

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 802**

51 Int. Cl.:

B23K 31/02 (2006.01)
B23K 31/12 (2006.01)
B23K 9/025 (2006.01)
B23K 11/00 (2006.01)
B23K 26/26 (2014.01)
B21B 15/00 (2006.01)
B21C 51/00 (2006.01)
B21C 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2010 E 10751822 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2560785**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura para la unión de los extremos de bandas**

30 Prioridad:

19.05.2010 EP 10290265

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2015

73 Titular/es:

**SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES SAS
(100.0%)
51, rue Sibert
42403 Saint-Chamond, FR**

72 Inventor/es:

MICHAUT, MARC

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 534 802 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 y dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura para la unión de los extremos de bandas

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura para la unión de los extremos de bandas de acero en deslizamiento en una instalación de laminado o de tratamiento, según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 8 (por ejemplo, JP 5/115 903 A).

10 La invención se refiere particularmente a las soldaduras para la unión de bandas de acero en deslizamiento continuo en una instalación de laminado en frío o de tratamiento como el decapado de superficie, el recocido continuo, el revestimiento electrolítico o por inmersión, y particularmente a las soldaduras de un extremo de una banda con otro extremo de otra banda, realizadas poco a poco por desplazamiento de un dispositivo de soldeo a lo largo de una línea de soldeo. Como consecuencia de este documento, la expresión "instalación de tratamiento" será utilizada para hacer referencia a las instalaciones de laminado o a las instalaciones de tratamiento mencionadas.

15 Con el fin de mejorar la productividad de las instalaciones de tratamiento de las bandas de acero, evitando en particular la transformación de dichas bandas bobina tras bobina, las instalaciones de tratamiento modernas de fuerte capacidad son capaces de funcionar continuamente para unir sucesivamente unas bandas a otras, un extremo de una primera banda, por ejemplo, la cola de una banda al acabar el tratamiento se empalma con otro extremo de una segunda banda, por ejemplo, la cabeza de una nueva banda abastecida en forma de bobina que se inserta a la entrada de la instalación de tratamiento.

20 Durante esta operación de unión, en la instalación de tratamiento está parado el desplazamiento de los dos extremos de las bandas que hay que soldar, es decir la cola de la primera banda y la cabeza de la segunda banda, y las secciones aguas abajo de la instalación de tratamiento (es decir las secciones situadas después de dicha cola de la primera banda en el sentido de deslizamiento de la banda) son alimentadas por un dispositivo de acumulación de banda previamente ocupado durante el intervalo de tiempo que separa las dos uniones sucesivas. Tal operación de unión es bien conocida por los técnicos cuyos esfuerzos van a repercutir en la rapidez de la operación de unión, con el fin de limitar el tiempo de parada de los extremos de la banda y, consecuentemente, la capacidad y el coste de los dispositivos de acumulación.

30 Habitualmente, la operación de unión se realiza por una máquina de unión por soldeo, también denominada soldadora, que contiene, además de un dispositivo de soldeo propiamente dicho, dos pares de mordazas de sujeción destinadas a inmovilizar los extremos de las bandas durante su unión por soldeo, respectivamente, un primer par de mordazas de sujeción destinadas a inmovilizar la cola de la primera banda susceptible de haber sido apostada en una sección de la instalación de tratamiento situada aguas abajo de dicho primer par de mordazas en el sentido del deslizamiento de la banda, y un segundo par de mordazas de sujeción destinado a inmovilizar la cabeza de la segunda banda susceptible de haber sido introducida aguas arriba de la máquina de unión. Diferentes procedimientos de soldeo susceptibles de ser puestos en ejecución por diferentes dispositivos de soldeo son conocidos por los especialistas. Se trata por ejemplo, de los procedimientos de soldeo a tope por chispas, por resistencia, MIG, TIG, Láser, o incluso láser híbrido.

35 La máquina de unión por soldeo debe de ser capaz de producir una soldadura de alta calidad. En efecto, la rotura de una soldadura de mala calidad en el curso del deslizamiento de la banda en la instalación de tratamiento, o incluso la necesidad de rehacer una soldadura juzgada incorrecta o de mala calidad puede provocar pérdidas de producción importantes y costes relativamente elevados.

40 La calidad metalúrgica de la soldadura, en particular para los aceros susceptibles de alteraciones metalúrgicas de la zona afectada térmicamente por la operación de soldeo, depende del procedimiento utilizado para el soldeo y del ciclo térmico que induce en dicha zona afectada, así como de tratamientos diversos de precalentamiento y postcalentamiento o de recocido practicado localmente en la misma soldadura o inmediatamente aguas abajo de esta última. Además, la continuidad y la compacidad de una soldadura, que definen también la calidad de dicha soldadura, dependen esencialmente de los parámetros de soldeo utilizados. El valor de estos parámetros de soldeo se escoge con el fin de garantizar una unión total por fusión de los dos extremos de las bandas que hay que soldar, esto sin que tenga un sobreespesor excesivo o falta de espesor. La continuidad y la compacidad de la soldadura dependen también de una ausencia de defectos, por ejemplo, del tipo fisuras, asociados con las transformaciones metalúrgicas.

50 El considerable ensanchamiento de las gamas de matices y de espesores de aceros tratados en las instalaciones de tratamiento, en particular para hacer frente a las demandas de los fabricantes de automóviles, conduce cada vez más a soldar tipos de aceros de altas características susceptibles de transformaciones metalúrgicas que provocan endurecimientos fuertes y, correlativamente, provocan una fragilidad de la soldadura susceptible de causar una rotura de la junta soldada en el curso del deslizamiento en la instalación de tratamiento.

- 5 Con el fin de evitar esta fragilización de la soldadura, los procedimientos de tratamiento térmicos de la soldadura han sido desarrollados por el especialista y son puestos en ejecución por los dispositivos de tratamiento térmicos aptos que calientan los extremos de la banda o dicha soldadura, en particular por inducción electromagnética. Se trata particularmente del procedimiento de recocido después del soldeo cuyo fin es restaurar metalúrgicamente una ductilidad aceptable, o todavía el procedimiento de precalentamiento de los extremos de las bandas que hay que soldar con vistas a disminuir la velocidad de enfriamiento de la soldadura y entonces de limitar su endurecimiento.
- 10 El control del tratamiento térmico de la soldadura se realiza manualmente por un operador a partir de tablas de parámetros del soldeo. Generalmente, estas tablas están establecidas de manera empírica, en función de las características materiales generales de las grandes familias de aceros, sin tomar en cuenta precisa las diferencias químicas o físicas que pueden existir en el mismo seno de cada familia de aceros. Este control manual del tratamiento térmico por un operador conlleva numerosas desventajas. Particularmente, existe una probabilidad no nula de error en la elección de un parámetro de soldeo a partir de dicha tabla. En efecto, el muestrario impreciso de los diferentes aceros por dichas tablas obliga al operador a escoger los parámetros de soldeo que no corresponden exactamente al acero de la banda que hay que soldar, sino a un acero que tiene características químicas o físicas similares a las del acero de la banda. Esta elección no es siempre adecuada y puede conducir a soldaduras de mala calidad. Por otra parte, estas tablas no permiten determinar de manera segura y precisa un tratamiento térmico en adecuación con el procedimiento de soldeo y las características físicas y/o químicas de la banda, en particular en el dominio del precalentamiento de las soldaduras realizadas por los procedimientos de soldeo que proceden poco a poco, como MIG, TIG, el láser, el láser híbrido, o "mash-lap".
- 15 Así, un mal parámetro de soldeo es susceptible de ser escogido desde que las características materiales (físicas y/o químicas) de la banda no corresponden más exactamente a las características materiales generales de una familia de aceros de dichas tablas, la elección de dichos parámetros de soldeo corre peligro desde entonces de conducir a una soldadura de mala calidad. La dificultad de una determinación del valor óptimo de los parámetros de soldeo, particularmente relativo a las condiciones de precalentamiento de las soldaduras, incita a los usuarios de máquinas de unión a abarcar un dispositivo de tratamiento térmico que no utiliza un procedimiento de tratamiento térmico por precalentamiento, en beneficio de un recocido post soldadura. Mientras que el precalentamiento permita controlar la estructura metalúrgica de la soldadura, el recocido post soldeo tiene desgraciadamente la desventaja de poder dejar desarrollarse las roturas espontáneas incluso localizadas, entre la soldadura y el recocido.
- 20 Otro inconveniente importante de una sistematización de recocido post soldeo es la puesta en funcionamiento a temperaturas de tratamientos muy elevadas (por ejemplo 800° C en lugar de 100 a 300° C para un precalentamiento) que necesitan disposiciones constructivas particulares de las máquinas de unión por soldeo, en particular a nivel de sus mordazas de sujeción, o que imponen realizar el recocido después de la realización total de la soldadura y el desplazamiento de esta última fuera de la influencia de dichas mordazas de sujeción. Este recocido después de la realización total de la soldadura y este desplazamiento alargan el tiempo del ciclo de soldeo y necesitan más de un aumento de las capacidades de acumulación de banda de los dispositivos de acumulación de la instalación de tratamiento, engendrando así costes suplementarios.
- 25 Otro inconveniente importante de una sistematización de recocido post soldeo es la puesta en funcionamiento a temperaturas de tratamientos muy elevadas (por ejemplo 800° C en lugar de 100 a 300° C para un precalentamiento) que necesitan disposiciones constructivas particulares de las máquinas de unión por soldeo, en particular a nivel de sus mordazas de sujeción, o que imponen realizar el recocido después de la realización total de la soldadura y el desplazamiento de esta última fuera de la influencia de dichas mordazas de sujeción. Este recocido después de la realización total de la soldadura y este desplazamiento alargan el tiempo del ciclo de soldeo y necesitan más de un aumento de las capacidades de acumulación de banda de los dispositivos de acumulación de la instalación de tratamiento, engendrando así costes suplementarios.
- 30 Un fin de la presente invención es proponer un procedimiento y un dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura de unión de bandas capaz, de una parte, de definir por lo menos un parámetro de soldeo, particularmente un parámetro térmico de enfriamiento de dicha soldadura, en adecuación con las características materiales y geométricas de las bandas que hay que soldar, teniendo en cuenta las características funcionales de la máquina de unión por soldeo a la que están adaptados, y por otra parte, de garantizar la realización en tiempo real del soldeo de dichas bandas que hay que soldar con arreglo a dicho parámetro de soldeo.
- 35 Un fin de la presente invención es proponer un procedimiento y un dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura de unión de bandas capaz, de una parte, de definir por lo menos un parámetro de soldeo, particularmente un parámetro térmico de enfriamiento de dicha soldadura, en adecuación con las características materiales y geométricas de las bandas que hay que soldar, teniendo en cuenta las características funcionales de la máquina de unión por soldeo a la que están adaptados, y por otra parte, de garantizar la realización en tiempo real del soldeo de dichas bandas que hay que soldar con arreglo a dicho parámetro de soldeo.
- 40 Con este fin, se propone por medio del contenido de las reivindicaciones 1 y 8 un procedimiento y un dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura de unión. Un conjunto de subreivindicaciones también presenta ventajas de la invención.
- 45 La presente invención tiene así como objeto un procedimiento de control automático de un ciclo térmico de una soldadura de unión de bandas, destinado al control de un soldeo de un extremo de una primera banda con otro extremo de una segunda banda por una máquina de unión de una instalación de tratamiento, conforme a la reivindicación.
- 50 La presente invención propone igualmente un dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura de unión de un extremo de una primera banda con otro extremo de una segunda banda, conforme a la reivindicación 8.
- 55 Con este fin, los medios de control y de caracterización comprenden en particular los medios de medición y de arreglo de una cantidad de energía de soldeo disponible en la salida del dispositivo de soldeo, los medios de medición y de regulación de una velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo, los medios de regulación del dispositivo de tratamiento térmico de los extremos de las bandas, y eventualmente, los medios de regulación de un dispositivo de recocido después del soldeo.

En particular, los medios de control y de caracterización son aptos para cooperar con un dispositivo de tratamiento térmico por inducción que comprende por lo menos un inductor, y es capaz de desplazarse de manera sincrónica o asincrónica con un desplazamiento del dispositivo de soldeo, dicho dispositivo de tratamiento térmico es en particular fijable a un soporte de dicho dispositivo de soldeo, o a un soporte separado de dicho soporte del dispositivo de soldeo.

Finalmente, la presente invención tiene también como objeto una máquina de unión destinada a la unión de los extremos de bandas sucesivas en una instalación de tratamiento de bandas, dicha máquina de unión comprende un dispositivo de soldeo de un extremo de una primera banda con otro extremo de una segunda banda, dos pares de mordazas de sujeción dispuestas simétricamente, respectivamente, un primer par de mordazas de sujeción que comprende una primera mordaza de sujeción superior y una primera mordaza de sujeción inferior capaces de pinzar, es decir capaces de apretarse estrechamente entre ellas, dicho extremo de la primera banda, y un segundo par de mordazas de sujeción que comprende una segunda mordaza de sujeción superior y una segunda mordaza de sujeción inferior capaces de pinzar dicho otro extremo de la segunda banda, destinados al mantenimiento y al posicionamiento de dichos extremos de banda enfrente uno del otro para el soldeo de dichos extremos de banda uno con otro, que comprende el dispositivo de control de un ciclo térmico. Además, dicha máquina de unión conviene en particular para la puesta en funcionamiento de un procedimiento de unión caracterizado porque comprende dicho procedimiento de control automático de un ciclo térmico de una soldadura de unión de bandas (reivindicación 15).

En particular, dicho dispositivo de control del ciclo térmico de la máquina de unión según la invención es capaz de cooperar con dicho dispositivo de tratamiento térmico, por ejemplo un dispositivo de precalentamiento y/o un dispositivo de recocido de dicha máquina de unión, particularmente regulando los parámetros de funcionamiento de dicho dispositivo de tratamiento térmico, controlando su funcionamiento y su puesta en práctica. Por ejemplo, el dispositivo de control según la invención es particularmente apto para controlar los medios regulables del dispositivo de recocido después del soldeo, que puede, según una primera variante, desplazarse detrás del dispositivo de soldeo sobre un soporte común con dicho dispositivo de soldeo o sobre un soporte separado sincrónico o no con el desplazamiento del dispositivo de soldeo, o, según una segunda variante, ser fijo y apto para cubrir toda la anchura de la banda que hay que soldar. Tales dispositivos de recocido son por ejemplo implantables entre las mordazas de sujeción, bajo una cara inferior de la banda, o, según otra variante, fuera de la influencia y aguas abajo de dichas mordazas de sujeción, encima y/o debajo de la banda, con el fin de realizar un tratamiento térmico de dicha soldadura en un emplazamiento alejado de dichas mordazas de sujeción.

La presente invención permite controlar el ciclo térmico de una soldadura de unión de bandas determinando automáticamente, antes y/o durante el soldeo, los parámetros del soldeo óptimos particularmente destinados a regular dicha energía de soldeo aportada a la soldadura para calentar dichos extremos de las bandas. Consecuentemente, la regulación de la energía de soldeo aportada a los extremos de las bandas o a la soldadura permite controlar la estructura metalúrgica de la soldadura. La determinación del parámetro térmico permite particularmente determinar las condiciones óptimas de precalentamiento a baja temperatura de los extremos de las bandas a soldar, preferentemente un recocido post soldeo a alta temperatura, y permite así dicho control de la estructura metalúrgica de la soldadura en el momento de su enfriamiento.

En particular, los medios de conexión permiten de una parte el primer intercambio de por lo menos un dato de banda relativo por lo menos a una característica de una de dichas bandas entre el ordenador del dispositivo de control y el sistema central de automatismo de la instalación de tratamiento con el fin de transmitir a dicho ordenador dicho dato de banda, y por otra parte, el segundo intercambio de por lo menos un dato de funcionamiento relativo al funcionamiento de la máquina de unión, entre el ordenador y la máquina de unión, con el fin de transmitir al ordenador dicho dato de funcionamiento. Los datos de banda comprenden los datos geométricos y/o físicos y/o químicos de cada una de las dos bandas antes de ser soldadas una con otra. Los datos de funcionamiento comprenden particularmente los parámetros de regulación o de soldeo y/o los datos unidos al funcionamiento en tiempo real de la máquina de unión, particularmente de su dispositivo de soldeo y de al menos un dispositivo de tratamiento térmico. Se trata por ejemplo, y de manera no exhaustiva, de datos relativos a la energía de soldeo disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo destinada a calentar los extremos de las bandas antes de ser soldadas entre sí, o relativas a una energía de soldeo máxima disponible a la salida de dicha fuente de energía de soldeo, o todavía de datos que conciernen a la velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo a lo largo de la línea de soldeo, o de su velocidad máxima y/o mínima de desplazamiento, pero también de datos o parámetros de regulación relativos por lo menos a un dispositivo de tratamiento térmico de la máquina de unión, como su velocidad de desplazamiento a lo largo de la línea de soldeo, o una correlación entre su velocidad de desplazamiento y la velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo, o todavía, un dato relativo a una energía térmica que el dispositivo de tratamiento térmico es apto para producir.

A partir de estos datos de banda y de funcionamiento, el ordenador es apto para calcular por lo menos dicho parámetro térmico de la soldadura destinado en particular a parametrizar un enfriamiento de las zonas de las bandas afectadas por la energía de soldeo, regulando particularmente una aportación en energía apta para calentar dichas

zonas. Por otra parte, el dispositivo de control según la invención comprende en particular una base de datos destinada a una clasificación, a partir de por lo menos uno de dichos datos de banda, de cada una de las bandas en al menos una familia de materiales, cada familia de materiales comprende por lo menos un material de referencia caracterizado por lo menos por un dato de referencia destinado en particular a la identificación y a la clasificación de dicha banda en dicha familia de materiales. Dicho material de referencia es en particular identificable por al menos un elemento de su análisis químico, por ejemplo, un contenido en carbono o un carbono equivalente. Dichos datos de referencia comprenden, en particular, por lo menos una característica física y/o química del material de referencia del que puede depender el soldeo, por ejemplo, un contenido en carbono o un carbono equivalente, y/o un parámetro de enfriamiento crítico, por ejemplo una velocidad de enfriamiento crítico o un tiempo de enfriamiento crítico entre dos temperaturas. En particular, por lo menos un dato de referencia de cada material de referencia comprende un parámetro metalúrgico crítico en función de un valor de consigna o permite definir un comportamiento metalúrgico en función de un parámetro metalúrgico con el fin de permitir una determinación de dicho parámetro metalúrgico crítico en función de dicho valor de consigna. Dicho parámetro metalúrgico crítico es particularmente apto para ser comparado a dichos parámetros térmicos. El valor de consigna es un dato que puede, en particular, haber entrado en la base de datos por un operador desde una mesa operadora, y que es apto para caracterizar la soldadura. Se trata, por ejemplo, de una dureza máxima que no se puede sobrepasar para dicha soldadura, de una estructura metalográfica deseada para la soldadura, o de un tiempo de enfriamiento crítico. En otros términos, el material de referencia se caracteriza por un dato de referencia que comprende, en particular, un parámetro metalúrgico crítico, por ejemplo, el tiempo de enfriamiento crítico, en función de un valor de consigna, por ejemplo, una dureza imponible por un operador, o apto para definir un comportamiento metalúrgico en función de un parámetro metalúrgico, por ejemplo, una variación de la dureza en función del tiempo de enfriamiento, permitiendo definir un parámetro metalúrgico crítico, por ejemplo, un tiempo de enfriamiento crítico, en función de un valor de consigna, por ejemplo, en función a una dureza imponible por un operador.

Dicha base de datos conviene particularmente en la catalogación de diferentes familias de materiales en función de por lo menos un criterio de identificación de materiales, y/o de un comportamiento metalúrgico de cada uno de dichos materiales, y en particular en función a dicho dato de referencia de dichos materiales de referencia. Comprende, por ejemplo, las características químicas y/o físicas de por lo menos un material de referencia para cada familia de materiales. Ventajosamente, la clasificación de cada una de las bandas en una familia de materiales es en particular realizable automáticamente por un módulo de clasificación del ordenador a partir de dicho dato de banda. En efecto, dicho módulo de clasificación es apto para determinar una pertenencia de una banda por lo menos a una familia de materiales por identificación de por lo menos uno de dichos datos de banda y la comparación de dicho dato de banda identificada con al menos uno de dichos datos de referencia de los materiales de referencia de cada familia. Así, la presente invención permite comparar por lo menos un dato de banda con al menos un dato de referencia que comprende una información sobre una característica física y/o química de un material de referencia con el fin de clasificar la banda en una familia de materiales de dicha base de datos.

En otros términos, el ordenador comprende un módulo de clasificación apto para clasificar cada banda por lo menos en una familia de materiales de dicha base de datos a partir de una lectura o de la identificación por lo menos de un dato de banda. En particular, a partir por lo menos de un dato de referencia de un material de referencia de la base de datos, el módulo de clasificación del ordenador es también capaz de extraer dicho parámetro metalúrgico crítico en función a dicho valor de consigna si este último está comprendido en dicho dato de referencia, o de calcularlo si por lo menos uno de dichos datos de referencia permite definir dicho comportamiento metalúrgico en función a dicho parámetro metalúrgico. En este caso, el módulo de clasificación es apto para determinar, en función a dicho comportamiento metalúrgico, dicho parámetro metalúrgico crítico en función a dicho valor de consigna.

En particular, si los datos de banda permiten al módulo de clasificación identificar un material de referencia de dicha base de datos de los cuales al menos un dato de referencia corresponde a un dato de banda, es decir, si por lo menos una característica física y/o química del material de referencia corresponde por lo menos a una característica física y/o química de la banda, entonces dicho módulo de clasificación es apto para establecer una correspondencia entre dicha banda y dicho material de referencia haciendo particularmente corresponder a dicha banda, dicho parámetro metalúrgico crítico. En particular, el módulo de clasificación es apto para escoger el material de referencia que tiene la mejor correspondencia con dicha banda, es decir, que tiene el número más grande de datos de referencia iguales a los datos de banda, o todavía, que comprende el número mayor de características físicas y/o químicas comunes con dicha banda.

En particular, si el módulo de clasificación no encuentra ningún material de referencia de dicha base de datos que tiene por lo menos un dato de referencia idéntico por lo menos a un dato de banda, entonces el módulo de clasificación es apto para identificar por lo menos dos materiales de referencia para los cuales por lo menos un dato de referencia comprende por lo menos una característica física y/o química similar o próxima por lo menos a una característica física y/o química de la banda. Para cada uno de los materiales de referencia identificados, dicho módulo de clasificación es apto para extraer o calcular dicho parámetro metalúrgico crítico, después extrapolar a partir de cada uno de dichos parámetros metalúrgicos críticos de cada uno de dichos materiales de referencia, particularmente por medio por lo menos de un modelo de extrapolación predefinido, un parámetro metalúrgico crítico

extrapolado. En todos los casos, el módulo de clasificación es apto para identificar o para calcular para cada banda un parámetro metalúrgico crítico a partir de por lo menos uno de dichos datos de referencia y en función a dicho valor de consigna.

5 Ventajosamente, dicha base de datos según la invención es actualizable: el ordenador es en particular apto para actualizar dicha base de datos permitiendo una inserción, en dicha base de datos, de por lo menos una noticia dada de referencia que caracteriza un nuevo material de referencia, o una modificación de un dato de referencia que caracteriza un material de referencia ya comprendido en dicha base de datos. El nuevo material de referencia es en particular una banda de acero cuya característica física y/o química no figura en la base de datos. En este caso, una noticia dada de referencia es en particular un dato de banda relativo a por lo menos una característica física y/o química diferente de las características físicas y/o químicas de los materiales de referencia comprendidos en dicha base de datos. Además, el ordenador es en particular apto para suprimir de la base de datos por lo menos un dato de referencia relativo a un material de referencia, por ejemplo, un material de referencia no usado para la unión de bandas. Ventajosamente, dicho ordenador permite particularmente a un operador introducir las características de los materiales de referencia en dicha base de datos a partir de una mesa operadora. Así, la inserción de por lo menos una noticia dada de referencia o la modificación de por lo menos un dato de referencia preexistente en la base de datos permiten ventajosamente una actualización de la base de datos en función de los resultados de los controles de soldaduras realizables en la instalación de tratamiento ella misma o en laboratorio, y así una adaptación del soldeo en función de dichos resultados de controles de dichas soldaduras.

20 Además, el procedimiento de control según la invención esta en particular caracterizado porque comprende una comparación automática y en tiempo real de dicho parámetro térmico con dicho parámetro metalúrgico crítico. Con este fin, el ordenador comprende en particular un módulo de análisis apto para comparar automáticamente, particularmente en tiempo real, el parámetro metalúrgico crítico, que puede por ejemplo, ser un parámetro metalúrgico crítico de enfriamiento, con dicho parámetro térmico que puede ser un parámetro térmico de enfriamiento. El módulo de análisis es particularmente apto para comparar un valor del parámetro metalúrgico crítico con un valor del parámetro térmico con el fin de determinar una relación de orden (superior, inferior, igual) entre dichos valores.

Igualmente, el procedimiento de control según la invención se caracteriza en particular en que un rebasamiento del valor de dicho parámetro metalúrgico crítico (por ejemplo un tiempo crítico de enfriamiento) por el valor de dicho parámetro térmico (por ejemplo un tiempo de enfriamiento calculado a partir de los datos de banda y de funcionamiento) es apto para inducir, en particular automáticamente, una modificación del valor de por lo menos un parámetro de soldeo de la máquina de unión, con el fin de permitir al valor de dicho parámetro térmico volver a un valor por debajo de dicho valor del parámetro metalúrgico crítico. Dicho rebasamiento hace referencia, por ejemplo, a un valor de dicho parámetro térmico que aumenta y sobrepasa un valor del parámetro metalúrgico crítico que le era previamente superior, pero también a un valor de dicho parámetro térmico que disminuye y sobrepasa (se vuelve inferior) a un valor del parámetro metalúrgico crítico que le era previamente inferior. Ventajosamente, dicho rebasamiento es identificable por el módulo de análisis en el momento de dicha comparación de los valores. Además, en el caso de dicho rebasamiento y en el caso de la identificación de dicho rebasamiento por el módulo de análisis, el ordenador es en particular apto para calcular automáticamente un nuevo valor por lo menos de un parámetro de soldeo, dicho nuevo valor está destinado a mantener el valor del parámetro térmico por debajo del valor del parámetro metalúrgico crítico. Por ejemplo, el parámetro térmico calculable en tiempo real es un tiempo de enfriamiento de la soldadura entre dos temperaturas de referencia comprendidas, por ejemplo, entre 1000° C y 300° C, y el parámetro metalúrgico crítico es un tiempo crítico de enfriamiento entre otras dos temperaturas de referencia comprendidas, por ejemplo, entre 1000° C y 300° C, y debajo del cuál por lo menos una característica metalúrgica de una zona de la soldadura alcanza dicho valor de consigna. La característica metalúrgica tomada en consideración puede ser la estructura metalográfica (martensítico, bainítico, perlítico en el caso del acero). Puede ser también, de manera más simple, una dureza. En el caso de una dureza tomada en consideración como característica metalúrgica, su valor de consigna, o máximo tolerable, puede ser fijado sobre un valor superior a 300HV, preferentemente comprendido entre 380HV y 420HV.

50 Si el tiempo de enfriamiento de la soldadura sobrepasa el tiempo crítico de enfriamiento de la soldadura, entonces la identificación de dicho rebasamiento por el módulo de análisis induce a un cálculo por el ordenador de al menos un nuevo parámetro de soldeo destinado a disminuir o aumentar el tiempo de enfriamiento con el fin de que el valor del tiempo de enfriamiento se quede por debajo del valor del tiempo crítico de enfriamiento. El ordenador puede, por ejemplo, calcular una nueva aportación de energía térmica por dicho dispositivo de tratamiento térmico de la máquina de unión, determinando particularmente una temperatura de precalentamiento de la soldadura que permite a dicho parámetro térmico quedarse por debajo del parámetro metalúrgico crítico, sin cambiar otros parámetros de soldeo. Puede también determinar una temperatura de precalentamiento de la soldadura que permite a dicho parámetro térmico quedarse por debajo del parámetro metalúrgico crítico, modificando por lo menos otro parámetro de soldeo, como la energía disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo, y/o la velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo. En este último caso, las modificaciones de la energía disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo y/o de la velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo pueden en

particular ser limitadas por los valores límites implantables en un programa de cálculo de dicho ordenador. Estos valores límites pueden ser, por ejemplo, una capacidad máxima de la fuente de energía de soldeo o un tiempo máximo de soldeo.

5 La presente invención también propone una descripción de dicho rebasamiento comunicable por dicho dispositivo de control a dicha máquina de unión y/o a una mesa operadora, y destinado, por ejemplo, a advertir, visualmente y/o auditivamente a un operador. En particular, dicho ordenador es apto para transmitir el nuevo valor del parámetro de soldeo a los medios de control y de caracterización del dispositivo de control, estos últimos son en particular aptos para señalar el nuevo valor del parámetro de soldeo a la máquina de unión y/o a la mesa operadora. En particular, los medios de control y de caracterización son capaces de expedir a un operador, en forma de al menos una recomendación, el nuevo valor del parámetro de soldeo, recomendando, por ejemplo, un nuevo tiempo de precalentamiento, y/o una nueva velocidad de desplazamiento, y/o una nueva energía de soldeo.

10 Iguualmente, los medios de control y de caracterización son en particular aptos para guiar el soldeo a partir del nuevo valor del parámetro de soldeo. En efecto, el procedimiento de control según la invención se caracteriza en particular en que dicho control, particularmente en tiempo real, de dicho soldeo, depende de dicho parámetro metalúrgico crítico definible en función a dicho valor de consigna. El parámetro metalúrgico crítico permite particularmente definir un valor límite para el parámetro térmico, y por lo tanto imponer al soldeo por lo menos una tensión de soldeo susceptible de forzar por lo menos un parámetro de soldeo con el fin de limitar el valor del parámetro térmico. En particular, los medios de control y de caracterización son capaces de expedir a la máquina de unión o al sistema central de automatismos, por lo menos una consigna de ajuste de la máquina de unión, destinada, por ejemplo, a la puesta en practica del dispositivo de tratamiento térmico (un dispositivo de precalentamiento y/o de recocido) y a su ajuste en función de dicho nuevo parámetro de soldeo.

15 Así, el dispositivo de control según la invención es en particular, de una parte, capaz de determinar de antemano, es decir antes del soldeo, los parámetros de soldeo en función de los datos de banda y de funcionamiento con el fin de ajustar por lo menos un dispositivo de tratamiento térmico y el dispositivo de soldeo de la máquina de unión, pero también, por otra parte, es capaz de modificar en tiempo real durante el soldeo dichos parámetros de soldeo con el fin de que respeten uno o varios parámetros metalúrgicos críticos predefinibles. Con este fin el ordenador del dispositivo de control es particularmente apto para recibir durante toda la duración del soldeo los valores de los parámetros de soldeo, por ejemplo, como una medida de la energía disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo y/o una medida de la velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo y/o una medida del tiempo y la temperatura de dicha soldadura. A partir de los valores de los parámetros de soldeo medibles en tiempo real, el ordenador es apto para calcular en tiempo real dicho parámetro térmico, para compararlo con el parámetro metalúrgico crítico, y, en caso de adelantamiento del valor del parámetro metalúrgico crítico por el valor del parámetro térmico, comunicar dicho adelantamiento a dichos medios de control y de caracterización con el fin de librarle una consigna y/o una recomendación a un operador y/o a la máquina de unión, o calcular por lo menos un nuevo parámetro de soldeo destinado al pilotaje de la máquina de unión y que permite una vuelta del valor del parámetro térmico por debajo del valor del parámetro metalúrgico crítico.

20 La presente invención también propone un procedimiento de unión de los extremos de las bandas sucesivas adaptados a la unión del extremo de una primera banda con otro extremo de una segunda banda por una máquina de unión de una instalación de tratamiento de bandas, dicho procedimiento de unión comprende particularmente las etapas siguientes: la presión de cada uno de los extremos de las bandas por una mordaza de sujeción de la máquina de unión; el corte de dichos extremos, por ejemplo por cizallas, con el fin de preparar dichos extremos con vistas a su unión una con otra; el posicionamiento de dichos extremos destinados a permitir su soldeo por un dispositivo de soldeo de la máquina de unión; el soldeo de dichos extremos por el dispositivo de soldeo, susceptible de cooperar con una pre- y/o una post-calefacción de dichos extremos por medio de un dispositivo de tratamiento térmico, caracterizado porque comprende dicho control automático del ciclo térmico de una soldadura, en particular apto para cooperar con dicho soldeo de dichos extremos de banda, particularmente con la pre- y/o la post-calefacción de dichos extremos. En efecto, dicho soldeo, según la invención, es controlable en tiempo real por los medios de regulación y de caracterización del dispositivo de control, con el fin de controlar el ciclo térmico de la soldadura y de garantizar una soldadura de calidad.

40 Se proporcionan ejemplos de realización y de aplicación de la presente invención con ayuda de las siguientes figuras:

Figura 1 Ejemplo de reparto espacial del calor de una soldadura durante un soldeo de dos extremos de bandas;

Figura 2 Ejemplo de ciclos térmicos y de repartos transversales de temperaturas de una soldadura;

45 Figura 3 Ejemplo de la influencia de una velocidad de enfriamiento sobre una estructura metalúrgica y una dureza de una zona afectada por una soldadura de acero;

Figura 4 Ejemplo de realización de un dispositivo de control de un ciclo térmico de una soldadura de unión según la invención;

5 La figura 1 presenta un ejemplo de reparto espacial del calor de una soldadura durante un soldeo de los dos extremos de las bandas. La fuente de energía de soldeo del dispositivo de soldeo es en particular una fuente de calor, por ejemplo, un arco eléctrico, un haz láser o una resistencia eléctrica capaz de calentar por lo menos una zona que comprende por lo menos una parte de cada uno de los extremos de las bandas B1, B2 y de desplazarse a lo largo de los bordes de dichos extremos de las bandas siguiendo una línea de soldadura CS, dichos bordes están enfrente uno del otro, con el fin de permitir su calentamiento y su soldadura una con la otra. Bajo el efecto de esta fuente de calor se forma un baño de fusión BF que está compuesto del material en fusión de cada una de dichas bandas B1, B2 y eventualmente de un metal de aportación bajo forma, por ejemplo, de un hilo metálico, y permite hacer que se adhieran muy en continuo dichas bandas asegurando un enlace íntimo de sus bordes. Las dos bandas B1, B2 son entonces aptas para formar una banda continua. El calor del baño de fusión se transmite por conducción por todos lados alrededor del baño de fusión BF. Las curvas isotérmicas θ_x se desarrollan alrededor del baño de fusión BF con una forma típica de ovoide alargada hacia atrás del baño con relación al sentido de desplazamiento del dispositivo de soldeo (según x). Una representación tridimensional de un reparto espacial global de las temperaturas alrededor del baño de fusión BF puede ser construida considerando una indicación ortonormal centrada en un centro 0 del baño de fusión, que comprende un eje x que pasa por la línea de soldadura CS, un eje y que es perpendicular a dicha línea de soldadura CS y por lo tanto paralela al sentido de deslizamiento de la banda, y destinando las temperaturas a un eje z que es perpendicular al plano de deslizamiento formado por las bandas y que pasa por el centro 0 del baño de fusión BF. Un corte de este sólido térmico ST por un plano paralelo a la línea de soldadura CS (es decir paralelo el eje x) y perpendicular al plano de deslizamiento de la banda permite obtener una curva de la evolución de la temperatura de un punto de la banda situado en dicho plano paralelo en función al desplazamiento de la fuente de energía de soldeo del dispositivo de soldeo. Esta evolución de la temperatura en función al desplazamiento de la fuente de energía de soldeo es habitualmente denominado ciclo térmico CT del punto.

La figura 2 muestra un ejemplo de ciclo térmico CT y de distribución transversal de las temperaturas de una soldadura. La curva CI representa la distribución transversal de las temperaturas. Se trata de una copa transversal del sólido térmico ST representado en la figura 1, es decir, según un plano perpendicular a la superficie de las bandas B1, B2, y perpendicular a una dirección de desplazamiento de la fuente de energía de soldeo y que pasa por el baño de fusión. La curva CI es simétrica con relación al plano perpendicular a la superficie de dicha banda B1, B2 y pasa por la línea de soldadura de las bandas B1, B2. Representa en particular la variación de temperatura máxima alcanzada por cada punto de una línea paralela al eje, pasando por el centro del baño de fusión y perpendicular a la línea de soldeo. Esta temperatura máxima disminuye cuando se aleja del baño de fusión según el eje y, y provoca, según las zonas, modificaciones metalúrgicas complejas:

35 - a la vecindad del baño de fusión, entre una primera temperatura θ_1 y una segunda temperatura θ_2 inferior a dicha primera temperatura θ_1 , por ejemplo, respectivamente entre aproximadamente 1500° C y 1200° C, un aumento muy importante del grano austenítico confiere generalmente al metal una templabilidad muy fuerte con desarrollo de estructuras aciculares duras y frágiles;

40 - entre la segunda temperatura θ_2 , por ejemplo 1200° C, y una tercera temperatura θ_3 inferior a dicha segunda temperatura θ_2 , se observa

generalmente un conjunto de estructuras que van de una estructura normalizada a las estructuras gruesas que pueden presentar las constituyentes de temple;

- entre la tercera temperatura θ_3 y una cuarta temperatura θ_4 inferior a dicha tercera temperatura θ_3 , aparecen las estructuras finas complejas típicas de las transformaciones rápidas en el dominio intercrítico;

45 - entre la cuarta temperatura θ_4 y una quinta temperatura θ_5 inferior a la cuarta temperatura θ_4 e igual por ejemplo a aproximadamente 600° C, son observables ciertos fenómenos metalúrgicos, como por ejemplo una coalescencia de algunos sistemas dispersos, uno sobre el revenido de estructuras templadas revenidas ;

- a una temperatura inferior a la quinta temperatura θ_5 , es considerado habitualmente que no se produzca ninguna modificación estructural notable.

50 Un punto de un extremo de dichas bandas, o de la soldadura, por el que el ciclo térmico CT es susceptible de alcanzar una temperatura máxima θ_{Max} situada entre la primera temperatura θ_1 y la segunda temperatura θ_2 es un punto por el que hay un fuerte riesgo de fragilización de la soldadura. En efecto, en función del tiempo que tomará dicho punto para enfriarse pueden aparecer diferentes estructuras metalúrgicas, cada una se refiere a un grado de calidad diferente de la soldadura. Con el fin de evitar la fragilización de la soldadura, la presente invención propone controlar la estructura metalúrgica de la soldadura controlando particularmente un parámetro térmico, como, por

ejemplo, la velocidad de enfriamiento de la soldadura. En efecto, es posible calcular y controlar para tal punto de dicho parámetro térmico, por ejemplo, una velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} o un tiempo de enfriamiento TR entra una primera temperatura de referencia θ_{RM} y una segunda temperatura de referencia θ_{RM} inferior a dicha primera temperatura de referencia θ_{RM} , dichas temperaturas de referencia definen en particular un intervalo de temperatura comprendido entre 1000°C y 300°C , por ejemplo, un conjunto de temperaturas comprendidas entre 800°C y 500°C o entre 700°C y 300°C . Con el fin de calcular esta velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} o este tiempo de enfriamiento TR, es posible identificar sobre el sólido térmico una zona que ha estado sometida a dicha temperatura máxima θ_{Max} y aplicar un modelo matemático apto para estimar dicha velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} o dicho tiempo de enfriamiento TR, como por ejemplo el modelo de Rykline.

En particular, conociendo la energía de soldeo disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo del dispositivo de soldeo, así como la velocidad de desplazamiento de dicho dispositivo de soldeo (o de la fuente de energía de soldeo, si ésta última se desplaza independientemente del dispositivo de soldeo que podría, por ejemplo, ser fijo con relación a la banda), es posible calcular el tiempo de enfriamiento TR de dicho punto de la banda entre dichas primeras y segundas temperaturas de referencia θ_{RM} , θ_{RM} . Este cálculo del tiempo de enfriamiento TR es posible, por ejemplo, integrando, entre la primera temperatura de referencia θ_{RM} y la segunda temperatura de referencia θ_{RM} , una fórmula matemática (1) de variación de una velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} entre dichas primeras y segundas temperaturas de referencia θ_{RM} , θ_{RM} . En el caso de una primera banda idéntica (es decir mismo material, mismas características geométricas) a una segunda banda, dicha fórmula matemática (1) es por ejemplo:

$$VR_{\theta} = \frac{2\pi\rho C_v (\theta - \theta_0)^3 e^2}{E_{eq}^2} \quad (1)$$

con

VR_{θ} = velocidad instantánea de enfriamiento de dicho punto de la banda durante un paso de dicho punto de la banda a una temperatura cualquiera θ que comprende entre la primera temperatura de referencia θ_{RM} y la segunda temperatura de referencia θ_{RM} , la velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} esta expresada en kelvin por segundo, y dicha temperatura cualquiera θ esta expresada en kelvin. En otros términos, la velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} es la velocidad de enfriamiento a cualquier temperatura θ ;

E_q =energía de soldeo disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo por unidad de longitud de soldadura, expresada en julios por metro;

ρ = densidad volumétrica del material de la banda a la temperatura cualquiera θ , expresada en kilo por metro cúbico;

C_v =calor específico del material de la banda a la temperatura cualquiera θ , expresado en julios por kilo por kelvin;

θ_0 =temperatura inicial de dicho punto de la banda, expresada en kelvin. Dicha temperatura inicial θ_0 puede, por ejemplo, ser una temperatura de precalentamiento de dicho punto de la banda o una temperatura ambiente;

K = conductividad térmica del material de la banda, expresada en julios por metro por segundo por kelvin;

e = espesor de la banda que hay que soldar, expresada en metros.

El cálculo del tiempo de enfriamiento TR también puede tener en cuenta un eventual efecto de enfriamiento que proviene de una transferencia de calor de dicho punto de la banda a las mordazas de sujeción de la máquina de unión. La fórmula matemática (1) permite, por ejemplo, controlar el tiempo de enfriamiento de un punto de la banda entre dichas temperaturas de referencia θ_{RM} , θ_{RM} modificando la energía E_q disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo y/o la temperatura inicial θ_0 .

La figura 3 presenta cuatro diferentes gráficas que esquemáticamente representan los comportamientos metalúrgicos. Las tres primeras gráficas (Figura 3a, 3b y 3c) contienen cada una, en abscisa, un primer eje que representa una escala temporal creciente de un tiempo de enfriamiento TR, y ordenada, un segundo eje que representa una escala de temperatura θ también creciente desde el origen de dichos ejes. La cuarta gráfica (Figura

3d) presenta una variación de la dureza de una soldadura de una banda de acero en función del tiempo de enfriamiento TR de dicha soldadura. Los cuatro gráficos diferentes permiten poner en evidencia el papel de una velocidad de enfriamiento de una zona afectada por una soldadura de acero sobre la estructura metalúrgica y la dureza de dicha zona.

5 La primera gráfica (Figura 3a) muestra la evolución de la estructura metalográfica de una soldadura durante su enfriamiento a partir de una temperatura máxima θ_{Max} . El gráfico comprende tres dominios delimitados de manera simplificada: un dominio austenítico A, un dominio martensítico M, y un dominio bainítico B. Una primera curva de enfriamiento CR₁, correspondiente a un primer tiempo de enfriamiento TR₁ muy corto, atraviesa el dominio austenítico A, luego el dominio martensítico M, conduciendo a una estructura final martensítica de la soldadura,
10 potencialmente dura y frágil.

La segunda gráfica (Figura 3b) retoma los mismos dominios que presenta la Fig. 3a y muestra la evolución de la estructura metalográfica de una soldadura durante su enfriamiento a partir de la misma temperatura máxima θ_{Max} y durante un segundo tiempo de enfriamiento TR₂ más largo que dicho primer tiempo de enfriamiento TR₁, según una segunda curva de enfriamiento CR₂ que conduce a una estructura final bainítica.

15 La tercera gráfica (Figura 3c) muestra el primer ciclo térmico CT₁ correspondiente a la primera curva de enfriamiento CR₁ así como un segundo ciclo térmico CT₂ correspondiente a la segunda curva de enfriamiento CR₂. Por aplicación de un modelo matemático apto para estimar el tiempo de enfriamiento TR, por ejemplo, integrando entre dos temperaturas θ_{RM} y θ_{Rm} la fórmula matemática (1) de estimación de la velocidad instantánea de enfriamiento VR_{θ} , el
20 ordenador según la invención es particularmente capaz de determinar que temperatura de precalentamiento θ_0 y/o que energía E_q disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo por unidad de longitud de soldadura sería necesaria con el fin de aumentar el tiempo de enfriamiento TR con el fin de que sea igual al segundo tiempo de enfriamiento TR₂ correspondiente a la segunda curva de enfriamiento CR₂. En este caso, el parámetro metalúrgico es el tiempo de enfriamiento TR y el parámetro metalúrgico crítico es el tiempo de enfriamiento TR₂. El tiempo de enfriamiento TR₂ es determinable a partir del comportamiento metalúrgico descrito en la Figura 3b para el parámetro metalúrgico (tiempo de enfriamiento TR) en función de las temperaturas de referencia θ_{RM} , θ_{Rm} y en función de una estructura metalúrgica bainítica B escogida como valor de consigna.
25

La cuarta gráfica (Figura 3d) presenta un comportamiento metalúrgico que muestra la evolución de la dureza HV de una zona de la soldadura enfriada a partir de la temperatura máxima θ_{Max} en función al tiempo de enfriamiento TR. La primera curva de enfriamiento CR₁ conduce a una primera dureza HV₁ superior a una dureza máxima HV_{Max}
30 fijada que puede ser, por ejemplo, un valor de consigna, mientras que la segunda curva de enfriamiento CR₂ conduce a una segunda dureza HV₂ ligeramente inferior a la dureza máxima HV_{Max}. El dispositivo de control según la invención, es capaz de controlar este tiempo de enfriamiento TR modificando y controlando los parámetros de los que depende, como la energía E_q , o la temperatura de precalentamiento θ_0 . Con el fin de modificar estos parámetros, el dispositivo de control según la invención es particularmente capaz de controlar y de ajustar la máquina de unión en función de dichos parámetros. En particular, esta cuarta gráfica puede ser interpretada del modo siguiente con relación a la presente invención: la dureza HV es el parámetro metalúrgico, la dureza máxima HV_{Max} es el parámetro metalúrgico crítico determinable a partir, de una parte, de los datos de referencia aptos para caracterizar la dureza HV de un material de referencia en función de un tiempo de enfriamiento TR de dicho material de referencia, y de otra parte, a partir de un valor de consigna introducido por un operador en la base de datos y definido por el valor de dureza máximo HV_{Max} de una dureza limite que no se puede sobrepasar.
40

La figura 4 presenta un ejemplo de realización de un dispositivo de control C1 de un ciclo térmico de una soldadura de unión según la invención, conveniente para la puesta en funcionamiento del procedimiento de control automático del ciclo térmico de una soldadura de unión de las bandas.

45 El dispositivo de control C1 está adaptado a una máquina de unión M1 de una instalación de tratamiento de bandas (no representado), dicha máquina de unión M1 comprende particularmente un dispositivo de soldeo M11 apto para soldar un extremo de una primera banda a otro extremo de una segunda banda, dos pares de mordazas de sujeción aptas para inmovilizar dichos extremos de banda, por lo menos un dispositivo de tratamiento térmico M12, M13 apto para tratar térmicamente dichos extremos de bandas, por ejemplo, un dispositivo de precalentamiento por inducción M12 y un dispositivo de recocido M13, dicho dispositivo de control C1 se caracteriza en que comprende:

50 - Medios de conexión C15 destinados a conectar dicho dispositivo de control C1 a un sistema central de automatismo A1 de dicha instalación de tratamiento de bandas y a dicha máquina de unión M1 con el fin de permitir respectivamente un intercambio de por lo menos un dato de banda con dicho sistema central de automatismo A1 y un intercambio de por lo menos un dato de funcionamiento de la máquina de unión con dicha máquina de unión M1. El sistema central de automatismo A1 de la instalación de tratamiento de banda comprende, en particular, diferentes informaciones / datos a propósito de las bandas en curso de tratamiento, y es capaz de cambiar estas informaciones / datos con dicho dispositivo de control C1 por medio de dichos medios de conexión C15;
55

- Un ordenador C11 apto para calcular o determinar, a partir de dichos datos de banda y de funcionamiento, por lo menos un parámetro térmico de dicha soldadura. Este parámetro térmico es, por ejemplo, el tiempo de enfriamiento de dicha soldadura determinable a partir de una fórmula matemática que integra en sus parámetros por lo menos una parte de dichos datos de banda y de funcionamiento;
- 5 - Medios de control y de caracterización C14 del soldeo de dicha soldadura aptos para controlar dicho soldeo en función de dicho parámetro térmico, y que comprenden en particular, los medios para medir y ajustar una cantidad de energía de soldeo disponible por unidad de longitud de soldadura, los medios para medir y ajustar una velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo, los medios de ajuste del dispositivo de tratamiento térmico de los extremos de las bandas, y eventualmente, los medios regulables de un dispositivo de recocido después del soldeo.
- 10 En particular, el ordenador C11 es apto para recibir del sistema de automatismo A1 de la instalación de tratamiento, los datos que conciernen a las bandas que hay que soldar. Es también apto para recibir de la máquina de unión M1 por soldeo por lo menos un dato de funcionamiento, por ejemplo, un valor de la energía de soldeo disponible a la salida de la fuente de energía de soldeo del dispositivo de soldeo M11 y una velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo M11 que comprende dicha fuente de energía de soldeo. El ordenador C11 es en particular apto para efectuar por lo menos un cálculo térmico a partir de al menos un modelo térmico, como, por ejemplo, la fórmula matemática (1) que permite obtener dicho parámetro térmico a partir de dichos datos de banda y de funcionamiento. Este parámetro térmico es, por ejemplo, un tiempo de enfriamiento TR de la soldadura entre una primera temperatura de referencia θ_{RM} superior a una segunda temperatura de referencia θ_{Rm} como el presentado anteriormente en las figuras 2 y 3.
- 15
- 20 El dispositivo de control C1 contiene en particular una base de datos C13 de familias de materiales destinada a la clasificación de la banda de al menos una familia de materiales de dicha base de datos a partir de dichos datos de banda. Se trata, por ejemplo, de aceros clasificados por familias de aceros, cada familia de aceros contiene por lo menos un acero de referencia caracterizado por un dato de referencia, que permite, por ejemplo, identificar dicho acero de referencia por lo menos por medio de una característica física y/o química, por ejemplo, por un elemento de su análisis químico, como su contenido en carbono o su carbono equivalente. Esta base de datos C13 es en particular apta para recibir actualizaciones directamente desde una mesa de operador OP y/o por medio del sistema central de automatismo A1 y/o por el ordenador C11. A cada material de referencia de cada familia de materiales, por ejemplo, a cada acero de referencia de cada familia de aceros, es asociable, por lo menos, un parámetro metalúrgico crítico. El parámetro metalúrgico crítico es en particular un parámetro crítico de enfriamiento, por ejemplo, un tiempo de enfriamiento crítico entre la primera temperatura de referencia θ_{RM} y la segunda temperatura de referencia θ_{Rm} correspondiente a un valor máximo de dureza predefinida, como se describe en las figuras 2 y 3. Dicho parámetro metalúrgico crítico es en particular o un dato de referencia del material de referencia en la base de datos, o un dato calculable por un módulo de clasificación C112 por lo menos a partir de un dato de referencia del material de referencia, si por lo menos uno de dichos datos de referencia permite definir un comportamiento metalúrgico de dicho material de referencia en función a un parámetro metalúrgico.
- 25
- 30
- 35
- El módulo de clasificación C112 esta incluido en particular en el ordenador C11. Además, es en particular apto para recibir dichos datos de banda destinados a la identificación del material de la banda, y apto para clasificar la banda en una familia de materiales de dicho banco de datos a partir de dichos datos. En particular, el módulo de clasificación C112 es apto para buscar en la base de datos C13 por lo menos una familia de materiales a quien dicha banda es susceptible de pertenecer, e identificar, en el seno de esta familia de materiales, por lo menos un material de referencia caracterizado por lo menos por un dato de referencia, por ejemplo, un acero de referencia de una familia de aceros, dicho dato de referencia que es por lo menos una característica física y/o química comparable o idéntica a las características físicas y/o químicas de la banda, dicho de otro modo, comparable o idéntica a uno de dichos datos de banda. El módulo de clasificación C112 es en particular capaz de extraer de la base de datos C13 dicho parámetro metalúrgico crítico a partir de por lo menos uno de dichos datos de referencia. Este parámetro metalúrgico crítico es, por ejemplo, el tiempo de enfriamiento de un punto de la banda que caracteriza el tiempo necesario para que dicho punto pase de la primera temperatura de referencia θ_{RM} a la segunda temperatura de referencia θ_{Rm} , esta última puede corresponder por ejemplo a un valor máximo de dureza predefinido. Dicho parámetro metalúrgico crítico es en particular extraíble, o calculable, a partir de por lo menos uno de dichos datos de referencia del material de referencia. Igualmente, el módulo de clasificación C112 según la invención, es en particular capaz de determinar, a partir de por lo menos un primer y un segundo dato de referencia de respectivamente un primero y un segundo material de referencia, teniendo cada uno por lo menos una característica física y/o química comparable a las características físicas y/o químicas de la banda, un comportamiento metalúrgico mediano susceptible de corresponder al comportamiento metalúrgico de la soldadura, y destinado a la determinación de dicho parámetro metalúrgico crítico. Igualmente, el módulo de clasificación C112 es en particular, capaz de extrapolar a partir de por lo menos dos parámetros metalúrgicos críticos de, respectivamente, por lo menos dos materiales de referencia que tienen cada uno por lo menos una característica física y/o química próxima a una característica física y/o química de la banda que hay que soldar, por ejemplo, un contenido en carbono o un carbono equivalente, un parámetro metalúrgico intermedio susceptible de caracterizar el comportamiento metalúrgico de la banda y de servir de límite para dicho parámetro térmico.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

5 El ordenador C11 comprende en particular un módulo de análisis C113 apto para comparar automáticamente, en tiempo real, el parámetro metalúrgico crítico con dicho parámetro térmico determinable por cálculo por dicho ordenador C11. Por ejemplo, el parámetro térmico es un tiempo de enfriamiento TR entre la primera y la segunda temperatura de referencia θ_{RM} , θ_{Rm} , calculable en función de la energía de soldeo y de la velocidad de desplazamiento del dispositivo de soldeo M11 que comprende dicha fuente de energía de soldeo. Este tiempo de enfriamiento es susceptible de ser comparado por dicho módulo de análisis C113 con un parámetro metalúrgico crítico extraído o extrapolado de los datos de referencia de la base de datos, que puede particularmente ser un parámetro crítico de enfriamiento, por ejemplo, un tiempo de enfriamiento crítico. Ventajosamente, si el valor del parámetro térmico sobrepasa el valor del parámetro metalúrgico crítico, por ejemplo, si el valor del tiempo de enfriamiento TR sobrepasa el valor del tiempo de enfriamiento crítico, entonces, el ordenador C11 es capaz de calcular en tiempo real por lo menos un parámetro de soldeo, destinado al pilotaje y/o al control del soldeo, apto para mantener el valor del parámetro térmico por debajo del valor del parámetro metalúrgico crítico. Además, dicho ordenador C11 es en particular capaz de comunicar dicho nuevo parámetro de soldeo a dichos medios de control y de caracterización C14 del dispositivo de control C1 con el fin de que estos últimos lo tengan en cuenta para el control del soldeo en tiempo real de los extremos de las bandas que hay que soldar. Dichos medios de control y de caracterización C14 son en particular capaces de pilotar en tiempo real la máquina de unión según un ciclo térmico definido con arreglo a dicho parámetro térmico y a los datos medibles en el curso del soldeo (temperatura de la soldadura, energía disponible, ...).

20 Según el primer modo de realización, dichos medios de control y de caracterización C14 son en particular capaces de expedir una información a la mesa operadora OP, dicha información está destinada a señalar dicho rebasamiento a un operador con el fin de que éste último pueda proceder a un arreglo de los parámetros de soldeo desde la mesa operadora OP, como, por ejemplo, un precalentamiento por medio del dispositivo de tratamiento térmico M12 o a una modificación de la energía de soldeo. Según un segundo modo de realización, dichos medios de control y de caracterización C14 son en particular capaces de modificar automáticamente los parámetros de soldeo de la máquina de soldeo integrando dicho nuevo parámetro de soldeo. En efecto, el procedimiento de control automático según la invención se caracteriza en que dichos medios de control y de caracterización C14 son capaces de transmitir, o al sistema central de automatismo A1, o directamente a la máquina de unión M1, o en particular directamente al dispositivo de soldeo M11, una consigna de arreglo que comprende un nuevo conjunto de parámetros de soldeo que comprende dicho nuevo parámetro de soldeo. El nuevo conjunto de parámetros de soldeo esta destinado a ajustar la máquina de unión de modo que el parámetro térmico sea capaz de regresar a un valor por debajo del valor del parámetro metalúrgico crítico.

Finalmente, el procedimiento de control según la invención y el dispositivo de control para su puesta en funcionamiento presentan por lo tanto numerosas mejoras con relación a las prácticas existentes:

- 35 - permiten un control del ciclo de soldeo de una soldadura de unión y una determinación de las condiciones óptimas de la soldadura con vistas a controlar la estructura metalúrgica de la soldadura por el cálculo y control de por lo menos un parámetro térmico y conforme a la presente invención;
- permiten una adecuación precisa entre el ciclo térmico de una soldadura y las características metalúrgicas (es decir físicas y/o químicas) del material de la banda;
- 40 - permiten privilegiar las operaciones de precalentamiento a temperaturas moderadas en lugar de recocidos post soldeo a altas temperaturas;
- permiten eliminar los riesgos de mala estimación por parte de los operadores;
- permiten una actualización continua de la base de datos de los materiales de referencia sin complicar la tarea del operador;
- 45 - permiten una adaptación en tiempo real de los parámetros de soldeo, y así un pilotaje en tiempo real de los ciclos térmicos de los materiales de banda que hay que soldar.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control automático del ciclo térmico de una soldadura para la unión de bandas, destinado al control de un soldeo de un extremo de una primera banda con otro extremo de una segunda banda por una máquina de unión (M1) de una instalación de tratamiento, caracterizado porque:
- 5 - un primer intercambio de al menos un dato de banda entre un dispositivo de control (C1) de dicho ciclo térmico y un sistema central de automatismo (A1) de dicha instalación de tratamiento;
- un segundo intercambio de por lo menos un dato de funcionamiento entre dicho dispositivo de control (C1) de dicho ciclo térmico y dicha máquina de unión (M1);
- 10 - una determinación, a partir de dichos datos de banda y de funcionamiento, de un parámetro térmico de dicha soldadura para el control de la estructura metalúrgica de la soldadura;
- un control de dicho soldeo que depende por lo menos de dicho parámetro térmico y un control de la estructura metalúrgica de la soldadura por cálculo y control de dicho parámetro térmico.
2. Procedimiento de control según la reivindicación 1, caracterizado porque, comprende una clasificación automática de cada una de las bandas por lo menos en una familia de materiales que comprende por lo menos un material de referencia caracterizado por al menos un dato de referencia.
- 15 3. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones 1 - 2, caracterizado porque, comprende una comparación automática y en tiempo real del parámetro térmico con un parámetro metalúrgico crítico.
4. Procedimiento de control según la reivindicación 3, caracterizado porque,
- el control del soldeo depende de dicho parámetro metalúrgico crítico definible a partir de un valor de consigna.
- 20 5. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado porque, un rebasamiento del valor de dicho parámetro metalúrgico crítico por el valor de dicho parámetro térmico es apto para inducir a una modificación del valor de por lo menos un parámetro de soldeo.
6. Procedimiento de control según la reivindicación 5, caracterizado por una descripción de dicho rebasamiento.
- 25 7. Procedimiento de unión de los extremos de bandas sucesivas adaptado para la unión de los extremos de una primera banda con otro extremo de una segunda banda por una máquina de unión (M1) de una instalación de tratamiento de bandas, caracterizado porque, comprende el control automático del ciclo térmico de una soldadura según la reivindicación 1.
8. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico de una soldadura de unión de un extremo de una primera banda con otro extremo de una segunda banda, adaptado a una máquina de unión (M1) de una instalación de tratamiento de bandas, caracterizado porque comprende:
- 30 - medios de conexión (C15) destinados a conectar dicho dispositivo de control (C1) respectivamente a un sistema central de automatismo (A1) de dicha instalación de tratamiento de bandas y a dicha máquina de unión (M1), con el fin de permitir respectivamente un intercambio de por lo menos un dato la banda y un intercambio de por lo menos un dato de funcionamiento;
- 35 - un ordenador (C11) apto para calcular, a partir de dichos datos de banda y de funcionamiento, por lo menos un parámetro térmico de dicha soldadura para un control de la estructura metalúrgica de la soldadura por cálculo y control de dicho parámetro térmico;
- medios de control y de caracterización (C14) del soldeo de dicha soldadura aptos para controlar dicho soldeo con arreglo a dicho parámetro térmico.
- 40 9. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico según la reivindicación 8, caracterizado porque, comprende una base de datos (C13) destinada a una clasificación de cada una de las bandas en al menos una familia de materiales que comprende por lo menos un material de referencia caracterizado por lo menos por un dato de referencia.
10. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico según la reivindicación 9, caracterizado porque, el ordenador (C11) comprende un módulo de clasificación (C112) apto para clasificar cada banda por lo menos en una familia de

materiales de dicha base de datos (C13) y extraer o calcular por lo menos un parámetro metalúrgico crítico a partir por lo menos de un dato de referencia de por lo menos un material de referencia.

11. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico según la reivindicación 10, caracterizado porque, el módulo de clasificación (C112) es apto para comparar el parámetro metalúrgico crítico con dicho parámetro térmico.
- 5 12. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico según una de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado porque, dicho ordenador (C11) es apto para calcular automáticamente, en el caso de un rebasamiento del valor del parámetro metalúrgico crítico por el valor del parámetro térmico, un nuevo valor de por lo menos un parámetro de soldeo destinado a mantener el valor del parámetro térmico por debajo del valor del parámetro metalúrgico crítico.
- 10 13. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico según la reivindicación 12, caracterizado porque, dichos medios de control y de caracterización (C14) son aptos para señalar el nuevo valor de dicho parámetro de soldeo.
14. Dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico, según la reivindicación 12, caracterizado porque, dichos medios de control y de caracterización (C14) son aptos para pilotar dicho soldeo a partir del nuevo valor de dicho parámetro de soldeo.
- 15 15. Máquina de unión (M1) destinada a la unión de los extremos de bandas sucesivas de una instalación de tratamiento de bandas, caracterizada porque, comprende el dispositivo de control (C1) de un ciclo térmico según la reivindicación 8.

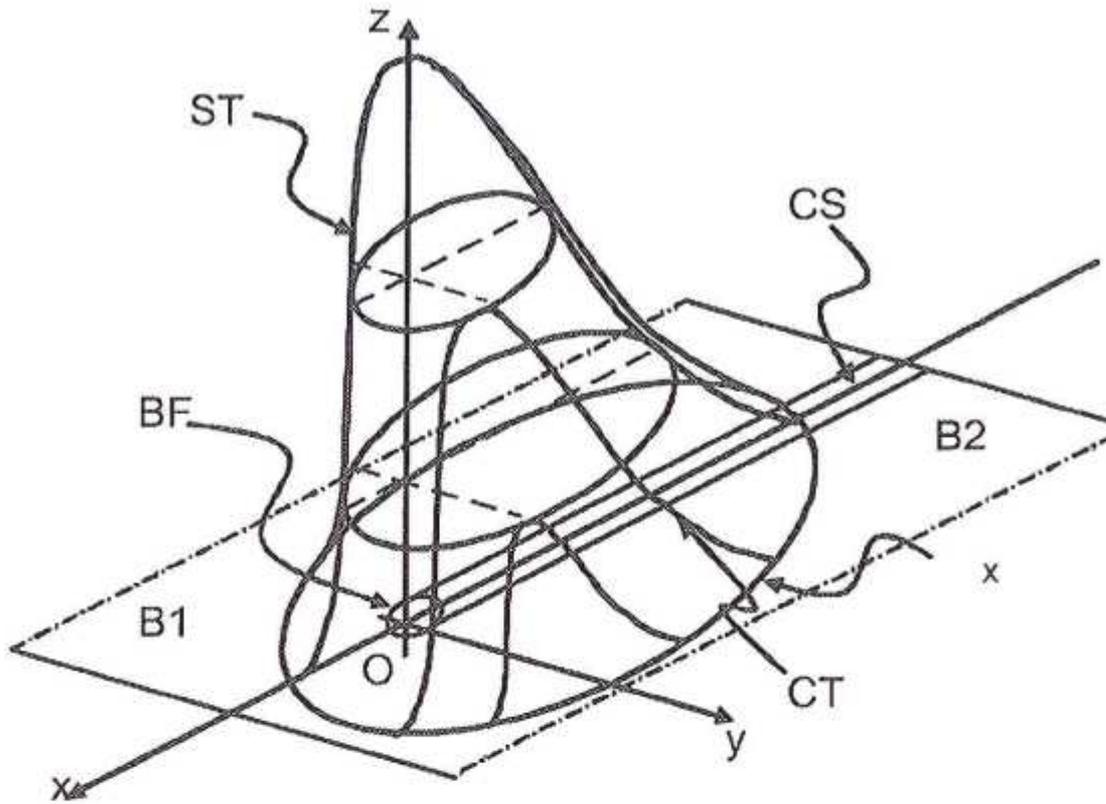


FIG 1

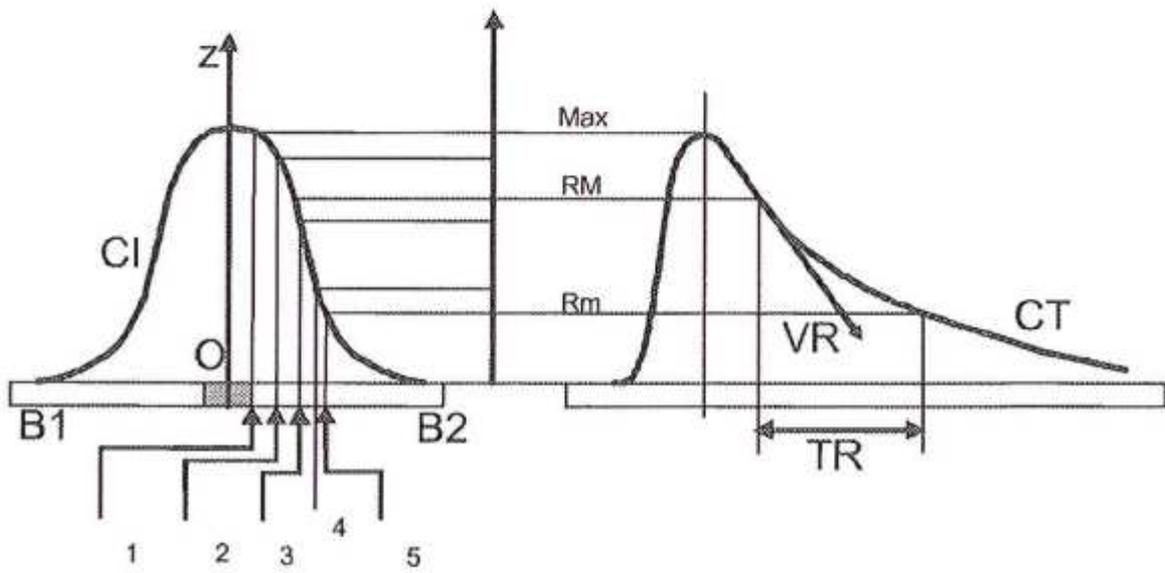


FIG 2

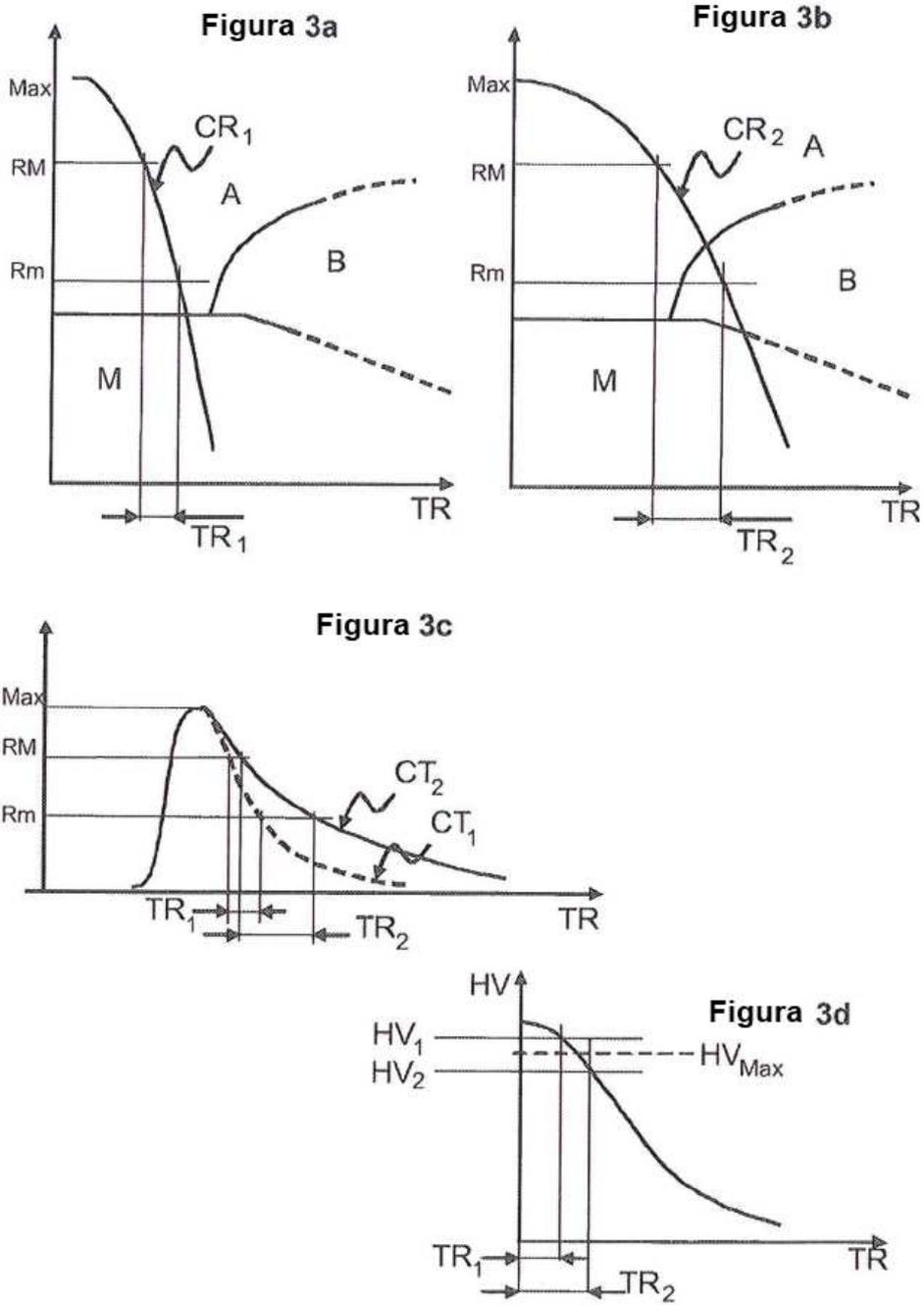


FIG 3

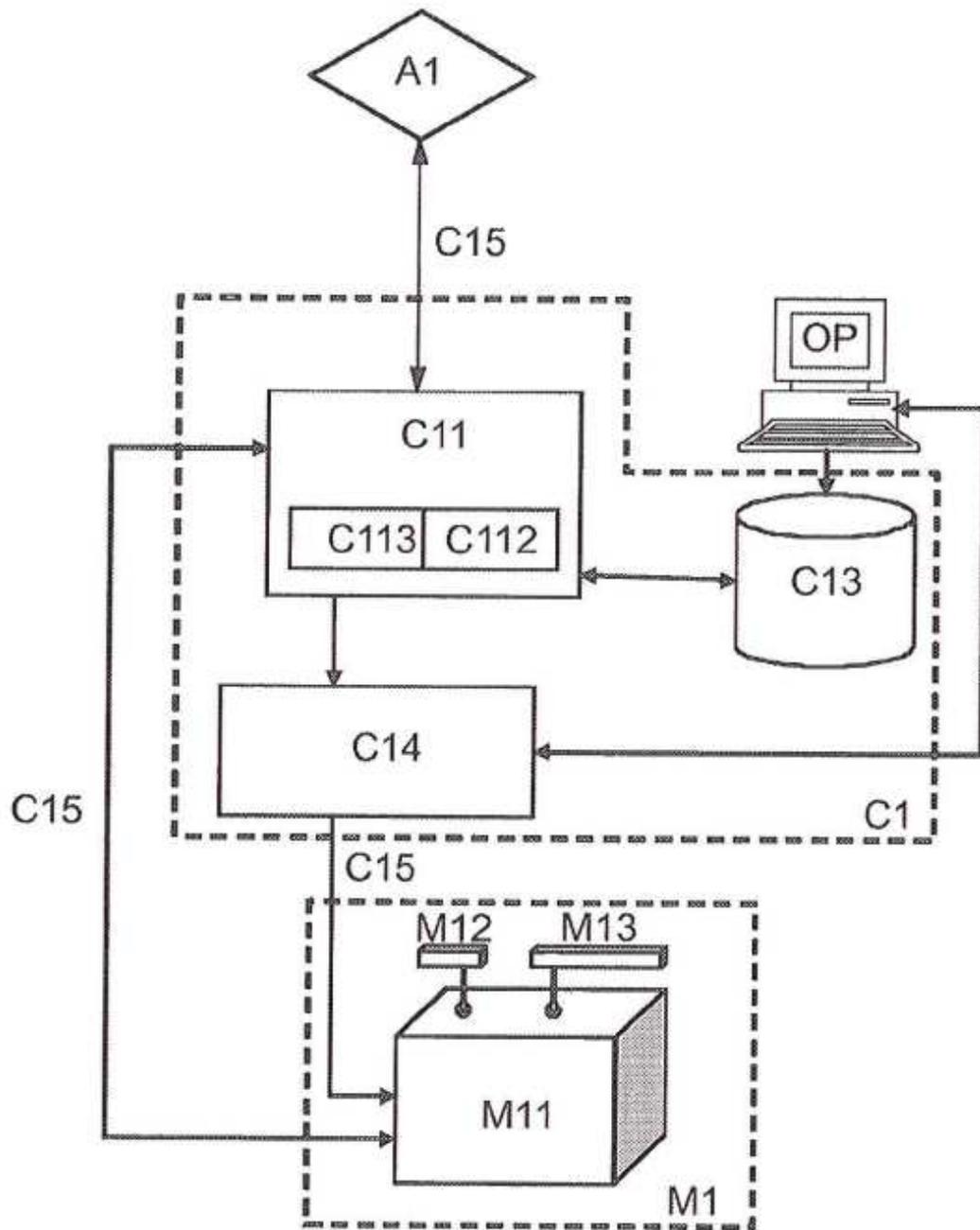


FIG 4