "zona fría" realiza funciones especiales. El aire caliente que asciende debido a una elevación por flotabilidad después de calentarse por un segmento inferior de los cables de transmisión de energía 1 (en la
- 35 figura 11, los cables de transmisión de energía 1 adyacentes al lado derecho de las letras MP, o los cables de transmisión de energía 1 adyacentes al lado izquierdo de las letras DE) desde la parte inferior se mezcla con "aire frío" en la misma en una "zona fría" (superior e inferior, y delante y detrás alrededor del nivel de las letras AP o DFH), y desciende el "aire frío" originariamente en la "zona fría". Durante el proceso de mezclado, a medida que el
- 40 aire caliente ascendente realiza un "intercambio de calor por convección natural" con la pared interior fría del cilindro de torre 5, disminuye la temperatura del aire caliente, por tanto, se reduce también la elevación por flotabilidad que experimenta el aire caliente originariamente desde los cables de transmisión de energía inferiores 1, es decir, los cables de transmisión de energía 1 adyacentes al lado derecho de las letras MP o los cables de transmisión de
- 45 energía 1 adyacentes al lado izquierdo de las letras DE en la figura 11, y no "interferirá" generalmente en la intensidad del intercambio de calor por convección natural realizado entre el segmento superior de los cables de transmisión de energía 1 y el aire frío a aproximadamente el mismo nivel y el mezclado con el aire caliente para
- 50 intercambiar calor. En este caso, la "interferencia" en relación con los cables de transmisión de energía superiores 1 se refiere a que: el aire caliente ascendente envuelve el cable de transmisión de energía superior 1, lo que es negativo para que descienda el aire frío alrededor de los cables de transmisión de energía 1 y "reemplace" el aire caliente de superficie para realizar un "intercambio de calor por convección natural". Tal como se muestra mediante
- 55 cuatro flechas de flexión entre la posición S y la posición P en la figura 11, las cuatro flechas de flexión que giran hacia abajo y luego giran a la derecha indican que: el aire alrededor de los cables de transmisión de energía 1 llena un hueco generado después de que ascienda el flujo de aire caliente, entra en contacto de manera continua con los cables de transmisión de energía 1 y enfría la superficie de los cables de transmisión de energía 1 según la manera de intercambio de calor por convección natural. El mismo proceso físico se produce en la superficie del segmento de los cables de transmisión de energía 1 indicado por la zona DI.
- Debe observarse en este caso que el radián de flexión de las placas de sujeción 9 en los dos puntos de inflexión adyacentes en vertical en relación con los cables de transmisión de energía 1 se atiene a los requisitos de radio de curvatura en la industria, y cumple los requisitos de alargamiento y dilatación térmica, que no se analizan en este documento.

Tal como se muestra en la figura 10, la superficie de pared interior del cilindro de torre 5 tiene una baja temperatura, hay una "capa límite de superficie fría", y está contenido aire en la capa límite. En la vista lateral, una proyección de

los cables de transmisión de energía 1 es sustancialmente paralela a la pared del cilindro de torre 5, facilitando de ese modo la observación de las condiciones de desplazamiento del aire entre los cables de transmisión de energía 1 y la pared del cilindro de torre 5, y la capa límite de superficie del cilindro de torre 5. En este caso la "capa límite" es un término de la teoría de dinámica de fluidos y transferencia de calor (transferencia de calor y convectiva principal).

La capa límite de convección natural en el lado derecho de los cables de transmisión de energía 1 pasa a ser gradualmente más gruesa en la dirección de altura, y el aire calentado asciende de manera natural. La capa límite de superficie de pared del cilindro de torre 5 (denominada "la capa límite de superficie fría") pasa a ser gradualmente más delgada en el sentido ascendente, es decir, pasa a ser gradualmente más gruesa en el sentido descendente. La densidad del aire es relativamente grande, y entonces el aire desciende de manera natural. El "aire ascendente" y el "aire descendente" rotan en sentido horario en su totalidad entre la superficie exterior de los cables de transmisión de energía 1 y la pared del cilindro de torre, y rotan en sentido horario parcialmente. La manera de disposición en la presente solicitud difiere de la manera de disposición convencional en que (característica de la invención-característica de estructura física de enfriamiento): la "capa límite" de intersección superior se extiende hacia arriba, entra en la "zona fría", y también se enfría por el "intercambio de calor por convección natural" de la superficie de pared del cilindro de torre 5 en la "zona fría". Es decir, se utiliza de nuevo la superficie de pared interior fría del cilindro de torre 5. El aire caliente calentado por los cables de transmisión de energía inferiores 1 se controla en segmentos de línea correspondientes (aire mezclado del aire frío y caliente cerca de un nivel de zonas correspondientes indicadas por las letras AP y las letras DFH), es decir, entre dos puntos de inflexión adyacentes en vertical (zonas indicadas por las letras MS).

En esta realización, el cilindro de torre 5 tiene una forma de pared cilíndrica, por tanto el recorrido en "zigzag" de los cables de transmisión de energía 1 es tridimensional, la cual presenta una forma de sierra de flexión y se somete a torsión repetidamente, y tiene características estructurales de una estructura de torsión, una estructura de línea de plegado, una estructura que no se solapa en vertical, una estructura nueva que las "zonas frías" (en vertical en una zona con una anchura L_1 y docenas de metros por debajo de un soporte de asiento) presentan periódicamente y de manera alterna a izquierda y derecha, pudiendo controlarse el área de las "zonas frías". En la "forma de sierra que se flexiona y se somete a torsión repetidamente", "repetidamente" indica una flexión a izquierda o derecha periódicamente en la superficie de arco de pared interior de lado de sombra del cilindro de torre 5; y la "torsión" se refiere a que múltiples cables de transmisión de energía 1 no están ubicados en la misma superficie de arco, en la dirección circunferencial, de la pared del cilindro de torre 5 debido a flexión a izquierda y derecha, lo que provoca que dos placas de sujeción 9 adyacentes no estén en la misma línea en vertical, es decir, cambian las ubicaciones circunferenciales de las dos placas de sujeción 9 (hacia la izquierda o hacia la derecha), y presentan torsión.

Tal como se muestra en la figura 11 y la figura 12, cambian periódicamente los efectos del intercambio de calor en los puntos de inflexión. Por ejemplo, los efectos del intercambio de calor en "P" y "D" son débiles, y los efectos del intercambio de calor en "M" y "I" son intensos. Durante un procedimiento de extensión hacia abajo, cambian periódicamente las intensidades de intercambio de calor de los puntos de inflexión (en las posiciones de inflexión). En la dirección de altura del cilindro de torre 5, el diámetro interior del cilindro de torre 5 disminuye gradualmente, lo que provoca que la zona "MDGB" y la zona "BGIP" no estén en un mismo plano en la dirección vertical, es decir, no se solapan las vistas desde arriba de las dos zonas en la dirección de altura, y tampoco se solapan las "líneas de flujo" (término básico en la dinámica de fluidos) del aire ascendente debido a la elevación por flotabilidad. De esta manera, desde el punto de vista del efecto, el flujo de aire ascendente desde los cables de transmisión de energía inferiores 1 puede barrer los cables de transmisión de energía superiores 1 con un bajo grado de solapamiento, lo que tiene un efecto adverso reducido.

La figura 11 y la figura 12 también indican otra visión del efecto de que: los cables de transmisión de energía 1 no se extienden en vertical, y se presenta torsión en "segmentos locales adyacentes" en la dirección vertical, y el diámetro interior de la pared del cilindro de torre disminuye en el sentido ascendente, lo que provoca que el flujo de aire caliente generado por los cables de transmisión de energía inferiores 1 pueda barrer directamente la pared del cilindro de torre 5 hacia arriba. En este caso, el "recorrido de torsión de línea en zigzag", después de propagarse en la dirección circunferencial de la pared del cilindro de torre 5, tiene la oportunidad de entrar en contacto con la superficie de pared fría en un rango de anchura grande, y el área de contacto aumenta en más de dos veces. El valor creciente del área de contacto está determinado por un ángulo de inflexión θ predeterminado de los cables de transmisión de energía 1.

En esta realización, preferentemente, el ángulo de inflexión θ predeterminado es preferiblemente mayor de o igual a cinco grados y menor de o igual a diez grados.

La tabla 1 indica un porcentaje de aumento de longitud de los cables de transmisión de energía 1 con diferentes ángulos de inflexión θ predeterminados en comparación con los cables de transmisión de energía lineales verticales 1 en la tecnología convencional. Tal como se muestra en la figura 9, la longitud de los cables de transmisión de energía reales locales 1 es aproximadamente igual a $L_2/\cos\theta$. Puede observarse a partir de la tabla 1 que, aunque θ sea de hasta 10 grados, la longitud total sólo aumenta en aproximadamente el 1,6%, no demasiado. Por tanto, evidentemente, el coste aumentado de los cables de transmisión de energía 1 no debe ser una gran preocupación.

Tabla 1

θ	5°	6°	7°	8°	9°	10°
$\cos \theta$	0,996	0,994	0,992	0,990	0,987	0,984

La tabla 2 muestra múltiplos aumentados de una longitud de arco circunferencial ($L2 \cdot \text{tg}\theta$) de los cables de transmisión de energía 1 en la zona fría con diferentes ángulos de inflexión θ predeterminados y múltiplos aumentados del área de intercambio de calor por convección natural provocados en consecuencia (tomando una distancia entre dos puntos de inflexión adyacentes en vertical $L2 = 5000$ mm y una longitud de arco circunferencial original de los cables de transmisión de energía 1 $L = 600$ mm, por ejemplo).

Tabla 2

θ	5°	6°	7°	8°	9°	10°
$\text{tg}\theta$	0,087	0,105	0,123	0,140	0,158	0,176
$L2 \cdot \text{tg}\theta$	$8,7\% \cdot L2$	$10,5\% \cdot L2$	$12,3\% \cdot L2$	$14\% \cdot L2$	$15,8\% \cdot L2$	$17,6\% \cdot L2$
$5000 \text{ tg}\theta$ (mm)	435	525	615	700	790	880
Longitud de arco de contacto de superficie de pared fría (mm)	1035	1125	1215	1300	1390	1480
Múltiplo aumentado de arco de longitud de arco circunferencial de contacto de superficie de pared fría	1,72	1,875	2,025	2,167	2,317	2,467

A partir de la tabla 2 puede observarse que la longitud de arco circunferencial de los cables de transmisión de energía 1 en la zona fría aumentará en 2,467 veces si el ángulo de inflexión θ predeterminado es de hasta 10 grados.

La longitud de arco circunferencial de los cables de transmisión de energía 1 principales en la zona fría aumenta, de tal manera que se perturba el aire frío en una capa límite de la superficie de pared del cilindro de torre 5 con una longitud de arco total 2,467 veces la longitud de arco original, y se aumenta en gran medida el aire frío que se hace que participe en el intercambio de calor. En la tecnología convencional, un grupo de cables de transmisión de energía 1 están dispuestos en vertical, y el aire entre los cables de transmisión de energía 1 y la pared del cilindro de torre 5 se enfría por la pared del cilindro de torre 5 al tiempo que se calienta por los cables de transmisión de energía 1, y asciende gradualmente, y también se limita el rango de influencia (una longitud de arco circunferencial pequeña), que es sólo aproximadamente 1/2,4 del rango de influencia en la presente solicitud. La "cantidad de frío almacenada" en la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre es grande, pero no se utiliza en la tecnología convencional. En otro aspecto, se hace que un área grande de aire frío realice un intercambio de calor por convección con los cables y disipe el calor hacia la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre, y el aire realiza un intercambio de calor por convección natural con la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre 5 en un área grande. Según la ecuación de enfriamiento de Newton, $\phi_c = hA(t_f - t_w)$ (base teórica de la presente solicitud), se usa indirectamente el aire frío en un área grande (A se aumenta hasta dos veces por encima) para absorber el calor de los cables de transmisión de energía 1, de modo que se transfiera el calor a la pared del cilindro de torre 5 con un área grande mediante el intercambio de calor por convección, por tanto se mejora la velocidad de intercambio de calor debido al área grande, reduciéndose de ese modo de manera efectiva la temperatura de los cables de transmisión de energía 1. En la ecuación, ϕ_c es la velocidad de intercambio de calor por convección, t_f es una temperatura del aire promedio, t_w es la temperatura de la pared interior del cilindro de torre 5, A es un área de contacto para el intercambio de calor por convección, y h es un coeficiente de transferencia de calor de superficie cuando el aire entra en contacto con la superficie de pared del cilindro de torre 5.

Tal como se muestra en la figura 6, en esta realización, se proporciona un recubrimiento de absorción de radiación de calor 3 en la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre 5. Preferiblemente, la anchura o la longitud de arco circunferencial del recubrimiento de absorción de radiación de calor 3 no es menor que la anchura o la longitud de arco circunferencial L_1 de los cables de transmisión de energía 1.

En la figura 6, sólo se muestran seis cables de transmisión de energía 1 y se disponen para estar en paralelo entre sí. La figura 6 sólo es un diagrama esquemático. Según el valor de la capacidad del conjunto de generador y el número de los cables de transmisión de energía 1, puede cambiarse la disposición específica y también pueden ajustarse en consecuencia los espacios entre los cables de transmisión de energía 1. Es decir, los cables de transmisión de energía no están dispuestos de manera definitiva para estar espaciados en paralelo entre sí, y los

cables de transmisión de energía pueden disponerse en forma de arco “ $\frown$ ” que tiene distancias iguales con respecto a la pared interior del cilindro de torre 5, y también pueden disponerse en forma de onda curva “ $\sim$ ”.

Además de los cables de transmisión de energía 1, puede proporcionarse otro dispositivo eléctrico 2 tal como un convertidor en la zona de lado de sombra del cilindro de torre 5. La relación posicional entre los cables de transmisión de energía 1 y el dispositivo eléctrico 2 mostrado sólo tiene fines de ilustración. En la figura, las posiciones de los cables de transmisión de energía 1 y el dispositivo eléctrico 2 también pueden intercambiarse en la dirección izquierda-derecha en la vista, o puede ajustarse el dispositivo eléctrico 2 en sentido horario hacia el este para estar alejado de los cables de transmisión de energía 1.

Según diferencias de los materiales y procedimientos de fabricación, el recubrimiento de absorción de radiación de calor 3 incluye principalmente los cuatro tipos siguientes. En las realizaciones de la presente solicitud, pueden usarse diferentes tipos de recubrimientos de manera independiente o combinados.

(1) Recubrimiento de pintura

El recubrimiento de pintura se prepara generalmente mediante un método de pulverización de aire comprimido. Los recubrimientos de pintura habituales incluyen:

un recubrimiento $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$, en el que se usan Fe_2O_3 , Cr_2O_3 y MnO_2 como pigmento, se usa una resina acrílica modificada con silicio orgánico como aglutinante, y la razón absorptividad-emisividad del recubrimiento puede alcanzar 3,26;

un recubrimiento de PbS (cristal dendrítico), en el que se usa PbS de cristal dendrítico con $0,1\ \mu\text{m}$ como pigmento, se usa un caucho de etileno-propileno o una resina de flúor como aglutinante, la absorptividad oscila entre 0,85 y 0,91, y la emisividad oscila entre 0,23 y 0,40;

un recubrimiento de absorción de calor de sol de sílice, en el que se usa sol de sílice como aglutinante, se usa polvo de Fe como cuerpo de color, y el recubrimiento tiene un bajo coste, buena resistencia a la intemperie e impermeabilidad al agua, una absorptividad de 0,94 y una emisividad de 0,41;

un recubrimiento de verde de ftalocianina, en el que un componente de pigmento es Fe_3CuO_5 , y el recubrimiento tiene un buenas prestaciones decorativas y una alta razón absorptividad-emisividad; y

un recubrimiento de absorción selectiva de cromo negro preparado mediante un método de pulverización con llama de polvo, que tiene un procedimiento simple, un bajo coste, unas prestaciones estables, una buena selectividad espectral, la absorptividad de radiación de calor del recubrimiento de absorción selectiva de cromo negro es de 0,91, y la emisividad del recubrimiento de absorción selectiva de cromo negro es de 0,15.

(2) Recubrimiento de chapado a vacío

El recubrimiento de chapado a vacío se prepara mediante la tecnología de evaporación a vacío y pulverización catódica con magnetrón, por ejemplo un recubrimiento de $\text{PbS}/\text{Al}/\text{Al}$ preparado mediante evaporación directa. Los recubrimientos preparados mediante la tecnología de pulverización catódica con magnetrón incluyen: un recubrimiento de acero inoxidable-carbono/cobre, un recubrimiento de AlCN , un recubrimiento de AlN_xO_y y un recubrimiento de Ni-Cr y un recubrimiento de aluminio-nitrógeno/aluminio ($\text{Al-N}/\text{Al}$) de gradiente multicapa. El recubrimiento de chapado a vacío incluye además un recubrimiento de material compuesto de metal-cerámica preparado mediante pulverización catódica por radiofrecuencia, que se aplica principalmente en un campo de alta temperatura, y es un nuevo procedimiento desarrollado en los últimos años, por ejemplo, un recubrimiento de $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$; un recubrimiento de W-AlN_x , que es un recubrimiento de material compuesto de metal-cerámica obtenido dopando partículas de metal tales como de W y cromo para dar un medio de nitruro de aluminio; un recubrimiento de absorción de metal-cerámica de Ni:SiO_2 , en el que la proporción volumétrica de Ni en una superficie del recubrimiento es del 10% y gradualmente cambia al 90% en la parte inferior del recubrimiento, y el recubrimiento tiene un grosor que oscila entre 100 nm y 170 nm, la absorptividad del recubrimiento es de 0,96 y la emisividad del recubrimiento oscila entre 0,03 y 0,14; un recubrimiento de metal-cerámica de óxido de aluminio dopado con molibdeno ($\text{Mo-Al}_2\text{O}_3$), se usa Al_2O_3 como capa antirreflectante, se usa un recubrimiento de metal-cerámica de doble capa de $\text{Mo-Al}_2\text{O}_3$ como capa de absorción, se usa Mo o Cu como capa antirreflectante, el recubrimiento tiene unas prestaciones estables a 350 grados Celsius, y la absorptividad del recubrimiento es de 0,96 y la emisividad del recubrimiento es de 0,11.

(3) Recubrimiento de conversión electroquímica

Los recubrimientos electroquímicos habituales incluyen: un recubrimiento de ánodo de óxido de aluminio, un recubrimiento de conversión de CuO y un recubrimiento de ánodo de óxido de acero. Tales recubrimientos tienen generalmente una absorptividad que oscila entre 0,88 y 0,95 y una emisividad que oscila entre 0,15 y 0,32. El recubrimiento de ánodo de óxido de aluminio tiene una selectividad espectral, buenas resistencia a la corrosión y resistencia a la luz. El recubrimiento de conversión de CuO tiene una capa de gamuza negra, y es probable que se degraden las prestaciones del recubrimiento si se daña la gamuza negra. El recubrimiento de ánodo de óxido de

acero tiene buenas resistencia a la radiación ultravioleta y resistencia a la humedad. Los recubrimientos electroquímicos incluyen además un recubrimiento de conversión química de negro de Mo que tiene una absorptividad máxima de 0,87 y una emisividad que oscila entre 0,13 y 0,17.

(4) Recubrimiento de electrochapado

- 5 Los recubrimientos de electrochapado habituales incluyen principalmente: un recubrimiento de níquel negro, un recubrimiento de cromo negro y un recubrimiento de cobalto negro, etcétera, que tienen todos ellos buenas prestaciones ópticas. El recubrimiento de cromo negro y el recubrimiento de níquel negro tienen las mejores prestaciones, y su razón absorptividad-emisividad (α/ϵ) es próxima a de 6 a 13. Sin embargo, el cromo negro de electrochapado tiene un alto coste de producción, y el Cr^{6+} en la disolución de chapado contamina el entorno.
- 10 Producir el níquel negro de electrochapado consume poca energía y el níquel negro de electrochapado tiene un bajo coste de producción, y no existe ninguna sustancia tóxica en la disolución de chapado. Sin embargo, el recubrimiento de chapado de níquel negro es delgado, y tiene una estabilidad térmica deficiente y una resistencia a la corrosión deficiente. La absorptividad del recubrimiento de chapado de níquel negro puede ser de hasta 0,93, y el recubrimiento de chapado de níquel negro tiene una gran durabilidad, una gran estabilidad térmica y una gran capacidad anticorrosión. Dado que está libre de azufre, el recubrimiento de aleación de estaño-níquel negro desarrollado puede superar los defectos del recubrimiento de chapado de níquel negro.

Además, se proporciona adicionalmente un recubrimiento de radiación y disipación térmicas 7 en una pared exterior de lado de sombra del cilindro de torre 5. El recubrimiento de radiación y disipación térmicas 7 tiene una alta emisividad de infrarrojos, lo que puede facilitar que el calor se libere de manera eficiente al entorno circundante desde el cilindro de torre 5 de una manera por radiación de calor, reduciéndose de ese modo la temperatura del cilindro de torre 5.

A partir de la figura 4 y la figura 5 puede conocerse que la radiación solar tiene directividad y temporalidad, y se centra principalmente en una superficie horizontal (una superficie superior), una superficie vertical este y una superficie vertical oeste. Después de que irradie el sol, las temperaturas en la superficie superior y un lado de sol de este a oeste del cilindro de torre 5 son mayores que la temperatura en el lado norte de sombra del cilindro de torre 5 después del mediodía.

En esta realización, se proporciona un recubrimiento de absorción de radiación de calor 3 en la pared interior de lado de sombra del cilindro de torre 5 y se proporciona el recubrimiento de radiación y disipación térmicas 7 en la pared exterior del cilindro de torre 5, por tanto, se utilizan adicionalmente unas características de baja temperatura del lado norte de sombra para potenciar la absorción de radiación de calor de los cables de transmisión de energía 1, y se abre el canal de disipación de calor norte, potenciando de ese modo el efecto de disipación de calor.

El recubrimiento de radiación y disipación térmicas 7 está compuesto, por ejemplo, por una pintura aislante y reflectante del calor solar, tal como un tipo RLHY-A05 existente de pintura aislante y reflectante del calor, que también se dispone en la pared exterior de lado de sombra. La pintura aislante y reflectante del calor solar es un tipo de alta protección ambiental de material de relleno de aislamiento térmico reflectante, que incluye principalmente microperla de vidrio hueca y división de emisión infrarroja y combina una emulsión de resina modificada inorgánica de alta calidad, y se forma una capa de vacío compacta sobre una superficie de un sustrato, lo que tiene ventajas de alta eficiencia, capa delgada, decoración, impermeable al agua, protección frente a incendios, anticorrosión y aislamiento, etcétera. La pintura tiene funciones de reflexión, radiación y aislamiento térmico de microperla hueca, y puede realizar una alta tasa de reflexión con radiación de infrarrojos y ultravioleta del sol en un rango de 400 nm a 2500 nm. La pintura también puede impedir que se acumule el calor del sol y se eleve la temperatura, y puede irradiar calor en un día nublado y por la noche para disipar el calor y reducir la temperatura, disminuyendo de ese modo la temperatura de superficie del objeto. Por otra parte, se añade la microperla hueca con un coeficiente de conducción de calor extremadamente bajo a la pintura para aislar la transferencia de energía, por tanto puede aislarse que se transfiera el calor externo al objeto aunque la temperatura del aire ambiental sea alta. Las tres funciones garantizan que se disminuye la temperatura del objeto recubierto con la pintura y puede mantenerse el espacio interior del objeto en un estado de temperatura constante.

La figura 13 y la figura 14 muestran que los cables de transmisión de energía 1 transfieren calor y disipan calor al lado de sombra en una dirección radial por medio del recubrimiento de absorción de radiación de calor 3 en esta realización. La temperatura de superficie exterior de los cables de transmisión de energía 1 es mayor que la temperatura de superficie interior de la pared del cilindro de torre 5 cerca del lado norte en funcionamiento, si los cables de transmisión de energía 1 y el dispositivo eléctrico 2 no están ubicados aquí o no funcionan, la pared exterior, en el lado norte, del cilindro de torre 5 no se calienta directamente por la radiación solar, y sólo hay radiación del entorno y radiación de la superficie terrestre, por tanto la temperatura de la pared interior del cilindro de torre 5 es baja. Según la ley bicuadrática de radiación de cuerpo negro (ley de Stefan-Boltzmann, que es la segunda base teórica para la presente solicitud), cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre fuentes de calor que emiten radiación, más fácilmente se transferirá el calor de una fuente de calor a alta temperatura a una fuente de calor a baja temperatura, y la velocidad de transferencia de calor por radiación es proporcional a la diferencia entre el bicuadrado (cuarta potencia) de la temperatura de superficie de los cables de transmisión de energía 1 y el bicuadrado de la temperatura de superficie interior de la pared del cilindro de torre 5 en el lado de sombra.

La figura 13 muestra un diagrama de red de radiación local entre los cables de transmisión de energía 1 y el recubrimiento en la pared interior, en el lado norte, del cilindro de torre 5 (con el fin de destacar la principal contradicción, la solución se simplifica, la pared interior del cilindro de torre 5 en el lado de sol se ha recubierto con un material que tiene una baja emisividad, y se desprecia la influencia en el recubrimiento en este caso). En la figura 13, $q_{1,3}$ indica la velocidad de intercambio de calor por radiación entre los cables de transmisión de energía 1 y la pared interior del cilindro de torre 5, q_{iN} indica la velocidad de intercambio de calor por radiación de la pared exterior de lado de sombra del cilindro de torre 5, q_{conv} indica la velocidad de intercambio de calor por convección de aire de la pared exterior de lado de sombra del cilindro de torre 5 y el entorno natural fuera del cilindro de torre, y $q_{fluj\text{ de aire ascendente}}$ indica la velocidad de flujo de calor del aire alrededor de los cables de transmisión de energía 1.

Con el fin de facilitar adicionalmente la disipación del calor por los cables de transmisión de energía 1, puede recubrirse la superficie de los cables de transmisión de energía 1 con un recubrimiento para infrarrojos con una alta emisividad (es decir, aumentando la emisividad ϵ).

Con el fin de reducir la resistencia al calor en superficies de radiación de fuentes de calor a ambos lados, pueden aumentarse los espacios entre los cables de transmisión de energía 1 de manera apropiada o pueden disponerse los cables de transmisión de energía 1 de manera alternativa, reduciéndose de ese modo la resistencia al calor por radiación de los espacios entre los cables de transmisión de energía y aumentando, por tanto, la velocidad de los cables de transmisión de energía 1 liberando flujo de calor por radiación neto al recubrimiento.

En comparación con una solución en la que se disponen los cables de transmisión de energía 1 en un lugar distinto del lado norte de la pared del cilindro de torre 5, en la que se reduce la diferencia de temperatura entre los cables de transmisión de energía 1 y la pared del cilindro de torre 5, y se aumenta la temperatura del aire situado entre los mismos, la temperatura del aire de la superficie de pared norte del cilindro de torre 5 es baja, lo que puede facilitar la expulsión y el reemplazo del aire caliente alrededor de la superficie de los cables de transmisión de energía 1, lográndose de ese modo un intercambio de calor por convección natural.

En la realización de la presente solicitud, se disponen los cables de transmisión de energía 1 en una zona cerca de la pared, en el lado norte, del cilindro de torre 5, se calienta el aire frío con una baja temperatura entre los cables de transmisión de energía 1 y la pared, en el lado norte, del cilindro de torre 5. Específicamente, $q_{fluj\text{ de aire ascendente}}$ indica el calor adquirido a partir de la superficie de los cables de transmisión de energía 1 por el flujo de aire ascendente. En comparación con la solución en la que se disponen los cables de transmisión de energía 1 en otras direcciones, en esta realización, se utiliza la capacidad de transmisión de un canal de transmisión de flujo de calor radial de la pared interior, en el lado norte, del cilindro de torre 5, se aumenta el flujo de calor transmitido radialmente por medio del cilindro de torre 5, es decir, $q_{1,3}\uparrow$; $q_{fluj\text{ de aire ascendente}}\downarrow$ indica que se reduce el peso del aire caliente que porta calor y asciende, es decir, se reduce la velocidad de un flujo de aire que se desplaza hacia arriba, se reduce el calor portado, y el calor asciende en la dirección horizontal, aumentando de ese modo la velocidad de transferencia radial horizontal y la cantidad del calor, lo que es una de las innovaciones de la presente solicitud. De manera similar, también aumenta el calor intercambiado entre la pared de lado de sombra del cilindro de torre 5 y el entorno circundante de la pared exterior del cilindro de torre 5 mediante la disipación de calor por convección q_{conv} y el intercambio de calor por radiación q_{iN} .

Tal como se muestra en la figura 15, se toma un "microelemento" de la pared de la superficie al sol del cilindro de torre 5. Ambos lados del "microelemento" en una dirección radial hay recubrimientos de aislamiento térmico del cilindro de torre 5. Una flecha en el "microelemento" indica la dirección de transferencia de un flujo de calor convertido a partir de la energía de radiación solar que se obtiene por el lado exterior de la pared del cilindro de torre 5. La difusividad térmica del metal es alta, la difusividad térmica $\alpha = \lambda/\rho C$ (λ : coeficiente de conducción de calor, ρ : densidad, C : capacidad calorífica específica). La tabla 3 proporciona las difusividades térmicas de varios tipos de materiales ligeros y de aislamiento térmico. Específicamente, una difusividad térmica del 0,5% de C del acero metálico es de docenas de veces, incluso centenares de veces, las difusividades térmicas de otros materiales. El inventor expone que, cuando se impide que la superficie exterior del cilindro de torre 5 absorba radiación solar, se adoptan adicionalmente medidas de aislamiento térmico en la superficie interior de la pared del cilindro de torre 5 en consecuencia, lo que impide que la superficie interior de la pared del cilindro de torre 5 emita calor al espacio interior del cilindro de torre 5, e impide la emisión de rayos caloríficos al cable de transmisión de energía 1 y al dispositivo eléctrico 2 en el cilindro de torre 5.

Tabla 3 Difusividades térmicas de varios tipos de materiales ligeros y de aislamiento térmico

Nombre de los materiales	Acero al 0,5% de C	Tablero de lana de roca	Productos de cemento y perlita	Material de polvo de perlita	Lana de vidrio	Plástico de poliestireno
Difusividad térmica $\alpha \times 10^7$ (m ² /s)	148,26	3,82	2,48	2,31	7,73	0,71-1,1

Por tanto, en esta realización, se proporciona una primera capa de aislamiento térmico 6 en una pared exterior de

lado de sol del cilindro de torre 5, y se proporciona una segunda capa de aislamiento térmico 4 en una pared interior de lado de sol del cilindro de torre 5. Preferiblemente, la primera capa de aislamiento térmico 6 es un recubrimiento aislante y reflectante del calor. Mediante el recubrimiento aislante y reflectante del calor, se impide que el cilindro de torre 5 absorba radiación de calor del sol y el entorno circundante, y se evita que se transfiera calor al cilindro de torre 5 del sol y el entorno circundante por la radiación de calor.

Tal como se muestra en la figura 15, cuando el calor de radiación solar absorbido por el cilindro de torre 5 alcanza la segunda capa de aislamiento térmico 4, el calor sólo puede transferirse en una dirección circunferencial y una dirección de altura vertical del cilindro de torre 5, dado que la función de aislamiento térmico de la segunda capa de aislamiento térmico 4 bloquea la trayectoria para transferir calor al cilindro de torre radialmente, impidiéndose de ese modo que se eleve la temperatura en el cilindro de torre 5 debido a la radiación solar y siendo beneficioso disipar el calor mediante dispositivos de generación de calor tales como los cables de transmisión de energía 1 tendidos en el cilindro de torre 5.

Preferiblemente, la segunda capa de aislamiento térmico 4 es un recubrimiento de aislamiento y radiación de calor con una baja emisividad de infrarrojos con el que está recubierto el cilindro de torre 5. El recubrimiento de aislamiento y radiación de calor está compuesto por una pintura con una baja emisividad térmica de infrarrojos que incluye un aglutinante y un pigmento con una función de baja emisividad. El aglutinante incluye una resina de polietileno clorado, y el pigmento con la función de baja emisividad incluye polvo de Al, polvo de Zn, polvo de Cu, polvo de Ni o silicio monocristalino. El recubrimiento con la baja emisividad de infrarrojos en la superficie interior del cilindro de torre 5 "bloquea" (reduce significativamente) el flujo de calor en un canal de transferencia radial hacia dentro mediante la radiación de calor.

La segunda capa de aislamiento térmico 4 puede implementarse mediante las siguientes soluciones:

(1) un tablero de aislamiento térmico de protección frente a la radiación cubierto en la pared interior, tal como una lámina de aluminio con una baja emisividad de infrarrojos y una alta reflectividad;

(2) un nuevo nanorrecubrimiento térmico inteligente, en el que un componente térmico del recubrimiento es hidróxido de NM con un coeficiente de conducción de calor ultrabajo; y

(3) una capa de aislamiento térmico compuesta por materiales de aislamiento térmico e ignífugos. La tabla 4 muestra las conductividades térmicas de varios materiales de aislamiento térmico e ignífugos, y los materiales tienen conductividades térmicas en un bajo intervalo, impidiéndose de ese modo de manera efectiva que el calor se transfiera al recinto de envoltura mediante la transferencia de calor.

Tabla 4 Conductividades térmicas de materiales de aislamiento térmico e ignífugos

Nombre del material	Filtro de lana de vidrio superfino	Producto de cemento y perlita	Silicato de calcio con microorificios	Lana de escoria
Conductividades térmicas λ (w/m.k)	0,033	0,0651	0,044	0,0674

La figura 16 muestra una red de unidades equivalentes de fuentes de calor y una resistencia al calor por radiación de superficie de la segunda capa de aislamiento térmico 4 de la superficie interior. En la figura 16, A_1 indica el área de un recubrimiento de pared exterior del cilindro de torre 5, T_1 indica la temperatura del recubrimiento de pared exterior del cilindro de torre 5, ε_1 indica la emisividad del recubrimiento de pared exterior del cilindro de torre 5, ρ_1 indica la reflectividad del recubrimiento de pared exterior del cilindro de torre 5, α_1 indica la absorptividad del recubrimiento de pared exterior del cilindro de torre 5, q_r indica el flujo de calor por radiación de un recubrimiento de pared interior del cilindro de torre 5, A_4 indica el área del recubrimiento de pared interior del cilindro de torre 5, T_4 indica la temperatura del recubrimiento de pared interior del cilindro de torre 5, ε_4 indica la emisividad del recubrimiento de pared interior del cilindro de torre 5, ρ_4 indica la reflectividad del recubrimiento de pared interior del cilindro de torre 5, y α_4 indica la absorptividad del recubrimiento de pared exterior del cilindro de torre 5. En la figura 16, E_b indica la potencia de transmisión del recubrimiento de pared interior, correspondiente a la temperatura del

recubrimiento de pared interior, y la ecuación $\frac{1-\varepsilon_4}{\varepsilon_4 A_4}$ indica la resistencia al calor por radiación de superficie del recubrimiento de pared interior. A partir de la ecuación, puede observarse que cuanto menor sea la emisividad ε_4 de la segunda capa de aislamiento térmico 4 que funciona como el recubrimiento de pared interior del cuerpo de recinto de envoltura 5, mayor será la resistencia al calor por radiación de superficie de la segunda capa de aislamiento térmico 4, y mejor será el efecto de aislamiento térmico. Por medio de un material con una alta emisividad ε_4 , por ejemplo, reduciéndose la emisividad ε_4 desde 0,8 hasta 0,1, se aumenta la resistencia al calor de superficie hasta 36 veces la original, reduciéndose de ese modo la intensidad de radiación efectiva de la superficie de recubrimiento.

A continuación en el presente documento, se ilustran con detalle el mecanismo de aislamiento térmico y componentes de materiales habituales de la primera capa de aislamiento térmico 6 que se implementa como recubrimiento de aislamiento y radiación de calor.

1. Mecanismo de aislamiento térmico del recubrimiento aislante y reflectante del calor

La radiación solar puede dividirse en tres partes según la longitud de onda. Las partes ocupan diferentes proporciones en la energía total, tal como se muestra en la figura 5. La energía solar se centra principalmente en una región de luz visible y una región de luz de infrarrojo cercano en un rango de 400-2500 nm. Cuando la longitud de onda es de 500 nm, la radiación de calor del sol es la más intensa. A partir de la figura 5, puede observarse que la luz visible y la luz de infrarrojo cercano ocupan el 95% de la energía de radiación total del sol, por tanto, puede reducirse la temperatura de superficie del recinto de envoltura tal como el cilindro de torre 5 y una cabina bajo la radiación solar en el caso de que se aislen la luz de infrarrojo cercano y del sol, reduciéndose de ese modo el coste de un dispositivo en el cilindro de torre 5 y la cabina para reducir la temperatura del aire.

Tabla 5 Proporciones de diferentes bandas de ondas del sol que ocupan la energía total del sol

Región de luz	Longitud de onda (nm)	% de proporción de ocupación de la energía total
Luz ultravioleta	200-400	5
Luz visible	400-720	45
Luz de infrarrojo cercano	720-2500	50

Sin influir en el aspecto, pueden reducirse significativamente las temperaturas del cilindro de torre 5 y la pared de armario bajo la radiación solar maximizando la razón de reflexión de la luz de infrarrojo cercano. La luz de infrarrojo cercano ocupa el 50% de la energía total de la radiación solar, por tanto, puede aislarse una gran parte de la energía de radiación de calor cuando se suprime la radiación de infrarrojo cercano. El recubrimiento aislante y reflectante del calor solar es un recubrimiento funcional que tiene una función de reflexión evidente sobre la radiación de infrarrojo cercano. En el recubrimiento, generalmente, se recubre la sustancia con partículas con una función de reflexión sobre la radiación de infrarrojo cercano, y se refleja el infrarrojo cercano en la radiación solar y se dispersa hacia un espacio externo, reduciéndose de ese modo la temperatura de la superficie del objeto y el entorno interior bajo la radiación de calor.

2. Componentes básicos de un recubrimiento aislante y reflectante del calor

El recubrimiento aislante y reflectante del calor incluye generalmente una resina y un material de relleno funcional. La resina incluye generalmente una resina acrílica de organosilicio, una resina de silicona-alquídica, una resina acrílica, una resina epoxídica o una resina de poliuretano.

Para un sustrato duro (metal, pared, etcétera), se recubre generalmente una superficie del sustrato con la pintura aislante y reflectante del calor directamente para aislarla frente al calor, y el rendimiento de aislamiento térmico del recubrimiento se ve influido principalmente por el tipo de la resina y el material de relleno funcional, la distribución del tamaño de partícula, la cantidad de uso y el grosor del recubrimiento. La resina es un componente esencial en el material aislante y reflectante del calor, que conecta las partículas funcionales con el sustrato. La resina funciona como portador para las partículas funcionales. Las diferentes resinas no influyen en el efecto aislante y reflectante del calor solar del recubrimiento en gran medida. En la práctica, durante un procedimiento de aplicación real, puede seleccionarse una resina que contenga grupos con escasa absorción de calor tales como C-O-C, C=O y O-H. La tabla 6 muestra las absorptividades de varios recubrimientos de resina diferentes con respecto al sol, tomando TiO_2 como material de relleno.

Tabla 6 Absortividades de calor de varios recubrimientos de resina diferentes

Recubrimiento	Absortividad α
Resina acrílica de organosilicio	0,19
Resina de silicona-alquídica	0,22
Resina acrílica	0,24
Resina epoxídica	0,25
Resina de poliuretano	0,26

El material de relleno funcional es el componente más importante en el recubrimiento aislante y reflectante del calor solar. El relleno funcional habitual incluye TiO_2 , ZnO , BaSO_4 , CaCO_3 , ZnO_3 , polvo de talco, caolín o microperla de vidrio hueca, que se usa principalmente para reflejar radiación de infrarrojo cercano en la radiación solar y reducir la absorptividad de calor de la superficie del objeto. El material de relleno funcional contenido en el recubrimiento aislante y reflectante del calor solar debe tener una alta reflectividad y una baja absorción con respecto a la radiación solar. Una sustancia con un ancho de banda prohibida de $E_g =$ de 0,5 a 1,8 eV absorbe radiación de infrarrojo cercano, y una sustancia con un ancho de banda prohibida de $E_g =$ de 1,8 a 3,1 eV absorbe radiación de luz visible. Por tanto, con el fin de evitar que el objeto absorba la luz visible y la luz de infrarrojo cercano, el ancho de banda prohibida E_g del relleno funcional seleccionado debe ser mayor de 3,1 eV o menor de 0,5 eV. La tabla 7 muestra los índices de refracción (también denominados refractividad o refracción) y los anchos de banda prohibida E_g de varios

materiales de relleno. La tabla 8 muestra las reflectividades (razones de reflexión) de varios materiales de relleno de polvo blanco para la radiación de infrarrojo cercano.

Tabla 7 Índices de refracción y anchos de banda prohibida E_g de materiales de relleno típicos

Material de relleno	TiO ₂ (un tipo rutilo)	TiO ₂ (un tipo anatasa)	ZnO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃
Índice de refracción	2,76	2,52	2,20	1,76	1,46	2,30
E_g /eV	3,05	3,05	3,40	8,30	8,80	3,10

- 5 En otras realizaciones, de manera similar a la segunda capa de aislamiento térmico 4, puede diseñarse la primera capa de aislamiento térmico 6 como una capa de aislamiento térmico de otras formas.

Tabla 8 Reflectividades (razones de reflexión) de materiales de relleno de polvo blanco con respecto a la radiación de infrarrojo cercano

Material	TiO ₂ (un tipo rutilo)	TiO ₂ (un tipo anatasa)	ZnO	BaSO ₄	CaCO ₃	ZnO ₃	Polvo de talco	Caolín	Microperla de vidrio hueca
% de reflectividad	80	79	45	32	48	59	45	46	44-48

- 10 En la realización de la presente solicitud, se tienden los cables de transmisión de energía 1 como una forma de flexión en la dirección vertical, se tiende el cable de transmisión de energía 1 en una zona de lado de sombra del recinto de envoltura, y se proporcionan el recubrimiento de absorción de radiación de calor 3 y la capa de aislamiento térmico, por tanto, se crea un entorno de baja temperatura con una baja velocidad de acumulación de calor para los cables de transmisión de energía 1, y se crea un canal de disipación de calor con una velocidad de disipación de calor aumentada en el intercambio de calor por convección, el intercambio de calor por radiación y el intercambio y la conducción de calor, de tal manera que se mejora significativamente la velocidad de disipación de calor de los cables de transmisión de energía 1, se disipa de manera oportuna el calor generado durante el funcionamiento de los cables de transmisión de energía 1, se garantiza que los cables de transmisión de energía 1 funcionen a una baja temperatura normal durante largo tiempo, garantizando de ese modo la fiabilidad de la transmisión de energía y prolongándose la vida útil de los cables de transmisión de energía 1.

Segunda realización

- Un sistema de transferencia y disipación de calor según esta realización tiene el mismo concepto de la invención, la misma implementación básica, los mismos principios de funcionamiento y los mismos efectos beneficiosos que los de la primera realización. Por motivos de brevedad, sólo se describe en este caso la diferencia con respecto a la primera realización, y para la misma parte que la primera realización, puede hacerse referencia a la descripción de la primera realización.

Esta realización difiere de la primera realización en que: se tienden los cables de transmisión de energía 1 como una forma de flexión diferente en la dirección vertical.

- 30 Tal como se muestra en la figura 17, en esta realización, los cables de transmisión de energía 1 incluyen múltiples segmentos con torsión dispuestos de arriba abajo en la dirección vertical. Cada uno de los múltiples segmentos con torsión incluye dos subsegmentos inclinados (es decir, un primer subsegmento inclinado 11 y un segundo subsegmento inclinado 12) y un subsegmento de transición 13 entre los dos subsegmentos inclinados. El ángulo entre la dirección vertical y el primer subsegmento inclinado 11 y entre la dirección vertical y el segundo subsegmento inclinado 12 es un ángulo de inflexión θ predeterminado. El ángulo entre el primer subsegmento inclinado 11 y la dirección vertical puede ser el mismo que el ángulo entre el segundo subsegmento inclinado 12 y la dirección vertical o desigual al ángulo entre el segundo subsegmento inclinado 12 y la dirección vertical. Preferiblemente, los ángulos pueden ser preferiblemente mayores de o iguales a 5 grados y menores de o iguales a 10 grados.

- 40 En esta realización, el subsegmento de transición 13 es un subsegmento de transición vertical. Se coloca una placa de sujeción 9 configurada para sujetar los cables de transmisión de energía 1, en una parte de unión entre el primer subsegmento inclinado 11 y el subsegmento de transición 13 y una parte de unión entre el segundo subsegmento inclinado 12 y el subsegmento de transición 13.

- 45 Las razones de las longitudes del primer subsegmento inclinado 11, el segundo subsegmento inclinado 12 y el subsegmento de transición 13 pueden ajustarse de cualquier manera según los casos específicos, que no están limitados en la presente solicitud.

Tercera realización

5 Un sistema de transferencia y disipación de calor según esta realización tiene el mismo concepto de la invención, la misma implementación básica, los mismos principios de funcionamiento y los mismos efectos beneficiosos que los de la primera realización. Por motivos de brevedad, sólo se describe en este caso la diferencia de esta realización con respecto a la primera realización, y para la misma parte que la primera realización, puede hacerse referencia a la descripción de la primera realización.

Esta realización difiere de la primera realización en que: se tienden los cables de transmisión de energía 1 como una forma de flexión diferente en la dirección vertical.

10 Tal como se muestra en la figura 18, en esta realización, los cables de transmisión de energía 1 también incluyen múltiples segmentos con torsión dispuestos de arriba abajo en la dirección vertical. Cada uno de los múltiples segmentos con torsión incluye dos subsegmentos inclinados (es decir, un primer subsegmento inclinado 11 y un segundo subsegmento inclinado 12) y un subsegmento de transición 13 entre los dos subsegmentos inclinados. El ángulo entre la dirección vertical y el primer subsegmento inclinado 11 y entre la dirección vertical y el segundo subsegmento inclinado 12 es un ángulo de inflexión θ predeterminado.

15 Esta realización difiere de la segunda realización en que: el subsegmento de transición 13 está diseñado como un "segmento en forma de arco", y esta estructura tiene un efecto beneficioso de alargamiento y dilatación térmica además de los efectos beneficiosos de la realización anterior.

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica de eje horizontal que comprende una torre, que comprende:
cables de transmisión de energía (1),
5 en la que los cables de transmisión de energía (1) se tienden como una pluralidad de formas de flexión repetidas en una dirección vertical,
en la que los cables de transmisión de energía (1) se disponen en forma de sierra flexionándose repetidamente hacia abajo con un ángulo de flexión predeterminado.
2. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 1, en la que los cables de transmisión de energía (1) se tienden en una zona cerca de una pared interior, en un lado de sombra, de la torre.
- 10 3. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 1, en la que los cables de transmisión de energía (1) comprenden:
una pluralidad de segmentos con torsión dispuestos de arriba abajo en una dirección vertical,
15 en la que cada uno de la pluralidad de segmentos con torsión comprende al menos dos subsegmentos inclinados y un subsegmento de transición dispuesto entre los al menos dos subsegmentos inclinados, y un ángulo entre la dirección vertical y cada uno de los subsegmentos inclinados es el ángulo de flexión predeterminado.
4. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 3, en la que el subsegmento de transición comprende un subsegmento de transición vertical y un subsegmento de transición en forma de arco.
- 20 5. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 4, en la que se dispone una placa de sujeción configurada para sujetar los cables de transmisión de energía (1) en una parte de unión entre cada uno de los al menos dos subsegmentos inclinados y el subsegmento de transición.
6. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 3, en la que la torre tiene una pared interior en forma de arco en una sección transversal horizontal, y cada uno de los al menos dos subsegmentos inclinados se extiende de manera flexionada con respecto a la pared interior en forma de arco.
- 25 7. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 1, en la que la torre tiene una pared interior en forma de arco en una sección transversal horizontal, y los cables de transmisión de energía se extienden de manera torcida con respecto a la pared interior en forma de arco.
8. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 7, en la que se dispone una placa de sujeción (9) configurada para sujetar los cables de transmisión de energía (1) en cada uno de los puntos de inflexión de los cables de transmisión de energía (1).
- 30 9. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 8, en la que se dispone al menos otra placa de sujeción (9) configurada para sujetar los cables de transmisión de energía (1) entre cada dos de los puntos de inflexión de los cables de transmisión de energía (1), y los cables de transmisión de energía (1) entre dos placas de sujeción adyacentes son lineales.
- 35 10. Turbina eólica de eje horizontal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el ángulo de flexión predeterminado es mayor de o igual a 5 grados y menor de o igual a 10 grados.
11. Turbina eólica de eje horizontal según la reivindicación 1 ó 2, en la que se proporciona un recubrimiento de absorción de radiación térmica (3) en al menos una zona opuesta a los cables de transmisión de energía en una pared interior, en un lado de sombra, de la torre;
- 40 se proporciona una primera capa de aislamiento térmico (6) en al menos una pared exterior, en un lado de sol, de la torre;
- se proporciona una segunda capa de aislamiento térmico (4) en una pared interior, en el lado de sol, de la torre; y/o
- 45 se proporciona un recubrimiento de radiación y disipación térmicas (7) en una pared exterior, en el lado de sombra, de la torre.
12. Conjunto de generador de energía eólica, que comprende la turbina eólica de eje horizontal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

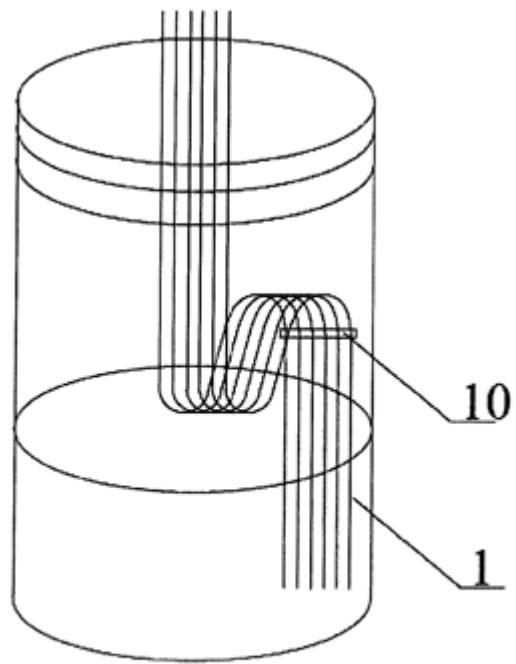


Figura 1

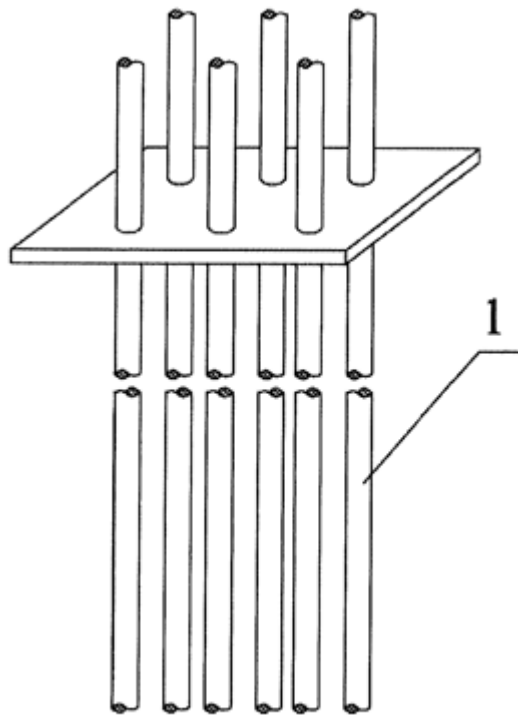


Figura 2

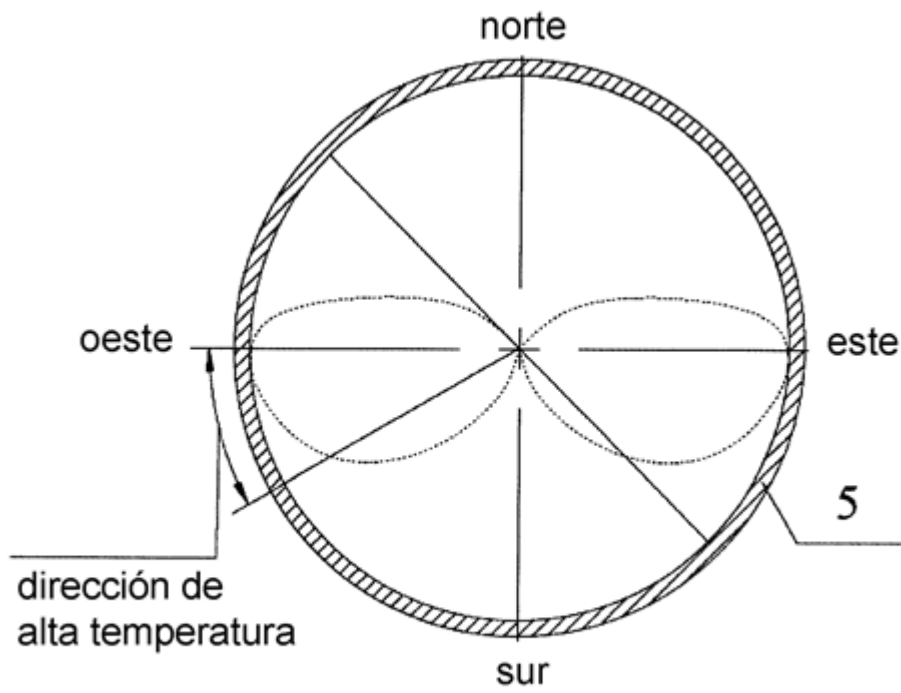


Figura 3

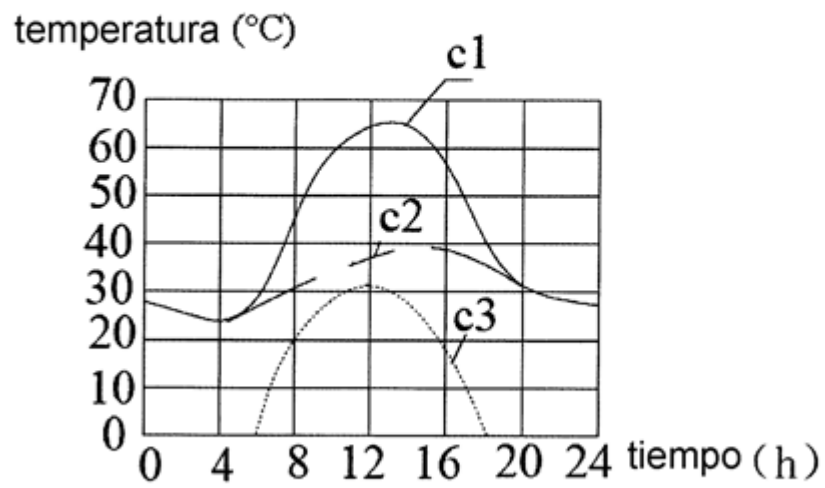


Figura 4

temperatura(°C)

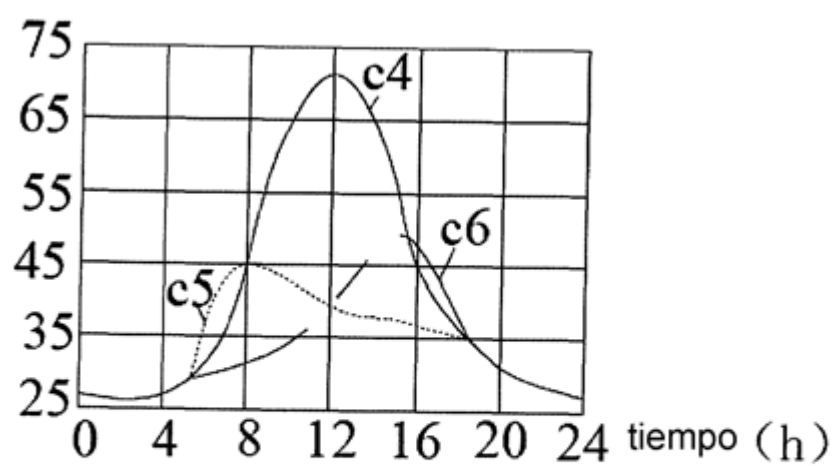


Figura 5

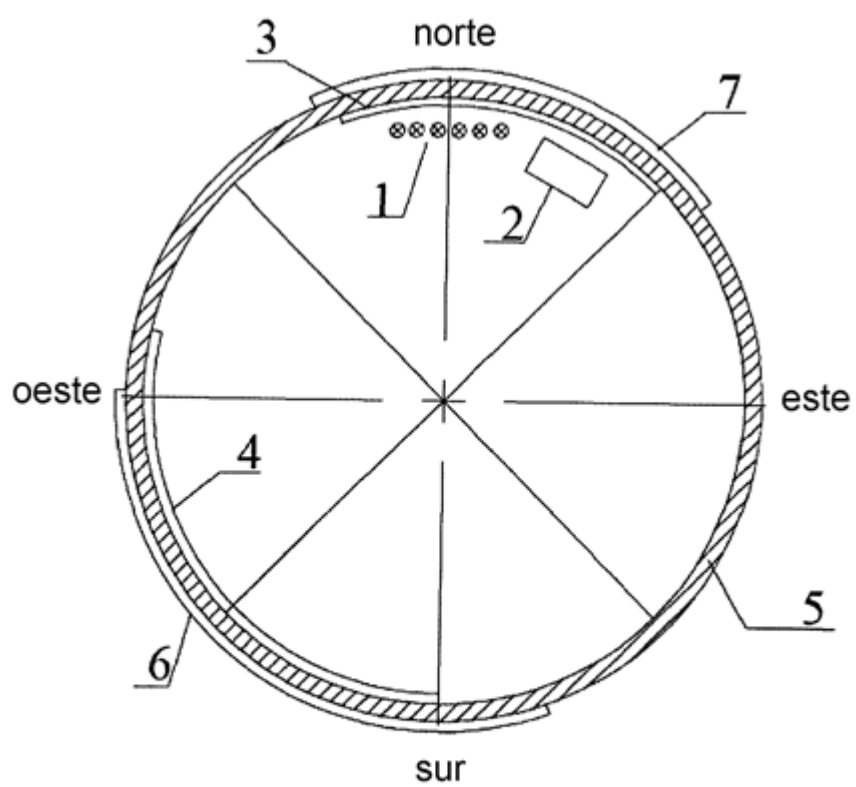


Figura 6

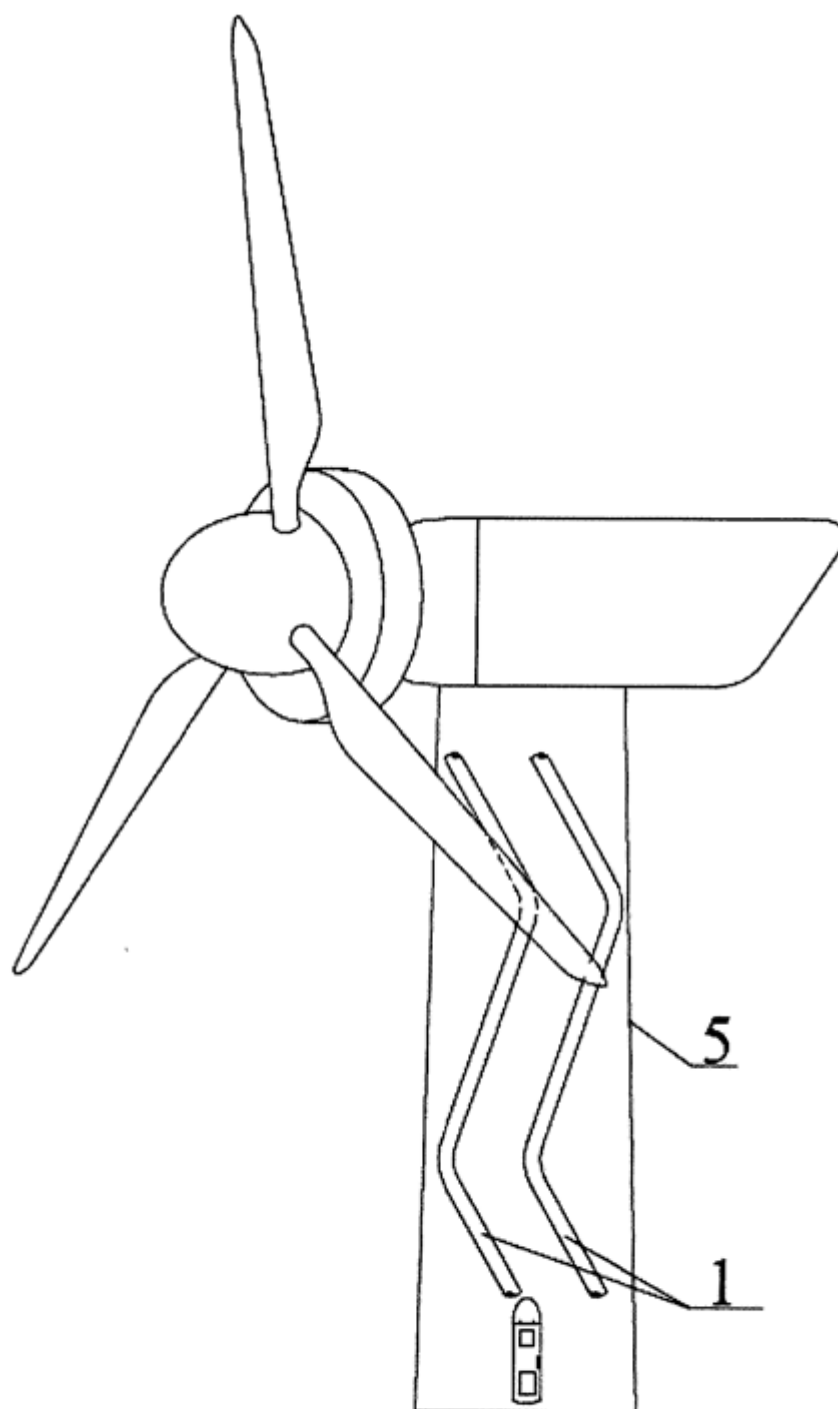


Figura 7

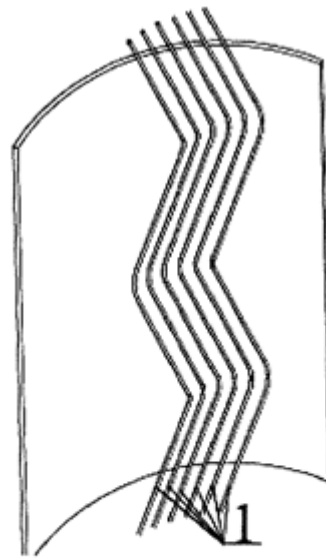


Figura 8

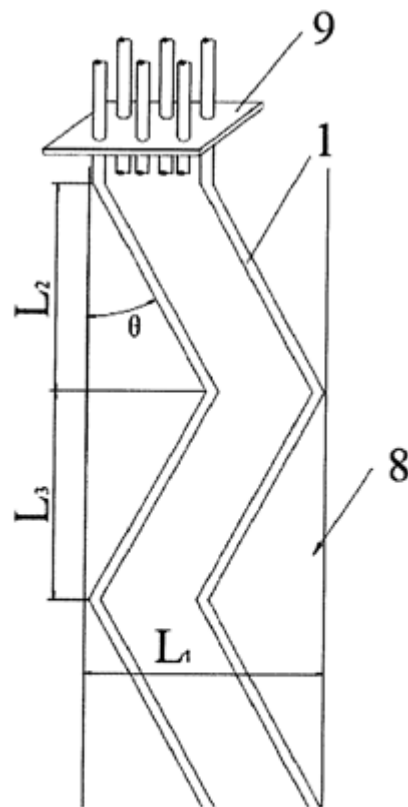


Figura 9

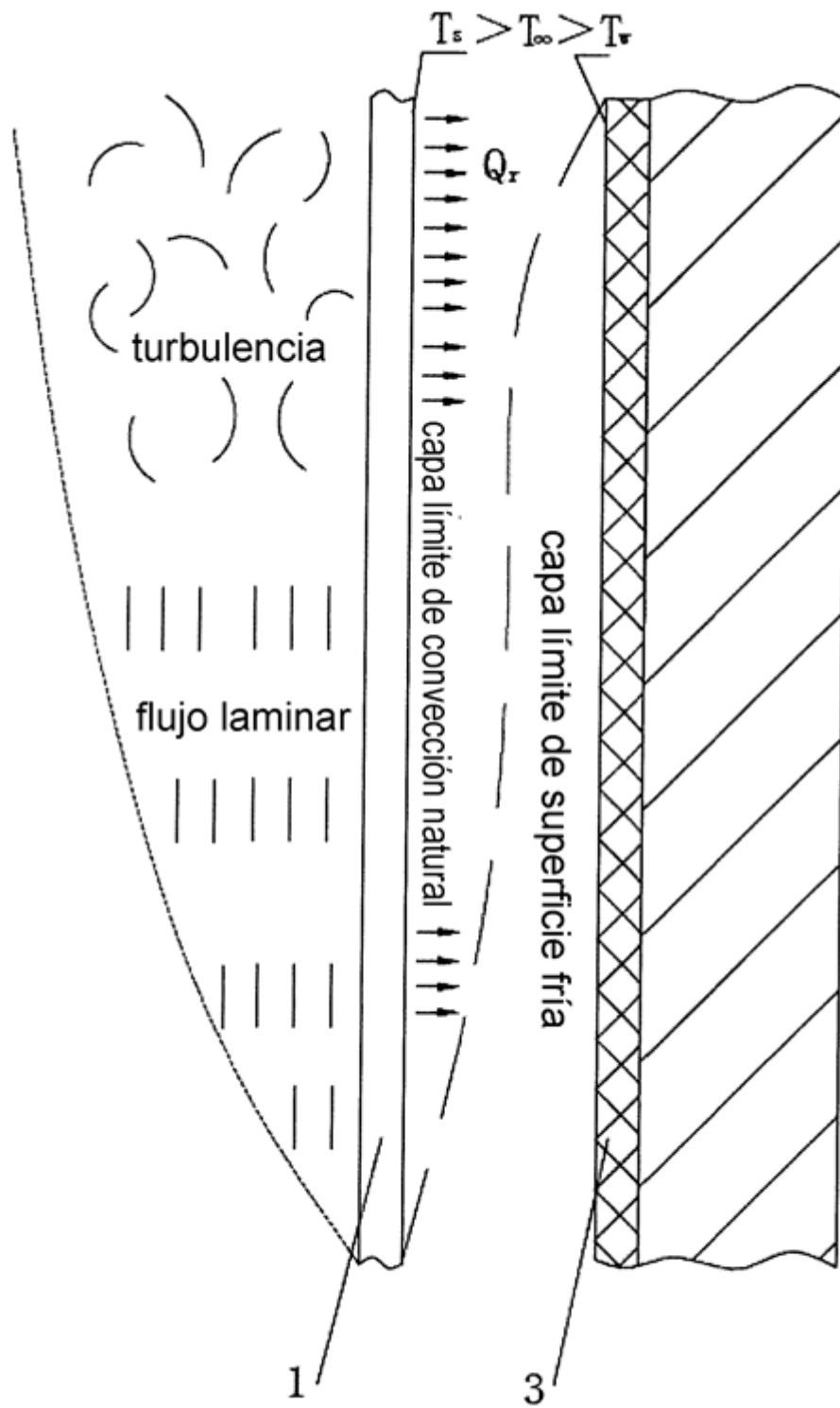


Figura 10

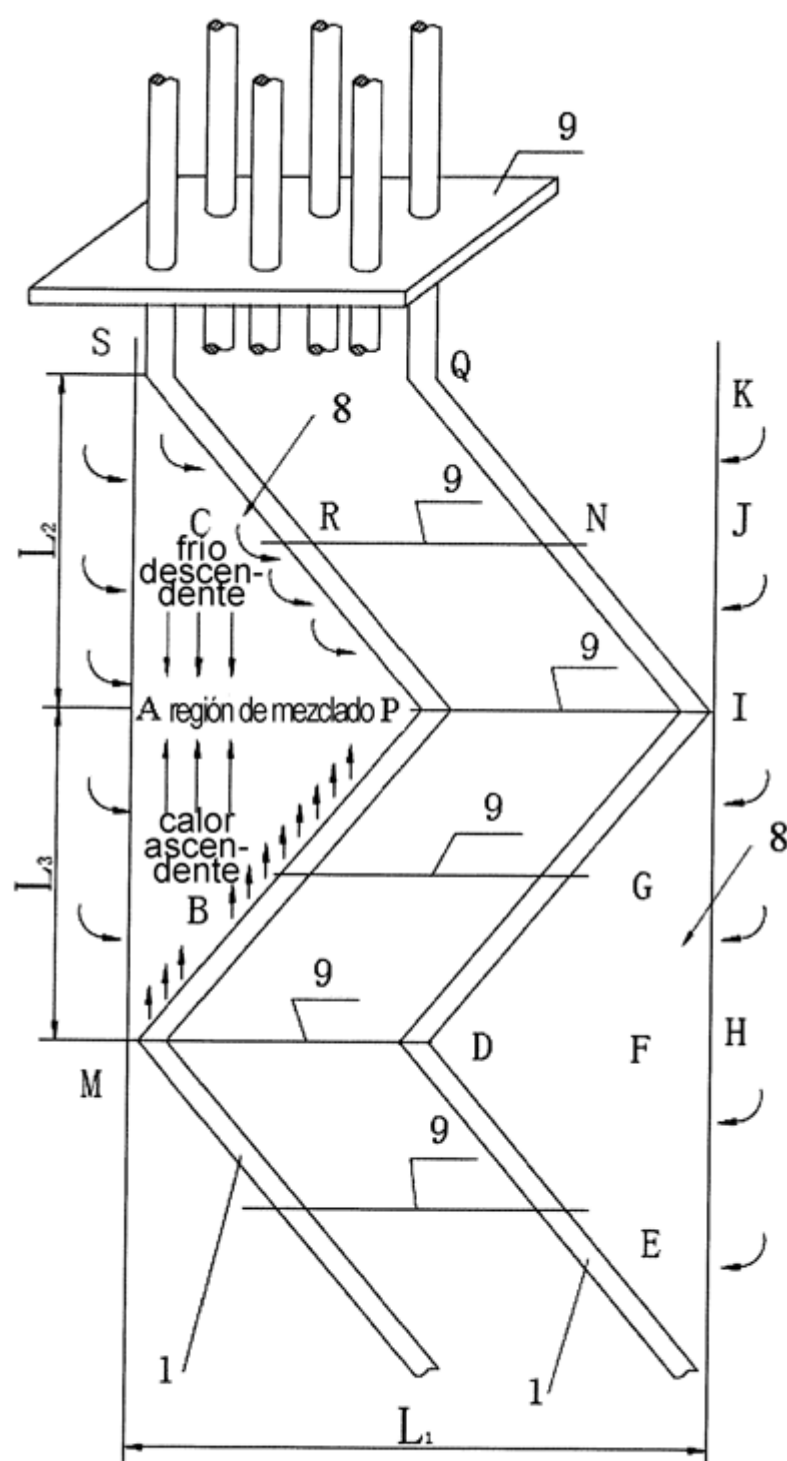


Figura 11



Figura 12

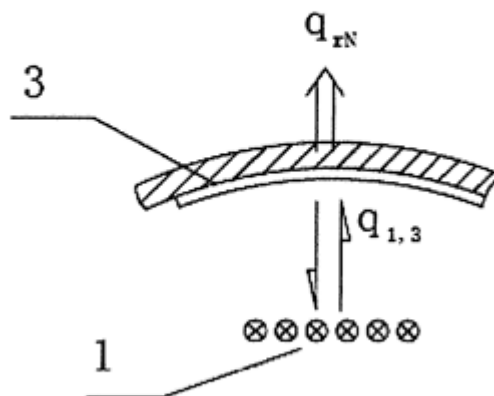


Figura 13

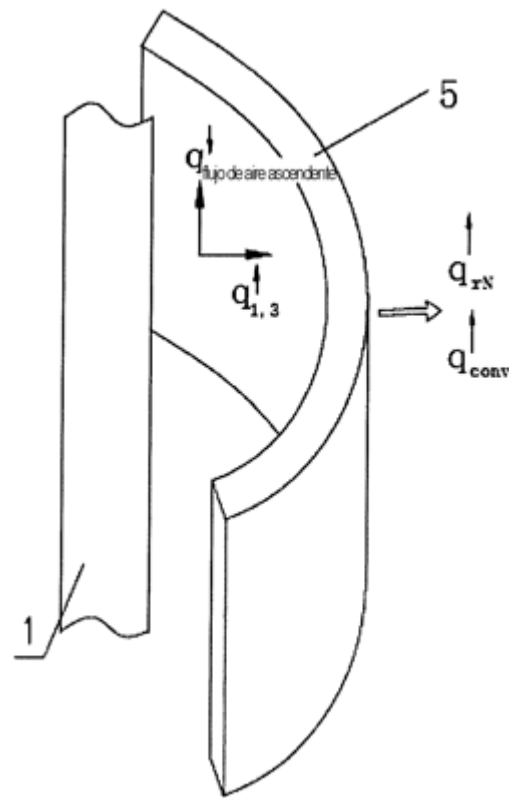


Figura 14

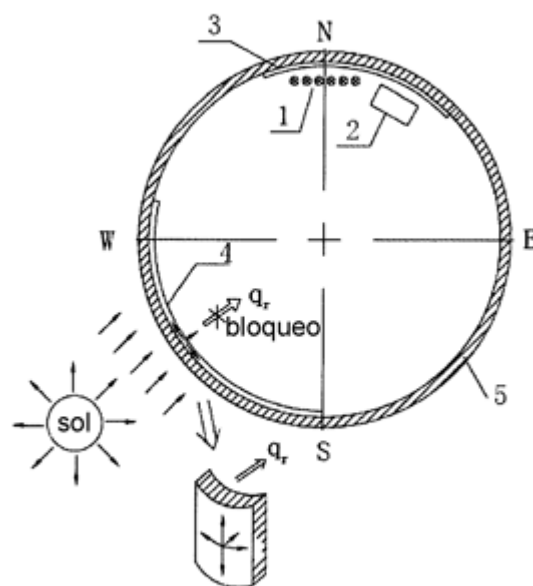


Figura 15

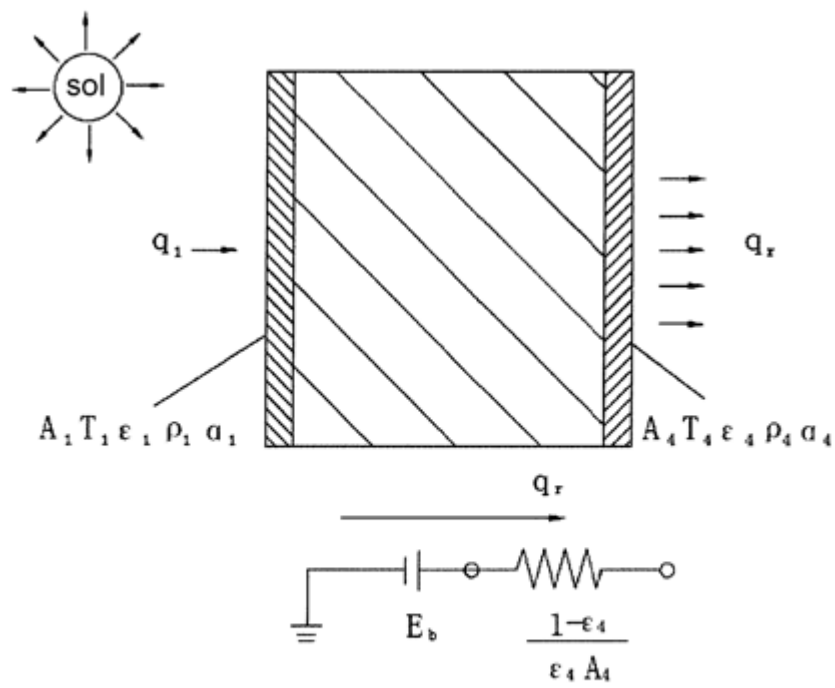


Figura 16

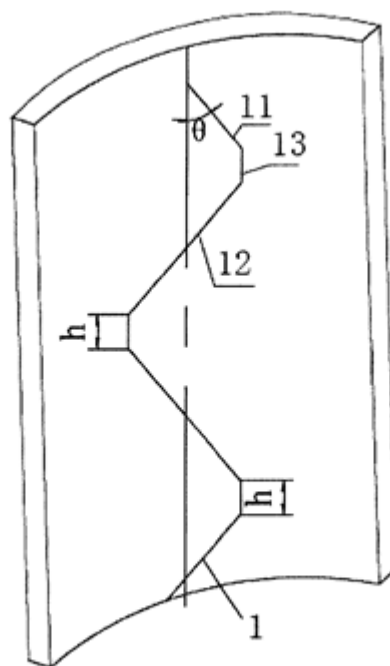


Figura 17

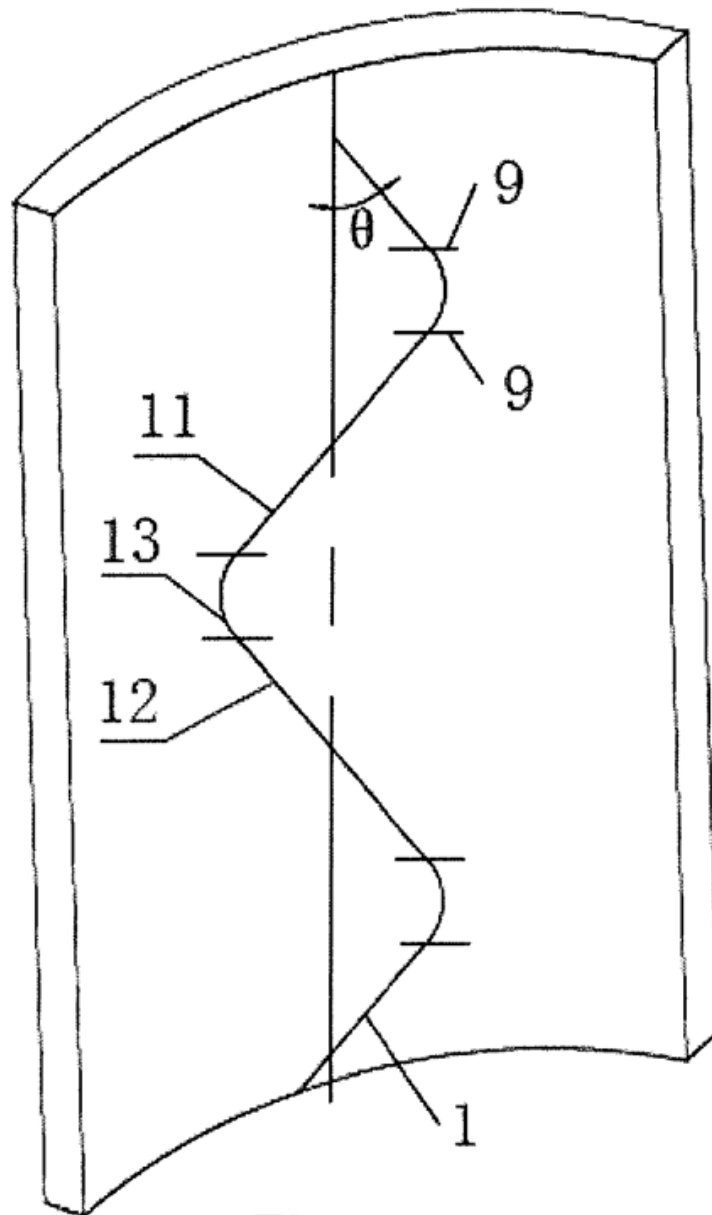


Figura 18