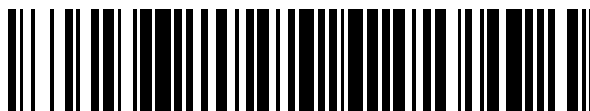


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 915**

51 Int. Cl.:

B23K 11/11 (2006.01)

B23K 11/25 (2006.01)

B23K 31/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2014 E 14382218 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2954970**

54 Título: **Método de optimización de parámetros de soldadura en procesos de soldadura por resistencia y programa de ordenador del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.07.2017

73 Titular/es:

**SERRA SOLDADURA, SAU (100.0%)
Poligon Industrial de la Zona Franca, Sector C,
Carrer D, Num. 29
08040 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

GÓMEZ CANADELL, ROMÀ

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 626 915 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

Método de optimización de parámetros de soldadura en procesos de soldadura por resistencia y programa de ordenador del mismo

5 Campo de la técnica

La presente invención concierne en general a un método de optimización de los parámetros de soldadura por resistencia por puntos sobre materiales base tales como aceros (aleaciones hierro-carbono) en cualquiera de sus composiciones (ver reivindicación 1), y un método computerizado (ver reivindicación 11).

10

Antecedentes de la invención

En procesos de soldadura por resistencia tal como en una soldadura por puntos, es por lo general conocido aplicar a través de unos elementos metálicos, o chapas de acero, a soldar, durante un determinado periodo de tiempo, un impulso de corriente eléctrica de soldadura, generalmente constante, de gran intensidad (Fig. 1a). Sin embargo, la experiencia ha demostrado que el anterior procedimiento de soldadura descrito es altamente inestable debido al crecimiento brusco inicial que produce la energía generada por dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura, que debido a las diferencias existentes en la resistencia de contacto, provocan una expulsión de los elementos metálicos a soldar hacia el exterior y el consecuente debilitamiento de la unión soldada.

15

20

El documento EP 1 249 298, en el que se basa el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 11, da a conocer un dispositivo, y un método, para determinar la calidad de los procesos de soldadura por presión y soldadura por fusión, especialmente los procesos de soldadura por resistencia y/o la calidad de las juntas de soldadura producidas. Dicho dispositivo comprende una unidad de determinación de corriente para determinar la corriente que fluye a través del punto de soldadura o que está correlacionado con la producción de energía en el punto de soldadura, una unidad de evaluación conectada a la unidad de determinación de corriente, y una unidad de correlación.

25

El documento US 2010/065533 da a conocer un control de soldadura por resistencia que emplea una estimación de la impedancia de carga basada en modelos, que da al sistema de soldadura la capacidad de mantener y predecir la impedancia esperada de un punto de soldadura por resistencia por puntos completado con éxito, y detectar cuando la impedancia de carga observada por el control de soldadura por resistencia está dentro de la vecindad esperada de la impedancia predicha por la estimación de la impedancia de carga basada en modelos. Se pueden especificar una energía eléctrica de soldadura diana y un rango de tiempos de soldadura, tales como el tiempo real empleado en la soldadura para hacer que la soldadura por resistencia por puntos responda al tiempo requerido para completar la fase de preparación del contacto. Además, un tiempo de soldadura fijo y un rango de corrientes eléctricas de soldadura diana podrían especificarse para hacer un punto de soldadura por resistencia por puntos, de manera que la energía eléctrica de soldadura diana real responda al tiempo requerido para completar la fase de preparación del contacto de la soldadura.

30

35

40

El documento US 8 357 870 da a conocer un sistema paso a paso inteligente y un procedimiento para controlar la corriente eléctrica soldada en una operación de soldadura que incluye un soldador soldando una pluralidad de puntos de soldadura en sucesión y un controlador que incrementa gradualmente la energía eléctrica de soldadura una cantidad inicial fija o un porcentaje en cada uno de la pluralidad de puntos de soldadura. Se notan restos de soldadura en cada uno de la pluralidad de puntos de soldadura y la energía eléctrica de soldadura se disminuye una cantidad segunda fija o porcentaje cuando se notan restos de soldadura.

45

Aparece necesario, por tanto, obtener procesos de soldadura por resistencia que, a partir de unos valores de energía y tiempo aceptados como aceptables (soldaduras que puedan ser consideradas correctas), permitan modificar el aporte de corriente eléctrica de soldadura de modo que se obtenga una energía óptima que no dé lugar a los problemas descritos.

50

Descripción de la invención

Basándose en la experiencia obtenida en realizar los procesos de soldadura por resistencia por puntos precedentes descritos anteriormente, los inventores de la presente solicitud han encontrado que la soldadura de este tipo es óptima, cuando la energía obtenida se incrementa de manera progresiva, adquiere un nivel máximo y entonces empieza a caer con gradientes hacia arriba y hacia abajo similares.

55

Para este propósito, un primer aspecto de la presente invención proporciona un método de optimización de parámetros de soldadura por resistencia por puntos como se define en la reivindicación 1. Para ello, al igual como las técnicas conocidas, en el método propuesto se aplican sobre unos elementos metálicos, que están superpuestos, a soldar, y en una serie de puntos prefijados de una secuencia de la citada soldadura por resistencia, durante un determinado periodo de tiempo, un impulso de corriente eléctrica de soldadura de una determinada intensidad generalmente constante.

60

65

De manera característica, el método propuesto, a partir de un impulso de corriente eléctrica (corriente constante) de soldadura dado o en un impulso de corriente eléctrica inicial que ya proporciona una soldadura estimada como correcta o aceptable, realiza las siguientes acciones:

5 - primero, aplica dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos o consecutivos a cada uno de los subsiguientes puntos en la secuencia de soldadura:

10 • un primer impulso de corriente eléctrica obtenido en seguimiento de perfil de tensión que aporta una energía que sea menor que la energía proporcionada por dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura dado, y

• un segundo impulso de corriente eléctrica coincidente con dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura dado.

15 Entonces, la citada aplicación de dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos se repite para cada punto, ajustando en cada iteración el valor del primer impulso de corriente eléctrica de soldadura en seguimiento de perfil de tensión (incrementando el valor de tensión de una manera escalonada), hasta que dicho primer impulso de corriente eléctrica de soldadura en seguimiento de perfil de tensión, en un último ajuste, alcanza un valor equivalente a la energía proporcionada por dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura dado.

20 Después de dicho tiempo, un impulso de corriente eléctrica de soldadura correspondiente al impulso de corriente eléctrica de soldadura de dicho ajuste final se aplica a los elementos metálicos a soldar, en las soldaduras subsiguientes de la secuencia de soldadura, en cada punto.

25 En un ejemplo de realización del método propuesto, la energía proporcionada por dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura inicial y dicho determinado periodo de tiempo se pueden almacenar en una memoria de un dispositivo de computación antes de que se apliquen los dos impulsos de corriente sucesivos.

30 Además, y de acuerdo a un ejemplo de realización, el primer impulso de corriente eléctrica de soldadura en seguimiento de perfil de tensión se aplica con una reducción de duración de aproximadamente un 10% respecto a dicho periodo de tiempo del impulso de corriente eléctrica de soldadura inicial. Preferiblemente, dicha reducción se realiza con una duración exacta de un 10% con respecto al periodo de tiempo del impulso de corriente eléctrica de soldadura inicial.

35 El método propuesto realiza iteraciones, aplicando los dos impulsos de corriente de soldadura sucesivos preferiblemente hasta que dicho valor equivalente alcanzado por el primer impulso de corriente eléctrica en seguimiento de perfil de tensión se encuentre en un intervalo de entre -5% a +10% del valor de la energía proporcionada por dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura dado.

40 El método propuesto ajusta con éxito el valor del impulso de corriente eléctrica de soldadura en seguimiento de perfil de tensión, que se aproxima gradualmente a dicho valor de impulso de corriente eléctrica de soldadura inicial, en el menor número de iteraciones posible. Sin embargo, y dado que se trata de un proceso totalmente dinámico en el que las condiciones de soldadura son diferentes en cada secuencia de soldadura, por ejemplo debido a que la resistencia de contacto nunca es exactamente igual, el número de iteraciones será un número indeterminado. En cualquier caso, la iteración de los dos impulsos de corriente de soldadura sucesivos no será superior a 10.

Según un ejemplo de realización preferido, la iteración de secuencias de dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos o consecutivos se realiza un número entre 3 y 6 veces.

50 Particularmente, los elementos metálicos a soldar comprenden un material de acero, de cualquier tipo y en cualquiera de sus composiciones, en diferentes números de chapas. No obstante, el método propuesto es extrapolable a la soldadura por resistencia con otros tipos de materiales diferentes al acero.

55 En un segundo aspecto, la invención concierne a un programa de ordenador como se define en la reivindicación 11, que incluye instrucciones de código que, al ejecutarse en un ordenador, realizan una optimización del parámetro de corriente eléctrica de soldadura dado substituido por el parámetro de soldadura en seguimiento de perfil de tensión según el método del primer aspecto.

60 La presente invención permite, por tanto, en sus diferentes aspectos, automáticamente realizar una optimización de los parámetros de soldadura por puntos y por resistencia. La invención optimiza totalmente y de manera automática un punto de soldadura de este tipo, reduciendo a pocos minutos una tarea manual que actualmente puede llegar a durar hasta una hora, dependiendo del grado de experiencia del usuario.

65 Además, la substitución del parámetro convencional de corriente eléctrica de soldadura que no proporciona un aporte de energía óptima suministrada por una curva de corriente eléctrica que genera un suministro de energía

como el descrito, permite una mayor repetitividad de las condiciones de la soldadura, una mayor estabilidad del proceso y una disminución/eliminación de las indeseadas proyecciones del material base que debilitan la resistencia mecánica de la unión soldada. En definitiva, la invención optimiza una soldadura a partir de unos datos de energía (intensidad y tensión) y tiempo de una soldadura ya existente.

5 Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras características y ventajas se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

10 La Fig. 1a muestra una curva, con un cierto valor constante, de la intensidad energía eléctrica de soldadura aplicada durante un cierto periodo de tiempo sobre unos elementos metálicos a soldar en una soldadura por resistencia

15 La Fig. 1b representa una curva de tensión correspondiente a la aplicación anterior de la intensidad de corriente eléctrica de soldadura en dichos metales a ser soldados.

La Fig. 2 muestra una curva de tensión óptima en una soldadura por resistencia por puntos en un material de acero.

20 La Fig. 3 muestra un ejemplo de iteración según el método propuesto aplicando durante un cierto periodo de tiempo dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos para cada punto a ser soldado hasta alcanzar un valor de impulso de corriente eléctrica óptimo, que después se mantiene para sucesivos puntos a ser soldados, según un ejemplo de realización.

25 La Fig. 4 es una ampliación de un par de impulsos de una de las iteraciones mostradas en la Fig. 3, según un ejemplo de realización preferido, cuando el primer impulso de corriente eléctrica de soldadura en seguimiento de perfil de tensión se realiza con una reducción del 10% de la duración con respecto al del segundo impulso de corriente eléctrica de soldadura inicial o dado.

30 La Fig. 5 muestra varias curvas de energía eléctrica de soldadura proporcionadas por los mencionados impulsos de corriente eléctrica en un seguimiento de perfil de tensión, obtenidas a partir de las curvas de tensión de la Fig. 6. La curva indicada con el número de referencia 3 en la Fig. 5 es la que proporciona una energía de soldadura que coincide virtualmente con la soldadura hecha originalmente con una corriente eléctrica de soldadura constante (impulso de soldadura inicial o dado).

35 La Fig. 7 muestra curvas de tensión aplicadas en varias repeticiones para proporcionar impulsos de energía eléctrica en dicho seguimiento de tensión.

Descripción detallada de la invención y de unos ejemplos de realización

40 En cualquier soldadura por resistencia aceptada como buena (aunque no óptima), el valor de energía medido en el proceso da una idea del valor mínimo de energía que garantiza la soldadura en mayor o menor grado. Asumiendo que esta energía proporcionada genera un punto de soldadura por resistencia 'suficiente', la invención propone modificar la corriente eléctrica que es suministrada, que es sustancialmente constante en este punto de soldadura dado como aceptable o suficiente, de manera que la energía se suministra de una manera óptima, es decir, con una
45 curva de tensión correspondiente similar a la ilustrada en la Fig. 2.

Una vez se obtiene una soldadura que se considera válida y se basa en un impulso de corriente eléctrica de soldadura I_{sold} constante dado correspondiente suficiente para generar dicha soldadura válida, el método del primer
50 aspecto de la invención propone realizar en cada punto subsiguiente de una operación de soldadura por resistencia por puntos, una secuencia particular que comprende para cada punto de soldadura a ser soldado la aplicación de un par de impulsos de corriente de soldadura, comprendiendo un primer impulso de corriente de soldadura I_{FVP} en seguimiento de perfil de tensión (FVP) y un segundo impulso de corriente eléctrica de soldadura I_{sold} coincidente con dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura dado, considerado suficiente.

55 Dicha secuencia de soldadura con pares de impulsos de corriente eléctrica de soldadura I_{FVP} , I_{sold} , se itera consecutivamente en cada punto, incrementando en cada repetición el valor de energía asociado al primer impulso de energía eléctrica de soldadura I_{FVP} , hasta que alcanza un valor equivalente, es decir muy próximo, al impulso de corriente eléctrica de soldadura inicial I_{sold} . El sistema irá realizando gradualmente iteraciones hasta que el primer impulso de corriente eléctrica de soldadura I_{FVP} se encuentre, sin ser limitativo, entre un -5% y un +10% de la
60 energía proporcionada por la corriente eléctrica de soldadura I_{sold} .

De manera preferida el método alcanzará el valor de la energía de partida en el menor número de iteraciones posible. No obstante, y debido a que se trata de un proceso totalmente dinámico en el que las condiciones de soldadura son diferentes en cada secuencia de soldadura, debido principalmente a que la resistencia de contacto
65 nunca es exactamente igual, el número de iteraciones con pares de impulsos de corriente eléctrica de soldadura I_{FVP} ,

I_{sold} que el método realizará pueden ser incluso un número indeterminado. En cualquier caso, en el método propuesto no se permitirá que el número de iteraciones con pares de impulsos de soldadura I_{FVP} , I_{sold} no sea superior a 10 iteraciones. Generalmente, el número de iteraciones de impulsos dobles I_{FVP} , I_{sold} comprende un número de entre 3 y 6 iteraciones.

5 Un ejemplo del procedimiento anteriormente descrito puede visualizarse en la Fig. 3, donde se puede ver que a medida que va aumentando el número de iteraciones de doble soldadura I_{FVP} , I_{sold} , la energía del primer impulso de corriente eléctrica de soldadura I_{FVP} va aproximándose cada vez más al impulso de corriente eléctrica de soldadura I_{sold} . Tal como también se ha indicado anteriormente, el proceso termina cuando la energía del primer impulso I_{FVP} se aproxima a la energía de la soldadura inicial. Una vez el método alcanza tal objetivo, el valor de la corriente eléctrica de soldadura I_{FVP} en la última iteración (ver Fig. 5) es la que se aplicará en cada punto de las soldaduras ulteriores de la secuencia de soldadura (ver Fig. 3). En la parte derecha de la Fig. 3, se puede observar cómo, después de cierto tiempo, las soldaduras por resistencia por puntos comprenden la aplicación de sólo el impulso de energía eléctrica de soldadura I_{FVP} que se encontró mediante este método.

15 El mencionado primer impulso de energía eléctrica de soldadura I_{FVP} realiza una primera aproximación al valor de energía proporcionado por la corriente eléctrica de soldadura I_{sold} , con la particularidad de que se aplica, según un ejemplo de realización preferido, véase Fig. 4, con un 10% menos de tiempo que en el segundo impulso de energía eléctrica de soldadura I_{sold} . Cuando se aplica el método, la calidad del punto de soldadura no se altera precisamente debido a la aplicación del segundo impulso de energía eléctrica de soldadura I_{sold}

20 Los pares de impulsos de energía eléctrica de soldadura I_{FVP} , I_{sold} , se aplican con una distancia temporal que es función de unos tiempos de enfriamiento, conocidos como tiempo de enfriamiento y tiempo de apriete, estándares de la secuencia de soldadura. En cualquier caso, esta distancia temporal es irrelevante en el proceso e insignificante en cuanto al proceso productivo.

25 De acuerdo con un ejemplo de realización, justo en el momento de activación del método, es decir antes de realizar la secuencia con pares de impulsos de energía eléctrica de soldadura (proceso de repetición), la energía proporcionada por el impulso de corriente eléctrica de soldadura I_{sold} y el tiempo referente a dicha soldadura pueden almacenarse en una memoria de un dispositivo de computación. Como una mejora de la invención la memoria podría ser accesible a través de una red de comunicación, por ejemplo desde una infraestructura tipo nube o cloud.

30 El primer impulso de energía eléctrica de soldadura I_{FVP} en seguimiento de perfil de tensión preferiblemente, y de manera no-limitativa porque otras funciones podrían ser testadas, se corresponde a una curva de tensión que sigue una función polinómica de grado 2 (Fig. 7). Esta curva es el resultado de la experiencia adquirida en los procesos de soldadura por resistencia llevados a cabo por los inventores para materiales como el acero en todas las composiciones del mismo, sin estar limitada a los mismos.

35 El método propuesto puede ser implementado en hardware, software, firmware o cualquier combinación de éstos. Si se aplica en software, las funciones pueden ser almacenadas en o codificadas como una o más instrucciones o código en un medio legible para un ordenador. De manera particular, el método del primer aspecto de la invención se implementa usando software especial diseñado para este propósito denominado OptimalSystem®. Este software controla de manera automática la optimización del parámetro de soldadura I_{sold} por el parámetro de corriente eléctrica de soldadura I_{FVP} ajustado.

40 El alcance de esta invención está definido en el siguiente conjunto de reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de optimización de parámetros de soldadura por resistencia, comprendiendo el método aplicar un impulso de corriente eléctrica de soldadura de una determinada intensidad (I_{sold}) durante un determinado periodo de tiempo (t_{sold}) sobre unos elementos metálicos, superpuestos, a soldar, y en una serie de puntos prefijados de una secuencia de soldadura por resistencia por puntos, en el que el método está caracterizado porque comprende, a partir de un impulso (I_{sold}) dado, proporcionar una soldadura estimada como correcta, realizando las siguientes acciones:
- 10 - aplicar dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos a cada punto subsiguiente de la secuencia de soldadura:
- un primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) obtenido en seguimiento de perfil de tensión que aporta una energía que es menor que la energía proporcionada por dicho impulso (I_{sold}) dado, y
- 15 un segundo impulso de corriente eléctrica coincidente con dicho impulso (I_{sold}) dado;
- iterar dicha aplicación de dos impulsos de corriente sucesivos de soldadura (I_{FVP}) y (I_{sold}) para cada punto a ser soldado, ajustando mediante incremento en cada iteración el valor del primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}), en seguimiento de perfil de tensión, incrementando el valor de tensión de una manera gradual hasta que dicho primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) consiga, en un último ajuste, un valor equivalente a la energía proporcionada por dicho impulso (I_{sold}) dado; y
- 20 - aplicar a dichos elementos metálicos a soldar, en las soldaduras ulteriores de dicha secuencia de soldadura, un impulso de corriente eléctrica de soldadura para cada punto que tiene un valor de intensidad de corriente eléctrica de soldadura correspondiente al impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) en seguimiento de perfil de corriente eléctrica de dicho ajuste final
- 25 en el que el primer impulso de corriente eléctrica (I_{FVP}) a través de dichas iteraciones en seguimiento de perfil de tensión se obtienen preferiblemente a partir de curvas de tensión que siguen una función polinómica de grado 2.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la energía suministrada por dicho impulso de energía eléctrica de soldadura (I_{sold}) y dicho determinado periodo de tiempo (t_{sold}) se almacenan en una memoria de un dispositivo de computación antes de aplicar los pares de impulsos de corriente de soldadura sucesivos (I_{FVP}) y (I_{sold}), en repetición.
- 35 3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) se aplica con una reducción de duración de aproximadamente un 10% respecto a dicho periodo de tiempo (t_{sold}).
- 40 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) se aplica con una reducción de duración del 10% respecto a dicho periodo de tiempo (t_{sold}).
- 45 5. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que dicho valor equivalente alcanzado por el primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) tras varias iteraciones está comprendido en un intervalo de entre -5% a +10% del valor de la energía proporcionada por dicho impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{sold}) dado.
- 50 6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende realizar dicha iteración de los dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos un número máximo de 10 veces.
7. Método según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende realizar dicha iteración de los dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos un número entre 3 y 6 veces.
- 55 8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los pares de impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos (I_{FVP}) y (I_{sold}), se aplican con una distancia temporal entre los mismos que es función de unos tiempos de enfriamiento, conocidos como tiempo de enfriamiento y tiempo de apriete, estándares de la secuencia de soldadura.
- 60 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los elementos metálicos a soldar comprenden un material de acero.
- 65 10. Método según la reivindicación 9, caracterizado por que las piezas a soldar comprenden dos o más chapas de metal superpuestas.

11. Programa de ordenador que incluye instrucciones de código que, cuando se ejecutan en un ordenador, implementan un método para optimizar los parámetros de resistencia a la soldadura aplicando un impulso de corriente eléctrica de soldadura de una determinada intensidad (I_{sold}) durante un determinado periodo de tiempo (t_{sold}), sobre unos elementos metálicos, superpuestos, a soldar, y en una serie de puntos prefijados de una secuencia de soldadura por resistencia por puntos, a partir de un impulso de corriente eléctrica (I_{sold}) dado, que proporciona una soldadura estimada como correcta, caracterizado porque realiza las siguientes acciones:
- 5
- 10 - aplicar dos impulsos de corriente eléctrica de soldadura sucesivos a cada punto subsiguiente de la secuencia de soldadura:
- un primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) obtenido en seguimiento de perfil de tensión que aporta una energía que es menor que la energía proporcionada por dicho impulso (I_{sold}) dado, y
- 15 un segundo impulso de corriente eléctrica coincidente con dicho impulso (I_{sold}) dado;
- iterar dicha aplicación de dos impulsos de corriente sucesivos de soldadura (I_{FVP}) y (I_{sold}) para cada punto a ser soldado, ajustando mediante incremento en cada iteración el valor del primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}), en seguimiento de perfil de tensión, incrementando el valor de tensión de una manera gradual hasta
- 20 que dicho primer impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) consiga, en un último ajuste, un valor equivalente a la energía proporcionada por dicho impulso (I_{sold}) dado; y
- aplicar a dichos elementos metálicos a soldar, en las soldaduras posteriores de dicha secuencia de soldadura, un impulso de corriente eléctrica de soldadura para cada punto que tiene un valor de intensidad de corriente eléctrica
- 25 de soldadura correspondiente al impulso de corriente eléctrica de soldadura (I_{FVP}) en seguimiento de perfil de corriente eléctrica de dicho ajuste final
- en el que el primer impulso de corriente eléctrica (I_{FVP}) a través de dichas iteraciones en seguimiento de perfil de tensión se obtienen preferiblemente a partir de curvas de tensión que siguen una función polinómica de grado 2.

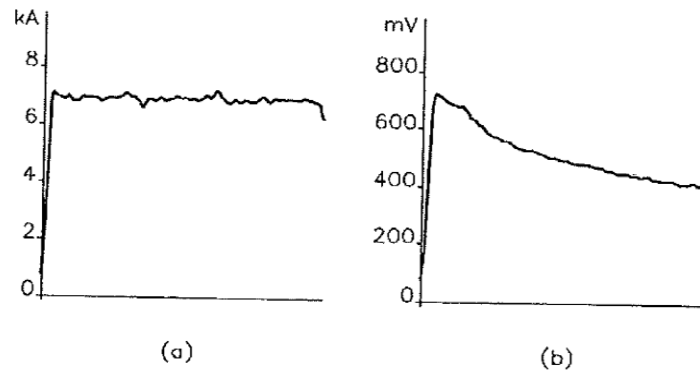


Fig. 1

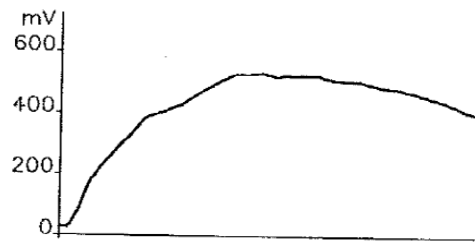


Fig. 2

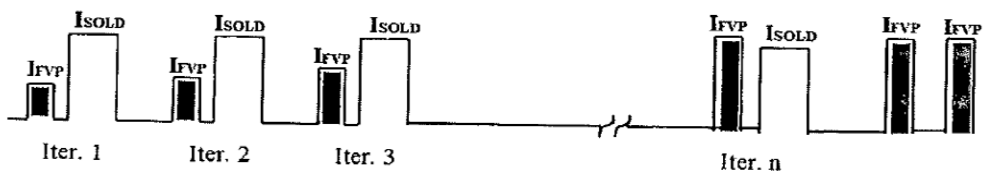


Fig. 3

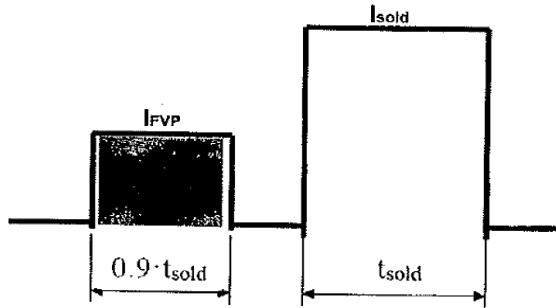


Fig. 4

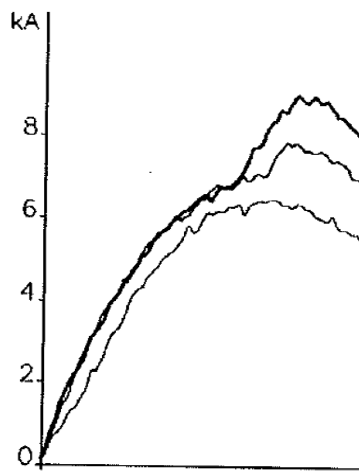


Fig. 5

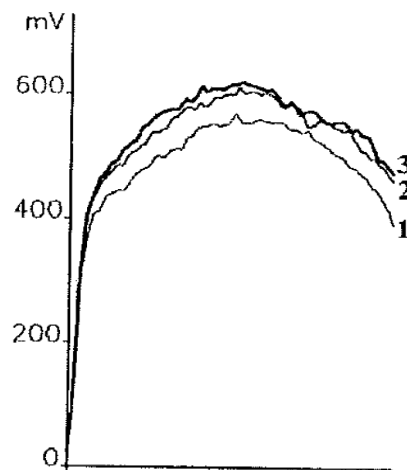


Fig. 6

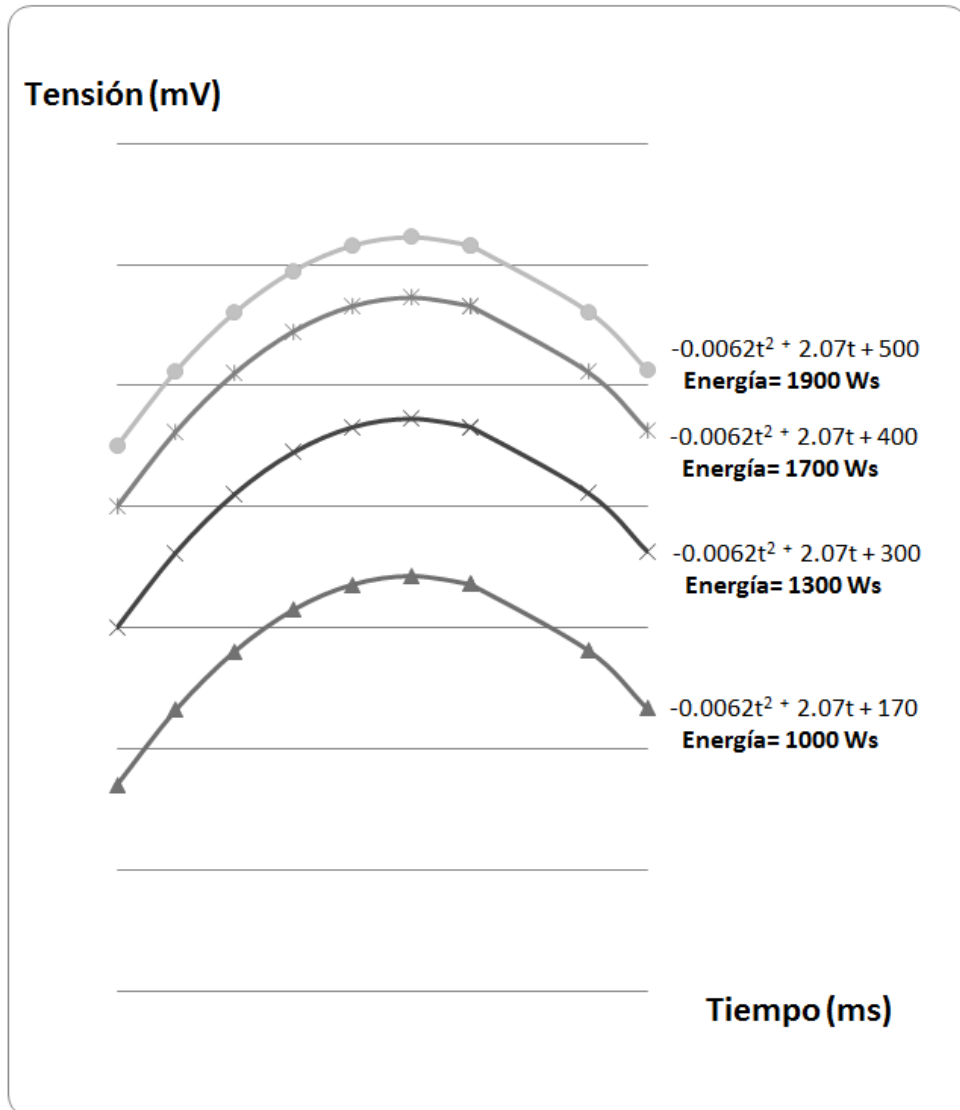


Fig. 7