

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 911 194**

51 Int. Cl.:

B29C 65/32 (2006.01)
C09J 5/06 (2006.01)
H05B 6/10 (2006.01)
B29C 65/00 (2006.01)
H05B 6/36 (2006.01)
F16B 11/00 (2006.01)
B29C 65/48 (2006.01)
B29C 65/36 (2006.01)
H05B 6/14 (2006.01)
H05B 6/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013 E 13000633 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.01.2022 EP 2626191**

54 Título: **Sistema de adhesión por inducción, unidades de inducción, procedimiento de compensación de temperatura y procedimiento de autoajuste**

30 Prioridad:
09.02.2012 DE 102012002404

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.05.2022

73 Titular/es:
**GH-INDUCTION DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Hainbrunner Strasse 10
69434 Hirschhorn, DE**

72 Inventor/es:
**BISSDORF, RICHARD;
SIEFERT, WILLY;
SCHÖLCH, FRANK;
KASPER, CHRISTIAN;
GATTERMEIER, HELMUT y
BALSS, ANDREAS**

74 Agente/Representante:
GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 911 194 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de adhesión por inducción, unidades de inducción, procedimiento de compensación de temperatura y procedimiento de autoajuste

5 La presente invención se refiere a un sistema de adhesión por inducción y una estación de gelificación como componente esencial para usar en el sistema de adhesión por inducción y también a las unidades de inducción que provocan la adhesión por inducción en la estación de gelificación. Además, según la invención, se reivindica un sistema de refrigeración con el que se puede conseguir la refrigeración necesaria del sistema de adhesión por inducción; a este respecto, el enfriamiento según la invención se puede utilizar como parte de todo el sistema de adhesión por inducción. Además de ello, la invención se refiere a un sistema de inducción para el calentamiento gradual de piezas de trabajo calentables por inducción. Además, se divulga un procedimiento para la unión inductiva de componentes con el presente sistema de adhesión por inducción, que además utiliza un procedimiento de compensación de temperatura y, finalmente, se divulga un procedimiento de autoajuste automático para configurar la potencia de calentamiento de las unidades de inducción individuales.

15 La tecnología de unión inductiva de componentes en el sector de la automoción, por ejemplo, el panel interior y exterior de un capó o un guardabarros, es bien conocida en el sector de la fabricación de automóviles.

20 Para ello se fabrican sistemas de adhesión por inducción específicos de los componentes, que mapean la geometría de los componentes respectivos. En este caso, se dispone un dispositivo inductor, a menudo denominado "punto", en cada punto adhesivo previsto entre los dos componentes, a través del cual se aplica la potencia de calentamiento inductivo. En este caso, todos estos puntos de los conocidos sistemas de adhesión por inducción clásicos, también conocidos como estaciones de unión, están conectados en serie y conectados a través de un riel; todos los dispositivos inductores son alimentados por una sola fuente de alimentación. El riel mencionado con anterioridad realiza dos funciones: suministro de electricidad y agua de refrigeración. La línea eléctrica está hecha principalmente de cobre, que se enruta en una sola pieza y se puede usar para corrientes altas.

25 En la medida en que la potencia de calentamiento requerida de los inductores para los puntos de unión individuales puede diferir porque el componente lo requiere debido a su geometría, debido a las propiedades del material o por otras razones, cada uno de los dispositivos inductores debe configurarse individualmente y adaptarse a la necesidad de calor de los puntos de calentamiento individuales. Esto se hace, por ejemplo, insertando "shims" con los que se varía la distancia de los inductores al componente según la necesidad de calor en ese punto. También es posible adaptar el patrón de calentamiento a la demanda mediante la geometría del dispositivo inductor dentro del punto, por ejemplo, doblando el conductor o disponiendo los concentradores de campo.

30 Tales estaciones de adhesión por inducción conocidas están conectadas a través de una unidad de circuito oscilante a un generador que se enfría con agua para proporcionar la capacidad de enfriamiento adecuada.

35 A pesar del ajuste manual de todos los inductores existentes, hasta la fecha ha sido casi imposible proporcionar un control de temperatura ideal en todos los puntos de adhesión. Esto puede tener un impacto en la calidad del empalme y, por lo tanto, del componente, y la distorsión mecánica a menudo resulta de la distorsión inducida térmicamente del componente. Además, es necesario proporcionar el alto nivel de energía para realizar la potencia de calentamiento inductivo requerida que se debe proporcionar en los puntos finales. Los caminos que deben recorrerse desde el circuito oscilante hasta los "puntos" son considerables en el estado de la técnica, y la longitud del camino de la conexión en serie en el área de corrientes altas y muy altas da como resultado pérdidas correspondientemente enormes. El alto requerimiento de corriente también conduce a técnicas de conexión mecánicamente rígidas e inflexibles, lo que hace que sea muy difícil colocar mecánicamente puntos individuales. Debido a la energía adicional que se requiere para abastecer el último punto y que es proporcionada por alta corriente, se genera calor en el camino, lo que, a su vez, requiere una alta capacidad de refrigeración, lo que se asocia con un enorme consumo de agua y, por lo tanto, no es económico.

45 Estas estaciones de adhesión inductivo también son particularmente complejas debido al enfriamiento por agua requerido, ya que también requieren bombas, tanques de almacenamiento de agua, intercambiadores de calor y otros dispositivos como unidades de enfriamiento para manejar la disipación de calor, que son costosos, consumen energía, tienen que ser mantenidos y ocupan espacio. Cuando funcionan con agua de refrigeración de fábrica, los sistemas ya no se pueden utilizar en forma móvil y el sistema de refrigeración descentralizado no se adapta al proceso individual, lo que limita gravemente la eficiencia energética. La conexión del cliente de los sistemas al agua de refrigeración de la fábrica también requiere un trabajo de instalación extenso y costoso.

50 La eficiencia del inductor individual, como se sabe del estado de la técnica, también es insuficiente en el punto de adhesión, ya que las bobinas, las vías de transmisión y los transformadores, como se sabe del estado de la técnica, no están diseñados de manera óptima. Aquí también se producen pérdidas de energía innecesarias, ya que una ubicación de componente que debe unirse a una temperatura más baja requiere que el inductor esté separado del componente, ya que su temperatura no puede simplemente ajustarse a un valor más bajo. En principio, la corriente total del sistema se adapta al inductor con el requisito de corriente más alto, en donde todos los inductores se alimentan con esta corriente debido a la conexión en serie.

- Además, tales dispositivos de unión inductiva conocidos hasta la fecha difícilmente permiten, o no de manera ideal, materiales no metálicos como, por ejemplo, materiales FRP que contienen fibras de carbono conductoras y/o fibras metálicas para calentarse de manera confiable y económica en puntos específicos para la unión, ya que en el caso de estos materiales poco conductores (en comparación con el metal), deben llegar altas corrientes al componente para lograr el calentamiento necesario en un punto del componente. Esto significa un enorme uso de energía a lo largo del circuito en serie.
- Finalmente, se requiere un esfuerzo muy considerable por parte de los trabajadores para configurar estos sistemas de adhesión inductivo grandes y específicos de componentes, por lo tanto rígidos, ya que la configuración de los inductores individuales interactúa, por ejemplo, entre sí, así como con el programa de calefacción.
- El documento DE 689 06 502 T2 divulga elementos de calentamiento de una estación de calentamiento por inducción que consta de una bobina de inducción y un transformador. La alimentación se realiza mediante cables refrigerados por agua, por lo tanto, de alta corriente.
- Del documento US 5.438.181, se conoce un dispositivo para calentar un sustrato con secciones eléctricamente conductoras y no conductoras. Para calentar las secciones conductoras de electricidad, el dispositivo incluye un inductor con un concentrador de campo adyacente.
- En el documento DE 20 2006 019 025 U1, se describe un calentador inductivo puntual para cualquier material, que presenta un sello de contacto elástico con un elemento auxiliar metálico y, por lo tanto, calentable por inducción, entre el cual está dispuesta una unidad de detección de temperatura.
- Del documento DE 9210144 U1, se conoce un horno de fusión por inducción con un crisol de fusión que puede calentarse eléctricamente mediante una bobina de inducción dividida en tres bobinas individuales. Las baterías se alimentan de energía y agua de refrigeración a través de mangueras y conexiones correspondientes.
- El documento DE 3711645 C1 describe un dispositivo de calentamiento por inducción de alta frecuencia que puede calentar simultáneamente áreas superficiales y áreas inferiores de una pieza de trabajo conductora de electricidad a diferentes temperaturas. Para ello, el generador de alta frecuencia puede conmutarse entre diferentes frecuencias de excitación.
- El documento EP 0 364 191 A1 describe una unidad de inducción según el preámbulo de la reivindicación 1.
- Con base en este estado de la técnica, se tiene la tarea de proporcionar un sistema de adhesión por inducción que pueda convertirse de manera simplificada y pueda usarse para diferentes tipos de componentes, que también debe mejorarse en términos de consumo de energía, por un lado, y la entrada de energía al componente, por otro.
- Esta tarea va de la mano con la tarea adicional de crear cabezas de inductores correspondientemente mejoradas, que también facilitan la unión de materiales como los materiales compuestos de fibra conductora y que pueden funcionar con la mayor eficiencia energética posible. También sería deseable proporcionar los dispositivos necesarios para suministrar energía a los inductores de una manera compacta y flexible y permitir la menor pérdida de energía posible en el camino desde la fuente de energía hasta el inductor.
- A la vista de los balances energéticos de sistemas de este tipo del estado de la técnica, también es deseable un sistema de refrigeración mejorado al menos desde el punto de vista ecológico.
- La necesidad de proporcionar un procedimiento más económico y flexible para unir componentes inductivos también es evidente en vista del estado de la técnica, combinado con la tarea de crear un procedimiento que permita un ajuste de temperatura más seguro y mejor controlable para todos los inductores y, por lo tanto, una garantía de calidad mejorada que permite puntos adhesivos en el componente.
- Otra tarea radica en la creación de un sistema de inducción en el que las piezas de trabajo que se realizan continuamente se pueden calentar con un perfil de temperatura ajustable.
- Finalmente, es deseable crear un procedimiento para configurar y ajustar una estación de unión inductiva de este tipo que requiera el menor tiempo posible para configurar la potencia de calentamiento de las unidades de inducción individuales.
- La tarea de crear un dispositivo que permita hacer funcionar un inductor de una manera más eficiente desde el punto de vista energético en general y/o de una manera más adaptada al material, y que permita aplicar el aporte de calor necesario al material de una manera más específica, se resuelve con la unidad de inducción mejorada que tiene las características de la reivindicación 1.
- Una estación de gelificación mejorada es proporcionada por la estación de gelificación que tiene las características de la reivindicación 7.
- La provisión de un sistema mejorado de adhesión por inducción se logra mediante la estación que tiene las características de la reivindicación 9.

El sistema de inducción con las características de la reivindicación 16 proporciona el calentamiento controlado de piezas de trabajo transportadas continuamente.

Un procedimiento de configuración mejorado del sistema de adhesión por inducción lo proporciona el procedimiento de autoajuste con las características de la reivindicación 17.

- 5 Esta tarea de crear un procedimiento que proporcione un ajuste de temperatura más seguro y mejor controlable para todos los inductores se logra mediante los dos procedimientos de control con las características de las reivindicaciones independientes 21 y 22.

10 La unidad de inducción según la invención se utiliza en particular para mejorar la unión inductiva de componentes en el proceso de unión multipunto. Esta unidad de inducción comprende en cada caso un transformador que está conectado en forma desmontable a al menos un inductor dispuesto en un dispositivo de sujeción para formar una unidad de componente transportable, en la que una entrada del transformador está conectada a una línea de baja corriente y una línea de alta corriente conduce desde una salida del transformador en el lado del inductor hasta el al menos un inductor, de modo que la unidad completa puede utilizarse en forma modular y versátil y, por otra parte, la energía de calentamiento que emite el inductor puede determinarse directamente en este último por el transformador. Ventajosamente, se pueden utilizar líneas flexibles de baja corriente para conectar la unidad de inducción, y la línea de alta corriente solo se proporciona entre el transformador y el inductor o los inductores. También es posible, si es necesario, cambiar el número de inductores conectados, ya que el transformador no está unido permanentemente al inductor sino que está diseñado para ser separable del inductor.

20 La unidad de inducción según la invención no requiere altas corrientes del orden de 100A-1500A en el transformador, lo que antes requería el uso de cables de manguera refrigerados por agua, en los que un conductor de cobre insertado en las mangueras se enjuaga con agua de refrigeración. En consecuencia, la invención también elimina la necesidad de los accesorios de latón de agujero hueco ("fittings") que se necesitaban con anterioridad, con los que se fijan los cables de las mangueras al transformador y que transportan tanto la electricidad como el agua. Debido a la posibilidad de que se produzca un cortocircuito entre las dos conexiones a través del agua, los cables de las mangueras también debían presentar una longitud mínima de aproximadamente 1 m; en el caso del refrigerante con glicol, se requerían distancias de fuga aún mayores en la manguera debido a la mayor conductividad.

25 Gracias a la unidad de inducción según la invención, la conexión de energía al transformador es posible con cables estándar y conexiones de enchufe estándar, que son mucho más fáciles de manejar que un paquete de cables de manguera. Además, las conexiones enchufables facilitan mucho la sustitución del transformador en caso de necesidad, en comparación con el hecho de desatornillar los racores de los cables de las mangueras.

30 El uso de la baja corriente con las ventajas asociadas de los cables estándar y las conexiones de enchufe se hace posible por el hecho de que el transformador de la unidad de inducción según la invención utiliza un material de núcleo toroidal hecho de una aleación de metal amorfo. El material del núcleo amorfo permite intensidades de campo casi tan altas como el hierro y con bajas pérdidas. Los núcleos de los transformadores utilizados hasta ahora suelen estar enrollados en bandas de hierro (núcleos toroidales) y tienen grandes pérdidas.

35 En el diseño de los transformadores, siempre resulta un determinado flujo magnético para una frecuencia y tensión de funcionamiento determinadas. Con el hierro como material del núcleo, se pueden alcanzar altas intensidades de campo de hasta aproximadamente 1 Tesla, pero esto también está asociado a altas pérdidas de remagnetización (curva de histéresis de la lámina de la dinamo). Esto permite tener dos diseños de transformadores con una sección transversal de núcleo pequeña, pero estos generan grandes pérdidas, especialmente a frecuencias más altas, como es necesario para el material compuesto de fibra de carbono. Esto suele requerir la refrigeración por agua del núcleo. Con la ferrita como material del núcleo, no se producen pérdidas significativas por remagnetización, pero solo se permiten intensidades de campo de aproximadamente 0,35T, ya que se alcanza rápidamente la saturación magnética. Por lo tanto, estos transformadores requieren secciones transversales elevadas en el núcleo y son más grandes por un factor de 2 aproximadamente.

40 El material del núcleo amorfo permite intensidades de campo casi tan altas como el hierro y con bajas pérdidas. Debido a la alta eficiencia de la unidad inductora según la invención con el devanado primario y el núcleo fundidos en seco, se puede utilizar una menor potencia de construcción del transformador. Además, a diferencia de la técnica anterior, ni los núcleos ni el devanado primario del transformador necesitan ser enfriados en un baño de agua. De este modo, es posible obtener transformadores de pequeño tamaño sin un núcleo refrigerado por agua.

45 Así, una unidad de inducción según la invención puede fabricarse de modo más rentable que una convencional debido al transformador de menor potencia, donde hasta ahora se solían conectar varios puntos de calentamiento a un transformador de mayor potencia.

50 La aleación metálica amorfa tiene una estructura homogénea e isotrópica y muestra buenas propiedades magnéticas blandas. Preferentemente, se pueden utilizar las aleaciones amorfas de base de cobalto libres de magnetostricción VITROPERM 500 F® de la empresa Vacuumschmelze, Hanau, Alemania, que se pueden adaptar a los ámbitos de aplicación deseados mediante la selección de una aleación junto con un tratamiento térmico adecuado.

El dispositivo de sujeción de la unidad de inducción comprende un cabezal del inductor que presenta una zona de apoyo en la que está incrustado un inductor al menos con una sección o al menos en las proximidades de la cual está dispuesto el inductor. Ventajosamente, el cabezal del inductor puede tener forma de soporte de componentes en la sección que recibe o sostiene el inductor y, en este sentido, puede acomodarse a la geometría del componente o de la pieza de trabajo y, por lo tanto, servir de soporte óptimo del componente durante el proceso. En lugar de un inductor en forma de I (inductor de línea), como se suele utilizar hasta ahora, en el que el flujo de corriente por debajo de la pieza solo discurre en una dirección, se utiliza preferiblemente un inductor de todo tipo (en forma de U u O, o similar). Por lo tanto, la corriente se induce en el componente en una trayectoria cerrada, lo que aumenta significativamente la eficiencia. El cabezal del inductor está construido en forma muy compacta, de modo que el inductor en forma de U u O con concentrador de campo se aloja en un espacio de instalación correspondiente al del inductor de línea. En este caso, puede ser preferible el diseño de un transformador por inductor.

Mediante un pie de sujeción al que se fija el cabezal del inductor de modo que pueda cambiarse su posición en caso necesario y adaptarse así a diferentes componentes, y que dispone de dispositivos como orificios para tornillos o abrazaderas o pasadores u otros medios de fijación, la unidad de inducción puede fijarse a un dispositivo de fijación de una estación de gelificación, como una placa de base o una placa de montaje.

La unidad de inducción también puede diseñarse de manera que incluya el cabezal del inductor con transformador montado en forma móvil, por ejemplo, en un brazo giratorio flexible o en un cilindro neumático, de manera que pueda desplazarse al punto de calentamiento según sea necesario.

Ventajosamente, para mejorar la transferencia de calor, el cabezal del inductor puede presentar un concentrador de campo de material conductor eléctrico o magnético en la zona de soporte o en el empotramiento del inductor que, dependiendo de la disposición del inductor, se encuentra debajo del inductor o rodea parcialmente el inductor. Dependiendo de la aplicación prevista de la unidad de inducción, dicho concentrador de campo puede consistir, por ejemplo, en una lámina de dínamo, una aleación magnética blanda de hierro-silicio, una aleación magnética blanda de níquel-hierro con alta permeabilidad magnética como Mu-Metall®, un material magneto-dieléctrico, por ejemplo, un material termoplástico que contenga partículas de hierro blando como Fluxtrol® o ferrita. En el caso de Mu-Metall®, se trata de un producto de la empresa Vacuumschmelze, Hanau, Alemania y Fluxtrol® es una marca registrada de Fluxtrol Inc. Auburn Hills, EE. UU. y disponible en Polytron Kunststofftechnik, Bergisch-Gladbach, Alemania.

Los inductores, que están diseñados de modo muy eficiente según la invención, permiten una baja potencia de construcción del transformador.

Una unidad de inducción también puede comprender dos o más inductores dispuestos en el dispositivo de sujeción, que deben ser de la misma corriente ya que están conectados a un transformador común. Los dos o más inductores conectados al transformador no tienen que estar necesariamente dispuestos en un dispositivo de retención común, cada inductor puede tener su dispositivo de retención y el transformador puede estar situado entre ellos o al lado.

La presente propuesta consiste en conectar los inductores a los transformadores de modo desmontable, pero puede ser adecuado para el presente procedimiento de unión multipunto crear unidades en las que los inductores estén conectados permanentemente a los transformadores.

La unidad de inducción puede presentar una unidad de sujeción para fijar y posicionar el componente que se va a unir por inducción. Está diseñado para la disposición de la fijación de un componente que se va a unir. Preferiblemente, la unidad de sujeción presenta un brazo de sujeción giratorio que se gira sobre el componente, y se aplica una pieza de presión al componente que se va a unir de modo fijo. Ventajosamente, el brazo de sujeción con la pieza de presión está dispuesto en una abrazadera de componentes en forma ajustable en altura.

Para controlar la temperatura de los transformadores por refrigerar, se puede disponer un sensor térmico, como una resistencia PTC, en el transformador de cada unidad de inducción.

Además, la unidad de inducción para controlar la potencia de calentamiento puede comprender un sensor térmico para medir la temperatura del componente en un punto calentado por el inductor, por ejemplo, en la pieza de presión de la unidad de sujeción, en la zona de apoyo del soporte del componente o en un dispositivo de la unidad de inducción que puede moverse por separado del componente.

Una estación de gelificación según la invención, en donde la "gelificación", que significa el endurecimiento parcial o completo de un pegamento o adhesivo todavía líquido o blando dispuesto sobre la pieza o componente por unir, es adecuada para llevar a cabo la adhesión por inducción de dos o más componentes. La soldadura o el conformado de, por ejemplo, materiales termoplásticos también es posible si, por ejemplo, se insertan tejidos conductores de electricidad en su proximidad espacial. La estación de gelificación tiene el número necesario de inductores correspondientes a los puntos de adhesión. Se colocan en un dispositivo de sujeción, normalmente una placa de montaje, y se conectan a una fuente de energía mediante líneas eléctricas. Según la invención, los inductores utilizados para esta estación de gelificación están compuestos por las unidades de inducción, que también son según la invención. Ventajosamente, las unidades de inducción de la estación de gelificación no están conectadas en serie con la fuente de energía, sino que un número de 1 a n de las unidades de inducción con inductores, que

están predeterminados para la provisión de una potencia de calentamiento aproximadamente igual o mutuamente proporcional, se combinan en cada caso en un grupo de inductores, y el al menos un transformador de las unidades de inducción de cada grupo de inductores puede conectarse a través de su entrada para el suministro de energía a una sección de potencia respectiva de la fuente de energía. Dentro de un grupo, la potencia de salida de un inductor individual puede ser controlada, por ejemplo, por su longitud y configuración de campo. De este modo, las potencias de calentamiento de todos los inductores de un grupo pueden determinarse y controlarse individualmente y configurarse con poco tiempo. De este modo, se pueden aplicar diferentes potencias de calentamiento en distintas zonas de la pieza, por lo que las unidades de inducción que tienen el mismo consumo de energía pueden ser alimentadas en grupo por una sola unidad de potencia. De esta manera, los puntos de calentamiento individuales para la gelificación del adhesivo, por ejemplo, en las fijaciones de la carrocería del automóvil, pueden recibir energía en una agrupación adecuada con diferente potencia. Esto significa que los canales individuales pueden utilizarse para calentar simultáneamente materiales no homogéneos y mezclas de materiales.

Para controlar la temperatura del transformador, se incluye un sensor térmico, por ejemplo, una resistencia PTC, en cada transformador de cada unidad inductora. Estos se agrupan según los grupos de inductores como las salidas del generador y se conectan en serie paralela o en ramas agrupadas serie/paralelo. Cada grupo de sensores térmicos puede conectarse operativamente a una salida de un generador de una estación de adhesión por inducción, y así comunicarse con un sistema de control presente en el generador.

Además, se puede prever que la estación de gelificación disponga de sensores térmicos para el control de la temperatura, que se asignan a al menos una unidad de inducción de cada grupo de inductores para medir la temperatura del componente. El sensor térmico de cada grupo está acoplado -preferiblemente a través de un amplificador de medida para la amplificación de la señal- con el control de la respectiva salida del generador correspondiente, de modo que la potencia de calentamiento introducida por las unidades de inducción del respectivo grupo de inductores puede ser controlada en función de la temperatura del componente. Este sensor térmico puede estar dispuesto en o sobre la pieza de presión o adyacente a la cabeza del inductor, o integrado en ella.

Un sistema de refrigeración que está conectado a una fuente de agua de refrigeración y que sirve para enfriar un sistema de gelificación por inducción y, en particular, sus unidades de inducción, tiene una sección de refrigeración para enfriar la estación de gelificación. En esta sección, el sistema de refrigeración presenta una entrada de distribuidor que está conectada fluidamente a la fuente de agua de refrigeración y que se abre en al menos un distribuidor que tiene una pluralidad de salidas, de cada una de las cuales se extiende un ramal. El número de ramales no está en serie, sino en un circuito escalonado, y un grupo de consumidores, como un grupo de inductores de una estación de gelificación, puede conectarse en cada ramal como consumidor por refrigerar, lo que se hace convenientemente mediante una salida de ramal correspondiente y una entrada de ramal. Así, los grupos de consumidores, alimentados cada uno por una sección de potencia de una fuente de energía, se integran en el circuito de refrigeración según el circuito eléctrico, de modo que la estructura del circuito de agua corresponde 1:1 a la estructura del circuito eléctrico. Esto es para garantizar que, en caso de fallo en un ramal, los otros ramales puedan seguir funcionando sin problemas en el modo de emergencia del sistema. Procedentes del consumidor, las salidas de los ramales desembocan en al menos un colector, que presenta una salida de colector. Preferiblemente, en esta salida, se dispone un dispositivo de control de flujo, como un medidor de flujo.

Así, el sistema de refrigeración según la invención enfría consumidores eléctricos como los grupos de inductores cada uno a través de un ramal, por lo que se combinan consumidores de potencia igual o proporcional en los grupos, que pueden ser alimentados por una sección de potencia común. Así, la estructura del sistema de refrigeración se corresponde con la estructura del circuito eléctrico. Ventajosamente, los grupos individuales pueden ser controlados individualmente, de modo que si un ramal falla, el resto del sistema puede seguir funcionando.

El sistema de refrigeración puede estar diseñado para alimentar un número de 2 a 32, preferiblemente de 2 a 16, más preferiblemente de 2 a 12 grupos de inductores, en donde cada grupo de inductores comprende de 1 a 10, preferiblemente de 2 a 8, más preferiblemente de 2 a 6 unidades de inducción.

En el caso de muchos consumidores, por razones de seguridad, el sistema de refrigeración puede presentar dos colectores conectados en serie, por lo que un dispositivo de control de flujo, preferiblemente un medidor de flujo, está dispuesto entre el primer y el segundo colector o preferiblemente detrás del último colector.

Un sistema de adhesión por inducción según la invención, que puede ser sustituido ventajosamente de manera económica, para unir por inducción dos partes componentes, comprende una fuente de energía con un dispositivo de control, una estación de gelificación con una pluralidad de inductores conectados a la fuente de energía a través de líneas de alimentación, y un dispositivo de refrigeración, en donde al menos la estación de gelificación es una según la invención tal como se divulga en el presente documento.

Además, el dispositivo de refrigeración de la unidad de adhesión por inducción también puede ser un dispositivo de refrigeración según la invención. Dado que los ramales de la distribución de agua están agrupados según los grupos de inductores y, por lo tanto, según las salidas de los generadores, solo la salida del generador respectivo se ve afectada en caso de fallo de los ramales paralelos. De este modo, es posible desconectar solo los grupos de inductores que se ven afectados por el fallo del ramal. En este caso, varias salidas de generador controlables por

separado están conectadas a un sistema de distribución de agua.

La fuente de energía es ventajosamente un generador que comprende una pluralidad de unidades de energía, cada una conectada operativamente a un dispositivo de control. El generador tiene una salida de generador para cada unidad de potencia, a través de la cual cada unidad de potencia está conectada por medio de una línea eléctrica a la(s) entrada(s) del transformador de las unidades de inducción de uno de los grupos de inductores. De este modo, la temperatura de calentamiento en cada inductor puede preajustarse con precisión, por lo que se puede utilizar una corriente baja hasta la unidad de inducción, lo que supone un ahorro de energía y permite el uso de materiales que no son adecuados para una corriente alta. Así, se pueden utilizar líneas de alimentación flexibles en lugar de conexiones de alta corriente.

5
10
15

Preferiblemente, la unidad de adhesión por inducción tendrá una unidad de condensador entre el generador y la estación de gelificación, ya que el funcionamiento de la unidad de inducción sin una unidad de condensador, prescindiendo de la exageración de resonancia del circuito oscilante formado por los condensadores de la unidad de condensador y las bobinas de las unidades de inducción, solo es practicable a bajas potencias. La unidad de condensadores comprende una pluralidad de módulos de condensadores, correspondientes a las secciones de potencia o a los grupos de inductores. A continuación, cada uno de ellos se conecta a una sección de potencia del generador a través de un módulo de condensadores de la unidad de condensadores. El número de módulos de condensadores, que pueden ser simples placas modulares equipadas con condensadores, puede variar en función del número de grupos de inductores determinados para un proceso de adhesión.

20

Los sensores térmicos dispuestos para el control de la temperatura en cada transformador de cada unidad de inducción, agrupados según los grupos de inductores, están conectados operativamente en grupo a la salida correspondiente del generador, y pueden así comunicarse con el sistema de control presente en el generador. En caso de sobrettemperatura, como puede ocurrir debido a un bloqueo parcial no detectado en un ramal, el grupo respectivo es desconectado por el generador. El funcionamiento de emergencia del sistema es posible con los grupos restantes.

25

Para el control de la temperatura, los sensores térmicos de los componentes de cada grupo de inductores pueden conectarse de manera operativa a una salida del generador y, además, al control de la unidad de potencia respectiva; además, el mínimo sensor térmico asignado a una unidad de inducción de un grupo de inductores puede conectarse a un amplificador de medición para la amplificación de la señal de medición y, a través de este, al control de la unidad de potencia respectiva.

30
35
40
45

Otro objeto de la invención es una unidad de inducción para el calentamiento gradual de piezas de trabajo que se pueden calentar por inducción y que se alimentan continuamente a través de los inductores de la unidad de inducción como piezas individuales, tales como, por ejemplo, válvulas, o como piezas de trabajo continuas, tales como un alambre. Los inductores son proporcionados, en este caso, por unidades de inducción según la invención, que se caracterizan por su alta eficiencia y pequeño tamaño. Las unidades de inducción pueden estar dispuestas a lo largo de un recorrido de transporte de las piezas, por lo que los inductores están alineados hacia las piezas movidas por un dispositivo de transporte. Además, las unidades de inducción pueden conectarse individualmente o como grupos de varias unidades de inducción, cuyos inductores, para los que se ha predeterminado la provisión de una potencia de calentamiento igual o proporcional a la potencia, a una sección de potencia respectiva de una fuente de energía a través del al menos un transformador de las unidades de inducción de cada grupo de inductores para el suministro de energía. Esto permite calentar las piezas por etapas, por lo que las unidades de inducción pueden utilizarse para establecer un perfil de temperatura deseado con el que la pieza o las piezas se calientan a lo largo de la sección de transporte. Mientras que, en el estado de la técnica, se disponen varias unidades separadas en una fila, la unidad para el calentamiento escalonado, que según la invención se utiliza en relación con la técnica multipunto y es nueva en este contexto, tiene la ventaja de que, por este medio, la unidad modular con varios canales puede funcionar en un control común con los transformadores eficientes descritos en el presente documento.

El control de los grupos de inductores según la invención con controlabilidad separada y mediciones de temperatura separadas caracteriza la característica "multipunto" en el sistema de adhesión por inducción según la invención o el procedimiento de adhesión llevado a cabo con él.

50

El procedimiento de autoajuste automático según la invención se utiliza para ajustar las potencias de calentamiento de las unidades de inducción de un sistema de adhesión por inducción, y permite ajustar el sistema en forma reproducible y ahorrando tiempo. Comprende las etapas de:

A) la inserción de los componentes por adherir con sensores de temperatura de componentes en una estación (10) de gelificación del sistema de adhesión por inducción. En este caso, se propone prever al menos un sensor de temperatura en cada grupo. Sigue en

B) la agrupación y el emparejamiento de los inductores de cada unidad de inducción con respecto a su entrada de calor en el componente. Esto puede hacerse mediante "shims" como en la técnica anterior, pero se simplifica ventajosamente según el presente procedimiento, ya que la alineación solo tiene que hacerse en una mitad de cada

grupo de inductores. Sigue

5 C) la determinación de los parámetros de rendimiento para al menos una fase de calentamiento y una fase de mantenimiento para las unidades de inducción de cada grupo a un tiempo de calentamiento predeterminado, una temperatura de gelificación que debe alcanzarse y una banda de tolerancia en torno a una temperatura de mantenimiento predeterminada que debe mantenerse durante la fase de mantenimiento.

Para ello, se propone un sistema de programación que realiza esta labor en forma totalmente automática según la invención. Puede constar de los siguientes componentes:

10 - amplificador de medición conectado al sensor de temperatura del componente para la medición de la temperatura con conexión a una unidad de computación o un ordenador, se propone una notebook o un dispositivo de procesamiento de datos pequeño comparable,

- adaptador de programación para conectar el generador de la unidad de adhesión por inducción al ordenador –para el adaptador de programación, se puede tratar, en el caso más simple, de un cable adaptador para la conexión a la red-,

15 - el ordenador con programa y una HMI (por ejemplo, una interfaz de usuario) para almacenar, procesar y administrar los parámetros del proceso a un programa de proceso; si es necesario, también un firmware en el amplificador de medición.

Este sistema realiza automáticamente muchos ciclos de calentamiento en forma monitorizada y ajusta automáticamente los parámetros del proceso.

20 También es posible integrar estos componentes en el generador del sistema de adhesión por inducción según la invención y sustituir el ordenador, respectivamente la notebook, por el controlador lógico programable (PLC) o un microcontrolador, FPGA o DSP presente en la electrónica. Si cada ajuste del generador solo acciona un punto, es posible según la invención que el sistema aprenda por sí mismo completamente sin ninguna intervención del usuario.

25 La determinación de los parámetros de rendimiento para la fase de calentamiento en el procedimiento de autoajuste automático según la invención puede llevarse a cabo según las siguientes etapas:

- determinación de una potencia de calentamiento inicial para un grupo de inductores en relación con una potencia máxima,

- calentamiento del componente por las unidades de inducción del grupo con la potencia de calentamiento inicial,

30 - después del tiempo de calentamiento especificado, comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente corresponde a la temperatura de gelificación especificada, si es así, almacenamiento de la potencia de calentamiento inicial como potencia de calentamiento y continuación con la siguiente fase; de lo contrario, determinación de si la temperatura del componente está por encima o por debajo de la temperatura de gelificación especificada,

- enfriamiento del componente, preferiblemente durante un período de enfriamiento predeterminado,

35 - calentamiento del componente mediante las unidades de inducción del grupo con una potencia superior a la potencia de calentamiento inicial, si la temperatura del componente así alcanzada es inferior a la temperatura de gelificación predeterminada, y calentamiento del componente mediante las unidades de inducción del grupo con una potencia inferior a la potencia de calentamiento inicial, si la temperatura del componente así alcanzada es superior a la temperatura de gelificación predeterminada,

40 - después del tiempo de calentamiento preestablecido, comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente corresponde a la temperatura de gelificación preestablecida, si es así, almacenar la potencia como potencia de calentamiento y continuar con la siguiente fase, de lo contrario, repetir los pasos: determinación de si la temperatura del componente está por encima o por debajo de la temperatura de gelificación preestablecida, enfriamiento del componente y calentamiento con la potencia modificada
45 correspondiente hasta que la temperatura del componente corresponda a la temperatura de gelificación preestablecida.

La determinación de los parámetros de rendimiento para la fase de mantenimiento en el procedimiento de autoajuste automático según la invención se puede realizar según las siguientes etapas:

50 - establecimiento de una potencia de mantenimiento inicial para el grupo de inductores inferior a la potencia de calentamiento especificada,

- calentamiento del componente con la potencia de calentamiento especificada durante el tiempo de calentamiento especificado, a continuación,

- inicio de la fase de mantenimiento con la potencia de mantenimiento inicial especificada y comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente se encuentra dentro de la banda de tolerancia especificada en torno a la temperatura de mantenimiento especificada, en caso afirmativo, almacenamiento de la potencia de mantenimiento inicial como potencia de mantenimiento, en caso contrario, determinación de si la temperatura del componente aumenta o disminuye durante la fase de mantenimiento,
 - enfriamiento del componente, preferiblemente hasta una duración de enfriamiento predeterminada, y
 - calentamiento del componente con la potencia de calentamiento determinada durante el tiempo de calentamiento predeterminado e inicio de la fase de mantenimiento con una potencia mayor que la potencia de mantenimiento inicial si la temperatura del componente así alcanzada desciende durante la fase de mantenimiento, e inicio de la fase de mantenimiento con una potencia menor que la potencia de mantenimiento inicial si la temperatura del componente así alcanzada aumenta durante la fase de mantenimiento,
 - repetir las etapas de comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente se encuentra dentro de la banda de tolerancia predeterminada en torno a la temperatura de mantenimiento predeterminada, si es así, almacenamiento de la potencia modificada como potencia de mantenimiento, si no, determinación si la temperatura del componente aumenta o disminuye durante la fase de mantenimiento, enfriamiento, calentamiento e inicio de la fase de mantenimiento hasta que la temperatura del componente se encuentre dentro de la banda de tolerancia predeterminada en torno a la temperatura de mantenimiento predeterminada durante la fase de mantenimiento.
- Además, en función de la capacidad calorífica y la conductividad térmica de cada punto adhesivo, puede ser conveniente prever una llamada fase de transición, por ejemplo, entre la fase de calentamiento y la fase de mantenimiento, o una fase intermedia, por ejemplo, en el curso de la fase de mantenimiento, para evitar o contener el rebasamiento de la temperatura después de la fase de calentamiento en el caso de un punto adhesivo con una baja capacidad de almacenamiento de calor y una alta capacidad de disipación. Estas fases de transición son necesarias si la necesidad de energía de la zona de calentamiento del componente cambia significativamente debido al flujo de calor progresivo. Si, por ejemplo, se alcanza la temperatura deseada en el punto de calentamiento después de calentar, las zonas vecinas siguen estando frías, por lo que se requiere energía adicional en la fase de mantenimiento. Al cabo de un tiempo, las zonas vecinas también se calientan, de modo que se puede reducir la energía de retención. En el procedimiento de autoajuste según la invención, esta situación se detecta cuando la temperatura primero sube y luego baja dentro de la fase de mantenimiento. En este caso, la fase de retención se divide y se inserta una fase intermedia. Preferiblemente, la fase de mantenimiento se divide en el momento en que el gradiente de la temperatura cambia de signo. Pueden ser útiles otras divisiones en función de la estrechez de la banda de tolerancia.
- Para esta al menos otra fase, como la fase de transición entre la fase de calentamiento y la fase de mantenimiento, la determinación de los parámetros de rendimiento incluye especificar una potencia de transición para el grupo de inductores y comenzar la fase de transición con la potencia de transición especificada después de que se haya llevado a cabo la fase de calentamiento y antes de que se haya llevado a cabo la fase de mantenimiento, y verificar si se logra una transición de temperatura deseada de la fase de calentamiento a la fase de mantenimiento, si es así, almacenar la potencia de transición, de lo contrario, repetir las etapas después del enfriamiento el componente mientras cambia la potencia de calefacción hasta que se alcance la transición de temperatura deseada de la fase de calefacción a la fase de mantenimiento.
- El procedimiento mejorado de configuración del sistema de adhesión por inducción que, según la invención, se lleva a cabo como un procedimiento de autoajuste automático para cada grupo de inductores del sistema de adhesión por inducción, permite un ajuste preciso, que ahorra tiempo y es reproducible de la unidad mediante el control separado de varios canales.
- Como resultado de esto y del control de grupo con controlabilidad separada, se logra la autooptimización del sistema.
- El procedimiento de regulación para calentar los inductores de un sistema de adhesión por inducción para la unión inductiva de componentes en el procedimiento de unión multipunto comprende las etapas de:
- determinación de una frecuencia máxima a partir de una curva de resonancia de un circuito oscilante formado por los inductores y condensadores, así como por las resistencias óhmicas del sistema de adhesión por inducción. Una resistencia óhmica está formada, al menos, por el componente por unir. Más adelante, sigue la etapa de:
 - inicio del sistema con una tensión constante y una señal periódica que conmute entre dos valores, preferiblemente una señal de onda cuadrada, de ambas frecuencias máximas con una anchura de pulso minimizada. De este modo, la corriente inducida puede minimizarse hasta 0 A reales, de modo que la potencia de calentamiento generada por la corriente inducida durante el arranque es nula. Ahora,
 - incremento paso a paso de la anchura de los pulsos hasta un ciclo de trabajo de 1:1,

- reducción de la frecuencia desde la frecuencia máxima hacia la frecuencia de resonancia hasta una frecuencia de trabajo en la que se alcanza el punto de trabajo deseado.

5 En el modo controlado por corriente, el punto de trabajo se alcanza cuando la corriente de salida del generador corresponde a la corriente especificada por el programa de calefacción como punto de ajuste de la corriente. En el modo de control de la potencia, el punto de trabajo se alcanza cuando se alcanza la potencia almacenada en el programa de calefacción como punto teórico. La selección del procedimiento de regulación preferido depende de la conductividad eléctrica del material por calentar y del control del proceso deseado.

10 Este sistema se adapta ventajosamente en forma automática a cualquier carga sin la intervención del usuario o un trabajo de adaptación adicional; la adaptación automática de la carga incluye la carga resistiva, la carga inductiva, la carga capacitiva, así como también una combinación de estos elementos en una disposición oscilante.

El procedimiento de regulación combinado permite utilizar todos los materiales y cargas imaginables. El intervalo de regulación de la corriente y la potencia comprende el 0% real, por lo que no hay una potencia mínima perturbadora y, por ejemplo, los radiadores de infrarrojos y los dispositivos de aire caliente pueden funcionar sin una batería de condensadores o un circuito oscilante.

15 El procedimiento de regulación combinado abre la posibilidad de calentar un componente simultáneamente con varios inductores que, de otro modo, se influirían mutuamente, por lo que la dependencia mutua se compensa de manera que son posibles otras aplicaciones. Por ejemplo, los inductores que interactúan pueden funcionar en forma sincronizada, pero con diferentes anchos de pulso.

20 De hecho, este procedimiento de regulación no se limita a la puesta en marcha de un sistema de adhesión por inducción según la invención; los sistemas de adhesión por inducción y, en general, los sistemas de calentamiento por inducción según el estado de la técnica también pueden ponerse en marcha con el procedimiento según la invención, aprovechando las ventajas así obtenidas.

25 Además, se reivindica un procedimiento que permite hacer funcionar ventajosamente un sistema de adhesión por inducción como el que se reivindica en el presente documento de una manera controlada por la energía en función de la temperatura ambiente. El sistema de adhesión por inducción debe incluir al menos un sensor térmico para detectar una temperatura ambiente; este puede estar previsto en un soporte de componentes, en la nave de almacenamiento o en otro lugar del entorno y ser asignado al sistema de adhesión por inducción.

El procedimiento comprende las siguientes etapas:

30 - establecimiento de una línea de compensación para cada grupo de inductores del sistema de adhesión por inducción, en la que se traza un factor de corrección de energía frente a la temperatura ambiente, determinando un valor teórico de energía a una temperatura ambiente estándar para cada grupo de inductores, y estableciendo un valor de energía diferente del valor teórico de energía (E_0) a una desviación de temperatura detectada con el sensor térmico, para lograr un resultado del proceso correspondiente al resultado del proceso logrado con el valor teórico de energía a la temperatura ambiente estándar, en donde el valor de la energía se hace más pequeño a una temperatura detectada más alta que la temperatura ambiente estándar y más grande a una temperatura detectada más baja que la temperatura ambiente estándar, de modo que el factor de corrección de energía se determina para cada temperatura,

40 - para llevar a cabo un proceso de adhesión con el sistema de adhesión por inducción, medición de la temperatura ambiente con el al menos un sensor térmico, corrección del valor de energía con el al menos un factor de corrección de energía asociado a la temperatura ambiente medida y control de los grupos de inductores del sistema de adhesión por inducción con el respectivo valor de energía corregido.

En general, la optimización del sistema a mano se simplifica con los procedimientos según la invención. Además, es posible calentar simultáneamente una gran variedad de materiales, como los compuestos, en un solo componente mediante el ajuste automático de la carga.

45 Estas y otras ventajas se exponen en la siguiente descripción con referencia a las figuras adjuntas. La referencia a las figuras en la descripción sirve para apoyar la descripción y facilitar la comprensión del objeto. Las figuras son representaciones meramente esquemáticas de ejemplo de realización de la invención. En ellas:

Fig. 1a muestra una vista superior de una estación de gelificación con inductores de acuerdo con la técnica anterior,

50 Fig. 1b muestra una vista superior de una estación de gelificación según la invención,

Fig. 2a muestra una vista en perspectiva de una unidad de inducción según la invención con un transformador y una unidad de tensión dispuesta inmediatamente al lado de la bobina de inducción,

Fig. 2b muestra una vista en perspectiva de una unidad de inducción según la invención, con una bobina de

inducción y un transformador conectados por un cableado corto de cobre y una unidad de tensión asociada,

- Fig. 2c muestra una vista en perspectiva de una unidad de inducción según la invención de la Fig. 2a sin unidad de tensión,
- Fig. 2d muestra una vista en perspectiva de una unidad de inducción según la invención,
- 5 Fig. 3a muestra una disposición según el estado de la técnica, que comprende los componentes del sistema generador de energía, unidad de circuito oscilante en vista en perspectiva y estación de gelificación en vista en planta,
- Fig. 3b muestra un sistema de adhesión por inducción según la invención, que comprende los componentes del sistema generador de energía con enfriador, unidad condensadora en vista en perspectiva y la estación de gelificación en vista en planta,
- 10 Fig. 4 muestra una vista esquemática de la distribución de agua, por la que un grupo de dispositivos de inducción con la misma corriente está conectado a una tubería de agua,
- Fig. 5 muestra un diagrama de bloques del sistema de inducción,
- Fig. 6a muestra un diagrama de temperatura con cuatro puntos en un sistema de unión de alas con una fuente de energía del arte previo,
- 15 Fig. 6b muestra un diagrama de temperatura con cuatro puntos de un sistema de adhesión por inducción de guardabarros comparable según la invención,
- Fig. 6c muestra una curva característica de compensación de temperatura para el funcionamiento del sistema con control de energía,
- 20 Fig. 7a muestra la regulación de PWM (modulación por ancho de pulso),
- Fig. 7b muestra la regulación de FM (modulación de frecuencia),
- Fig. 8a muestra una vista esquemática en perspectiva de una unión con baja capacidad de almacenamiento y alta capacidad de disipación,
- Fig. 8b muestra una vista esquemática en perspectiva de un punto de unión con alta capacidad de almacenamiento y baja capacidad de disipación,
- 25 Fig. 9a muestra una curva de temperatura durante el calentamiento y el mantenimiento en el punto de unión de la Fig. 8a, si se controla junto con un punto de unión correspondiente a 9b con una calidad global óptima para el componente,
- Fig. 9b muestra una curva de temperatura durante el calentamiento y el mantenimiento en el punto de unión de la Fig. 8b cuando se controla junto con 9a,
- 30 Fig. 10a muestra una representación esquemática de un sistema de inducción continua para calentar piezas individuales o infinitas que pasan por él,
- Fig. 10b muestra la temperatura dependiente de la posición de una pieza simple o sin fin calentada en el sistema de la Fig. 10a.
- 35 El dispositivo según la invención se refiere a un sistema de adhesión por inducción que comprende como componente esencial una estación de gelificación, como se muestra en la Fig. 1a según el estado de la técnica con el número de referencia 10' y la Fig. 1b (según la invención) con el número de referencia 10.
- Por "estación de gelificación", se entiende en este caso un dispositivo que permite calentar el adhesivo líquido o sólido introducido entre dos componentes por unir o entre al menos dos secciones de un mismo componente y unir
- 40 las dos secciones o componentes adhesivamente bajo la acción de la presión y la temperatura. Tanto la estación 10' de gelificación conocida como una estación 10 de gelificación según la invención comprenden, para cada punto de unión que debe proporcionarse en un componente 1, como un capó del motor o un guardabarros para unir las láminas interiores y exteriores de un metal o un material FRP eléctricamente conductor como el CFRP, inductores 100' o unidades 100 de inducción 100 según la invención equipados con unidades de sujeción, que están
- 45 conectados a una base o placa 11 de montaje a través de un pie 101.

Los inductores 100' acoplados con las unidades de sujeción mostradas a modo de ejemplo, que también pueden ser sustituidas por otras unidades de sujeción, están conectados en serie en la estación 10' de gelificación según la técnica anterior (Fig. 1a) a través de la barra 12 de cobre y obtienen la energía para el funcionamiento de los inductores dispuestos en los cabezales 107 de inductores desventajosamente de una única fuente de energía común, un generador 300', como se muestra en la Fig. 3a. Por lo tanto, los inductores no son controlables individualmente y su potencia no puede ajustarse fácilmente al parámetro del componente en el lugar de unión apropiado de un componente; esto requiere la acción mecánica de un trabajador que, por ejemplo, instale "shims" (cuñas/abrazaderas) para variar la distancia entre el inductor y el componente, a fin de ajustar la demanda de calor de los lugares de calentamiento individuales.

En la Fig. 3a, se muestra un sistema de adhesión por inducción de la técnica anterior que utiliza la estación 10' de gelificación mencionada con anterioridad. Allí, la estación 10' de gelificación está conectada a un generador 300' a través de una unidad 200 de circuito resonante. La barra 12 de cobre se utiliza para suministrar alta corriente a los inductores 100' conectados en serie y se enfría mediante un sistema de refrigeración por agua integrado. La desventaja es que, debido al acoplamiento de la energía y el agua, estos sistemas de refrigeración por agua exigen que se proporcione agua desionizada, cuya producción es correspondientemente cara. Los conductores de alta corriente favorecen los procesos de disociación y se producen corrientes de fuga indeseables. Por lo tanto, la pureza debe garantizarse continuamente durante el funcionamiento con filtros y el mantenimiento correspondiente. Además, el agua no puede recibir agentes protectores como el glicol, que también se disocia. Por ello, es necesario medir siempre la conductividad del agua, sustituir regularmente los cartuchos de filtro y renovar el contenido de agua de todo el sistema de refrigeración a intervalos regulares. Además, la acumulación de gérmenes en el agua puede provocar problemas debido a las temperaturas, que suelen ser de unos 30 °C. Además, el agua desmineralizada favorece la corrosión de las combinaciones de materiales utilizadas habitualmente en los sistemas de inducción tales como, por ejemplo, el acero inoxidable, los metales no ferrosos, etc.

En la Fig. 3b, se muestra un sistema de adhesión por inducción según la invención, que comprende una estación 10 de gelificación como la mostrada en la Fig. 1b, en la que las unidades 100 de inducción equipadas con unidades de sujeción no son alimentadas por una única fuente de energía y están conectadas en serie. En el sistema de adhesión por inducción según la invención, las unidades 100 de inducción de la estación 10 de gelificación se agrupan ventajosamente según su consumo de energía o la demanda de calor requerida, como se muestra en las Fig. 1b y 3b por los grupos de potencia idéntica de las unidades de inducción A a F, denominados A, B, C, D, E, F, para abreviar, grupos de inductores.

Por supuesto, es posible, en el caso de componentes pequeños, por ejemplo, conectar las unidades 100 de inducción individualmente a la fuente de energía y no agruparlas o definir el grupo como una parte con una unidad de inducción. Además, la disposición mostrada está dirigida a un componente simétrico y resulta una disposición simétrica de los grupos A, B, C, D, E, F; sin embargo, como comprenderá fácilmente el experto en la técnica, otros componentes, especialmente aquellos que son asimétricos, pueden requerir una disposición asimétrica de los grupos A, B, C, D, E, F de las unidades 100 de inducción combinadas con las unidades de sujeción.

A diferencia de la técnica anterior, ahora se utiliza un generador 300 según la invención, que está equipado con varias secciones de potencia, preferiblemente modulares, y las correspondientes salidas del generador 305. Cada uno de dichos grupos de inductores A a F, que comprenden una o más unidades 100 de inducción, se conecta ahora a una sección de potencia del generador 300. La conexión de cada grupo de inductores A a F a las salidas 305 del generador se realiza en este documento utilizando el refuerzo de resonancia a través de una unidad 400 de condensadores; en el presente caso, una carcasa en la que los condensadores están dispuestos en placas de circuito. La disposición de los condensadores en placas de circuito forma ventajosamente una disposición modular y el número de módulos de condensadores en la unidad 400 de condensadores es variable. Las líneas conductoras de corriente presentes entre la unidad 400 de condensadores o las entradas 401 de condensadores, correspondientes al número de salidas 305 del generador o al número de grupos de inductores A a F, y las salidas 305 del generador están simbolizadas por la flecha de bloque b, y las líneas que van de los módulos de condensadores de la unidad 400 de condensadores a las unidades 100 de inducción están indicadas por la flecha de bloque a. Ventajosamente, la unidad 400 de condensadores puede configurarse para un número flexible y ampliable de condensadores.

Preferiblemente, se utilizan condensadores refrigerados por aire montados en placas de circuitos; sin embargo, también es posible el uso de diseños clásicos bajo restricciones, por ejemplo, en cuanto a la flexibilidad del refrigerante y la eficiencia económica. Las placas de circuito de los módulos de condensadores según la invención permiten cambiar la parametrización de la batería de condensadores dentro de amplios límites mediante simples puentes de soldadura o puentes enchufables. Por ejemplo, es posible conectar simplemente grupos de condensadores en serie, conectarlos en paralelo o realizar una combinación de ambos tipos de circuitos. Esto es especialmente importante si se va a cambiar el número de unidades de inducción por unidad de potencia del generador. Por ejemplo, el número de unidades de inducción en un grupo puede aumentarse de 1 a 4, mientras que, al mismo tiempo, la capacitancia se reduce en consecuencia cambiando la conexión en paralelo a una conexión en serie.

En las aplicaciones estándar, los enchufes estándar aislados con puentes de cortocircuito internos, que se conectan al circuito oscilante en lugar de los puntos de inducción innecesarios, permiten a un usuario sin formación técnica

adaptar la unidad de gelificación a los requisitos cambiados de los componentes.

Esto es posible, por ejemplo, in situ durante el montaje, como en la obra del usuario, con poco o ningún material e idealmente sin el uso de herramientas, por lo que la parametrización del sistema se simplifica enormemente.

5 Además, en la batería de condensadores pueden disponerse preferiblemente terminales para agrupar las unidades de inducción en función de las distintas secciones de potencia del generador. La batería de condensadores se instala preferiblemente en las proximidades de las unidades de inducción, de manera que se produzcan mínimos recorridos de cables. Por lo tanto, tiene sentido montar también los amplificadores 600 de medición de los sensores de temperatura en este lugar, por lo que se prevé una carcasa separada de la caja MCR 600 en la unidad de condensadores por razones de blindaje, como se muestra en las Fig. 5 y 3b.

10 Una unidad de circuito resonante, como se conoce en la técnica anterior, es innecesaria debido a la distribución descentralizada de los transformadores a las unidades de inducción. Para los seis grupos de inductores A a F mostrados en las Fig. 1b y 3b, que son meramente ilustrativos y no deben entenderse de ninguna manera como limitantes en términos de número, se requieren seis unidades de potencia en el generador 300, con un canal cada uno que va desde una salida 305 del generador a una entrada 401 de la unidad 400 de condensadores. La unidad
15 400 de condensadores comprende preferiblemente una placa de circuito con uno o más condensadores para cada grupo de inductores A a F o cada salida del generador. En principio, también es posible otra disposición, por ejemplo, varias placas de circuito acopladas por salida o una placa de circuito grande que lleve los condensadores de varias salidas.

20 Los condensadores de los diferentes canales están separados eléctricamente y, de preferencia, también físicamente entre sí. En el presente caso, la unidad 400 de condensadores tiene un número de salidas que corresponde al número de unidades 100 de inducción, siendo alimentadas las unidades 100 de inducción de un grupo A a F por una unidad de potencia a través de una placa de circuito de condensadores.

25 En general, el funcionamiento de un sistema de adhesión por inducción también es posible sin una unidad de condensadores si se prescinde del aumento de la resonancia del circuito oscilante a bajos niveles de potencia. Sin embargo, esto reduce la eficiencia, ya que la potencia reactiva necesaria no se compensa localmente, sino que se transporta a través de la conexión eléctrica a la sección de potencia del generador, y se producen mayores pérdidas de conmutación en el elemento de conmutación.

30 Así, en función de las necesidades, se pueden agrupar de una a varias, en este caso hasta cuatro unidades 100 de inducción por sección de potencia. Las unidades de potencia pueden controlarse por separado, véase también el diagrama de bloques de la Fig. 5. El dispositivo de control o regulación de las unidades de potencia puede funcionar con programas de calentamiento predefinidos, que pueden adaptarse a un tipo específico de componente o a una geometría y/o condición específica del componente. Las unidades de potencia también pueden controlarse con un retardo de tiempo y/o con otros programas.

35 En este contexto, el término programa se entiende como una secuencia de instrucciones de control para cada unidad de potencia, que especifica durante cuánto tiempo y con qué potencia se alimenta cada grupo de inductores para llevar a cabo un proceso de adhesión especificado en un componente determinado.

Preferiblemente, se puede poner en práctica o utilizar un conjunto de programas compartidos, de modo que los programas existentes puedan adoptarse con facilidad para nuevos grupos y adaptarse si las necesidades de rendimiento difieren.

40 También es posible hacer funcionar varias unidades de potencia acopladas con un control común para aumentar la potencia de salida de un grupo, por ejemplo, para aplicaciones especialmente intensivas en energía.

45 Además, si hay inductores espacialmente dispuestos en forma densa en el componente, que se influirían mutuamente a través del acoplamiento magnético, es posible sincronizar las salidas del generador con las que se alimentan los grupos de inductores. Dado que las zonas se suelen controlar de modo independiente, es preferible asignarlas a grupos diferentes. El acoplamiento magnético conduce a fluctuaciones del control de la corriente a través de la potencia medida incorrectamente hasta la respuesta del circuito de protección, por ejemplo, en el caso de posiciones de fase medidas incorrectamente debido a interferencias. Para evitar la interferencia mutua entre los controles de las unidades de potencia del generador, los inductores en cuestión pueden funcionar de manera sincronizada, pero con diferentes anchos de pulso.

50 Para ello, el procedimiento de regulación de PWM según la Fig. 7a proporciona una función que minimiza los efectos de retroalimentación debidos al control síncrono de fase y sigue permitiendo el control individual de la potencia. Para ello, las unidades de inducción o la frecuencia del generador se ajustan de tal manera que se obtiene una potencia suficientemente alta sin modulación de frecuencia de un circuito oscilante. Cuando se utiliza la corriente delta, se omite la sintonización compleja y propensa a las interferencias de la frecuencia de resonancia, por lo que los
55 condensadores de resonancia se omiten preferiblemente o su capacidad se dimensiona de tal manera que no desarrollen ninguna característica de resonancia significativa en el punto de funcionamiento con las unidades de inducción del transformador conectadas.

Se utiliza principalmente cuando el acoplamiento magnético es muy alto debido a la superposición de puntos de calentamiento al calentar las piezas en ambos lados. Este es el caso, por ejemplo, de la adhesión de cartuchos de filtro con cubiertas de chapa superior e inferior, o de la adhesión de materiales de PRFV con calefacción en ambos lados.

- 5 Alternativamente, el funcionamiento sin perturbaciones puede ser posible omitiendo los pulsos individuales para esta aplicación, lo que corresponde al procedimiento de regulación de la modulación de pulso-pausa, que no se describe con más detalle aquí por razones de emisión de ruido.

10 Si se omiten las características de seguridad adicionales, como el control del ángulo de fase a bajas corrientes, el sistema también es adecuado para operar cargas acopladas en el procedimiento de regulación de FM según la Fig. 7b.

Los procedimientos de regulación utilizados –modulación de ancho de pulso, pausa de pulso y frecuencia- se describen con más detalle a continuación.

15 Preferiblemente, cada sección de potencia está equipada con un control capaz de funcionar en tiempo real para la regulación de la potencia, la medición de la potencia, la implementación de los circuitos de protección y para funciones similares relacionadas con el hardware, por lo que un control de proceso de nivel superior le suministra, por ejemplo, en procedimiento multiplexado, órdenes como el valor teórico de la potencia de calefacción. En este caso, además de la mencionada supresión de los efectos de retroalimentación de los canales generadores, también es posible compensar la influencia térmica de las zonas de calentamiento. En este caso, el sistema de control de nivel superior determina el aporte de calor parásito de un grupo de potencia a otro grupo y asigna una potencia de calefacción correspondientemente menor a este otro grupo. Sin necesidad de utilizar un controlador de nivel superior, la comunicación también es posible directamente entre los canales, por ejemplo, a través de un bus. El grado de compensación puede ajustarse en forma similar a la compensación de las temperaturas ambiente mediante curvas características, que se explicarán a continuación. Para ello, se almacena preferiblemente una curva característica en la unidad de control de cada grupo para cada factor de influencia, si es necesario. Para el ejemplo de tres grupos acoplados A, B y C, el uso de 6 diagramas característicos es adecuado: A influenciado por B, A influenciado por C, B influenciado por A, B influenciado por C, C influenciado por A y C influenciado por B.

20 Ventajosamente, en lugar de la conocida unidad de circuito oscilante, que estaba acoplada al generador convencional, se utiliza la mencionada unidad 400 de condensador, véase la Fig. 5. En el presente ejemplo de componente simétrico, los grupos de inductores A a F constan cada uno de dos o cuatro unidades de inducción, que están montadas cada una en una unidad de sujeción. Por supuesto, en otras realizaciones, las unidades de inducción por grupo, el número de unidades 100 de inducción por unidad de sujeción y también el número de grupos pueden ser diferentes; el diseño de la unidad de condensadores y del generador y cualquier otro dispositivo presente se adaptará en consecuencia.

30 La integración de las unidades de inducción según la invención en una unidad de sujeción puede ser útil, pero también es concebible una disposición independiente de la unidad de sujeción y la unidad de inducción, especialmente si las unidades de sujeción se diseñan más bien según los requisitos de soporte mecánico, mientras que las unidades de inducción se adaptan al requisito de calor.

40 La estación 10 de gelificación según la invención, tal como se muestra en la Fig. 1b, puede funcionar ventajosamente con una corriente baja hasta la unidad 100 de inducción, siendo necesaria una corriente alta solo en el propio inductor 102 (véanse las Fig. 2a y 2b). Al evitar la alta corriente, es posible según la invención prescindir del uso de cables de cobre refrigerados por agua, caros y con pérdidas, o de cables estándar de alta corriente en distancias largas hasta el inductor 102. Ventajosamente, esto implica, además, que se reduce el gasto energético total de la estación y, por lo tanto, la potencia de refrigeración necesaria para su funcionamiento.

45 Al utilizar una corriente elevada solo en el inductor, también es posible y adecuado desde el punto de vista energético unir materiales no metálicos tales como, por ejemplo, los componentes compuestos de fibra, como los componentes de CFRP, por medio de la adhesión inductiva, con lo que se puede conseguir el calor necesario en un punto o, en función de los requisitos de la zona unida, en una zona más amplia, sin tener que hacer funcionar todo el sistema con una corriente elevada. La alta corriente se aplica entonces directamente solo al inductor 102 de la unidad 100 de inducción sobre el plástico compuesto de fibras y, por lo tanto, solo conduce allí al calentamiento local deseado.

50 Por lo tanto, varios componentes del dispositivo 10 de gelificación también pueden ser de metal, por ejemplo, de acero, lo que solo era posible en forma limitada en la técnica anterior cuando se utilizaba una corriente elevada, ya que podían formarse campos parásitos y, por lo tanto, los componentes metálicos vecinos también se calentarían, lo que está ausente en gran medida o por completo en el diseño según la invención.

55 Con una realización del sistema de adhesión por inducción según la invención, se pueden conseguir muy buenos resultados, especialmente con las piezas críticas por unir, como las alas, porque el grosor del componente, etc., se puede tener en cuenta individualmente mediante el control de la potencia del inductor individual, lo que es relevante para el resultado de la adhesión, en el sentido de que para las mismas secciones de componentes con los mismos

parámetros (grosor del componente, material, conductividad térmica, geometría), los dispositivos de inducción de un grupo se operan con la misma potencia proporcional entre sí, correspondiente a la potencia requerida.

La estación de gelificación puede causar un calentamiento circunferencial de todo el componente si los puntos están lo suficientemente juntos o los puntos individuales son lo suficientemente grandes.

5 Una unidad 100 de inducción de acuerdo con la invención se puede construir como se muestra en la Fig. 2c, 2d o junto con la unidad de sujeción en la Fig. 2a, 2b, y forma una unidad compacta y liviana que, de acuerdo con la invención, comprende un inductor 102 de eficiencia optimizada con su dispositivo de sujeción y un transformador 103, que están conectados a una unidad de componentes transportable y flexible. La bobina de inducción, denominada aquí "inductor" 102, está parcialmente incrustada o superpuesta a un cabezal 107 del inductor con forma de soporte de componente y se puede personalizar para el sitio de calentamiento.

En lugar de un dispositivo de sujeción, también se puede utilizar un brazo giratorio, un cilindro neumático móvil u otro mecanismo de posicionamiento.

15 La Fig. 2c muestra un cabezal 107 de inductor optimizado de este tipo que, debido a su forma y a la elección del material, permite una mejor transferencia de calor al componente que se va a unir por inducción, en definitiva, al "componente que se va a unir": el cabezal 107 de inductor presenta una zona de apoyo en la que el inductor 102, que está diseñado como una pieza en forma de U, también está empotrado con la sección central de tal manera que los dos extremos abiertos de la U sobresalen más allá del cabezal 107. Ventajosamente, la zona de apoyo en la sección que recibe el inductor 102 está formada como soporte del componente y mejora así el posicionamiento del componente y, debido al inductor moldeado incrustado, la transferencia de calor.

20 Además, el cabezal 107 de inductor mejorado según la invención puede comprender un concentrador 102' de campo en el empotramiento del inductor 102, como se muestra en la Fig. 2b, que rodea parcialmente el inductor 102 y es particularmente propicio para la transferencia de calor al concentrar el campo de inducción en la zona de calentamiento.

25 Dependiendo de la aplicación, se pueden considerar varios materiales y formas para el concentrador 102' de campo. Para las aplicaciones de acero y aluminio, los inductores de la gama de frecuencias medias se empaquetan preferiblemente con núcleos laminados en U o E de chapa de dínamo. Para frecuencias de funcionamiento más altas, se utilizan costosas placas de Mu-Metall® o piezas moldeadas de Fluxtrol® fresadas en 3D, y para calentar los componentes de CFRP, una barra de ferrita montada detrás del inductor ha demostrado ser especialmente eficaz. También se puede dividir en fragmentos, como se muestra en la Fig. 2d. Para el calentamiento del CFRP, es importante que la sección transversal del cobre sea especialmente alta y que la superficie conductora sea elevada, para que las pérdidas sigan siendo bajas incluso teniendo en cuenta el efecto piel. Los inductores pueden diseñarse en las formas U, O, 8 o I, siendo las formas O, U y 8 las de mayor rendimiento.

30 Los transformadores 103, como se muestra en las Fig. 2a a 2d, están ventajosamente ubicados muy cerca del inductor 102 para que las pérdidas en los carriles de alta corriente y en los tubos 105 de cobre sean mínimas. Los transformadores 103 pueden estar situados lateralmente a ambos lados o debajo del inductor 102. La apertura del bucle del inductor 102 a la alimentación de corriente debe diseñarse en la medida de lo posible para no distorsionar demasiado el campo.

35 Dado que tal adaptación de la forma con respecto a la forma del componente limita el uso flexible en el sentido de una aplicación modular de tales cabezales 107 de inductor, la optimización también puede referirse únicamente al concentrador 102' de campo y el soporte del componente o al menos el inductor real tiene una forma multifuncional.

40 Para la unidad 100 de inducción del transformador según la invención, que puede integrarse en una unidad de sujeción, los transformadores 103 pueden utilizarse, por ejemplo, en tres relaciones estándar para grupos de uno, dos, tres o cuatro inductores por salida del generador. Sin embargo, también es posible trabajar con una sola relación, en cuyo caso la eficiencia se deteriora debido a un mal ángulo de fase y a una corriente primaria innecesariamente alta en comparación con la adaptación óptima.

45 Además, para consumir menos espacio de instalación para la unidad de adhesión por inducción según la invención y para mejorar la eficiencia, se puede utilizar un transformador coaxial en miniatura como transformador 103 en cada una de las unidades de inducción. Preferiblemente, el transformador no está refrigerado por agua, al menos en el lado primario, con un compuesto de encapsulado conductor del calor que disipa las pérdidas del devanado primario y del núcleo a la carcasa o a un elemento interno refrigerado por agua, como el tubo interno del devanado secundario. Desde el exterior, el calor del transformador se puede disipar a través de un tubo conductor térmico unido a la carcasa.

50 También es posible que varios inductores 102 adyacentes, que funcionan con la misma corriente y que, por lo tanto, pertenecen a un grupo de inductores, se conecten a un transformador 103 común para formar una unidad. Esto significa que se necesita al menos un transformador 103 para cada grupo de inductores.

La alimentación eléctrica del transformador 103 se realiza mediante cables flexibles estándar con conexiones

industriales estándar, preferiblemente con conducción de corriente bifilar. En los transformadores 103, hay una conexión 104 de enchufe correspondiente. El cable de alta corriente solo se conecta directamente al inductor 102 en el lado secundario. El cableado de cobre 105 utilizado para el enrutamiento de alta corriente puede mantenerse correspondientemente corto.

- 5 A diferencia de los conectores roscados de latón con pérdidas del estado de la técnica, se utilizan mordazas de cobre de bajas pérdidas y gran superficie, que transportan preferiblemente el agua y la electricidad simultáneamente a los inductores. Esto permite intercambiar individualmente los transformadores o inductores normalizados como módulos separados o adaptarlos a nuevos requisitos u otras aplicaciones.

10 La unidad de sujeción conectada a la unidad de inducción del transformador 100, tal y como se muestra en la Fig. 2a y 2b, comprende un brazo 109 de sujeción giratorio (mostrado en la Fig. 2b en ambas posiciones de giro) con una pieza 110 de presión para fijar los componentes por adherir. El brazo 109 de sujeción con la pieza 110 de presión puede variar su altura mediante la abrazadera 108 de componentes. La unidad de sujeción, compuesta por la abrazadera 108 para componentes, el brazo 109 de sujeción y la pieza 110 de presión, ejerce presión durante la adhesión hasta que el adhesivo se gelifica o endurece y, si es necesario, se da forma al componente. Además, la
15 unidad de sujeción contrarresta el efecto de resorte que se produce durante el rebordeado.

En general, también es posible actualizar los sistemas antiguos existentes de acuerdo con la invención, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 2b, por lo que los inductores anteriores se pueden mantener, pero se les asigna un transformador. Para la mejora, los inductores individuales deben agruparse en grupos de potencia, cada uno de los cuales se conecta a una sección de potencia de un nuevo generador. De este modo, la eficiencia energética de los
20 sistemas antiguos puede mejorarse, al menos, mediante su readaptación. El reajuste consiste en adaptar las barras colectoras de cobre de alta intensidad que conducen a los inductores a la posición de montaje de los transformadores. El circuito oscilante convencional se sustituye por una unidad de condensadores opcional.

Con las unidades de inducción de transformador 100 según la invención, como se muestra en las Fig. 2a a 2d, la eficiencia mejorada (cableado 105 de cobre de alta corriente acortado, forma de bobina adaptada de los inductores
25 102, incrustados o dispuestos en un cabezal 107 de inductor, que puede tener un concentrador 102' de campo como se muestra en la Fig. 2b o puede formarse a partir del concentrador 102' de campo como se muestra en la Fig. 2d) o por la eficiencia mejorada el consumo de energía en un inductor según la invención puede reducirse en aproximadamente un 35 a un 65%. Dependiendo de la aplicación, puede resultar un ahorro de energía de alrededor del 50% si un componente se une con un sistema de adhesión por inducción según la invención en lugar de con un
30 sistema de adhesión por inducción según la técnica anterior.

La refrigeración de la estación de gelificación según la invención puede ser proporcionada por la sección de refrigeración del sistema de refrigeración según la invención esbozado en la Fig. 4, que tiene un circuito de agua de refrigeración para enfriar los grupos de inductores A a F. El sistema de refrigeración presenta una entrada 304 de
35 colector que se abre en un colector 306, que presenta una pluralidad de salidas 306', de las cuales se extienden seis ramales 302, adaptados al número de grupos de inductores A a F que deben ser refrigerados. La disposición es escalonada y los ramales 302 se extienden en paralelo. Y en cada línea 302 de derivación, un grupo de inductores A, B, C, D, E, F o sus líneas de refrigeración se conectan como el consumidor para enfriar por medio de una salida de línea de derivación correspondiente y una entrada de línea de derivación. Las salidas de los ramales desembocan en un colector 307 con una salida 305 de colector, aguas abajo del cual se encuentra un dispositivo de control de flujo, en este caso un caudalímetro 303 opcional para controlar el flujo de agua. Para guiar el refrigerante, se utilizan preferiblemente líneas neumáticas estándar, que están disponibles a bajo costo y cumplen los requisitos técnicos. El número de ramales paralelos está limitado por la resolución y la reproducibilidad del caudalímetro 303: hay que tener cuidado de que el bloqueo de un ramal pueda seguir detectándose.

Este sistema de refrigeración o sección de refrigeración está diseñado para seis grupos de inductores, pero es concebible diseñar la sección destinada a la estación 10 de gelificación de tal manera que se pueda suministrar un número de 2 a 32, preferiblemente de 2 a 16, de particular preferencia, de 2 a 12 grupos de inductores. A este respecto, cada grupo de inductores puede comprender de 1 a 10, preferiblemente de 2 a 8, de particular preferencia, de 2 a 6 unidades de inducción de transformadores que comprenden al menos un inductor 102 y un transformador 103. Para evitar cualquier riesgo innecesario de fallo, el sistema de refrigeración, cuando se diseña para más de 6
50 grupos de inductores, debe presentar dos cabezales 307 conectados en serie y preferiblemente controlados en flujo a la salida del último cabezal. Alternativamente, es posible una conexión en paralelo de los cabezales, para lo cual debe disponerse otro dispositivo de control de flujo, preferiblemente un caudalímetro 303, en cada cabezal, preferiblemente a la salida.

Por lo tanto, puede verse que los grupos individuales de inductores A a F son alimentados cada uno por su propia "línea de refrigeración", la línea 302 de derivación, es decir, en este caso, a través de seis líneas 302 de derivación conectadas en paralelo.

En la Fig. 4, cada una de las unidades 100 de inducción se muestra de manera simplificada en el grupo inductor A, mientras que en B a F solo los puntos simbolizan las unidades 100 de inducción. Este enfriamiento escalonado de los grupos de inductores A a F según la invención -y aquí los "grupos de enfriamiento" corresponden a los grupos de

inductores- evita la resistencia al flujo excesivamente alta que surgiría si los dispositivos de inducción se enfriaran en serie.

5 Para superar esa resistencia al flujo, habría que utilizar una bomba de refuerzo, lo que aumentaría el esfuerzo y el riesgo de fugas. Por otro lado, si todos los dispositivos de inducción estuvieran conectados en paralelo, ya no podrían detectarse los bloqueos en un solo dispositivo de inducción, ya que la reducción del flujo másico o del caudal (para los 18 puntos presentes en el ejemplo) estaría por debajo del límite de control del caudalímetro 303 utilizado. Un control más preciso no sería práctico, ya que daría lugar a falsas alarmas debido a las burbujas de aire, las turbulencias y las fluctuaciones de tensión en la bomba.

10 En cambio, con seis ramales 302 conectados en paralelo, se puede seguir detectando el bloqueo de un ramal 302. Si se prevé el uso de un segundo caudalímetro 303, como se ha explicado con anterioridad, también se pueden supervisar hasta doce grupos de inductores.

15 La combinación de monitor de flujo y sensor térmico en el transformador da como resultado una doble seguridad. Por razones de costo, es posible prescindir de una de las funciones de vigilancia. En el caso de la monitorización individual de la temperatura de los transformadores, el sistema de agua podría implementarse como una pura conexión en paralelo sin un monitor de flujo.

Además, es concebible que, dependiendo del número de puntos o grupos del dispositivo de gelificación, se utilice también más de una distribución de agua de este tipo con conexiones paralelas para los grupos de inductores.

20 El sistema de adhesión por inducción según la invención, como se muestra en la Fig. 3b, también puede tener varias estaciones 10 de gelificación en lugar de una si el generador dispone de un número correspondiente de unidades de potencia. Se sugiere que cada una de las estaciones de gelificación se enfríe a continuación mediante un dispositivo de refrigeración según la invención. En este caso, la bomba, el intercambiador de calor agua/aire y el ventilador pueden utilizarse preferiblemente de manera conjunta, solo que, en este caso, el control del caudal debe realizarse una sola vez por estación de gelificación.

25 Por ejemplo, se puede incluir un sensor térmico en cada unidad 102-103 de inducción del transformador para controlar la temperatura de la estación 10 de gelificación y, en esa medida, del sistema de adhesión por inducción. Preferiblemente, al menos un transformador coaxial situado en un conjunto inductor incluye un elemento PTC autorreajutable con una característica de acción brusca cerca del conductor secundario de alta corriente para este propósito. El elemento está acoplado de tal manera que detecta el gradiente pronunciado en caso de que se interrumpa el flujo de agua de refrigeración con la suficiente rapidez para evitar daños en el transformador. Por razones de inventario de piezas de repuesto, tiene sentido equipar todos los transformadores con elementos PTC. A continuación, se agrupan según los grupos de inductores A, B, C, D, E, F como las salidas del generador y se conectan en serie. En caso de sobretensión, por ejemplo, debido a un bloqueo parcial no detectado en la línea de refrigeración por agua y un sobrecalentamiento parcial asociado, el grupo A, B, C, D, E o F respectivo es desconectado por el generador 300. El funcionamiento de emergencia de la unidad es posible con los grupos restantes.

Un suministro de agua cruzado entre los grupos de inductores es posible si los sensores de temperatura están conectados de tal manera que en caso de fallo de un ramal se desconecten todas las salidas del generador afectadas por este. El sensor de temperatura debe ser no magnético y tener un diseño adecuado para que no sea calentado por el campo de inducción, lo que falsearía la medición.

40 Hay que tener en cuenta que no es necesario que haya un dispositivo de refrigeración para los inductores en todos los casos; con el acero como material por procesar, el sistema también puede arreglárselas sin refrigeración.

45 El diagrama de bloques de la Fig. 5 muestra la estructura del sistema de una unidad de adhesión por inducción según la invención. Además de los componentes 310 de potencia, que están asignados cada uno a un canal 1 a 6 y están compuestos por un módulo de control y una electrónica de potencia, el generador 300 comprende preferiblemente elementos compartidos, elementos de visualización, una fuente de alimentación para la conexión a la red eléctrica, una conexión de bus a un ordenador maestro para el control del equipo (enumerado en "Instalación 800 del cliente") con sincronización del control del programa y el sistema de refrigeración según la invención. Según la aplicación, el sistema de refrigeración también puede instalarse por separado del generador y controlarse desde el sistema de control de recursos. En este caso, sin embargo, el generador también controla la temperatura y el caudal de las unidades de inducción que tiene asignadas.

50 Los elementos compartidos también pueden existir por separado, por ejemplo, es posible adjuntar un panel a la instalación del cliente en un lugar de fácil acceso como alternativa o además del panel de control en el generador o para operar, configurar y monitorear el generador vía red e Internet, por ejemplo, a través de un panel remoto o una visualización de PC. Esto tiene sentido si el generador está ubicado en la cerca protectora de un sistema y, por lo tanto, es de difícil acceso durante la operación, o si un control de proceso global monitorea varias ubicaciones de producción.

Por "elementos de visualización", se entiende aquí una pantalla en la que se muestra un control de programa que

controla un programa de calefacción para utilizar los inductores. La operación puede realizarse a través de un panel táctil.

La unidad 400 de condensador se muestra aquí como una unidad separada, pero también puede estar dispuesta en la carcasa del generador como los componentes 310 de potencia. Además, es concebible la disposición de las placas de condensadores sobre los transformadores de las unidades 100 de inducción o, por ejemplo, encapsuladas en ellos. La combinación de condensadores en el transformador tiene la ventaja de que en las conexiones en serie las tensiones en los conectores permanecen bajas debido a la corrección local del factor de potencia y, además, la frecuencia de resonancia del grupo no cambia con el número de unidades de transformadores compensados conectados en serie.

En la estación 10 de gelificación, el componente (la disposición de los componentes por adherir) descansa aquí sobre las unidades de inducción divididas en los grupos de inductores A a F en el presente ejemplo. A por lo menos una unidad 100 de inducción de un grupo, se le asigna un sensor térmico 500 para el funcionamiento controlado o compensado por la temperatura, que puede estar dispuesto, por ejemplo, en la pieza 110 de presión o adyacente al cabezal 107 de inductor, o integrado en él, y cuya señal de medición se alimenta a través de un respectivo amplificador 600 de medición al control de la respectiva unidad 310 de potencia o, alternativamente, al control de programa sincronizado de nivel superior. Para el control de procesos con control de temperatura, el sensor térmico 500 mide la temperatura del componente, pero esto puede conducir a un mayor desgaste del sensor. También es posible el funcionamiento puramente controlado por la energía sin sensor de temperatura, pero proporciona bandas de tolerancia más amplias.

Hay que tener en cuenta que los sensores térmicos en el soporte o en el componente miden la temperatura del proceso de curado del adhesivo. En este caso, se utilizan sensores PTC o termopares. Otra aplicación son las sondas PTC conectadas en serie con característica de paso en el transformador, que solo sirven de protección contra el fallo de la refrigeración.

Para cada sensor 500, se prevé un amplificador 600 de medición cerca del sensor, por ejemplo, una caja de amplificador de medición puede estar dispuesta en la carcasa de la unidad 400 de condensador, que también está dispuesta lo más cerca posible de las unidades de inducción para que la longitud del cable entre la unidad de condensador y las unidades de inducción sea lo más corta posible.

En el ejemplo mostrado en la Fig. 3, el generador 300 del sistema global incluye un refrigerador 301 que, en otras realizaciones, no tiene que estar integrado en el generador y que puede ser, por ejemplo, un refrigerador de agua/aire de bajo consumo con ventilador, por lo que, en este caso, no se requiere una unidad de agua o refrigeración de fábrica con bomba de calor para ahorrar energía. La refrigeración por aire es posible gracias al diseño actual de la etapa de salida que, a diferencia de los sistemas anteriores, tolera una temperatura de funcionamiento aproximadamente 50 °C más alta. La temperatura del disipador de calor se controla electrónicamente y se utiliza para el control de los ventiladores, la generación de alarmas, la regulación de la potencia y el apagado de emergencia.

El refrigerador 301 comprende un depósito para un circuito interno con una capacidad de, por ejemplo, 21 litros para la disposición ilustrada a modo de ejemplo. Por supuesto, también se puede elegir otro número de litros siempre que el suministro sea suficiente. Debido a la pérdida de potencia comparativamente baja y, por lo tanto, a la escasa demanda de agua, el sistema de refrigeración es independiente del agua de refrigeración de la fábrica. El refrigerante utilizado, a diferencia del estado de la técnica en el que el agua desmineralizada, que se "vuelca" rápidamente y es necesaria debido a la refrigeración de los componentes portadores de corriente en el circuito oscilante y el generador, puede mezclarse con inhibidores para evitar la corrosión y la formación de gérmenes en el sistema de refrigeración. Además, se puede añadir anticongelante al refrigerante. Por ejemplo, es concebible la adición de glicol, que también contribuye a la lubricación de la bomba utilizada y hace que el sistema sea resistente a las heladas. Además, como ya se ha mencionado en relación con la Fig. 4, el control del agua de refrigeración tiene lugar en el refrigerador 301 del generador 300 para el funcionamiento de los grupos de inductores separados A, B, C, D, E, F. La conexión en el refrigerador 301 también puede realizarse a través de los enchufes habituales.

Por lo tanto, el sistema de refrigeración se puede reemplazar fácilmente como una unidad.

En el sistema de adhesión por inducción según la invención, se consigue así una estricta separación del agua de refrigeración y la corriente en el circuito primario al que se aplica la tensión.

El número de electrónicas de potencia con control 310 y el número de módulos de condensadores en la unidad 400 de condensadores corresponde convenientemente al número de grupos de inductores A a F de la estación 10 de gelificación. Si hay más de una estación de gelificación conectada a un generador 300, se aplica naturalmente lo mismo, es decir, el número de unidades de potencia con electrónica de potencia y control o el número de módulos de condensadores en la unidad 400 de condensadores corresponde a la suma de los grupos de inductores 100 de las estaciones 10 de gelificación. Sin embargo, en general, también sería posible conmutar esto con relés/contactores de conmutación o con elementos de conmutación electrónicos. Del mismo modo, los canales individuales de los generadores pueden combinarse para formar un canal más potente para aumentar el

rendimiento, o se pueden prever varios canales de generadores como reserva para el funcionamiento de emergencia en caso de fallos. Aunque se utilicen todos los canales, en caso de que se produzca un defecto en algún canal, es posible reagrupar los puntos de inducción afectados en salidas del generador que aún funcionen con un programa de frecuencias similar, si es necesario con pérdida de calidad. Gracias al concepto modular, es posible adaptar la configuración del generador en cualquier momento con medios sencillos. El reequipamiento de varios canales apenas es más caro que el equipamiento básico de la unidad con mayor número de canales.

El número de sensores térmicos con un amplificador de medida cada uno también puede diferir del número de electrónicas de potencia en función de la aplicación.

En el caso más sencillo, el sistema está puramente controlado por la energía sin un sensor térmico en el componente. En el caso más sencillo, un único sensor que mide la temperatura del entorno es suficiente para compensar la temperatura ambiente. El sensor puede disponerse, por ejemplo, en el soporte de componentes/cabezal de soporte a unos 2 o 3 mm por debajo de la superficie, de modo que se evite el contacto directo con el componente. Entonces se mide la temperatura del soporte en lugar de la temperatura del componente.

Para el funcionamiento controlado de la energía del sistema, se crea una línea de compensación, como se muestra a modo de ejemplo en la Fig. 6c, en la que se traza un factor de corrección de energía E/E_0 frente a la temperatura ambiente. La creación de la línea de compensación implica la determinación de una consigna energética E_0 a una temperatura ambiente estándar T_0 , en este ejemplo, 30 °C. Si el sistema funciona en condiciones ambientales estables, los parámetros energéticos se registran cuando se obtiene un buen resultado del proceso. Si la temperatura medida con el sensor ambiental se desvía hacia arriba o hacia abajo de la temperatura ambiente estándar, la energía que se debe aplicar debe reducirse o aumentarse en consecuencia para obtener el mismo buen resultado del proceso. Esto se indica mediante el factor de corrección E/E_0 . Con el control de la energía por compensación de temperatura, se puede prescindir del control de la temperatura, que requiere sensores que miden la temperatura de los componentes y que, por tanto, se desgastan con frecuencia.

Además del sensor mencionado en la fijación de componentes para la detección de la temperatura ambiente, se pueden utilizar otros sensores para la detección de la temperatura ambiente, por ejemplo, en un lugar de almacenamiento de los componentes que se van a unir, en la sala de producción, etc. También se pueden crear líneas de compensación para un factor de corrección de energía para estos sensores. En el caso del funcionamiento con control de energía, también es concebible utilizar dos o más temperaturas ambientales detectadas para la compensación de la temperatura, por ejemplo, para corregir la demanda de energía requerida según la temperatura medida en el soporte del componente, que es la que más influye aquí, y luego tener en cuenta también la temperatura de almacenamiento. Las correcciones aquí pueden hacerse de manera aditiva, multiplicativa o concatenada, dependiendo del efecto físico del efecto de interferencia. También se pueden realizar ajustes en las variantes de los componentes o en los diferentes tipos de componentes. Por ejemplo, un robot puede medir el grosor del material mediante un sensor adecuado y enviar esta señal como variable de entrada al control del generador para su compensación.

Para cada grupo de inductores, es decir, para cada electrónica de potencia, hay una línea de compensación para la que se puede seleccionar libremente la entrada del sensor subyacente. Así, se pueden compensar todos los canales a un sensor o cada canal a su sensor individual o incluso los canales cruzados a sensores.

Una línea de compensación también puede desviarse de la línea recta, como se muestra en la Fig. 6c. En lugar de una línea recta, es posible, por supuesto, utilizar un polinomio de orden superior, una función e , una tabla, posiblemente con interpolación, o cualquier otra función como método de compensación. En la versión completa, también es posible conectar cualquier número de sensores y compensar cada punto no solo por sí mismo, sino también con la temperatura de los puntos vecinos. Esto permite, por ejemplo, compensar la influencia mutua causada por el flujo de calor en el componente cuando los puntos están cerca.

En casos extremos, se activan funciones de compensación separadas para cada sensor en cada unidad de electrónica de potencia. En el presente ejemplo, con seis salidas de generador y 18 unidades de inducción, serían parametrizables $6 \cdot 18 = 108$ compensaciones. La configuración compleja solo es posible si cada influencia se considera de manera aislada y se compensa por separado como un sistema único. Esto es muy posible en la práctica, ya que los grupos de inductores individuales pueden calentarse por separado, de modo que la influencia mutua aparece aislada como una variable de perturbación.

La "gestión de recetas", es decir, la gestión de los programas de recetas que pueden ejecutarse con una unidad de adhesión por inducción de este tipo según la invención, puede, pero no tiene por qué, establecerse en forma centralizada. Esto permite ejecutar canales similares con la misma receta o utilizar las recetas de un grupo similar como punto de partida para un nuevo grupo de inductores que se va a enseñar. Un programa de calefacción suele consistir en las fases de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento, en las que también se insertan fases intermedias si es necesario para lograr un comportamiento de transición óptimo. En cada fase, es posible definir una especificación de energía a través de la potencia y el tiempo o implementar un control de temperatura de última generación por medio de un sensor de temperatura en el componente utilizando un controlador PID. En el caso del control de la energía, se utiliza preferiblemente el método de compensación descrito con anterioridad según la

invención. Todos los programas de calefacción se almacenan preferiblemente en un pool, de modo que los programas de calefacción existentes pueden adoptarse y adaptarse a canales con necesidades de calor similares. En concreto, la especificación del listado y los límites de la supervisión del proceso se adaptan a este fin. El almacenamiento de los programas de calefacción también es posible para otros generadores a través de la red de la empresa, de modo que, por ejemplo, tres sistemas de guardabarros utilizan la misma base de programas. Esto permite una fácil copia de seguridad de los programas de calefacción, así como el almacenamiento de la configuración de la unidad y los protocolos de parámetros de calefacción con los valores de energía y, en su caso, las temperaturas para cada componente calentado.

En la Fig. 6a, se muestra un diagrama de temperatura en el que se registra la curva de temperatura durante las fases de calentamiento y mantenimiento de cinco unidades de inducción en un sistema de guardabarros de última generación. A pesar del reducido número de inductores, existen importantes desviaciones de temperatura, especialmente en la fase de calentamiento, en la que las temperaturas máximas alcanzadas en los cinco puntos o puntos de calentamiento varían entre 90 y 123 °C. Los diferentes puntos también muestran un comportamiento de calentamiento diferente como resultado de las diferentes capacidades térmicas y la conducción de calor en los diferentes puntos. (Más sobre esto en relación con la Fig. 8a, 8b y 9a, 9b). Con una sola fuente de energía, como se utiliza en la técnica anterior, no se puede encontrar un mejor compromiso de calentamiento y mantenimiento aquí.

Cuando se calienta con una alta potencia calorífica, el gradiente de temperatura resultante depende de la capacidad calorífica en el punto de unión. Durante la transición a la fase de mantenimiento, la potencia de calentamiento se reduce para no superar los valores de tolerancia de temperatura (banda de tolerancia) especificados para el proceso. En los sistemas clásicos, la adaptación a la necesidad de calor se realiza únicamente a través de la distancia del inductor. Sin embargo, esto solo puede funcionar de manera razonablemente satisfactoria si la relación entre la potencia de calentamiento necesaria y la potencia de retención es muy similar, lo que, sin embargo, no ocurre en la práctica o solo lo hace en raras ocasiones. En función de los parámetros de unión, como el grosor del componente, la cantidad de adhesivo, la pareja de unión, etc., las zonas unidas en un componente difieren en cuanto a la capacidad de almacenamiento de calor y la capacidad de disipación de calor, lo que da lugar a diferentes gradientes de temperatura al calentar con una potencia y a diferentes curvas después de la fase de calentamiento, como puede verse en los diagramas de la Fig. 9a y 9b. El diagrama de temperatura de la Fig. 9a pertenece a una junta adhesiva con baja capacidad de almacenamiento de calor y alta capacidad de disipación (mostrada en la Fig. 8a como un componente con un alto grosor 1 de pared con una fina lámina 5 interior fijada con adhesivo en el borde 2 rebordeado) y muestra un alto gradiente en la fase de calentamiento debido a la baja capacidad de almacenamiento de calor, es decir, la junta se calienta muy rápidamente de modo que se produce un sobreimpulso en el que se supera la temperatura máxima especificada. En cambio, en la fase de mantenimiento, la temperatura no puede mantenerse dentro de la banda de tolerancia requerida debido a la elevada capacidad de disipación. Por el contrario, la unión encolada mostrada en la Fig. 8b, en la que el componente es un panel 1 de puerta delgado con un panel de refuerzo encolado para la fijación de la protección 3 contra impactos laterales y un soporte para el elevavinas 4, muestra un calentamiento muy lento debido a la alta capacidad de almacenamiento de calor, de modo que, después de la fase de calentamiento, solo se alcanza una temperatura por debajo de la banda de tolerancia del proceso. Por otro lado, en la fase de mantenimiento, la temperatura aumenta continuamente debido a la baja capacidad de disipación, incluso por encima de la temperatura máxima especificada por la banda de tolerancia, como se puede ver en la Fig. 9b.

Debido al suministro de energía por separado de los grupos de inductores A a F, que difieren mucho en cuanto a las necesidades de potencia, según la invención, pueden ser controlados no solo con diferentes potencias sino también con diferentes programas de calentamiento, por ejemplo, con diferentes duraciones y números de fases de calentamiento, de manera que se pueda conseguir un gradiente de temperatura deseado durante la fase de calentamiento y una fase de mantenimiento constante dentro de la banda de tolerancia en todos los puntos de adhesión. También es posible seleccionar si se realiza un control de la temperatura o de la energía para cada fase. En el modo de energía, como se ha explicado con anterioridad, también se puede compensar la temperatura de la luminaria y otros factores de influencia. Este procedimiento garantiza una curva de temperatura óptima y reduce la banda de tolerancia de 90...123 °C a 106...112 °C en el presente ejemplo. Esto mejora la calidad del componente, ya que el adhesivo se gelifica de manera óptima, y también minimiza la distorsión del componente, ya que no se introducen temperaturas innecesariamente altas en el componente en ningún momento.

En la Fig. 6b, se muestran cinco curvas de calentamiento medidas en un sistema de guardabarros correspondiente a la Fig. 6a, en el que los inductores utilizados están conectados individualmente a cinco salidas de generador según la invención.

Como puede verse en la Fig. 6b, las curvas de temperatura de los puntos están mucho más próximas entre sí, tanto durante el calentamiento como durante el mantenimiento, y solo varían entre 106 y 112 °C. También se observa que la curva es más favorable, ya que se evita el "sobrecalentamiento" (calentamiento demasiado rápido y fuerte) y el otro extremo de calentamiento lento, al que sigue un aumento constante de la temperatura en la fase de mantenimiento. La temperatura de adhesión deseada se alcanza en todos los puntos de unión en el tiempo adecuado y luego se mantiene constante según el programa previsto, lo que solo es posible controlando los grupos de inductores por separado.

Si, por razones de economía en el caso de grandes componentes con un elevado número de puntos de calentamiento, no se puede suministrar a cada punto una salida de generador controlable de modo individual, los inductores se agrupan en grupos de preferiblemente 2...6 inductores como se ha explicado con anterioridad. Ahora, solo estos 2 a 6 puntos dentro de cada grupo se ajustan manualmente entre sí mediante el ajuste de la distancia, por ejemplo, mediante cuñas instaladas entre el inductor y el componente, cambiando la geometría del inductor o ajustando los componentes que controlan el campo, como el concentrador de campo y los anillos de cortocircuito, para que el calentamiento sea similar dentro de cada grupo. Esto requiere poco tiempo debido a su reducido número. Si cada punto se conecta a una salida del generador, como podría realizarse en un sistema de guardabarros con los cinco puntos, el ajuste se elimina por completo.

10 Cuando todos los grupos están configurados por el balance de calefacción dentro de cada grupo, el trabajo principal se realiza en el panel de control del generador. A continuación, se programan los programas de calefacción (también llamados aquí "recetas") para cada grupo.

El procedimiento de programación para ello se puede llevar a cabo de la siguiente manera como ejemplo. En general, las especificaciones de tiempo, temperatura y energía pueden variar en función de la tarea de adhesión.

15 En primer lugar, el componente frío se coloca en el dispositivo de gelificación con sensores de temperatura. El calentamiento se inicia en forma manual a aproximadamente el 70% de la potencia máxima y se comprueba si la temperatura de, por ejemplo, 100 °C especificada por el cliente puede alcanzarse en el tiempo de, por ejemplo, 10 s también especificado por el cliente. En la mayoría de los casos, esto difícilmente ocurrirá en el primer intento. Tras un período de espera de, por ejemplo, unos 15 minutos hasta que el componente se haya enfriado lo suficiente, el valor teórico de energía se ajusta un poco según la experiencia para acercarse a las necesidades del cliente. Una vez más, el proceso de calentamiento se inicia manualmente y se comprueban los parámetros de calentamiento. Los pasos de enfriamiento, ajuste de la consigna de energía y calentamiento manual de nuevo se llevan a cabo hasta obtener correctamente el calentamiento especificado por el cliente. Este programa, que incluye la fase de calentamiento, se mantiene. Basándose en el patrón de temperatura correcto tras el calentamiento, se programa ahora la fase de mantenimiento. Para ello, primero se ajusta la potencia para mantener la energía a, por ejemplo, el 35% y se crea un programa con ella. A continuación, se inicia un proceso de calentamiento con la fase de calentamiento y la fase de mantenimiento del 35% fijada inicialmente. Si la temperatura sube en la fase de mantenimiento, la potencia de mantenimiento se reduce; si baja, aumenta. Si la temperatura es aproximadamente constante, la fase de mantenimiento está correctamente programada. Después de cada prueba, debe observarse una fase de espera de 15 minutos para que el componente se enfríe. Si las curvas de temperatura son fuertemente no lineales debido a la disipación de calor, se insertan otras fases, que se enseñan como se ha descrito con anterioridad. Los procesos subyacentes mostrados en las Fig. 6a y 6b son trifásicos: calentamiento, transición a mantenimiento, mantenimiento.

Como resultado, un programa de calefacción ("receta") resulta, por ejemplo, como sigue:

35 Fase 1: corriente 72,5%, 10 s, energía 15 kW_s +/-10% (para monitorización de procesos)

Fase 2: corriente 42%, 5 s, energía 2,6 kW_s +/-10% (para monitorización de procesos)

Fase 3: corriente 35%, 25 s, energía 18 kW_s +/-10% (para monitoreo de procesos)

40 El ejemplo que se ofrece es meramente ilustrativo y no es en absoluto restrictivo. Para otros componentes, otros materiales de componentes, otros adhesivos y, por ejemplo, en presencia de un borde con brida, pueden resultar parámetros significativamente diferentes.

Además del control de la corriente con supervisión de la energía o del control de la potencia con supervisión de la corriente, el sistema permite establecer límites de supervisión para la anchura de los impulsos y la frecuencia de funcionamiento. De este modo, pueden detectarse influencias perturbadoras, como las relaciones incorrectas de los transformadores, que no se detectarían, o lo harían de forma poco fiable, mediante la supervisión básica.

45 El proceso descrito debe repetirse para todos los canales, es decir, todos los grupos de inductores, por lo que requiere una cantidad de tiempo relativamente grande y es molesto para el programador debido a los tiempos de espera.

Con el sistema de adhesión por inducción según la invención, el trabajo mecánico para fijar los lugares o puntos de calentamiento se reduce considerablemente, pero el esfuerzo de programación es mayor o más complejo.

50 Para reducir el esfuerzo de programación por parte de un programador, se propone un sistema de autoajuste que realiza este trabajo de manera totalmente automática según la invención. Consta de los siguientes componentes:

- un sensor de temperatura por grupo de inductores, montado en un lugar representativo,

- amplificador de medición para la medición de la temperatura con conexión a un ordenador, se propone una notebook o un pequeño dispositivo de procesamiento de datos comparable,

- adaptador de programación para conectar el generador al ordenador (notebook), en el caso más sencillo puede ser un cable adaptador para la conexión a la red,

- el ordenador (notebook) con programa e interfaz de usuario o firmware en el amplificador de medición.

5 Este sistema realiza automáticamente muchos ciclos de calentamiento bajo supervisión y establece automáticamente los parámetros del proceso. También es posible integrar estos componentes en el generador y sustituir la notebook por el controlador lógico programable (PLC). El resultado del proceso de optimización es una curva de temperatura óptima en cada punto de medición. Si, tras la optimización, siguen produciéndose desviaciones dentro de los grupos individuales, las distancias de los inductores pueden ajustarse con precisión a mano utilizando cuñas, de modo que se obtenga un buen patrón de temperatura dentro de un grupo. Si es necesario, hay que volver a iniciar el procedimiento de autoajuste, tras lo cual se puede esperar, por lo general, una buena distribución de la temperatura.

Si cada alineación del generador acciona solo un punto, el sistema se enseñaría por sí mismo sin ninguna intervención del usuario.

15 Hasta ahora, se ha utilizado un método de control de frecuencia modulada en el circuito resonante en serie para calentar los inductores. Partiendo de la curva de resonancia del circuito oscilante formado por el condensador, la bobina inductora y la resistencia óhmica (componente por unir), el sistema se pone en marcha con una frecuencia máxima predeterminada (tensión constante, señal de onda cuadrada con anchura de pulso 1:1), que induce en la bobina inductora una corriente de aproximadamente el 5% de la intensidad máxima de la frecuencia de resonancia, lo que ya provoca un calentamiento en el componente. Reduciendo/modulando sucesivamente la frecuencia (en el sentido de la frecuencia de resonancia), la intensidad de la corriente aumenta hasta alcanzar el punto de funcionamiento o consigna a una determinada frecuencia, que puede ser, por ejemplo, el 50% de la intensidad de corriente máxima. Los parámetros como la frecuencia de resonancia, la calidad, la impedancia y la frecuencia de arranque deben ajustarse de manera que se obtenga un buen compromiso de baja potencia mínima, bajas pérdidas de conmutación, rápida respuesta transitoria y una frecuencia de funcionamiento adecuada en el punto de operación. Este compromiso solo es posible en algunas aplicaciones porque la frecuencia de inicio no puede ser arbitrariamente alta. Si el circuito oscilante está sintonizado a, por ejemplo, 12 kHz, seguirá absorbiendo algo de potencia incluso cuando se le excite con la frecuencia máxima del generador de, por ejemplo, 20 kHz (dependiendo de la calidad del circuito oscilante). En este caso, incluso con un valor teórico del 0% en el componente, la temperatura sigue subiendo porque el valor mínimo de la potencia realmente entregada es superior a la necesidad de potencia de la aplicación. A la máxima potencia, debe mantenerse cierta reserva de fase, ya que, de lo contrario, el bucle de control de corriente se vuelve inestable en el intervalo capacitivo debido al cambio de signo de la curva de impedancia.

El procedimiento de regulación de FM se adapta con flexibilidad a una variedad de cargas, pero no permite reducir la potencia a un verdadero 0%. Además, el funcionamiento solo es posible por encima de la frecuencia de resonancia hasta justo dentro del punto de resonancia.

En principio, también es posible operar el circuito en serie en el punto de resonancia, después de lo cual la potencia se ajusta a través del proceso de control de PWM. Alternativamente, se puede usar un circuito oscilante paralelo que, sin embargo, es bastante costoso en el caso de un diseño flexible y requiere un gran esfuerzo en la electrónica de potencia. Tendría que estar disponible un rectificador controlado con un estrangulador de suavizado para cada canal y no sería económico, por lo que solo se puede considerar el procedimiento de control de PWM para esta aplicación, incluso en el circuito paralelo. El esfuerzo aumentaría aquí por el estrangulador de salida requerido en comparación con el circuito resonante en serie. El procedimiento de control de PWM en el punto de resonancia es más exigente en términos de tecnología de control, porque el punto de resonancia debe encontrarse y rastreado en cada condición de carga práctica. La carga debe coincidir correctamente y el proceso de control es bastante propenso a fallar. Con corrientes altas y anchos de pulso pequeños, se producen pérdidas de conmutación muy altas en la etapa de salida, que son más altas que con el procedimiento de control de FM. Otra desventaja del seguimiento de resonancia es que, si el número de puntos se cambia posteriormente, el diseño del circuito oscilante original ya no encaja.

Por lo tanto, el seguimiento de la resonancia es más exigente en términos de tecnología de control, más inflexible con respecto a la adaptación de la carga y también está sujeto a mayores pérdidas en el modo PWM directo.

Como alternativa, sería posible el procedimiento del paquete de impulsos omitido. En este caso, el generador suministra, por ejemplo, 20 pulsos con toda la energía y luego se salta 10 pulsos para volver a empezar con 20 pulsos. Sin embargo, esto no deja de ser problemático porque el punto de resonancia puede desplazarse durante las pausas y solo hay poco tiempo de asentamiento disponible durante el proceso de FM. Además, hay una emisión de ruido muy audible debido a la relojería.

Según la invención, los dos procedimientos de PWM (Fig. 7a) y FM (Fig. 7b) se combinan ahora entre sí, controlando primero la anchura de los impulsos a la máxima frecuencia hasta el ciclo de trabajo completo de 1:1, antes de que la frecuencia se desplace hasta la resonancia en la medida necesaria. Debido a que la anchura de los

impulsos se reduce prácticamente a cero durante el arranque, la potencia de calentamiento generada por la corriente inducida es nula y se incrementa gradualmente, primero aumentando la anchura de los impulsos y luego desplazando la frecuencia. Al desplazar la frecuencia, se tiene en cuenta el ángulo de fase de la carga para no superar el punto de resonancia en un circuito resonante. Las elevadas pérdidas de conexión con cargas capacitivas se mapean y limitan en un modelo. Este sistema se adapta automáticamente a cualquier carga sin intervención del usuario ni trabajo de adaptación adicional; la adaptación automática de la carga incluye la carga resistiva, la carga inductiva, la carga capacitiva y también una combinación de estos elementos en una disposición oscilatoria, preferiblemente como un circuito oscilante en serie o circuito oscilante LC.

Existe un caso especial en el que la frecuencia de funcionamiento corresponde aproximadamente a la frecuencia de resonancia, es decir, el punto de funcionamiento está cerca de la resonancia. En este caso, el control solo puede lograrse mediante la modulación del ancho de pulso. Ventajosamente, solo hay bajas pérdidas de conmutación debido a la proximidad de la resonancia, pero esto requiere el ajuste preciso de la inductancia y la capacitancia, que determinan la frecuencia de resonancia. Cambiando la configuración del controlador, también puede seguir el punto de resonancia según el estado de la técnica y así utilizar el procedimiento de regulación de PWM en resonancia.

Los calentadores resistivos, como las lámparas de infrarrojos o las bobinas de calefacción, también en los ventiladores, se utilizan como cargas resistivas. Estas cargas no pueden controlarse con los generadores de inducción clásicos porque la búsqueda del punto de resonancia no encuentra un punto de resonancia claro y el método del disco de frecuencia siempre proporciona una tensión de salida completa. Sería necesario conectar un circuito oscilante innecesario, con pérdidas y costoso, aguas arriba. Las cargas óhmicas no se corresponden con el calentamiento por inducción, sino que se pueden aplicar diferentes principios de calentamiento simultáneamente en los dispositivos de gelificación. Por ejemplo, un generador podría controlar varios grupos de inductores, y del mismo modo un único soplador de aire caliente, un calentador de infrarrojos o cualquier grupo mixto de estos dispositivos. Esto permite la aplicación simultánea o escalonada de diferentes principios de calefacción con un solo dispositivo y una gestión uniforme del programa de calefacción. De este modo, se puede implementar una gran variedad de procesos en un dispositivo de gelificación sin necesidad de que el sistema de control del equipo lo tenga en cuenta. La interfaz del bus se abstrae de la física de la calefacción y define exclusivamente la secuencia del programa, así como el control del proceso, como la retroalimentación de la temperatura o la supervisión de la temperatura de cada grupo de calefacción.

Las cargas inductivas se utilizan cuando la unidad de condensadores no es necesaria. En este caso, el sistema funciona automáticamente con corriente delta. El rendimiento es peor porque no hay compensación de potencia reactiva; sin embargo, para aplicaciones sencillas de baja potencia o mala calidad, como los componentes de acero bien acoplados, sigue siendo económico. Para el material compuesto, esta aplicación no se recomienda debido a la importante necesidad de potencia reactiva.

Las cargas capacitivas generan elevadas pérdidas de conexión en la etapa de salida durante la conmutación y prácticamente no se utilizan, pero el dispositivo se ha probado con éxito también para este fin.

Además, la unidad puede utilizarse como fuente de tensión y corriente general y controlada con múltiples salidas. Por ejemplo, con una reactancia de suavización, esto también permite el uso como cargador de baterías, por lo que en lugar de los grupos de inductores, los grupos de celdas de la batería pueden ser monitoreados por separado y cargados de modo individual. Además de proporcionar la energía, el dispositivo también cumple la función de equilibrador. El control superior conoce el estado de cada grupo y decide el estado global de la batería o calcula la cantidad total de energía introducida. Los motores de corriente continua y otros consumidores similares también pueden controlarse directamente.

La tecnología de inducción según la invención, que consiste en un generador con sistema de refrigeración, un circuito oscilante y las unidades de transformador-inductor bajo un control de proceso común, puede, además, diseñarse de tal manera que no se utilicen para ablandar la soldadura o curar los adhesivos, sino que su función de calentamiento sirva para otros fines; por ejemplo, para calentar componentes con varias zonas, por ejemplo, rodillos para el estampado de papel, la impresión, la aplicación de revestimientos o chapas metálicas o el recocido de costuras de soldadura. En la fabricación de motores de combustión interna clásicos, a menudo se encogen en una sola instalación un piñón del cigüeñal y dos piñones del árbol de levas. En este caso, la tecnología según la invención permite el calentamiento individual de cada rueda, incluso con varias zonas. Por ejemplo, con un dispositivo de 6 canales, es posible el calentamiento de tres ruedas dentadas, por lo que los agujeros de la junta se calientan a la temperatura de unión, mientras que las zonas exteriores de las ruedas dentadas se calientan a una temperatura diferente, preferiblemente más baja, con el fin de evitar la distorsión y el agrietamiento. Las zonas interiores y exteriores podrían controlarse por separado. En general, el sistema puede utilizarse para aplicaciones de unión complejas, como cubiertas de cajas de cambios con varios puntos de apoyo, etc.

Además de utilizarse en un sistema de adhesión por inducción con una estación de gelificación, las unidades 100 de inducción según la invención, como se indica en la Fig. 10a, pueden utilizarse a lo largo de una línea de transporte por la que pasa una pieza de trabajo continua 2' como un alambre o una fibra de carbono o varias piezas de trabajo individuales 2", como válvulas de motor, en la dirección D. Las unidades de inducción comprenden un inductor, un transformador coaxial eficiente con material de núcleo amorfo y preferiblemente también un concentrador de campo.

5 Las unidades 100 de inducción son alimentadas con corriente por un generador 300 -ventajosamente, aquí también se puede utilizar corriente baja hasta el transformador de las unidades de inducción- con lo que se puede establecer un perfil de temperatura deseado a lo largo del recorrido de transporte (véase Fig. 10b) mediante el diseño de las unidades de inducción, que son alimentadas por una sección de potencia individualmente o en grupos de potencia igual o proporcional. Así, ahora se puede conseguir un perfil de temperatura ajustable con una sola unidad de inducción, lo que antes requería varias unidades individuales interconectadas.

REIVINDICACIONES

1. Unidad (100) de inducción para la adhesión por inducción de componentes en el procedimiento de adhesión multipunto, en donde la unidad (100) de inducción presenta al menos un inductor (102) dispuesto en un dispositivo de sujeción y está diseñada como una unidad de componente transportable, en donde la unidad (100) de inducción comprende un transformador (103), que está conectado a al menos un inductor (102) para formar la unidad de componente transportable, en donde una salida del transformador (103) del lado del inductor está conectada directamente a al menos un inductor (102) a través de una línea (105) de alta corriente, caracterizada porque una entrada del transformador (103) para conectar la unidad (100) de inducción está conectada a una línea de baja corriente.
2. Unidad (100) de inducción de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el transformador (103) presenta un material de núcleo toroidal hecho de una aleación de metal amorfo y/o el dispositivo de sujeción está formado
- por un cabezal (107) de inductor que presenta una región de soporte, en cuyas proximidades está dispuesto un inductor (102), en donde el inductor (102) está preferiblemente incrustado en la región de soporte al menos con una porción, en donde el cabezal (107) de inductor está conformado en la porción que recibe el inductor (102), preferiblemente como soporte de componentes, de particular preferencia, en forma de U o de O
- y por
- un pie (107') de sujeción, que puede ser un cilindro neumático automáticamente variable, al que se sujeta preferiblemente el cabezal (107) de inductor en su posición y que presenta preferiblemente dispositivos para fijar el pie (107') de sujeción a un dispositivo de fijación de una estación (10, 10') de gelificación.
3. Unidad (100) de inducción de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque el cabezal (107) de inductor presenta, en la región de soporte del inductor (102), un concentrador (102') de campo magnético que, de preferencia, rodea parcialmente el inductor o está dispuesto debajo del inductor (102), en donde el concentrador (102') de campo consiste en una lámina de dinamo, una aleación de níquel-hierro magnética blanda de alta permeabilidad magnética, en particular Mu-Metall®, un material termoplástico con partículas de hierro blando, en particular Fluxtrol® o ferrita.
4. Unidad (100) de inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la unidad (100) de inducción comprende dos o más inductores (102) proporcionales a la potencia conectados al transformador (103), en donde los inductores (102) están dispuestos en un dispositivo de sujeción común o en dos o más dispositivos de sujeción.
5. Unidad (100) de inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque la unidad (100) de inducción está conectada a una unidad de sujeción que está diseñada para la disposición de fijación de un componente por adherir, en donde la unidad de sujeción comprende preferiblemente un brazo (109) de sujeción pivotante que presenta una pieza (110) de presión para la aplicación de fijación al componente por adherir, y en donde el brazo (109) de sujeción está dispuesto preferiblemente con la pieza (110) de presión en una abrazadera (108) de componente en forma ajustable verticalmente.
6. Unidad (100) de inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque un sensor térmico, preferiblemente una resistencia PTC, está dispuesto en el transformador (103) de cada unidad (100) de inducción, y/o porque la unidad de inducción comprende un sensor térmico para medir la temperatura de un componente, que está preferiblemente dispuesto en o sobre la pieza (110) de presión de la unidad de sujeción o adyacente al cabezal (107) de inductor, o está integrado en ella, preferiblemente en la región de apoyo del soporte del componente.
7. Estación (10) de gelificación para llevar a cabo la adhesión por inducción de dos partes componentes en un procedimiento de unión multipunto, en donde la estación (10) de gelificación presenta una pluralidad de inductores que están posicionados en al menos un dispositivo de sujeción y que están conectados a una fuente de energía a través de líneas de energía, caracterizada porque los inductores (102) están compuestos por unidades (100) de inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6 y las unidades (100) de inducción no están conectadas en una conexión en serie a la fuente de energía, pero en cada caso se combina un número de 1 a n unidades (100) de inducción con inductores (102), para los que se predetermina la provisión de una potencia de calentamiento igual o proporcional a la potencia, en un grupo de inductores (A, B, C, D, E, F), y en donde el al menos un transformador (103) de las unidades (100) de inducción de cada grupo de inductores (A, B, C, D, E, F) puede conectarse a través de su entrada para el suministro de energía, en cada caso, a una sección de potencia de la fuente de alimentación.

8. Estación (10) de gelificación de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque
- los sensores (500) térmicos, preferiblemente resistencias PTC, dispuestos en el transformador (103) de cada unidad (100) de inducción están agrupados según los grupos de inductores (A, B, C, D, E, F) y conectados en serie, siendo cada grupo de sensores térmicos operativamente conectable a una salida de un generador (300) de un sistema de adhesión por inducción, y/o porque
- 5 - al menos una unidad (100) de inducción de un grupo de inductores (A, B, C, D, E, F) tiene asignado un sensor térmico que está preferiblemente dispuesto en o sobre la pieza (110) de presión o adyacente al cabezal (107) de inductor, o está integrado en el interior, y que puede conectarse a un amplificador (600) de medición para la amplificación de la señal de medición.
9. Sistema de adhesión por inducción para unir por inducción al menos dos componentes mediante el procedimiento de unión multipunto, en donde el sistema de adhesión por inducción comprende al menos
- 10 - una fuente de energía con un dispositivo de control, y
- una estación (10) de gelificación con una pluralidad de inductores que están conectados a la fuente de energía mediante líneas eléctricas,
- 15 caracterizado porque la estación de gelificación es una estación de gelificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8.
10. Sistema de adhesión por inducción de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque el sistema de adhesión por inducción comprende un dispositivo de enfriamiento, en particular un sistema de refrigeración, que está conectado a una fuente de agua de enfriamiento, en donde el sistema de refrigeración presenta una sección de enfriamiento para enfriar la estación (10) de gelificación, y en donde el sistema de refrigeración presenta una entrada de distribuidor (304) que está conectada fluidamente a la fuente de agua de enfriamiento y que se abre en al menos un distribuidor (306) que presenta una multiplicidad de salidas (306'), de cada una de las cuales se extiende un ramal (302), en donde una pluralidad de ramales (302) se extienden en paralelo, y en cada ramal (302), por medio de al menos una salida de ramal y una entrada de ramal, un grupo de inductores (A, B, C, D, E, F), siendo cada grupo alimentado eléctricamente por una sección de potencia de una fuente de energía, está conectado como consumidor por refrigerar, y en donde las salidas del ramal se abren en al menos un colector (307) que presenta una salida (305) de colector cerca de la cual está dispuesto un dispositivo de control de flujo, preferiblemente un caudalímetro (303).
- 20
- 25
11. Sistema de adhesión por inducción de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque el sistema de refrigeración está adaptado para alimentar un número de 2 a 32, preferiblemente de 2 a 16, más preferiblemente de 2 a 12 grupos de inductores, comprendiendo cada grupo de inductores de 1 a 10, preferiblemente de 2 a 8, más preferiblemente de 2 a 6 unidades (100) de inductores.
- 30
12. Sistema de adhesión por inducción de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque el sistema de refrigeración comprende dos colectores (307) conectados en serie, en donde un dispositivo de control de flujo, preferiblemente un caudalímetro (303), está dispuesto entre el primer y el segundo colector (307).
- 35
13. Sistema de adhesión por inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque la fuente de energía es un generador (300) que comprende una pluralidad de secciones de potencia conectadas operativamente a un dispositivo de control, en donde el generador (300) presenta para cada sección de potencia una salida (305) de generador a través de la cual cada sección de potencia se conecta a la entrada del al menos un transformador (103) de las unidades (100) de inducción de uno de los grupos de inductores (A, B, C, D, E, F).
- 40
14. Sistema de adhesión por inducción de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el sistema de adhesión por inducción comprende una unidad (400) de condensadores con una pluralidad de módulos de condensadores, estando prevista la conexión de cada sección de potencia a través de las salidas (305) del generador a los grupos de inductores (A, B, C, D, E, F) a través de la unidad (400) de condensadores, en donde cada sección de potencia está conectada preferiblemente a través de un módulo de condensadores a uno de los grupos de inductores (A, B, C, D, E, F).
- 45
15. Sistema de adhesión por inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 13 a 14, caracterizado porque
- de los sensores térmicos agrupados dispuestos en los transformadores (103), cada grupo está conectado operativamente a una salida del generador (300) y, además, al control de la respectiva sección (310) de potencia, y/o porque
 - el al menos un sensor térmico asociado a una unidad (100) de inducción de un grupo de inductores (A, B, C, D, E, F) está conectado a un amplificador (600) de medición para la amplificación de la señal de medición y, a través de este, al control de la respectiva sección (310) de potencia.
- 50

16. Sistema de inducción para el calentamiento por etapas de piezas (2', 2'') calentables por inducción, caracterizado porque

el sistema de inducción presenta una pluralidad de inductores (102) de unidades (100) de inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6 y las unidades (100) de inducción están alineadas con los inductores (102) respecto a las piezas (2', 2'') movidas por un dispositivo de transporte, en donde las unidades (100) de inducción, individualmente o en grupos de 1 a n unidades (100) de inducción, sus inductores (102), para los que se ha predeterminado la provisión de una potencia de calentamiento igual o proporcional a la potencia, se conectan a través del al menos un transformador (103) de las unidades (100) de inducción de cada grupo de inductores (A, B, C, D, E, F) para la alimentación de energía a una sección de potencia respectiva de una fuente (300) de alimentación.

17. Procedimiento de autoajuste automático para configurar las potencias de calentamiento de las unidades (100) de inducción de un sistema de adhesión por inducción de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 12 a 15, que comprende las etapas de

A) inserción de los componentes por adherir en una estación (10) de gelificación del sistema de adhesión por inducción para llevar a cabo el procedimiento de unión multipunto, que comprende unidades (100) de inducción divididas en grupos de igual potencia, asignándose al menos un sensor de temperatura de componentes a cada grupo,

B) comparación de las unidades de inducción dentro de cada grupo entre sí,

C) determinación de los parámetros del proceso a partir del grupo que comprende los parámetros de rendimiento para al menos una fase de calentamiento y una fase de mantenimiento para las unidades de inducción de cada grupo a un tiempo de calentamiento predeterminado, una temperatura de gelificación que debe alcanzarse y una banda de tolerancia en torno a una temperatura de mantenimiento predeterminada que debe mantenerse durante la fase de mantenimiento, ejecutando y supervisando automáticamente una pluralidad de ciclos de calentamiento mediante un sistema de programación, que comprende una unidad de computación para almacenar, procesar y gestionar los parámetros del proceso a un programa de proceso, un amplificador de medición conectado al sensor de temperatura del componente con salida de señal a la unidad de computación y un adaptador de programación para conectar un generador (300) del sistema de adhesión por inducción a la unidad de computación, o mediante un sistema de programación interno implementado en el generador (300).

18. Procedimiento de autoajuste de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la determinación de los parámetros de potencia para la fase de calentamiento comprende las etapas de

- determinación de una potencia de calentamiento inicial para un grupo de inductores en relación con una potencia máxima,

- calentamiento del componente mediante las unidades de inducción del grupo a la potencia de calentamiento inicial,

- después del tiempo de calentamiento predeterminado, comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente corresponde a la temperatura de gelificación predeterminada, en caso afirmativo, almacenamiento de la potencia de calentamiento inicial como potencia de calentamiento y continuación con la siguiente fase, en caso contrario, determinación de si la temperatura del componente está por encima o por debajo de la temperatura de gelificación predeterminada,

-enfriamiento del componente, preferiblemente a una temperatura de enfriamiento predeterminada,

- calentamiento del componente mediante las unidades de inducción del grupo con una potencia superior a la potencia de calentamiento inicial, si la temperatura del componente así alcanzada es inferior a la temperatura de gelificación predeterminada, y calentamiento del componente mediante las unidades de inducción del grupo con una potencia inferior a la potencia de calentamiento inicial, si la temperatura del componente así alcanzada es superior a la temperatura de gelificación predeterminada,

- después del tiempo de calentamiento predeterminado, comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente corresponde a la temperatura de gelificación predeterminada, en caso afirmativo, almacenamiento de la potencia como potencia de calentamiento y continuación con la siguiente fase, en caso contrario, repetición de las etapas: determinación de si la temperatura del componente está por encima o por debajo de la temperatura de gelificación predeterminada, enfriamiento del componente y calentamiento con la potencia modificada correspondiente hasta que la temperatura del componente corresponda a la temperatura de gelificación predeterminada.

19. Procedimiento de autoajuste de acuerdo con la reivindicación 17 o 18, en donde la determinación de los parámetros de potencia para la fase de mantenimiento comprende las etapas de

- establecimiento de una potencia de mantenimiento inicial para el conjunto de inductores inferior a la potencia de calentamiento determinada,

- calentamiento del componente a la potencia de calentamiento determinada durante el tiempo de calentamiento predeterminado, a continuación,
 - inicio de la fase de mantenimiento con la potencia de mantenimiento inicial especificada y comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente se encuentra dentro de la banda de tolerancia especificada en torno a la temperatura de mantenimiento especificada; en caso afirmativo, almacenamiento de la potencia de mantenimiento inicial como potencia de mantenimiento; en caso contrario, determinación de si la temperatura del componente aumenta o disminuye durante la fase de mantenimiento,
 - enfriamiento del componente, preferiblemente durante un período de tiempo de enfriamiento predeterminado,
 - calentamiento del componente con la potencia de calentamiento determinada durante el tiempo de calentamiento predeterminado, e inicio de la fase de mantenimiento con una potencia mayor que la potencia de mantenimiento inicial si la temperatura del componente así alcanzada disminuye durante la fase de mantenimiento, e inicio de la fase de mantenimiento con una potencia menor que la potencia de mantenimiento inicial si la temperatura del componente así alcanzada aumenta durante la fase de mantenimiento,
 - repetición de las etapas de: comprobación de si la temperatura del componente medida con los sensores de temperatura del componente se encuentra dentro de la banda de tolerancia predeterminada en torno a la temperatura de mantenimiento predeterminada, en caso afirmativo, almacenamiento de la potencia modificada como potencia de mantenimiento, en caso contrario, determinación de si la temperatura del componente aumenta o disminuye durante la fase de mantenimiento, enfriamiento, calentamiento e inicio de la fase de mantenimiento hasta que la temperatura del componente se encuentre dentro de la banda de tolerancia predeterminada en torno a la temperatura de mantenimiento predeterminada durante la fase de mantenimiento.
20. Procedimiento de autoajuste de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 17 a 19, que comprende la etapa de: determinación de los parámetros de rendimiento para al menos otra fase intermedia, preferiblemente una fase de transición entre la fase de calentamiento y la fase de mantenimiento, estableciendo una potencia de transición para el grupo de inductores e iniciando la fase de transición con la potencia de transición establecida después de realizar la fase de calentamiento y antes de realizar la fase de mantenimiento, y comprobación de si se consigue una transición de temperatura deseada de la fase de calentamiento a la fase de mantenimiento, en caso afirmativo, almacenamiento de la potencia de transición, y, en caso contrario, repetición de las etapas después de enfriar el componente mientras se cambia la potencia de calentamiento hasta que se consigue la transición de temperatura deseada de la fase de calentamiento a la fase de mantenimiento.
21. Procedimiento de regulación para calentar los inductores de un sistema de adhesión por inducción para la adhesión de componentes inductivos mediante un procedimiento de unión multipunto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 9 a 15, que comprende las etapas de
- determinación de una frecuencia máxima a partir de una curva de resonancia de la disposición oscilante de los inductores y las resistencias capacitivas y óhmicas del sistema de adhesión por inducción,
 - inicio del sistema con una tensión constante y una señal periódica que conmuta entre dos valores, preferiblemente una señal de onda cuadrada, a la máxima frecuencia con una anchura de impulso minimizada,
 - aumento gradual de la anchura del pulso hasta un ciclo de trabajo de 1:1,
 - disminución de la frecuencia desde la frecuencia máxima hacia la frecuencia de resonancia hasta una frecuencia de trabajo en la que la potencia de calentamiento generada por la intensidad de corriente inducida corresponde a una potencia de calentamiento predeterminada.
22. Procedimiento de regulación para el funcionamiento controlado por energía en función de la temperatura ambiente de un sistema de adhesión por inducción para la adhesión de componentes inductivos mediante un procedimiento de unión multipunto de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 9 a 15, que comprende al menos un sensor térmico para detectar una temperatura ambiente, que comprende las etapas de
- establecimiento de una línea de compensación para cada grupo de inductores del sistema de adhesión por inducción, en la que se traza un factor de corrección de energía (E/E_0) frente a la temperatura ambiente, determinando un valor teórico de energía (E_0) a una temperatura ambiente estándar (T_0) para cada grupo de inductores, y prescribiendo un valor de energía (E) que se desvía del valor teórico de energía (E_0) a una desviación de temperatura detectada con el sensor térmico, para lograr un resultado del proceso correspondiente al resultado del proceso logrado con el valor teórico de energía (E_0) a la temperatura ambiente estándar (T_0), en donde el valor de energía (E) se hace más pequeño a una temperatura detectada más alta que la temperatura ambiente estándar (T_0) y se hace más grande a una temperatura detectada más baja que la temperatura ambiente estándar (T_0), de modo que el factor de corrección de energía (E/E_0) se determina para cada temperatura,
 - para llevar a cabo un proceso de adhesión con el sistema de adhesión por inducción, medición de la temperatura ambiente con el al menos un sensor térmico, corrección del valor de energía (E) con el al menos un factor de

corrección de energía (E/E_0) asociado a la temperatura ambiente medida y control de los grupos de inductores del sistema de adhesión por inducción con el respectivo valor de energía corregido (E).

Fig. 1a

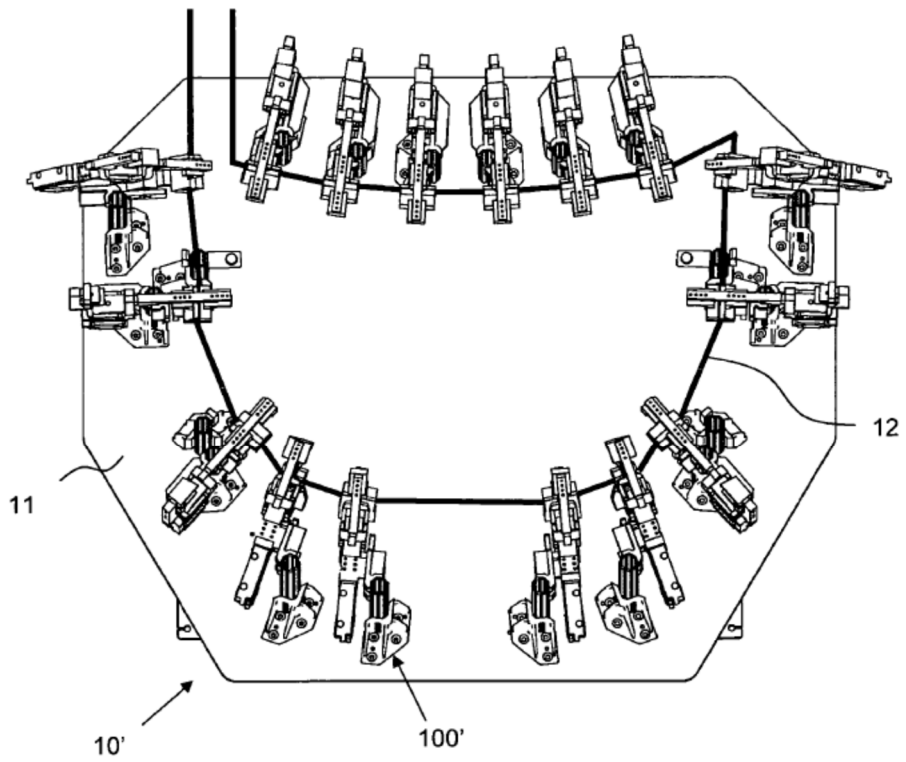


Fig. 1b

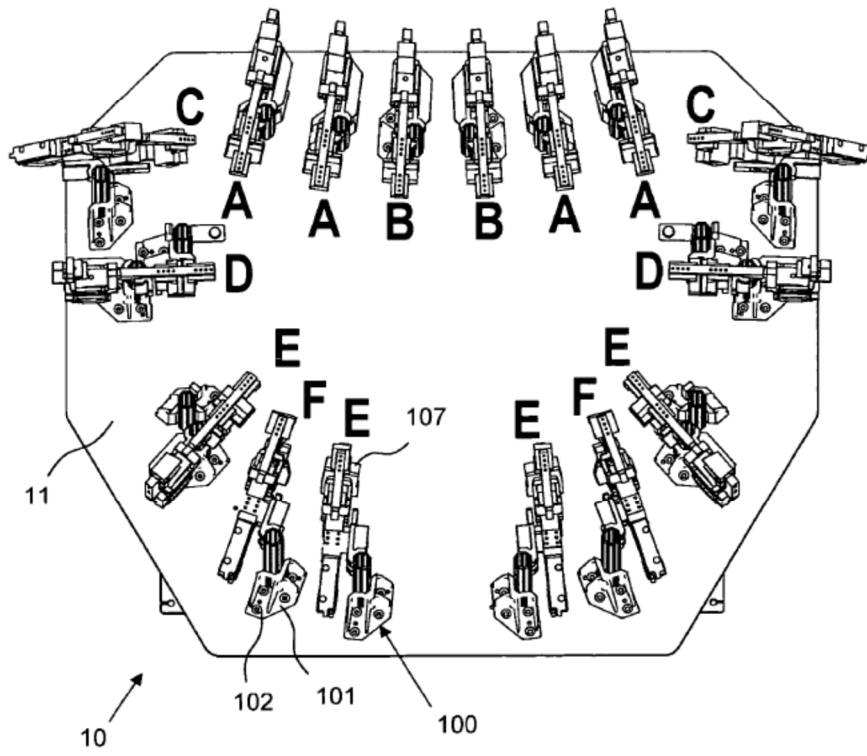


Fig. 2a

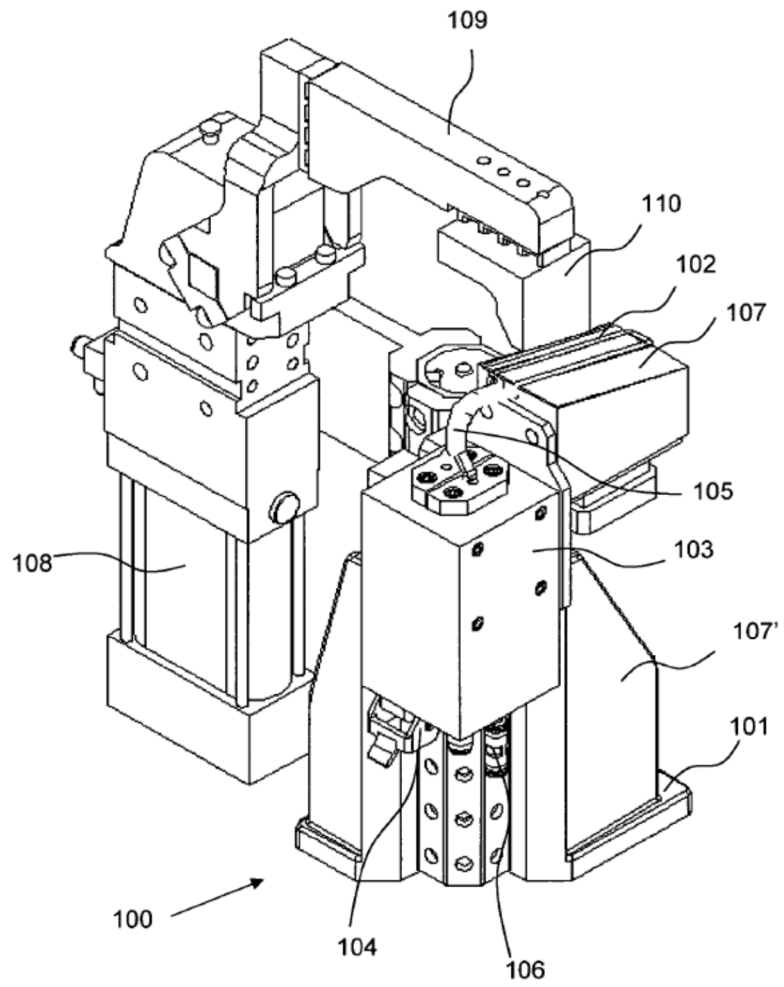


Fig. 2b

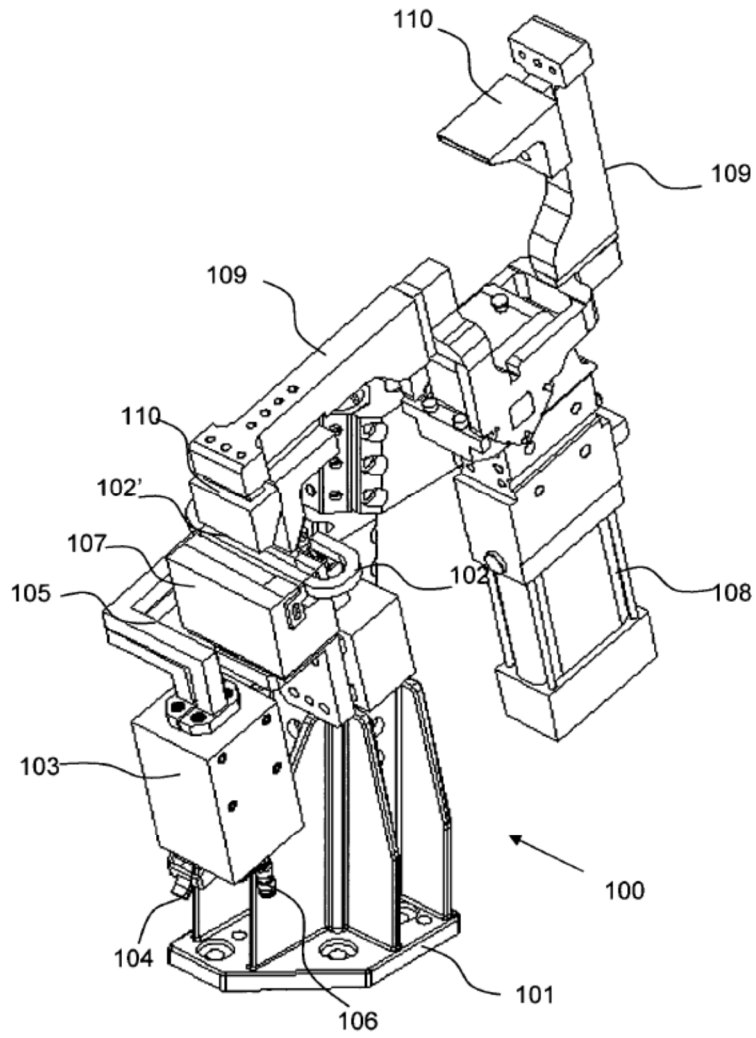


Fig. 2c

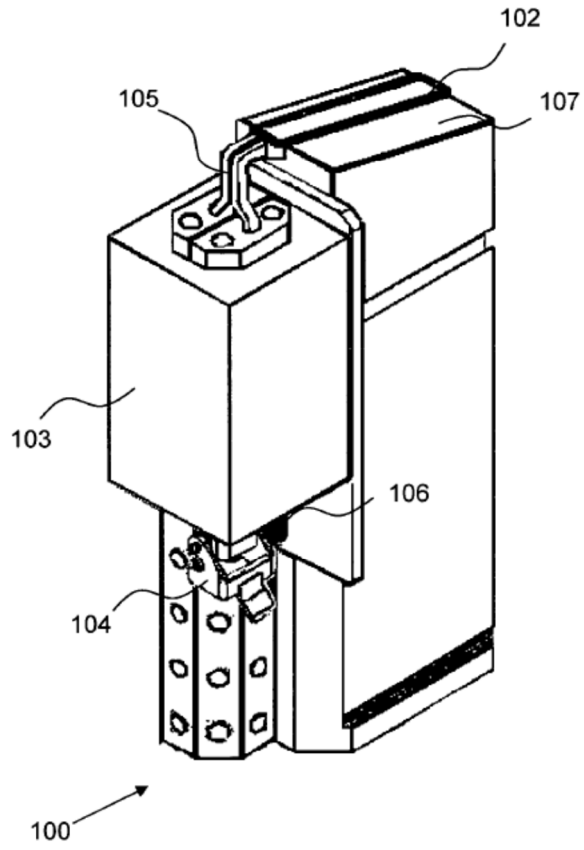
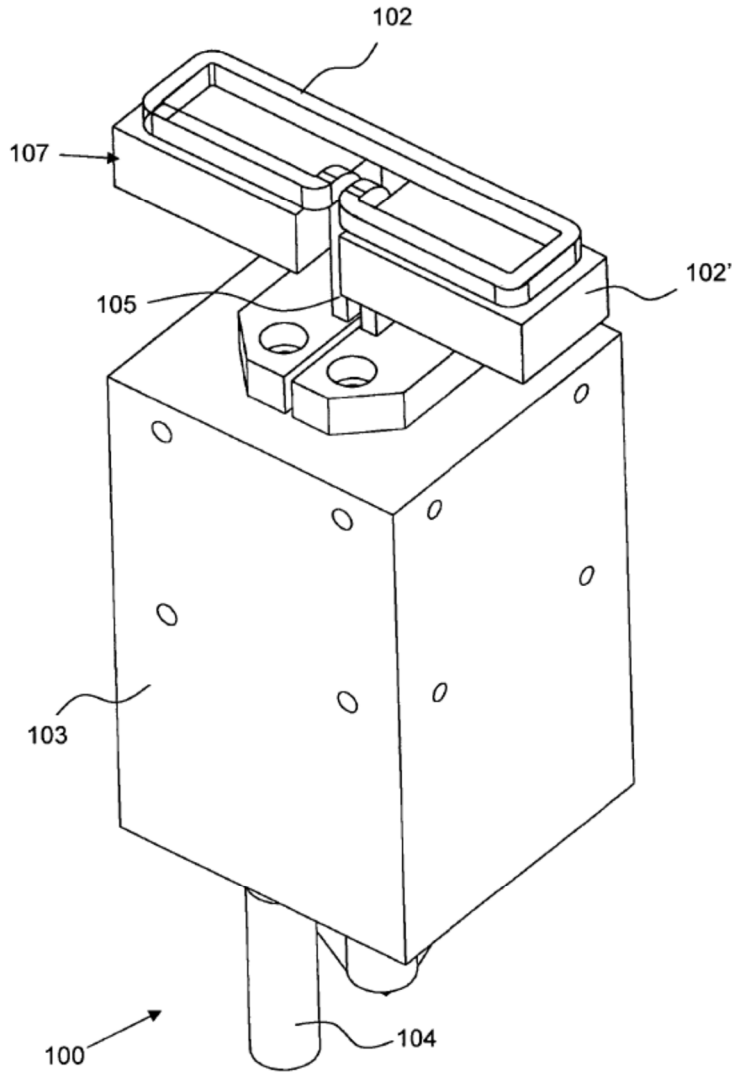


Fig. 2d



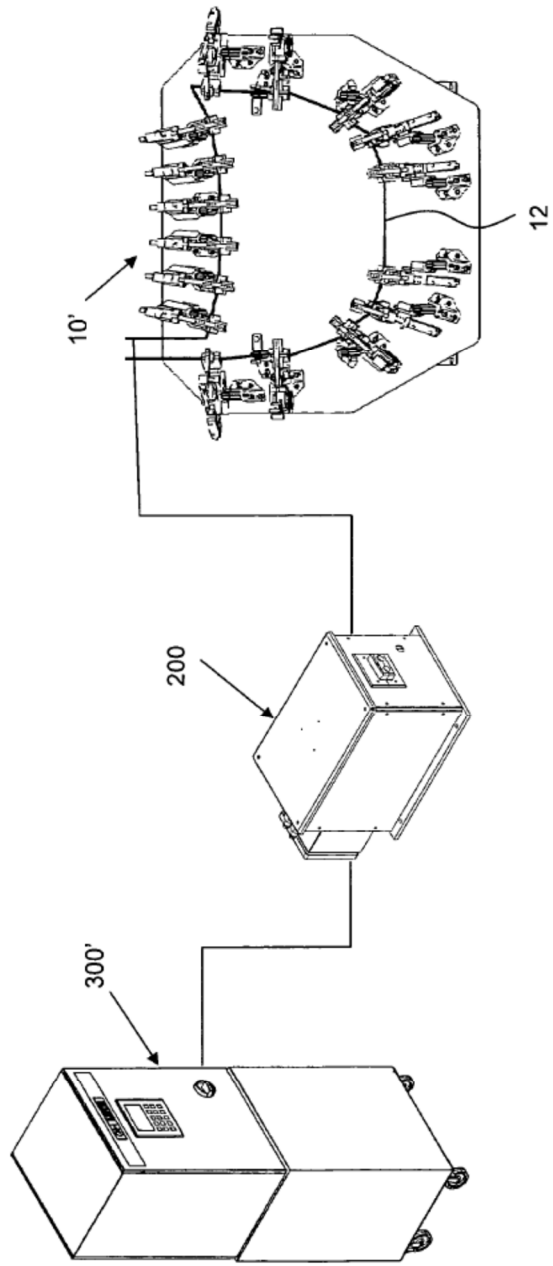


Fig. 3a

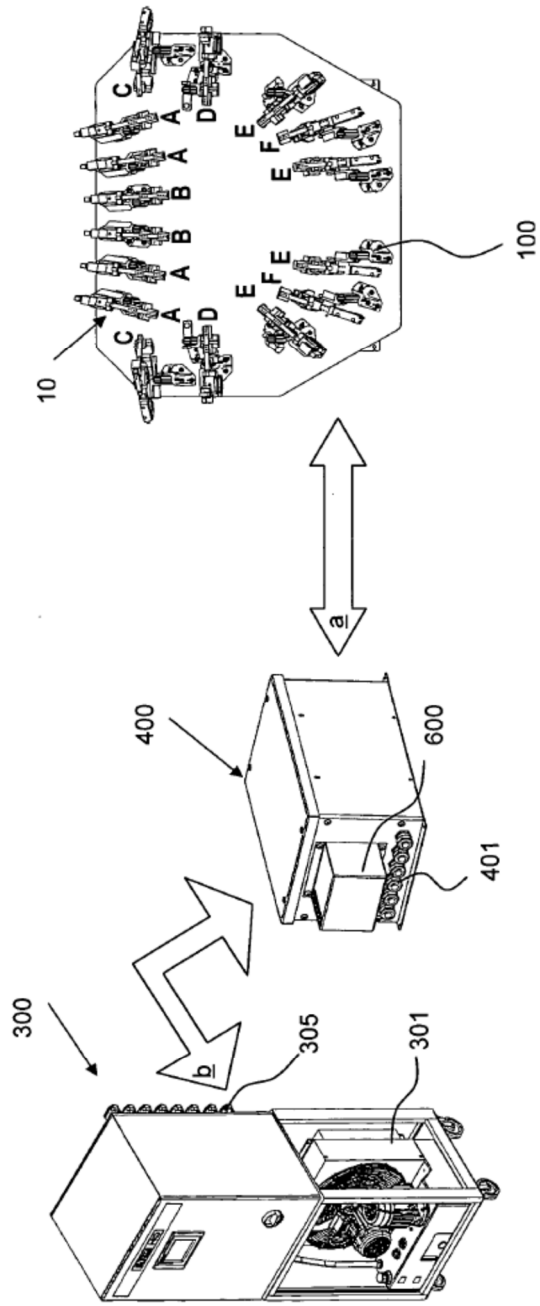
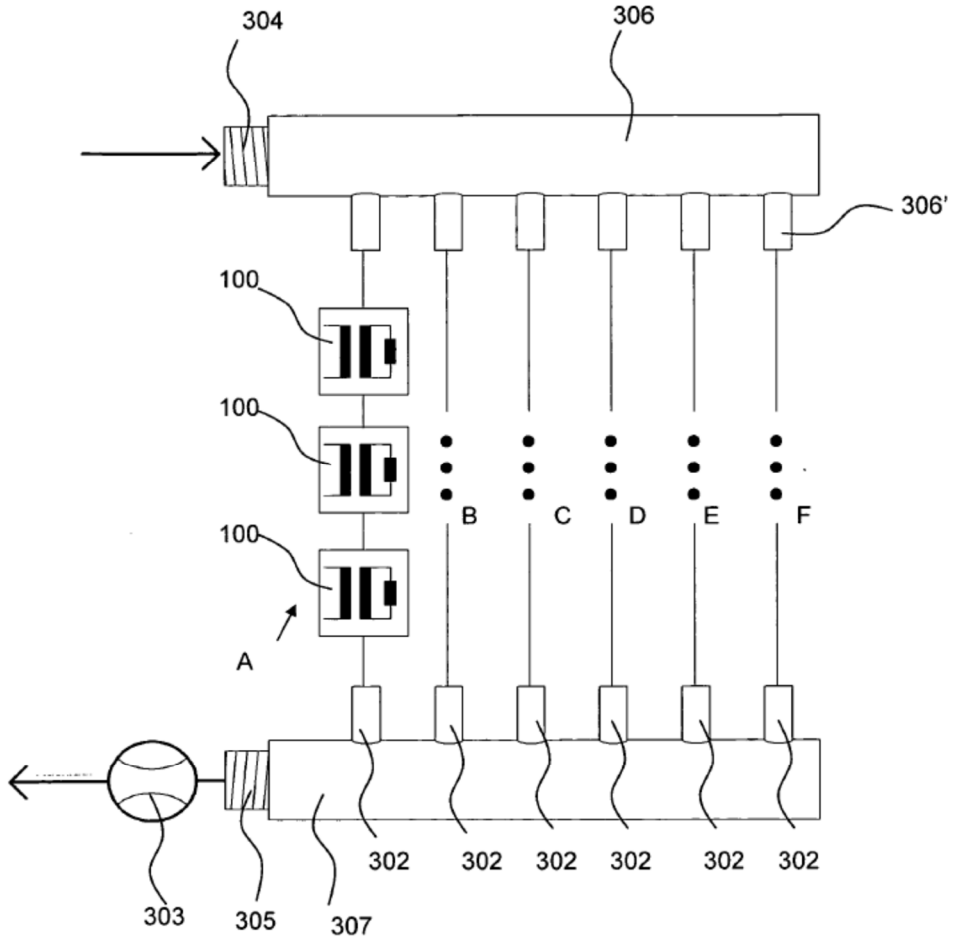


Fig. 3b

Fig. 4



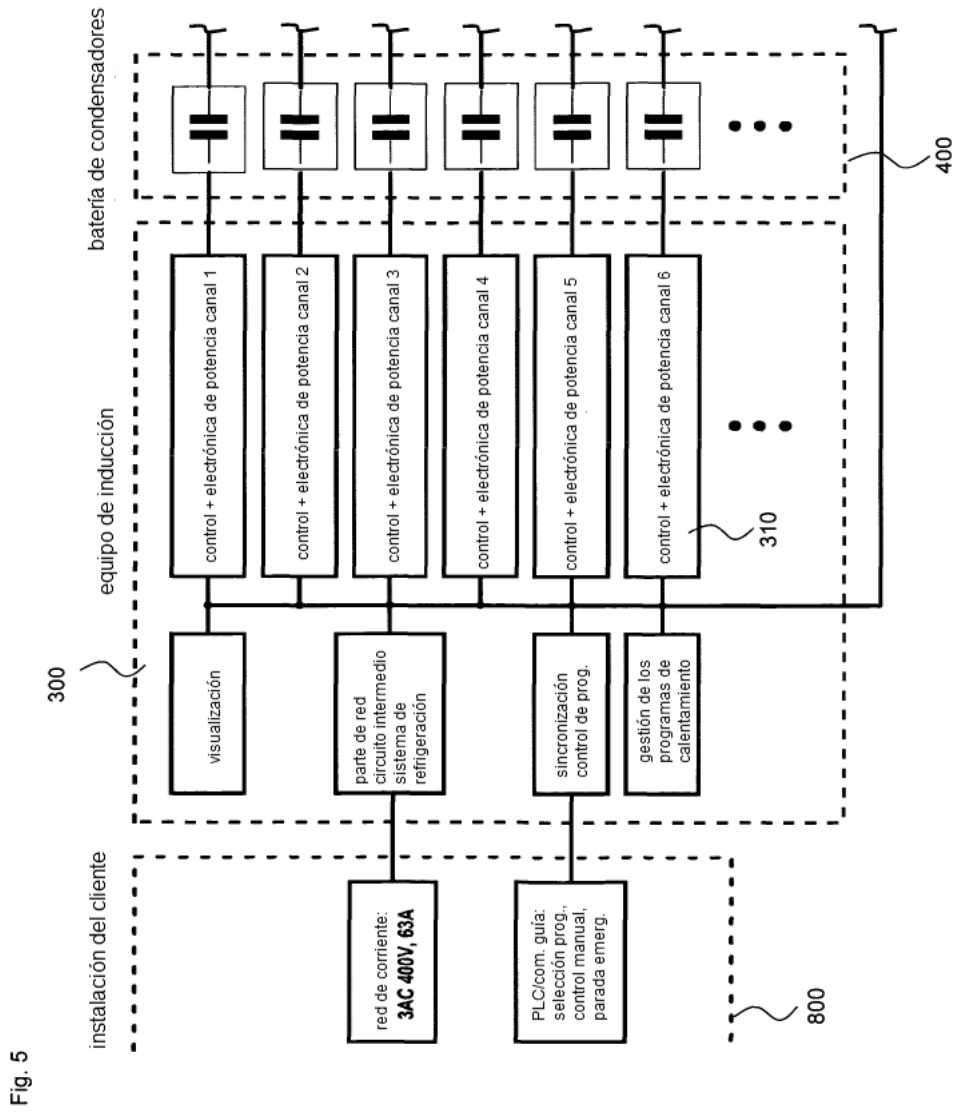


Fig. 5

Fig. 5

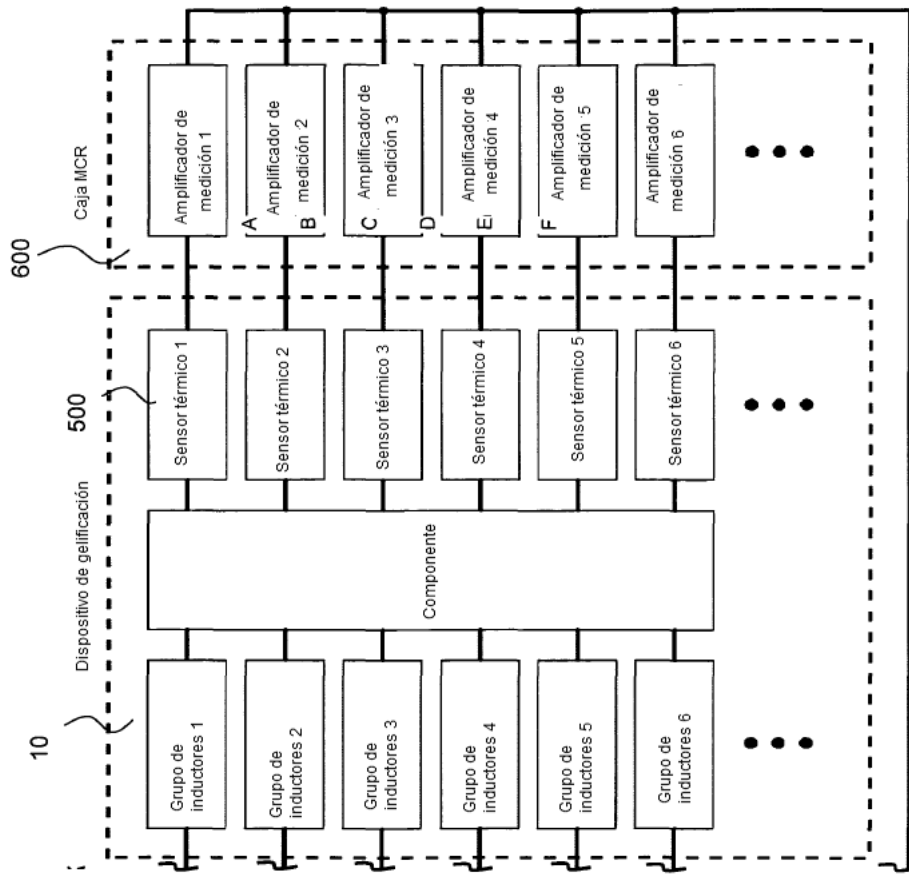


Fig. 6a

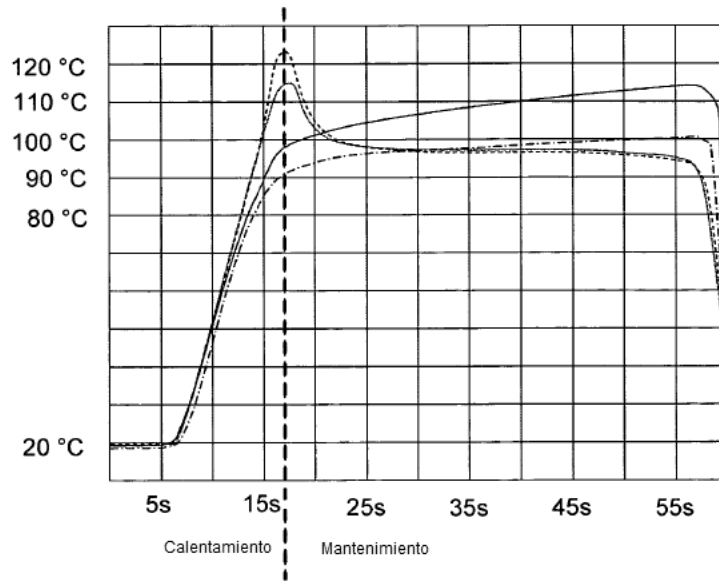
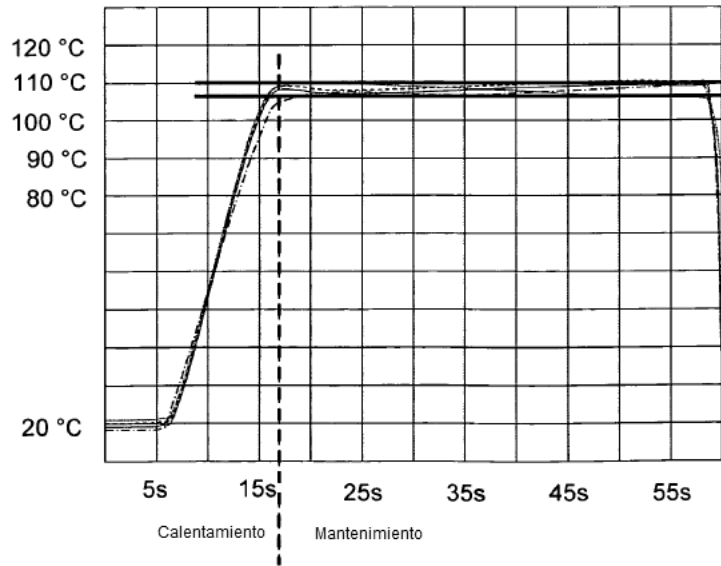


Fig. 6b



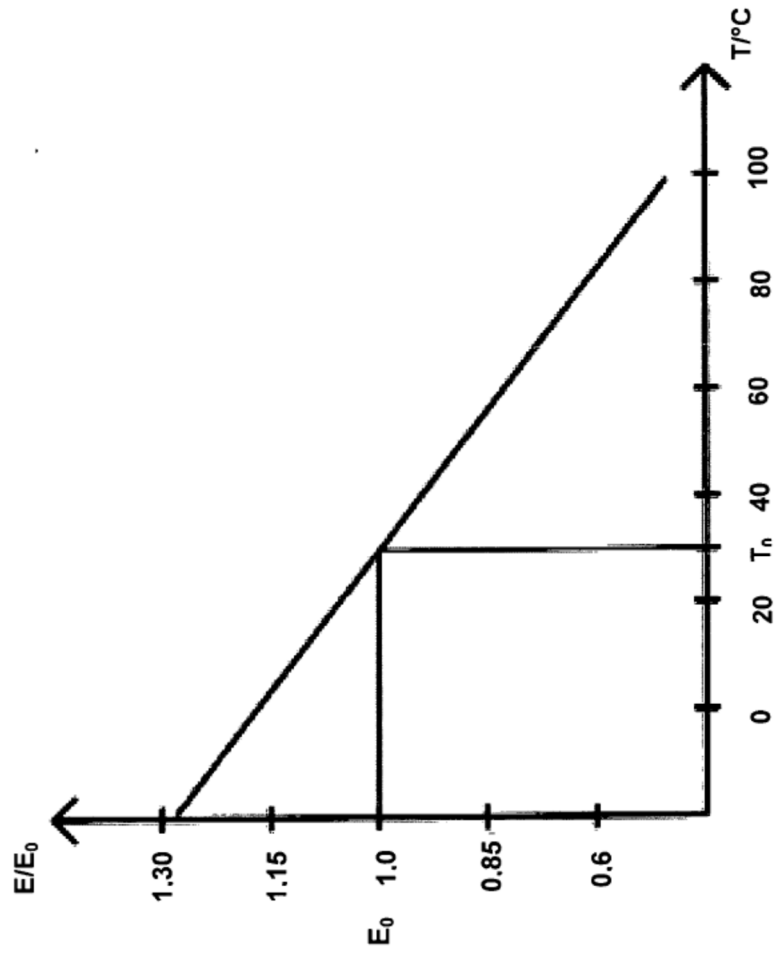


Fig. 6c

Fig. 7a

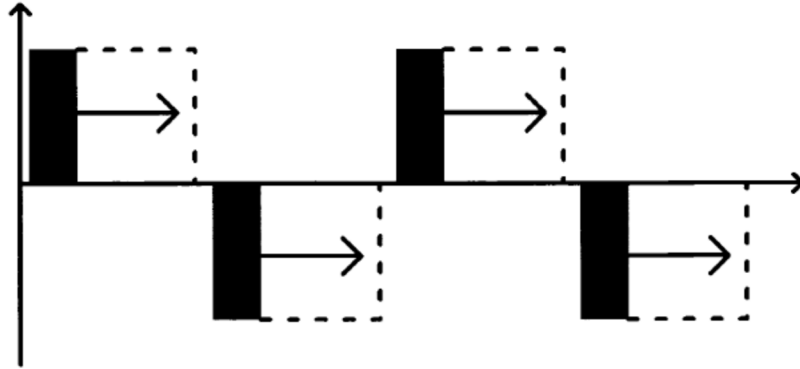


Fig. 7b

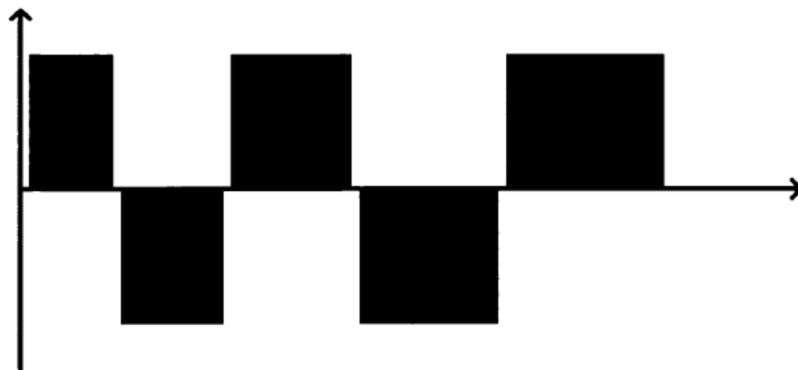


Fig. 8a

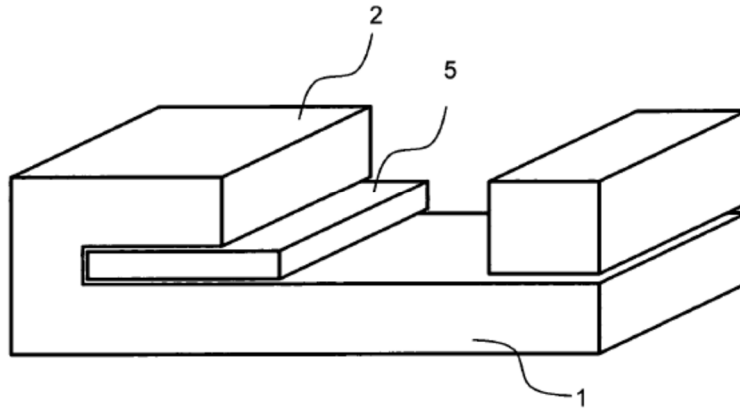


Fig. 8b

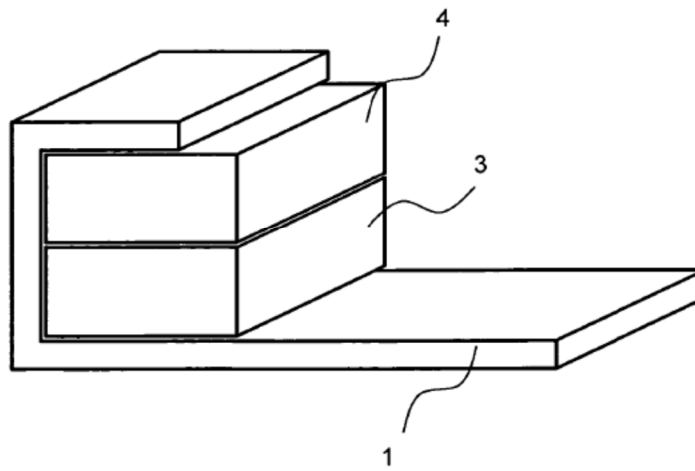


Fig. 9a

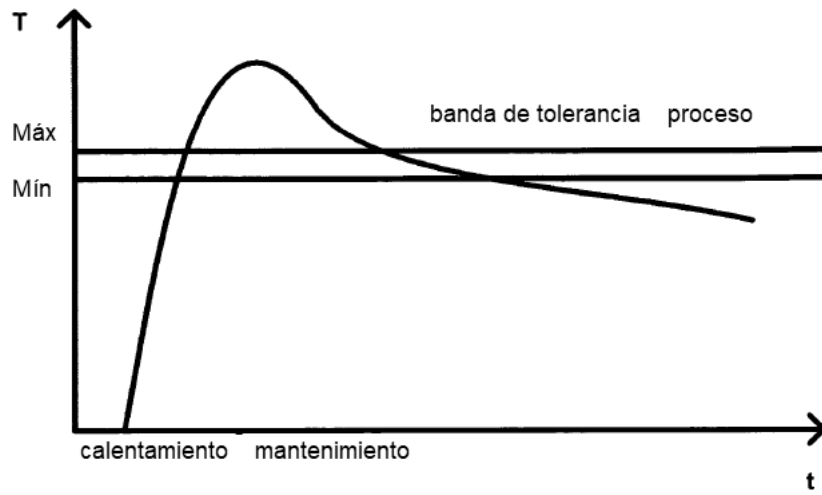


Fig. 9b

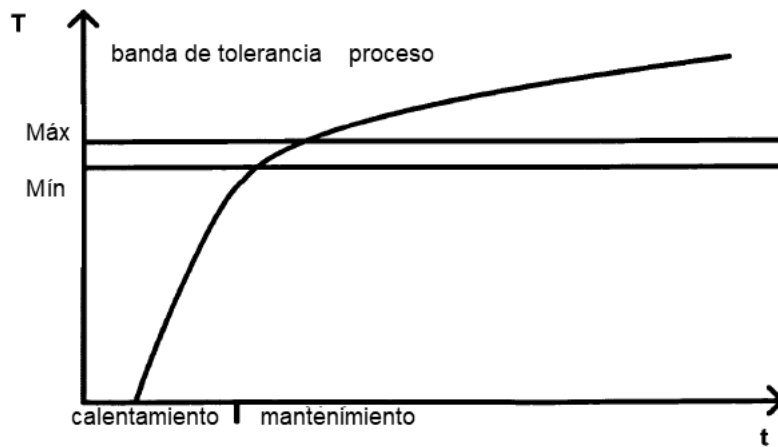


Fig. 10a

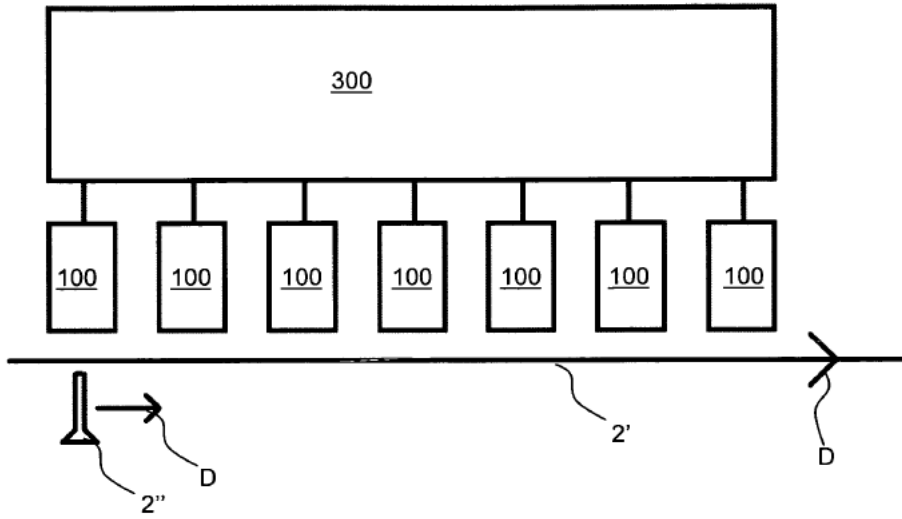


Fig. 10b

