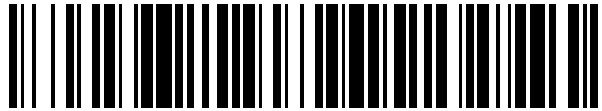


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 337 440**

51 Int. Cl.:

**H01R 4/62**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA  
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2000 E 00102020 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **30.03.2016 EP 1032077**

54 Título: **Conexión de un cable de aluminio eléctrico con una pieza de conexión que está constituida de cobre, aleación de cobre y/o latón**

30 Prioridad:

**24.02.1999 DE 19908031**

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

**29.04.2016**

73 Titular/es:

**AUTO-KABEL MANAGEMENT GMBH (100.0%)  
Im Grien 1  
79688 Hausen i.W., DE**

72 Inventor/es:

**NÖLLE, GÜNTHER y  
LIETZ, FRANZ-JOSEF**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 337 440 T5

**DESCRIPCIÓN**

Conexión de un cable de aluminio eléctrico con una pieza de conexión que está constituida de cobre, aleación de cobre y/o latón

5 La invención se refiere a una conexión de un cable de aluminio eléctrico, especialmente de un cable de aluminio formado por varios hilos o hilos trenzados de aluminio y aislado, con una pieza de conexión que está constituida por una aleación de cobre y/o por latón, por ejemplo con un borne de batería, con un terminal de cable, con un adaptador de conexión, con una pieza de conector, con una pieza de cable o similar, para la instalación eléctrica de un automóvil, en la que el aislamiento del cable de aluminio termina o está retirado antes del punto de contacto con la pieza de conexión y está previsto un casquillo de apoyo, que rodea al menos la zona adyacente al lado frontal extremo de la pieza aislada del cable de aluminio y está prensado con el extremo del cable de aluminio y/o está retraído sobre el mismo, de manera que los hilos del cable de aluminio están comprimidos juntos al menos en la zona del lado frontal.

10 La invención se refiere, además, a un procedimiento para la conexión de un cable de aluminio eléctrico con una pieza de conexión, que está constituida de cobre, de una aleación de cobre y/o de latón, por ejemplo con un borne de batería, con un terminal de cable, con un adaptador de conexión, con una pieza de conector, con un cable o similar, para la instalación eléctrica de un automóvil, en la que el lado frontal del cable de aluminio se pone en conexión y en contacto eléctrico con el lado frontal de la pieza de conexión y a tal fin se aísla el cable de aluminio en el extremo de conexión, sobre el lado aislado se enchufa, se prensa o se retrae un casquillo de apoyo y de esta manera se comprimen juntos los hilos o hilos trenzados del cable de aluminio.

15 Se conoce la idea de sustituir las líneas conductoras de corriente, que están constituidas de cobre o de aleaciones de cobre, especialmente las líneas de energía, con sección transversal relativamente grande en automóviles, por líneas de aluminio, porque el aluminio conduce también a un peso más reducido, cuando las secciones transversales de la línea deben incrementarse debido a la conductividad ligeramente más reducida del aluminio frente al cobre.

20 Se conoce a partir del documento US-A-3 728 781 conectar un cable de aluminio con una pieza de conexión a través de soldadura por fricción.

25 Además, se han realizado ensayos y se han propuesto en el documento US-A-2 806 215 para conectar las piezas de conexión, es decir, un cable de aluminio y una pieza de conexión correspondiente por medio de casquillos y bornes con efecto de conducción de corriente. Sin embargo, en este caso se plantea el problema de que en la superficie de aluminio, bajo la influencia del oxígeno del aire, se genera una capa fina de óxido, cuyo espesor se incrementa con el tiempo y se vuelve no conductora de electricidad. La conexión conductora de electricidad de un cable de aluminio de otro material requiere, por lo tanto, la eliminación o bien la perforación de tal capa de óxido y la prevención de una nueva formación de tal capa de óxido.

30 Además, en la conexión de un cable de aluminio formado por hilos individuales o hilos trenzados con una pieza de conexión surge la necesidad de realizar una conexión de sujeción con alta fuerza de prensado para la prevención de la resistencia eléctrica. Esto conduce en el punto de presión a deformaciones de la sección transversal de los hilos individuales de aluminio, de manera que éstos están debilitados desde el principio en el punto de unión y se pueden romper en el transcurso del tiempo bajo la carga dinámica en un automóvil. En este caso, se generan solicitaciones dinámicas especialmente altas en la zona del motor de accionamiento, del generador eléctrico y también de la batería.

35 Por otra parte, no es posible fabricar la pieza de conexión propiamente dicha igualmente de aluminio, porque en la zona de baterías o acumuladores no se pueden excluir totalmente valores de ácidos, que atacan el aluminio en una medida considerablemente más elevada que el cobre, las aleaciones de cobre o el latón, y porque las conexiones en equipos conectados a un motor de combustión como el generador eléctrico están expuestas a una carga dinámica tan alta que en el transcurso del tiempo se rompe el material menos estable, es decir, el aluminio o bien se destruye la conexión.

40 El aluminio está sometido también a un peligro de corrosión mayor que el cobre, que tiene una resistencia a la corrosión relativamente buena, por que el aluminio es relativamente innoble y, por lo tanto, tiene tendencia a pasar a la forma oxidica más estable, a partir de la cual fue generado con la aplicación de energía.

45 Si se conectan metales de diferente carácter de nobleza de forma conductora entre sí, existe el peligro de una corrosión por contacto. En este caso, los materiales de cobre, en virtud de su potencial noble, están menos amenazados que el aluminio, pero, por lo tanto, pueden repercutir con efecto de amenaza sobre este metal en el caso de una unión. Puesto que el aluminio es el metal más innoble frente al cobre, en el caso de una conexión de contacto a altas corrientes y tiempos de carga prolongados, sobre todo en un clima húmedo con contenido de sal, puede suceder que el metal más innoble, es decir, el aluminio, actúe como "ánodo sacrificial" y disminuya. Por lo tanto, con el tiempo se produce una pérdida de material en la superficie de contacto, lo que repercute negativamente

sobre la resistencia del contacto y la rigidez.

5 También en el caso de utilización de un casquillo de aluminio que rodea el cable de aluminio aislado y su soldadura con una pieza de conexión de cobre de acuerdo con la figura 8 del documento US-PS 2 806 215 se plantea el problema de que dentro del casquillo de aluminio entre los extremos frontales de los hilos de aluminio y la pieza de conexión que está constituida de cobre permanece una juntura o permanece una distancia y se produce la corrosión de contacto mencionada anteriormente en el transcurso del tiempo.

10 Por lo tanto, existe el cometido de crear una conexión del tipo mencionado al principio, que tiene una alta resistencia frente a las cargas dinámicas y una buena conductividad y elimina una capa de óxido o la corrosión en el aluminio en la zona de la unión a través del propio proceso de unión, por una parte, y/o impide, por otra parte, una capa de oxidación en esta zona del contacto mutuo de los diferentes metales.

Para la solución de este cometido se configura, según las reivindicaciones 1 o 9, la conexión mencionada al principio de un cable de aluminio eléctrico con una pieza de conexión.

15 Por lo tanto, la conexión se caracteriza sobre todo por un casquillo de protección adicional en el cable de aluminio, que estabiliza en una medida suficiente los hilos individuales o hilos trenzados a través de compresión mutua y los aproxima entre sí, para conseguir una superficie metálica en el lado frontal del cable, que es entonces al mismo tiempo el punto de unión o bien el punto de la unión por soldadura con la pieza de conexión. De esta manera, es posible liberar este lado frontal de óxido, si éste se hubiera formado allí, y a continuación soldar a tope este lado frontal con la pieza de conexión, de manera que tampoco en el futuro se puede generar óxido en este lugar. Como se conoce, el aluminio se puede fundir y soldar con el cobre, en general, y, por lo tanto, en la unión de acuerdo con la invención se puede formar incluso una aleación mutua. Los ensayos han mostrado que la resistencia a la rotura de una unión de este tipo puede ser más alta que la del cable de aluminio y/o de la pieza de unión propiamente dicha.

25 Puesto que los hilos individuales del cable de aluminio propiamente dicho se sueldan con la pieza de conexión y de esta manera también consigo mismos, se obtiene una unión metálica mutua entre el cable de aluminio y sus hilos individuales y la pieza de conexión que está constituida de cobre o de una aleación de cobre, que se puede extender sobre toda el área de la sección transversal frontal. Esta capa de unión metálica mutua puede tener, de acuerdo con los ensayos, aproximadamente 2 mm, de manera que se excluye una entrada de aire o de humedad en este punto de unión.

30 Es especialmente favorable que el casquillo de apoyo se extienda hasta por encima de la transición entre la zona aislada del cable de aluminio y el aislamiento, rodeando una parte del aislamiento. El casquillo de apoyo obtiene, por lo tanto, de una manera más conveniente una longitud axial mayor que la zona aislada del cable de aluminio, de manera que se consigue una buena exposición en la zona del punto de unión hasta por debajo del aislamiento, lo que conduce a una distribución uniforme de las fuerzas de prensado en la zona de unión, sin cargar excesivamente los hilos de aluminio individuales. De esta manera, tal punto de unión resiste también fuerzas transversales y cargas dinámicas, como pueden aparecer en automóviles también en grupos conectados con el motor. Al mismo tiempo, se puede conseguir una buena obturación del cable de aluminio y de la unión.

40 A este respecto, es conveniente que uno de los extremos del casquillo de apoyo esté enrasado con el lado frontal extremo de la zona aislada del cable de aluminio. El casquillo de apoyo incrementa de esta manera entonces el punto de unión en dirección radial y él mismo está disponible también para la soldadura con una pieza de conexión o pieza opuesta dimensionadas de forma correspondiente, si el casquillo de apoyo, que comprime el extremo del cable de aluminio, es un casquillo metálico, especialmente un casquillo de aluminio. Sobre todo un casquillo de aluminio tiene en este caso la ventaja de que se comporta con respecto a la dilatación térmica, la conductividad eléctrica y la capacidad de soldadura como el propio cable de aluminio, es decir, que en cierta medida es un complemento del cable de aluminio en el punto de unión.

45 Es especialmente favorable que el cable de aluminio y el casquillo de apoyo retraído o prensado y la pieza de conexión tengan una sección transversal esencialmente de forma circular, especialmente del mismo tamaño. El punto de soldadura puede extenderse entonces sobre toda el área de la sección transversal de la unión y en este caso al mismo tiempo sobre toda la sección transversal de la pieza de conexión, por una parte, y la unidad formada por el cable de aluminio y el casquillo de apoyo, por otro lado. En esta unión de superficie grande se pueden conseguir valores de resistencia correspondientes favorables para la corriente eléctrica.

50 Para conseguir la mejor distribución posible de las fuerzas de presión sobre los hilos individuales o hilos trenzados del cable de aluminio, es favorable que el casquillo de apoyo para el prensado o prensado previo del cable de aluminio en su interior tenga al menos dos secciones de diferente sección transversal interior o diámetro interior y la sección con el diámetro interior mayor rodee el extremo del aislamiento del cable de aluminio y la sección de sección transversal más pequeña rodee la zona aislada del cable de aluminio. En este caso, la diferencia de los diámetros interiores del casquillo de apoyo puede corresponder aproximadamente al doble del espesor del aislamiento del cable de aluminio. Por lo tanto, con esta configuración del casquillo de apoyo se puede tener en cuenta la diferencia

de la sección transversal entre la parte aislada y la parte no aislada del cable de aluminio, de manera que el casquillo de apoyo tiene antes y también después del prensado en su lado exterior en gran medida una periferia constante y los medios para el prensado no deben tener en cuenta diferencias de la sección transversal, aunque estas diferencias estén presentes en el interior del casquillo de apoyo en el cable de aluminio. Puesto que el extremo del prensado, alejado del punto de unión, puede estar dispuesto en la zona aislada del cable de aluminio, los hilos individuales del cable pueden estar protegidos contra deformaciones mecánicas demasiado grandes en virtud del proceso de prensado y de esta manera mantienen su resistencia.

Ya se ha mencionado que la unión se puede realizar a través de soldadura a tope. En este caso, es especialmente favorable que el extremo del cable de aluminio, que está provisto con el casquillo de apoyo, esté conectado con la pieza de conexión a través de soldadura por fricción. La soldadura por fricción es conocida en sí y se aplica en muchos casos porque una de las piezas es desplazada en rotación antes de la unión, luego es movida contra la otra parte, con lo que se genera un calor de fricción, que es suficientemente alto para la soldadura de las piezas, de manera que se conectan fijamente entre sí después de frenar la rotación. Sobre todo en el caso de unión de un cable de aluminio con una pieza de conexión se puede eliminar de forma automática al mismo tiempo de esta manera una capa de oxidación que se forma eventualmente en el punto de unión o bien en el lado frontal del cable de aluminio, porque a través de la fricción mecánica tal capa es perforada y eliminada. Por lo tanto, una conexión eléctrica de un cable de aluminio con una pieza de conexión a través de soldadura por fricción se puede considerar como especialmente ventajosa y favorable, puesto que se requieren energías relativamente reducidas para este tipo de soldadura, por ejemplo frente a una soldadura a tope por erosión también concebible.

El procedimiento ya mencionado al principio para la solución del cometido se caracteriza porque los hilos individuales o hilos trenzados del cable de aluminio junto con el casquillo de apoyo son soldados a tope con la pieza de conexión. En lugar de aplicar uniones de sujeción costosas, en las que se realiza una sujeción y una unión mecánicas de las dos piezas a unir y que deben rodearse una vez con fundición de plástico a ser posible a continuación, se sueldan, por lo tanto, las dos piezas de diferentes materiales entre sí, fijando mecánicamente el lado frontal del cable de aluminio blando y elástico en primer lugar a través del casquillo de apoyo, para resistir las cargas de la soldadura h para hacer que este lado frontal del cable de aluminio sea adecuado para la soldadura inmediata con una pieza de conexión, resultando entonces en este caso una superficie metálica prácticamente cerrada, que está formada por los hilos individuales o hilos trenzados del cable de aluminio.

A este respecto, se puede proceder de una manera más conveniente en el sentido de que el casquillo de apoyo sea colocado con un extremo enrasado con el lado frontal del cable de aluminio, es decir, que un extremo del casquillo de apoyo es aplicado y utilizado al mismo tiempo para el incremento del lado frontal del cable de aluminio y, por lo tanto, del punto de unión. Al mismo tiempo, se asegura que en el lado frontal todos los hilos individuales o los hilos trenzados del cable de aluminio son comprimidos realmente, por una parte, y son dispuestos fijados entre sí y, sin embargo, son accesibles para la soldadura. En este caso, también estos hilos pueden estar enrasados entre sí y pueden formar una superficie frontal o un área de la sección trasversal plana.

Un tipo de procedimiento especialmente favorable puede consistir en que el cable de aluminio provisto con el casquillo de apoyo se conecta con la pieza de conexión a través de soldadura por fricción. Frente a un procedimiento de soldadura a tope asistido eléctricamente, se requiere a tal fin de manera ventajosa esencialmente menos energía. Sin embargo, el procedimiento de soldadura por fricción permite una unión por soldadura de los materiales de aluminio, por una parte, y de cobre o de aleaciones de cobre, por otra parte, bajo la formación de fases intermetálicas, es decir, que se destruye la capa de óxido en el aluminio y se elimina la posibilidad de corrosión en el punto de unión. Puesto que el cable de aluminio con el casquillo de apoyo es prensado en primer lugar o lo más tarde al mismo tiempo con el proceso de soldadura, se obtiene una especie de cilindro macizo, en cuyo lado frontal o superficie de cabeza se puede realizar la unión por soldadura. El prensado de los hilos individuales del cable de aluminio solamente tiene que ser, por lo tanto, suficientemente bueno para resistir las cargas del proceso de soldadura por fricción. En este caso, tal proceso de soldadura por fricción va acompañado con una pérdida reducida de material en el punto de unión y punto de soldadura, que se representa en forma de un cordón alrededor del lugar de la costura, que incrementa al mismo tiempo el punto de unión y de esta manera refuerza la propia unión.

Es especialmente ventajoso que la pieza de conexión, que debe conectarse con el cable de aluminio o que debe soldarse a tope con él, sea girada y sea presionada con efecto giratorio contra el lado frontal del cable de aluminio y sea fundida o soldada a través del calor de fricción que se genera en este caso después de frenar la rotación. En concreto, la fricción y el calor de fricción son provocados también por otros movimientos relativos mutuos, pero la rotación tiene la gran ventaja de que las piezas a conectar pueden adaptarse en la dirección transversal ya su posición definitiva y se puede generar un número de revoluciones discrecional en la pieza giratoria, para obtener calor de fricción suficiente para la soldadura. Al mismo tiempo se puede perforar y eliminar de forma especialmente efectiva de esta manera una capa de óxido que se encuentra eventualmente sobre el lado de aluminio.

Los hilos o hilos trenzados del cable de aluminio se pueden comprimir antes y/o durante el proceso de soldadura al menos en la zona del punto de unión frontal, lo que se puede realizar de manera especialmente sencilla con el

casquillo de apoyo ya mencionado. En este caso, el casquillo de apoyo puede ser comprimido exteriormente sobre su superficie, especialmente para formar un polígono, por ejemplo un hexágono. De ello resulta adicionalmente durante el montaje posterior la posibilidad de una aplicación de una herramienta, por ejemplo para la aplicación de una llave de tuercas. Además, tal forma poligonal en el lado exterior del casquillo de apoyo puede ser ventajosa durante el tendido y el montaje del cable con su pieza de unión.

La pieza de conexión puede ser o bien un cilindro de cobre o de una aleación de cobre, por ejemplo de latón que, por una parte, se conecta con un conector correspondiente o con un borne de cable o con un borne de una batería o similar o está conectada ya desde el principio en una sola pieza con él. Tal cilindro se puede desplazar especialmente bien en rotación y se puede conectar a través de soldadura por fricción con el cable de aluminio preparado de forma correspondiente.

Pero también es posible que una pieza de cable, que sirve como pieza de conexión, que está constituida de hilos de cobre, de aleación de cobre y/o de latón, esté comprimida en su lado exterior con un casquillo de apoyo especialmente de cobre, de aleación de cobre o de latón o de metal similar y está soldada a tope con el lado frontal del cable de aluminio. En efecto, con concebibles casos en los que se utilizan, en concreto, cables formados esencialmente de aluminio, que deben conectarse, sin embargo, todavía con una pieza de un cable de cobre, especialmente cuando pueden aparecer altas cargas dinámicas en la zona del punto de unión o en el desarrollo posterior de una línea eléctrica de este tipo se requiere un apareamiento de materiales de cobre o de una aleación de cobre. En tal caso, la pieza de conexión que debe conectarse con el cable de aluminio puede ser, por una parte, una pieza de cable de hilos de cobre, que se estabiliza de la misma manera por medio de un casquillo de apoyo, de manera que se posibilita un procedimiento de soldadura por fricción, especialmente a través de rotación con preferencia de la pieza de cobre, en el que entonces el cable propiamente dicho y los casquillos de apoyo se unen y sueldan entre sí.

Un dispositivo para la realización del procedimiento para la unión de un cable de aluminio con una pieza de conexión puede consistir sobre todo en que están previstos un dispositivo de empotramiento abierto para el cable de aluminio provisto con el casquillo de apoyo y un soporte de fijación desprendible dispuesto a nivel con el mismo para la pieza de conexión, en que el soporte de fijación tiene un accionamiento giratorio o se puede acoplar con él y en que el dispositivo de empotramiento y el soporte de fijación se pueden mover o desplazar relativamente entre sí en la dirección de la extensión longitudinal del cable de aluminio y de la pieza de conexión que está alineada con él en caso de contacto mutuo. En este caso, es especialmente favorable que el soporte de fijación giratorio sea desplazable. Esta posibilidad de desplazamiento incluye entonces la fuerza de presión de apriete necesaria en el punto de unión, que se ejerce durante la unión por soldadura. En este caso, el dispositivo de empotramiento abierto para el extremo del cable de aluminio se puede utilizar al mismo tiempo para el prensado del casquillo de apoyo previsto allí.

Sobre todo en la combinación de algunas o varias de las diferentes características y medidas descritas anteriormente se obtiene una conexión de un cable de aluminio, que sirve para la conexión eléctrica, en el que no se puede y debe soldar directamente en los hilos individuales o hilos trenzados propiamente dichos, sino que está previsto un casquillo de apoyo que está constituido de manera más conveniente de aluminio, por lo tanto de idéntico material, con lo que los hilos o hilos trenzados se pueden pre-comprimir. De esta manera, se forma una especie de cilindro macizo, que sirve al mismo tiempo también como junta de obturación sobre el aislamiento, porque se puede extender hasta por encima de este aislamiento. Esta junta de obturación ha superado, en ensayos, una prueba de hermeticidad al agua con una columna de un metro de agua. El punto de unión propiamente dicho tiene una conductividad eléctrica alta, porque se puede eliminar una capa de óxido presente eventualmente sobre el lado de aluminio y en determinadas circunstancias incluso sobre el lado de cobre a través de soldadura por fricción durante una rotación mutua relativa, de manera que los dos metales diferentes pasan a fases intermetálicas y se funden y sueldan entre sí.

A continuación se describen en detalle ejemplos de realización de la invención con la ayuda del dibujo. En este dibujo se representa de forma parcialmente esquemática lo siguiente:

La figura 1 muestra el extremo de un cable de aluminio aislado, un casquillo de apoyo que se puede acoplar y presionar encima del mismo y un borne de batería de otro metal, que se pueden unir entre sí de forma conductora de electricidad.

La figura 2 muestra la conexión eléctrica del cable de aluminio, del casquillo de apoyo y del borde de la batería de acuerdo con la figura 1, con una costura de soldadura por fricción en el punto de unión.

La figura 3 muestra una representación que corresponde a la figura 1, en la que está previsto un terminal de cable para la conexión conductora de electricidad y la unión por soldadura con un cable de aluminio.

La figura 4 muestra una representación, que corresponde a la figura 2, de la conexión del terminal de cable con el cable de aluminio provisto con un casquillo de apoyo.

La figura 5 muestra un cable de aluminio, un casquillo de apoyo y un adaptador de conexión o clavija de conector que se conectan con él, de metal no férnico antes de la conexión mutua, y

La figura 6 muestra la unión del adaptador de conexión en el cable de aluminio a través de soldadura por fricción.

5 La figura 7 muestra el extremo aislado de un cable de aluminio con un casquillo de apoyo que pertenece al mismo y el extremo aislado de un cable de cobre con casquillo de apoyo correspondiente y adaptado así como

La figura 8 muestra la unión del cable de aluminio provisto con casquillo de apoyo con la pieza de cable de cobre provista con casquillo de apoyo a través de soldadura a tope o soldadura por fricción.

10 En los ejemplos de realización descritos a continuación de conexiones de un cable de aluminio eléctrico 1, que está constituido por hilos individuales de aluminio 2 y un aislamiento 3, con una pieza de conexión 4, las partes coincidentes reciben en cada caso los mismos números de referencia.

15 En las figuras 2, 4, 6 y 8, se representa, respectivamente, una conexión, designada, en general, con V, del cable de aluminio eléctrico 1, que está formada por hilos de alambre 2 individuales o, dado el caso, por hilos trenzados y que está provista con el aislamiento 3, con una pieza de conexión 4, que está constituida de cobre, de una aleación de cobre y/o de latón. La figura 2 muestra en este caso la conexión V del cable de aluminio 1 con un borne de una batería 5. La figura 4 muestra una conexión de este tipo con un terminal 6. La figura 6 muestra una conexión con un adaptador de conexión 7, que puede ser también una pieza de conector con clavijas de conector 8 y la figura 8 muestra la conexión V de un cable de aluminio eléctrico 1 con un trozo de cable 9 de cobre, de una aleación de cobre, de manera que están previstos igualmente hilos 10 individuales y un aislamiento 11.

20 Sobre todo en las figuras 1, 3, 5 y 7 se reconoce claramente en este caso que el aislamiento 3 del cable de aluminio 1 termina o está retirado delante del punto de contacto –posterior no impulsado todavía en estas figuras–, es decir, delante del lado frontal extremo 12, de manera que el cable de aluminio 1 está aislado, por lo tanto, en el extremo a conectar, y de tal modo que está previsto un casquillo de apoyo 13, que rodea por el lado exterior en la posición de uso, de acuerdo con las figuras 2, 4, 6 y 8 ya mencionadas, la zona adyacente al lado frontal extremo 12 de la parte aislada del cable de aluminio 1.

25 El casquillo de apoyo 13 puede acoplarse y prensarse o retraerse, por lo tanto, en primer lugar en la dirección de la extensión longitudinal en el lado exterior sobre el extremo a conectar y aislado del cable de aluminio, de manera que los hilos 2 del cable de aluminio 1 están comprimidos al menos en la zona del lado frontal 12, de modo que resulta prácticamente un cilindro macizo. Cuando la conexión V está terminada, la pieza de conexión 4, que puede estar configurada de forma diferente de acuerdo con los ejemplos de realización individuales, está soldada con el lado frontal 12 y también con el casquillo de apoyo 13. En las figuras 2, 4, 6 y 8 se reconoce en representación esquemática una costura de soldadura 14 circundante en forma de cordón. En este caso, en estas figuras, el punto de unión V está marcado, además, por un trazo que indica el plano del diámetro de la conexión V, aunque en la unión por soldadura no permanece ningún punto de separación o juntura, sino que ambos metales de las piezas unidas se unen sin juntura en virtud de una fundición que tiene lugar a través del calor de soldadura.

35 En todos los ejemplos de realización se reconoce que después de la terminación de la conexión V, el casquillo de apoyo 13 se extiende hasta por encima de la transición entre la zona aislada del cable de aluminio 1 y el aislamiento 3, rodeando una parte del aislamiento 3. El casquillo de apoyo 13 sirve, por lo tanto, no sólo para la compresión de los hilos 2 y para la formación del cilindro macizo ya mencionado, que favorece la unión por soldadura en el lado frontal 12 y en este caso, por lo tanto, la unión por soldadura de los hilos 10 individuales o hilos trenzados del cable de aluminio 1 con la pieza de conexión de cobre o de una aleación de cobre o latón y entre sí, sino que sirve al mismo tiempo como junta de obturación sobre el aislamiento 3. Puesto que el casquillo de apoyo 13 está prensado con el cable de aluminio 1 y, por lo tanto, también con el extremo de su aislamiento 3 o está retraído sobre el mismo, se conecta también el extremo del aislamiento 3 de manera correspondientemente fija con los hilos 2 del cable de aluminio 1, de modo que se consigue una alta hermeticidad al agua.

45 A este respecto se reconoce claramente en todos los ejemplos de realización que uno de los extremos 13a del casquillo de apoyo 13 está enrasado, en la posición de uso, con el lado frontal extremo 12 de la zona aislada del cable de aluminio 1 y con los hilos 2, de manera que, por lo tanto, el cilindro macizo ya mencionado está incrementado en el lado frontal 12 del cable de aluminio 1 prácticamente en la medida del espesor presente allí del casquillo de apoyo 13 y representa una superficie correspondientemente incrementada para la conexión con la pieza de conexión 4.

50 En este caso, el cable de aluminio 1 y el casquillo de apoyo 13 retraído o prensado encima, por una parte, y la pieza de conexión 4, por otra parte, tienen una sección transversal esencialmente de forma circular del mismo tamaño respectivo en el ejemplo de realización, como se reconoce tanto en la posición de partida de las piezas antes de su unión mutua como también después de la terminación de la conexión V.

55 Puesto que el casquillo de apoyo 13 que debe comprimir el extremo del cable de aluminio 1 es un casquillo metálico

5 y especialmente un casquillo de aluminio, pero dado el caso también un casquillo de cobre o un casquillo de latón, participa en el proceso de soldadura y en la configuración del alambre de soldar 14 y de esta manera mejora al mismo tiempo la conexión mutua de las partes, porque con ello no sólo se conecta el lado frontal superficial plano 12 con la pieza de conexión 4, sino también el extremo 13a del casquillo de apoyo 13 que, por otra parte, se extiende bien hasta por encima del aislamiento 3 y distribuye bien las fuerzas de tracción o las fuerzas transversales que se producen eventualmente.

10 El casquillo de apoyo 13 tiene en su interior dos secciones de diferente sección transversal interior o diámetro interior. La sección 13b con el diámetro interior mayor rodea en este caso el extremo del aislamiento 3 del cable de aluminio 1 y la sección 13c de la sección transversal interior menor rodea la zona aislada del cable de aluminio 1. La diferencia de los diámetros interiores de estas dos secciones 13b y 13c del casquillo de apoyo 13 corresponde en este caso al doble del espesor del aislamiento 3 del cable de aluminio 1, es decir, que la diferencia de los radios interiores de las dos secciones 13b y 13c del casquillo de apoyo 13 corresponde aproximadamente al espesor del aislamiento 3, de manera que a pesar del escalonamiento entre la zona aislada y la zona desaislada del cable de aluminio 1, el lado exterior del casquillo de apoyo 13 se puede extender esencialmente liso y sin saliente o modificación del diámetro.

15 Para establecer la conexión V, se desaisla, por lo tanto, el cable de aluminio 1 en primer lugar en el extremo de conexión, o bien retirando el aislamiento 3 sobre una longitud determinada u omitiéndolo desde el principio. Sobre el lado desaislado se acopla el casquillo de apoyo 13. A continuación se prensa o retrae el casquillo de apoyo 13, con lo que los hilos 2 o hilos trenzados del cable de aluminio 1 son comprimidos, de manera que a pesar de la formación a partir de estos hilos 2 individuales, resulta en el lado frontal prácticamente una sección transversal maciza, que está disponible para la unión por soldadura con la pieza de conexión 4. A continuación se suelda a tope el cable de aluminio 1 junto con el casquillo de apoyo 13 con la pieza de conexión 4, que puede estar configurada de forma diferente de acuerdo con los ejemplos de realización individuales. En virtud del calor de soldadura y de una fuerza de presión mutua en la dirección longitudinal de las piezas a unir resulta en este caso la costura de soldadura 14 en forma de cordón.

20 En este caso, en la posición de partida y también después de la realización de la conexión V, el casquillo de apoyo 13 está enrasado con un extremo 13a con el lado frontal del cable de aluminio 1. Esto permite que el cable de aluminio 1 que está provisto con el casquillo de apoyo 13, sea conectado con la pieza de conexión 4 a través de soldadura por fricción.

25 La pieza de conexión 4, que debe unirse con el cable de aluminio 1 y que debe soldarse a tope con él, es desplazada en rotación en este caso de una manera no representada y girando con alto número de revoluciones, por ejemplo, de 1500 rpm, es presionada contra el lado frontal 12 del cable de aluminio 1 y contra el extremo 13a del casquillo de apoyo prensado lo más tarde en este momento y se funde y se suelda a través del calor de fricción generado en este caso después del frenado y de la retención de la rotación, siendo aleados entonces en la zona de la conexión V los metales de las piezas unidad también entre sí. Los hilos 2 o hilos trenzados del cable de aluminio 1 son comprimidos, por lo tanto, antes o durante el proceso de soldadura al menos en la zona del punto de unión frontal V, para formar la sección transversal maciza ya mencionada con lado frontal superficial plano 12.

30 El casquillo de apoyo 13 es prensado sobre su superficie en el lado exterior, especialmente para formar un polígono, por ejemplo un hexágono, de manera que se realiza una compresión en gran medida uniforme de los hilos 2 en la zona de la conexión V y el casquillo de apoyo 13 se puede agarrar bien posteriormente en el lado exterior también con herramientas durante el montaje.

35 De acuerdo con la figura 2, con el cable de aluminio 1 se puede conectar un borne de una batería 5 con bulón de conexión 5a como pieza de conexión 4.

40 Las figuras 3 y 4 muestran la conexión de un cable de aluminio 2 con una pieza de conexión 4, que está configurada como terminal de cable 6 con una pieza de conexión 6a en forma de bulón.

45 En las figuras 5 y 6 se representa la conexión del cable de aluminio 1 con un adaptador de conexión 7 para conexiones eléctricas por unión del material, por ejemplo a través de clavijas de conexión 8, de manera que el adaptador de conexión 7 propiamente dicho presenta la forma y la superficie de la sección transversal correspondiente para la soldadura a tope con el cable de aluminio 1.

50 Las figuras 7 y 8 muestran finalmente la posibilidad de conectar un cable de aluminio 1 con un trozo de cable 9 especialmente de cobre o de una aleación de cobre como pieza de conexión 4, de manera que este trozo de cable 9, que sirve como pieza de conexión 4, constituido de hilos 10 de cobre o de una aleación de cobre, es prensado en su lado exterior igualmente con un casquillo de apoyo 13 especialmente de cobre, de una aleación de cobre o de latón o también de aluminio, en cualquier caso de metal, y es soldado a tope con el lado frontal 12 del cable de aluminio 1. En este caso, se dispone también este casquillo de apoyo 13 de cobre o similar con el trozo de cable 9 enrasado en el extremo, de manera que la conexión V se realiza tanto en los hilos 2 y 10 respectivos como también en los casquillos de apoyo 13, es decir, sobre una sección transversal correspondientemente incrementada con

estabilidad correspondiente.

5 Un dispositivo para la realización de un procedimiento de este tipo no se representa en detalle y comprende de manera más conveniente un dispositivo de empotramiento que se puede abrir para el cable de aluminio 1 provisto con el casquillo de apoyo 13 y un soporte de fijación desprendible y accionable de forma giratoria que está dispuesto a nivel con el mismo para la pieza de conexión 4. El dispositivo de empotramiento y el soporte de fijación se pueden mover o desplazar entonces relativamente entre sí en la dirección de la extensión longitudinal del cable de aluminio 1 y de la pieza de conexión que está alineada al menos durante el contacto mutuo, de modo que la pieza giratoria es presionada contra la pieza estacionaria y de esta manera se puede generar el calor de fricción necesario para el proceso de soldadura por fricción. En este caso, de manera más conveniente, el soporte de fijación giratorio es desplazable, puesto que recibe la pieza de conexión 4, en general, más corta o más pequeña. Después del frenado del accionamiento giratorio se lleva a cabo, bajo el calor de fricción resultante, la fundición mutua y la unión por soldadura prácticamente sobre toda la sección transversal, que da como resultado, por lo tanto, no sólo una conexión V fija, sino también hermética.

15 A través del prensado con el casquillo de apoyo 13, que se extiende también sobre el aislamiento 3 del cable de aluminio 1, se protegen los hilos de aluminio 2 y se conservan y, a pesar de este prensado, no se deforman hasta el punto de que no puedan resistir ya las cargas dinámicas posteriores. A través de la soldadura –también de los hilos 10 individuales o de los hilos tranzados de aluminio 1 entre sí y con la pieza de conexión- se alean mutuamente los diferentes metales en la zona de la conexión V, es decir, en la zona de contacto. Esto da como resultado una alta resistencia a la rotura y al desgarrar al mismo tiempo con una buena conexión conductora de electricidad. También se pueden absorber altas cargas dinámicas, de manera que esta conexión es especialmente bien adecuada para líneas de baterías en automóviles, de manera que en la zona de la batería, donde pueden aparecer vapores de ácidos, se puede utilizar el cobre o latón resistente frente a estos vapores, mientras que la otra línea conductora de corriente puede estar constituida por el aluminio más ligero.

25 La conexión V del cable de aluminio eléctrico 1 con una pieza de conexión 4 de cobre o de una aleación de cobre, se realiza a través de la compresión de los hilos 2 que forman el cable de aluminio 1 en la zona extrema y a través de la unión por soldadura con la pieza de conexión 4, especialmente a través de un procedimiento de soldadura por fricción. En este caso, el calor de fricción entre los materiales se utiliza para fundir ambos materiales y para unirlos entre sí sin material adicional de soldadura. El cable de aluminio 1 se provee a tal fin con un casquillo de apoyo 13 prensado con él, que convierte los hilos 2 individuales en el punto de unión prácticamente en una superficie maciza y se suelda al mismo tiempo ella misma con la pieza de conexión 4. De esta manera se pueden conectar piezas de conexión de cobre de forma hermética y buena conductora de electricidad con el cable de aluminio 1, sin que exista en la zona de unión un peligro de corrosión en virtud de metales nobles o innobles diferentes.

## REIVINDICACIONES

1. Conexión (V) de un cable de aluminio eléctrico (1), formado por varios hilos o hilos trenzados de aluminio (2) y aislado, con una pieza de conexión (4) que está constituida por una aleación de cobre y/o por latón, por ejemplo con un borne de batería (5), con un terminal de cable (6), con un adaptador de conexión (7), con una pieza de conector, con una pieza de cable (9) o similar, para la instalación eléctrica de un automóvil, en la que el aislamiento (3) del cable de aluminio (1) termina o está retirado antes del punto de contacto con la pieza de conexión y está previsto un casquillo de apoyo (13), que rodea al menos la zona adyacente al lado frontal extremo (12) de la pieza aislada del cable de aluminio (1) y está prensado con el extremo del cable de aluminio (1) y/o está retraído sobre el mismo, de manera que los hilos (2) del cable de aluminio (1) están comprimidos juntos al menos en la zona del lado frontal (12), en la que la pieza de conexión (4) está soldada con el lado frontal (12), formado por los hilos (2) individuales, del extremo del cable de aluminio (1).
2. Conexión de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el casquillo de apoyo (13) se extiende hasta por encima de la transición entre la zona aislada del cable de aluminio (1) y el aislamiento (3), rodeando una parte del aislamiento (3).
3. Conexión de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque uno de los extremos (13a) del casquillo de apoyo (13) está enrasado con el lado frontal extremo (12) de la zona aislada del cable de aluminio (1).
4. Conexión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el cable de aluminio (1) y el casquillo de apoyo (13) retraído o prensado y la pieza de conexión (4) tienen una sección transversal esencialmente de forma circular, especialmente del mismo tamaño.
5. Conexión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el casquillo de apoyo (13) que comprime el extremo del cable de aluminio (1) es un casquillo metálico, especialmente un casquillo de aluminio.
6. Conexión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque el casquillo de apoyo (13) para el prensado o prensado previo del cable de aluminio en su interior tiene al menos dos secciones de diferente sección transversal interior o diámetro interior y la sección (13b) con el diámetro interior mayor rodea el extremo del aislamiento (3) del cable de aluminio (1) y la sección (13c) de sección transversal más pequeña rodea la zona aislada del cable de aluminio (1).
7. Conexión de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque la diferencia del diámetro interior del casquillo de apoyo (13) corresponde aproximadamente al doble del espesor del aislamiento (3) del cable de aluminio (1).
8. Conexión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el extremo del cable de aluminio (1), que está provisto con el casquillo de apoyo (13) está conectado con la pieza de conexión (4) a través de soldadura por fricción.
9. Procedimiento para la conexión de un cable de aluminio eléctrico (1) con una pieza de conexión (4), que está constituida de cobre, de una aleación de cobre y/o de latón, de acuerdo con la reivindicación 1, por ejemplo con un borne de batería (5), con un terminal de cable (6), con un adaptador de conexión (7), con una pieza de conector (8), con un cable (9) o similar, para la instalación eléctrica de un automóvil, en la que el lado frontal (12) del cable de aluminio (1) se pone en conexión y en contacto eléctrico con el lado frontal de la pieza de conexión (4) y a tal fin se aísla el cable de aluminio (1) en el extremo de conexión, sobre el lado aislado se enchufa, se prensa o se retrae un casquillo de apoyo (13) y de esta manera se comprimen juntos los hilos (2) o hilos trenzados del cable de aluminio (1), en el que los hilos individuales (2) o hilos trenzados del cable de aluminio (1) junto con el casquillo de apoyo (13) son soldados a tope con la pieza de conexión (4).
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque el casquillo de apoyo (13) se dispone con un extremo (13a) enrasado con el lado frontal del cable de aluminio (1).
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque el cable de aluminio (1) provisto con el casquillo de apoyo (13) se conecta con la pieza de conexión (4) a través de soldadura por fricción.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque la pieza de conexión (4), que debe conectarse con el cable de aluminio (1) o que debe soldarse a tope con él, es girada y es presionada con efecto giratorio contra el lado frontal (12) del cable de aluminio (1) y es fundida o soldada a través del calor de fricción que se genera en este caso después de frenar la rotación.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque los hilos (2) o hilos trenzados del cable de aluminio (1) son comprimidos antes y/o durante el proceso de soldadura al menos en la zona del punto de unión frontal (V).
14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado porque el casquillo de apoyo (13) es comprimido exteriormente sobre su superficie, especialmente para formar un polígono, por ejemplo un

hexágono.

- 5 15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado porque una pieza de cable (9), que sirve como pieza de conexión (4), que está constituida de hilos de cobre, de aleación de cobre y/o de latón, está comprimida en su lado exterior con un casquillo de apoyo (13) especialmente de cobre, de aleación de cobre o de latón o de metal similar y está soldada a tope con el lado frontal (12) del cable de aluminio (1).

