

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 253**

51 Int. Cl.:

B23K 11/11 (2006.01)

B23K 11/25 (2006.01)

B23K 11/36 (2006.01)

B23K 31/02 (2006.01)

B23K 31/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2021** **E 21152872 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2022** **EP 3892412**

54 Título: **Procedimiento para establecer dinámicamente los valores límite de un regulador para un control de soldadura, y control de soldadura y programa informático correspondientes**

30 Prioridad:

08.04.2020 DE 102020204521

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

04.05.2023

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**STEIMER, ANDREAS;
MCCONNELL, SEAN;
PYCHYNSKI, TIM;
SLAVNIC, SINISA;
ZHOU, BAIFAN;
BLEIER, FABIAN;
SHAKIROV, DAMIR y
HAEUFGLOECKNER, JUERGEN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 940 253 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

Procedimiento para establecer dinámicamente los valores límite de un regulador para un control de soldadura, y control de soldadura y programa informático correspondientes

- 5 La invención se refiere a un procedimiento implementado por ordenador para establecer dinámicamente valores límite de regulador de al menos un parámetro de soldadura de un regulador de un control de soldadura. La invención se refiere, además, a un control de soldadura para establecer dinámicamente valores límite de al menos un parámetro de soldadura de un regulador del control de soldadura. La invención se refiere, además, a un programa informático y a un soporte de datos legible por ordenador.

Estado de la técnica

- 10 Actualmente, los parámetros de soldadura, así como los valores límite del regulador, son establecidos en un control de soldadura por un usuario. Debido a una variación temporal del comportamiento del sistema, por ejemplo, a causa de un fuerte desgaste de los electrodos, la selección del parámetro óptimo también puede cambiar con el tiempo.

- 15 La soldadura por resistencia suele utilizarse para crear una unión entre dos chapas o piezas metálicas. Para ello, un dispositivo de soldadura por resistencia presenta dos electrodos de soldadura entre los que fluye una corriente de soldadura. Para la soldadura por puntos en el taller de carrocería, se suelen utilizar corrientes de 5 kA a varios 50 kA con tensiones de soldadura del orden de 1 a 2,5 V. En la soldadura por puntos fina, también se utilizan corrientes más pequeñas, a partir de 1 kA.

- 20 En el caso de las piezas por unir, se puede tratar de chapas del mismo o distinto tipo de metal y grosor. Los procesos de soldadura individuales tienen lugar en ventanas de tiempo de hasta un segundo. Sin embargo, también son posibles tiempos más largos. Por ejemplo, en la construcción automatizada de carrocerías, los procesos de soldadura guiados por robots tienen lugar en intervalos de tiempo de hasta un segundo. Sin embargo, también son posibles tiempos más largos. Por ejemplo, en el curso de la construcción automatizada de carrocerías, diferentes piezas de trabajo, por ejemplo, chapas metálicas, se sueldan entre sí mediante soldadura por resistencia utilizando herramientas de soldadura guiadas por robots.

- 25 El llamado control de soldadura adaptativo es conocido en el estado de la técnica, por ejemplo, la divulgación DE 103 34 478 A1. En un control de soldadura adaptativo, la impedancia del proceso se determina en el control de soldadura con ayuda de las variables eléctricas y se compara con una impedancia teórica almacenada o suministrada externamente. En función de la comparación de las impedancias, un regulador denominado regulador de proceso controla el proceso de soldadura.

- 30 A pesar del control de soldadura adaptativo, puede haber aplicaciones en las que la calidad de los puntos de soldadura no sea estable en función de los valores límite preestablecidos por el regulador. Esto se aplica en particular a la soldadura de combinaciones de chapas de aluminio con espesores de chapa variables porque, debido a la elevada conductividad específica de las aleaciones de aluminio, la conversión térmica es muy baja y la influencia de la derivación es grande. La soldadura de combinaciones de chapas de acero galvanizado también es problemática.

- 35 El documento DE 10331617 A1 (base del término genérico de las reivindicaciones 1 y 12) divulga un procedimiento para detectar y supervisar las propiedades de los componentes del circuito secundario o de soldadura en la soldadura por resistencia, en particular para detectar y supervisar el resultado de fresado de las caperuzas de los electrodos en la soldadura por puntos, en donde se determinan al menos dos valores de referencia para cada componente, en particular en función de la resistencia eléctrica de este componente, con el fin de deducir de ahí las propiedades de este componente mediante la comparación de los valores de referencia.
- 40

Así pues, la invención se basa en la tarea de prever un procedimiento para establecer dinámicamente valores límite de regulador de al menos un parámetro de soldadura de un regulador de un control de soldadura y un control de soldadura correspondiente, que sean capaces de calcular un conjunto óptimo de valores límite de regulador del al menos un parámetro de soldadura y proporcionarlos al regulador del control de soldadura.

- 45 La tarea se resuelve con un procedimiento implementado por ordenador para establecer dinámicamente valores límite de regulador de al menos un parámetro de soldadura de un regulador de un control de soldadura con las características de la reivindicación de patente 1.

- Además, la tarea se resuelve con un control de soldadura para establecer dinámicamente valores límite de regulador de al menos un parámetro de soldadura de un regulador del control de soldadura con las características de la reivindicación de patente 12. Además, la tarea se resuelve con un programa informático con las características de la reivindicación de patente 13 y con un soporte de datos legible por ordenador con las características de la reivindicación de patente 14.
- 50

Divulgación de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento implementado por ordenador para establecer dinámicamente

valores límite de regulador de al menos un parámetro de soldadura de un regulador de un control de soldadura.

El procedimiento comprende recibir un primer valor numérico y un segundo valor numérico de un criterio de calidad de soldadura, en donde un intervalo de valores formado por el primer valor numérico y el segundo valor numérico forma un intervalo de tolerancia del criterio de calidad de soldadura.

- 5 El procedimiento comprende, además, calcular un primer valor límite de regulador del al menos un parámetro de soldadura mediante un algoritmo de optimización utilizando el primer valor numérico del criterio de calidad de la soldadura.

10 El procedimiento comprende, además, calcular un segundo valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura mediante el algoritmo de optimización utilizando el segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura, en donde un intervalo de valores formado por el primer valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura y el segundo valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura forma un intervalo de control admisible del regulador.

15 El procedimiento comprende, además, proporcionar el primer valor límite del regulador calculado y el segundo valor límite del regulador calculado del al menos un parámetro de soldadura al regulador del control de soldadura. La presente invención proporciona, además, un control de soldadura para establecer dinámicamente valores límite de al menos un parámetro de soldadura de un regulador del control de soldadura.

El control de soldadura comprende medios para recibir un primer valor numérico y un segundo valor numérico de un criterio de calidad de una soldadura, en donde un intervalo de valores formado por el primer valor numérico y el segundo valor numérico forma un intervalo de tolerancia del criterio de calidad de la soldadura.

20 El control de soldadura comprende, además, medios para calcular un primer valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura mediante un algoritmo de optimización utilizando el primer valor numérico del criterio de calidad de la soldadura.

25 El control de soldadura comprende, además, medios para calcular un segundo valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura mediante el algoritmo de optimización utilizando el segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura, en donde un intervalo de valores formado por el primer valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura y el segundo valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura forma un intervalo de control admisible del controlador.

30 El control de soldadura comprende, además, medios para proporcionar el primer valor límite del regulador calculado y el segundo valor límite del regulador calculado del al menos un parámetro de soldadura al regulador del control de soldadura.

La presente invención proporciona, además, un programa informático con código de programa para realizar el procedimiento según la invención cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

35 La presente invención proporciona, además, un medio legible por ordenador que contiene código de programa de un programa informático para realizar el procedimiento según la invención cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

Una idea de la presente invención es permitir el ajuste o fijación automático de los valores límite del regulador del control de soldadura utilizando el algoritmo de optimización para calcular el primer valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura y el segundo valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura utilizando los valores numéricos primero y segundo del criterio de calidad de soldadura.

40 Así, el controlador del control de soldadura puede disponer ventajosamente de cierto margen de maniobra o de tolerancia, es decir, el controlador se mueve siempre dentro de un margen de tolerancia óptimo para una tarea de soldadura respectiva del criterio de calidad de soldadura definido para la tarea.

Realizaciones ventajosas y desarrollos adicionales resultan de las subreivindicaciones, así como de la descripción con referencia a las Figuras.

45 De acuerdo con un desarrollo adicional preferido, se prevé que el algoritmo de optimización utilice un procedimiento de gradiente en donde un valor extremo, en particular un mínimo o un máximo, del primer valor numérico y del segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura se determina en una hipersuperficie formada por un intervalo de definición del al menos un parámetro de soldadura en función del intervalo de valores del criterio de calidad de la soldadura.

50 De este modo, se pueden identificar de manera ventajosa los valores límite óptimos del regulador, que cumplen el mejor criterio de calidad posible.

De acuerdo con otro desarrollo adicional preferido, se prevé que el primer valor límite del regulador y el segundo valor límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura calculado por el algoritmo de optimización se programen

en el control de soldadura antes de cada soldadura. De este modo, cada soldadura puede llevarse a cabo con valores límite del regulador óptimos del al menos un parámetro de soldadura para el material respectivo y la aplicación respectiva.

5 De acuerdo con otra evolución preferida, se prevé que el primer valor numérico del criterio de calidad de la soldadura constituya un valor límite inferior del intervalo de tolerancia del criterio de calidad de la soldadura, y que el segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura constituya un valor límite superior del intervalo de tolerancia del criterio de calidad de la soldadura.

10 El intervalo de tolerancia del criterio de calidad de la soldadura formado por el primer valor numérico del criterio de calidad de la soldadura y el segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura constituye así la base para calcular el intervalo de control del regulador.

15 De acuerdo con otro desarrollo adicional preferido, se prevé que un valor porcentual nominal del primer valor numérico y/o del segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura sea el 100 %, en donde el primer valor numérico del criterio de calidad sea el 50 % del valor nominal, y en donde el segundo valor numérico del criterio de calidad sea el 150 % del valor nominal. La indicación o determinación porcentual del primer valor numérico y del segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura permite así ventajosamente la aplicabilidad universal a los respectivos valores absolutos del criterio de calidad de la soldadura.

20 De acuerdo con otra evolución preferida, está previsto que si el primer valor numérico del criterio de calidad y/o el segundo valor numérico del criterio de calidad se encuentran fuera del intervalo de tolerancia del criterio de calidad de la soldadura, se genere un mensaje de error. De este modo, se puede evitar ventajosamente que no se realice ninguna soldadura que se encuentre fuera del margen de tolerancia definido del criterio de calidad de la soldadura.

25 De acuerdo con otro desarrollo adicional preferido, se prevé que se forme un intervalo de tolerancia condicional, en particular un subintervalo de tolerancia, dentro del intervalo de tolerancia del criterio de calidad, en donde un tercer valor numérico del criterio de calidad de la soldadura forma un valor límite inferior del intervalo de tolerancia condicional del criterio de calidad de la soldadura, y en donde un cuarto valor numérico del criterio de calidad de la soldadura forma un valor límite superior del intervalo de tolerancia condicional del criterio de calidad de la soldadura.

De este modo, se puede controlar ventajosamente que la soldadura se encuentra dentro del intervalo de tolerancia definido, así como dentro del intervalo de tolerancia condicional.

30 De acuerdo con otro desarrollo adicional preferido, se prevé que un valor porcentual nominal del primer valor numérico y/o del segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura sea 100 %, en donde el tercer valor numérico del criterio de calidad sea 70 % del valor nominal, y en donde el cuarto valor numérico del criterio de calidad sea 130 % del valor nominal.

La indicación o determinación porcentual del tercer valor numérico y del cuarto valor numérico del criterio de calidad de la soldadura permite así ventajosamente la aplicabilidad universal a los respectivos valores absolutos del criterio de calidad de la soldadura.

35 De acuerdo con otro desarrollo preferido, está previsto que si el tercer valor numérico del criterio de calidad y/o el cuarto valor numérico del criterio de calidad se encuentran fuera del intervalo de tolerancia condicional del criterio de calidad de la soldadura, se genere un mensaje de advertencia.

Así, puede evitarse ventajosamente que se informe al usuario cuando una soldadura se encuentre fuera del intervalo de tolerancia condicional del criterio de calidad.

40 De acuerdo con un desarrollo adicional más preferido, se prevé que el al menos un parámetro de soldadura para los parámetros de gestión del proceso de control de soldadura, en particular una corriente de soldadura, una tensión de soldadura, una fuerza de electrodo, una resistencia de soldadura, un ancho de pulso de la corriente de soldadura y/o un torque de una servopinza, y los parámetros de soldadura relacionados con el material, en particular, incluye un espesor de material y/o una hoja de una pieza de trabajo por soldar. El criterio de calidad de la soldadura, por lo tanto, de manera ventajosa se refiere tanto a los parámetros de gestión del proceso correspondientes como a los parámetros de soldadura relacionados con el material. Los parámetros de soldadura se adaptan a la tarea de soldadura, que se determina por la posición de punto en el componente, las propiedades del material y la geometría de la chapa.

50 De acuerdo con un desarrollo adicional más preferido, se prevé que el primer valor numérico y el segundo valor numérico del criterio de calidad de la soldadura sean aproximados en un procedimiento precedente por un algoritmo de aprendizaje automático entrenado utilizando el al menos un parámetro de soldadura, en particular datos reales de al menos una soldadura anterior y datos teóricos de la siguiente soldadura. A continuación, estos datos pueden utilizarse como datos de entrada para que el algoritmo de aprendizaje automático aproxime un valor numérico de una función diana, en particular el criterio de calidad.

Los diseños y el entrenamiento adicional descrito se pueden combinar entre sí como se desee.

Otras posibles realizaciones, otros desarrollos e implementaciones de la invención también comprenden combinaciones de características de la invención descritas con anterioridad o a continuación con respecto a las realizaciones que no se mencionan explícitamente.

Descripción breve de los dibujos

- 5 Los dibujos adjuntos deberían transmitir una comprensión adicional de la realización de la invención. Ilustran realizaciones y sirven en relación con la descripción de la explicación de principios y conceptos de la invención.

Otra realización y muchas de las ventajas mencionadas dan como resultado los dibujos. Los elementos de los dibujos mostrados no se muestran necesariamente en términos de escala.

En ellos:

- 10 Fig. 1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento implementado por ordenador para la regulación dinámica de los valores límite del regulador al menos un parámetro de soldadura de un regulador de un control de soldadura de acuerdo con una realización preferida de la invención;

Fig. 2 muestra una representación esquemática de un intervalo de tolerancia y de un intervalo de tolerancia condicional de un criterio de calidad de soldadura de acuerdo con la realización preferida de la invención; y

- 15 Fig. 3 muestra una representación esquemática de un control de soldadura para la regulación dinámica de los valores límite del regulador de al menos un parámetro de soldadura del regulador del control de soldadura de acuerdo con la realización preferida de la invención.

En las Figuras de los dibujos, los mismos signos de referencia describen los mismos elementos, piezas o componentes, en la medida en que no se indique nada en contrario.

- 20 La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento implementado por ordenador para la regulación dinámica de los valores límite del regulador al menos un parámetro de soldadura de un regulador de un control de soldadura de acuerdo con una realización preferida de la invención.

El procedimiento incluye una recepción S1 de un primer valor numérico W1 y un segundo valor numérico W2 de un criterio de calidad de una soldadura.

- 25 Un intervalo de valor WB formado por el primer valor numérico W1 y el segundo valor numérico W2 forma un intervalo de tolerancia TB del criterio de calidad de la soldadura.

El procedimiento también incluye el cálculo S2 de un primer valor límite de regulador RGW1 del al menos un parámetro de soldadura SP a través de un algoritmo de optimización A1 utilizando el primer valor numérico W1 del criterio de calidad de soldadura.

- 30 Además, el procedimiento incluye un cálculo S3 de un segundo valor límite de regulador RGW2 del al menos un parámetro de soldadura SP por el algoritmo de optimización A1 utilizando el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de soldadura. Un intervalo de valores WB formado por el primer valor límite del regulador RGW1 del al menos un parámetro de soldadura SP y el segundo valor límite del regulador RGW2 del al menos un parámetro de soldadura SP forma un intervalo de control permisible RB del regulador 10.

- 35 Además, el procedimiento incluye proporcionar S4 del primer valor límite del regulador RGW1 calculado y el valor límite del regulador RGW2 calculado del al menos un parámetro de soldadura SP al regulador 10 del controlador 1 de soldadura.

- 40 El algoritmo de optimización A1 utiliza un procedimiento de gradiente en el que un valor extremo, en particular un mínimo o un máximo, del primer valor numérico W1 y del segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de la soldadura se determina en una hipersuperficie formada por un intervalo de definición del al menos un parámetro de soldadura SP en función del intervalo de valores WB del criterio de calidad de la soldadura.

- 45 El primer valor límite del regulador RGW1 calculado por el algoritmo de optimización A1 y el segundo valor límite del regulador RGW2 del al menos un parámetro de soldadura SP se programan preferiblemente en el controlador 1 de soldadura antes de cada soldadura. Alternativamente, la programación de los valores límite del regulador RGW1, RGW2 se puede programar, por ejemplo, dependiendo de una tarea de soldadura respectiva antes de un cambio a otra tarea de soldadura diferente.

El al menos un parámetro de soldadura SP para el controlador 1 de soldadura comprende tanto parámetros de gestión de procesos como también parámetros de soldadura SP relacionados con el material.

- 50 Los parámetros de gestión de proceso comprenden una corriente de soldadura, una tensión de soldadura, una fuerza de electrodo, una resistencia de soldadura, un ancho de pulso de la corriente de soldadura y/o un par de una servopinzas. Los parámetros de soldadura SP relacionados con el material incluyen un material y/o un grosor de chapa

de una pieza de trabajo por soldar.

El primer valor numérico W1 y el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de la soldadura se aproximan en un procedimiento precedente mediante un algoritmo de aprendizaje automático entrenado A2 utilizando el al menos un parámetro de soldadura SP, en particular los datos reales de al menos una soldadura anterior y los datos diana de una soldadura siguiente.

La Figura 2 muestra una representación esquemática de un intervalo de tolerancia y un intervalo de tolerancia condicional de un criterio de calidad de soldadura de acuerdo con la realización preferida de la invención.

El primer valor numérico W1 del criterio de calidad de la soldadura forma un valor límite inferior del intervalo de tolerancia TB del criterio de calidad de la soldadura. El segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de la soldadura forma un valor límite superior del intervalo de tolerancia TB del criterio de calidad de la soldadura.

Un porcentaje de valor nominal NW del primer valor numérico W1 y/o el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de la soldadura es del 100 %. El primer valor numérico W1 del criterio de calidad es el 50 % del valor nominal NW en la realización actual. El segundo valor numérico W2 del criterio de calidad es preferiblemente el 150 % del valor nominal NW.

Alternativamente, el primer valor numérico W1 del criterio de calidad puede presentar otro valor porcentual adecuado del valor nominal NW, por ejemplo, un valor entre el 30 % y el 60 % del valor nominal NW. El primer valor numérico W2 del criterio de calidad también puede presentar otro valor porcentual adecuado del valor nominal NW, por ejemplo, un valor entre el 135 % y el 160 % del valor nominal NW.

El intervalo de tolerancia TB del criterio de calidad de la soldadura se extiende desde el primer valor numérico W1 hasta el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de la soldadura.

Si el primer valor numérico W1 del criterio de calidad y/o el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad están fuera del intervalo de tolerancia TB del criterio de calidad de la soldadura, el controlador de la soldadura genera un mensaje de error FM.

Dentro del intervalo de tolerancia de TB del criterio de calidad, también se forma un intervalo de tolerancia condicional BTB, en particular un subintervalo de tolerancia.

Un tercer valor numérico W3 del criterio de calidad de la soldadura forma un límite inferior del intervalo de tolerancia condicional BTB del criterio de calidad de la soldadura. Un cuarto valor numérico W4 del criterio de calidad de la soldadura forma un límite superior del intervalo de tolerancia condicional BTB del criterio de calidad de la soldadura.

En la presente realización, el tercer valor numérico W3 del criterio de calidad es el 70 % del valor nominal NW del primer valor numérico W1 y/o el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de soldadura. El cuarto valor numérico W4 del criterio de calidad es preferiblemente el 130 % del valor nominal NW.

Alternativamente, el tercer valor numérico W3 del criterio de calidad puede tener otro valor porcentual adecuado del valor nominal NW, por ejemplo, un valor entre el 65 % y el 95 % del valor nominal NW. El cuarto valor numérico W4 del criterio de calidad también puede presentar otro valor porcentual adecuado del valor nominal NW, por ejemplo, un valor entre el 105 % y el 145 % del valor nominal NW.

Si el tercer valor numérico W3 del criterio de calidad y/o el cuarto valor numérico W4 del criterio de calidad están fuera del intervalo de tolerancia condicional BTB del criterio de calidad de la soldadura, se genera un mensaje de advertencia WM.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de un control de soldadura para la regulación dinámica de los valores límite del regulador del al menos un parámetro de soldadura del regulador del control de soldadura de acuerdo con la realización preferida de la invención.

El controlador 1 de soldadura comprende el medio 12 para recibir un primer valor numérico W1 y un segundo valor numérico W2 de un criterio de calidad de una soldadura. Un intervalo de valor WB formado por el primer valor numérico W1 y el segundo valor numérico W2 forman un intervalo de tolerancia TB del criterio de calidad de la soldadura.

El control de soldadura también comprende medios 14 para calcular un primer valor límite de regulador RGW1 del al menos un parámetro de soldadura SP a través de un algoritmo de optimización A1 utilizando el primer valor numérico W1 del criterio de calidad de soldadura.

Además, el controlador 1 de soldadura comprende medios 16 para calcular un segundo límite de regulador RGW2 del al menos un parámetro de soldadura SP por el algoritmo de optimización A1 utilizando el segundo valor numérico W2 del criterio de calidad de soldadura.

Un intervalo de valores WB formado por el primer valor límite del regulador RGW1 del al menos un parámetro de soldadura SP y el segundo valor límite del regulador RGW2 del al menos un parámetro de soldadura SP forma un

ES 2 940 253 T3

intervalo de control permisible RB del regulador 10.

Además, el controlador 1 de soldadura comprende medios 18 para proporcionar el primer valor límite de regulador RGW1 calculado y el segundo valor límite de regulador RGW2 calculado del al menos un parámetro de soldadura SP al regulador 10 del controlador 1 de soldadura.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento implementado por ordenador para la regulación dinámica de los valores límite del regulador (RGW1, RGW2) de al menos un parámetro de soldadura (SP) de un regulador (10) de un control (1) de soldadura, con las etapas de:
- 5 recibir (S1) un primer valor numérico (W1) y un segundo valor numérico (W2) de un criterio de calidad de una soldadura, en donde un intervalo de tolerancia (WB) formado por el primer valor numérico (W1) y el segundo valor numérico (W2) constituye un intervalo de tolerancia (WB) del criterio de calidad de la soldadura; caracterizado por las siguientes etapas:
- 10 calcular (S2) un primer valor límite de regulador (RGW1) del al menos un parámetro de soldadura (SP) mediante un algoritmo de optimización (A1) utilizando el primer valor numérico (W1) del criterio de calidad de soldadura;
- calcular (S3) un segundo valor límite de regulador (RGW2) del al menos un parámetro de soldadura (SP) por el algoritmo de optimización (A1) utilizando el segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de la soldadura, en donde un intervalo de valores (WB) formado por el primer valor límite de regulador (RGW1) del al menos un parámetro de soldadura (SP) y el segundo valor límite de regulador (RGW2) del al menos un parámetro de soldadura (SP) forma un intervalo de control permisible (RB) del regulador (10); y
- 15 proporcionar (S4) el primer valor límite de regulador (RGW1) calculado y el segundo valor límite de regulador (RGW2) calculado del al menos un parámetro de soldadura (SP) al regulador (10) del control (1) de soldadura.
2. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el algoritmo de optimización (A1) utiliza un procedimiento de gradiente, en el que un valor extremo, en particular un mínimo o un máximo, del primer valor numérico (W1) y del segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de la soldadura se determina en una hipersuperficie formada por un intervalo de definición del al menos un parámetro de soldadura (SP) en función del intervalo de valores (WB) del criterio de calidad de la soldadura.
- 20
3. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el primer valor límite del regulador (RGW1) y el segundo valor límite del regulador (RGW2) del al menos un parámetro de soldadura (SP) calculado por el algoritmo de optimización (A1) se programan en el control (1) de soldadura antes de cada soldadura.
- 25
4. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el primer valor numérico (W1) del criterio de calidad de la soldadura forma un límite inferior del intervalo de tolerancia (TB) del criterio de calidad de la soldadura, y en donde el segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de la soldadura forma un valor límite superior del intervalo de tolerancia (TB) del criterio de calidad de la soldadura.
- 30
5. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un valor porcentual nominal (NW) del primer valor numérico (W1) y/o del segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de la soldadura es 100 %, en donde el primer valor numérico (W1) del criterio de calidad es el 50 % del valor nominal (NW), y en donde el segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad es el 150 % del valor nominal (NW).
- 35
6. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque si el primer valor numérico (W1) del criterio de calidad y/o el segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad están fuera del intervalo de tolerancia (TB) del criterio de calidad de la soldadura, se genera un mensaje de error (FM).
7. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dentro del intervalo de tolerancia (TB) del criterio de calidad se forma un intervalo de tolerancia condicional (BTB), en particular un subintervalo de tolerancia, en donde un tercer valor numérico (W3) del criterio de calidad de la soldadura constituye un valor límite inferior del intervalo de tolerancia condicional (BTB) del criterio de calidad de la soldadura, y en donde un cuarto valor numérico (W4) del criterio de calidad de la soldadura constituye un valor límite superior del intervalo de tolerancia condicional (BTB) del criterio de calidad de la soldadura.
- 40
8. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque un valor porcentual nominal (NW) del primer valor numérico (W1) y/o del segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de la soldadura es del 100 %, en donde el tercer valor numérico (W3) del criterio de calidad es del 70% del valor nominal (NW), y en donde el cuarto valor numérico (W4) del criterio de calidad es del 130% del valor nominal (NW).
- 45
9. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque si el tercer valor numérico (W3) del criterio de calidad y/o el cuarto valor numérico (W4) del criterio de calidad están fuera del intervalo de tolerancia condicional (BTB) del criterio de calidad de la soldadura, se genera un mensaje de advertencia (WM).
- 50
10. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un parámetro de soldadura (SP) para el control (1) de soldadura comprende parámetros de gestión

de proceso, en particular una corriente de soldadura, una tensión de soldadura, una fuerza de electrodo, una resistencia de soldadura, una anchura de impulso de la corriente de soldadura y/o un par de giro de una servopinza, y parámetros de soldadura relacionados con el material (SP), en particular un material y/o un espesor de chapa de una pieza por soldar.

- 5 11. Procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el primer valor numérico (W1) y el segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de la soldadura se aproximan en un procedimiento precedente por un algoritmo de aprendizaje automático entrenado (A2) utilizando el al menos un parámetro de soldadura (SP), en particular datos reales de al menos una soldadura anterior y datos teóricos de una soldadura siguiente.
- 10 12. Control (1) de soldadura para la regulación dinámica de valores límite del regulador (RGW1, RGW2) de al menos un parámetro de soldadura (SP) de un regulador (10) del control (1) de soldadura, que comprende:
- medios (12) para recibir un primer valor numérico (W1) y un segundo valor numérico (W2) de un criterio de calidad de una soldadura, en donde un intervalo de valores (WB) formado por el primer valor numérico (W1) y el segundo valor numérico (W2) forma un intervalo de tolerancia (TB) del criterio de calidad de la soldadura; caracterizado por:
- 15 medios (14) para calcular un primer valor límite de regulador (RGW1) del al menos un parámetro de soldadura (SP) mediante un algoritmo de optimización (A1) utilizando el primer valor numérico (W1) del criterio de calidad de soldadura;
- medios (16) para calcular un segundo valor límite del regulador (RGW2) del al menos un parámetro de soldadura (SP) por el algoritmo de optimización (A1) utilizando el segundo valor numérico (W2) del criterio de calidad de soldadura,
- 20 en donde un intervalo de valores (WB) formado por el primer valor límite de regulador (RGW1) del al menos un parámetro de soldadura (SP) y el segundo valor límite de regulador (RGW2) del al menos un parámetro de soldadura (SP) forma un intervalo de control permisible (RB) del regulador (10); y
- medios (18) para proporcionar el primer valor límite de regulador calculado (RGW1) y el segundo valor límite de regulador calculado (RGW2) del al menos un parámetro de soldadura (SP) al regulador (10) del control (1) de soldadura.
- 25
13. Programa informático con código de programa para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 si el programa informático se lleva a cabo en un ordenador.
14. Medio legible por ordenador con código de programa de un programa informático para realizar el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 11 cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

Fig. 1

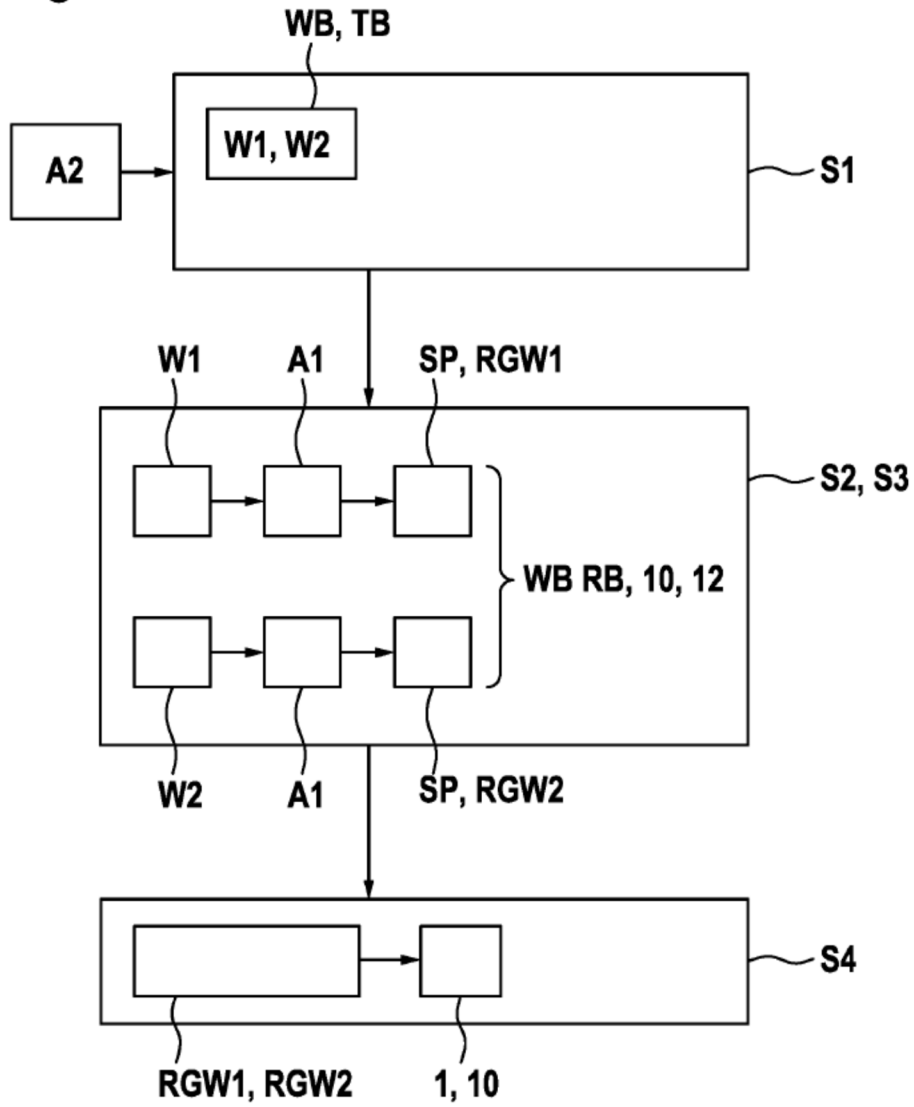


Fig. 2

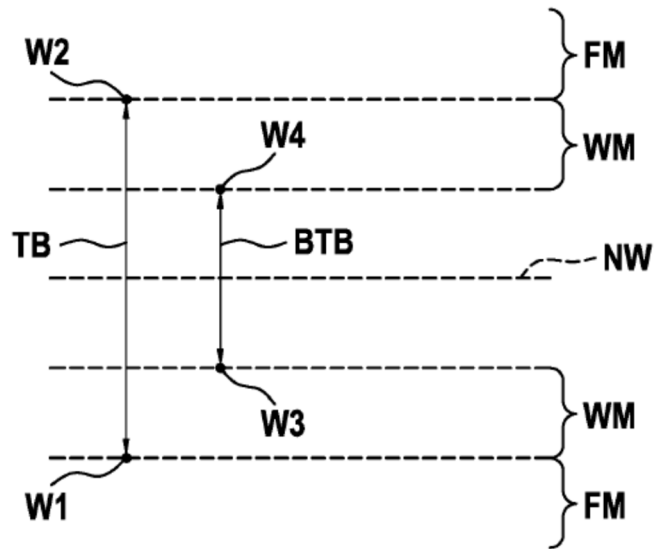


Fig. 3

