

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 401**

51 Int. Cl.:

**C09D 7/48**

(2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2021 PCT/GB2021/050195**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2021 WO21152311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2021 E 21703527 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024 EP 4097184**

54 Título: **Composición para recubrir un conductor aéreo**

30 Prioridad:

**28.01.2020 GB 202001197  
30.01.2020 LU 101618**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.11.2024**

73 Titular/es:

**CABLE COATINGS LIMITED (100.0%)  
Unit 13, 10 Pepper Road, Hunslet  
Leeds LS10 2EU, GB**

72 Inventor/es:

**COOGAN, NIALL y  
PARKER, RACHEL**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 985 401 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**

Composición para recubrir un conductor aéreo

5 Campo de la presente invención

La presente invención se refiere a conductores aéreos eléctricos. Diversas realizaciones preferidas se refieren a conductores aéreos eléctricos de alta tensión que tienen un recubrimiento con el propósito de reducir la temperatura del conductor, de esta manera se reduce la resistencia del conductor (como la resistencia eléctrica depende de la temperatura) y, por tanto, reduce las pérdidas de potencia en el conductor (ya que la pérdida de potencia depende de la resistencia eléctrica). El conductor aéreo eléctrico de alta tensión recubierto incluye un agente autolimpiante fotocatalítico proporcionado en un aglutinante de poliorganosiloxano. El recubrimiento es preferentemente superhidrófobo y previene o dificulta la formación de rocío o humedad sobre el conductor recubierto. En particular, en un ambiente desértico, puede formarse rocío o humedad cargada de sal sobre un conductor durante toda la noche o a primera hora de la mañana y el rocío o humedad cargada de sal pueden ser altamente corrosivos.

Antecedentes

20 Se conocen diversos tipos diferentes de conductores aéreos eléctricos de alta tensión que comprenden cables de aluminio suspendidos entre torres de alta tensión. Los diferentes tipos de conductores aéreos eléctricos de alta tensión conocidos pueden dividirse en dos grupos. El primer grupo comprende conductores que tienen una temperatura máxima de operación de 80 °C. El segundo grupo comprende conductores que tienen una temperatura máxima de operación más alta en el intervalo de 150-250 °C.

25 Hay diversos problemas particulares asociados con los conductores aéreos eléctricos de alta tensión y estos problemas pueden volverse particularmente agudos con los conductores aéreos eléctricos de alta tensión que operan a temperaturas de operación elevadas en el intervalo de 150-250 °C. Estos conductores pueden instalarse, por ejemplo, en regiones del mundo particularmente cálidas, tales como el Sur de Estados Unidos, Oriente Medio y Australia.

30 Los conductores aéreos eléctricos de alta tensión que se instalan, particularmente en regiones cálidas del mundo padecen el problema de que los conductores aéreos se exponen a un importante calentamiento solar debido a la intensa luz solar durante la mayor parte del año. Un conductor eléctrico aéreo que está sujeto a radiación solar sostenida durante todo el año presenta una serie de desafíos operativos importantes para una compañía de servicios públicos que busca administrar una red o línea aérea de transmisión o distribución de potencia.

35 Como entenderán los expertos en la técnica, la temperatura de un conductor aéreo eléctrico de alta tensión tenderá a aumentar debido a dos factores principales. El primer factor es que habrá pérdidas óhmicas debido a la transmisión de corriente eléctrica a través del conductor, lo que resulta en un calentamiento Joule del conductor. El segundo factor es que el conductor estará sujeto a una radiación solar relativamente intensa (es decir, la luz solar) y, por tanto, será calentado por la radiación solar. Será evidente que ambos factores influirán en la elevación de la temperatura del conductor.

40 Además, se entenderá que existen un número de otros factores potenciales que tenderán a disminuir la temperatura del conductor. Por ejemplo, un conductor puede perder energía al emitir radiación infrarroja (calor). Un conductor también puede perder energía por conducción o por convección (por ejemplo, debido a corrientes de aire, viento, etc.). Sin embargo, en la práctica, las pérdidas de energía por conducción son bastante mínimas y las pérdidas de energía por convección dependen de la localización geográfica donde está instalado el conductor.

45 Los expertos en la técnica entenderán que el mecanismo de enfriamiento predominante mediante el cual un conductor eléctrico aéreo perderá energía es mediante radiación, es decir, mediante radiación de energía térmica y, en particular, radiación infrarroja en el intervalo de longitud de onda infrarroja de 2,5-30,0 μm.

50 En consecuencia, a una primera aproximación, la temperatura de un conductor eléctrico aéreo de alta tensión aumentará debido a los efectos combinados del calentamiento Joule y la radiación solar, este aumento de temperatura se compensa por la pérdida de energía debido a que el conductor emite radiación infrarroja.

55 Con propósitos ilustrativos, puede considerarse que un conductor eléctrico aéreo de aluminio desnudo tiene un coeficiente de absorptividad solar promedio A de 0,5 en todo el espectro solar de 0,3-2,5 μm. Debe entenderse que el conductor de aluminio desnudo tendrá un correspondiente coeficiente de reflectividad solar promedio R de 0,5. En consecuencia, un conductor eléctrico de aluminio desnudo expuesto a la radiación solar (es decir, la luz del sol) absorberá aproximadamente 50 % de la radiación solar incidente.

60 El efecto neto del conductor que absorbe aproximadamente 50 % de la radiación solar incidente durante un período de tiempo sostenido, junto con un calentamiento Joule significativo del conductor, causará que la temperatura del conductor aéreo aumente hasta una temperatura nominal de operación máxima. En dependencia de la localización

geográfica del conductor, las pérdidas de energía debidas a las corrientes de aire (es decir, viento) pueden ser bajas o insignificantes. La temperatura máxima de operación del conductor puede ser, o bien, de 80 °C o en el intervalo de 150-250 °C.

5 Una vez que un conductor aéreo alcanza o se acerca a su temperatura nominal de operación máxima, la compañía de servicios públicos que administra la línea o red de transmisión o distribución de potencia debe reducir la corriente transmitida a través del conductor para reducir los efectos del calentamiento Joule, de esta manera mantiene el conductor aéreo dentro de un intervalo de temperatura de operación segura.

10 Se conocen varios tipos diferentes de conductores y ahora se describirán en más detalle a continuación.

15 Todos los conductores de aluminio ("AAC") comprenden alambres de aluminio trefilados duros trenzados en capas sucesivas en direcciones opuestas para formar el conductor según BS EN 50182 o IEC 61089. Los conductores AAC pueden usarse para líneas de distribución aérea que tienen tramos relativamente cortos, alimentadores aéreos y barras colectoras de subestaciones. Los conductores AAC tienen una alta resistencia a la corrosión ya que no hay acero presente. Los conductores AAC convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.

20 Todos los conductores de aleación de aluminio ("AAAC") comprenden alambres de aleación de aluminio ("ALMELEC") trenzados en capas sucesivas en direcciones opuestas para formar el conductor según IEC 61089, BS EN 50182 o ASTM B 399. Los conductores AAAC se usan principalmente para líneas aéreas en redes eléctricas de transmisión y distribución que tienen tramos relativamente largos. Además, se usan como mensajero para soportar cables eléctricos aéreos. Los conductores AAAC tienen una alta resistencia a la corrosión ya que no hay acero presente. Los conductores AAAC convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.

25 Los conductores de aluminio con refuerzo de acero ("ACSR") comprenden una capa exterior de conductor de aluminio trenzado concéntricamente sobre un núcleo central de alambres de acero galvanizado o trenzado para formar el conductor según BS EN 50182, ASTM B 232 o IEC 61089. Los conductores ACSR se usan ampliamente para la transmisión de potencia eléctrica a largas distancias. Los conductores ACSR pueden, además usarse como mensajero para soportar cables eléctricos aéreos. Los conductores ACSR convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.

30 Los conductores de aluminio con refuerzo de acero revestido de aluminio ("ACSR/AW") comprenden una capa exterior de conductor de aluminio trenzado concéntricamente sobre un núcleo central de cable sólido o trenzado de acero revestido de aluminio para formar el conductor según ASTM B 549. Los conductores ACSR/AW se usan para la transmisión de potencia eléctrica y son ideales para tramos largos de líneas aéreas como los conductores ACSR, pero con una resistencia y capacidad de carga de corriente ligeramente mejores, además de una buena resistencia a la corrosión. Los conductores ACSR/AW convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.

35 Los conjuntos de cables aéreos ("ABC") se fabrican de conductores de aluminio aislados con aislamiento XLPE y ensamblados para formar dos (dúplex), tres (tríplex), cuatro (cuádruplex) o más conductores según ICEA S 474-76 o BS EN 50182. Se usan para líneas aéreas secundarias (en circuitos que no superen los 600 V fase a fase) en postes o como alimentadores de locales residenciales.

Además, se conocen diversos conductores de alta temperatura y baja flecha ("HTLS") que se diseñan para operar a temperaturas operativas significativamente más altas, de hasta 150-250 °C.

40 Los conductores HTLS conocidos incluyen conductores de aluminio de núcleo compuesto ("ACCC"), conductores de aluminio con soporte de acero ("ACSS/MA"), conductores de aluminio con soporte de acero revestido de aluminio ("ACSS/AW"), conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero ("TACSR"), conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero revestido de aluminio ("TACSR/AW") y conductores de aleación de aluminio súper resistente al calor con refuerzo de Invar revestidos de aluminio ("STACIR/AW").

45 Los conductores de aluminio de núcleo compuesto ("ACCC") comprenden un conductor trenzado concéntricamente con una o más capas de alambres de aluminio 1350-0 recocidos con forma de trapecoide sobre un núcleo central de compuesto liviano de fibra de vidrio de carbono. Los conductores ACCC que comprenden un núcleo compuesto de carbono híbrido son más fuertes y livianos que los núcleos de acero tradicionales. Los conductores ACCC son capaces de transportar el doble de corriente que los conductores ACSR tradicionales, ya que los conductores ACCC se diseñan para temperaturas de operación continua de hasta 180 °C, además de su núcleo más ligero que permite utilizar aproximadamente 30 % más de aluminio sin aumentar el peso total. El uso de conductores ACCC reduce las pérdidas de línea entre un 30-40 % en condiciones de carga iguales en comparación con los conductores ACSR tradicionales del mismo diámetro y peso. Los conductores ACCC tienen mayor resistencia, autoamortiguación efectiva, resistencia superior a la fatiga y un bajo coeficiente de expansión, de esta manera reduce la flexión del

## ES 2 985 401 T3

conductor en condiciones de carga eléctrica pesada. Como un resultado, los conductores ACCC pueden usarse para aumentar los tramos entre estructuras más pequeñas o más cortas. Los conductores ACCC tienen mayor resistencia a la corrosión que los conductores ACSR tradicionales.

5 Los conductores ACCC se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de reconductor que requieren mayor corriente con tensiones y espacios libres existentes, aplicaciones de líneas nuevas donde pueden economizarse estructuras debido a la reducción de la flexión del conductor, aplicaciones de líneas nuevas que requieren altas cargas de emergencia y líneas donde la vibración debida al viento es un problema. Los conductores ACCC pueden, además usarse en entornos costeros y corrosivos debido a su  
10 buena resistencia a la corrosión. Los conductores ACCC convencionales tiene típicamente una temperatura máxima de operación de 180 °C.

Los conductores de aluminio con soporte de acero ("ACSS/MA") comprenden una o más capas de alambres de aluminio recocido 1350-0 trenzados sobre un núcleo central de alambres de acero recubiertos con aleación de zinc-5  
15 % aluminio mischmetal que se diseñan para soportar la mayoría o toda la carga mecánica en el conductor ACSS. Los conductores ACSS pueden fabricarse de acuerdo con ASTM B 856.

Los conductores ACSS/MA son similares a los conductores ACSR tradicionales excepto que los conductores ACSS/MA pueden operar de forma continua a altas temperaturas de hasta 250 °C sin daños. Los conductores ACSS/MA se hunden menos bajo cargas de emergencia que los conductores ACSR, tienen propiedades de autoamortiguación y la flexión final no se ve afectada por la fluencia prolongada del aluminio.  
20

Los conductores ACSS/MA se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de reconducción que requieren mayor corriente con tensiones y espacios libres existentes. Los conductores ACSS/MA se usan, además, para aplicaciones de líneas nuevas donde pueden economizarse estructuras debido a la reducción de la flexión del conductor, aplicaciones de líneas nuevas que requieren altas  
25 cargas de emergencia y líneas donde la vibración debido al viento es un problema. Los conductores ACSS/MA convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 250 °C.

Los conductores de aluminio con soporte de acero revestido de aluminio ("ACSS/AW") comprenden una o más capas de alambres de aluminio recocido 1350-0 trenzados sobre un núcleo central de alambres de acero revestido de aluminio que se diseñan para soportar la mayor parte o la totalidad de la carga mecánica en conductores ACSS/AW. Los conductores ACSS/AW pueden fabricarse de acuerdo con ASTM B 856.  
30

Los conductores ACSS/AW pueden operar de forma continua a altas temperaturas de hasta 200 °C sin daños. El núcleo de acero revestido de aluminio que consiste en una capa gruesa de aluminio (aproximadamente 10 % del radio nominal del alambre) sobre acero proporciona a los conductores ACSS/AW las ventajas de los conductores ACSS junto con el peso liviano y la buena conductividad del aluminio con una alta resistencia a la tracción y robustez del acero.  
35

Los conductores ACSS/AW se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son especialmente útiles en aplicaciones de reconducción que requieren mayor corriente con tensiones y espacios libres existentes. Los conductores ACSS/AW se usan, además, para aplicaciones de líneas nuevas donde pueden economizarse estructuras debido a la reducción de la flexión del conductor, aplicaciones de líneas nuevas que requieren altas  
40 cargas de emergencia y líneas donde la vibración debido al viento es un problema.  
45

Los conductores ACSS/AW tienen características de resistencia similares a los conductores ACSS junto con una ampacidad y resistencia a la corrosión ligeramente mayores debido al revestimiento de aluminio de los alambres con núcleo de acero. Los conductores ACSS/AW convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de  
50 operación de 200 °C.

Los conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero ("TACSR") comprenden una o más capas de alambres de aleación de aluminio y zirconio (AT1) resistentes al calor trenzados sobre un núcleo central de alambres de acero recubierto de zinc según IEC 62004 e IEC 60888 y en generalmente de acuerdo con IEC 61089.  
55

Los conductores TACSR pueden transportar una corriente de carga mayor (150 %) que los conductores ACSR tradicionales, ya que se diseñan para temperaturas de operación continua de hasta 150 °C. Los conductores TACSR tienen la misma técnica de instalación que los conductores ACSR.  
60

Los conductores TACSR se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de líneas nuevas que requieren mayor corriente. Los conductores TACSR convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 150 °C.  
65

Los conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero revestido de aluminio ("TACSR/AW") comprenden una o más capas de alambres de aleación de aluminio y zirconio (AT1) resistentes al

## ES 2 985 401 T3

calor trenzados sobre un núcleo central de alambres trenzados de acero revestidos de aluminio (20SA Tipo A) según IEC 62004 e IEC 61232 y, generalmente de acuerdo con IEC 61089.

5 Los conductores TACSR/AW pueden transportar una corriente de carga superior que los conductores ACSR tradicionales, ya que se diseñan para temperaturas de operación continuas de hasta 150 °C. Los conductores TACSR/AW tienen mayor resistencia a la corrosión y menor resistencia eléctrica y menor masa que los conductores TACSR. Los conductores TACSR/AW tienen la misma técnica de instalación que los conductores ACSR.

10 Los conductores TACSR/AW se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de líneas nuevas que requieren mayor corriente. Los TACSR/AW pueden usarse en ambientes costeros y corrosivos debido a su buena resistencia a la corrosión. Los conductores TACSR/AW convencionales, típicamente alcanza hasta una temperatura máxima de operación de 150 °C.

15 Los conductores de aleación de aluminio súper resistente al calor con refuerzo de Invar revestidos de aluminio ("STACIR/AW") comprenden una o más capas de alambres de aleación de aluminio y zirconio (AT3) súper resistentes al calor trenzados sobre un núcleo central de alambres trenzados de invar revestidos de aluminio según IEC 62004 y generalmente de acuerdo con IEC 61089 e IEC 61232. Invar es una aleación especial de Fe/Ni que tiene un coeficiente de expansión lineal muy bajo.

20 Los conductores STACIR/AW pueden transportar una corriente de carga superior (200 %) que los conductores ACSR tradicionales, ya que se diseñan para temperaturas de operación continuas de hasta 210 °C. Más allá del punto de inflexión, los conductores STACIR/AW experimentan un aumento de la flecha debido únicamente a la expansión del núcleo Invar (valor extremadamente bajo  $\leq 3,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ) que controla la flecha a altas temperaturas de operación. Los conductores STACIR/AW tienen mayor resistencia a la corrosión y tienen la misma técnica de  
25 instalación que los conductores ACSR.

Los conductores STACIR/AW se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de líneas nuevas que requieren mayor corriente. Los conductores STACIR/AW pueden usarse en ambientes corrosivos y costeros debido a su buena resistencia a la corrosión. Los conductores STACIR/AW convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 210 °C.  
30

En consecuencia, los conductores HTLS conocidos permiten que los conductores eléctricos aéreos de alta tensión operen a temperaturas significativamente más altas hasta una temperatura máxima de operación en el intervalo de 150-250 °C.  
35

Se apreciará que potencialmente puede haber pérdidas de potencia significativas debido a pérdidas óhmicas si un conductor eléctrico opera a una temperatura máxima de operación en el intervalo de 150-250°C. Si la temperatura de un conductor comienza a aproximarse a la temperatura máxima de operación de, por ejemplo, 150-250 °C, entonces se requiere que el operador de potencia reduzca la corriente que se transmite a través del conductor para reducir los efectos de calentamiento Joule y, por lo tanto, garantizar que no se exceda la temperatura máxima de operación del conductor. Se apreciará que es problemático para una compañía de servicios públicos tener que reducir la corriente que se transmite a través del conductor, especialmente porque la reducción en la potencia transmitida puede coincidir con una mayor demanda de electricidad por parte de los consumidores o las empresas.  
40

Se apreciará que una línea de potencia eléctrica aérea de alta tensión instalada en una región cálida del mundo tal como el Oriente Medio puede operar a temperaturas ambiente elevadas, por ejemplo > 40 °C. Además, el conductor puede operar a una temperatura máxima de operación elevada en el intervalo 150-250 °C. Será evidente que dichos conductores padecerán el problema de tener elevadas pérdidas de potencia debido a la alta resistencia del conductor a temperaturas tan elevadas. Además, se reducirá la ampacidad (es decir, la capacidad de carga de corriente máxima) del conductor.  
50

La cantidad de calor generada en un conductor eléctrico aéreo debido a pérdidas óhmicas (o calentamiento Joule) seguirá la siguiente relación:

$$55 \quad \text{Pérdidas óhmicas} = I^2R \quad (1)$$

en la que I es la corriente que pasa a través del conductor eléctrico aéreo y R es la resistencia eléctrica del conductor.  
60

Además, se entenderá que la resistencia eléctrica R de un conductor eléctrico depende de la temperatura. La resistencia eléctrica R de un conductor como una función de la temperatura puede determinarse mediante la siguiente relación:

65 en la que  $R_{\theta}$  es la resistencia eléctrica DC del conductor a  $\theta$  °C,  $R_{20}$  es la resistencia eléctrica DC del conductor a 20 °C y  $\alpha$  es el coeficiente de temperatura de resistencia del conductor. Para el aluminio,  $\alpha = 0,00403$ .

$$R_{\theta} = R_{20}[1 + \alpha(\theta - 20)] \Omega/\text{km} \quad (2)$$

5 Para completar, la ampacidad del cable o capacidad de carga de corriente se define como la corriente máxima continua que un conductor puede transportar a su temperatura máxima de operación.

10 En consecuencia, una combinación del calentamiento Joule, altas temperaturas ambientales, alto calentamiento solar y ausencia de enfriamiento debido a corrientes de aire (por ejemplo, viento) resultará en un rápido aumento de la temperatura del conductor. Debe entenderse que a medida que aumenta la temperatura del conductor, en vista de la correlación positiva entre temperatura y resistencia, la resistencia eléctrica del conductor aumentará, que resultará en más pérdidas eléctricas en el conductor (y, por tanto, un mayor calentamiento Joule). Como un resultado, la temperatura del conductor eléctrico aéreo tenderá a aumentar aún más, lo que sólo exacerba el problema.

15 Es evidente, por tanto, que operar un conductor eléctrico aéreo en una región del mundo con temperaturas particularmente altas presenta problemas operativos significativos.

20 Es conocido intentar reducir la temperatura de un conductor eléctrico aéreo al aplicar un recubrimiento al conductor con el fin de reducir la temperatura del conductor aéreo.

Un primer enfoque conocido implica utilizar un recubrimiento negro tal como negro de humo que tiene una alta absorptividad solar de  $A = 0,96$  ( $R = 0,04$ ) pero además una alta emisividad de  $E = 0,96$ . El primer enfoque conocido se centra en permitir que un conductor pierda la energía térmica que ha ganado.

25 El documento WO 2015/105972 (Ranganathan) es un ejemplo de una variante del primer enfoque conocido y divulga una disposición que comprende un conductor que tiene una capa polimérica única de un polímero a base de negro de humo. Puede incluirse un agente reflectante de infrarrojos ("IR") en la capa de negro de humo. La emisividad  $E$  del conductor se indica como  $\geq 0,85$  y la absorptividad total  $A$  se indica como  $\leq 0,3$  ( $R \geq 0,7$ ).

30 El documento WO 2014/025420 (Davis) divulga el recubrimiento de un conductor desnudo con un recubrimiento inorgánico no blanco (es decir, gris, negro, etc.). Se indica que el recubrimiento no blanco puede tener una emisividad  $E > 0,8$  y un coeficiente de absorptividad solar  $A > 0,3$  ( $R < 0,7$ ). El color puede definirse con referencia a la Publicación CIE 15.2 (1986), sección 4.2 y al espacio de color CIE divulgado que se organiza como un cubo con ejes  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . El mínimo para  $L^*$  es 0, que representa una oscuridad perfecta. El documento WO 2014/025420 (Davis) define el blanco como aquel que tiene un  $L^* \geq 80$ . En consecuencia, el recubrimiento no blanco divulgado en el documento WO 2014/025420 (Davis) se indica que tiene un  $L^* < 80$  (es decir, no es blanco).

40 Un segundo enfoque conocido diferente es recubrir el conductor eléctrico con un recubrimiento blanco que tiene una absorptancia solar baja, y, por tanto, una reflectancia solar alta.

Por ejemplo, el documento WO 2007/034248 (Simic) es un ejemplo del segundo enfoque conocido y divulga como recubrir un conductor desnudo con varios recubrimientos blancos que en algunos casos pueden tener una emisividad  $E \geq 0,7$  y un coeficiente de absorción solar  $A \leq 0,3$  ( $R \geq 0,7$ ).

45 Un recubrimiento divulgado en el documento WO 2007/034248 (Simic) es pintura blanca de óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) con silicato de potasio. El óxido de titanio en la pintura blanca proporciona al recubrimiento una alta emisividad de  $E = 0,92$ . El coeficiente de absorptividad  $A$  se indica como 0,17, y, por tanto, el coeficiente de reflectividad  $R$  es 0,83. La forma del óxido de titanio no se indica en el documento WO 2007/034248 (Simic) pero se supone que el óxido de titanio comprende dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ), que es la forma más común de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) y que se usa comúnmente en pintura blanca. Además, como se muestra en la Figura 6 de la presente solicitud, el dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) tiene una reflectancia más alta en el espectro solar que la forma menos común de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) específicamente, dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ).

55 Además del primer enfoque conocido (recubrimiento negro) y el segundo enfoque conocido (recubrimiento blanco), se conoce cómo proporcionar formulaciones específicas de un recubrimiento con el fin de resolver otros problemas.

60 Por ejemplo, el documento FR-2971617 (Nexans) divulga el recubrimiento de un conductor eléctrico con un recubrimiento polimérico de difluoruro de polivinilideno ("PVDF") con el fin de mejorar la resistencia al envejecimiento del recubrimiento. Se indica que el recubrimiento polimérico de PVDF tiene una emisividad  $E \geq 0,85$  y una absorptividad solar  $A \leq 0,10$  ( $R \geq 0,90$ ). El documento FR-2971617 (Nexans) indica que la fabricación de un recubrimiento reductor de temperatura para un conductor eléctrico aéreo mediante el uso de PVDF resulta en que el conductor eléctrico tiene una resistencia mejorada a la radiación ultravioleta y, por tanto, tiene una resistencia mejorada al envejecimiento.

65 El recubrimiento de PVDF divulgado en el documento FR-2971617 (Nexans) puede aplicarse a un conductor en forma de pintura que comprende un solvente orgánico en el que se disuelve el PVDF como aglutinante. Puede

añadirse a la pintura un aditivo como un pigmento blanco (por ejemplo, sulfato de bario, óxido de magnesio u óxido de aluminio) para alcanzar los valores indicados de emisividad y absorptividad solar. De acuerdo con una disposición divulgada, la pintura líquida puede comprender una pintura líquida comercializada por ARKEMA (RTM) denominada KYNAR (RTM) 500 a la que se añadió un pigmento blanco que comprende, o bien, óxido de magnesio ( $E=0,9$ ,  $A=0,09$ ,  $R=0,81$ ), óxido de aluminio ( $E=0,9$ ,  $A=0,09$ ,  $R=0,81$ ) o sulfato de bario ( $E=0,88$ ,  $A=0,06$ ,  $R=0,94$ ).

En sumario, es conocido recubrir un conductor aéreo con un recubrimiento negro con el fin de maximizar la emisividad  $E$  del conductor o, alternativamente, recubrir un conductor aéreo con un recubrimiento blanco que tiene una absorbancia solar  $A$  baja y, por tanto, una reflectancia solar  $R$  correspondientemente alta.

Sin embargo, los presentes inventores han probado recubrimientos convencionales y han descubierto que ambos enfoques conocidos sólo resultan en una mejora limitada en el rendimiento (es decir, una pequeña reducción de la temperatura) o incluso en algunos casos han descubierto que, por ejemplo, un recubrimiento blanco sin, por ejemplo, un aditivo emisor térmico en realidad resulta en un peor rendimiento que un conductor desnudo no recubierto. Además, se ha descubierto que algunos recubrimientos blancos conocidos tienen una pobre resistencia a la corrosión y se decoloran rápidamente, lo que los hace comercialmente poco prácticos.

En particular, se ha sugerido que podría aplicarse una pintura blanca de óxido de magnesio a un conductor aéreo con el fin de reducir la temperatura de operación del conductor. Sin embargo, los presentes inventores no han podido replicar dichos supuestos beneficios de rendimiento y, de hecho, los cálculos teóricos (véase la Tabla 1 a continuación) y los presentes inventores descubrieron que las pruebas empíricas de determinados conductores pintados de blanco resultan en un aumento en la temperatura del conductor, en lugar de una reducción de la temperatura del conductor.

Por tanto, los presentes inventores consideran que recubrir un conductor aéreo con, por ejemplo, una pintura blanca de óxido de magnesio per se es desventajoso en términos de rendimiento y muy problemático en términos de mala resistencia a la corrosión.

En consecuencia, sigue existiendo la necesidad de un conductor aéreo mejorado que tenga un rendimiento de reducción de temperatura mejorado junto con una resistencia a la corrosión buena o excelente y que permanezca blanco durante un período de tiempo prolongado. Además, diversas realizaciones de la presente invención se refieren a conductores de alta temperatura y baja flecha ("HTLS") que tienen una temperatura máxima de operación en el intervalo de 150-250 °C. A temperaturas tan elevadas, los problemas con los conductores recubiertos conocidos se vuelven particularmente graves.

Un conductor aéreo mejorado capaz de proporcionar efectos significativos de reducción de temperatura, particularmente a temperaturas de operación elevadas en el intervalo de 150-250 °C, resultaría en una reducción significativa de las pérdidas de potencia junto con una mayor ampacidad.

Se entenderá por los expertos en la técnica que la capacidad de proporcionar un conductor aéreo mejorado capaz de operar a temperaturas elevadas (por ejemplo, en el intervalo de 150-250°C), con buena resistencia a la corrosión, que permanece blanco durante un período prolongado de tiempo y tener un rendimiento de reducción de temperatura mejorado sería de interés comercial significativo y representaría un avance significativo en la técnica.

Un problema particularmente importante con los conductores recubiertos de blanco que a menudo se pasa por alto es que los recubrimientos blancos acumularán suciedad y se decolorarán con el tiempo a medida que el conductor se exponga a contaminantes o contaminantes ambientales. Como un resultado, la alta reflectancia solar inicial puede disminuir rápidamente a medida que el recubrimiento blanco se decolora, que resulta en una reducción significativa del rendimiento. Por ejemplo, se ha informado que los materiales que tienen una alta reflectancia inicial  $R$  de  $> 0,80$  pueden experimentar una reducción de la reflectancia  $R$  en un promedio de 0,16 durante tres años.

Otros estudios han demostrado que los efectos de oscurecimiento sobre la reflectancia solar de las vigas del techo resultan en una reducción del 11-59 % en la reflectancia solar después de un período de 5-8 años de exposición al aire libre.

Por tanto, además se desea proporcionar un conductor aéreo mejorado que sea menos propenso a la decoloración debido a la acumulación de suciedad y contaminantes ambientales y, por tanto, que muestre una pérdida de rendimiento reducida o insignificante con el tiempo en virtud de que el conductor permanece blanco durante un período de tiempo prolongado.

Las líneas de transmisión aéreas a menudo operan en un ambiente desértico que puede ser altamente corrosivo debido a las sales del desierto y del mar, el océano o el Golfo. Además, la alta irradiación ultravioleta ("UV"), las altas temperaturas (que aceleran la cinética de la corrosión) y los contaminantes atmosféricos tales como  $NO_x$  y  $SO_x$  sirven para hacer que los ambientes desérticos sean potencialmente altamente corrosivos.

En consecuencia, en muchos casos, los núcleos de acero de los conductores ACSR se corroerán rápidamente y los conductores, además, padecerá de corrosión por picaduras y grietas en la superficie que pueden reducir la vida útil del conductor.

5 Estos fenómenos son particularmente pronunciados en líneas que están temporal o de manera permanente ligeramente cargadas ya que a su vez funcionan a temperatura cercana al ambiente.

Por la noche, cuando se alcanza el punto de rocío, puede acumularse una cantidad significativa de humedad en las líneas. La humedad entrará entonces en el núcleo, lo que servirá para acelerar rápidamente la corrosión del núcleo.

10 La presente invención se ocupa particularmente de evitar que se forme rocío o humedad cargada de sal, o bien, durante toda la noche o a primera hora de la mañana sobre un conductor aéreo, particularmente en un ambiente desértico. El rocío o la humedad cargada de sal, por ejemplo, en el Oriente Medio o el Golfo, pueden ser muy corrosivos para un conductor aéreo.

15 En última instancia, la corrosión del núcleo resultará en la necesidad del reemplazo de las líneas.

Es conocido intentar reducir la cantidad de agua que entra en una tubería debido a la formación o adherencia del hielo.

20 Se apreciará que el problema de la formación de hielo o de la adherencia del hielo no es exactamente el mismo que el problema de impedir la formación de humedad cargada de sal sobre una línea aérea, particularmente en una línea aérea que está situada en el Oriente Medio o el Golfo.

25 Sin embargo, el documento WO 2017/192864 (Ranganathan) que divulga una composición de recubrimiento que reduce la adherencia del hielo y minimiza la acumulación de hielo en conductores aéreos se discutirá en más detalle a continuación. En particular, el documento WO 2017/192864 (Ranganathan) divulga cómo proporcionar una composición de recubrimiento que comprende un aglutinante polimérico (por ejemplo, un copolímero de éter vinílico de fluoroetileno a base de agua "FEVE") y un lubricante formador de película. El lubricante formador de película puede comprender un lubricante de ciclosilicona a base de agua o una resina polimérica con cadenas de perfluoroalquilo.

35 El documento WO 2017/192864 (Ranganathan) divulga que la composición de recubrimiento puede comprender una carga con el fin de aumentar la resistencia al rayado del recubrimiento. De acuerdo con un ejemplo, la carga puede comprender dióxido de titanio que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 500$  nm. Sin embargo, la comparación del Ejemplo 15 con el Ejemplo 14 como se divulga en el documento WO 2017/192864 (Ranganathan) muestra que la adición de una carga es inconveniente en el sentido de que la adición de la carga aumenta desventajosamente la presión de adherencia del hielo. En consecuencia, la inclusión de una carga aumenta de manera desventajosa la resistencia requerida para eliminar el hielo en comparación con una composición idéntica sin carga (Ejemplo 14).

40 Se considera, por tanto, que en el documento WO 2017/192864 (Ranganathan) enseña que no incluye dióxido de titanio como una carga ya que la adición de dióxido de titanio empeora la capacidad del recubrimiento para evitar la adherencia del hielo.

45 En consecuencia, se desea proporcionar una composición para recubrir un conductor aéreo que reduzca la temperatura de operación del conductor y que no padecen de algunos de los problemas que adolecen de los recubrimientos convencionales, tales como malas propiedades ópticas, decoloración con el tiempo y mala resistencia a la corrosión.

50 Además, se desea proporcionar un conductor que presente una resistencia mejorada a la humedad cargada de sal que puede formarse durante toda la noche en el conductor.

55 El documento US 2018/112078 divulga una composición de recubrimiento que comprende minimizar la acumulación de hielo en conductores aéreos. El documento CN 109 096 451 divulga un polímero de acrilato modificado resistente al agua que comprende un polímero de silicona, un monómero de acrilato aromático difuncional, un monómero de acrilato trifuncional, de 0,6 a 1 % de catalizador de platino y de 0,2 a 0,4 % de iniciador de radicales libres. El documento NC 106 251 993 divulga un dispositivo de guía de tensión que se recubre con un material hidrofóbico aislante. El documento WO 2017/146652 divulga un material de recubrimiento hidrófobo que comprende un poliorganosiloxano modificado con silano.

60

Sumario de la presente invención

65 De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona una composición para recubrir un conductor aéreo que comprende:



un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>);  
 opcionalmente un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) que  
 tienen un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm;  
 un aglutinante de poliorganosiloxano; y  
 un agente superhidrófobo que comprende, o bien: (i) nanopartículas de sílice funcionalizadas en superficie; (ii) un  
 polisiloxano funcional; o (iii) polimetilsilsesquioxano.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición que tiene numerosos aspectos ventajosos  
 que incluyen aspectos fotónicos avanzados, autolimpieza para evitar la decoloración y la pérdida de rendimiento con  
 el tiempo, y además, ventajosamente, es altamente resistente a la formación de rocío o humedad cargada de sal en  
 el conductor aéreo, particularmente en un ambiente desértico, en el que el rocío o la humedad cargada de sal que  
 permanece sobre el conductor durante toda la noche y/o a primera hora de la mañana puede ser potencialmente  
 altamente corrosivo para el conductor aéreo.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un recubrimiento para un conductor aéreo que tiene una  
 barrera contra la corrosión al hacer que la superficie sea altamente hidrófoba o superhidrófoba. Esto resulta en una  
 superficie que no está completamente mojada por las gotas de agua. Para los propósitos presentes, una superficie  
 hidrófoba puede caracterizarse como una superficie que tiene un ángulo de contacto con el agua ("WCA")  $> 90^\circ$ . De  
 manera similar, una superficie superhidrófoba puede definirse como una superficie que tiene un ángulo de contacto  
 con el agua ("WCA")  $> 150^\circ$ .

De acuerdo con la presente invención, la composición incluye un agente superhidrófobo que es particularmente  
 efectivo para evitar que se forme humedad cargada de sal sobre el conductor durante toda la noche y/o a primera  
 hora de la mañana.

De acuerdo con la realización preferida, la composición forma preferentemente un recubrimiento sobre un conductor  
 aéreo que es superhidrófobo, es decir, la superficie exterior del recubrimiento tiene un ángulo de contacto con el  
 agua ("WCA")  $> 150^\circ$ .

La histéresis del ángulo de contacto ("CAH") y el ángulo de deslizamiento del agua ("WSA") son, además,  
 propiedades importantes con respecto a la superhidrofobicidad de un material. El ángulo de deslizamiento se refiere  
 al ángulo en el que una gota de agua de un peso específico comienza a deslizarse fuera del sustrato. La histéresis  
 del ángulo de contacto ("CAH") se refiere a la diferencia entre los ángulos de contacto de avance y retroceso. Tanto  
 para el ángulo de deslizamiento del agua como para CAH, una superficie es superhidrófoba si el ángulo registrado  
 es menor que  $10^\circ$ . Al minimizar el área de contacto entre un líquido potencialmente corrosivo y la superficie del  
 conductor, las superficies superhidrófobas pueden ofrecer una gran resistencia a la corrosión.

Es conocido el uso de silicona vulcanizante ("RTV") a temperatura ambiente que es un aglutinante que cura  
 específicamente a temperatura ambiente tras la exposición a la humedad atmosférica. Algunos de los beneficios de  
 los recubrimientos a base de vulcanización a temperatura ambiente incluyen la retención de hidrofobicidad y una  
 fuerte resistencia química, a la temperatura y a los rayos UV.

Las resinas de silicona vulcanizantes a temperatura ambiente se usan comúnmente junto con un agente de  
 reticulación. Muchos recubrimientos conocidos usan siliconas vulcanizantes a temperatura ambiente para formular  
 recubrimientos hidrófobos y superhidrófobos para aisladores con el objetivo de reducir la formación de hielo excesiva  
 en la superficie.

Es conocido, por ejemplo, utilizar recubrimientos a base de polisiloxano vulcanizante a temperatura ambiente para  
 aisladores eléctricos de alta tensión.

Los recubrimientos conocidos para aisladores eléctricos de alta tensión comprenden poli(siloxano) vulcanizante a  
 temperatura ambiente, cargas inorgánicas tales como sílice, promotores de adhesión, trihidrato de alúmina y  
 catalizadores de condensación (típicamente metálicos).

Sin embargo, no se conoce cómo usar tales recubrimientos en un conductor aéreo propiamente dicho y no se  
 sugiere usar dichos recubrimientos en un conductor aéreo para evitar la formación de humedad cargada de sal.

Debe entenderse que la composición de acuerdo con la presente invención es particularmente efectiva para reducir  
 la corrosión y, además, el recubrimiento ayuda a enfriar el conductor aéreo, lo que conduce a una reducción de las  
 pérdidas de potencia o a un aumento de la capacidad de carga de corriente.

De acuerdo con la realización preferida, esto se logra al hacer que el recubrimiento posea simultáneamente una alta  
 reflectividad solar y una alta emisividad térmica.

Lo beneficioso es que el recubrimiento superhidrófobo, además es autolimpiante, inspirado en la estructura de la  
 hoja de loto. La funcionalidad de autolimpieza puede atribuirse a las gotas de agua rodantes respaldadas por el bajo

ángulo de deslizamiento del agua. Esta es una sinergia beneficiosa ya que permite que la reflectancia solar se mantenga altamente reflectante con el tiempo.

5 Se apreciará por los expertos en la técnica, que una composición de acuerdo con la presente invención representa un avance significativo en la técnica y es de gran interés comercial.

10 El documento EP-2231789 (Fiedler) no divulga cómo proporcionar una composición para recubrir un conductor aéreo que incluye, entre otros, un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70\%$  en peso de dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm.

En consecuencia, el documento EP-2231789 (Fiedler) no se considera relevante para la presente invención.

15 El documento WO 2017/192864 (Ranganathan) divulga una composición de recubrimiento que reduce la adherencia del hielo y minimiza la acumulación de hielo sobre conductores aéreos. En particular, el documento WO2017/192864 (Ranganathan) divulga cómo proporcionar una composición de recubrimiento que comprende un aglutinante polimérico (por ejemplo, un copolímero de éter vinílico de fluoroetileno a base de agua "FEVE") y un lubricante formador de película. El lubricante formador de película puede comprender un lubricante de ciclosilicona a base de agua o una resina polimérica con cadenas de perfluoroalquilo.

20 El documento WO 2017/192864 (Ranganathan) divulga que la composición de recubrimiento puede comprender una carga con el fin de aumentar la resistencia al rayado del recubrimiento. De acuerdo con un ejemplo, la carga puede comprender dióxido de titanio que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 500$  nm. Sin embargo, la comparación del Ejemplo 15 con el Ejemplo 14 muestra que la adición de una carga es inconveniente en el sentido de que la adición de la carga aumenta desventajosamente la presión de adherencia del hielo. En consecuencia, la  
25 inclusión de una carga aumenta de manera desventajosa la resistencia requerida para eliminar el hielo en comparación con una composición idéntica sin carga (Ejemplo 14).

30 El documento WO 2017/192864 (Ranganathan) no divulga que incluye un agente reflectante tal como el dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\geq 100$  nm.

El documento WO 2017/192864 (Ranganathan) tampoco divulga que incluye un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70\%$  en peso de dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm.

35 El documento WO 2017/192864 (Ranganathan) tampoco divulga cómo proporcionar un aglutinante de poliorganosiloxano.

40 Finalmente, el documento WO2017/192864 (Ranganathan) no divulga cómo proporcionar un agente superhidrófobo que comprende, o bien: (i) nanopartículas de sílice funcionalizadas en superficie; (ii) un polisiloxano funcional; o (iii) polimetilsilsesquioxano.

En consecuencia, el documento WO 2017/192864 (Ranganathan) no se considera particularmente relevante para la presente invención.

45 La composición aplicada inicialmente a un conductor aéreo puede incluir un solvente. El solvente puede comprender agua o un solvente no acuoso. Por ejemplo, se contempla que puede utilizarse un solvente no acuoso tal como xileno, xilol o dimetilbenceno ( $(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4$ ), tolueno ( $(\text{CH}_3)\text{C}_6\text{H}_5$ ), etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), isopropanol ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ ), 2-etoxietanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_4\text{OH}$ ) o acetato de 2-etoxietilo ( $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OC}_2\text{H}_4\text{OC}_2\text{H}_5$ ).

50 El dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) que se proporciona como agente reflectante tiene preferentemente un tamaño promedio de partícula ("aps"): (i)  $\geq 100$  nm; (ii) 100-200 nm; (iii) 200-300nm; (iv) 300-400 nm; (v) 400-500 nm; (vi) 500-600 nm; (vii) 600-700 nm; (viii) 700-800 nm; (ix) 800-900 nm; and (x) 900-1.000 nm.

55 El tamaño promedio de partícula generalmente lo proporciona el fabricante, pero el experto también sabría cómo medir el tamaño promedio de partícula de las partículas de dióxido de titanio mediante el uso de técnicas comunes en la técnica. Por ejemplo, el tamaño promedio de partícula puede medirse mediante dispersión dinámica de luz, por ejemplo, mediante el uso del procedimiento establecido en la norma ASTM E3247 - 20.

El dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) comprende preferentemente partículas sustancialmente esféricas.

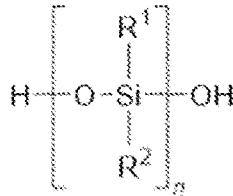
60 El agente reflectante puede comprender además aluminosilicato de sodio ( $\text{AlNa}_{12}\text{SiO}_5$ ), óxido de zinc ( $\text{ZnO}$ ) u óxido de cobre ( $\text{CuO}$ ).

65 El agente reflectante puede comprender una carga blanca. La carga blanca puede comprender: (i) óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ); (ii) óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ); (iii) óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ); (iv) óxido de zinc ( $\text{ZnO}$ ); (v) carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); (vi) silicato de aluminio ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ); (vii) caolín ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ); (viii) dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ); o (viii) sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ).

El agente reflectante preferentemente no comprende dióxido de titanio anatasa.

El agente fotocatalítico comprende preferentemente  $\geq 75\%$ ,  $\geq 80\%$ ,  $\geq 85\%$ ,  $\geq 90\%$ ,  $\geq 95\%$  o  $\geq 99\%$  en peso de dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ).

El aglutinante de poliorganosiloxano tiene preferentemente la estructura:



en la que  $\text{R}^1$  y  $\text{R}^2$  son grupos funcionales orgánicos y pueden ser los mismos o diferentes.

Las nanopartículas de sílice funcionalizadas en superficie se funcionalizan preferentemente mediante: (i) hexametildisilazano ("HMDS"); (ii) ortosilicato de tetraetilo ("TEOS"); o (iii) tridecafluorooctiltrietoxisilano ("FAS").

Alternativamente, pueden utilizarse otros silanos.

El polisiloxano funcional puede modificarse con uno o más grupos que contienen amina o flúor.

La composición, cuando se cura, forma preferentemente un recubrimiento que tiene un ángulo de contacto con el agua ("WCA")  $> 150^\circ$ . De acuerdo con otras realizaciones, la composición, cuando se cura, forma preferentemente un recubrimiento que tiene un ángulo de contacto con el agua  $\geq 90^\circ$ ,  $\geq 95^\circ$ ,  $\geq 100^\circ$ ,  $\geq 105^\circ$ ,  $\geq 110^\circ$ ,  $\geq 115^\circ$ ,  $\geq 120^\circ$ ,  $\geq 125^\circ$ ,  $\geq 130^\circ$ ,  $\geq 135^\circ$ ,  $\geq 140^\circ$ ,  $\geq 145^\circ$ ,  $\geq 150^\circ$ ,  $\geq 155^\circ$  o  $\geq 160^\circ$ .

La composición puede comprender, además, una resina adyuvante orgánica.

La resina adyuvante orgánica comprende, o bien, una resina acrílica, una resina de estireno, una resina epoxi o una resina copolimérica.

La composición puede comprender además un agente de reticulación que puede comprender un alcoxi silano. Por ejemplo, el alcoxi silano puede comprender, o bien, ortosilicato de tetraetilo, octadeciltriclorosilano, metiltrimetoxisilano, viniltrietoxisilano, etiltrimetoxisilano, propiltrimetoxisilano, 3-(2-aminoetil)-aminopropiltrimetoxisilano, aminopropiltrietoxisilano, feniltrimetoxisilano o glicidoxipropiltrimetoxisilano.

La composición puede comprender además un estabilizador UV. El estabilizador UV puede comprender un absorbente de luz ultravioleta.

El absorbente de luz ultravioleta puede comprender 2-(2H-benzotriazol-2-il)-p-cresol o 2-(4,6-bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazin-2-il)-5-(octiloxi)-fenol.

El estabilizador UV puede comprender un estabilizador de luz de amina impedida ("HALS").

El estabilizador de luz de amina impedida puede comprender sebacato de bis(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil) o sebacato de bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil).

La composición puede comprender, además, un agente emisor. El agente emisor puede comprender una carga inorgánica. De acuerdo con diversas realizaciones, la carga inorgánica puede comprender, o bien: (i) carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); (ii) caolín calcinado ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ); o (iii) talco (silicato de magnesio hidratado ( $\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )).

La composición puede comprender además un agente de curado.

La composición puede comprender además un modificador de viscosidad y/o un agente reológico. Por ejemplo, el modificador de viscosidad y/o el agente reológico pueden comprender metilcelulosa, hidroxietilcelulosa ("HEC"), carboximetilcelulosa ("CMC"), hidroxipropilcelulosa ("HPC"), hidroxietilcelulosa modificada hidrofóticamente, una emulsión hinchable en álcali ("ASE"), una emulsión hidrofóbica hinchable en álcali ("HASE"), un modificador reológico de uretano de óxido de etileno modificado hidrofóticamente ("HUER"), una organoarcilla, una poliamida o sílice pirógena.

## ES 2 985 401 T3

La composición puede comprender además un agente humectante y/o un agente de dispersión. El agente humectante y/o agente de dispersión puede comprender un ácido poliacrílico, un poliuretano, un poliacrilato, un éster de ácido fosfórico o un ácido graso modificado.

5 La composición puede comprender además un imprimador. El imprimador puede comprender un silicato de etilo.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un conductor aéreo recubierto al menos parcialmente con una composición como se describió anteriormente, en el que, durante el uso, la composición se cura para formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo. El recubrimiento o película forma preferentemente un recubrimiento, capa o película único monolítico sobre al menos una porción del conductor aéreo.

El recubrimiento o película tiene preferentemente un coeficiente de emisividad térmica promedio  $E \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  en todo el espectro infrarrojo  $2,5-30,0 \mu\text{m}$ .

15 El recubrimiento o película tiene preferentemente un coeficiente de reflectividad solar promedio  $R \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  en todo el espectro solar  $0,3-2,5 \mu\text{m}$ .

El recubrimiento o película tiene preferentemente color sustancialmente blanco y tiene un  $L^* \geq 80$ ,  $L^* \geq 85$ ,  $L^* \geq 90$  o un  $L^* \geq 95$ .

20 De acuerdo con diversas realizaciones, el recubrimiento o película tiene preferentemente un coeficiente de emisividad térmica promedio  $E \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  en todo el espectro infrarrojo  $2,5-30,0 \mu\text{m}$  cuando se prueba de acuerdo con ASTM E408 (2013) y/o un coeficiente de reflectividad solar promedio  $R \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  y/o un coeficiente de absorptividad solar promedio  $A \leq 0,20$ ,  $0,15$  o  $0,10$  en todo el espectro solar de  $0,3-2,5 \mu\text{m}$  cuando se prueba de acuerdo con ASTM E903 (2012).

El conductor aéreo, cuando se prueba de acuerdo con ANSI C119.4-2004, preferentemente opera a una temperatura más baja que la temperatura del mismo conductor aéreo sin el recubrimiento o película.

30 El conductor aéreo está preferentemente dispuesto y adaptado para transmitir, durante el uso, potencia eléctrica a una tensión  $\geq 2 \text{ kV}$ ,  $2-50 \text{ kV}$ ,  $50-100 \text{ kV}$ ,  $100-150 \text{ kV}$ ,  $150-200 \text{ kV}$ ,  $200-250 \text{ kV}$ ,  $250-300 \text{ kV}$ ,  $300-350 \text{ kV}$ ,  $350-400 \text{ kV}$ ,  $400-450 \text{ kV}$ ,  $450-500 \text{ kV}$ ,  $500-550 \text{ kV}$ ,  $550-600 \text{ kV}$ ,  $600-650 \text{ kV}$ ,  $650-700 \text{ kV}$ ,  $700-750 \text{ kV}$ ,  $750-800 \text{ kV}$  o  $\geq 800 \text{ kV}$ .

35 El conductor aéreo está preferentemente dispuesto y adaptado para operar, durante el uso, hasta una temperatura máxima de operación de  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $130 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $140 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $160 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $170 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $180 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $190 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $210 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $220 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $230 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $240 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $270 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $280 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $290 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  o  $> 300 \text{ }^\circ\text{C}$ .

El conductor aéreo está preferentemente dispuesto y adaptado para suspenderse, durante el uso, entre torres aéreas.

40 El conductor aéreo comprende preferentemente uno o más conductores metálicos.

El conductor aéreo comprende preferentemente uno o más cables metálicos.

45 El uno o más conductores metálicos y/o el uno o más cables metálicos comprenden preferentemente aluminio o una aleación de aluminio.

50 El conductor aéreo comprende preferentemente: (i) un conductor de aluminio ("AAC"); (ii) un conductor de aleación de aluminio ("AAAC"); (iii) un conductor de aluminio con refuerzo de acero ("ACSR"); (iv) un conductor de aluminio con refuerzo de acero revestido de aluminio ("ACSR/AW"); (v) un conjunto de cables aéreos ("ABC"); (vi) un conductor de alta temperatura y baja flecha ("HTLS"); (vii) un conductor de aluminio de núcleo compuesto ("ACCC"); (viii) un conductor de aluminio con soporte de acero ("ACSS/MA"); (ix) un conductor de aluminio con soporte de acero revestido de aluminio ("ACSS/AW"); (x) un conductor de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero ("TACSR"); (xi) un conductor de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero revestido de aluminio ("TACSR/AW"); o (xii) un conductor de aleación de aluminio súper resistente al calor con refuerzo de Invar revestido de aluminio ("STACIR/AW").

60 El recubrimiento o película tiene preferentemente un grosor en el intervalo de  $1-10 \mu\text{m}$ ,  $10-20 \mu\text{m}$ ,  $20-30 \mu\text{m}$ ,  $30-40 \mu\text{m}$ ,  $40-50 \mu\text{m}$ ,  $50-60 \mu\text{m}$ ,  $60-70 \mu\text{m}$ ,  $70-80 \mu\text{m}$ ,  $80-90 \mu\text{m}$ ,  $90-100 \mu\text{m}$ ,  $100-110 \mu\text{m}$ ,  $110-120 \mu\text{m}$ ,  $120-130 \mu\text{m}$ ,  $130-140 \mu\text{m}$ ,  $140-150 \mu\text{m}$ ,  $150-160 \mu\text{m}$ ,  $160-170 \mu\text{m}$ ,  $170-180 \mu\text{m}$ ,  $180-190 \mu\text{m}$ ,  $190-200 \mu\text{m}$ ,  $200-300 \mu\text{m}$ ,  $300-400 \mu\text{m}$ ,  $400-500 \mu\text{m}$ ,  $500-600 \mu\text{m}$ ,  $600-700 \mu\text{m}$ ,  $700-800 \mu\text{m}$ ,  $800-900 \mu\text{m}$ ,  $900-1.000 \mu\text{m}$  o  $> 1 \text{ mm}$ .

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un sistema de distribución o potencia eléctrica que comprende uno o más conductores aéreos como se describió anteriormente.

65

## ES 2 985 401 T3

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un procedimiento para recubrir o aplicar una película a un conductor aéreo que comprende:

5 aplicar una composición como se describió anteriormente a al menos una porción de un conductor aéreo; y permitir que la composición se cure.

Puede permitirse que la composición se cure mediante curado con humedad y preferentemente no implica calentar la composición por encima de la temperatura ambiente. Sin embargo, para un proceso rápido puede ser apropiado el curado térmico.

10 El procedimiento preferentemente comprende además permitir que la composición se cure para formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo sin utilizar una etapa de curado térmico.

15 La etapa de permitir que la composición se cure para formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo comprende preferentemente mantener la temperatura de la composición y/el recubrimiento o película que se forma sobre el conductor aéreo por debajo de 100 °C, 90 °C u 80 °C.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un kit para formar una composición para recubrir un conductor aéreo que comprende:

20 una primera parte que comprende: (i) un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps") de  $\geq 100$  nm; (ii) un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm; (iii) un aglutinante de poliorganosiloxano; y (iv) un agente superhidrófobo; y  
25 una segunda parte que comprende: (i) un solvente; en el que, durante el uso, las partes primera y segunda se mezclan entre sí para formar una composición que se aplica a al menos una porción de un conductor aéreo con el fin de formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo.

30 El solvente preferentemente comprende, o bien un solvente acuoso o un solvente no acuoso.

35 El solvente puede comprender, bien agua o un solvente no acuoso tal como xileno, xilol o dimetilbenceno ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>), tolueno ((CH<sub>3</sub>) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), isopropanol (CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>), 2-etoxietanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH) o acetato de 2-etoxietilo (CH<sub>3</sub>C(O)OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>).

La primera parte puede comprender además uno o más de: (i) un agente emisor; (ii) un agente de curado; (iii) un agente de reticulación; (iv) un agente de flexibilidad; y (v) un agente reológico.

40 La segunda parte puede comprender además uno o más de: (i) un agente emisor; (ii) un agente de curado; (iii) un agente de reticulación; (iv) un agente de flexibilidad; y (v) un agente reológico.

El kit, preferentemente, comprende además un primer dispositivo para pulverizar, pintar o aplicar la composición sobre al menos una porción de uno o más conductores aéreos para formar el recubrimiento o película.

45 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un procedimiento de reacondicionamiento de una línea aérea de transmisión o distribución de potencia que comprende uno o más conductores aéreos, el procedimiento que comprende:

50 pulverizar, pintar, recubrir o aplicar una composición sobre al menos una porción de un conductor aéreo, en el que la composición comprende: (i) un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps") de  $\geq 100$  nm; (ii) un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm; (iii) un aglutinante de poliorganosiloxano; (iv) un agente superhidrófobo; y (v) un solvente; y luego permitir que la composición se cure.

55 El solvente preferentemente comprende, o bien, agua o un solvente no acuoso. Por ejemplo, se contempla que puede utilizarse un solvente no acuoso tal como xileno, xilol o dimetilbenceno ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>), tolueno ((CH<sub>3</sub>) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), isopropanol (CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>), 2-etoxietanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH) o acetato de 2-etoxietilo (CH<sub>3</sub>C(O)OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>).

60 La etapa de permitir que la composición se cure comprende preferentemente permitir que la composición se cure únicamente mediante curado por humedad para formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo.

65 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona una composición para recubrir un conductor aéreo que comprende:

un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>);  
 un aglutinante de poliorganosiloxano; y  
 un agente superhidrófobo que comprende, o bien: (i) nanopartículas de sílice funcionalizadas en superficie; (ii) un polisiloxano funcional; o (iii) polimetilsilsesquioxano.

5 La composición preferentemente comprende además un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm. De acuerdo con esta realización se prefiere pero no esencial que la composición comprenda un agente fotocatalítico.

10 La composición de acuerdo con diversas realizaciones preferidas representa un avance significativo en la técnica ya que un conductor aéreo de acuerdo con la realización preferida tiene tanto un alto coeficiente de emisividad térmica promedio E (es decir,  $E \geq 0,80, 0,85$  o  $0,90$ ) en todo el espectro infrarrojo 2,5-30,0  $\mu\text{m}$ , como además un coeficiente de reflectividad solar promedio alto R (es decir,  $R \geq 0,80, 0,85$  o  $0,90$ ) en todo el espectro solar de 0,3-2,5  $\mu\text{m}$ .

15 Se recordará que los conductores conocidos que tienen un recubrimiento único negro tienen un alto coeficiente de emisividad térmica E, pero un pobre coeficiente de reflectividad solar R. A la inversa, otros conductores conocidos que tienen un recubrimiento único blanco tienen un alto coeficiente de reflectividad solar R, pero un pobre coeficiente de emisividad térmica E.

20 En consecuencia, un conductor recubierto único de acuerdo con la presente invención tiene un rendimiento significativamente mejorado en términos de rendimiento de reducción de temperatura con relación a los conductores recubiertos únicos convencional. Además, un conductor recubierto con un recubrimiento, película o capa de acuerdo con la presente invención, además es ventajosamente superhidrófobo, y, por tanto, es efectivo para evitar la formación de rocío o humedad cargada de sal sobre un conductor aéreo incluso durante toda la noche y/o a primera hora de la mañana. Debe entenderse que la humedad cargada de sal en un ambiente desértico puede ser altamente corrosiva.

25 Por tanto, un conductor recubierto con un recubrimiento o película de acuerdo con la presente invención tiene una excelente resistencia a la corrosión, por el contrario, con algunos recubrimientos únicos conocidos tales como la pintura blanca de óxido de magnesio.

30 La adición de un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) y que preferentemente tiene un tamaño promedio de partícula  $\leq 100$  nm resulta en la conversión fotocatalítica de cualquier materia orgánica que pueda haberse adherido o que de cualquier otra manera pueda adherirse al recubrimiento. En particular, cuando dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) se excita con la luz ultravioleta y crea radical hidroxilo (OH<sup>·</sup>) y superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) que descompondrán la materia orgánica de la superficie en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

35 De acuerdo con una realización, el agente fotocatalítico puede comprender una forma comercialmente disponible de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) conocido como DEGUSSA (EVONIK) (RTM) P25 o AEROXIDE (RTM) TiO<sub>2</sub>P25.

40 DEGUSSA (EVONIK) (RTM) P25 óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es una forma en polvo convencional de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>). Las propiedades del óxido de titanio P25 se han investigado en detalle y se hace referencia al Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 216(2-3): 179-182 que encontró que el polvo comprendía dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) en la relación anatasa: rutilo:amorfo 78:14:8.

45 Cabe señalar que se informa comúnmente que DEGUSSA (EVONIK) (RTM) P25 que comprende cristalitas de anatasa: rutilo 70:30, 80:20 u 85:15 y que a menudo no se hace referencia a la presencia de la forma amorfa del dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>).

50 Se ha informado que el tamaño promedio de partícula ("aps") del dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) en DEGUSSA (EVONIK) (RTM) P25 es aproximadamente 85 nm y que el tamaño promedio de partícula del dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>) en DEGUSSA (EVONIK) (RTM) P25 es aproximadamente 25 nm.

55 El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es particularmente preferido como fotocatalizador de acuerdo con realizaciones de la presente invención para la descomposición de contaminantes orgánicos porque es químicamente estable y biológicamente benigno. La banda prohibida del dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es mayor que 3 eV (~3,0 para rutilo y ~3,2 para anatasa), de esta manera se produce dióxido de titanio puro (TiO<sub>2</sub>) principalmente activo para la luz ultravioleta.

60 Se cree que la mezcla de fases específica de diferentes polimorfos de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) como están presentes en DEGUSSA (EVONIK) (RTM) P25 tienen un efecto sinérgico y se observa una mayor actividad fotocatalítica en comparación con las fases puras (es decir, o bien, en relación con el dióxido de titanio rutilo puro (TiO<sub>2</sub>) o al dióxido de titanio anatasa puro (TiO<sub>2</sub>)).

65 Además, se acepta generalmente que el dióxido de titanio anatasa puro (TiO<sub>2</sub>) exhibe una mayor actividad fotocatalítica que el dióxido de titanio rutilo puro (TiO<sub>2</sub>).

Se sabe que el dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) tiene una banda prohibida más grande que el dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ). Si bien esto reduce la luz que puede absorberse, puede elevar el máximo de la banda de valencia a niveles de energía más altos con relación a los potenciales redox de las moléculas adsorbidas. En consecuencia, puede aumentarse la potencia de oxidación de los electrones y puede facilitarse la transferencia de electrones desde el dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) a las moléculas adsorbidas.

El documento US-9595368 (Ranganathan) divulga el uso de recubrimientos fotocatalíticos autolimpiantes tanto directamente sobre conductores aéreos como sobre capas intermedias tales como recubrimientos de silicato inorgánico o recubrimientos a base de PVDF diseñados para aumentar la emisividad de los conductores. Sin embargo, tal disposición no es óptima por varias razones. Las disposiciones divulgadas no son adecuadas para conductores aéreos blancos reflectantes solares, ya que el uso de los recubrimientos autolimpiantes divulgados puede afectar materialmente el rendimiento de la capa reflectante solar.

Por ejemplo, el documento US-9595368 (Ranganathan) divulga que la aplicación de una capa autolimpiante de KON CORPORATION (RTM), de acuerdo con las instrucciones de aplicación del fabricante, encima de una capa reflectante solar que comprende dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) en un aglutinante de PVDF disminuyó la reflectividad solar de un recubrimiento blanco de 0,89 a 0,77. El PVDF es un fluoropolímero con una energía superficial muy baja. Como un resultado, el PVDF repelerá los recubrimientos a base de agua y de solvente con un alto ángulo de contacto con el agua, de esta manera generalmente dificulta la formación de películas uniformes sobre el recubrimiento.

Como tal, el uso de una capa intermedia como se divulga en el documento US-9595368 (Ranganathan) no es una solución adecuada para mantener la reflectividad solar en el tiempo.

Además, un enfoque de capa intermedia aumenta el coste de aplicación en el proceso de fabricación continuo.

Para abordar esto, la presente invención integra opcionalmente la reflectividad solar y la actividad fotocatalítica autolimpiante en una sola capa. Esto no sólo ahorra en complejidad/gastos de la aplicación, sino que también evita que las capas superiores autolimpiantes afecten materialmente la óptica del recubrimiento reflectante blanco subyacente.

Un conductor recubierto único de acuerdo con la presente invención tiene un rendimiento significativamente mejorado a temperaturas más bajas (por ejemplo, hasta 80 °C).

No se conoce cómo proporcionar un conductor recubierto único que se disponga para tener una emisividad E muy alta ( $E \geq 0,80$ , 0,85 o 0,90) y también una reflectancia solar muy alta ( $R \geq 0,80$ , 0,85, 0,90) junto con una buena o excelente resistencia a la corrosión y un agente fotocatalítico que es efectivo para convertir la materia orgánica (que puede acumularse en el conductor) en dióxido de carbono y agua.

De acuerdo con diversas realizaciones, la emisividad E de un conductor recubierto con un recubrimiento o película puede ser tal que  $E \geq 0,80$ ,  $E \geq 0,81$ ,  $E \geq 0,82$ ,  $E \geq 0,83$ ,  $E \geq 0,84$ ,  $E \geq 0,85$ ,  $E \geq 0,86$ ,  $E \geq 0,87$ ,  $E \geq 0,88$ ,  $E \geq 0,89$ ,  $E \geq 0,90$ ,  $E \geq 0,91$ ,  $E \geq 0,92$ ,  $E \geq 0,93$ ,  $E \geq 0,94$ ,  $E \geq 0,95$ ,  $E \geq 0,96$ ,  $E \geq 0,97$ ,  $E \geq 0,98$  o  $E \geq 0,99$ . De manera similar, de acuerdo con diversas realizaciones, la reflectancia R puede ser tal que  $R \geq 0,80$ ,  $R \geq 0,81$ ,  $R \geq 0,82$ ,  $R \geq 0,83$ ,  $R \geq 0,84$ ,  $R \geq 0,85$ ,  $R \geq 0,86$ ,  $R \geq 0,87$ ,  $R \geq 0,88$ ,  $R \geq 0,89$ ,  $R \geq 0,90$ ,  $R \geq 0,91$ ,  $R \geq 0,92$ ,  $R \geq 0,93$ ,  $R \geq 0,94$ ,  $R \geq 0,95$ ,  $R \geq 0,96$ ,  $R \geq 0,97$ ,  $R \geq 0,98$  o  $R \geq 0,99$ .

Las diferencias entre diversos enfoques convencionales conocidos y el enfoque de acuerdo con la presente invención, se analizarán en más detalle a continuación.

El documento WO 2015/105972 (Ranganathan) divulga una disposición que comprende un conductor que tiene una capa polimérica única de un polímero en base a negro de humo que es un buen emisor de infrarrojos. La emisividad E se indica como  $\geq 0,85$  (es decir, relativamente buena), pero la absorptividad A se indica como sólo  $\leq 0,3$  (es decir, mala).

Por el contrario, un conductor recubierto con un recubrimiento o película de acuerdo con lo preferido tiene una reflectancia solar significativamente mejorada ( $R \geq 0,80$ ) que es significativamente superior a la reflectancia del conductor divulgado en el documento WO 2015/105972 (Ranganathan) que se indica que tiene una reflectancia más baja de  $R \geq 0,70$  (en base a un coeficiente de absorptividad declarado  $A \leq 0,3$ ).

El documento US 2015/0194237 (Ranganathan) divulga un conductor que tiene un recubrimiento autolimpiante que comprende un fotocatalizador tal como óxido de titanio anatasa. Sin embargo, el fotocatalizador no se proporciona en un aglutinante: la capa autolimpiante se describen como libre de polímero y el fotocatalizador se describe como libre de un aglutinante polimérico. En consecuencia, el documento US 2015/0194237 (Ranganathan) no divulga cómo proporcionar un recubrimiento que comprende un aglutinante inorgánico. El documento US 2015/0194237 (Ranganathan) no divulga cómo proporcionar un recubrimiento que tiene una alta reflectividad solar  $R \geq 80\%$  en el espectro solar 0,3-2,5  $\mu\text{m}$ .

El documento WO 2014/025420 (Davis) divulga el recubrimiento de un conductor aéreo con un recubrimiento de una sola capa que comprende un aglutinante inorgánico (por ejemplo, silicato metálico o sílice coloidal ( $\text{SiO}_2$ )) y un agente radiante de calor tal como el carburo de boro ( $\text{B}_4\text{C}$ ), dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) o dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ). Se divulga que se han formulado y probado varios recubrimientos diferentes.

De todas las diferentes formulaciones divulgadas en el documento WO 2014/025420 (Davis) se considera que quizás la formulación más cercana a la presente invención es el recubrimiento #7 que comprende un aglutinante de silicato (20 % en peso), dióxido de silicio (37 % en peso), carburo de boro (3 % en peso) y agua (40 % en peso). El recubrimiento conocido en general tiene un color gris oscuro con un  $L^*$  de 43,495. Se indica que el recubrimiento gris oscuro tiene una emisividad  $E$  de 0,882. La absorptividad solar  $A$  del recubrimiento gris oscuro #7 divulgado en el documento WO 2014/025420 (Davis) se indica como  $A = 0,86$ , que es significativamente mayor que los requisitos de la realización preferida de la presente invención que requiere que el coeficiente de absorptividad solar  $A \leq 0,20$ . Igualmente, la reflectancia solar del recubrimiento gris oscuro #7 es  $R = 0,14$ , que es significativamente menor que los requisitos de la realización preferida que requiere que el conductor tenga una alta reflectancia solar  $R \geq 0,80$ .

En consecuencia, las diversas composiciones divulgadas en el documento WO 2014/025420 (Davis) no se consideran particularmente relevantes para la presente invención.

El documento US 2016/0032107 (Siripurapu) divulga un kit de composición de dos partes para crear un recubrimiento para recubrir un conductor con un recubrimiento único. La primera parte del kit comprende una carga (2-55 % en peso en seco del kit de composición), un agente de reticulación (5-20 % en peso en seco del kit de composición) y un agente de emisividad (6-42 % en peso en seco del kit de composición). La carga puede comprender cuarzo u óxido de aluminio. El agente de reticulación puede comprender hidróxido de magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ) u óxido de zinc ( $\text{ZnO}$ ). El agente de emisividad puede comprender dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) o dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ). La segunda parte del kit comprende un aglutinante de silicato de metal alcalinotérreo (20-65 % en peso en seco del kit composicional). El aglutinante de silicato de metal alcalinotérreo puede comprender silicato de potasio, silicato de sodio, silicato de litio, silicato de calcio o silicato de magnesio y aluminio.

Se proporcionan dos ejemplos en el documento US 2016/0032107 (Siripurapu). El Ejemplo #1 tiene una emisividad  $E$  de 0,86 y una alta absorptividad solar  $A$  de 0,55 que es significativamente mayor que los requisitos de la realización preferida que requiere el coeficiente de absorptividad  $A \leq 0,20$ .

Los párrafos y el documento US 2016/0032107 (Siripurapu) enseñan que se conocen diferentes recubrimientos blancos que tienen una emisividad térmica mucho menor  $E \geq 70 \%$  (en el infrarrojo) y una reflectividad solar mucho menor  $R \geq 70 \%$  (absorptividad  $\leq 30 \%$ ) en el espectro solar 0,3-2,5  $\mu\text{m}$  que un recubrimiento de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

Debe entenderse por los expertos en la técnica que un conductor recubierto de blanco convencional que tiene una  $E \geq 70 \%$  y una reflectividad solar  $R \geq 70 \%$  es significativamente inferior a un conductor recubierto (blanco) de acuerdo con la realización preferida de la presente invención que tiene una  $E \geq 80 \%$  y una reflectividad solar  $R \geq 80 \%$ .

De acuerdo con el documento US 2016/0032107 (Siripurapu) se divulga una composición de recubrimiento para un conductor que comprende de 6-42 % en peso de un agente de emisividad que puede comprender dióxido de titanio. En la página 7 se proporcionan dos ejemplos específicos ("Ejemplo 1" y "Ejemplo 2") y se hace referencia a la Tabla 1. A partir del contexto se supone que el dióxido de titanio se proporciona en forma de rutilo y no en la forma de anatasa menos común de acuerdo con la presente invención, especialmente porque no se hace mención de fotocatalizadores. La forma rutilo tal como se supone que se divulga en el documento US 2016/0032107 (Siripurapu) es probable que tenga un tamaño promedio de partícula mayor que 100 nm, en contra de los requisitos de la presente invención. De acuerdo con diversas realizaciones preferidas de la presente invención, puede proporcionarse un agente reflectante adicional en forma de dióxido de titanio rutilo que tiene un tamaño promedio de partícula de cientos de nm. La emisividad y absorptividad solar del Ejemplo 1 como se divulga en el documento US 2016/0032107 (Siripurapu) fue probado y los resultados se muestran en la Tabla 3 del documento US 2016/0032107 (Siripurapu). Se notará que la emisividad  $E$  se indica como 86 % y la absorptividad solar  $A$  se indica como 55 % y, por tanto, la reflectividad solar correspondiente  $R$  es 45 %. Será evidente, por tanto, que si bien la emisividad  $E$  es alta (86 %), la reflectividad solar  $R$  a 45 % es mucho menor que el requisito de la realización preferida de la presente invención que requiere una reflectividad solar  $R \geq 80 \%$ .

En consecuencia, el documento US 2016/0032107 (Siripurapu) no divulga cómo proporcionar un conductor recubierto único que tiene un agente fotocatalítico que comprenda  $\geq 70 \%$  en peso de dióxido de titanio anatasa que proporcione un recubrimiento que tenga una reflectividad solar  $R \geq 80 \%$  como lo requiere la realización preferida de la presente invención.

El documento US 2005/0266981 (Nakajima) divulga cómo proporcionar una composición líquida que incluye un material fotocatalítico dispersado en un aglutinante hidrófilo que incluye un organosilicato esencialmente completamente hidrolizado (párrafo). De acuerdo con el párrafo, la composición líquida puede aplicarse a un cable



de alta tensión. Sin embargo, la realización preferida de la presente invención se refiere a un conductor recubierto único para una línea aérea de transmisión o distribución de potencia. Aplicar una composición líquida como se divulga en el documento US 2005/0266981 (Nakajima) a un cable de alta tensión resultaría en un conductor eléctrico que tuviera dos recubrimientos: un primer recubrimiento aislante interior y un segundo recubrimiento hidrófilo exterior y como tal no cumpliría los requisitos de la realización preferida de la presente invención que se refiere a la provisión de un único recubrimiento monolítico sobre un conductor eléctrico (metálico).

El documento WO 2007/034248 (Simic) divulga una serie de recubrimientos blancos. Un recubrimiento divulgado es pintura de óxido de aluminio y óxido de magnesio. Se informa que tiene una baja absorptividad y una alta emisividad. La realización preferida de la presente invención es diferente porque de acuerdo con la presente invención un agente fotocatalítico que comprende dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) se incluye junto con un aglutinante de poliorganosiloxano y un agente superhidrófobo. Además, se ha probado pintura de óxido de magnesio y óxido de aluminio, pero se ha encontrado que tiene un rendimiento inferior al indicado en el documento WO 2007/034248 (Simic). La pintura también es problemática de aplicar y curar y no se considera duradera. En consecuencia, no se considera que la pintura de óxido de magnesio y óxido de aluminio presente una solución comercial.

Otro problema al intentar usar óxido de magnesio como recubrimiento es que el óxido de magnesio actuará como un imprimador de sacrificio contra la corrosión, ya que se corroe muy fácilmente. En consecuencia, las propiedades ópticas del recubrimiento de óxido de magnesio se deteriorarán con bastante rapidez. El magnesio es el metal electroquímicamente más activo usado en aplicaciones de ingeniería y se corroe tan fácilmente en algunos entornos que el magnesio y las aleaciones de magnesio se usan intencionalmente como ánodos de sacrificio en estructuras de acero tales como cascos de barcos y tuberías de acero. El magnesio y las aleaciones almacenadas a temperatura ambiente o en condiciones atmosféricas húmedas desarrollan una película superficial de composición variada que consiste en óxido, hidróxido y carbonatos de magnesio. Estas películas son menos estables que las películas pasivas formadas sobre metales tales como aluminio y acero inoxidable.

También se ha observado que los imprimadores ricos en magnesio fallan rápidamente y exhiben fuertes ampollas muy temprano en las pruebas de niebla salina (ASTM B117), que es una prueba clave para certificar recubrimientos para protección contra la corrosión.

En consecuencia, el recubrimiento de pintura blanca de óxido de magnesio divulgado en el documento WO 2007/034248 (Simic) no se considera relevante para la presente invención y no se considera que ofrezca una solución comercial práctica a los problemas que la presente invención busca abordar.

El documento FR-2971617 (Nexans) divulga una pintura blanca que tiene un pigmento blanco tal como óxido de magnesio, óxido de aluminio o sulfato de bario. El recubrimiento polimérico tiene una emisividad  $E \geq 0,7$  y un coeficiente de absorción solar  $A \leq 0,3$ . En consecuencia, es evidente que no se cumplen los requisitos de la realización preferida de la presente invención.

Será evidente, por tanto, que los diversos enfoques conocidos para proporcionar un recubrimiento que reduzca la temperatura de un conductor aéreo se limitan a proporcionar un recubrimiento único que no cumple los requisitos duales de la realización preferida de la presente invención, específicamente, proporcionar un conductor que tiene a la vez una alta emisividad  $E \geq 0,80$  y también una alta reflectividad solar  $R \geq 0,80$  (o por el contrario una baja absorptividad solar  $A \leq 0,20$ ).

Será evidente, por tanto, que la presente invención representa un avance significativo en la técnica ya que un conductor recubierto único de acuerdo con la presente invención tiene un rendimiento térmico, propiedades anticorrosión y propiedades de autolimpieza significativamente mejoradas. Como un resultado, un conductor recubierto con un recubrimiento o película de acuerdo con la presente invención presenta pérdidas de potencia ventajosamente reducidas y además ventajosamente tiene una ampacidad mayor en relación con los conductores recubiertos monocapa convencionales o los conductores desnudos.

Un conductor recubierto único que tiene propiedades superhidrófobas de acuerdo con la presente invención, además tiene una excelente resistencia a la corrosión en contraste con algunos recubrimientos conocidos y es particularmente efectiva para evitar que se forme rocío o humedad cargada de sal sobre el conductor. Se apreciará que en un ambiente desértico tal como en el Oriente Medio o el Golfo, la humedad cargada de sal es potencialmente altamente corrosiva.

Además, una ventaja significativa del recubrimiento único de acuerdo con la presente invención es la presencia de un agente fotocatalítico que preferentemente actúa para convertir la materia orgánica que puede haberse acumulado sobre el conductor en dióxido de carbono y agua. Como un resultado, un conductor recubierto único de acuerdo con la presente invención padecerá menos decoloración que otros recubrimientos blancos conocidos que reducen la temperatura aplicados a líneas aéreas de transmisión o distribución de potencia y, por tanto, el rendimiento de dichos conductores recubiertos de acuerdo con la presente invención permanecerá alto durante un periodo de tiempo extendido. Esto contrasta con los conductores recubiertos conocidos que padecen un marcado deterioro en

el rendimiento durante un período de tiempo relativamente corto debido a que se ensucian, se decoloran y tienen una reflectancia reducida.

5 Se apreciará, por tanto, que un conductor recubierto con un recubrimiento o película de acuerdo con la presente invención que incluye un agente fotocatalítico autolimpiante en forma de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) y un agente superhidrófobo tiene un interés comercial significativo.

10 El agente fotocatalítico preferentemente comprende además  $\geq 75\%$ ,  $\geq 80\%$ ,  $\geq 85\%$ ,  $\geq 90\%$ ,  $\geq 95\%$  o  $\geq 99\%$  en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>).

Un conductor recubierto con un recubrimiento o película puede disponerse y adaptarse para operar, durante el uso, a una temperatura de 60-300 °C o 90-250 °C por encima de la temperatura ambiente.

15 Breve descripción de las figuras

Diversas realizaciones de la presente invención junto con otras disposiciones proporcionadas para propósitos ilustrativos se describirán ahora, a manera de ejemplo solamente y, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

20 La Figura 1 ilustra algunos de los mecanismos de transferencia de calor asociados con un conductor eléctrico aéreo que incluye ganar energía por radiación solar y perder energía por radiación del conductor y por convección (viento);

La Figura 2A muestra una vista lateral de un conductor recubierto conocido y la Figura 2B muestra una vista en sección transversal del conductor recubierto conocido;

25 La Figura 3A muestra una vista en sección transversal de un conductor recubierto único conocido, la Figura 3B muestra una vista en sección transversal de un conductor ACSR 6/1 conocido con un recubrimiento, la Figura 3C muestra una vista en sección transversal de un conductor ACSR 26/7 conocido con un recubrimiento y la Figura 3D muestra una vista en sección transversal de un conductor ACSR 54/19 conocido con un recubrimiento;

30 La Figura 4 muestra un conductor recubierto único de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

La Figura 5 muestra cómo varía la ampacidad de diferentes tipos de conductores en función de la irradiancia solar;

35 La Figura 6 muestra la reflectancia de los pigmentos de anatasa y dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>) en función de la longitud de onda;

La Figura 7A muestra los ciclos de corriente en relación con una muestra de ACSR recubierta con un silicato a base de solvente y la Figura 7B muestra los ciclos de corriente en relación con una muestra de ACSR recubierta con un silicato a base de solvente; y

La Figura 8 demuestra el rendimiento de enfriamiento exterior, o bien, de un silicato a base de agua y uno a base de solvente en comparación con una muestra no recubierta (control).

40 Descripción detallada

A continuación, se analizarán en más detalle diversas realizaciones de la presente invención junto con disposiciones convencionales y otras disposiciones que no se han divulgado al público pero que no se destinan a entrar dentro del ámbito de la presente invención, sino que se proporcionan con propósitos ilustrativos.

La Figura 1 ilustra algunos de los mecanismos de transferencia de calor asociados con un conductor aéreo 100.

50 Existen dos mecanismos predominantes de transferencia de calor que harán que aumente la temperatura del conductor 100. El primer mecanismo de transferencia de calor es el calentamiento por radiación solar del conductor 100. Debe entenderse que la radiación solar incidente sobre el conductor 100 resultará un aumento de la temperatura del conductor eléctrico 100.

55 El segundo mecanismo de transferencia de calor (no mostrado en la Figura 1) que hará que aumente la temperatura del conductor 100 es el efecto de las pérdidas óhmicas debido a la transmisión de corriente eléctrica a través del conductor 100. La resistencia del conductor 100 a la transmisión de corriente eléctrica a través del conductor 100 resultará en un calentamiento Joule del conductor 100.

60 En consecuencia, el efecto combinado del calentamiento por radiación solar del conductor 100 y el calentamiento Joule provocará que aumente la temperatura del conductor 100.

La ganancia de energía del conductor 100 puede compensarse mediante tres mecanismos de transferencia térmica a través de los cuales el conductor 100 puede perder energía, específicamente por radiación, conducción y convección.

65

- La pérdida de calor por conducción es insignificante. La pérdida de calor por convección (es decir, debido a corrientes de aire o viento) dependerá de la localización geográfica del conductor 100. Un conductor 100 puede desplegarse en una región cálida del mundo tal como el Sur de Estados Unidos, Oriente Medio o Australia. Los vientos en las regiones no costeras pueden ser relativamente ligeros y, por tanto, la pérdida de calor por convección normalmente no es una consideración importante. En consecuencia, el mecanismo predominante por el cual un conductor 100 puede perder energía es por radiación térmica.
- Los expertos en la técnica entenderán que los conductores desnudos aéreos, como los que se usan convencionalmente en regiones del mundo tales como el Sur de Estados Unidos, Oriente Medio y Australia, pueden alcanzar temperaturas significativamente elevadas. En consecuencia, la cuestión de poder reducir la temperatura operativa de un conductor aéreo desplegado en una región del mundo tales como el Sur de Estados Unidos, Oriente Medio y Australia es de considerable preocupación comercial para, por ejemplo, las empresas de servicios públicos.
- En muchos países se considera que las líneas eléctricas de alta tensión forman parte de la infraestructura nacional y, por tanto, pueden ser propiedad y controlarse por el estado.
- Las líneas aéreas de transmisión de electricidad generalmente comprenden un núcleo formado por uno o más alambres conductores. Se conocen diversos tipos diferentes de conductores aéreos.
- Todos los conductores de aluminio ("AAC") comprenden alambres de aluminio trefilados duros trenzados en capas sucesivas en direcciones opuestas para formar el conductor según BS EN 50182 o IEC 61089. Los conductores AAC pueden usarse para líneas de distribución aérea que tienen tramos relativamente cortos, alimentadores aéreos y barras colectoras de subestaciones. Los conductores AAC tienen una alta resistencia a la corrosión ya que no hay acero presente. Los conductores AAC convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.
- Todos los conductores de aleación de aluminio ("AAAC") comprenden alambres de aleación de aluminio ("ALMELEC") trenzados en capas sucesivas en direcciones opuestas para formar el conductor según IEC 61089, BS EN 50182 o ASTM B 399. Los conductores AAAC se usan principalmente para líneas aéreas en redes eléctricas de transmisión y distribución que tienen tramos relativamente largos. Además, se usan como mensajero para soportar cables eléctricos aéreos. Los conductores AAAC tienen una alta resistencia a la corrosión ya que no hay acero presente. Los conductores AAAC convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.
- Los conductores de aluminio con refuerzo de acero ("ACSR") comprenden una capa exterior de conductor de aluminio trenzado concéntricamente sobre un núcleo central de alambres de acero galvanizado o trenzado para formar el conductor según BS EN 50182, ASTM B 232 o IEC 61089. Los conductores ACSR se usan ampliamente para la transmisión de potencia eléctrica a largas distancias. Los conductores ACSR pueden, además usarse como mensajero para soportar cables eléctricos aéreos. Los conductores ACSR convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.
- Los conductores de aluminio con refuerzo de acero revestido de aluminio ("ACSR/AW") comprenden una capa exterior de conductor de aluminio trenzado concéntricamente sobre un núcleo central de cable sólido o trenzado de acero revestido de aluminio para formar el conductor según ASTM B 549. Los conductores ACSR/AW se usan para la transmisión de potencia eléctrica y son ideales para tramos largos de líneas aéreas como los conductores ACSR, pero con una resistencia y capacidad de carga de corriente ligeramente mejores, además de una buena resistencia a la corrosión. Los conductores ACSR/AW convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 80 °C.
- Los conjuntos de cables aéreos ("ABC") se fabrican de conductores de aluminio aislados con aislamiento XLPE y ensamblados para formar dos (dúplex), tres (tríplex), cuatro (cuádruplex) o más conductores según IEC S 474-76 o BS EN 50182. Se usan para líneas aéreas secundarias (en circuitos que no superen los 600 V fase a fase) en postes o como alimentadores de locales residenciales.
- Además, se conocen diversos conductores de alta temperatura y baja flecha ("HTLS") que se diseñan para operar a temperaturas operativas significativamente más altas, de hasta 150-250 °C.
- Los conductores HTLS conocidos incluyen conductores de aluminio de núcleo compuesto ("ACCC"), conductores de aluminio con soporte de acero ("ACSS/MA"), conductores de aluminio con soporte de acero revestido de aluminio ("ACSS/AW"), conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero ("TACSR"), conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero revestido de aluminio ("TACSR/AW") y conductores de aleación de aluminio súper resistente al calor con refuerzo de Invar revestidos de aluminio ("STACIR/AW").
- Los conductores de aluminio de núcleo compuesto ("ACCC") comprenden un conductor trenzado concéntricamente con una o más capas de alambres de aluminio 1350-0 recocidos con forma de trapecoide sobre un núcleo central de

## ES 2 985 401 T3

5 compuesto liviano de fibra de vidrio de carbono. Los conductores ACCC que comprenden un núcleo compuesto de carbono híbrido son más fuertes y livianos que los núcleos de acero tradicionales. Los conductores ACCC son capaces de transportar el doble de corriente que los conductores ACSR tradicionales, ya que los conductores ACCC se diseñan para temperaturas de operación continua de hasta 180 °C, además de su núcleo más ligero que permite utilizar aproximadamente 30 % más de aluminio sin aumentar el peso total. El uso de conductores ACCC reduce las pérdidas de línea entre un 30-40 % en condiciones de carga iguales en comparación con los conductores ACSR tradicionales del mismo diámetro y peso. Los conductores ACCC tienen mayor resistencia, autoamortiguación efectiva, resistencia superior a la fatiga y un bajo coeficiente de expansión, de esta manera reduce la flexión del conductor en condiciones de carga eléctrica pesada. Como un resultado, los conductores ACCC pueden usarse para aumentar los tramos entre estructuras más pequeñas o más cortas. Los conductores ACCC tienen mayor resistencia a la corrosión que los conductores ACSR tradicionales.

15 Los conductores ACCC se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de reconductor que requieren mayor corriente con tensiones y espacios libres existentes, aplicaciones de líneas nuevas donde pueden economizarse estructuras debido a la reducción de la flexión del conductor, aplicaciones de líneas nuevas que requieren altas cargas de emergencia y líneas donde la vibración debida al viento es un problema. Los conductores ACCC pueden, además usarse en entornos costeros y corrosivos debido a su buena resistencia a la corrosión. Los conductores ACCC convencionales tiene típicamente una temperatura máxima de operación de 180 °C.

20 Los conductores de aluminio con soporte de acero ("ACSS/MA") comprenden una o más capas de alambres de aluminio recocido 1350-0 trenzados sobre un núcleo central de alambres de acero recubiertos con aleación de zinc-5 % aluminio mischmetal que se diseñan para soportar la mayoría o toda la carga mecánica en el conductor ACSS. Los conductores ACSS pueden fabricarse de acuerdo con ASTM B 856.

25 Los conductores ACSS/MA son similares a los conductores ACSR tradicionales excepto que los conductores ACSS/MA pueden operar de forma continua a altas temperaturas de hasta 250 °C sin daños. Los conductores ACSS/MA se hunden menos bajo cargas de emergencia que los conductores ACSR, tienen propiedades de autoamortiguación y la flexión final no se ve afectada por la fluencia prolongada del aluminio.

30 Los conductores ACSS/MA se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de reconducción que requieren mayor corriente con tensiones y espacios libres existentes. Los conductores ACSS/MA se usan, además, para aplicaciones de líneas nuevas donde pueden economizarse estructuras debido a la reducción de la flexión del conductor, aplicaciones de líneas nuevas que requieren altas cargas de emergencia y líneas donde la vibración debida al viento es un problema. Los conductores ACSS/MA convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 250 °C.

35 Los conductores de aluminio con soporte de acero revestido de aluminio ("ACSS/AW") comprenden una o más capas de alambres de aluminio recocido 1350-0 trenzados sobre un núcleo central de alambres de acero revestido de aluminio que se diseñan para soportar la mayor parte o la totalidad de la carga mecánica en conductores ACSS/AW. Los conductores ACSS/AW pueden fabricarse de acuerdo con ASTM B 856.

40 Los conductores ACSS/AW pueden operar de forma continua a altas temperaturas de hasta 200 °C sin daños. El núcleo de acero revestido de aluminio que consiste en una capa gruesa de aluminio (aproximadamente 10 % del radio nominal del alambre) sobre acero proporciona a los conductores ACSS/AW las ventajas de los conductores ACSS junto con el peso liviano y la buena conductividad del aluminio con una alta resistencia a la tracción y robustez del acero.

45 Los conductores ACSS/AW se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son especialmente útiles en aplicaciones de reconducción que requieren mayor corriente con tensiones y espacios libres existentes. Los conductores ACSS/AW se usan, además, para aplicaciones de líneas nuevas donde pueden economizarse estructuras debido a la reducción de la flexión del conductor, aplicaciones de líneas nuevas que requieren altas cargas de emergencia y líneas donde la vibración debida al viento es un problema.

50 Los conductores ACSS/AW tienen características de resistencia similares a los conductores ACSS junto con una ampacidad y resistencia a la corrosión ligeramente mayores debido al revestimiento de aluminio de los alambres con núcleo de acero. Los conductores ACSS/AW convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 200 °C.

55 Los conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero ("TACSR") comprenden una o más capas de alambres de aleación de aluminio y zirconio (AT1) resistentes al calor trenzados sobre un núcleo central de alambres de acero recubierto de zinc según IEC 62004 e IEC 60888 y en generalmente de acuerdo con IEC 61089.

## ES 2 985 401 T3

Los conductores TACSR pueden transportar una corriente de carga mayor (150 %) que los conductores ACSR tradicionales, ya que se diseñan para temperaturas de operación continua de hasta 150 °C. Los conductores TACSR tienen la misma técnica de instalación que los conductores ACSR.

5 Los conductores TACSR se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de líneas nuevas que requieren mayor corriente. Los conductores TACSR convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 150 °C.

10 Los conductores de aleación de aluminio resistentes al calor con refuerzo de acero revestido de aluminio ("TACSR/AW") comprenden una o más capas de alambres de aleación de aluminio y zirconio (AT1) resistentes al calor trenzados sobre un núcleo central de alambres trenzados de acero revestidos de aluminio (20SA Tipo A) según IEC 62004 e IEC 61232 y, generalmente de acuerdo con IEC 61089.

15 Los conductores TACSR/AW pueden transportar una corriente de carga superior que los conductores ACSR tradicionales, ya que se diseñan para temperaturas de operación continuas de hasta 150 °C. Los conductores TACSR/AW tienen mayor resistencia a la corrosión y menor resistencia eléctrica y menor masa que los conductores TACSR. Los conductores TACSR/AW tienen la misma técnica de instalación que los conductores ACSR.

20 Los conductores TACSR/AW se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de líneas nuevas que requieren mayor corriente. Los TACSR/AW pueden usarse en ambientes costeros y corrosivos debido a su buena resistencia a la corrosión. Los conductores TACSR/AW convencionales, típicamente alcanza hasta una temperatura máxima de operación de 150 °C.

25 Los conductores de aleación de aluminio súper resistente al calor con refuerzo de Invar revestidos de aluminio ("STACIR/AW") comprenden una o más capas de alambres de aleación de aluminio y zirconio (AT3) súper resistentes al calor trenzados sobre un núcleo central de alambres trenzados de invar revestidos de aluminio según IEC 62004 y generalmente de acuerdo con IEC 61089 e IEC 61232. Invar es una aleación especial de Fe/Ni que tiene un coeficiente de expansión lineal muy bajo.

30 Los conductores STACIR/AW pueden transportar una corriente de carga superior (200 %) que los conductores ACSR tradicionales, ya que se diseñan para temperaturas de operación continuas de hasta 210 °C. Más allá del punto de inflexión, los conductores STACIR/AW experimentan un aumento de la flecha debido únicamente a la expansión del núcleo Invar (valor extremadamente bajo  $\leq 3,7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ) que controla la flecha a altas temperaturas de operación. Los conductores STACIR/AW tienen mayor resistencia a la corrosión y tienen la misma técnica de  
35 instalación que los conductores ACSR.

Los conductores STACIR/AW se usan para líneas aéreas de distribución y transmisión y son particularmente útiles en aplicaciones de líneas nuevas que requieren mayor corriente. Los conductores STACIR/AW pueden usarse en ambientes corrosivos y costeros debido a su buena resistencia a la corrosión. Los conductores STACIR/AW  
40 convencionales tienen típicamente una temperatura máxima de operación de 210 °C.

En consecuencia, los conductores HTLS conocidos permiten que los conductores eléctricos aéreos de alta tensión operen a temperaturas de operación significativamente más altas, hasta una temperatura máxima de operación  
45 típicamente en el intervalo de 150-250 °C.

La Figura 2A muestra una vista lateral y la Figura 2B muestra una vista en sección transversal de un conductor recubierto 200 conocido como se divulga en el documento WO 2015/105972 (Ranganathan). El conductor conocido  
50 200 comprende 19 cables o alambres de aluminio 202 rodeados por un recubrimiento polimérico exterior 201. Pueden estar presentes espacios vacíos 203 entre el recubrimiento polimérico exterior 201 y los cables o alambres conductores individuales 202. El recubrimiento polimérico exterior 201 se proporciona con el fin de disminuir la temperatura del conductor 200 cuando el conductor 200 se prueba de acuerdo con ANSI C119.4.

La Figura 3A muestra una vista en sección transversal de otro conductor conocido que tiene un núcleo central de aluminio 301 y un recubrimiento polimérico exterior 302.  
55

La Figura 3B muestra una vista en sección transversal de un conductor ACSR 6/1 conocido que comprende un elemento central con refuerzo de acero 303 rodeado por un anillo de seis alambres eléctricos de aluminio 310. Cada uno de los seis alambres de aluminio 310 tiene un recubrimiento polimérico 302.

La Figura 3C muestra una vista en sección transversal de un conductor ACSR 26/7 conocido que comprende siete elementos centrales con refuerzo de acero 303 rodeados por un primer anillo de alambres de aluminio 310 que a su vez están rodeados por un segundo anillo de alambres de aluminio 310. El segundo anillo exterior de alambres de aluminio se rodea por un recubrimiento polimérico más exterior 302.  
60

La Figura 3D muestra un conductor ACSR 54/19 conocido que comprende 19 elementos centrales con refuerzo de acero 303 rodeados por un primer anillo de alambres de aluminio 310 que a su vez se rodean por un segundo anillo  
65

de alambres de aluminio 310. El segundo anillo de alambres de aluminio 310 está a su vez rodeado por un tercer anillo de alambres de aluminio 310. El tercer anillo exterior de alambres de aluminio 310 se rodea por un recubrimiento polimérico más exterior 302.

5 La Figura 4 muestra un conductor recubierto único de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Un conductor recubierto con un recubrimiento o película comprende un conductor metálico interior 400 preferentemente de aluminio. El conductor metálico interior 400 puede comprender uno o más elementos de refuerzo de acero (no mostrados) y/o uno o más elementos compuestos.

10 Un conductor recubierto con un recubrimiento o película de acuerdo con una realización preferida de la presente invención comprende preferentemente un primer recubrimiento 401 que rodea el conductor metálico 400. El recubrimiento o película 401 incluye un agente fotocatalítico autolimpiante que comprende dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>). El primer recubrimiento 401 forma preferentemente una capa, recubrimiento o película monolítica única sobre el conductor metálico 400 en contraste con algunas disposiciones conocidas que comprenden dos o más capas o recubrimientos diferentes.

15 De acuerdo con diversas realizaciones, se proporcionan uno o más conductores eléctricos 400 que tienen un recubrimiento o película o capa 401 que tiene un coeficiente de emisividad térmica promedio  $E \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  y un coeficiente de reflectividad solar promedio  $R \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  y/o un coeficiente de absorptividad solar promedio  $A \leq 0,10$ ,  $0,15$  o  $0,20$ .

Los uno o más conductores eléctricos 400 puede formar parte de una línea aérea de transmisión o distribución de potencia.

25 El recubrimiento, película o capa 401 comprende preferentemente un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>), un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm, un aglutinante de poliorganosiloxano y un agente superhidrófobo que comprende, o bien: (i) nanopartículas de sílice funcionalizadas en superficie; (ii) un polisiloxano funcional; o (iii) polimetilsilsesquioxano.

30 El recubrimiento, película o capa 401 comprende preferentemente un aglutinante que se basa o bien, en agua o en solvente. De acuerdo con la presente invención se proporciona una composición para recubrir un conductor aéreo. La composición preferentemente cura mediante curado por humedad para formar el recubrimiento, película o capa 401.

35 El recubrimiento, película o capa 401 tiene preferentemente un coeficiente de emisividad térmica promedio  $E \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  en al menos 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 % o 90 % del espectro infrarrojo 2,5-30,0  $\mu\text{m}$ .

40 El recubrimiento o película o capa 401 tiene preferentemente un coeficiente de reflectividad solar promedio  $R \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  y/o un coeficiente de absorptividad solar promedio  $A \leq 0,10$ ,  $0,15$  o  $0,20$  en al menos 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 % o 90 % del espectro solar 0,3-2,5  $\mu\text{m}$ .

45 De acuerdo con una realización, el recubrimiento o película 401 puede proporcionarse en al menos una porción de uno o más conductores eléctricos 400.

50 Se ha probado un conductor recubierto único de acuerdo con la presente invención y se ha encontrado que tiene una resistencia a la corrosión buena o excelente cuando se prueba de acuerdo con el procedimiento de prueba ASTM B117 (pulverización de sal).

55 Mediante el uso del procedimiento estándar de la industria CIGRE 207-2002 para calcular la temperatura del conductor, ahora se demostrará la importancia de utilizar un conductor recubierto único que tiene un recubrimiento de alta reflectividad solar en regiones con alta radiación solar. Sólo con propósitos ilustrativos, puede considerarse una línea de potencia desplegada en una localización a 30° de latitud norte y que se expone a 12 horas de radiación solar de agosto. La temperatura del aire se modela como 40 °C.

Bajo las condiciones anteriores, un conductor eléctrico aéreo Drake ACSR con diferentes recubrimientos que transmite una corriente constante de 1.000 A tendrá las siguientes características:

60

Tabla 1

	Características ópticas	Temperatura del conductor (°C)	Resistencia del conductor Ohms/km
5	Conductor no recubierto Emisividad: 0,5 Absortividad: 0,5 Reflectividad: 0,5	99,1	0,0945
10	Conductor que tiene un recubrimiento emisor gris. Emisividad: 0,86 Absortividad: 0,55 Reflectividad: 0,45	91,1	0,0921
15	Un conductor recubierto único de acuerdo con una realización preferida de la presente invención que tiene tanto una alta emisividad como una alta reflectividad. Emisividad: 0,95 Absortividad: 0,1 Reflectividad: 0,9	83,3	0,0898
20			

25 Las cifras mostradas arriba en la Tabla 1 se calcularon mediante el uso del modelo CIGRE estándar de la industria y demuestran que un conductor recubierto único de acuerdo con una realización preferida de la presente invención que tiene alta reflectividad y alta emisividad resultan en casi una duplicación del efecto de enfriamiento (x1,975 15,8 °C c.f. 8,0 °C) con relación a un conductor convencional que tiene un recubrimiento gris. Como se detalla a continuación, los cálculos anteriores se confirmaron mediante pruebas empíricas mediante el uso de dos bancos de pruebas diferentes.

30 Se ha demostrado que un conductor recubierto único de acuerdo con una realización preferida de la presente invención que tiene una emisividad aumentada y al mismo tiempo una reflectividad alta (es decir, sin aumentar la absorción solar) es particularmente efectiva y proporciona un rendimiento significativamente mejorado con relación a las disposiciones convencionales que operan a temperaturas de hasta 100 °C (según la Tabla 1 anterior) y además a temperaturas elevadas en el intervalo de 150-250 °C (los datos se muestran a continuación).

35 El recubrimiento o película 401 puede comprender una carga blanca. La carga blanca puede, por ejemplo, comprender: (i) óxido de magnesio (MgO); (ii) óxido de calcio (CaO); (iii) óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); (iv) óxido de zinc (ZnO); (v) carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>); (vi) silicato de aluminio (Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>); (vii) dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>); o (viii) sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>). El recubrimiento o película 401 puede incluir una o más cargas blancas.

40 El recubrimiento o película 401 comprende un aglutinante de poliorganosiloxano. El aglutinante de poliorganosiloxano puede comprender un aglutinante a base de agua o un aglutinante a base de solvente.

45 El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede comprender una o más trenzas, fibras cerámicas, hilos adhesivos o cintas especiales.

50 El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede ser semiconductor y puede tener una resistividad de volumen de 10<sup>12</sup>ohm-cm o menos, preferentemente una resistividad de volumen de 10<sup>10</sup>ohm-cm o menos, más preferentemente una resistividad de volumen de 10<sup>8</sup>ohm-cm o menos.

55 El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede tener una temperatura de deformación térmica en el intervalo de 140-150 °C, 150-160 °C, 160-170 °C, 170-180 °C, 180-190 °C, 190-200 °C, 200-210 °C, 210-220 °C, 220-230 °C, 230-240 °C, 240-250 °C, 250-260 °C, 260-270 °C, 270-280 °C, 280-290 °C, 290-300 °C o > 300°C.

El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede tener una retención de la elongación a la ruptura de 50 % o más después de 2.000 horas de prueba de intemperismo exterior de acuerdo con ASTM 1960.

60 El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede tener una conductividad térmica de 0,15 W/m o más.

65 El recubrimiento o película 401 puede tener menos preferentemente un valor de luminosidad L\* en el intervalo 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80. Con mayor preferencia, el recubrimiento o película 401 es blanco y tiene un valor de luminosidad L\* en el intervalo 80-90 o 90-100 en el que cuando L\* = 0 el color observado es negro y en el que cuando L\* = 100 el color observado es blanco. De acuerdo con la realización preferida, el recubrimiento 401 tiene un L\* ≥ 80.

Cargas

De manera similar a las disposiciones divulgadas en el documento WO 2015/105972 (Ranganathan) de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede incluir una o más cargas. El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede contener una o más cargas en una concentración del 0-50 % (en peso de la composición total) y la una o más cargas pueden tener un tamaño promedio de partícula de 0,1-50 µm. Las partículas de carga pueden ser esféricas, hexagonales, en forma de escamas, en forma de fibras, o en forma de cinta.

Aditivos reflectantes del IR

De manera similar a las disposiciones divulgadas en el documento WO 2015/105972 (Ranganathan) de acuerdo con diversas realizaciones preferidas de la presente invención, el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede comprender uno o más pigmentos o aditivos reflectantes del infrarrojo. Los uno o más pigmentos o aditivos reflectantes del infrarrojo ("IR") pueden incluirse en el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 en una concentración de, por ejemplo, 0,1-10 % en peso. Los aditivos reflectantes de IR son preferentemente blancos.

Estabilizadores

De manera similar a las disposiciones divulgadas en el documento WO 2015/105972 (Ranganathan) de acuerdo con diversas realizaciones preferidas de la presente invención, pueden incluirse uno o más estabilizadores en el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 en una concentración de, por ejemplo, 0,1-5 % (en peso de la composición o recubrimiento total).

El uno o más estabilizadores pueden comprender un estabilizador de luz y/o un estabilizador de dispersión tal como bentonita. El estabilizador es preferentemente blanco.

Proceso de recubrimiento

El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 o una primera mezcla puede aplicarse a uno o más conductores 400, tales como un cable aéreo, mediante pulverización o pintura. El recubrimiento o película o primera mezcla puede (menos preferentemente) tener una base acuosa y puede deshidratarse o secarse, por ejemplo, mediante curado térmico opcionalmente durante un período de horas.

Sin embargo, con mayor preferencia el recubrimiento o película se basa en solvente y se cura únicamente mediante curado con humedad o temperatura ambiente mediante un agente de curado, es decir, no se somete a curado térmico.

Pueden usarse uno o más procesos de pretratamiento para preparar una superficie del conductor 400 o uno o más alambres conductores para el primer recubrimiento inorgánico 401. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, el conductor 400 o uno o más alambres conductores pueden someterse a tratamiento químico, limpieza con aire presurizado, tratamiento con agua caliente, limpieza con vapor, limpieza con cepillo, tratamiento térmico, chorro de arena, ultrasonido, deslustre, limpieza con solvente, tratamiento con plasma y similares.

Una superficie de uno o más conductores aéreos 400 puede deslustrarse mediante chorro de arena. Un conductor aéreo puede calentarse a temperaturas entre 23-250 °C como parte de un proceso de tratamiento térmico para preparar la superficie del conductor 400 o uno o más alambres conductores para el recubrimiento o película 401. La temperatura puede seleccionarse en dependencia del recubrimiento o película 401.

En determinadas realizaciones, los procesos de recubrimiento pueden estar libres de solventes o esencialmente libres de solventes. Libre de solventes, o esencialmente libre de solventes, puede significar que no se usa más de aproximadamente el 1 % de un solvente en cualquiera de los procesos con relación al peso total del producto.

Características de los conductores recubiertos

Como se apreciará, la aplicación de un recubrimiento único o monocapa 401 proporciona cables, tales como conductores aéreos, con una serie de características superiores que incluyen propiedades de autolimpieza.

El primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede proporcionar un cable con un grosor uniforme alrededor del exterior del conductor 400 o uno o más alambres conductores. Cada procedimiento de aplicación del primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede compensar diferentes cantidades de irregularidades.

La capa de recubrimiento o película 401 de acuerdo con diversas realizaciones preferidas de la presente invención puede proporcionar al conductor 400 o uno o más alambres conductores una resistencia mecánica aumentada con relación al de un conductor desnudo. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, un conductor recubierto



único 400 o uno o más alambres conductores pueden tener una resistencia a la tracción mínima de 10 MPa y pueden tener una elongación a la ruptura mínima de 50 % o más.

5 Como otra ventaja, un recubrimiento único 401 puede, de manera similar a las disposiciones divulgadas en el documento WO 2015/105972 (Ranganathan) sirven como capa protectora contra la corrosión y la formación de jaulas de pájaros en el conductor 400 o uno o más alambres conductores. Como puede apreciarse, los conductores desnudos o recubiertos de líquido pueden perder su integridad estructural con el tiempo y pueden volverse vulnerables a la formación de jaulas de pájaros en cualquier espacio entre las hebras del alambre conductor. Por el contrario, un conductor 400 o uno o más alambres conductores que tienen un recubrimiento único 401 se blindan y pueden eliminar los problemas de jaulas de pájaros.

15 Como otra ventaja, el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 en combinación con un agente superhidrófobo puede eliminar la penetración de agua, puede reducir la acumulación de hielo y polvo y puede mejorar la resistencia a la corona.

Como otra ventaja, un conductor 400 o uno o más alambres conductores recubiertos con un recubrimiento único 401 pueden tener características de conductividad térmica aumentada, emisividad aumentada y absorptividad disminuida.

20 Como ventaja adicional, el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede tener una resistencia a la deformación térmica a temperaturas más altas, que incluyen temperaturas de 140-150 °C, 150-160 °C, 160-170 °C, 170-180 °C, 180-190 °C, 190-200 °C, 200-210 °C, 210-220 °C, 220-230 °C, 230-240 °C, 240-250 °C, 250-260 °C, 260-270 °C, 270-280 °C, 280-290 °C, 290-300 °C o > 300 °C.

25 Ventajosamente, el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede mantener la flexibilidad a temperaturas más bajas y puede tener una contracción mejorada y una expansión térmica baja en el intervalo de temperaturas más bajo.

30 La adición del primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 puede añadir relativamente poco peso a un conductor aéreo 400. Por ejemplo, el aumento de peso de un conductor aéreo recubierto único de acuerdo con una realización preferida de la presente invención puede ser <5 %, 5-10 %, 10-15 % o 15-20 %.

Aún otra ventaja significativa es que el primer recubrimiento de poliorganosiloxano 401 tiene una excelente resistencia a la corrosión en contraste con otros recubrimientos conocidos.

35 Datos experimentales

Se realizaron diversas simulaciones siguiendo la memoria descriptiva técnica 601 de CIGRE, cuyos detalles se detallan a continuación.

40 Para situaciones de estado estable, se supusieron parámetros climáticos y de conductores fijos con el fin de calcular las clasificaciones o temperaturas de los conductores máximas esperadas. Los datos ambientales se eligieron para representar una localización desértica subtropical soleada, cálida y sin nubes, como se detalla a continuación.

Tabla 2

45	Datos ambientales	
	Localización	30 grados Norte
	Fecha	10 de Junio
50	Tiempo	12 horas
	Temperatura ambiente (°C)	40
	Velocidad del viento perpendicular al conductor (m/s)	0.6096
55	Orientación del conductor	E-W
	Condiciones atmosféricas	Transparente
	Albedo	0,1
60	Irradiancia solar calculada (W/m <sup>2</sup> )	Variado de la noche al mediodía

Reducción de la temperatura de operación

65 Generalmente, un conductor no recubierto nuevo tendrá una emisividad  $E = 0,5$  y una absorptividad solar  $A = 0,5$ . En el transcurso de un año, la emisividad  $E$  de un conductor no recubierto aumentará hasta, por ejemplo, aproximadamente 0,8 ya que la superficie del conductor queda recubierta de materia orgánica y/o queda expuesta a

## ES 2 985 401 T3

la contaminación. De manera similar, la absorptividad también aumentará a lo largo del año hasta 0,8. Estas cifras dependen de la localización y se entenderá, por ejemplo, que si el conductor se localiza en una localización menos contaminada entonces los valores finales pueden terminar siendo diferentes (por ejemplo, superior/inferiores).

5 La Tabla 3 a continuación muestra la corriente y la temperatura en función de las características de la superficie.

Tabla 3

	Conductor Drake envejecido no recubierto E = 0,8 A = 0,8	Conductor Drake nuevo no recubierto E = 0,5 A = 0,5	Conductor que tiene un recubrimiento preferido E = 0,95 A = 0,1	
10				
15	Corriente a 100 °C (A)	907	908	1126
	Temperatura (°C) a 976 Amps	n/a	99,9	78,75
	Aumento de la corriente	n/a	1	119
20	I <sup>2</sup> R ahorro de potencia (funcionando a una temperatura más fría)	n/a	n/a	6 %

25 Se entenderá que los conductores Drake ACSR se usan comúnmente para simulaciones CIGRE.  
Aumento de ampacidad

30 La Tabla 4 a continuación muestra cómo varía la ampacidad con la hora del día y la irradiancia solar correspondiente para un conductor perfecto, un conductor envejecido, un conductor nuevo no recubierto y un conductor recubierto de acuerdo con una realización preferida.

Tabla 4

		Conductor Drake teóricamente perfecto (26/7) E = 1,0 A = 0,0	Conductor Drake (26/7) después de 1 año E = 0,8 A = 0,8	Conductor de Drake nuevo(26/7) E = 0,5 A = 0,5	Conductor Drake (2617) con un recubrimiento preferido E = 0,95 A = 0,1		
	Hora del día	Corriente (A)	Corriente (A)	Corriente (A)	Corriente (A)	% de aumento en E=0,8 A=0,8	% de aumento en E=0,5 A=0,5
35							
40							
45							
	04:00:00	1161	1115	1043	1149	3 %	10 %
	05:00:00	1161	1115	1043	1149	3 %	10 %
50	06:00:00	1161	1078	1018	1145	6 %	12 %
	07:00:00	1161	1044	996	1141	9 %	15 %
	08:00:00	1161	1006	971	1137	13 %	17 %
55	09:00:00	1161	967	946	1133	17 %	20 %
	10:00:00	1161	935	926	1129	21 %	22 %
	11:00:00	1161	914	912	1127	23 %	24 %
60	12:00:00	1161	907	908	1126	24 %	24 %

65 La Figura 5 muestra un gráfico de ampacidad o capacidad de corriente frente a la intensidad solar de la hora del día para un conductor nuevo, envejecido y con doble recubrimiento (incluido solo con propósitos ilustrativos) en comparación con un conductor teórico perfecto.

La Figura 5 muestra que la ampacidad de un conductor modificado se comporta cerca del rendimiento de un conductor teóricamente perfecto (en el que la ampacidad no se reduce al aumentar la irradiancia solar). En particular, se observa en la Figura 5 que el rendimiento de un conductor modificado muestra un alto nivel de rendimiento después de 8 horas en marcado contraste con los conductores convencionales.

5 Validación de tecnología en un entorno de laboratorio

Capa reflectante solar

10 El análisis espectral UV-VIS-NIR de una capa reflectante solar se llevó a cabo por un tercero mediante el uso de un espectrómetro JASCO (RTM) V670 UV-VIS-NIR con accesorio de esfera integradora ISN-723. Un accesorio de esfera integradora permitió la recolección de radiación difusa (aproximadamente 180 °) reflejada por la muestra. El análisis se realizó en modo de reflectancia, excluida la reflectancia especular. Se recogió un espectro de cada lado de la muestra. La muestra también se giró 90° alrededor del haz incidente para el análisis del segundo lado. Este debería tener una absorbancia baja en el espectro solar (0,3-2,5 μm). El conductor modificado lo demuestra.

15 Recubrimientos fotónicos autolimpiantes para aumentar la capacidad de los conductores aéreos

20 La presente invención se refiere particularmente a la inclusión de un agente fotocatalítico en el recubrimiento 401 proporcionado sobre un conductor aéreo 400 con el fin de hacer que el recubrimiento sea autolimpiante y un agente superhidrófobo para evitar que se forme rocío o humedad cargada de sal sobre el conductor 400. En particular, debe entenderse que el recubrimiento es autolimpiante en el sentido de que cuando el agente fotocatalítico se excita con luz ultravioleta ("UV") entonces el agente fotocatalítico crea preferentemente radicales hidroxilo (OH·) y superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) que descomponen preferentemente la materia orgánica superficial que se haya acumulado en el conductor

25 aéreo en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

El recubrimiento 401 proporcionado sobre el conductor aéreo 400 de acuerdo con la realización preferida es preferentemente blanco (o menos preferentemente puede considerarse que tiene un alto grado de blancura). De acuerdo con la realización preferida, el blanco puede definirse como  $L^* \geq 80$ .

30 Se analizarán en más detalle a continuación, dos realizaciones particularmente preferidas, específicamente: (i) una capa inorgánica única 401 formada a partir de un kit de dos partes; y (ii) una capa inorgánica única 401 formada a partir de un kit de una sola parte.

35 La modificación de la superficie ha surgido recientemente como un procedimiento efectivo para aumentar el rendimiento de los conductores aéreos. Estos funcionan mediante la optimización de la superficie exterior del conductor aéreo en términos de su reflectividad solar y emisividad térmica. Tener valores altos (por ejemplo,  $\geq 0,80$ , 0,85 o 0,90) tanto para la reflectividad solar (R) como para la emisividad térmica (E) promueve un efecto de enfriamiento significativo en los conductores aéreos. Esta reducción de la temperatura de operación reduce la resistencia del conductor y aumenta la capacidad de carga de corriente.

40

Para lograrlo se han propuesto varias soluciones en base a recubrimientos. Por ejemplo, se conoce que varios recubrimientos de base orgánica e inorgánica reducen la temperatura de operación de las líneas aéreas.

45 Sin embargo, los recubrimientos conocidos son predominantemente de color no blanco. Además, un problema conocido con los conductores blancos es que padecen decoloración con el tiempo y no impiden la formación de humedad sobre el conductor recubierto.

50 Se apreciará por los expertos en la técnica que los productos de recubrimiento blanco convencionales de una capa única (o monocapa) acumularán suciedad e invariablemente se oscurecerán con el tiempo a medida que se expongan a contaminantes ambientales.

55 Como tal, en las disposiciones convencionales se hace especial énfasis en promover la emisividad térmica, lo que a su vez aumenta la absorptividad solar. Como los conductores aéreos pueden operar por encima de los 90 °C, este enfoque produce un efecto de enfriamiento neto.

Sin embargo, de acuerdo con la realización preferida de la presente invención, la reflectividad solar (R) además se maximiza, lo que ventajosamente puede aumentar la potencia de enfriamiento.

60 Por lo tanto, existen beneficios sustanciales de rendimiento al proporcionar tanto, un recubrimiento altamente reflectante y altamente emisor para un conductor de una manera de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención.

65 Por el contrario, las disposiciones convencionales tales como las divulgadas, por ejemplo, en los documentos FR-2971617 (Nexan) y WO 2007/034248 (Simic) se consideran inefectivas desde una perspectiva comercial debido a la propensión de los recubrimientos blancos a oscurecerse y decolorarse con el tiempo.

El oscurecimiento progresivo de los recubrimientos inicialmente blancos a lo largo de un período de tiempo hace que los recubrimientos blancos convencionales sean excluyentes como soluciones para conductores aéreos, ya que los operadores de redes deben poder calificar térmicamente sus líneas con confianza de acuerdo con niveles estables de reflectividad solar y emisividad térmica.

5 Por lo tanto, los usuarios finales y los operadores de redes deben planificar de acuerdo con una reflectancia solar antigua, no la reflectancia solar nueva o inicial. Se apreciará que las caídas significativas y variables en la reflectancia solar no son prácticas desde la perspectiva de los operadores de red que necesitan poder calificar térmicamente sus líneas aéreas.

10 La superficie del conductor, además, podría lavarse con un chorro de agua de alta potencia. Sin embargo, un experto en la técnica entenderá que esto no es práctico desde una perspectiva comercial, de seguridad y de costos, especialmente cuando se considera que la línea de distribución o de potencia será una línea aérea de alta tensión.

15 Se reconocerá inmediatamente como ventajosa la provisión de un recubrimiento que tiene tanto un agente fotocatalítico como un agente superhidrófobo de acuerdo con la presente invención que proporcione tanto un efecto de autolimpieza como un efecto anticorrosivo.

20 Una ventaja particular de incorporar un fotocatalizador autolimpiante en el recubrimiento de acuerdo con la presente invención es la capacidad de proporcionar un recubrimiento blanco duradero que requiere poco o ningún mantenimiento a lo largo del tiempo. De acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, el recubrimiento (blanco) mantendrá un alto grado de blancura (es decir,  $L^* \geq 80$ ) durante un período de tiempo sustancialmente más largo que los recubrimientos blancos convencionales. De acuerdo con una realización, el recubrimiento puede permanecer blanco con un  $L^* \geq 80$  durante un período de tiempo indefinido cuando se somete a niveles estándar de contaminación atmosférica.

25 De acuerdo con diversas realizaciones, las capacidades de autolimpieza se integran preferentemente en una monocapa reflectante blanca.

30 Los recubrimientos autolimpiantes pueden tener varios mecanismos de operación. De acuerdo con diversas realizaciones el recubrimiento puede ser simultáneamente: (i) antiestático, de esta manera reduce la capacidad de las partículas para adherirse a la superficie; y (ii) fotocatalítico.

35 De acuerdo con una realización particularmente preferida, puede utilizarse dióxido de titanio anatasa ( $TiO_2$ ) como agente fotocatalítico. El dióxido de titanio anatasa ( $TiO_2$ ) es un semiconductor con una banda prohibida de 3,2 eV, que cuando se excita con luz UV, crea radicales hidroxilo ( $OH^\cdot$ ) y superóxido ( $O_2^\cdot$ ) que actúan preferentemente para descomponer la materia orgánica superficial acumulada sobre el recubrimiento en dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y agua ( $H_2O$ ).

40 Capa inorgánica única formada a partir de un kit de dos partes.

Puede formarse un recubrimiento fotónico blanco superhidrófobo autolimpiante de acuerdo con una realización mediante el mezclado de dos partes de un kit.

45 La composición de dos partes puede comprender una primera composición (parte A) que comprende: (i) un aglutinante de recubrimiento de 50-70 % en peso (de la parte A); (ii) opcionalmente uno o más pigmentos ópticamente activos, por ejemplo, dióxido de titanio rutilo ( $TiO_2$ ) 10-20 % en peso (de la parte A); (iii) un agente fotocatalítico, por ejemplo, dióxido de titanio anatasa ( $TiO_2$ ) 1,76 %-2,75 % en peso (de la parte A); y (iv) un agente superhidrófobo.

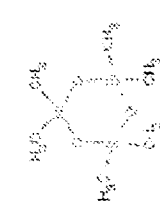



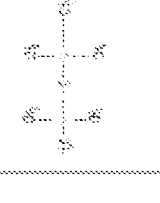
50 La composición de dos partes comprende preferentemente una segunda composición (parte B) que comprende: (i) agua o un solvente no acuoso  $\geq 50$  % en peso (de la parte B); y (ii) opcionalmente un agente de curado. Polímeros de siloxano (silicona)

55 De acuerdo con diversas disposiciones, puede formarse un recubrimiento único que puede comprender al menos parcialmente un polímero de siloxano (silicona).

Como propósitos de referencia, la estructura química de varios siloxanos diferentes se muestra a continuación en la Tabla 5:

60

Tabla 5

Nombre	Hexametilciclotrisiloxano (D3)	Octametilciclotetrasiloxano (D4)	Decametilciclopentasiloxano (D5)	Dodecametilciclohexasiloxano (D6)	Hexametildisiloxano (HMDS)
Fórmula molecular	$C_6H_{18}O_3Si_3$	$C_8H_{24}O_4Si_4$	$C_{10}H_{30}O_5Si_5$	$C_{12}H_{36}O_6Si_6$	$C_6H_{18}O_2Si_2$
Fórmula estructural					
Peso molecular	222,46	296,64	370,80	444,93	162,42
Núm. CAS	541-05-9	556-67-2	541-02-6	540-97-6	107-46-0
Sinónimos (entre otros)	Trimero cíclico de dimetilsiloxano	Tetramero cíclico de dimetilsiloxano, KF994 Parte de la ciclometicona	Pentámero cíclico de dimetilsiloxano, KF995 Fluido Dow corning 245. Parte de la ciclometicona	Ciclohexasiloxano	Oxibis(trimetilsilano), Bis(trimetilsilil)éter

Resina de poliorganosiloxano

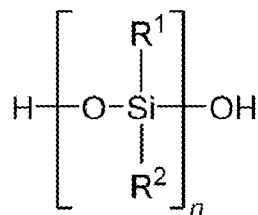
De acuerdo con la presente invención se proporciona una composición que comprende un aglutinante de poliorganosiloxano.

Las resinas a base de poli(diorganosiloxano) son materias primas en las que una red polimérica tridimensional que consiste en enlaces principalmente Si-O-Si (donde Si es silicio y O es oxígeno) se dispersa en un solvente apropiado. El solvente puede comprender agua o solventes orgánicos tales como xileno, tolueno y otros solventes no polares. Las resinas dispersas en el solvente forman preferentemente una emulsión o solución. Esta cadena principal imparte un recubrimiento resultante con excelente resistencia térmica, UV y química debido a la fuerza de los enlaces Si-O.

Dentro de la propia estructura polimérica, además de los enlaces Si-O-Si que forman la cadena principal, están presentes otros grupos funcionales para satisfacer la tetravalencia requerida de los átomos de silicio. Estos pueden incluir grupos arilo y alquilo orgánicos, comúnmente denominados "R" en la nomenclatura química, u otros elementos inorgánicos tales como el zinc, bien conocido por incorporarse a la estructura polimérica e impartir una excelente resistencia a la corrosión.

En consecuencia, para los poli(diorganosiloxanos), la fórmula química del polímero puede representarse como  $[R^1R^2SiO]_n$ , donde  $R^1$  y  $R^2$  son grupos funcionales orgánicos y pueden ser iguales o diferentes.

Esta cadena 2D se usa a menudo junto con un agente de reticulación (véase a continuación) para aumentar la dimensionalidad del aglutinante:



Lo anterior muestra la estructura de poli(diorganosiloxano) que puede utilizarse como aglutinante de acuerdo con la presente invención, y en la que  $R^1$  y  $R^2$  son grupos funcionales orgánicos y pueden ser iguales o diferentes.

La resina usada en esta formulación puede incluir PDMS donde el grupo funcional orgánico es un grupo alquilo  $C_1$ .

De acuerdo con diversas realizaciones, otros grupos alquilo pueden variar desde  $R = C_1$  a  $C_8$ , es decir, grupos octilo. De manera similar, es relevante el uso de grupos alqueno de longitud de cadena  $C_2$  a  $C_8$  y grupos arilo de composiciones  $C_6$  (fenilo) a  $C_{10}$ . Es decir, cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  puede seleccionarse de alquilo  $C_{1-8}$ , alqueno  $C_{2-8}$  y arilo  $C_{6-10}$ .

En otra realización, cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  puede seleccionarse independientemente de H o un grupo orgánico que contiene uno o más de los siguientes grupos funcionales: alcano, alqueno, alcohol, aldehído, cetona, ácido carboxílico, arilo, éter, éster, amina, imina, o amida.

Por ejemplo, cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  puede seleccionarse independientemente de H, alquilo (tal como metilo, etilo, propilo o butilo), -OH, alcoxi, un éster (tal como grupos acetoxi), alqueno (tal como  $(CH_2)_n CH=CH_2$ , donde n es cualquier número entero, por ejemplo 0, 1, 2 o 3), y arilo (tal como fenilo).

Preferentemente, cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  se selecciona independientemente de H o un grupo que comprende de 1 a 20, preferentemente de 1 a 15, con mayor preferencia de 1 a 10, átomos distintos de hidrógeno. Con mayor preferencia, cada uno de  $R^1$  y  $R^2$  se selecciona independientemente de un grupo que comprende de 1 a 20, preferentemente de 1 a 15, con mayor preferencia de 1 a 10, átomos distintos de hidrógeno.

En una realización, el aglutinante de poliorganosiloxano es PDMS o un derivado de PDMS.

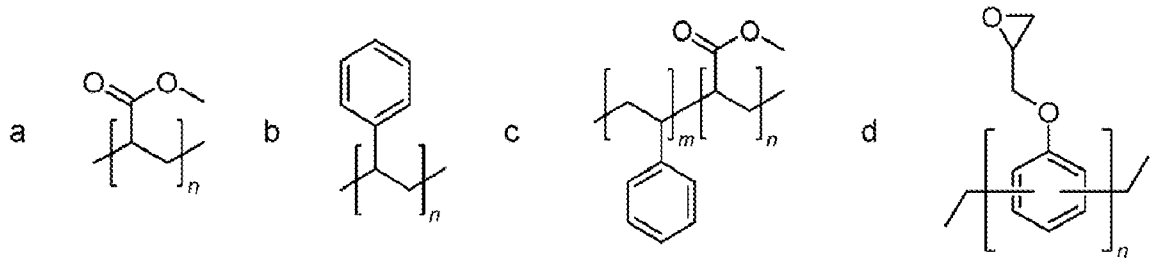
En una realización, el aglutinante de poliorganosiloxano no está fluorado.

Las resinas de poli(siloxano) disponibles comercialmente adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, SILRES BS 45 (RTM), SILRES BS 60 (RTM), SILRES MSE 100 (RTM), SILRES MPF 52 E (RTM), SILRES MP 50 E (RTM), SILRES BS 6042 (RTM) (todos en base a agua), SILRES HP 2000 (RTM), SILRES HK 46 (RTM), SILRES REN 80 (RTM) (en base a solvente) de Wacker (RTM), SVE-2067 (RTM) de ACC Silicones (RTM), la gama SILIKOPHEN (RTM) de Evonik (RTM), DOWSIL 2405 (RTM), DOWSIL RSN-0431 HS (RTM), DOWSIL RSN-0808 (RTM) y DOWSIL US-CF-2403 (RTM) de Dow (RTM) y la gama Silmer (RTM) de Siltech (RTM).

Resina adyuvante

Opcionalmente, puede incluirse una resina adyuvante orgánica en la composición para mejorar las propiedades mecánicas del recubrimiento y su adhesión al metal. De acuerdo con diversas realizaciones, puede incluirse una resina adicional para formar un sistema aglutinante mixto. La resina adicional puede comprender una resina orgánica que puede comprender una emulsión acrílica acuosa con un contenido activo de aproximadamente 50 %. Además, pueden usarse resinas de estireno, aunque son más propensas a degradarse bajo la exposición a rayos UV debido a la presencia de fracciones aromáticos. Además, pueden usarse resinas epoxi junto con polisiloxanos. Además, pueden usarse resinas copolímeras, que incluyen copolímeros de estireno-acrílico.

Las resinas acrílicas son aquellas en las que la unidad repetida del polímero tiene cadenas laterales en base a ácido acrílico o éster. Las resinas acrílicas comunes incluyen poli(acrilato de metilo) ("PMA") y poli(metacrilato de metilo) ("PMMA"). Para las resinas de estireno, la unidad repetitiva consiste en una funcionalidad aromática en la cadena lateral del polímero, por ejemplo, en poliestireno, donde uno de cada dos carbonos en la cadena principal se enlaza a un anillo fenilo. Para un copolímero de los dos, las unidades repetidas se alternan, ya sea de forma aleatoria o estructurada, en dependencia del procedimiento sintético usado. Las resinas epoxi son omnipresentes en la industria de los recubrimientos y consisten en unidades repetidas con funcionalidades epóxido. A continuación se muestran ejemplos representativos de la estructura química de cada uno:



Lo anterior muestra una estructura representativa de diferentes resinas adyuvantes de acuerdo con diversas realizaciones, específicamente: (a) resinas acrílicas (poli(acrilato de metilo)); (b) resinas de estireno (poli(estireno)); (c) copolímeros de estireno-acrílico (mediante el uso de estireno y acrilato de metilo); y (d) resinas epoxi (novolaca epoxi fenol estándar).

Las resinas acrílicas disponibles comercialmente adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, la gama ACRONAL (RTM) de BASF (RTM), la gama PRIMAL (RTM) de Dow (RTM) y determinadas resinas de la gama Orgal (RTM) de Organik Kimya (RTM). Las resinas epoxi disponibles comercialmente adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, ANCAREZ AR555 (RTM) de Evonik (RTM), la gama DER (RTM) de Olin Epoxy (RTM) y la gama EPON (RTM) de Hexion (RTM). Las resinas de copolímero de estireno-acrílico disponibles comercialmente adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, la gama ACRONAL (RTM) de BASF (RTM) y determinadas resinas de la gama Orgal (RTM) de Organik Kimya (RTM). Los beneficios de usar un sistema de aglutinante mixto incluyen una mayor resistencia a la intemperie y a la corrosión en comparación con resinas exclusivamente orgánicas, y la capacidad de curar a temperatura ambiente. La adhesión, además mejora con respecto a los recubrimientos que contienen solo siloxano. Dichos recubrimientos además pueden reemplazar los sistemas de dos capas (es decir, imprimador, capa intermedia, capa superior, etc.) con un recubrimiento de una capa única. Las resinas mixtas de polisiloxano y orgánicas disponibles comercialmente adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, SILRES HP (RTM) de Wacker (RTM) y SILIKOFTAL (RTM) y SILIKOPON (RTM) de Evonik (RTM). Las resinas aglutinantes de polisiloxano compatibles con resinas orgánicas adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, SILRES SY 409 (RTM) de Wacker (RTM) y DOWSIL 5314 (RTM), DOWSIL SH 840 (RTM), DOWSIL 3037 (RTM), DOWSIL 3055 (RTM), DOWSIL 3074 (RTM) y DOWSIL RSN-0409 HS (RTM) de Dow (RTM).

Agente superhidrófobo

En la composición de acuerdo con la presente invención se incluye un agente superhidrófobo. Un aditivo que puede usarse para aumentar la superhidrofobicidad del recubrimiento son las nanopartículas de sílice funcionalizadas en la superficie. Las nanopartículas de sílice pueden funcionalizarse en la superficie con agentes de acoplamiento de silano para impartir superhidrofobicidad. Estos pueden incluir hexametildisilazano ("HMDS"), ortosilicato de tetraetilo ("TEOS"), tridecafluorooctiltrietoxisilano ("FAS") o cualquier otro silano apropiado. Después de que se haya tratado la superficie de la nanopartícula de sílice, los materiales pueden secarse para formar un polvo de sílice pirógena que luego puede incorporarse a la formulación como reactivo seco. Las sílices pirógenas disponibles comercialmente incluyen Aerosil R 972 Evonik (RTM), que es una sílice pirógena después de haber sido tratada con dimetildiscolrosilano ("DDS"). Otra nanopartícula de sílice funcionalizada en la superficie disponible comercialmente que puede usarse en la presente memoria es Aerosil R 812, que es una superficie de sílice pirógena tratada con HMDS.

Alternativamente, el agente de hidrofobicidad o con mayor preferencia el agente superhidrófobo puede incluir polisiloxanos funcionales que imparten un fuerte efecto hidrófobo. Los aditivos de polisiloxano pueden añadirse a 1-5 % de la formulación total y pueden modificarse con grupos amina o grupos que contienen flúor. Estos sistemas pueden ser a base de agua o libres de solventes. Los ejemplos disponibles comercialmente incluyen Silsan 1300 (RTM), TEGO Phobe 1505 (RTM) y RUCOSIL B-HS (RTM).

De acuerdo con otra realización, un agente hidrofobizante o agente superhidrófobo comprende polimetilsilsesquioxanos en micropolvo que pueden impartir una hidrofobicidad significativa al acabado del recubrimiento.

Preferentemente, el agente superhidrófobo son nanopartículas de sílice funcionalizadas en la superficie.

#### Agente de reticulación

Opcionalmente, además puede incluirse en la composición un agente de reticulación que incluye alcoxi silanos. Los silanos pueden incluir ortosilicato de tetraetilo, octadeciltriclorosilano, metiltrimetoxisilano, viniltrietoxisilano, etiltrimetoxisilano, propiltrimetoxisilano, 3-(2-aminoetil)-aminopropiltrimetoxisilano, aminopropiltrietoxisilano, feniltrimetoxisilano o glicidoxipropiltrimetoxisilano.

Los alcoxi silanos pueden aumentar la resistencia a la abrasión del recubrimiento y pueden actuar como promotores de la adhesión. Además, los grupos funcionales de los alcoxi silanos pueden impartir mayor hidrofobicidad a la película.

#### Agente(s) óptico(s)

De acuerdo con diversas realizaciones, la película o recubrimiento, además puede incluir uno o más agentes ópticos para maximizar la reflectividad solar. Además pueden integrarse pigmentos de carga para mejorar la emisividad y la resistencia a la abrasión. La carga no debe reducir la reflectancia solar. Los agentes ópticos adecuados se han discutido en detalle anteriormente.

#### Estabilizador UV

Opcionalmente, además pueden formularse estabilizadores UV en el producto. Estos pueden incluir absorbentes de luz ultravioleta 2-(2H-Benzotriazol-2-il)-p-cresol o 2-(4,6-Bis-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazin-2-il)-5-(octiloxi)-fenol. Alternativamente, pueden incluirse estabilizadores de luz de amina impedida ("HALS") tales como bis(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato o bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil) sebacato.

#### Agente reológico

Opcionalmente, pueden incluirse en la composición modificadores de viscosidad/agentes reológicos. Los espesantes pueden ser celulósicos y pueden comprender metilcelulosa, hidroxietilcelulosa ("HEC"), carboximetilcelulosa ("CMC"), hidroxipropilcelulosa ("HPC") o HEC modificada hidrofóticamente. Alternativamente, pueden usarse emulsiones hinchables con álcali ("ASE"), emulsiones hinchables en álcali hidrófobas ("HASE"), modificador reológico de uretano de óxido de etileno modificado hidrofóticamente ("HUER"), organoarcillas, poliamidas y sílices pirógenas.

#### Agentes humectantes/agentes dispersantes

Opcionalmente, pueden incluirse en la composición un agente humectante y/o un agente dispersante tal como DeCAL 2076 (RTM).

#### Imprimador

El sustrato subyacente para el recubrimiento es aluminio metálico. La adhesión puede mejorarse mediante el uso de un imprimador como un imprimador de silicato de etilo directo sobre el metal.

#### Proceso de recubrimiento

El recubrimiento puede aplicarse mediante recubrimiento por pulverización, recubrimiento por inmersión, recubrimiento en polvo, extrusión por fusión o mediante otras técnicas.

Pueden aplicarse una o más capas de un recubrimiento polimérico a un conductor tal como un cable aéreo. La una o más capas de recubrimiento polimérico pueden aplicarse de diversas maneras. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, la capa de recubrimiento puede aplicarse mediante un procedimiento de extrusión, tal como una extrusión por fusión. En otras determinadas realizaciones, la capa de recubrimiento polimérico puede aplicarse mediante recubrimiento en polvo, recubrimiento de película o envoltura con película, o mediante envoltura con cinta.



En un proceso de envoltura de cinta, puede usarse adhesivo o sellador para ayudar a unir mecánica y/o químicamente la cinta al conductor.

5 Un proceso de extrusión por fusión para aplicar un recubrimiento polimérico generalmente puede incluir las etapas de: (a) fundir un polímero sin solvente para proporcionar un polímero fundido; y (b) extruir el polímero fundido alrededor de la pluralidad de alambres conductores para formar la capa de recubrimiento polimérico. En determinadas realizaciones, el proceso de extrusión por fusión puede estar esencialmente libre de solventes y puede operarse de forma continua. Fundir, además, puede significar un ablandamiento de los polímeros, tal como, por ejemplo, cuando el polímero se forma a partir de polímeros amorfos.

10 Un proceso de recubrimiento en polvo para aplicar un recubrimiento polimérico generalmente puede incluir las etapas de: (a) pulverizar un polímero en polvo sobre una superficie exterior de la pluralidad de alambres conductores para proporcionar un conductor pulverizado; y (b) calentar el conductor pulverizado para fundir o ablandar el polímero en polvo alrededor de la pluralidad de alambres conductores para formar una capa. El proceso de recubrimiento en polvo puede estar esencialmente libre de solventes y puede operar de forma continua.

15 Los procesos de recubrimiento de película para aplicar un recubrimiento polimérico generalmente pueden incluir las etapas de: (a) envolver una superficie exterior de la pluralidad de cables conductores con una película polimérica para proporcionar un conductor envuelto; y (b) calentar el conductor envuelto a una temperatura del punto de fusión del polímero para ablandar el polímero alrededor de la pluralidad de alambres conductores y formar una capa. Un proceso de recubrimiento de película puede estar esencialmente libre de solventes y puede operar de forma continua.

20 Como puede apreciarse, la capa de recubrimiento polimérico puede aplicarse a una variedad de formas de cable. En particular, la capa de recubrimiento polimérico no se restringe a determinadas formas perimétrales y puede aplicarse a conductores aéreos que tienen, por ejemplo, superficies exteriores no redondas o no lisas causadas por espacios vacíos en la pluralidad de conductores exteriores. Sin embargo, como puede apreciarse mejor, la forma del perímetro puede ser generalmente circular.

25 En determinadas realizaciones, puede usarse un proceso de pretratamiento para preparar una superficie del cable para recubrir. Los procedimientos de pretratamiento pueden incluir, pero no se limita a, tratamiento químico, limpieza con aire presurizado, tratamiento con agua caliente, limpieza con vapor, limpieza con cepillo, tratamiento térmico, chorro de arena, ultrasonido, deslustre, limpieza con solvente, tratamiento con plasma y similares. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, una superficie de un conductor aéreo puede deslustrarse mediante chorro de arena. En determinadas realizaciones, una superficie de un conductor aéreo puede calentarse a temperaturas entre 23-250 °C para preparar la superficie del conductor para el recubrimiento polimérico. Sin embargo, como puede apreciarse, la temperatura puede seleccionarse en dependencia del recubrimiento polimérico en determinadas realizaciones.

30 En determinadas realizaciones, los procesos de recubrimiento pueden estar libres de solventes o esencialmente libres de solventes. Libres de solventes, o esencialmente libre de solventes, puede significar que no se usa más de aproximadamente el 1 % de un solvente en cualquiera de los procesos, con relación al peso total del producto.

#### Proceso de extrusión por fusión

35 En determinadas realizaciones, puede usarse un proceso de extrusión por fusión para aplicar una capa de recubrimiento polimérico. En determinadas realizaciones, el proceso puede estar esencialmente libre de solventes. En general, un proceso de extrusión por fusión puede incluir la extrusión de un polímero fundido sobre un conductor para formar una capa polimérica. En determinadas realizaciones, la capa polimérica puede aplicarse alrededor de una circunferencia exterior de un conductor formado a partir de una pluralidad de alambres conductores. Alternativamente, en determinadas realizaciones, puede aplicarse una pluralidad de capas poliméricas a cada uno, o determinados, alambres conductores individuales en un conductor. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, sólo los alambres conductores más exteriores pueden recubrirse individualmente con una capa polimérica.

40 La comprensión de un ejemplo de proceso de extrusión por fusión ilustrativo, puede apreciarse mediante la explicación de una aplicación ilustrativa de extrusión por fusión de una resina alrededor de un conductor. En dichas realizaciones ilustrativas, puede fundirse una resina a temperaturas de entre 50-270 °C para formar un polímero fundido. Luego, el polímero fundido puede extruirse sobre un conductor aéreo desnudo mediante el uso de, por ejemplo, un extrusor de un solo husillo para formar una capa de recubrimiento extruida. El extrusor puede ajustarse a una temperatura conveniente en dependencia del material de recubrimiento.

45 Como puede apreciarse, en determinadas realizaciones, el material de recubrimiento polimérico puede curarse mediante un proceso dinámico en línea o de post-recubrimiento. El curado puede realizarse mediante un procedimiento químico, térmico, mecánico, de irradiación, UV o de haz eléctrico adecuado. Los ejemplos específicos de dichos procedimientos de curado pueden incluir, pero no se limitan a, curado con peróxido, curado con proceso monosil, curado con humedad, curado con molde o plomo y curado por haz de electrones. El contenido de gel (la porción reticulada del polímero que es insoluble en solvente) puede estar entre 1 % y 95 %. Puede extruirse una

capa de recubrimiento de 0,2 mm a 10 mm en un proceso continuo de acuerdo con determinadas realizaciones, de 0,2 mm a 3 mm en determinadas realizaciones, y de 0,2 mm a 1 mm de acuerdo con determinadas realizaciones.

5 Como puede apreciarse, puede formarse una capa de recubrimiento polimérico conformado mediante un proceso de extrusión por fusión. Para asegurar la conformabilidad de una capa de recubrimiento con un contorno exterior de los alambres conductores y la adherencia a las superficies exteriores de los alambres conductores internos, puede aplicarse un vacío entre el conductor y la capa de recubrimiento durante la extrusión. Alternativa, o adicionalmente, puede aplicarse presión de compresión al exterior de la capa de recubrimiento durante el calentamiento o curado. La presión exterior puede aplicarse, por ejemplo, a través de una cuchilla de aire circular. El recubrimiento conformado  
10 puede mejorar la integridad del conductor aéreo.

El recubrimiento conformado puede garantizar que los espacios vacíos de aire, o espacios sin rellenar, entre una capa de recubrimiento polimérico y un contorno exterior de la pluralidad de alambres conductores se reduzcan con relación a los conductores recubiertos convencionalmente. El contorno exterior de los alambres conductores puede definirse mediante un contorno, forma o estructura de empaquetamiento general de los alambres conductores.  
15

Mediante el uso de un procedimiento de extrusión por fusión, el tiempo de curado y/o secado puede reducirse considerablemente, o eliminar por completo, en comparación con los procedimientos de recubrimiento convencionales por inmersión o pulverización. Como puede apreciarse, la reducción de los tiempos de curado y/o secado puede permitir una mayor velocidad de línea en comparación con otros procesos de inmersión o pulverización. Adicionalmente, los procesos de extrusión por fusión existentes pueden adoptarse fácilmente con pocas, o ninguna modificación para adaptarse a las diferentes especificaciones del producto, mientras que los procesos tradicionales de inmersión o pulverización pueden requerir nuevas etapas del proceso.  
20

#### 25 Proceso de recubrimiento en polvo

En determinadas realizaciones, puede usarse un proceso de recubrimiento en polvo para aplicar una o más capas del recubrimiento polimérico.

30 En dichas realizaciones, puede pulverizarse un polvo formado a partir del polímero sobre una superficie exterior de un conductor o alambres conductores. En determinadas realizaciones, puede usarse una pistola pulverizadora electrostática para pulverizar polvos poliméricos cargados para mejorar la aplicación del polvo al conductor. En determinadas realizaciones, los alambres conductores pueden precalentarse. Después de aplicar el polvo al conductor o a los alambres conductores, los alambres conductores pulverizados pueden calentarse a una temperatura de fusión o ablandamiento del material de recubrimiento polimérico. El calentamiento puede realizarse  
35 mediante el uso de procedimientos estándar, que incluyen, por ejemplo, la aplicación de aire caliente desde una cuchilla de aire circular o un tubo calefactor. Como puede apreciarse, cuando se usa una cuchilla de aire circular, el polímero fundido puede alisarse bajo la presión del aire y puede formar una capa continua alrededor de los alambres conductores.

40 El procedimiento de recubrimiento en polvo también puede usarse para aplicar capas de recubrimiento polimérico a una variedad de accesorios de conductores, productos relacionados con la transmisión y distribución eléctrica de conductores aéreos, o a otras partes que pueden beneficiarse de una temperatura de operación reducida. Por ejemplo, productos de terminación/frontales, productos de empalmes/uniones, productos de suspensión y soporte, productos de control de movimiento/vibración (también llamados amortiguadores), productos de sujeción, productos disuasorios y de protección de la vida silvestre, piezas de reparación de conductores y accesorios de compresión, productos para subestaciones, abrazaderas y otros accesorios de transmisión y distribución pueden tratarse mediante el uso de un proceso de recubrimiento en polvo. Como puede apreciarse, dichos productos pueden obtenerse comercialmente de fabricantes tales como Preformed Line Products (PLP), Cleveland, Ohio y AFL, Duncan, SC.  
45  
50

De manera similar a los procesos de extrusión por fusión, una capa de recubrimiento aplicada a través de un proceso de recubrimiento en polvo puede curarse opcionalmente en línea con el proceso de recubrimiento en polvo o mediante un proceso de post-recubrimiento. El curado puede realizarse mediante un proceso de curado químico, un proceso de curado térmico, un proceso de curado mecánico, un proceso de curado por irradiación, un proceso de curado UV, o un proceso de curado por haz de electrones. En determinadas realizaciones, pueden usarse, curado con peróxido, curado con proceso monosil, curado con humedad, y curado por haz de electrones.  
55

De manera similar al proceso de extrusión por fusión, un proceso de recubrimiento en polvo, además puede estar libre de solventes, o esencialmente libre de solventes, y puede ejecutarse de forma continua.  
60

Igualmente, puede usarse un proceso de recubrimiento en polvo para fabricar un recubrimiento conformable. En dichas realizaciones, puede aplicarse presión de compresión desde el exterior de la capa de recubrimiento durante el calentamiento o curado para asegurar la conformabilidad de la capa de recubrimiento con el contorno exterior de los alambres conductores y la adherencia al contorno de los alambres conductores internos.  
65

El procedimiento de recubrimiento en polvo puede usarse para formar capas de recubrimiento polimérico que tienen un grosor de 500 µm o menos en determinadas realizaciones, 200 µm o menos en determinadas realizaciones, y 100 µm o menos en determinadas realizaciones. Como puede apreciarse, un grosor de capa de recubrimiento polimérico bajo puede ser útil en la formación de conductores aéreos livianos, o de bajo costo.

5 Recubrimiento de película

En determinadas realizaciones, puede usarse un proceso de recubrimiento de película para aplicar una o más capas de un recubrimiento polimérico.

10 En determinados procesos de recubrimiento de película, una película formada por un material de recubrimiento polimérico puede envolverse alrededor de una superficie exterior de un conductor. El conductor envuelto en película puede entonces calentarse a una temperatura de fusión del material de recubrimiento polimérico para formar la capa de recubrimiento polimérico. El calentamiento puede realizarse mediante el uso de procedimientos estándar, que incluyen, por ejemplo, aire caliente aplicado mediante una cuchilla de aire circular o un tubo calefactor. Cuando se usa una cuchilla de aire circular, el polímero fundido puede alisarse bajo la presión del aire y formar una capa continua alrededor de los alambres conductores.

15 En determinadas realizaciones, puede aplicarse un vacío entre el conductor y la capa de recubrimiento para asegurar la conformabilidad de la capa de recubrimiento con el contorno exterior de los alambres conductores y la adherencia al contorno de los alambres conductores internos. Alternativa o adicionalmente, puede aplicarse presión de compresión desde el exterior de la capa de recubrimiento durante el calentamiento o curado.

20 De manera similar a los procesos de extrusión por fusión, la capa de recubrimiento puede curarse opcionalmente en línea o mediante un proceso de post-recubrimiento. El curado puede realizarse mediante un proceso de curado químico, un proceso de curado térmico, un proceso de curado mecánico, un proceso de curado por irradiación, un proceso de curado UV, o un proceso de curado por haz de electrones. En determinadas realizaciones, el curado con peróxido, el proceso monosil (similar al proceso de extrusión por fusión) o un proceso de recubrimiento en polvo, además puede estar libre de solventes o esencialmente libre de solventes y puede ser continuo.

25 En determinadas realizaciones, pueden incluirse adhesivos sobre una superficie exterior de la pluralidad de alambres conductores y/o en la película para mejorar la aplicación. Como puede apreciarse, en determinadas realizaciones, puede usarse una cinta en lugar de una película.

30 El proceso de recubrimiento de película puede usarse para formar capas de recubrimiento polimérico que tienen un grosor de 500 µm o menos en determinadas realizaciones, 200 µm o menos en determinadas realizaciones, y 100 µm o menos en determinadas realizaciones. Como puede apreciarse, un grosor bajo puede ser útil en la formación de conductores aéreos livianos, o de bajo costo.

35 **Ejemplos**

Materiales

45 Bluesil TCS 7513 se obtuvo de Elkem. TEGO Dispers 628, Aeroxide P25 y Aersosil R812 se obtuvieron de Evonik Industries. Arquad 2C-75 se obtuvo de Nouryon. Altris W400 y Blanc Fixe N se obtuvieron de Venator. Mattex Pro se obtuvo de BASF. Silnos 290 se obtuvo de Coating Products OHZ E.K. Rucosil B-LS se obtuvo de Rudolf Group.

Ejemplo 1 (4-61)

50 Se añadieron dióxido de titanio rutilo (13,3 %), sulfato de bario (1,2 %), caolín calcinado (0,9 %), dióxido de titanio anatasa (2,0 %), sílice pirógena funcionalizada con hexametildisilazano (0,9 %) y sílice (4,9 %) a una solución de agente dispersante (0,9 %) y surfactante (0,2 %) en xileno (36,5 %) bajo agitación mediante el uso de un mezclador de alta velocidad hasta que se logró una dispersión homogénea. Se añadió Bluesil TCS 7513 (partes A y B, relación en peso 10:1) (39,4 %) a la suspensión de pigmento y se mezcló hasta que estuvo homogéneo.

55 Ejemplo 2 (4-78)

60 Se añadieron dióxido de titanio rutilo (11,0 %), sulfato de bario (1,0 %), caolín calcinado (0,7 %), dióxido de titanio anatasa (1,6 %), sílice pirógena funcionalizada con hexametildisilazano (1,9 %) y sílice (3,5 %) a una solución de agente dispersante (0,8 %) y surfactante (0,3 %) en xileno (46,3 %) bajo agitación mediante el uso de un mezclador de alta velocidad hasta que se logró una dispersión homogénea. Se añadió Bluesil TCS 7513 (partes A y B, relación en peso 10:1) (32,5 %) a la suspensión de pigmento y se mezcló hasta que estuvo homogéneo.

## ES 2 985 401 T3

### Ejemplo 3 (4-79)

Se añadieron dióxido de titanio rutilo (9,6 %), sulfato de bario (0,9 %), caolín calcinado (0,6 %), dióxido de titanio anatasa (1,4 %), sílice pirógena funcionalizada con hexametildisilazano (2,4 %) y sílice (3,5 %) a una solución de agente dispersante (0,7 %) y surfactante (0,2 %) en xileno (54,6 %) bajo agitación mediante el uso de un mezclador de alta velocidad hasta que se logró una dispersión homogénea. Se añadió Bluesil TCS 7513 (partes A y B, relación en peso 10:1) (26,1 %) a la suspensión de pigmento y se mezcló hasta que estuvo homogéneo.

### Ejemplo 4 (4-80)

Se añadieron dióxido de titanio rutilo (8,0 %), sulfato de bario (0,7 %), caolín calcinado (0,5 %), dióxido de titanio anatasa (1,2 %), sílice pirógena funcionalizada con hexametildisilazano (3,5 %) y sílice (2,9 %) a una solución de agente dispersante (0,8 %) y surfactante (0,1 %) en xileno (58,6 %) bajo agitación mediante el uso de un mezclador de alta velocidad hasta que se logró una dispersión homogénea. Se añadió Bluesil TCS 7513 (partes A y B, relación en peso 10:1) (23,7 %) a la suspensión de pigmento y se mezcló hasta que estuvo homogéneo.

### Ejemplo 5 (4-87)

Se añadieron dióxido de titanio rutilo (11,8 %), sulfato de bario (1,1 %), caolín calcinado (0,7 %), dióxido de titanio anatasa (1,7 %), sílice pirógena funcionalizada con hexametildisilazano (0,8 %) y sílice (4,3 %) a una solución de agente dispersante (0,8 %) y surfactante (0,2 %) en xileno (42,2 %) bajo agitación mediante el uso de un mezclador de alta velocidad hasta que se logró una dispersión homogénea. Se añadieron Bluesil TCS 7513 (partes A y B, relación en peso 10:1) (35,3 %) y un agente hidrofobizante a base de polisiloxano (1,1 %) a la suspensión de pigmento y se mezclaron hasta que estuvo homogéneo.

### Ejemplo 6 (4-90)

Se añadieron dióxido de titanio rutilo (14,2 %), sulfato de bario (1,3 %), caolín calcinado (0,9 %), sílice pirógena funcionalizada con hexametildisilazano (1,0 %) y sílice (5,2 %) a una solución de agente dispersante (1,2 %) y surfactante (0,2 %) en xileno (33,9 %) bajo agitación mediante el uso de un mezclador de alta velocidad hasta que se logró una dispersión homogénea. Se añadió Bluesil TCS 7513 (partes A y B, relación en peso 10:1) (42,2 %) a la suspensión de pigmento y se mezcló hasta que estuvo homogéneo.

### Pruebas

Cada una de las composiciones de los Ejemplos 1-4 y 6 se aplicó a una placa de aluminio, se secó a temperatura ambiente y luego se curó en un horno a 150 °C durante 5-10 minutos.

La composición del Ejemplo 5 se aplicó a una placa de aluminio, se secó a temperatura ambiente y luego se curó en un horno a 150 °C durante 6 horas.

Luego se probó la adhesión, la flexibilidad y la resistencia ambiental (resistencia a la temperatura, al agua y a los ácidos) de cada uno de los recubrimientos mediante el uso de las siguientes pruebas:

#### Adhesión

La adhesión se determinó mediante el uso de la prueba de cinta de adhesión Crosshatch (ASTM D3359 - 17). Se marcó un rayado en el recubrimiento mediante el uso de una cuchilla para rayado, sobre la cual se aplicó cinta adhesiva y subsecuentemente se retiró. Se evaluó el porcentaje de recubrimiento que quedaba en el área marcada y se calificó el nivel de adhesión del recubrimiento.

#### Flexibilidad

La flexibilidad del recubrimiento se determinó mediante la simulación de la prueba de flexión con mandril, en la que se dobló una placa de aluminio recubierta sobre un mandril cilíndrico y subsecuentemente se inspeccionó visualmente el recubrimiento para detectar grietas, fisuras o defectos.

#### Resistencia a la temperatura

Después de estirarlo sobre una placa de aluminio pulida con chorro de arena y curarlo bajo condiciones ambientales, el recubrimiento se colocó en un horno a 150 °C durante 3 días, después de lo cual se retiró y se enfrió a temperatura ambiente.

#### Resistencia al agua

Después de estirarse sobre una placa de aluminio pulida con chorro de arena y curarse bajo condiciones ambientales, el recubrimiento se sumergió en un baño de agua a temperatura ambiente durante 3 días. Pasado este tiempo, se retiró el panel y se dejó secar al aire bajo condiciones ambientales.

## ES 2 985 401 T3

### Resistencia al ácido

Después de estirarlo sobre una placa de aluminio pulida con chorro de arena y curarlo bajo condiciones ambientales, el recubrimiento se sumergió en un baño de  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$  ~3 mM (~pH 4) a temperatura ambiente durante 3 días. Pasado este tiempo, se retiró el panel y se dejó secar al aire bajo condiciones ambientales.

Para cada uno de los Ejemplos 1-4 y 6, los recubrimientos mostraron una excelente adhesión al sustrato (5B según ASTM D3359-17). Estos recubrimientos, además fueron muy flexibles y no mostraron grietas ni fisuras cuando se sometieron a la prueba de flexión con mandril. Estos recubrimientos tampoco mostraron cambios ni efectos perjudiciales en las pruebas de inmersión en agua, inmersión en ácido y estabilidad de temperatura.

Para el Ejemplo 5, el recubrimiento mostró una excelente adhesión al sustrato (5B según ASTM D3359-17). Este recubrimiento, además era muy flexible y no mostró grietas ni fisuras cuando se sometió a la prueba de flexión con mandril. El recubrimiento no mostró cambios visuales ni efectos perjudiciales en las pruebas de inmersión en agua, inmersión en ácido y estabilidad de temperatura, aunque se observó una ligera pérdida de adhesión (a 4B según ASTM D3359-17) para los paneles tratados con agua y ácido.

Las composiciones de cada uno de los Ejemplos 1-6 y los resultados de las pruebas se muestran en las Tablas 6 y 7 a continuación.

Tabla 6

			Composición de recubrimiento % en peso		
Materia Prima (Comercio)	Materia Prima (Categoría)		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Xileno	Xileno (solvente)		36,45	46,29	54,57
Bluesil TCS 7513	Aglutinante de poliorganosiloxano		39,43	32,54	26,14
Dispersores TEGO 628	Dispersante (a base de solvente)		0,92	0,75	0,68
Arquard 2C-75	Surfactante (sal de amonio cuaternario)		0,15	0,33	0,17
Altris W400	TiO <sub>2</sub> Rutilo (agente reflectante)		13,28	10,95	9,64
Blanc Fixe N	Sulfato de bario		1,17	0,99	0,85
Mattex Pro	Caolín calcinado		0,86	0,69	0,61
Aeroxide P25	TiO <sub>2</sub> Anatasa (agente fotocatalítico)		1,95	1,57	1,41
Aerosil R 812	Sílice pirógena (agente superhidrófobo)		0,93	1,87	2,42
Silnos 290	Sílice		4,87	4,02	3,49
Rucosil B-LS	Aditivo hidrófobo de polisiloxano (agente superhidrófobo)		-	-	-

Tabla 6 - continuación

Materia Prima (Comercio)	Materia Prima (Categoría)	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
Xileno	Xileno	58,56	42,20	33,88
Bluesil TCS 7513	Aglutinante de poliorganosiloxano	23,72	35,29	42,24
Dispersores TEGO 628	Dispersante (a base de solvente)	0,83	0,76	1,16
Arquad 2C-75	Surfactante (sal de amonio cuaternario)	0,12	0,16	0,16
Altris W400	TiO <sub>2</sub> Rutilo (agente reflectante)	7,99	11,84	14,20
Blanc Fixe N	Sulfato de bario	0,72	1,05	1,26
Mattex Pro	Caolín calcinado	0,50	0,74	0,88
Aeroxide P25	TiO <sub>2</sub> Anatasa (agente fotocatalítico)	1,16	1,71	-
Aerosil R 812	Sílice pirógena (agente superhidrófobo)	3,47	0,82	1,04
Silnos 290	Sílice	2,92	4,31	5,18
Rucosil B-LS	Aditivo hidrófobo de polisiloxano (agente superhidrófobo)	-	1,12	-

Tabla 7

	Prueba					
	Adhesión	Dureza	Flexibilidad	Inmersión en agua	Inmersión en ácido	Estabilidad de temperatura
1	5B	>8B	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio
2	5B	>8B	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio
3	5B	8B	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio
4	5B	>8B	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio
5	5B	>8B	Ningún cambio	Sin cambios visuales; ligera pérdida de adhesión (4B)	Sin cambios visuales; ligera pérdida de adhesión (4B)	Ningún cambio
6	5B	>8B	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio	Ningún cambio

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a realizaciones preferidas, se entenderá por los expertos en la técnica que pueden hacerse diversos cambios en formas y detalles sin apartarse del ámbito de la invención, como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición para recubrir un conductor aéreo que comprende:
- 5 un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>);  
un aglutinante de poliorganosiloxano; y  
un agente superhidrófobo que comprende, o bien: (i) nanopartículas de sílice funcionalizadas en superficie; (ii) un polisiloxano funcional; o (iii) polimetilsilsesquioxano.
- 10 2. Una composición como se reivindicó en la reivindicación 1, en la que el agente reflectante comprende dióxido de titanio rutilo (TiO<sub>2</sub>) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps") de  $\geq 100$  nm.
3. Una composición como se reivindicó en la reivindicación 2, en la que la composición comprende además un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70$  % en peso de dióxido de titanio anatasa (TiO<sub>2</sub>) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100$  nm.
- 15 4. Una composición como se reivindicó en la reivindicación 1, 2 o 3, en la que la composición de recubrimiento contiene de 10 a 60 % en peso de aglutinante de poliorganosiloxano.
- 20 5. Una composición como se reivindicó en la reivindicación 3 o 4, en la que la composición comprende
- de aproximadamente 5 a aproximadamente 25 % en peso de agente reflectante,  
de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 % en peso de agente fotocatalítico,  
de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 % en peso de aglutinante de poliorganosiloxano, y  
25 de aproximadamente 1 a aproximadamente 15 % en peso de agente superhidrófobo;
- opcionalmente en la que la composición comprende
- de aproximadamente 7 a aproximadamente 16 % en peso de agente reflectante,  
30 de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 2,5 % en peso de agente fotocatalítico,  
de aproximadamente 20 a aproximadamente 45 % en peso de aglutinante de poliorganosiloxano, y  
de aproximadamente 3 a aproximadamente 7 % en peso de agente superhidrófobo.
- 35 6. Una composición como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que la composición comprende además un solvente, preferentemente en la que dicho solvente comprende xilol o dimetilbenceno ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>), tolueno ((CH<sub>3</sub>) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), isopropanol (CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>), 2-etoxietanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH) o acetato de 2-etoxietilo (CH<sub>3</sub>C(O)OC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), opcionalmente en el que la composición comprende de aproximadamente 15 a 70 % en peso de solvente.
- 40 7. Una composición como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que el aglutinante de poliorganosiloxano no está fluorado; y/o en la que el aglutinante de poliorganosiloxano tiene la estructura:
- 45
- $$\left[ \begin{array}{c} \text{R}^1 \\ | \\ \text{H}-\text{O}-\text{Si}-\text{OH} \\ | \\ \text{R}^2 \end{array} \right]_n$$
- 50 en la que R<sup>1</sup>yR<sup>2</sup> son grupos funcionales orgánicos y pueden ser los mismos o diferentes.
8. Una composición como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, en la que las nanopartículas de sílice funcionalizadas en la superficie se funcionalizan por: (i) hexametildisilazano ("HMDS"); (ii) ortosilicato de tetraetilo ("TEOS"); o (iii) tridecafluorooctiltrietoxisilano ("FAS"); y/o
- 55 en el que el polisiloxano funcional se modifica con uno o más grupos que contienen amina o flúor; y/o en la que la composición, cuando se cura, forma un recubrimiento que tiene un ángulo de contacto con el agua ("WCA")  $> 150^\circ$ .
- 60 9. Una composición como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, que comprende además un agente de reticulación, preferentemente en la que el agente de reticulación comprende un alcoxi silano, preferentemente en el que el alcoxi silano comprende ortosilicato de tetraetilo, octadeciltriclorosilano, metiltrimetoxisilano, viniltriethoxisilano, etiltrimetoxisilano, propiltrimetoxisilano, 3-(2-aminoetil)-aminopropiltrimetoxisilano, aminopropiltriethoxisilano, feniltrimetoxisilano o glicidoxipropiltrimetoxisilano; y/o
- 65

que comprende además un agente emisor, preferentemente en la que el agente emisor comprende una carga inorgánica, preferentemente en la que la carga inorgánica comprende: (i) carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); (ii) caolín calcinado ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ); o (iii) talco (silicato de magnesio hidratado ( $\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4\text{O} \cdot \text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ )).

- 5 10. Una composición como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, que comprende además un agente de curado y/o un modificador de viscosidad y/o un agente reológico, preferentemente en la que el modificador de viscosidad y/o el agente reológico comprenden metilcelulosa, hidroxietilcelulosa ("HEC"), carboximetilcelulosa ("CMC"), hidroxipropilcelulosa ("HPC"), hidroxietilcelulosa modificada hidrofóticamente, una emulsión hinchable en álcali ("ASE"), una emulsión hinchable en álcali hidrófoba ("HASE"), un modificador reológico de uretano de óxido de etileno modificado hidrofóticamente ("HUER"), una organoarcilla, una poliamida o sílice pirógena.
- 10
11. Una composición como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, que comprende además un agente humectante y/o agente de dispersión, preferentemente en la que el agente humectante y/o agente de dispersión comprenden un ácido poliacrílico, un poliuretano, un poliacrilato, un éster de ácido fosfórico o un ácido graso modificado, que comprende además opcionalmente un imprimador, preferentemente en el que el imprimador comprende un silicato de etilo.
- 15
12. Un conductor aéreo recubierto al menos parcialmente con una composición como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, en el que, durante el uso, la composición se cura para formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo, opcionalmente
- 20
- en el que el recubrimiento o película tiene un coeficiente de emisividad térmica promedio  $E \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  en todo el espectro infrarrojo  $2,5\text{-}30,0 \mu\text{m}$ ; y/o
- 25
- en el que el recubrimiento o película tiene un coeficiente de reflectividad solar promedio  $R \geq 0,80$ ,  $0,85$  o  $0,90$  en todo el espectro solar  $0,3\text{-}2,5 \mu\text{m}$ ; y/o
- en el que el recubrimiento o película es sustancialmente de color blanco y tiene un  $L^* \geq 80$ ,  $L^* \geq 85$ ,  $L^* \geq 90$  o un  $L^* \geq 95$ .
- 30
13. Un sistema de distribución o potencia eléctrica que comprende uno o más conductores aéreos como se reivindicó en la reivindicación 12.
14. Un procedimiento para recubrir o aplicar una película a un conductor aéreo que comprende:
- 35
- aplicar una composición como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1-10 a al menos una porción de un conductor aéreo; y
- permitir que la composición se cure, preferentemente en la que la etapa de permitir que la composición se cure comprende permitir que la composición se cure únicamente mediante curado por humedad para formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo, preferentemente en el que la etapa de permitir que la composición se cure mediante curado por humedad no implica calentar la composición por encima de la temperatura ambiente.
- 40
15. Un kit para formar una composición para recubrir un conductor aéreo que comprende:
- 45
- una primera parte que comprende: (i) un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps") de  $\geq 100 \text{ nm}$ ; (ii) un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70 \%$  en peso de dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100 \text{ nm}$ ; (iii) un aglutinante de poliorganosiloxano; y (iv) un agente superhidrófobo; y
- 50
- una segunda parte que comprende: (i) un solvente;
- en el que, durante el uso, las partes primera y segunda se mezclan entre sí para formar una composición que se aplica a al menos una porción de un conductor aéreo con el fin de formar un recubrimiento o película sobre al menos una porción del conductor aéreo.
16. Un procedimiento de reacondicionamiento de una línea aérea de transmisión o distribución de potencia que comprende uno o más conductores aéreos, comprendiendo el procedimiento:
- 55
- pulverizar, pintar, recubrir o aplicar una composición sobre al menos una porción de un conductor aéreo, en el que la composición comprende: (i) un agente reflectante que comprende dióxido de titanio rutilo ( $\text{TiO}_2$ ) que tienen un tamaño promedio de partícula ("aps") de  $\geq 100 \text{ nm}$ ; (ii) un agente fotocatalítico que comprende  $\geq 70 \%$  en peso de dióxido de titanio anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) que tiene un tamaño promedio de partícula ("aps")  $\leq 100 \text{ nm}$ ; (iii) un aglutinante de poliorganosiloxano; (iv) un agente superhidrófobo; y (v) un solvente; y luego
- 60
- permitir que la composición se cure.
- 65



Figura 1

Técnica anterior

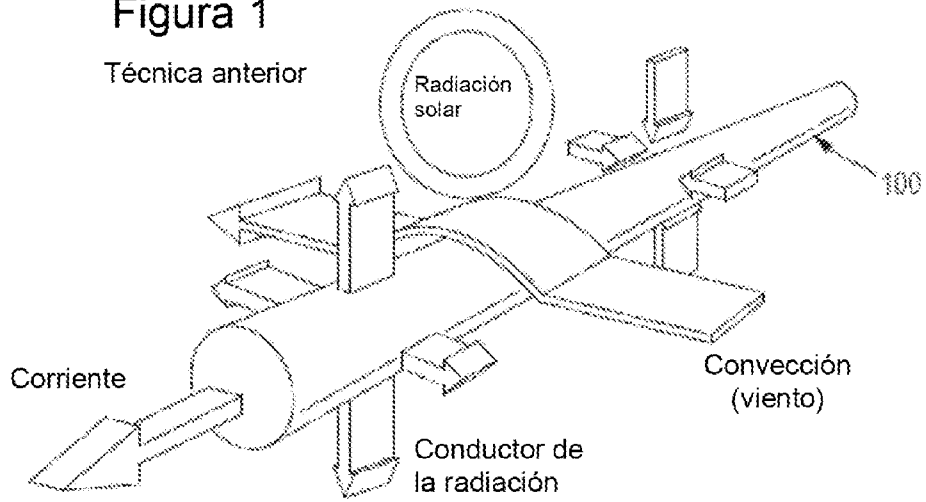


Figura 2A

Técnica anterior

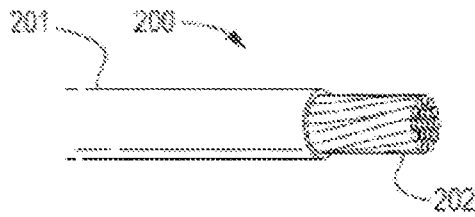


Figura 2B

Técnica anterior

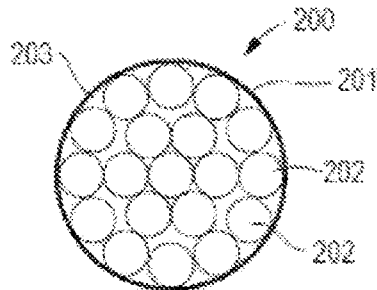


Figura 3A

Técnica anterior

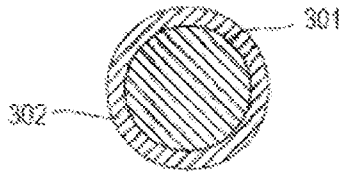


Figura 3B

Técnica anterior

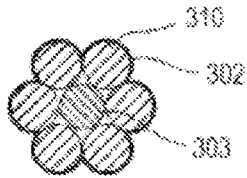


Figura 3C

Técnica anterior

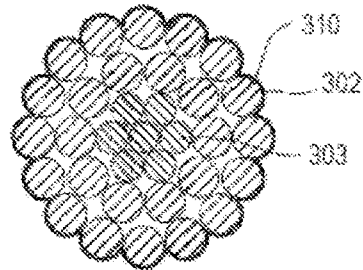


Figura 3D

Técnica anterior

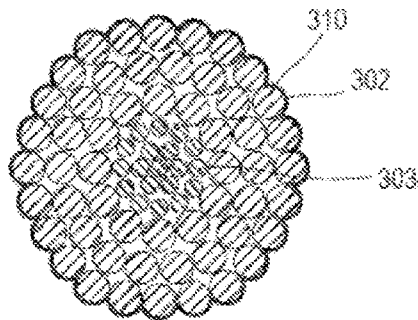


Figura 4

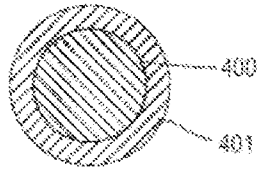
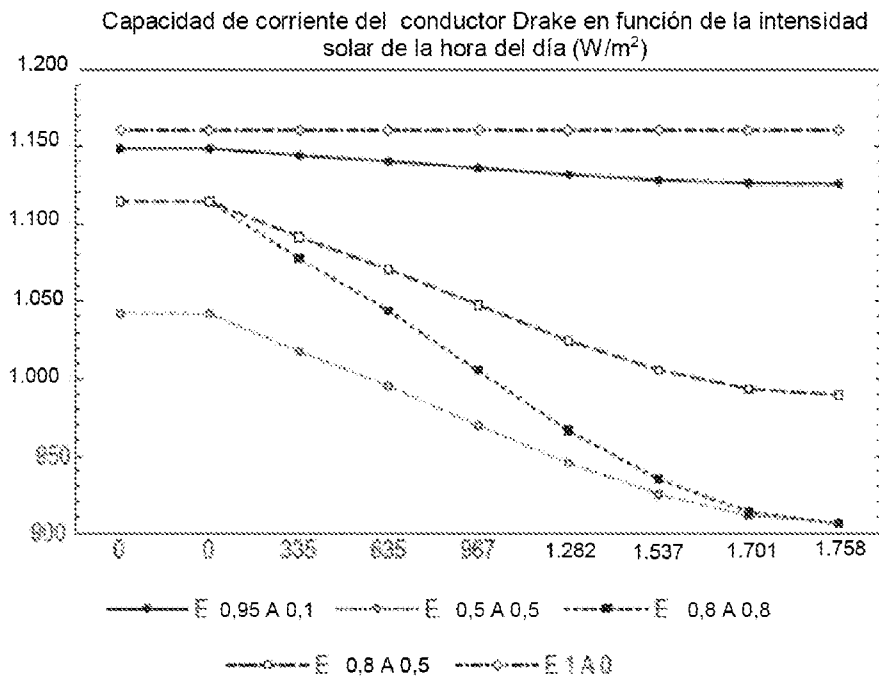


Figura 5



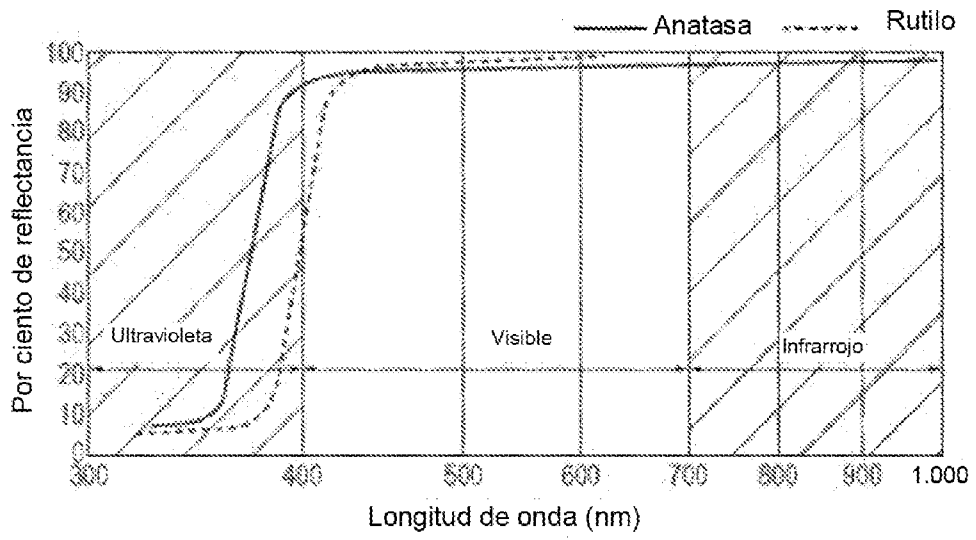


Figura 6

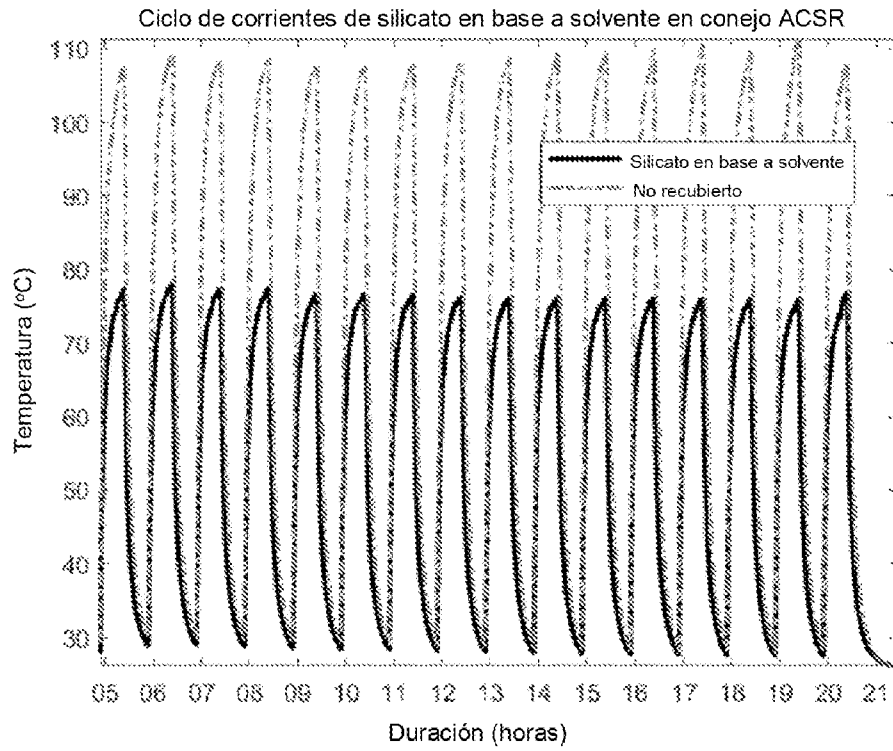


Figura 7A

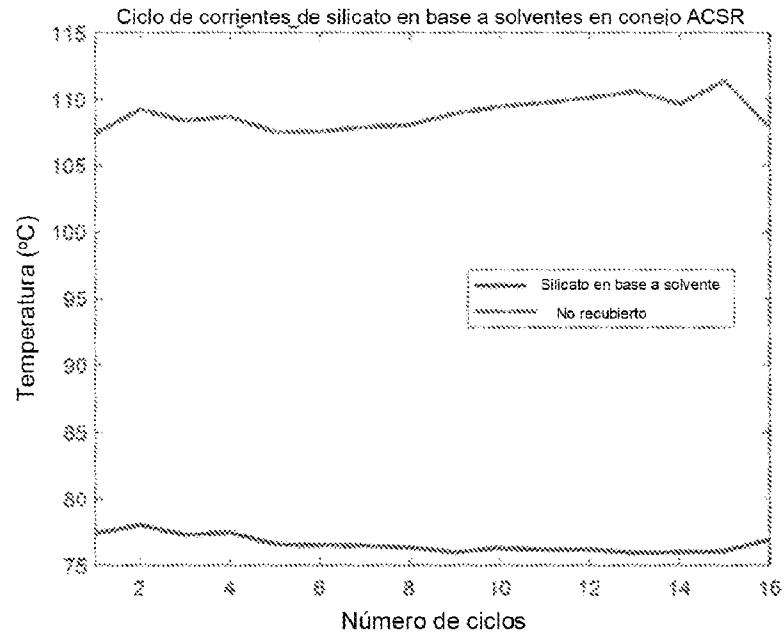


Figura 7B

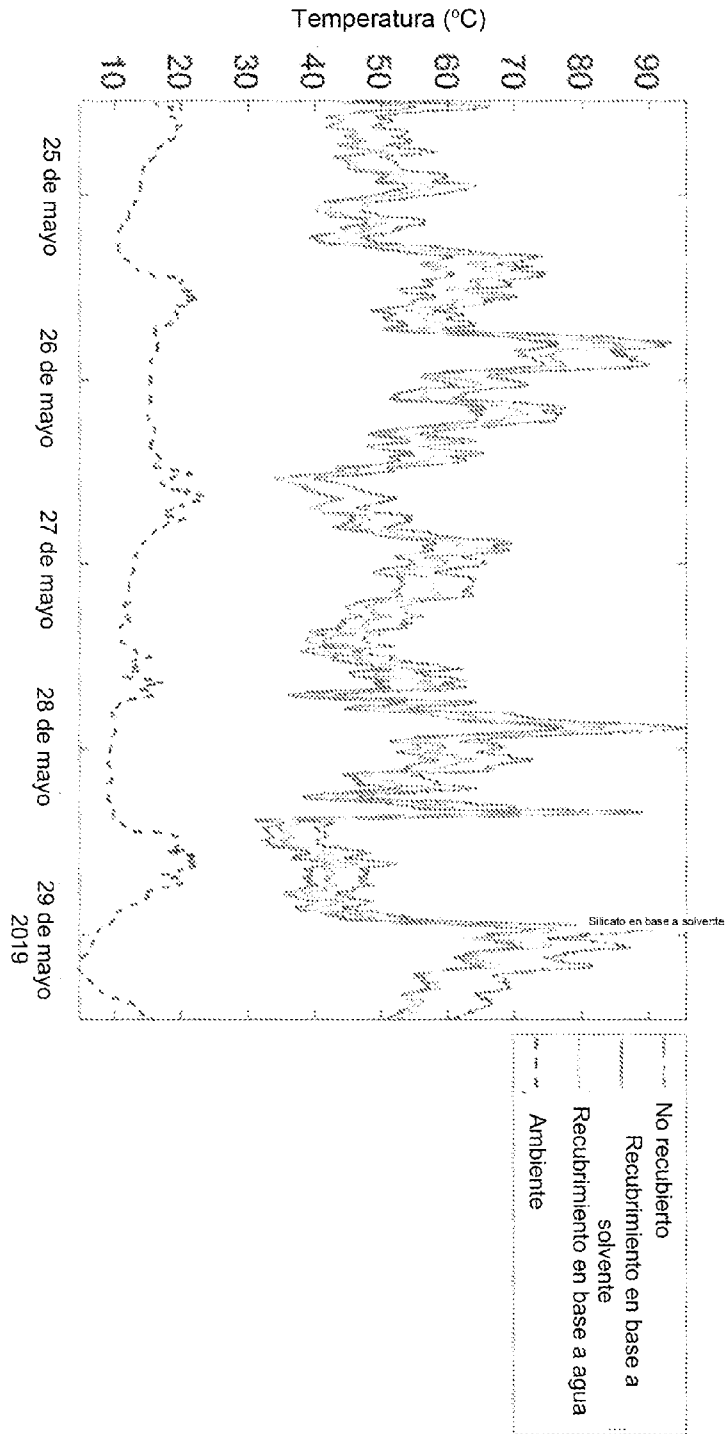


Figura 8