



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 687**

51 Int. Cl.:
B23K 9/167 (2006.01)
B23K 9/29 (2006.01)
B23K 9/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07301339 .3**
96 Fecha de presentación : **06.09.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1905528**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2008**

54 Título: **Procedimiento automático de detección del desgaste de un electrodo de soldadura por medición o contabilización, durante la soldadura, del número de cebaduras realizadas por el electrodo.**

30 Prioridad: **25.09.2006 FR 06 53919**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.06.2011

73 Titular/es: **L'Air Liquide, Société Anonyme pour l'Etude et L'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR
Air Liquide Welding France

72 Inventor/es: **Opderbecke, Thomas y Gadrey, Sébastien**

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 361 687 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 automático de detección del desgaste de un electrodo de soldadura por medición o contabilización, durante la soldadura, del número de cebaduras realizadas por el electrodo

5 **Campo de la invención**

10 La invención se refiere a un procedimiento automatizado de detección del desgaste de un electrodo no fusible de un soplete de soldadura por arco y de sustitución automática de dicho electrodo, cuando está erosionado, por un electrodo nuevo, así como a una instalación de puesta en marcha de dicho procedimiento.

15 En soldadura por arco TIG, se realiza de forma regular la sustitución del electrodo infusible de tungsteno por un electrodo nuevo o nuevamente afilado puesto que este puede, si está deteriorado, afectar a la cebadura o, incluso, a la soldadura.

En soldadura manual, la sustitución del electrodo lo realiza el operario cuando este se da cuenta de que ya no funciona de forma correcta o cuando constata visualmente que este está deteriorado.

20 Robotizar o automatizar el procedimiento de soldadura TIG implica una anticipación y una automatización del cambio del electrodo de tungsteno con el fin de garantizar un funcionamiento fiable. Este cambio debe hacerse si no interviene manual y de la forma más rápida posible para no perjudicar a la productividad del procedimiento, en particular cuando está integrado en una cadena de producción.

25 De preferencia, estas intervenciones que pretenden la sustitución del electrodo deben hacerse en tiempo concurrente, es decir, de forma ventajosa, durante los momentos de inactividad del robot.

En todos los casos, lo primordial en el plano industrial es poder evitar la realización de soldaduras de mala calidad como resultado de la utilización de un electrodo degradado.

30 Desde este punto de partida, se puede realizar un cambio del electrodo de manera preventiva, es decir, tras un tiempo de utilización dado o un número de cebaduras predefinido.

35 Sin embargo, un cambio preventivo de electrodo de este tipo, es decir, antes de alcanzar su límite de utilización, tiene la desventaja de una utilización ineficaz de los electrodos ya que algunos se cambiarán de forma prematura lo que puede generar, por tanto, unos costes suplementarios.

Además, no siempre es posible o fácil definir con precisión una vida útil máxima de electrodo, lo que implica que la duración previa al cambio debe definirse con un amplio margen, por lo que se acortaría el riesgo de sustitución excesivamente precoz que ya se ha mencionado.

40 A la inversa, el cambio de electrodo puede realizarse en el momento en que falla el electrodo, es decir, tras la constatación de una mala soldadura o de un problema de cebadura, por ejemplo.

45 Sin embargo, esto tiene la desventaja de generar piezas defectuosas, provocar un tiempo de inactividad de la máquina y hace obligatoria la presencia constante de un operario en las proximidades, que debe intervenir de forma inmediata en caso de incidente, lo que perjudica a la productividad del procedimiento.

50 En soldadura por resistencia, un sistema conocido para la detección del desgaste del electrodo, el cual está basado en una medición de la resistencia de contacto de esta y el inicio de un ciclo de cambio cuando esta resistencia se vuelve incompatible con una soldadura eficaz. No obstante, un sistema de este tipo no está adaptado al procedimiento TIG.

55 Por otra parte, el documento JP-A-63040683 describe un sistema de detección del desgaste de un electrodo para un procedimiento de soldadura por resistencia, que prevé un cambio del electrodo tras un número de piezas soldadas definido. Como ya se ha mencionado anteriormente, se enfrenta a un riesgo de sustitución prematura del electrodo.

Además, el documento JP-A-09216059, que está considerado como representante del estado de la técnica más próxima, muestra un procedimiento de detección del desgaste de un electrodo de soldadura que utiliza un sensor táctil y una instalación automatizada o robotizada de soldadura por arco.

60 Por último, el documento FR-A-2649278 propone, por su parte, un procedimiento de detección del desgaste de un electrodo utilizado en corte térmico, que se basa en una medición de la frecuencia acústica emitida por un plasmatrón. Este procedimiento se considera más eficaz que un procedimiento de detección que se basa en un recuento del número de encendidos del arco y una sustitución del electrodo cuando se alcanza un número de cebaduras prefijado.

65 El problema a resolver es, por tanto, proponer un procedimiento mejorado de detección de desgaste del electrodo, el cual pueda ser automatizado en su totalidad, es decir, que no necesite la intervención de un operario para decidir el

momento en el que sustituir el electrodo.

Además, este procedimiento debe permitir evitar o minimizar los cambios prematuros o, a la inversa, excesivamente tardíos del electrodo de un soplete con el electrodo no fusible instalado en un robot o una máquina de soldadura automática.

Una solución de la invención es, por tanto, un procedimiento automatizado de detección del desgaste de un electrodo no fusible de un soplete de soldadura por arco y de sustitución por un electrodo nuevo o remecanizado automático de dicho electrodo, cuando está erosionado tal y como aparece definido en la reivindicación 1.

Se denomina sin distinción:

- « valor de referencia », un valor exacto o también un valor medio, que corresponde, por ejemplo, a un valor medido en un momento dado o promediado en un tiempo dado o, incluso, un intervalo de valores.
- « electrodo nuevo », un electrodo que es totalmente nuevo y que, por tanto, nunca se ha utilizado o también un electrodo que se ha afilado de nuevo o reparado, tras uno o varios usos previos.

Según el caso, el procedimiento de la invención puede comprender una o varias de las siguientes características:

- en la etapa a) se determina y comparan varios de dichos parámetros y se sustituye el electrodo cuando varios de dichos parámetros superan sus respectivos valores de referencia prefijados;
- en la etapa a) se determina, además, la intensidad y/o la tensión eléctrica generada por dicho electrodo durante un intervalo de tiempo de soldadura dado;
- en la etapa b) se comparan las variaciones de intensidad y/o la tensión medidas con unos valores umbral de variación de intensidad y/o de tensión prefijados;
- se procede a la sustitución de acuerdo con la etapa c) cuando: el valor de, al menos, uno de los parámetros indicadores de desgaste es superior o igual al valor de referencia prefijado o, al menos, uno de los valores de tensión y/o de intensidad excede uno de los valores umbral de tensión y/o de intensidad prefijados;
- el número máximo de cebaduras se fija en 10.000 cebaduras, de preferencia en 1.000, de forma aun más preferente en 200 cebaduras.
- el tiempo máximo de cebadura es de 5 segundos, de preferencia 0,1 segundos;
- el tiempo máximo de arco es de 24 horas, de preferencia de 15 min;
- la diferencia entre el valor umbral de variación de tensión y la variación de tensión medida durante 0,1 segundos es de, al menos, 3 V, de preferencia de, al menos, 1 V y/o la diferencia entre el valor umbral de variación de intensidad y el valor de variación de intensidad medido durante 0,1 segundos es de, al menos, 25 A, de preferencia de al menos 5A;
- el número de cebaduras realizadas por el electrodo y el tiempo de arco del electrodo se contabilizan de forma permanente y se memorizan;
- se pone en marcha de forma automática mediante un robot de soldadura o un autómatas programable;
- en la etapa c) la sustitución por un electrodo nuevo del electrodo erosionado se realiza de forma automática mediante un dispositivo cambiador de electrodo automatizado;
- incluye la etapa de comunicar los datos de estado del electrodo, a través de un visualizador o enlace informático, a un operario o sistema de control de producción.

La invención se refiere también a una instalación automatizada o robotizada de soldadura por arco, tal y como aparece definida en la reivindicación 12.

Según el caso, la instalación de la invención puede comprender una o varias de las siguientes características:

- los medios de medición son unos sensores de tensión y de intensidad, por ejemplo, una sonda de efecto Hall y un voltímetro o cualquier otro sensor que permita realizar la misma función;
- los medios de memorización son los propios del autómatas y/o del robot, por ejemplo, tarjeta de memoria, contador incremental o cualquier otro elemento que permita realizar la misma función;
- los medios de tratamiento de los datos son los programas propios del autómatas y/o del robot;
- los medios de sustitución de electrodo comprenden un dispositivo cambiador de electrodo automatizado apto para llegar a coger el electrodo erosionado en el interior del soplete y para sustituirlo por un electrodo nuevo.

De acuerdo con el procedimiento de la invención, se realiza, por tanto, una vigilancia del número de cebaduras realizadas por el electrodo considerado desde que este se ha insertado en el soplete TIG, es decir, desde su primera utilización, de al menos uno de los parámetros indicadores del estado de desgaste del electrodo, esto es:

- el tiempo de arco de dicho electrodo, es decir, la duración total durante la cual el electrodo ha generado un arco eléctrico;
- el tiempo de cebadura, es decir, el tiempo necesario para el establecimiento de un arco eléctrico durante la cebadura.

En efecto, el control del número de cebaduras y de al menos uno, pero de preferencia de varios de estos parámetros de forma simultánea, permite detectar de manera fiable cualquier desgaste del electrodo.

1) Tiempo de cebadura

5 El tiempo de cebadura puede vigilarse mediante el generador de corriente o mediante el robot o, incluso, mediante un equipamiento auxiliar. Un tiempo de cebadura elevado es el resultado directo de una geometría y/o composición del electrodo degradado que reduce su poder de emisión y, por consiguiente, que vuelve el salto de arco y el establecimiento del arco más difíciles.

10 El tiempo de cebadura de un electrodo nuevo es de unos 0,1 segundos. A partir de ahí, unos tiempos de cebadura mayores (del orden de varios segundos) son, por lo general, el resultado de un desgaste más o menos importante del electrodo.

15 Se puede observar esto y a continuación medirlo para extraer unos datos de desgaste del electrodo. El umbral de un tiempo máximo de cebadura debe seleccionarse próximo al final de la vida útil del electrodo, pero de tal forma que todavía se pueda realizar la soldadura en proceso.

2) Tiempo de arco

20 La mayoría de los generadores de soldadura o robots de soldadura permiten hoy en día contabilizar el tiempo de arco de un electrodo. Este parámetro puede desde ese momento explotarse para realizar una sustitución regular del electrodo sin la intervención de un operario.

25 Para decir sobre el tiempo máximo de arco admisible antes de cualquier cambio de electrodo, se puede, por ejemplo, proceder de manera empírica, realizando unos ensayos de soldadura con una serie de varios electrodos, en las condiciones habituales de utilización, y contabilizando los tiempos de arco obtenidos para cada uno de ellos. Lo que permite obtener un tiempo máximo de arco que podrá servir de tiempo de referencia. No obstante, no es conveniente utilizar este parámetro de forma exclusiva, ya que no siempre puede evitar él solo un cambio prematuro de electrodo.

30 Número de cebaduras de acuerdo con la invención

35 Como aparece en el párrafo anterior, la mayoría de los generadores o robots de soldadura permiten contabilizar el número de cebaduras realizadas por un electrodo. Determinar el número máximo de cebaduras puede realizarse de forma empírica para una aplicación de soldadura dada. Igual que para el tiempo de arco, no es conveniente utilizar de forma exclusiva este parámetro, aunque constituye un parámetro de fácil control, por tanto al que debe darse preferencia. Es, por otra parte, el parámetro principal que se sigue en el campo de la presente invención. De forma preferente, se controlará siempre, por tanto, el número de cebaduras y eventualmente el tiempo de cebadura y/o el tiempo de arco.

40 En unos casos específicos, los resultados dados en la siguiente tabla se han establecido de forma empírica para la vida útil de un electrodo nuevo antes de que falle.

Tabla

Aplicación	Número de cebaduras	Tiempo de soldadura
Acero galvanizado templado, Esp.: 1,5 mm, líneas de fusión con hilo CuSi3 gas ARCAL 10 (Ar, H2) (L = 1 m, Vs = 1 m / min)	240 240	min
Acero galvanizado templado. Ensamblajes de solapamiento Esp.: 0,8 mm Hilo CuSi3 gas ARCAL 10 (Ar, H2) (L = 50 mm, Vs = 0,8 m / min)	255 15	min
Acero al carbono Esp.: 2 mm (L = 50 cm, Vs = 1 m / min)	1.000 500	min
Aluminio Esp.: 1,5 mm Hilo Al Si gas ARCAL 1 (Argón) (L = 50 mm, Vs = 0,25 m / min)	320 60	min

La gama de gas ARCAL® se puede conseguir en la empresa L'AIR LIQUIDE.

Esp. designa el espesor del material ensamblado; L designa la longitud del cordón ensamblado; y Vs designa la velocidad de soldadura.

5 Además del número de cebaduras y de, al menos, uno de los otros dos parámetros principales ya mencionados, también pueden tenerse en cuenta para detectar el desgaste de un electrodo o para aumentar la precisión de esta detección, disminuyendo los riesgos de sus sustituciones prematuras. Se puede citar, a este respecto, el control de la tensión (U) y de la intensidad (I).

10 En efecto, en la práctica las inestabilidades de arco producidas por un desgaste del electrodo se manifiestan mediante unas variaciones de longitud del arco, y, por consiguiente, unas rápidas variaciones de tensión. En el caso de generadores modernos, la intensidad se regula de una manera constante, pero en el caso de los generadores antiguos con variaciones de la tensión con la carga el fenómeno también producirá una inestabilidad de la intensidad. Estas variaciones pueden medirse por medio de un sensor y de una electrónica de medición adaptada. Estos datos pueden tratarse mediante filtrado y posterior cálculo, para conseguir datos sobre la amplitud de variación, su frecuencia u otros parámetros resultantes. Hay que señalar que para este caso es específico, las mediciones de las variaciones deben limitarse en el tiempo. En efecto, deben realizarse en un lapso de tiempo bastante corto, para evitar todas las variaciones inducidas por: las deformaciones de la pieza soldada, la geometría de la pieza soldada y los movimientos del baño de soldadura. Esto implica, por consiguiente, una medición realizada, por ejemplo, durante 0,1 segundos. Como ya se ha mencionado anteriormente, las variaciones máximas de tensiones y de intensidades admisibles pueden determinarse de forma empírica.

La invención, gracias a las explicaciones dadas anteriormente, se va a entender mejor a través de las siguientes figuras que la ilustran:

- 25 - la figura 1 es un diagrama de principio de un ciclo de soldadura con detección del desgaste del electrodo de acuerdo con la invención;
- la figura 2 es un esquema de tensión y de intensidad de soldadura TIG que mide las variaciones de las señales de un electrodo en buen estado;
- la figura 3 es un esquema de tensión y de intensidad de soldadura TIG que mide el tiempo de cebadura en función de los umbrales de intensidad y de tensión;
- 30 - la figura 4 es un esquema de arquitectura de una instalación de soldadura TIG con cambiador de electrodo que integra el procedimiento de la invención.

La gestión del ciclo de soldadura con detección del desgaste del electrodo y de su eventual sustitución puede hacerse, por ejemplo, de acuerdo con el diagrama de principio representado en la figura 4.

35 Un ciclo de soldadura por arco TIG habitualmente pone en marcha una sucesión de operaciones: cebadura del arco, soldadura propiamente dicha y extinción del arco. Este ciclo se realiza con un soplete de soldadura por arco provisto de un electrodo no fusible de tungsteno.

40 De acuerdo con el procedimiento de la invención esquematizado en la figura 4, justo antes de comenzar un nuevo ciclo de soldadura (en 1) o tras haber realizado una operación de soldadura, se procede a una verificación de los parámetros de desgaste del electrodo de tal modo que se determine si el electrodo debe ser sustituido (s) o no (n).

45 Para ello, el número de cebaduras realizadas con el electrodo considerado, durante los ciclos de soldadura anteriores, se mide y a continuación se compara (en 2) con un valor máximo de referencia de número de cebaduras, por ejemplo 1.000 cebaduras en acero.

50 Resulta en particular interesante y ventajoso de acuerdo con la invención medir el número de cebaduras realizadas con el electrodo considerado ya que es un parámetro relativamente fácil de controlar y de medir. El número de cebaduras constituye un parámetro esencial de control del procedimiento de la invención.

En caso contrario, se compara entonces (en 3) el tiempo de arco medido durante los ciclos de soldadura anteriores, con un valor máximo de referencia de tiempo de arco, por ejemplo, de 4 horas.

55 Si ni el número de cebaduras, ni el tiempo de arco superan sus valores máximos admisibles fijados, entonces se puede proceder (en 4) a una nueva cebadura. De forma paralela, se mide el tiempo de cebadura necesario para la realización de dicha cebadura y se le compara (en 5) con un valor de referencia.

60 En caso contrario, se realiza de forma normal una soldadura de la o las piezas que hay que soldar (en 6) midiendo, durante la soldadura, la tensión U y la intensidad I de la corriente de soldadura.

Una vez realizada la soldadura, se observa (en 7) si se han producido algunas variaciones de tensión y/o de corriente durante la soldadura más allá de los límites fijados. Si es ese el caso, entonces ya se puede sustituir el electrodo (en 8).

65 En ausencia de tales variaciones y de superación de los valores máximos admisibles, se comienza un nuevo ciclo de

soldadura (en 1) ya que se considera que el electrodo aun se puede utilizar y no es necesario sustituirlo o afilarlo de nuevo.

5 Obviamente, el diagrama de la figura 4 no es más que un ejemplo ilustrativo y en absoluto limitativo. Por otra parte, podría no comprender más que algunas de las etapas que es tan representadas o, incluso, incluir unas etapas adicionales de verificación del estado de desgaste del electrodo que no se muestran.

10 La figura 2 es un ejemplo de gráfico típico de la intensidad (I) de la corriente y de la tensión (U) de arco (en ordenadas), durante una operación de soldadura por arco TIG, que muestra las variaciones (dI) de la intensidad (I) de la corriente de soldadura en función del tiempo (t) de soldadura (en abscisas).

15 En el ejemplo representado en la figura 2 el valor « dI » indica la variación de intensidad para una corriente continua lisa, y el valor « dU » indica la variación de tensión en régimen establecido, es decir, tras la cebadura y estabilización del arco. Estas variaciones se miden y calculan, por ejemplo, a partir de los valores mínimos y máximos de intensidad, así como de tensión en la secuencia observada.

20 La figura 3 es un ejemplo de gráfico típico de la intensidad (I) de la corriente y de la tensión (U) de arco (en ordenadas), durante una operación de soldadura por arco TIG, que muestra los umbrales de intensidad (I*) y de tensión (U*) en función del tiempo (t) de soldadura (en abscisas), así como el tiempo de cebadura (dt).

25 En el ejemplo representado en la figura 3, el tiempo indicado « dt » es el tiempo de cebadura entre la orden (electrodo de control g) que se da al generador de soldadura y el establecimiento de la corriente de soldadura (señal de relé de intensidad). El valor « I » indica la intensidad del régimen establecido y el valor « U » indica la tensión en régimen establecido, es decir, tras la cebadura y estabilización del arco. Estos niveles se miden, se calculan y se comparan, por ejemplo, con unos valores umbral, que pueden ser, por ejemplo, de 10 voltios para (U*) y de 50 amperios para (I*).

30 La invención trata sobre la detección automatizada del momento en que debe producirse la sustitución por un electrodo nuevo de un electrodo erosionado. En particular del electrodo de tungsteno del soplete de soldadura TIG descrito en el documento EP-A-1459831, de tal modo que permite la acción de un dispositivo automático de cambio de electrodo o de un cambiador de electrodo.

35 Como a parece esquematizado en la figura 4, el dispositivo y/o el procedimiento de detección pueden controlarse mediante un robot 21 equipado del soplete TIG o mediante un autómatas programable 23 propio del cambiador 24 de electrodo, lo que puede presentar la ventaja de un sistema completamente autónomo e independiente del tipo de robot.

40 La medición de U y de I puede hacerse de forma directa en el generador de corriente 20 de soldadura o en un equipamiento auxiliar 25, mientras que el recuento del número de cebaduras y el del tiempo de cebadura y/o del tiempo de arco pueden hacerse en el robot 21.

45 El resto del sistema de soldadura 22 comprende el soplete, el haz y la devanadera. Un sistema de procesamiento de imágenes, por ejemplo una cámara de fotos numérica o una cámara o cualquier otro sistema análogo de tratamiento de imágenes puede añadirse para conocer la geometría y, por consiguiente, el estado de desgaste del electrodo. Con este fin, también se puede integrar una cámara en el cambiador que se presenta a continuación.

50 El cambiador 24 de electrodo se controla mediante un autómatas programable 23 que integra un ciclo de cambio de electrodo « inteligente » basado en una vigilancia automática de uno o varios parámetros representativos del estado real de desgaste del electrodo en un momento dado, como se ha explicado con anterioridad.

55 Hay que señalar que existen otros parámetros secundarios que pueden controlarse y utilizarse para detectar el desgaste del electrodo, en asociación con los parámetros que hemos visto, esto es, en particular, la ruptura eventual del arco, mediante medición de la corriente del generador; la irregularidad del resultado de soldadura detectado, por ejemplo, mediante un sistema de visión por cámara; y el análisis de una señal acústica del ruido del arco.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento automatizado de detección del desgaste de un electrodo no fusible de un soplete de soldadura por arco y de sustitución por un nuevo electrodo o re mecanizado automático de dicho electrodo, cuando este está erosionado, en el que se procede de acuerdo con las siguientes etapas:
- 10 a) medir o contabilizar, durante la soldadura, el número de cebaduras realizadas por el electrodo considerado y, al menos, un parámetro indicador de desgaste seleccionado entre el tiempo de arco de dicho electrodo y el tiempo de cebadura para el establecimiento del arco;
- b) comparar el valor de, al menos, uno de los parámetros indicadores de desgaste determinado en la etapa a) con, al menos, un valor respectivo de referencia prefijado;
- c) proceder a una sustitución del electrodo erosionado por un electrodo nuevo o afilado de nuevo cuando el valor de, al menos, uno de los parámetros indicadores de desgaste es superior o igual a, al menos, dicho valor respectivo de referencia prefijado.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en la etapa a) se determinan y comparan varios de dichos parámetros indicadores y se sustituye el electrodo cuando varios de dichos parámetros indicadores superan sus respectivos valores de referencia prefijados.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque:
- en la etapa a), se determina, además, la intensidad y/o la tensión eléctrica generada por dicho electrodo durante un intervalo de tiempo dado de soldadura, y;
- en la etapa b) se comparan las variaciones de intensidad y/o la tensión medidas con unos valores umbral de variación de intensidad y/o de tensión prefijados;
- 25 se procede a la sustitución de acuerdo con la etapa c) cuando:
- el valor de, al menos, uno de los parámetros indicadores de desgaste es superior o igual al valor de referencia prefijado, o
- al menos uno de los valores de tensión y/o de intensidad supera uno de los valores umbral de tensión y/o de intensidad prefijados.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el número máximo de cebaduras está fijado en 10.000 cebaduras, de preferencia en 200 cebaduras.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tiempo máximo de cebadura es de 5 segundos, de preferencia de 0,1 segundos.
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tiempo máximo de arco es de 24 horas, de preferencia de 15 minutos.
- 40 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la diferencia entre el valor umbral de variación de tensión y la variación de tensión medida durante 0,1 segundos es de, al menos, 3 V, de preferencia de, al menos, 1 V, y/o la diferencia entre el valor umbral de variación de intensidad y el valor de variación de intensidad medida durante 0,1 segundos es de, al menos, 25 A, de preferencia de al menos 5 A.
- 45 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el número de cebaduras realizadas por el electrodo y el tiempo de arco del electrodo se contabilizan de forma permanente y se memorizan.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque se aplica de forma automática mediante un robot de soldadura o un autómatas programable.
- 50 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque en la etapa c), la sustitución por un nuevo electrodo del electrodo erosionado se realiza de forma automática mediante un dispositivo cambiador de electrodo automatizado.
- 55 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque incluye la etapa de comunicación de los datos de estado de electrodo, a través de un visualizador o enlace informático, a un operario o sistema de control de producción.
- 60 12. Instalación automatizada o robotizada de soldadura por arco que consta de :
- un soplete de soldadura con electrodo no fusible instalado en un brazo robotizado o en un soporte de la estructura;
 - unos medios de medición para determinar el número de cebaduras realizadas por electrodo considerado y, al menos, un parámetro indicador de desgaste seleccionado entre i) el tiempo de arco de dicho electrodo e ii) el tiempo de cebadura;
 - unos medios de memorización que permiten memorizar al menos un valor de referencia prefijado que corresponde a un número máximo de cebaduras, un tiempo máximo de arco y un tiempo máximo de cebadura;
- 65

- 5
- unos medios de tratamiento de datos que cooperan con los medios de medición y los medios de memorización, para comparar el valor de , al menos, uno de los parámetros indicadores de desgaste determinados por los medios de medición, con, al menos, un valor de referencia prefijado obtenido por los medios de memorización; y
 - unos medios de sustitución de electrodo a ptos para proceder a una sustitución automática del electrodo erosionado por un electrodo nuevo cuando los medios de tratamiento determinan que el valor de al menos uno de los parámetros indicadores de desgaste es superior o igual a, al menos, dicho valor de referencia prefijado.

Figura 1

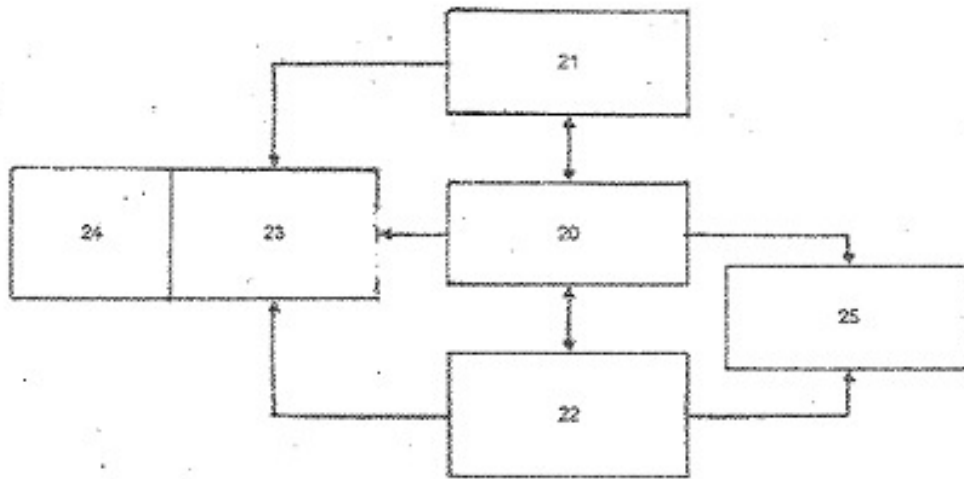


Figura 2

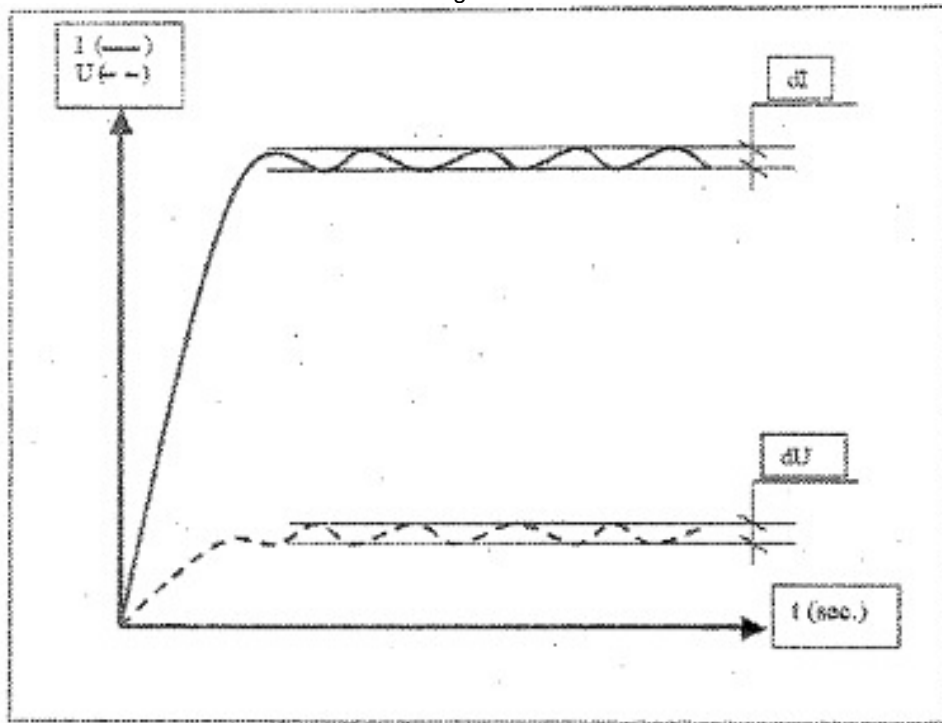


Figura 3

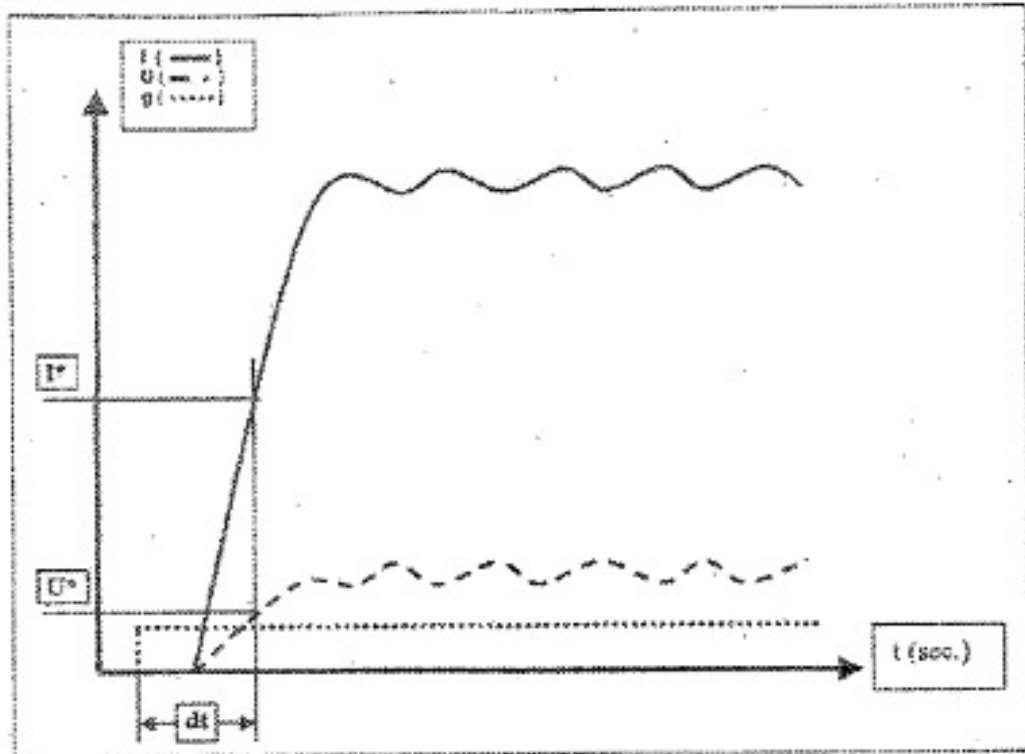


Figura 4

