

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 406**

51 Int. Cl.:

**B23K 11/00** (2006.01)

**B23K 11/11** (2006.01)

**B23K 11/16** (2006.01)

**B23K 11/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2014 PCT/EP2014/002955**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15070959**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2014 E 14796418 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 3068573**

54 Título: **Soldadura por resistencia en varias etapas de chapas sándwich**

30 Prioridad:

**12.11.2013 DE 102013112436**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.08.2019**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (50.0%)  
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100  
47166 Duisburg, DE y  
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHERGUI, AZEDDINE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 722 406 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**

Soldadura por resistencia en varias etapas de chapas sándwich

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para soldar por resistencia una chapa sándwich con al menos otro componente metálico, donde la chapa sándwich presenta dos capas de cubierta metálicas y una capa de plástico termoplástico dispuesta entre las capas de cubierta metálicas, en el cual al menos el área a soldar de la chapa sándwich es calentada de tal modo que la capa de plástico termoplástico se reblandece y es desplazada del área de soldadura por compresión de las capas de cubierta, las capas de cubierta son termosoldadas entre sí con el  
10 otro componente mediante un flujo de corriente eléctrica a través de un primer y un segundo electrodo de soldadura, donde el primer electrodo de soldadura tiene contacto con una capa de cubierta metálica de la chapa sándwich y el segundo electrodo de soldadura tiene contacto con el componente metálico.

15 La creciente demanda de conceptos de construcción ligera en el sector del automóvil da prioridad a la utilización de chapas sándwich que presenten una capa de plástico termoplástico entre dos finas capas de cubierta metálicas para aumentar en mayor medida el potencial de reducción del peso en la fabricación de automóviles gracias a la utilización de chapas sándwich. Las chapas sándwich se fabrican, por ejemplo, con forma de tira mediante el recubrimiento de una tira metálica con una capa continua de plástico termoplástico y con otra tira metálica, y se individualizan formando chapas. Las chapas sándwich pueden proporcionar diferentes propiedades excluyentes que  
20 abran nuevas posibilidades en cuanto a la reducción del peso. Así, las chapas sándwich presentan un peso considerablemente más reducido que las chapas macizas gracias a la capa de plástico y proporcionan a la vez valores de resistencia elevados. Asimismo, las chapas sándwich insonorizan y proporcionan una gran rigidez. Sin embargo, en las chapas sándwich resulta desventajoso que presenten una capa de plástico aislante eléctricamente que durante los procedimientos de soldadura por fusión provoca problemas relativos a la formación de una unión  
25 soldada apropiada. Debido a la falta de idoneidad de las chapas sándwich para la termosoldadura, por ejemplo, para soldarlas por resistencia con otros componentes metálicos, a menudo las chapas sándwich son por tanto pegadas o unidas mecánicamente entre sí.

30 A través de la publicación de patente alemana DE 10 2011 109 708 A1, se conoce un procedimiento para unir una chapa sándwich con otro componente metálico, en el cual la capa intermedia es fundida en el área de unión y es desplazada de dicha área de unión, de modo que, estableciéndose a continuación un contacto eléctrico entre el componente y las capas de cubierta de la chapa sándwich, se puede generar una unión por soldadura. Se propone que el calentamiento de las áreas de unión se efectúe mediante electrodos de temperatura controlable o elementos de compresión. Para ello, los electrodos de soldadura o los elementos de compresión son provistos, por ejemplo, de  
35 elementos de calentamiento. Con ello, la estructura de los electrodos de soldadura se complica relativamente. Además, se puede aumentar aún en mayor medida la velocidad del calentamiento de la capa de plástico termoplástico, por lo que se pueden conseguir duraciones de ciclo más breves.

40 Asimismo, a partir del documento de patente estadounidense 4,650,951, se conoce un procedimiento para soldar por resistencia dos chapas compuestas, el cual hace uso de dos electrodos de soldadura que están calentados y así calientan y desplazan la capa de plástico presente entre las capas de cubierta antes de que empiece la verdadera termosoldadura.

45 Además, a través de la solicitud de patente alemana DE 10 2013 108 563 aún sin publicar, es conocido un procedimiento en el que se utilizan dos circuitos de corriente para unir una chapa sándwich con otro componente metálico mediante soldadura por resistencia. El procedimiento se divide aquí en dos pasos. Por un lado, en una etapa de precalentamiento durante el cual se calienta el área a soldar a través de una corriente de precalentamiento y el plástico termoplástico es desplazado del área a termosoldar de la chapa sándwich. Por otro lado, la chapa sándwich es termosoldada con el componente metálico tras el precalentamiento mediante la aplicación de una  
50 corriente de soldadura. Sin embargo, ha resultado que con este modus operandi se puede producir un cortocircuito durante el contacto de las chapas de cubierta con la corriente de precalentamiento aún siendo aplicada y que, de esta forma, se pueden producir salpicaduras en la chapa sándwich que pueden provocar la formación de burbujas o una deslaminación.

55 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento sencillo para soldar por resistencia chapas sándwich con el que se pueda unir una chapa sándwich con otro componente metálico dentro del margen de una duración de ciclo breve sin que se formen burbujas ni se produzcan defectos en el componente sándwich.

60 De acuerdo con el concepto de la presente invención, se consigue el objetivo expuesto mediante una soldadura por resistencia que presente al menos los siguientes pasos:

- (A) calentar el área a soldar de la chapa sándwich a través de una corriente de precalentamiento, donde la corriente de precalentamiento fluye a través de un puentado entre el primer electrodo de soldadura y el  
65 componente metálico que ha de ser termosoldado, y desplazar el plástico existente entre las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich en el área de soldadura mediante la aplicación de una fuerza de soldadura sobre

el primer y el segundo electrodo de soldadura, de modo que las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich son presionadas una sobre la otra,

- 5 - (B) generar una soldadura por adherencia entre las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich utilizándose una corriente de soldadura por adherencia entre el primer y el segundo electrodo de soldadura,
- (C) termosoldar las capas de cubierta metálicas soldadas por adherencia de la chapa sándwich con el componente mediante una corriente de soldadura.

10 Se puede evitar de manera eficaz que se produzcan salpicaduras que provoquen defectos en el componente sándwich a través de que las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich de acuerdo con el concepto de la presente invención sean unidas primero mediante soldadura por adherencia y de que, a continuación, sean termosoldadas con el componente metálico. Con la termosoldadura directa, los restos de plástico que aún queden al desplazarse la capa de plástico son fundidos o evaporados sobre los lados interiores de las capas de cubierta metálicas en un margen de tiempo muy breve. Los gases que se producen provocan la formación de burbujas o deslaminación. Además, las salpicaduras también pueden interactuar con restos de plástico por la evaporación de partes del recubrimiento de las capas de cubierta metálicas en el interior de la chapa sándwich, por lo que se puede producir la formación de burbujas, o bien, la deslaminación, directamente alrededor del área de unión. Por el contrario, la aplicación de energía se mantiene reducida en la soldadura por adherencia, de modo que las capas de cubierta metálicas no se funden por completo, sino que solo se establece una unión de material en la capa límite entre las dos capas de cubierta metálicas. Puesto que el resto del metal no se encuentra a la temperatura de fusión, el plástico que se encuentre en sus proximidades no es llevado a la temperatura de evaporación, por lo que tiene lugar una eliminación delicada de los restos de plástico presentes entre las capas de cubierta metálicas antes de y/o durante la soldadura por adherencia. A continuación, se puede efectuar la etapa consistente en termosoldar las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich con el componente metálico sin que se provoque la formación de burbujas o una deslaminación en las áreas adyacentes de la chapa sándwich.

De acuerdo con la invención, la corriente de precalentamiento fluye a través de un puenteado entre el primer electrodo de soldadura y el componente metálico que ha de ser termosoldado, de modo que se puede impedir que la corriente sea guiada directamente a través de una chapa de cubierta para evitar que se produzcan daños como, por ejemplo, una deslaminación entre la chapa de cubierta y la capa de plástico, como consecuencia de un calentamiento excesivo.

35 Según una primera forma de realización, se realiza una medición de la resistencia entre el primer y el segundo electrodo de soldadura, de modo que, en el caso de descenso de la resistencia eléctrica entre los electrodos de soldadura, se reduce o se desconecta la corriente de precalentamiento. A través de la medición de la resistencia entre los dos electrodos de soldadura, es posible vigilar el proceso de desplazamiento de la capa de plástico termoplástico del área a termosoldar de la chapa sándwich. Si las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich se aproximan, la resistencia eléctrica entre el primer y el segundo electrodo de soldadura desciende con rapidez, descendiendo ésta a un mínimo más lentamente con una fuerza de soldadura que siga manteniéndose constante sobre los dos electrodos de soldadura durante el contacto metálico entre las dos capas de cubierta metálicas. Por lo tanto, a través de la medición de la resistencia, la corriente de precalentamiento puede ser ajustada o, dado el caso, desconectada, siendo dirigida en dependencia del desplazamiento del plástico del área que ha de termosoldarse.

45 De acuerdo con la siguiente forma de realización, el procedimiento puede ser mejorado en mayor medida a través de que, tras la reducción de la corriente de precalentamiento a un primer valor predefinido o la desconexión de la corriente de precalentamiento, los dos electrodos de soldadura sigan siendo aproximados hasta que las chapas de cubierta se toquen por completo en el área que ha de ser unida. Para generar una soldadura por adherencia entre el primer y el segundo electrodo de soldadura, se ajusta una corriente de soldadura por adherencia entre las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich, donde la corriente de soldadura por adherencia es opcionalmente menor que la corriente de soldadura. Se ha demostrado que se puede mejorar en mayor medida la evitación en la chapa sándwich de las salpicaduras y las burbujas o la deslaminación que se generan con ellas no conectándose la corriente de soldadura por adherencia entre el primer y el segundo electrodo de soldadura hasta que la corriente de precalentamiento haya descendido ya a un valor predefinido, por ejemplo, muy bajo, o haya sido desconectada por completo y las chapas de cubierta se toquen esencialmente por completo en el área a unir. De este modo, se controla mejor la entrada de calor en la chapa sándwich. De manera opcional, la corriente de soldadura por adherencia es menor que la corriente de soldadura que se utiliza para termosoldar las capas de cubierta metálicas con el componente metálico. Gracias a esta medida, el área de las capas de cubierta metálicas que están en contacto se calienta con cuidado y se consigue una posibilidad de control mejorado de la soldadura por adherencia de las capas de cubierta metálicas.

65 Preferentemente, la resistencia eléctrica entre el primer y el segundo electrodo de soldadura desciende a un primer valor de resistencia predefinido durante el precalentamiento y la compresión de los electrodos de soldadura uno hacia el otro, de modo que, al alcanzarse el primer valor de resistencia predefinido, la corriente de precalentamiento se reduce o se desconecta para evitar que se produzca un cortocircuito durante el contacto total de las chapas de cubierta. De esta forma, se puede activar la conexión de la corriente de soldadura por adherencia una vez que, por

ejemplo, ya no hay prácticamente plástico entre las capas de cubierta metálicas.

Preferentemente, la corriente de soldadura por adherencia es ajustada en su valor máximo utilizándose una función rampa. También de esta forma, se consigue que los restos de plástico que queden aún entre las capas de cubierta metálicas se puedan calentar con cuidado y se puedan eliminar del espacio intermedio existente entre las capas de cubierta metálicas a través de la fuerza de soldadura aplicada por los electrodos de soldadura.

De acuerdo con otro diseño del procedimiento, se ajusta una corriente de soldadura para soldar la chapa sándwich con el componente en el primer circuito de corriente al alcanzarse un segundo valor de resistencia eléctrica predefinido entre el primer y el segundo electrodo de soldadura. Tal y como ya se ha expuesto, existe una correlación entre el valor de la resistencia eléctrica y la cantidad de plástico que se encuentre aún entre las capas de cubierta metálicas. Por lo tanto, el segundo valor de resistencia predefinido puede utilizarse para ajustar la proporción de plástico remanente entre las capas de cubierta metálicas de tal modo que se reduzca notablemente el peligro de que se produzcan salpicaduras metálicas al termosoldarse las capas de cubierta metálicas con el componente metálico, así como el peligro de que se produzcan salpicaduras dentro de la chapa sándwich.

De acuerdo con otro diseño del procedimiento, también la corriente de soldadura es ajustada en su valor máximo utilizándose una función rampa. Por «función rampa» se entiende una corriente de soldadura o corriente de soldadura por adherencia creciente en el tiempo que desemboque en un valor máximo. Éste puede, por ejemplo, mantenerse constante durante un tiempo determinado.

Con el fin de reducir el peligro de que se produzcan defectos en la chapa sándwich mediante la velocidad del desplazamiento del plástico termoplástico del área a termosoldar de la chapa sándwich, según otra forma de realización, se aumenta la fuerza de soldadura entre el primer y el segundo electrodo de soldadura al menos hasta que descienda la resistencia eléctrica entre el primer y el segundo electrodo de soldadura. De esta forma, se aprovecha de manera intencionada el área de fusión del plástico termoplástico y, con ello, la aproximación entre sí de las capas de cubierta metálicas, para conseguir un desplazamiento lo más suave posible del plástico termoplástico del área que se ha de termosoldar.

Asimismo, se ha demostrado que, de acuerdo con otro diseño del procedimiento, es ventajoso que la fuerza de soldadura se mantenga constante tan pronto como la resistencia eléctrica entre el primer y el segundo electrodo de soldadura haya descendido a un tercer valor de resistencia predefinido. El tercer valor de resistencia predefinido puede ser menor o mayor que la resistencia eléctrica entre los electrodos de soldadura con la que se conecte la corriente de soldadura por adherencia. No obstante, también es posible que los dos valores de la resistencia sean idénticos.

Finalmente, de acuerdo con un diseño particularmente sencillo, la corriente de precalentamiento también puede ser desconectada tras un tiempo de precalentamiento fijo. A modo de ejemplo, el tiempo de precalentamiento puede ser determinado empíricamente en dependencia de la corriente de precalentamiento ajustada y de la chapa sándwich a termosoldar en cada caso en combinación con el componente a termosoldar determinándose empíricamente un intervalo de tiempo con la corriente de precalentamiento conectada y fuerza de soldadura constante durante el cual la resistencia eléctrica entre el primer y el segundo electrodo de soldadura descienda de manera acusada. Entonces, la corriente de precalentamiento puede ser ajustada de tal modo que el descenso de la resistencia se produzca una vez se haya desconectado la corriente de precalentamiento, ya que el descenso de la resistencia comienza con un ligero retardo por el ablandamiento del plástico. En principio, también es posible ajustar de manera fija el momento de la conexión de la corriente de soldadura por adherencia y/o de la corriente de soldadura en dependencia de la desconexión de la corriente de precalentamiento, donde los momentos de conexión se fijen preferiblemente mediante ensayos empíricos de soldadura entre el componente y la chapa sándwich. Así, es posible, por ejemplo, soldar por resistencia sin medir la resistencia simultáneamente.

A continuación, la invención se explica más detalladamente por medio de ejemplos de realización en relación con el dibujo. El dibujo muestra en

Fig. 1a, b la aparición de defectos en la chapa sándwich por salpicaduras, en una vista de sección esquemática,

Fig. 2 a, b, c un ejemplo de realización de un dispositivo para ejecutar el procedimiento según la invención en diferentes momentos, en una representación de sección esquemática,

Fig. 3 en una gráfica, la evolución temporal de un ejemplo de realización del procedimiento según la invención, y

Fig. 4 en una gráfica, otro ejemplo de realización del procedimiento según la invención.

En primer lugar, la figura 1a) muestra en una vista de sección esquemática el estado inicial al termosoldarse una chapa sándwich 1, la cual está compuesta por dos capas de cubierta 1a, 1c metálicas y una capa de plástico

termoplástico 1b, que está dispuesta entre las dos capas de cubierta 1a, 1c. En el área a termosoldar 3, las capas de cubierta 1a y 1c metálicas ya han sido puestas en contacto. No obstante, al utilizarse los procedimientos convencionales de soldadura por resistencia, con el contacto de las chapas de cubierta y la corriente de precalentamiento conectada, dentro de la chapa sándwich se generan salpicaduras, que aquí están indicadas con flechas. Las salpicaduras pueden provenir también del calentamiento demasiado rápido del plástico, el cual se evapora y, dado el caso, arrastra consigo metal líquido del recubrimiento de las capas de cubierta. Tal y como aparece representado en la figura 1b), las salpicaduras provocan en un área 4 adyacente al área de soldadura 3 la evaporación local del plástico por las salpicaduras calientes, por lo que se pueden observar, por ejemplo, defectos de soldadura típicos como abombamientos de la chapa sándwich.

En las figuras 2a a c, aparece representado esquemáticamente un ejemplo de realización de un dispositivo utilizable para termosoldar chapas sándwich con componentes metálicos. El dispositivo 5 para termosoldar chapas sándwich 1 con componentes metálicos 2 presenta primero un primer y un segundo electrodo de soldadura 6, 7 y una corriente de precalentamiento  $I_V$  suministrada entre los dos electrodos de soldadura. La corriente de precalentamiento  $I_V$  es generada por una fuente de corriente o fuente de tensión 8. La corriente fluye desde la fuente de tensión 8 a través de un puenteado 9 entre el primer electrodo de soldadura 6 y el componente metálico 2 a termosoldar. De esta forma, se garantiza que las chapas de cubierta no sean calentadas directamente, por lo que se puede evitar que se produzca una entrada de calor excesiva y la deslaminación de la chapa sándwich. Tras la conexión de la corriente de precalentamiento  $I_V$ , los electrodos de soldadura 6, 7 son presionados uno contra el otro mediante una fuerza de soldadura  $F_s$  para desplazar el plástico calentado del área que ha de termosoldarse (Fig. 2a). Poco antes de que las dos chapas de cubierta entren en contacto en el área a termosoldar, la corriente de precalentamiento  $I_V$  es reducida o, preferiblemente, desconectada, mientras que los electrodos de soldadura 6, 7 siguen siendo movidos o presionados uno contra el otro hasta que las chapas de cubierta estén en contacto por completo.

Después de ponerse en contacto las dos chapas de cubierta, una corriente de soldadura por adherencia  $I_H$  es suministrada por la fuente de tensión 8, por lo que se puede generar de forma controlada una unión de material en la capa límite entre las dos chapas de cubierta (Fig. 2b). Debido a la menor resistencia eléctrica, la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$  fluye a través de las capas de cubierta 1a, 1c hacia el segundo electrodo y solo en una pequeña parte a través del puenteado 9. Después de proporcionarse una continuidad eléctrica en la chapa sándwich mediante una introducción de calor moderada, a continuación se proporciona una corriente de soldadura  $I_S$ , la cual funde las chapas de cubierta en el área de soldadura para unir en unión de material las chapas de cubierta entre sí y con el componente metálico (Fig. 2c). En las figuras 2a a c, está previsto un dispositivo para la medición de la resistencia eléctrica 10 que mide la resistencia eléctrica entre el primer electrodo de soldadura 6 y el segundo electrodo de soldadura 7.

En la figura 3, aparece representado un primer ejemplo de realización del procedimiento según la invención por medio de una gráfica del proceso con las representaciones de sección esquemáticas correspondientes de la chapa sándwich y del componente metálico. En la gráfica, la duración del proceso  $t$  aparece trazada en el eje  $x$  y, en la ordenada, aparecen trazados cualitativamente los valores de la corriente de precalentamiento  $I_V$ , de la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$ , la corriente de soldadura  $I_S$  y la resistencia eléctrica  $R$  entre el primer y el segundo electrodo de soldadura en dependencia de la duración del proceso  $t$ .

De acuerdo con la invención, la termosoldadura de la chapa sándwich 1 con el componente metálico 2 se divide en tres pasos. En la etapa A, el área a soldar de la chapa sándwich es calentada por una corriente de precalentamiento y el plástico presente entre las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich en el área de soldadura es desplazado mediante la aplicación de una fuerza de soldadura sobre el primer y el segundo electrodo de soldadura, de forma que las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich son presionadas una hacia la otra. En la siguiente etapa B, entre los electrodos de soldadura 6, 7 fluye una corriente de soldadura por adherencia  $I_H$  para la generación de una soldadura por adherencia entre las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich. A continuación, en la etapa C, las capas de cubierta metálicas soldadas por adherencia de la chapa sándwich son termosoldadas con el componente a través de una corriente de soldadura.

Tal y como se puede extraer de la figura 3, al descender la resistencia  $R$  entre los dos electrodos de soldadura 6 y 7 en la etapa del procedimiento A, la corriente de precalentamiento  $I_V$  se reduce en gran medida y se aplica una corriente de soldadura por adherencia  $I_H$ . En la etapa del procedimiento B, las capas de cubierta metálicas son soldadas entre sí por adherencia, de modo que el plástico restante presente entre las capas de cubierta metálicas se elimina cuidadosamente de dicha área sin que se produzcan salpicaduras en la chapa sándwich. Asimismo, entre las capas de cubierta metálicas hay una unión de material tras su soldadura por adherencia, por lo que dentro de la chapa sándwich ya no pueden producirse salpicaduras al aplicarse la corriente de soldadura  $I_S$ .

La corriente de soldadura  $I_S$  se conecta tras finalizarse la soldadura por adherencia de las capas de cubierta metálicas. Preferentemente, la conexión de la corriente de soldadura  $I_S$  se efectúa con una función rampa, de modo que la corriente de soldadura asciende en el tiempo y se aumenta hasta su valor máximo. Tras haberse realizado la termosoldadura de las capas de cubierta metálicas con el componente metálico, la corriente de soldadura  $I_S$  puede ser reducida de nuevo a cero.

En la gráfica de la figura 3, aparece representada adicionalmente la fuerza de soldadura  $F$  con la que los dos electrodos de soldadura 6 y 7 son presionados uno contra el otro. Se puede observar que la fuerza de soldadura  $F$  asciende durante el paso de precalentamiento A y que alcanza un valor máximo al inicio de la soldadura por adherencia. La fuerza de soldadura  $F$  se deja en este valor máximo y se reduce a cero una vez que los electrodos de soldadura han sido retirados de la chapa sándwich unida.

Los electrodos de soldadura 6, 7 y la chapa sándwich 1 y el componente 2 aparecen representados de manera muy esquemática debajo de la gráfica en los momentos correspondientes. Tras el precalentamiento de acuerdo con la etapa A, las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich 1 están en contacto metálico, de modo que la resistencia  $R$  desciende en gran medida. En este estado, la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$  se conecta en la etapa del procedimiento B y se genera una soldadura por adherencia entre las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich. Gracias a los grosores más reducidos de las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich, solo se necesitan menores corrientes de soldadura por adherencia  $I_H$ . Al termosoldarse las capas de cubierta metálicas con el componente 2, por regla general, tal y como se representa también en la figura 3, se necesita una mayor corriente de soldadura  $I_s$ , como muestra la etapa del procedimiento C. No obstante, también la corriente de soldadura por adherencia es variable y adaptable a la configuración de los elementos de conexión.

En el ejemplo de realización representado en la figura 4, también aparecen representados los pasos del procedimiento A, B, C en función de la duración del proceso  $t$ . En el ejemplo de realización representado en la figura 4, la corriente de precalentamiento  $I_V$  está ajustada durante un periodo de tiempo  $t_1$  fijo, de modo que se consigue un calentamiento suficiente y se asegura que la corriente de precalentamiento  $I_V$  ya esté desconectada durante el descenso de la resistencia eléctrica  $R$  entre el primer y el segundo electrodo de soldadura 6, 7. Si la resistencia eléctrica entre el primer y el segundo electrodo de soldadura desciende a un primer valor de resistencia predefinido  $R_1$ , entonces la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$  se conecta y se aumenta a su valor máximo a través de una función rampa. Mediante el aumento ralentizado de la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$ , se consigue que se reduzca el peligro de salpicaduras dentro de la chapa sándwich al soldar por adherencia las capas de cubierta metálicas de la chapa sándwich. Con la soldadura por adherencia durante el paso del procedimiento B, la resistencia eléctrica  $R$  sigue descendiendo hasta el segundo valor de resistencia predefinido  $R_2$ , tal y como se observa en la figura 4, de modo que la corriente de soldadura  $I_s$  puede ser conectada al alcanzarse el valor de resistencia  $R_2$ . También en la figura 4, se observa que la corriente de soldadura  $I_s$  es mayor que la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$ .

Con el fin de ajustar el tiempo de precalentamiento fijo hasta el momento  $t_1$ , se puede recurrir, por ejemplo, a análisis de ensayos empíricos para fijar el intervalo de duración del proceso  $t_2$  a  $t_3$ , en el que, con gran probabilidad, el descenso de la resistencia se produce como consecuencia del contacto entre sí de las capas de cubierta metálicas. Si el intervalo  $t_2$  a  $t_3$  está definido, se puede ajustar de manera fija el periodo de tiempo  $t_3$ , de modo que la corriente de precalentamiento  $I_V$  esté desconectada tan pronto como se conecte la corriente de soldadura por adherencia  $I_H$ .

Como resultado, se puede efectuar la termosoldadura de chapas sándwich con componentes metálicos 2 con una duración del proceso reducida y prácticamente excluyéndose el peligro de que se produzcan defectos en la chapa sándwich 1 por salpicaduras.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para soldar por resistencia una chapa sándwich (1) con al menos otro componente metálico (2), donde la chapa sándwich (1) presenta dos capas de cubierta metálicas (1a, 1c) y una capa de plástico termoplástico (1b) dispuesta entre las capas de cubierta metálicas, en donde al menos el área a soldar (3) de la chapa sándwich (1) es calentada de tal modo que la capa de plástico termoplástico (1b) se reblandece y es desplazada del área de soldadura (3) por compresión de las capas de cubierta (1a, 1c), las capas de cubierta (1a, 1c) son termosoldadas entre sí con el otro componente (2) mediante un flujo de corriente eléctrica a través de un primer y un segundo electrodo de soldadura (6, 7), donde el primer electrodo de soldadura (6) tiene contacto con una capa de cubierta metálica (1a) de la chapa sándwich (1) y el segundo electrodo de soldadura (7) tiene contacto con el componente metálico (2), donde la soldadura por resistencia comprende al menos los siguientes pasos:
- (A) calentar el área a soldar (3) de la chapa sándwich (1) a través de una corriente de precalentamiento (Iv), donde la corriente de precalentamiento (Iv) fluye a través de un puenteado (9) entre el primer electrodo de soldadura (6) y el componente metálico (2) que ha de ser termosoldado, y desplazar el plástico existente entre las capas de cubierta metálicas (1a, 1c) de la chapa sándwich (1) en el área de soldadura (3) mediante la aplicación de una fuerza de soldadura (F) sobre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7), de modo que las capas de cubierta metálicas (1a, 1c) de la chapa sándwich (1) son presionadas una sobre la otra,
  - (B) generar una soldadura por adherencia entre las capas de cubierta metálicas (1a, 1c) de la chapa sándwich (1) utilizándose una corriente de soldadura por adherencia (Ih) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7),
  - (C) termosoldar las capas de cubierta metálicas (1a, 1c) soldadas por adherencia de la chapa sándwich (1) con el componente (2) mediante una corriente de soldadura (Is).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** se realiza una medición de la resistencia (10) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7) y, en el caso de descenso de la resistencia eléctrica (R) entre los electrodos de soldadura (6, 7), se reduce o se desconecta la corriente de precalentamiento (Iv).
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que,** tras la reducción de la corriente de precalentamiento (Iv) a un primer valor predefinido o la desconexión de la corriente de precalentamiento (Iv), se ajusta una corriente de soldadura por adherencia (Ih) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7) para generar una soldadura por adherencia entre las capas de cubierta (1a, 1c) metálicas de la chapa sándwich (1), donde la corriente de soldadura por adherencia (Ih) es opcionalmente menor que la corriente de soldadura (Is).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la resistencia eléctrica (R) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7) desciende a un primer valor de resistencia (R1) predefinido y la corriente de soldadura por adherencia (Ih) se conecta al alcanzarse el primer valor de resistencia (R1) predefinido.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la corriente de soldadura por adherencia (Ih) es ajustada en su valor máximo utilizándose una función rampa.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** se ajusta una corriente de soldadura (Is) para soldar la chapa sándwich (1) con el componente (2) al alcanzarse un segundo valor de resistencia eléctrica (R2) predefinido entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la corriente de soldadura (Is) es ajustada en su valor máximo utilizándose una función rampa.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** se aumenta la fuerza de soldadura (F) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7) al menos hasta que desciende la resistencia eléctrica (R) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la fuerza de soldadura (F) se mantiene constante tan pronto como la resistencia eléctrica (R) entre el primer y el segundo electrodo de soldadura (6, 7) ha descendido a un tercer valor de resistencia predefinido.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,  
**caracterizado por que**  
la corriente de precalentamiento (Iv) es desconectada tras un tiempo de precalentamiento (t1) fijo.

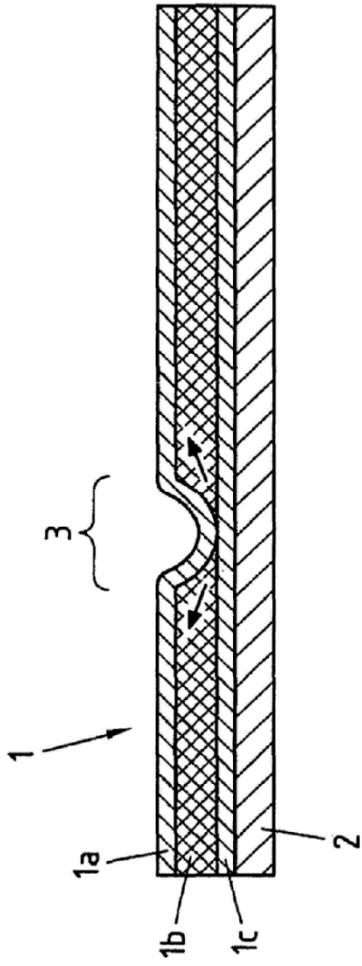


Fig.1a

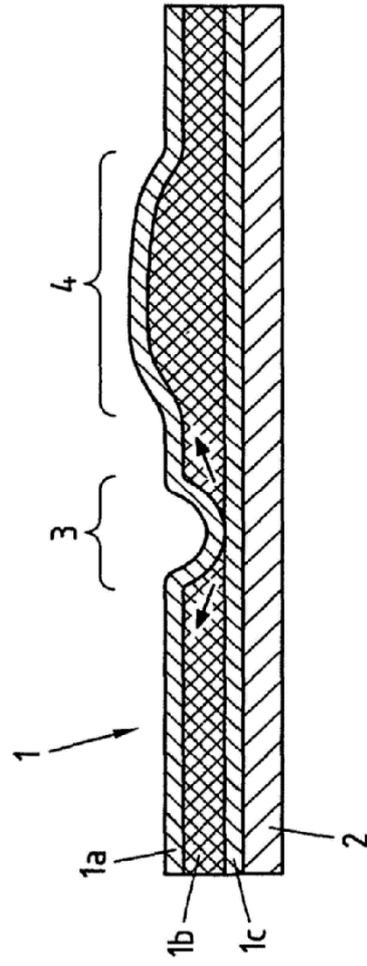


Fig.1b

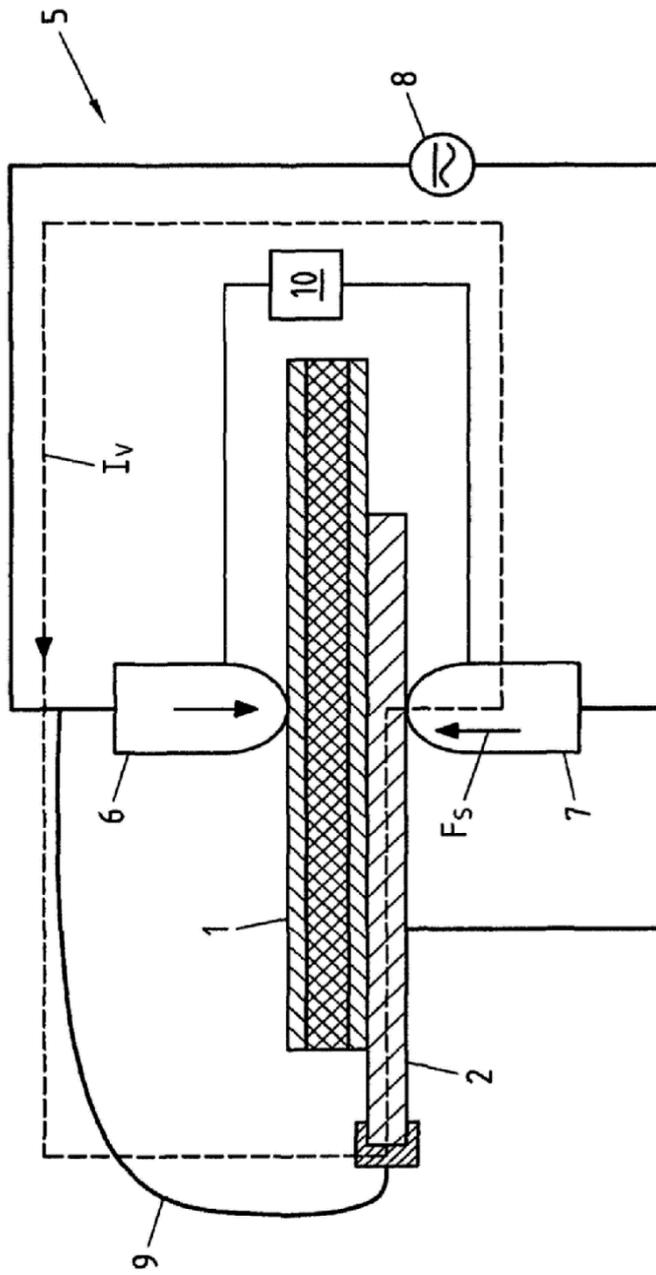


Fig.2a

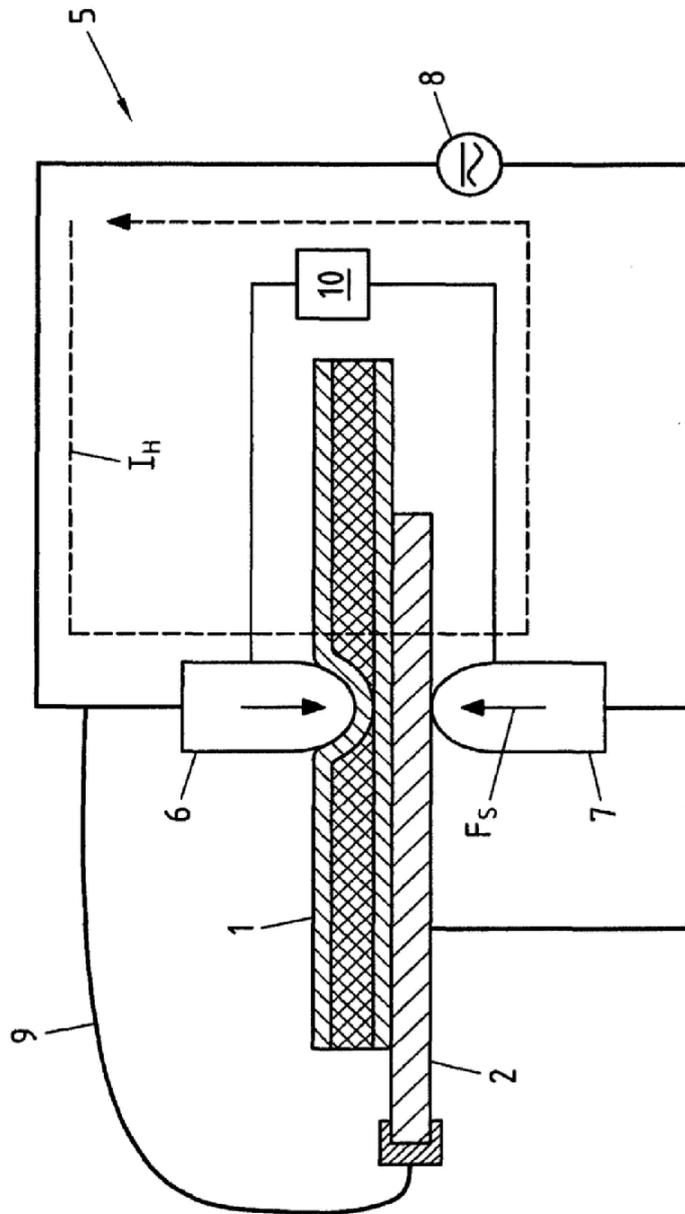


Fig.2b

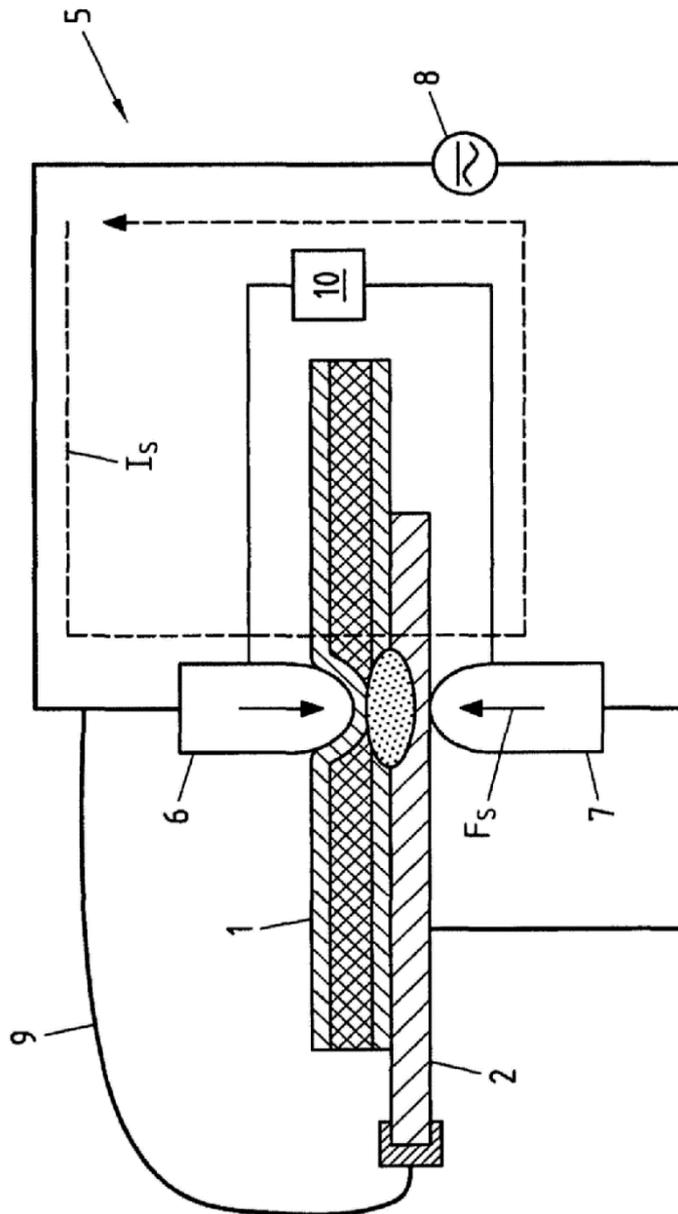


Fig.2c

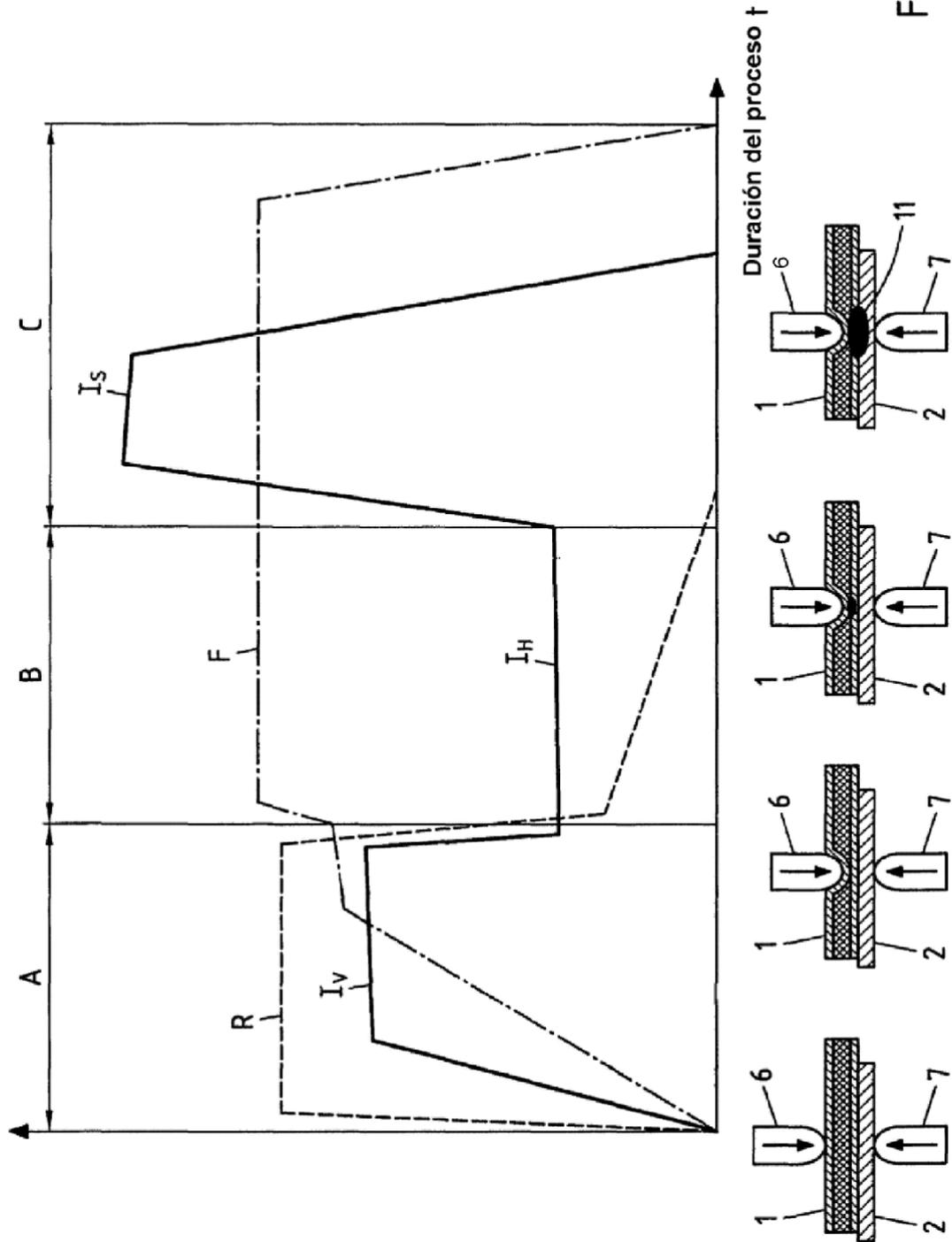


Fig.3

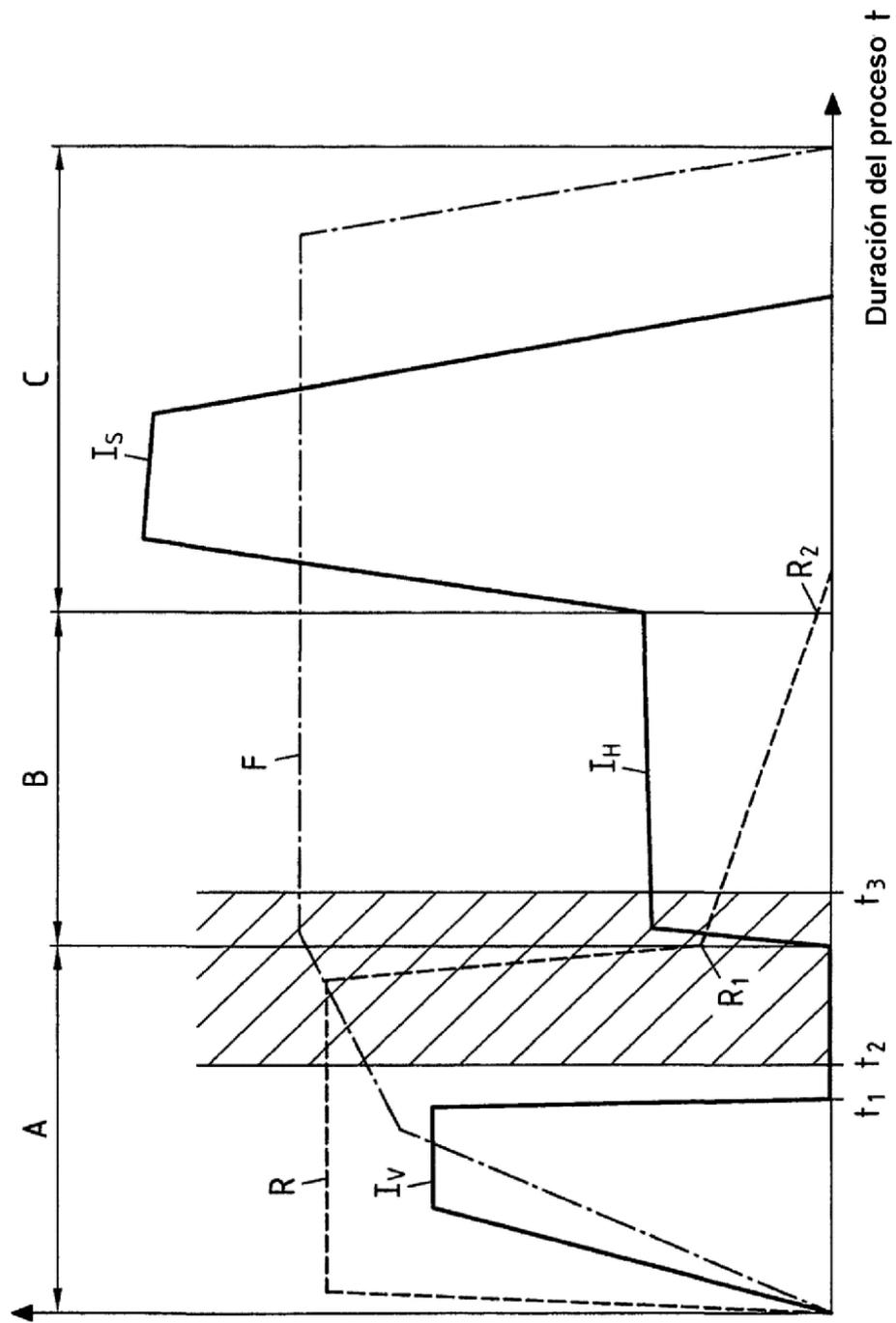


Fig.4