

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 957**

51 Int. Cl.:

**H01B 7/42**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2013** E 13191206 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017** EP 2731112

54 Título: **Cable eléctrico para planta solar generadora de energía eléctrica y energía térmica y planta que lo comprende**

30 Prioridad:

**07.11.2012 IT MI20121899**

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

**14.11.2017**

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)  
Via Chiese, 6  
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**SARCHI, DAVIDE;  
HEROLD, EDUARD;  
MARTINELLI, PAOLO;  
BECHIS, MASSIMO y  
SCHORR, BURKHARD**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 641 957 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**

Cable eléctrico para planta solar generadora de energía eléctrica y energía térmica y planta que lo comprende

5 La presente invención se refiere a un cable eléctrico. En particular, la presente invención se refiere a un cable eléctrico para una planta solar para generar energía eléctrica y energía térmica. La presente invención se refiere también a una planta solar que comprende dicho cable.

Se conocen plantas solares para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar. A modo de ejemplo, se conocen plantas fotovoltaicas que generan energía eléctrica convirtiendo la radiación solar por medio de módulos fotovoltaicos.

10 También se conocen plantas solares para generar calor. Generalmente, estas plantas solares calientan un fluido, por ejemplo, agua.

Finalmente, se conocen plantas solares híbridas que proporcionan generación de energía eléctrica y de energía térmica. Tales plantas también se conocen como plantas de "cogeneración solar". De aquí en adelante, como "planta de cogeneración solar" se entiende una planta capaz de convertir la radiación solar en energía eléctrica y en energía térmica.

15 Normalmente, una planta de cogeneración solar comprende al menos una célula que produce corriente eléctrica, por ejemplo, una célula fotovoltaica, y opcionalmente un concentrador de radiación solar. Normalmente, una planta de cogeneración comprende al menos una superficie expuesta a la radiación solar y, opcionalmente, capaz de autoorientarse para seguir la trayectoria del sol. El concentrador proporciona la obtención de una mayor densidad de radiación solar (fotones) en la célula.

20 Normalmente, una planta de cogeneración solar comprende también un circuito eléctrico para transportar la energía eléctrica generada y un circuito hidráulico para transportar el fluido calentado. El circuito eléctrico, a su vez, comprende dos conductores eléctricos y el circuito hidráulico, a su vez, comprende dos conductos, uno para el fluido a calentar y otro para el fluido calentado.

25 El solicitante ha comprobado que la gestión in situ de los conductores eléctricos, de los correspondientes conectores eléctricos, de los conductos para el transporte de fluidos y de las conexiones relativas es compleja y bastante inconveniente, ya que el instalador tiene que tener cuidado de no echar los cables y tubos sobre el concentrador o sobre la superficie expuesta al sol, y también tiene que comprobar la correcta colocación relativa de los conductores y de los tubos, lo que implica un mayor tiempo de instalación y por lo tanto mayores costes. Además, un instalador podría cometer errores y llevar a cabo conexiones que son incorrectas o, de todas maneras, que no garantizan la  
30 seguridad y la eficiencia de la planta.

El solicitante se fijó el objetivo de mejorar la gestión de los conductores eléctricos y de los conductos para el transporte de fluidos en un sistema de cogeneración solar.

35 El solicitante percibió que el objetivo mencionado anteriormente puede lograrse organizando los conductores eléctricos y los conductos para el transporte de fluidos en un solo cable de configuración plana (en el que los elementos internos están dispuestos con ejes longitudinales que son sustancialmente paralelos y situados en el mismo plano).

Con respecto a un cable que tiene una sección transversal circular, un cable plano tiene desventajas en términos de flexibilidad, ya que solo puede doblarse fácilmente en dos direcciones. Por lo tanto, la selección de un cable plano para facilitar la instalación y la gestión de una planta de cogeneración solar puede no ser ventajosa a primera vista.

40 Sin embargo, el solicitante comprobó que la organización de los conductores eléctricos y de los conductos para el transporte de fluidos en un solo cable plano tiene ventajas sorprendentes, como se explicará más adelante.

45 El documento WO 2012/079631 describe un cable eléctrico de alta tensión que comprende al menos un núcleo de cable, al menos un tubo de refrigeración para enfriar el núcleo de cable adaptado para transportar un fluido refrigerante y un recubrimiento de cable que encierra al al menos un núcleo de cable y al al menos un tubo de refrigeración. El cable eléctrico comprende además al menos un elemento conductor de calor que rodea al al menos un núcleo de cable y que está dispuesto en contacto térmico con el al menos un núcleo de cable y el al menos un tubo de refrigeración.

50 El documento GB 1368497 describe un conjunto de cable de energía eléctrica que comprende un cable de energía eléctrica que tiene un conducto a lo largo de su longitud para hacer circular un refrigerante evaporable para enfriar el cable.

El documento GB 875930 describe un cable eléctrico de corriente de fuerza que comprende un núcleo aislado con envoltura metálica encerrado en un recubrimiento protector impermeable exterior de material plástico en el que se proporcionan una pluralidad de conductos o canales para la circulación de un fluido refrigerante a su través.

Las soluciones anteriores se refieren a cables eléctricos que contienen conductos para hacer circular un fluido adecuado para mantener la temperatura del cable dentro de límites definidos.

El fluido del sistema de circulación de la presente invención se calienta y retiene sustancialmente el calor adquirido a lo largo de toda la extensión del cable, poniéndolo a disposición de un usuario del sistema de cogeneración.

- 5 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable plano mixto que tiene, en sección transversal, un lado mayor, y que comprende dos conductores eléctricos principales y al menos dos conductos para la circulación de fluidos.

Ventajosamente, los conductores eléctricos principales están dispuestos en proximidad de un extremo del lado mayor del cable mixto.

- 10 Para los fines de la presente descripción y reivindicaciones, el término "cable mixto" designa un cable que comprende conductores eléctricos, configurados también para transportar corrientes de diferente valor, junto con otros elementos que tienen una función diferente, por ejemplo, tubos para el transporte de fluidos.

Para los fines de la presente descripción y reivindicaciones, el término "cable plano" designa un cable en el que los elementos internos están dispuestos con ejes longitudinales sustancialmente paralelos y situados en el mismo plano.

- 15 Normalmente, la forma de un cable plano en sección transversal, considerada en un plano transversal al eje longitudinal del cable, es sustancialmente rectangular. Tiene preferentemente bordes redondeados. El lado mayor de esta sección transversal se denomina anchura y el lado menor se denomina altura. Preferentemente, la anchura de la sección transversal del cable es al menos el doble de la altura de la sección transversal del cable. Más preferentemente, la anchura es al menos tres veces la altura.

- 20 Para los fines de la presente descripción y reivindicaciones, el término "conductor eléctrico" designa un metal conductor, generalmente en forma de hilos de unión, rodeado por capas concéntricas que tienen diversas funciones, incluyendo el aislamiento eléctrico.

Preferentemente, los dos conductos para la circulación de fluidos están dispuestos cada uno junto a uno de los conductores eléctricos principales, en una posición interior con respecto al extremo correspondiente del lado mayor del cable mixto.

- 25 Ventajosamente, el cable de la presente invención comprende al menos otro conductor, denominado conductor secundario. Preferentemente, estos conductores secundarios están dispuestos en una posición más interna que la de los dos conductos para la circulación de fluidos con respecto a los extremos del lado mayor del cable.

- 30 Los conductores secundarios pueden tener funciones de conexión eléctrica, por ejemplo, para el servicio de sensores de la planta. La capacidad eléctrica de los conductores secundarios es, sin embargo, menor que la de los conductores principales. Los conductores secundarios pueden comprender conductores ópticos.

Preferentemente, el cable de la invención comprende una envoltura exterior que rodea al menos a los dos conductores eléctricos principales y a los dos conductos para la circulación de fluidos, y a base de copolímero reticulado de etileno/acetato de vinilo, al que opcionalmente se añade un aditivo anti-UV.

- 35 Preferentemente, la envoltura exterior se añade con un aditivo ignífugo. Ejemplos de aditivos ignífugos son el hidróxido de aluminio y el hidróxido de magnesio natural o sintético.

Ventajosamente, cada conductor eléctrico principal comprende un núcleo conductor formado por una pluralidad de conductores de cobre, cada uno opcionalmente cubierto por una capa de estaño. Preferentemente, el núcleo conductor es un conductor de clase 5 de acuerdo con la norma EN 60228 2004-11.

- 40 Preferentemente, el núcleo conductor de cada conductor eléctrico principal está rodeado por una o más cintas de tela no tejida.

Ventajosamente, cada conducto para la circulación de fluidos comprende un tubo corrugado, preferentemente de acero inoxidable.

- 45 Cada conducto para la circulación de fluidos comprende preferentemente una capa de silicona en una posición radialmente externa con respecto al tubo corrugado. Ventajosamente, se dispone un trenzado de alambres entre el tubo corrugado y la capa de silicona.

- 50 En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a una planta de cogeneración solar que comprende al menos una célula adaptada para producir corriente eléctrica, conectada a una planta para la distribución de energía eléctrica y de fluido caliente mediante un cable plano mixto que tiene, en sección transversal, un lado mayor y que comprende dos conductores eléctricos principales y al menos dos conductos para la circulación de fluidos, estando dispuestos los conductores eléctricos principales cada uno en un extremo del lado mayor del cable.

Las células adaptadas para producir corriente eléctrica se eligen preferentemente entre células fotovoltaicas, termoeléctricas o termoiónicas.

Ventajosamente, la planta de cogeneración de la presente invención comprende un concentrador de radiación solar (fotones).

- 5 Ventajosamente, la planta de cogeneración de la invención comprende al menos una superficie expuesta a la radiación solar y, preferentemente, capaz de autoorientarse para seguir la trayectoria del sol.

La presente invención se hará más clara a la luz de la siguiente descripción detallada, que se proporciona puramente a modo de ejemplo no limitativo y que debe leerse con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 - la figura 1 es una sección transversal esquemática de un cable de acuerdo con una primera realización de la presente invención;  
- la figura 2 es una sección transversal esquemática de un cable de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;  
- la figura 3 es una sección transversal esquemática de un cable de acuerdo con una tercera realización de la presente invención; y  
15 - la figura 4 muestra esquemáticamente una planta de cogeneración solar que comprende un tramo de cable de acuerdo con la presente invención.

La figura 1 es una sección transversal esquemática de un cable 10 de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

- 20 El cable 10 comprende una envoltura 2 exterior fabricada de material polimérico resistente a los rayos UV. En una realización, la envoltura exterior está fabricada de un polímero resistente hasta aproximadamente 120 °C durante al menos 20 años de acuerdo con el modelo de envejecimiento de Arrhenius, y flexible, por ejemplo, un copolímero reticulado de etileno/acetato de vinilo mezclado con un aditivo anti-UV. Este material es particularmente ventajoso porque ofrece buena flexibilidad, resistencia y relleno intersticial.

- 25 Ventajosamente, el material polimérico de la envoltura 2 exterior es ignífugo, es decir es capaz de resistir el fuego y de retrasar su propagación de acuerdo con las normas IEC 332-1 (1993) e IEC 332-3 (1992).

En una realización, el cable 10 tiene una anchura L de aproximadamente 30 mm a aproximadamente 40 mm y una altura H de aproximadamente 15-20 mm, por ejemplo 18 mm.

- 30 Preferentemente, el cable 10 de la presente invención es un cable que, visto en sección transversal con respecto al eje longitudinal, es aproximadamente rectangular con lados cortos formados por líneas curvas, por ejemplo, por semicírculos, como se muestra en la figura 1.

El cable 10 tiene un eje 11 longitudinal. La figura 1 muestra también las trayectorias de dos planos X-X e Y-Y, que son perpendiculares entre sí y que pasan a través del eje 11 longitudinal. El cable 1 mostrado en la figura 1 es preferentemente simétrico con respecto al plano X-X y al plano Y-Y.

- 35 El cable 10 comprende dos conductores 3a y 3b principales y dos conductos 5h y 5c para el transporte de fluidos. Los dos conductores 3a y 3b son iguales. Para comodidad descriptiva, éstos se designarán simplemente por el número 3. De forma similar, los conductos 5h y 5c también son iguales, y, para comodidad descriptiva, se designarán simplemente por el número 5. Las letras "a", "b", "c" y "h" se utilizarán, por ejemplo, al describir las simulaciones llevadas a cabo en el cable de la presente invención.

- 40 Como se muestra esquemáticamente en la figura 1, los dos conductores 3 principales están dispuestos preferentemente en los dos extremos La y Lb laterales del cable 10, es decir, con la mayor separación axial con respecto al plano YY. Cada conductor 3 principal comprende preferentemente, desde el centro hacia fuera, un núcleo 31 conductor, una primera cinta 32, por ejemplo, fabricada de poliéster, que se extiende longitudinalmente alrededor del núcleo 31, una capa 33 interior aislante y una segunda cinta 34.

- 45 El núcleo 31 conductor está ventajosamente formado por una pluralidad de conductores de cobre, cada uno opcionalmente cubierto por una capa de estaño. Ventajosamente, el núcleo conductor es un conductor de clase 5 de acuerdo con la norma EN 60228 2004-11. Los núcleos conductores que tienen tal estructura tienen características de flexibilidad marcadas que facilitan la instalación del cable y su funcionamiento, especialmente en una planta equipada con una superficie expuesta a la radiación solar y capaz de autoorientarse para seguir la trayectoria del sol, cuando el cable se somete a torsión.

- 50 La capa 33 interior aislante puede estar fabricada de material de silicona, por ejemplo, Elastosil R 501/75 MH L8-0 C6 Negro 9005 RM041271, o de un polímero, tal como un copolímero de etileno/propileno. Ventajosamente, la capa 33 tiene características ignífugas como se ha mencionado anteriormente.

La segunda cinta 34 puede ventajosamente estar en forma de una cinta de poliéster no tejida.

## ES 2 641 957 T3

Las cintas 32 y/o 33 facilitan el procedimiento de separación del núcleo 31 conductor, por ejemplo, cuando es necesario conectar el núcleo 31 conductor a otros elementos o componentes eléctricos (no mostrados).

En una realización, el diámetro exterior del conductor 3 principal es de aproximadamente 13 mm.

5 En la realización mostrada en la figura 1, los conductos 5 para el transporte de fluidos tienen una sección transversal aproximadamente circular y están dispuestos ventajosamente en una posición axialmente interior con respecto a los dos conductores 3 principales.

Preferentemente, los dos conductos 5 para el transporte de fluidos están dispuestos simétricamente con respecto al plano Y-Y, es decir los centros de los mismos, situados sustancialmente en el plano X-X, están sustancialmente a la misma distancia con respecto al plano Y-Y.

10 En una realización, cada conducto 5 comprende un tubo 51 corrugado, preferentemente de acero inoxidable. El tubo 51 puede tener un diámetro interior de aproximadamente 6 mm y un diámetro exterior de aproximadamente 9,5 mm.

Preferentemente, una capa 52 de cinta no tejida, por ejemplo, de poliéster, se enrolla alrededor del tubo 51 corrugado, con una superposición mínima igual, por ejemplo, a aproximadamente el 25 %.

15 Preferentemente, el conducto 5 comprende también, en una posición radialmente externa con respecto a la capa 52, un trenzado de alambres de poliéster (no mostrada) y, en una posición externa con respecto a la misma, una capa 53 de silicona, por ejemplo, elastosil R 501/75 MH L8-0 C6 5015 RM042438. El trenzado permite ventajosamente extrudir la siguiente capa 53 alrededor de los elementos corrugados del tubo 51. Ventajosamente, el ángulo de trenzado es inferior a 30 ° con respecto al eje longitudinal del tubo.

20 Preferentemente, el conducto 5 también comprende, en una posición radialmente externa con respecto a la capa 53 de silicona, una capa 54 adicional de cinta de poliéster no tejida, con un solapamiento mínimo igual, por ejemplo, aproximadamente al 25 %.

El conducto 5 puede comprender también, en una posición radialmente externa con respecto a la capa 54, una capa adicional de cinta de poliéster (no mostrada).

25 Ventajosamente, el diámetro exterior del conducto 5 es sustancialmente idéntico al diámetro exterior de los conductores 3 principales, por ejemplo, aproximadamente 13 mm.

Los dos conductos 5 forman un circuito para el transporte de fluidos: uno de los dos conductos (que se denomina 5c) lleva el fluido a calentar mientras que el otro de los dos conductos (que se denomina 5h) lleva el fluido calentado.

30 La figura 2 es una sección transversal esquemática de un cable 20 de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. El cable 20 comprende elementos similares a los del cable 10, y estos se han designado con los mismos números de referencia que los usados en la figura 1. Este cable también es preferentemente sustancialmente simétrico con respecto al plano X-X y al plano Y-Y.

35 Además de los elementos ya presentes también en el cable 10, el cable 20 comprende un conductor eléctrico secundario destinado a conectar los sensores de detección/diagnóstico, el conductor 7 sensorial. Este último está dispuesto preferentemente en una posición axialmente interna con respecto a los dos conductores 3 y a los dos conductos 5. Esta disposición es ventajosa porque proporciona un cable simétrico con respecto al plano Y-Y. Además, permite mantener los conductores 3 principales en los extremos del cable y los conductos 5 a lo largo de los conductores 3 (por razones que se explicarán más claramente a continuación). En la realización mostrada en la figura 2, el conductor 7 sensorial está dispuesto entre los dos tubos 5.

40 El conductor 7 sensorial comprende una pluralidad de pares 71 de hilo de cobre trenzados adecuadamente. A modo de ejemplo, comprende cuatro pares de hilos de cobre. El par de hilos puede tener un área de sección transversal de 0,75 mm<sup>2</sup>, por ejemplo.

En una posición radialmente externa con respecto a los pares 71 de hilo, se proporciona un aislamiento 72, por ejemplo, fabricado de etilvinilacetato (EVA), con un espesor de aproximadamente 0,6 mm, por ejemplo.

45 Preferentemente, se dispone un espesor 73 fabricado de un material de silicona en una posición radialmente externa con respecto al aislamiento 72.

Preferentemente, se proporciona una capa 74 fabricada de cinta de poliéster no tejida en una posición radialmente externa con respecto al espesor 73.

Puede proporcionarse un trenzado de alambres de poliéster (no mostrado) en una posición radialmente externa con respecto a la capa 74. Dicho trenzado ayuda ventajosamente a un procedimiento de extrusión estable.

50 Puede proporcionarse una capa adicional fabricada de una cinta de poliéster no tejida (no mostrada) en una posición radialmente externa con respecto a dicho trenzado.

En una realización preferida, el diámetro exterior del conductor 7 sensorial es sustancialmente idéntico al diámetro exterior del conductor 3 principal, por ejemplo, aproximadamente 13 mm.

En una realización, el cable 20 tiene una anchura L de aproximadamente 40 mm a aproximadamente 50 mm y una altura H de aproximadamente 15-20 mm, por ejemplo 18 mm.

- 5 La figura 3 es una sección transversal esquemática de un cable 30 de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. El cable 30 comprende elementos similares a los del cable 10 y del cable 20, y estos se han designado con los mismos números de referencia que los utilizados en las figuras 1 y 2.

10 Además de los elementos presentes también en el cable 10 y en el 20, el cable 30 comprende un conductor 9 eléctrico secundario. El conductor 9 secundario tiene una gama de corriente menor que la de los conductores 3 principales y, como resultado, desarrolla menos calor. En vista de esto, de acuerdo con la presente invención, está dispuesto preferentemente en una posición axialmente interior tanto con respecto a los conductores 3 principales como a los tubos 5 para el transporte de fluidos.

15 El conductor 9 secundario comprende, por ejemplo, dos núcleos 91 conductores que tienen un diámetro, por ejemplo, de aproximadamente 9,5 mm. Los núcleos 91 conductores están constituidos por hilos de cobre trenzados, cada uno opcionalmente cubierto por una capa de estaño, y ventajosamente de clase 5 de acuerdo con la norma EN 60228 2004-11.

Preferentemente, los núcleos 91 conductores están trenzados con elementos 93 de trenzado auxiliares, obtenidos por ejemplo mediante la extrusión de un polímero sobre un soporte de hilado.

20 Se proporciona una capa 92 aislante, fabricada por ejemplo de material de silicona, en una posición radialmente externa con respecto a los núcleos 91 conductores y, si es apropiado, a los elementos 93 de relleno. La capa 92 aislante puede tener un espesor de aproximadamente 0,9 mm.

Preferentemente, se proporciona una capa 94 de cinta, fabricada por ejemplo de poliéster no tejido, en una posición radialmente externa con respecto a la capa 92 aislante.

25 En una posición radialmente externa con respecto a la capa 94 de cinta, se proporciona una sección 95 de espesamiento, fabricada por ejemplo de material de silicona, que preferentemente, a su vez está recubierta por un trenzado 96, por ejemplo, de hilos de poliéster. El trenzado 96 mejora ventajosamente la extrusión de la envoltura 2 exterior.

Preferentemente, se proporciona una cinta (no mostrada), fabricada por ejemplo de poliéster no tejido, en una posición radialmente externa con respecto al trenzado 96.

30 Preferentemente, el diámetro exterior del conductor 9 secundario es sustancialmente idéntico al diámetro exterior del conductor 3 principal, por ejemplo, aproximadamente 13 mm.

En la tercera realización, el cable 10 tiene una anchura L de aproximadamente 50 mm a aproximadamente 70 mm, por ejemplo, de aproximadamente 60 mm, y una altura H de aproximadamente 15-20 mm, por ejemplo 18 mm.

35 En todas las tres realizaciones, es preferible que los conductores y los conductos del circuito hidráulico tengan sustancialmente el mismo diámetro. Preferentemente, los conductores y los conductos del circuito hidráulico están dispuestos de manera que su eje longitudinal se sitúa en el mismo plano (X-X), que es el plano de flexión preferencial del cable.

40 La figura 4 muestra un diagrama a modo de ejemplo de una planta de cogeneración de concentración de energía solar de acuerdo con una realización de la presente invención. La planta 100 comprende una superficie 101 expuesta a la radiación solar (que tiene una forma cóncava), y una célula 102 adaptada para producir corriente eléctrica y que incluye también un intercambiador de calor (no mostrado en detalle). La célula 102 convierte el flujo solar concentrado en energía eléctrica y en energía térmica. A modo de ejemplo y con preferencia, la energía térmica se transfiere posteriormente a un fluido bombeado a través de un circuito cerrado y a continuación se transporta a un usuario o a una planta 103. Ventajosamente, la superficie expuesta a la radiación solar está montada sobre un soporte 104 por medio de brazos 106, capaces de seguir el recorrido del sol moviéndose a lo largo de dos ejes.

La célula 102 está conectada al usuario 103 por medio de una longitud de cable 30 de acuerdo con la presente invención. El cable puede ser de acuerdo con la primera realización, a la segunda realización o a la tercera realización.

50 Como puede verse en la figura 4, la célula 102 está soportada por un brazo 105 y está conectada al cable 30. La presencia del brazo y del cable crea áreas de sombra en la superficie expuesta a la radiación solar. Estas áreas de sombra pueden reducir la eficiencia de la planta. Ventajosamente, el cable de acuerdo con la presente invención tiene una sección transversal reducida (altura H) y puede estar dispuesto de tal manera que se cree un área reducida de sombra. De hecho, el cable puede disponerse por e borde, de manera que la sombra proyectada sobre

la superficie 101 esté dada por la longitud del cable multiplicada por la anchura H. Esta anchura H es menor que el diámetro de un cable que tiene una sección transversal circular (no mostrada) que incorpora dos conductores principales que tienen el diámetro de los conductores 3 y dos conductos que tienen el diámetro de los conductos 5.

5 Por lo tanto, ventajosamente, el cable plano de acuerdo con la presente invención aumenta la eficiencia de una planta de cogeneración solar en la que crea áreas de sombra menos extensas.

10 En otras realizaciones (no mostradas), la planta de cogeneración solar podría comprender una primera fase de generación de energía eléctrica por efecto termoiónico (en el que la radiación solar calienta un componente cerámico que emite electrones a través del efecto termoiónico). La corriente así generada es del orden de 100 o 200 A, a baja tensión. La planta podría comprender además una segunda fase de generación de energía eléctrica por efecto termoeléctrico (a través de un generador termoeléctrico conocido). La corriente así generada tendría un valor que es menor que el generado por efecto termoiónico, pero a una tensión más alta. La planta podría comprender además una tercera fase (fase hidráulica o térmica) para calentar un fluido (por ejemplo, agua), haciendo que circule a una temperatura de aproximadamente 90 °C.

15 Ventajosamente, la planta de la presente invención puede proporcionar la disposición de los conductores principales (los que transportan una corriente alta a baja tensión) en los extremos del cable de la invención. Esto proporciona una dispersión mejorada del calor generado por la corriente alta. De hecho, el calor puede dispersarse sobre una superficie más ancha.

20 La parte más interna del cable de la invención puede dedicarse en cambio a los tubos de agua. Estos quedan mejor protegidos y aislados y dispersan menos calor del que dispersarían si estuvieran situados en las posiciones más exteriores, para ponerlo a disposición del usuario final.

En la segunda y en la tercera realización, los conductores para los dispositivos sensores están alojados entre los conductos de fluido. Éstos producen poco calor ya que la corriente necesaria para alimentar los sensores normalmente es muy pequeña (del orden de 100 mA) y, por lo tanto, no requieren áreas de disipación extensas. Además, ventajosamente, están mecánicamente protegidos solo por su ubicación central.

25 Análogamente, los conductores secundarios de la tercera realización también están dispuestos en la parte central del cable. En realidad, éstos llevan una corriente relativamente baja que genera un calor reducido relevante.

30 La configuración de cable de la invención también maximiza la radiación solar recogida. De hecho, cuando el cable se encuentra en el suelo T, permanece plano, con una cara en contacto con el suelo y una cara expuesta al sol. La cara expuesta al sol tiende a calentarse y por tanto a mantener (o incluso aumentar) la temperatura del fluido en los conductos 5. La cara opuesta, en cambio, está aislada por el suelo T. Las pérdidas de calor se reducirán así considerablemente a través de esa cara.

Por último, la provisión de una estructura de cable que comprende conductores y conductos para el transporte de fluidos en una configuración optimizada hace que las operaciones de instalación sean más rápidas y prácticas y evita errores de instalación.

35 Contrariamente a la solución descrita en el documento WO 2012/079631, de acuerdo con la presente invención, los conductores no están en contacto térmico con los tubos que transportan fluido calentado. De hecho, los conductores 3 y 9 están completamente rodeados por la envoltura 2 exterior. De forma similar, los tubos 5 también están completamente rodeados por la envoltura 2 exterior.

El solicitante llevo a cabo ensayos utilizando un cable de acuerdo con la tercera realización.

40 1<sup>er</sup> ensayo

Las condiciones del primer ensayo se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1

Posición del cable:	Cable situado en el suelo, posición horizontal
Flujo solar:	1000 W/m <sup>2</sup> flujo dirigido sobre la cara superior
Corriente eléctrica:	Valor máximo 200 A en los conductores 3a y 3b principales 20 A en el conductor 9 secundario
Temperatura ambiente:	50 °C
Temperatura del agua	Tubo caliente 5h: 95 °C Tubo frío 5c: 85 °C

## ES 2 641 957 T3

Los resultados del primer ensayo se muestran en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2

Max. temperatura de los conductores 3a, 3b	122,6 °C
Max. temperatura del conductor 7 secundario	117,8 °C
Max. temperatura de la envoltura	121,4 °C
Flujo de calor en el tubo caliente 5h	4,7 W/m
Flujo de calor en el tubo frío 5c	6,8 W/m

5      Está claro que el cable 30 de acuerdo con la tercera realización de la presente invención, cuando se encontraba en el suelo y en condiciones extremas (corriente máxima en los conductores principales y temperatura exterior muy alta), tenía un flujo de calor positivo, es decir hizo que el líquido de los tubos no perdiera calor, sino más bien lo aumentó. Ventajosamente, incluso en estas condiciones extremas, ningún componente del cable alcanzó altas temperaturas (con respecto a los materiales utilizados). La temperatura máxima alcanzada por los conductores principales era de hecho de aproximadamente 120 °C. Esto hace posible garantizar una vida útil del cable de 25 años utilizando los materiales mencionados anteriormente. Al cambiar los materiales, podría ser posible garantizar una vida útil diferente a esta temperatura máxima.

### 2º ensayo

Las condiciones del segundo ensayo se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1

Posición del cable:	Cable unido al brazo de soporte; posición vertical por el borde
Flujo solar:	400 W/m <sup>2</sup> flujo dirigido hacia el lado corto más próximo al conductor 3b; 70 W/m <sup>2</sup> flujo difundido sobre las caras superior e inferior
Corriente eléctrica:	Valor máximo 100 A en los conductores 3a y 3b principales 10 A en el conductor 9 secundario
Temperatura ambiente:	20 °C
Temperatura del agua	Tubo caliente 5h: 95 °C Tubo frío 5c: 85 °C

15

Los resultados del segundo ensayo se muestran en la Tabla 2.2.

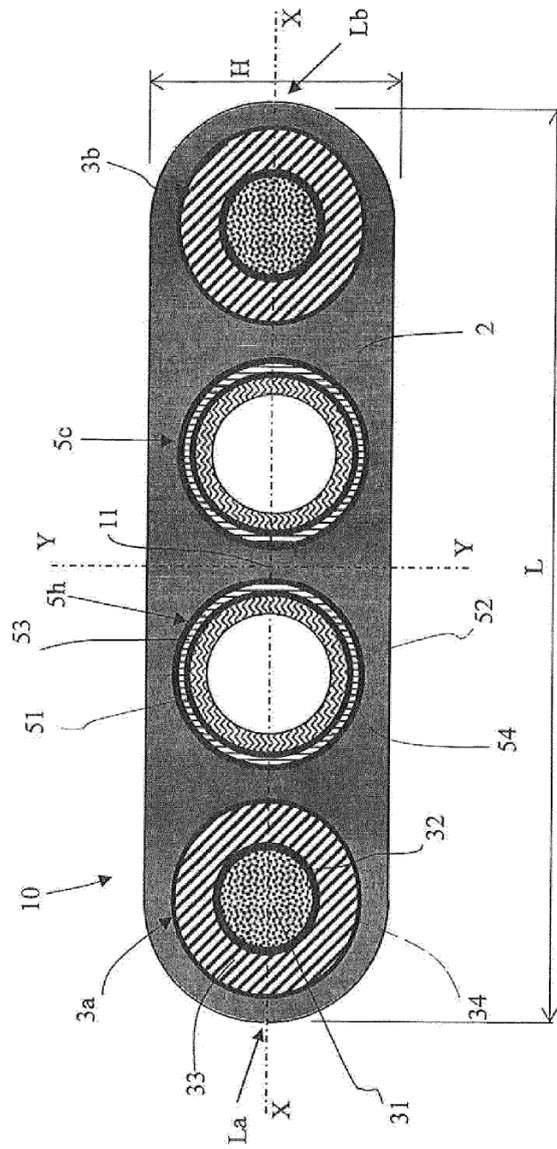
Tabla 2.2

Max. temperatura de los conductores 3a, 3b	73,5 °C
Max. temperatura del conductor 7 secundario	69,0 °C
Max. temperatura de la envoltura	85,0 °C
Flujo de calor en el tubo caliente 5h	-17,5 W/m
Flujo de calor en el tubo frío 5c	-11,9 W/m

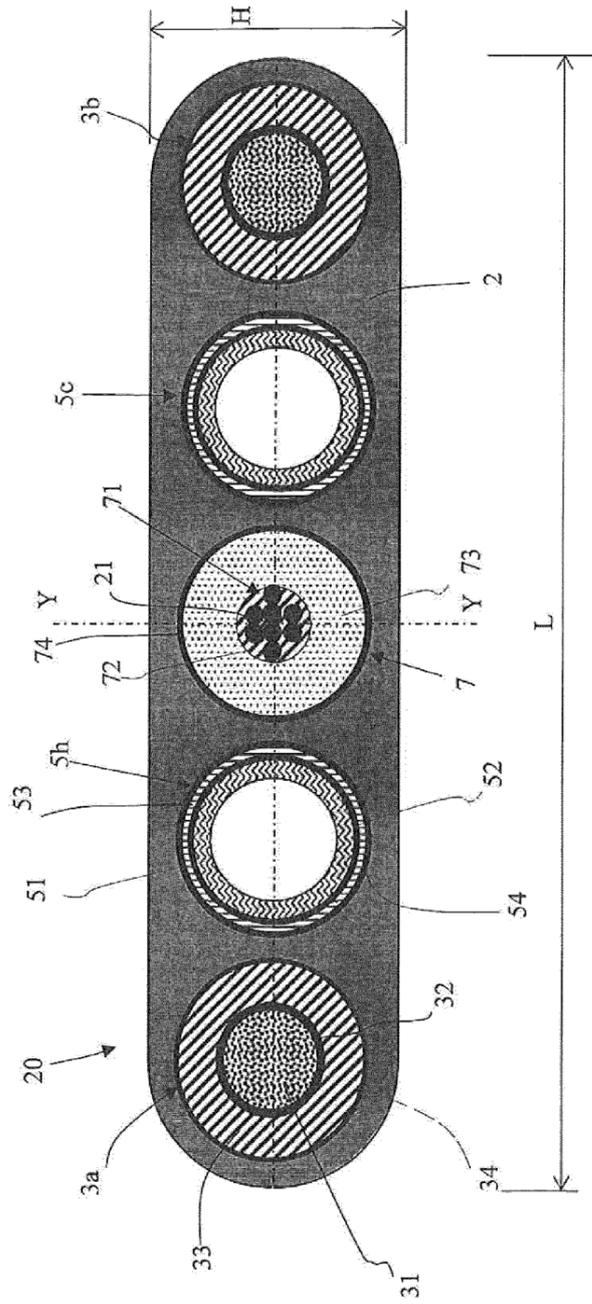
20      Está claro que el cable 30 de acuerdo con la tercera realización de la presente invención, cuando se disponía verticalmente en condiciones reales, tenía un flujo de calor ligeramente negativo, es decir, hizo que el fluido en los tubos perdiera poco calor.

**REIVINDICACIONES**

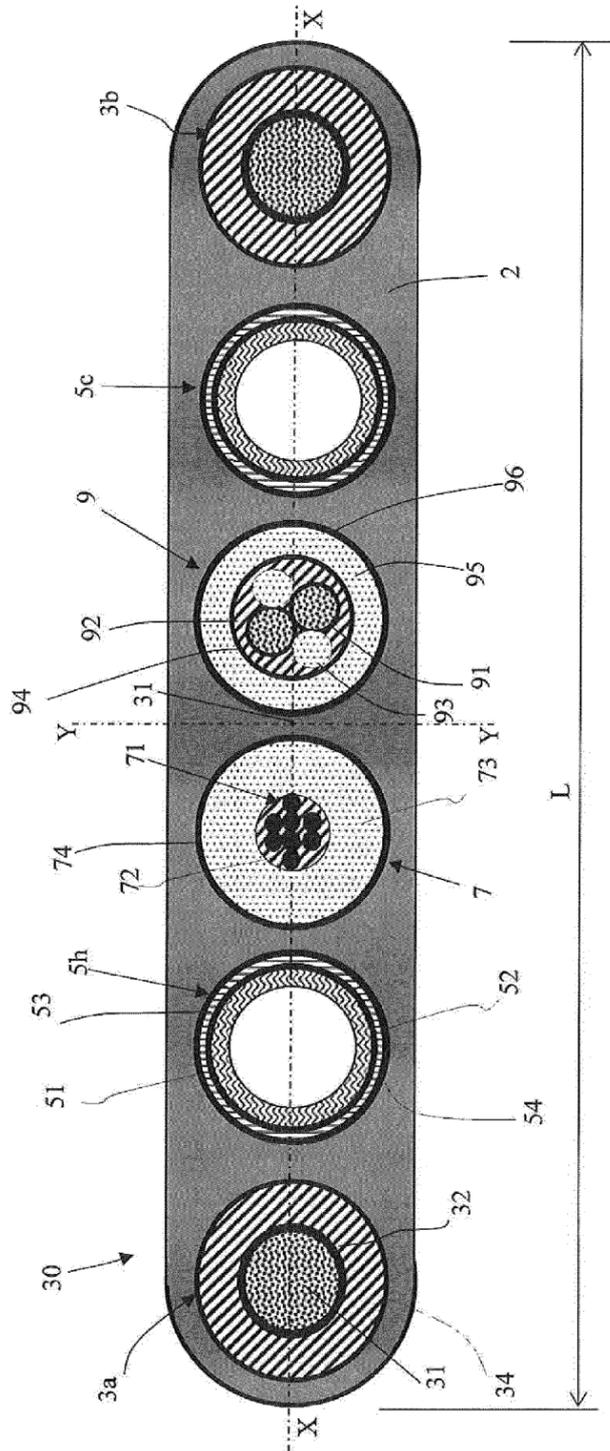
- 5 1. Un cable (10, 20, 30) plano mixto para una planta solar de generación de energía eléctrica y energía térmica que tiene, en sección transversal, un lado (L) mayor, y que comprende una envoltura (2) externa, dos conductores (3a, 3b) eléctricos principales y dos conductos (5h, 5c) para la circulación de fluidos, en el que los dos conductos (5h, 5c) para la circulación de fluidos están dispuestos cada uno junto a uno de los conductores (3a, 3b) eléctricos principales, en una posición interior con respecto al extremo (La, Lb) correspondiente del lado mayor del cable (10, 20, 30) mixto.
2. El cable (10, 20, 30) mixto de la reivindicación 1, en el que cada uno de los conductores (3a, 3b) eléctricos principales están dispuestos en la proximidad de un extremo (La, Lb) del lado mayor del cable (10, 20, 30) mixto.
- 10 3. El cable (10, 20, 30) mixto de la reivindicación 1 o 2, que comprende además al menos un conductor (7, 9) secundario.
4. El cable (10, 20, 30) mixto de la reivindicación 3, en el que dicho al menos un conductor (7, 9) secundario está dispuesto en una posición más interna que la de los dos conductos (5h, 5c) para la circulación de fluidos con respecto a los extremos del lado mayor del cable (10, 20, 30) mixto.
- 15 5. El cable (10, 20, 30) mixto de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha envoltura (2) exterior está basada en un copolímero reticulado de etileno/acetato de vinilo, al que opcionalmente se añade un aditivo anti-UV y/o un aditivo ignífugo.
6. El cable (10, 20, 30) mixto de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada conductor (3a, 3b) eléctrico principal comprende un núcleo conductor formado por una pluralidad de conductores de cobre.
- 20 7. El cable (10, 20, 30) mixto de la reivindicación 6, en el que el núcleo conductor es un conductor de clase 5 de acuerdo con la norma EN 60228 2004-11.
8. El cable (10, 20, 30) mixto de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada conducto (5h, 5c) comprende un tubo corrugado, preferentemente de acero inoxidable.
- 25 9. El cable (10, 20, 30) mixto de la reivindicación 8, en el que cada conducto (5h, 5c) comprende una capa de silicona en una posición radialmente externa con respecto al tubo corrugado y opcionalmente un trenzado de alambres dispuesto entre el tubo corrugado y la capa de silicona.
- 30 10. Una planta (100) de cogeneración solar que comprende al menos una célula (102) adaptada para producir corriente eléctrica, conectada a una planta de distribución de energía eléctrica y de fluido calentado mediante un cable (10, 20, 30) plano mixto que tiene, en sección transversal, un lado (L) mayor, y que comprende una envoltura (2) externa, dos conductores (3a, 3b) eléctricos principales y dos conductos (5h, 5c) para la circulación de fluidos



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

