

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 191**

51 Int. Cl.:

B23K 9/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2011 E 11401540 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2404696**

54 Título: **Método de soldadura por arco estirado con regulación de la energía del arco**

30 Prioridad:

06.07.2010 US 830764

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

12.02.2018

73 Titular/es:

**NELSON STUD WELDING, INC. (100.0%)
7900 West Ridge Road
Elyria, OH 44036, US**

72 Inventor/es:

**HSU, CHRISTOPHER y
KRUPP, JEFFREY J.**

74 Agente/Representante:

TRIGO PECES, José Ramón

ES 2 654 191 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).

MÉTODO DE SOLDADURA POR ARCO ESTIRADO CON REGULACIÓN DE LA ENERGÍA DEL ARCO**DESCRIPCIÓN****5 Sector de la técnica**

La invención hace referencia a un proceso de soldadura por arco estirado según el preámbulo de la reivindicación 1 (ver, por ejemplo, US2003/0164357A1), para soldar elementos de sujeción a una pieza.

10 Estado de la técnica

Por lo general, la soldadura de elementos de sujeción por arco estirado se realiza utilizando un proceso de soldadura de corriente constante con una corriente de arco fija y un tiempo de arco fijo mientras los parámetros de soldadura son mantenidos por una fuente de alimentación de soldadura de pernos por arco estirado. Otras variables del proceso incluyen una altura de elevación y profundidad de penetración que están normalmente controladas por diversos mecanismos incluyendo mecanismos mecánicos así como dispositivos de control electrónico. La altura de elevación y la cubeta de metal fundido crean una distancia de arco entre el elemento de sujeción y la pieza, y la longitud de la distancia de arco y el gradiente potencial de ionización del plasma del arco junto con las caídas fijas de ánodo y cátodo establecen un voltaje de arco. El producto del voltaje de arco y la corriente de arco es una potencia de arco que puede ser multiplicada por un tiempo de arco para calcular una energía de arco. La cantidad de energía de arco actúa como la fuente de calor que funde tanto el elemento de sujeción como la pieza. El calor resultante generado por la energía de arco puede tener un efecto sobre la estabilidad del proceso y la calidad de la soldadura realizada en una operación de soldadura.

Como se ha indicado arriba, los procesos de soldadura por arco estirado convencionales utilizan una corriente de arco, tiempo de arco, altura de elevación y profundidad de penetración fijos independientemente de los diversos parámetros asociados a la pieza y a las condiciones del proceso. Por ejemplo, la altura de elevación puede variar como resultado de diferencias en el montaje de las herramientas de soldadura (por ejemplo pistolas de mano) en un taller o fábrica. De manera adicional, varias piezas pueden tener revestimientos como cinc u otros elementos contaminantes como una capa de grasa u otros materiales como óxido o virutas de fresado, o imprimación de soldadura. Como resultado, la entrada de calor tanto al elemento de sujeción como a la pieza puede variar y provocar inconsistencia y falta de uniformidad en la calidad de la soldadura, en el aspecto de la soldadura o en la marca posterior. Por lo tanto, hay una necesidad en la técnica de un proceso de soldadura por arco estirado que proporcione una energía de arco constante para una aplicación de soldadura particular.

Descripción breve de la invención

Según la presente invención, se describe un proceso de soldadura por arco estirado según la reivindicación 1, que incluye los pasos de proporcionar una pieza, proporcionar una herramienta de soldadura que sujete un objeto de metal a la pieza, proporcionar una fuente de alimentación que suministre una corriente de arco piloto, proporcionar un dispositivo sensor del voltaje de arco, elevar el objeto de metal separado de la pieza y estirar un arco en la corriente de arco piloto, activar una corriente de soldadura preestablecida fundiendo localmente el objeto de metal y formando un baño de soldadura en la pieza, midiendo un voltaje de arco, acumulando energía de arco, pronosticando el voltaje de arco para el tiempo restante del proceso de soldadura, regulando el tiempo del proceso de soldadura en el que se utilizan la energía de arco acumulada y el voltaje de arco pronosticado para lograr una consigna de entrada total de energía deseada, y sumergiendo el elemento de sujeción en la pieza fundida localmente formando una soldadura entre el objeto metálico y la pieza.

Descripción breve de las figuras

La Figura 1 es un diagrama de bloques de la lógica de control de realimentación de un proceso de soldadura de energía constante;

La Figura 2 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo para una soldadura de referencia;

La Figura 3 es un gráfico de la corriente de arco y del voltaje de arco incluyendo una elevación de pistola incrementada en comparación con la referencia de la figura 2 que no utiliza un control de entrada de energía constante;

La Figura 4 es un gráfico de la corriente de arco y el voltaje de arco en función del tiempo incluyendo la elevación incrementada de pistola de la Figura 3 e incluyendo un control de entrada de energía constante;

- 5 La Figura 5 es un gráfico de la corriente de arco y el voltaje de arco en función del tiempo incluyendo una elevación de pistola disminuida en comparación con la referencia de la Figura 2 sin un control de entrada de energía constante;
- 10 La Figura 6 es un gráfico de la corriente de arco y del voltaje de arco incluyendo una elevación de pistola disminuida de la Figura 5 e incluyendo un control de entrada de energía constante;
- 15 La Figura 7 es un gráfico de la corriente de arco y del voltaje de arco en función del tiempo que incluye aceite de corte añadido a una superficie de una pieza en comparación con la referencia de la figura 2 con un control de entrada de energía constante no incluido;
- 20 La Figura 8 es un gráfico de la corriente de arco y del voltaje de arco en función del tiempo en comparación con la referencia que incluye aceite de corte como en la Figura 7 e incluyendo un control constante de entrada de energía;
- 25 La Figura 9 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo para un proceso de soldadura de ciclo corto y es una soldadura de referencia;
- 30 La Figura 10 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye aceite de corte añadido a una superficie de una pieza con un control de entrada de energía constante no incluido;
- 35 La Figura 11 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye aceite de corte añadido a una superficie de una pieza con un control de entrada de energía constante;
- 40 La Figura 12 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye una elevación incrementada con un control de entrada de energía constante no incluido;
- 45 La Figura 13 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye una elevación incrementada con un control de entrada de energía constante incluido;
- 50 La Figura 14 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye una elevación disminuida con un control de entrada de energía constante no incluido;
- 55 La Figura 15 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye una elevación disminuida con un control de entrada de energía constante incluido;
- 60 La Figura 16 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye un material de base galvanizado sin un control de entrada de energía constante;
- 65 La Figura 17 es un gráfico del voltaje de arco y de la corriente de arco en función del tiempo que se diferencia de la referencia de la Figura 9 y que incluye un material de base galvanizado con un control de entrada de energía constante;
- La Figura 18 es una descripción gráfica de una soldadura de ciclo corto incluyendo pernos fijados a un material de base de acero dulce;
- La Figura 19 es una vista gráfica de una soldadura de ciclo corto incluyendo pernos fijados a un material de base galvanizado;
- La Figura 20 es una descripción gráfica de una soldadura por arco estirado después del ensayo de flexión incluyendo una base de acero dulce y aceite de corte aplicado al material de base;
- La Figura 21 es un gráfico del voltaje de arco y corriente de arco en función del tiempo para una soldadura de referencia según un modo de realización alternativo que tiene una entrada de energía regulada;
- La Figura 22 es un gráfico de la corriente de arco y el voltaje de arco en función del tiempo que incluye

aceite de corte añadido a una superficie de una pieza en comparación con la figura 21.

Descripción detallada de la invención

5 Con referencia a las diversas figuras se muestra un proceso de soldadura por arco estirado que incluye los pasos de proporcionar una pieza de trabajo, proporcionar una herramienta de soldadura que sujeta un objeto metálico a la pieza de trabajo, proporcionar una fuente de alimentación que proporciona una corriente preestablecida, proveer un dispositivo sensor de voltaje de arco, elevar el objeto metálico y estirar un arco piloto, activando una corriente de soldadura fundiendo localmente el objeto metálico y formado un baño de soldadura en la pieza de trabajo, midiendo un voltaje de arco en las etapas iniciales del tiempo de soldadura, acumulando una energía de arco, pronosticando el voltaje de arco para un tiempo restante del proceso de soldadura, regulando el tiempo de las etapas posteriores del tiempo de soldadura en las que la energía de arco acumulada y el voltaje de arco pronosticado se utilizan para lograr una consigna de entrada de energía deseada, y sumergiendo a continuación el objeto metálico en la pieza de trabajo localmente fundida formando una soldadura entre el objeto metálico y la pieza de trabajo. Según un aspecto de la invención, la energía que se acumula puede incluir una energía de arco piloto y una energía aplicada en una etapa de limpieza del arco piloto, así como la corriente de soldadura del arco principal.

20 Según un aspecto de la invención, se pueden fijar varios objetos metálicos a una pieza de trabajo. Los objetos metálicos pueden incluir un elemento de sujeción, un perno metálico, una tuerca metálica, un eje metálico y una abrazadera metálica. Hay que tener en cuenta que los objetos metálicos pueden incluir diferentes formas y configuraciones que pueden soldarse a la pieza de trabajo.

25 La etapa de medir un voltaje de arco, según la presente invención, incluye múltiples fases de medición, en las que una primera fase incluye una fusión inicial de una superficie de la pieza de trabajo en la que el voltaje de arco medido no se utiliza en la etapa de predicción porque el voltaje no es estable. También de acuerdo con la presente invención, la etapa de medir un voltaje de arco incluye fases adicionales en las que el voltaje de arco se mide y almacena para su uso en la etapa de predicción. La etapa de medir un voltaje de arco puede incluir la medición del voltaje en terminales de salida de la soldadora y restando una caída de voltaje del conector y de cable que se calcula a partir de una soldadura previa durante la inmersión del perno o a partir de la medición o procedimiento de calibración de una caída de cable. La caída de voltaje del conector y cable puede calcularse después de la inmersión de la soldadora anterior en la que se crea un cortocircuito entre el perno y el baño de soldadura y la corriente se mantiene y se calcula una resistencia a partir del voltaje y la corriente medidos. La resistencia puede multiplicarse por la corriente del proceso de soldadura para calcular la caída de voltaje del conector y cable.

30 Según un aspecto de la invención, la etapa de prever un voltaje de arco para un tiempo restante del proceso de soldadura puede incluir calcular un voltaje de arco medio de las fases de medición adicionales y luego extrapolar linealmente los datos para determinar un voltaje de arco futuro previsto. Según un aspecto de la invención, los voltajes de arco medidos y almacenados de las fases adicionales pueden ser sometidos a una regresión polinómica de segundo orden o de orden superior para determinar el voltaje de arco futuro previsto. Según un aspecto de la invención, la etapa de calcular el tiempo del proceso de soldadura restante incluye utilizar una energía de arco variante que tenga una corriente de arco principal y una corriente de arco de inmersión diferente.

40 Según un aspecto de la invención, el paso de pronosticar el voltaje de arco durante un tiempo restante del proceso de soldadura puede incluir el cálculo de un voltaje de arco promedio de las fases de medición adicionales y una extrapolación lineal posterior de los datos para pronosticar un voltaje de arco futuro. Según un aspecto de la invención, los voltajes de arco de las fases adicionales medidos y almacenados pueden estar sujetos a una regresión polinómica de segundo orden o de orden superior para pronosticar el futuro voltaje de arco. Según un aspecto de la invención, el paso de calcular el tiempo restante del proceso de soldadura incluye la utilización de una energía de arco variable que tiene una corriente de arco principal y una corriente de arco de inmersión diferente.

55 Según un aspecto de la invención, se aplica una entrada de energía deseada como consigna para el proceso de soldadura. La entrada de energía deseada puede determinarse en base a las características variables del proceso de soldadura así como de los materiales utilizados en el proceso de soldadura. Por ejemplo, la entrada de energía deseada puede determinarse con relación al objeto metálico a soldar, la posición de la operación de soldadura, las condiciones de la operación de soldadura, así como el tipo y espesor de la pieza de trabajo utilizada y el requisito de marca térmica posterior de la pieza de trabajo. Diversos parámetros de proceso incluyendo operaciones de soldadura que tengan diferencias de alturas de elevación e inmersión así como las condiciones de la pieza de trabajo y los objetos metálicos se tratarán con más detalle más adelante.

65

El proceso de soldadura por arco estirado puede incluir una duración superior a 100 milisegundos y puede incluir un casquillo colocado sobre el objeto metálico. De manera adicional, el proceso puede ser un proceso de ciclo corto inferior a 100 milisegundos en el que se puede utilizar o no protección con gas para evitar la oxidación de una zona soldada.

5

En el proceso se pueden utilizar diversas fuentes de alimentación. Las fuentes de alimentación pueden incluir un inversor controlado por un microprocesador que tenga o bien modulación de anchura de impulso o bien control de cambio de fase, una fuente de alimentación regulada con rectificador de corriente controlado de silicona y una fuente de alimentación basada en convertidor directo alimentada por una fuente eléctrica de corriente continua.

10

Con referencia a la Figura 1, se muestra una descripción gráfica de un modo de realización de un proceso de soldadura que incluye múltiples fases de medición. Como se puede ver en la figura, el tiempo total de arco de soldadura puede dividirse en fases secuenciales o segmentos de tiempo. La primera fase es una fase de asentamiento en la que un revestimiento de superficie es quitado con soplete de una pieza de trabajo y el voltaje de arco puede volverse inestable o cambiar espectacularmente. En esta fase, el voltaje de arco es monitorizado pero la lectura no se almacena para su uso durante la etapa de predicción. En una segunda fase el voltaje de arco se registra y analiza a efectos de pronosticar el tiempo restante del proceso de soldadura. En esta fase, se pueden utilizar diversos métodos de predicción o pronóstico incluyendo la extrapolación lineal así como regresiones polinómicas de orden superior. Como se puede ver en la figura, esta fase puede subdividirse en dos segmentos de tiempo etiquetados como cuadrante dos y cuadrante tres. Se puede utilizar una lectura media del voltaje de arco del primer segmento de tiempo y el segundo segmento de tiempo para extrapolar y predecir una futura tendencia de voltaje para el tiempo restante del proceso.

15

20

25

La última fase de la Figura 1 incluye una fase de ajuste que está basada en la tendencia de voltaje prevista o pronosticada en la etapa de predicción. En la última fase se realiza un cálculo para determinar el tiempo necesario de manera que la energía total de la fase uno y fase dos que fueron medidas y la energía pronosticada de la fase tres se añadirán a una consigna de energía deseado.

30

Supongamos que V_2 y V_3 son el voltaje medio del cuadrante 2 y 3, y que E_1 , E_2 y E_3 son la energía media del cuadrante 1, 2 y 3 respectivamente. E_{sp} es la consigna de energía deseada. La energía necesaria del 4º cuadrante para satisfacer E_{sp} es

35

$E_4 = E_{sp} - E_o - E_1 - E_2 - E_3$ donde E_1 , E_2 y E_3 son la energía real medida y acumulada del primer, segundo y tercer cuadrante, y E_o es la energía de arco piloto acumulada.

El voltaje previsto del 4º cuadrante es:

40

$$V_4 = (V_2 + V_3) / 2$$

con el método de predicción;

$$V_4 = 2V_3 - V_2$$

con el método de extrapolación lineal;

45

Por lo tanto el tiempo necesario en el 4º cuadrante es

$$t_4 = E_4 / (I \times V_4)$$

50

donde I es la corriente medida preestablecida para la soldadura restante (4º cuadrante).

Hay que tener en cuenta que se pueden utilizar diversos números de fases o métodos de predicción.

55

El proceso de la presente invención puede implementarse utilizando una consigna de energía que se guarda como valor preestablecido en una fuente de alimentación de soldadura. Generalmente, las fuentes de alimentación conocidas pueden incluir una consigna de corriente y una consigna de tiempo. El empleo de una consigna de energía junto con los procesos mencionados de la presente invención permite un control adicional sobre la operación de soldadura que no está presente en procesos del estado de la técnica anterior. Los preajustes pueden asociarse a un elemento de sujeción particular en una posición o condición de soldadura particular. De manera adicional, cuando un controlador de soldadura recupera un preajuste, también se recuperarán de forma conjunta una corriente programada, un tiempo (como punto de arranque antes del ajuste), y una consigna de energía para lograr una entrada de energía constante para una aplicación de soldadura de un elemento de sujeción particular. Según un aspecto de la invención, el preajuste puede incluir una corriente que tenga un nivel contante o una onda pulsada.

60

65

Ejemplos

5 Los siguientes ejemplos están representados en las Figuras 2-20 y detallan los cambios en las condiciones de soldadura incluyendo el montaje de la pistola de soldar así como diferentes propiedades de los materiales de soldadura. Los ejemplos incluyen una entrada constante de energía y una entrada no constante de energía detallando las diferencias causadas por una entrada constante de energía cuando se cambian las condiciones típicas de soldadura.

10 Los ejemplos representados en las Figuras 2-8 incluyen el uso de un suministro de energía Nelweld N1500i. Se utilizó una pistola de mano de resistencia media Nelson NS-40 con un núcleo de ciclo corto y sin amortiguador de inmersión. En los diversos ejemplos se emplearon varios pernos y casquillos con un perno de arco estirado de 3/8 de pulgada y se incluyó el uso de un casquillo de arco estirado. Los ejemplos de ciclo corto detallados en las Figuras 9-17 incluyen el uso de un perno de ciclo corto. Se utilizó un cable de soldar incluyendo un cable 1 AWG de 25 pies para conectar la pistola de soldar al suministro eléctrico. La pistola de soldar incluía un perno de polaridad negativa.

20 El procedimiento experimental incluyó realizar una soldadura que se establece como objetivo. A continuación se realiza una soldadura de referencia que muestra coherencia con la consigna. Tras la soldadura de referencia, se cambiaron diversas condiciones de soldadura para demostrar un cambio en el voltaje que alteraría por lo general la entrada de energía total en una operación de soldadura. A continuación se habilita una función de energía constante de acuerdo con el proceso y se realizan los ajustes convenientes para superar los cambios de voltaje y proporcionar una cantidad similar de energía como la de la soldadura del objetivo.

25 Las Figuras 2-8 detallan resultados experimentales de un proceso de soldadura incluyendo un perno de 3/8 pulgadas en el que se ajustan diversos parámetros de proceso tanto con una entrada constante de energía como sin entrada constante de energía. Los resultados detallados en las Figuras 2-8 se muestran en la Tabla 1 que indican la corriente de arco, voltaje de arco, tiempo de arco, energía, elevación de pistola, y porcentaje de energía del objetivo.

TABLA 1

ID Soldadura	Condiciones	Función Energía Constante	Corriente (A)	Voltaje (V)	Tiempo de Arco (ms)	Energía (J)	Elevación Pistola (mm)	% Energía objetivo
	Soldadura objetivo (arco estirado)	OFF	550	28.6	323	5075	2.0	--
A	Soldadura de referencia (arco estirado) Igual que ajustes del objetivo	OFF	551	28.3	322	5017	2.0	99
B	Elevación incrementada (arco estirado)	OFF	551	32.8	319	5772	2.7	114
C	Elevación incrementada (arco estirado)	ON	549	32.8	277	4986	2.7	98
D	Elevación disminuida (arco estirado)	OFF	554	25.7	321	4577	1.0	90
E	Elevación disminuida (arco estirado)	ON	551	25.8	355	5054	1.0	100
F	Aceite de corte aplicado a superficie (arco estirado)	OFF	551	33.2	329	6065	2.0	119
G	Aceite de corte aplicado a superficie (arco estirado)	ON	550	32.4	288	5132	2.0	101

ES 2 654 191 T3

ID Soldadura	Condiciones	Función Energía Constante	Corriente (A)	Voltaje (V)	Tiempo de Arco (ms)	Energía (J)	Elevación Pistola (mm)	% Energía objetivo
	Soldadura objetivo (Ciclo Corto)	OFF	608	25.4	51	788	1.0	--
H	Soldadura de referencia (Ciclo corto) Igual que ajustes del blanco	OFF	602	25.5	50	768	1.0	97
I	Aceite de corte aplicado a superficie (ciclo corto)	OFF	613	31.9	51	996	1.0	126
J	Aceite de corte aplicado a superficie (ciclo corto)	ON	606	31,7	46	882	1.0	112
K	Elevación incrementada (ciclo corto)	OFF	607	32.5	50	985	2.0	125
L	Elevación incrementada (ciclo corto)	ON	606	31.0	41	769	2.0	97
M	Elevación disminuida (ciclo corto)	OFF	614	22.4	51	699	0.5	89
N	Elevación disminuida (ciclo corto)	ON	611	22.3	54	735	0,5	93
O	Galvanizado C-90 (ciclo corto)	OFF	611	22.6	51	705	1.0	89
P	Galvanizado C-90 (ciclo corto)	ON	606	24.0	55	800	1.0	102

5 Las Figuras 9-17 detallan resultados experimentales de un proceso de soldadura que incluye un perno de 9,52 mm (3/8 de pulgada) en el que se ajustan diversos parámetros de proceso tanto con una entrada constante de energía como sin entrada constante de energía. Los resultados detallados en las Figuras 9-17 se muestran en la Tabla 1 que indican la corriente de arco, voltaje de arco, tiempo de arco, energía, elevación de pistola, y porcentaje de energía del objetivo para una soldadura de ciclo corto.

10 Como puede verse por los resultados detallados en la Tabla 1, la entrada constante de energía tal como se realiza en el proceso reduce de manera significativa la diferencia de energía de soldadura aplicada al proceso de soldadura cuando se cambian varias condiciones. Por ejemplo, cuando se aumenta la elevación de la pistola la diferencia de energía de soldadura aplicada a la soldadura sin el empleo del proceso con entrada de energía constante produce una diferencia del 14% en la energía aplicada a la soldadura. Esto es en comparación con la diferencia del 2% de una diferencia de energía de soldadura aplicada al proceso de soldadura cuando se utiliza la entrada de energía constante tal como se realiza en el proceso. Se elimina un error resultante del 12% como resultado del proceso que incluye la entrada constante de energía. En la Tabla 2 se detallan diversos sumarios del porcentaje eliminado así como las diferencias corregidas de energía aplicada a las soldaduras.

TABLA 2

Proceso	Cambio en condiciones	Diferencia en la energía de soldadura (sin CE)	Diferencia corregida en la energía de soldadura (con CE)	Error eliminado
Arco estriado	Elevación pistola incrementada	+14%	-2%	12%
Arco estriado	Elevación pistola disminuida	-10%	+0%	10%
Arco estriado	Aceite de corte contaminante	+19%	+1%	18%

Proceso	Cambio en condiciones	Diferencia en la energía de soldadura (sin CE)	Diferencia corregida en la energía de soldadura (con CE)	Error eliminado
Ciclo corto	Elevación pistola incrementada	+25%	-3%	22%
Ciclo corto	Elevación pistola disminuida	-11%	-7%	4%
Ciclo corto	Aceite de corte contaminante	+26%	+12%	14%
Ciclo corto	Material base galvanizado	-11%	+2%	9%

Como puede verse en la tabla 2, el proceso que utiliza una entrada de energía constante reduce los errores totales de los diversos cambios en las condiciones del proceso tanto en un proceso de arco estirado como de ciclo corto tal como se detalla en las diversas figuras.

5

Aunque las figuras y tablas de los ejemplos presentan diferentes escenarios en los que la entrada de energía constante tal como se realiza en el proceso mejora la entrada de energía total en los diversos cambios de los parámetros del proceso, también se pueden corregir otros parámetros del proceso diferentes tal como se realiza en la invención. Por ejemplo, varios contaminantes así como capas aplicadas intencionadamente a la superficie de una pieza de trabajo pueden contemplarse utilizando un proceso que tiene un punto de ajuste controlado de entrada de la energía deseada.

10

En otro aspecto de la invención, un modo de realización alternativo de un proceso de soldadura por arco estirado puede incluir las fases de proporcionar una pieza de trabajo, proporcionar una herramienta de soldar que sujete una pieza metálica en la pieza de trabajo, proporcionar un suministro de energía, proporcionar un dispositivo sensor de voltaje de arco, elevar el objeto metálico y estirar un arco piloto, medir un voltaje en el arco piloto, calcular una consigna de corriente o una consigna de duración del paso de corriente para un arco principal basado en el voltaje medido en el arco piloto, activar una corriente de arco principal fundiendo localmente el objeto metálico y formando un baño de soldadura en la pieza de trabajo, sumergir el objeto metálico en la pieza de trabajo localmente fundida formando una soldadura entre el objeto metálico y la pieza de trabajo donde mantiene la entrada de energía de arco deseada.

15

20

Con referencia a las Figuras 21 y 22 se muestran gráficos del voltaje 100, 200, corriente 101, 201 y la posición del perno u objeto metálico 102, 202 en función del tiempo para una pieza de trabajo sin aceite en la Figura 21 y con aceite en la Figura 22. En los gráficos mostrados, el voltaje del arco piloto varía en las figuras 21 y 22 debido a la presencia del aceite en la superficie de la pieza de trabajo. El voltaje en el arco piloto aparece mayor o aumentado debido a la presencia del aceite en la pieza de trabajo en la Figura 22. En la Figura 21 en la que la soldadura se realiza sobre una placa limpia sin aceite durante los primeros 50 milisegundos la corriente de arco piloto, de aproximadamente 15A para un voltaje de 15V aproximadamente. En la Figura 22, durante la fase de arco piloto el voltaje es de 19-20 V. El voltaje de arco se mide durante la etapa de arco piloto y se determina la "consigna" de la corriente de arco principal, en base a una fórmula matemática o una tabla de referencias, y se regula según la consigna de la corriente de arco principal calculada. En la Figura 22 la corriente principal se reduce en aproximadamente 130A para compensar un mayor voltaje de arco debido al aceite.

25

30

35

El proceso que incluye la fase de medir el voltaje en el arco piloto puede modificar la consigna de corriente o de tiempo en el arco principal para compensar las condiciones variables, de manera que se pueda mantener una entrada de energía de arco deseada. En un aspecto de la invención la fase de calcular la corriente o tiempo del arco principal puede corresponder a diversas piezas de trabajo, objetos metálicos y otros parámetros como el estado de la superficie. En el gráfico mostrado en la Figura 22, la fase de cálculo tiene como resultado una consigna de corriente inferior en comparación con la de la figura 21. De esta manera se puede mantener una entrada de energía de arco deseada que puede compensar las diferencias en la superficie de una pieza de trabajo u otras variaciones. En un aspecto de la invención la corriente de arco principal puede mantenerse a un nivel sustancialmente constante en el arco principal tal como se indica en las Figuras 21 y 22.

40

45

La invención ha sido descrita de manera ilustrativa. Debe entenderse que la terminología que ha sido empleada pretende ser descriptiva más que limitativa. A la luz de las enseñanzas anteriores son posibles muchas modificaciones y variaciones en la invención. Por lo tanto, dentro del alcance las siguientes reivindicaciones, la invención puede ponerse en práctica de otra manera diferente a la específicamente descrita.

50

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de soldadura por arco estirado que comprende las etapas de:

- 5 - proporcionar una pieza de trabajo;
- proporcionar una herramienta de soldar que sujeta un objeto metálico a la pieza de trabajo;
- proporcionar una fuente de alimentación que suministra una corriente preestablecida;
- proporcionar un dispositivo sensor de voltaje de arco;
- elevar el objeto metálico y estirar una corriente de arco piloto; y
- 10 - activar una corriente de soldadura fundiendo localmente el objeto metálico y formando un baño de soldadura en la pieza de trabajo;

caracterizado por las etapas de:

- 15 - suministrar una corriente preestablecida mediante la fuente de alimentación;
- medir el voltaje de arco en múltiples fases de medición, incluyendo una primera fase que presenta una fusión inicial de una superficie o de un revestimiento de superficie de la pieza de trabajo donde el voltaje de arco medido no es almacenado y utilizado en una etapa de predicción y fases adicionales donde el voltaje de arco es si es medido y almacenado;
- 20 - pronosticar el voltaje de arco para un tiempo restante del proceso de soldadura;
- calcular el tiempo del proceso de soldadura restante de manera que la suma de la energía de arco acumulada y la energía de arco restante sea igual a dicha consigna de energía deseada y
- 25 - sumergir el objeto metálico en la pieza de trabajo localmente fundida formando una soldadura entre el objeto metálico y la pieza de trabajo para alcanzar el tiempo calculado de soldadura restante; o
- regular el tiempo del proceso de soldadura donde el voltaje de arco medido y el voltaje de arco pronosticado se utilizan para controlar dicha consigna de entrada de energía deseada;
- 30 - y sumergir el objeto metálico en la pieza de trabajo localmente fundida formando una soldadura entre el objeto metálico y la pieza de trabajo.

2. El proceso de soldadura por arco estirado según la reivindicación 1 donde el tiempo de sumergir el objeto metálico se basa en un conocimiento previo del tiempo de inmersión del objeto metálico obtenido a partir de soldaduras de calibración.

3. El proceso de soldadura por arco estirado según la reivindicación 1 o 2 donde el objeto metálico se selecciona entre: un elemento de sujeción, un perno metálico, una tuerca metálica, un eje metálico y una abrazadera metálica, y donde el objeto metálico incluye preferentemente una bola fundente de aluminio.

4. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde un voltaje de arco medio de las fases adicionales se calcula y se extrapola linealmente para determinar el voltaje de arco pronosticado; o donde los voltajes de arco de las fases adicionales almacenados y medidos se someten a una regresión polinómica de segundo orden u orden superior para determinar el voltaje de arco pronosticado.

5. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde la etapa de medir un voltaje de arco incluye medir el voltaje en los terminales de salida del aparato de soldar y restar el producto de corriente de arco y la resistencia de cable medidos en soldaduras previas después de que el perno es sumergido y cortocircuitado en el baño de soldadura pero antes de que se corte la corriente, o restar una caída de voltaje de cable y de conector estimada a partir de una soldadura previa durante la inmersión.

6. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde la entrada de energía deseada se determina con relación al objeto metálico, la posición de la operación de soldadura, las condiciones de la operación de soldadura y el tipo y espesor de la pieza de trabajo y el requisito de marcado posterior de la pieza de trabajo.

7. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde el proceso tiene una duración superior a 100 milisegundos e incluye un casquillo colocado en los alrededores del objeto metálico.

8. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde el proceso es un proceso de ciclo corto en el que se puede utilizar o no protección con gas para impedir la oxidación de una zona de soldadura.
- 5
9. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde la fuente de alimentación se selecciona entre: un inversor controlado por un microprocesador que tenga modulación de anchura de impulso o control de cambio de fase, una fuente de alimentación regulada con rectificador de corriente controlado de silicona y una fuente de alimentación basada en convertidor directo alimentada por una fuente eléctrica de corriente continua, y donde la corriente preestablecida incluye preferentemente un nivel constante o una onda pulsada.
- 10
10. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde la energía acumulada incluye energía de arco piloto y energía aplicada en una etapa de limpieza del arco piloto.
- 15
11. El proceso de soldadura por arco estirado según una de las reivindicaciones anteriores donde la etapa de calcular el tiempo del proceso de soldadura restante incluye utilizar una energía de arco variable que tenga una corriente de arco principal y una corriente de arco de inmersión diferente.
- 20

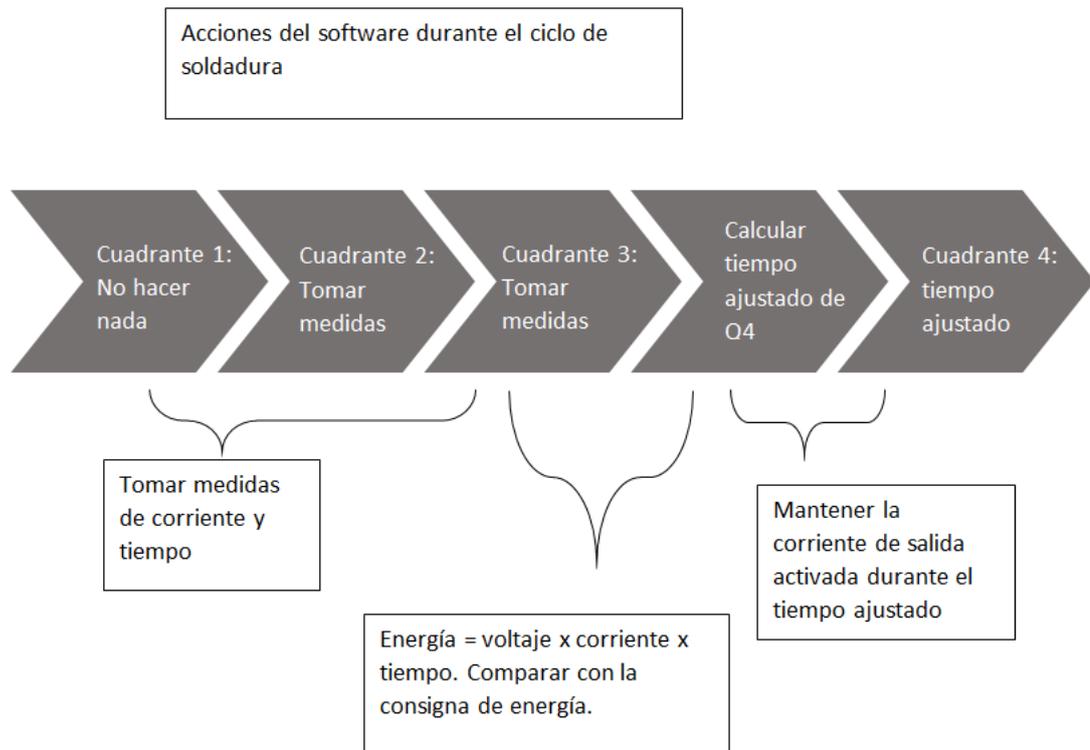


Figura 1

Datos soporte:

ID. Soldadura= A

Soldadura de referencia - Mismos ajustes y condiciones de soldadura que el objetivo

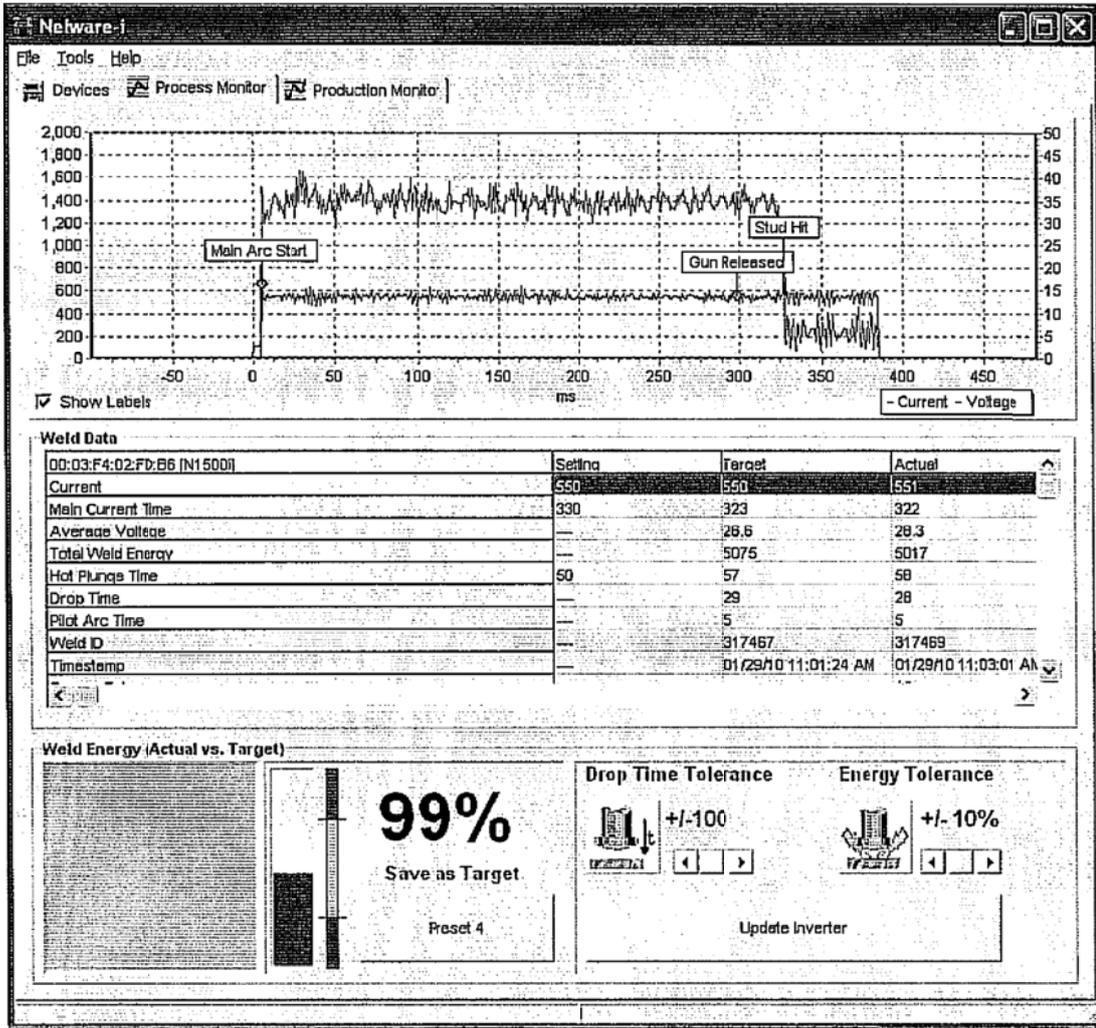


Figura 2

ID. Soldadura = B

Diferencia con soldadura de referencia A: Elevación de pistola incrementada
 Función de energía constante = desactivada

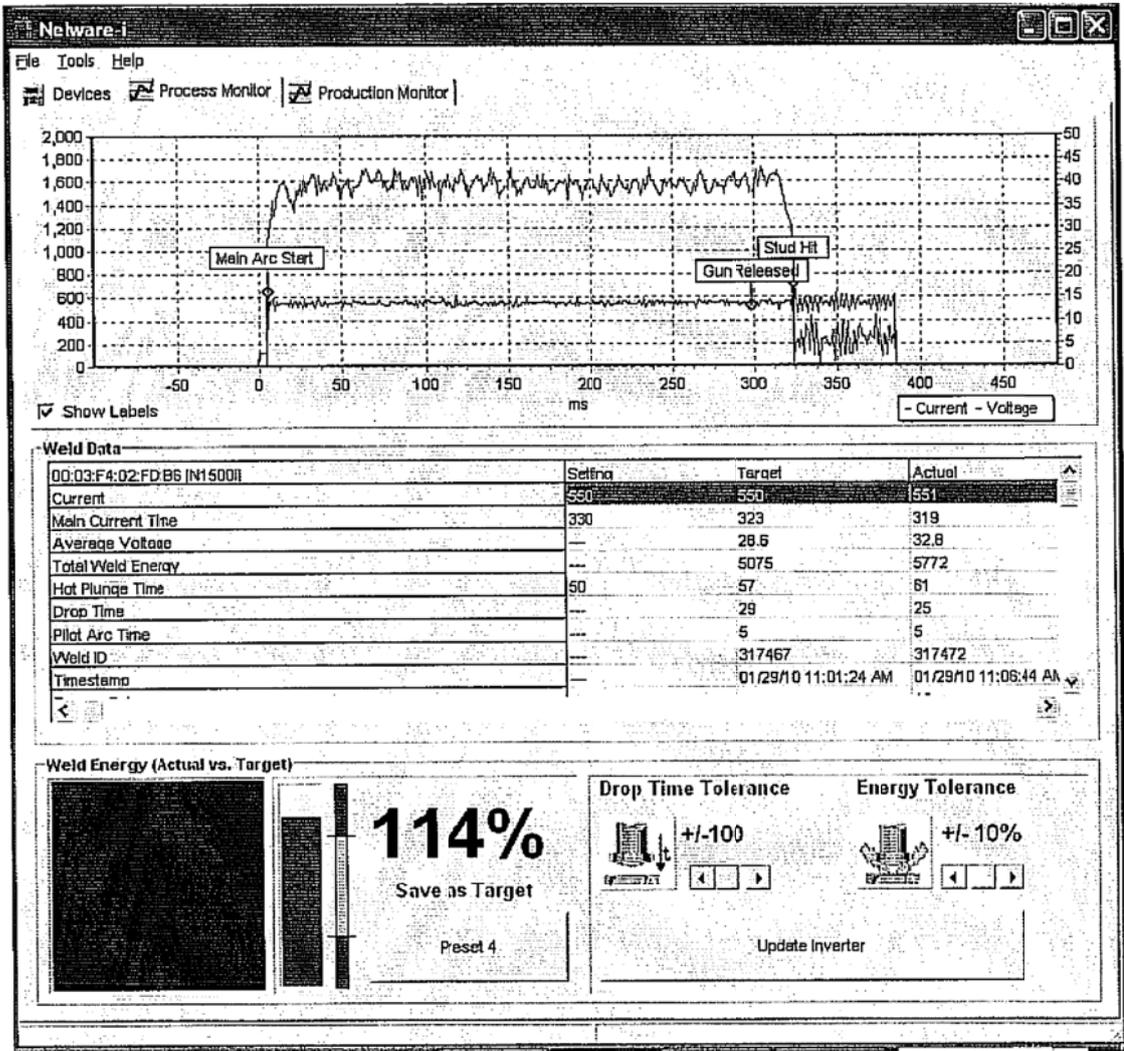


Figura 3

ID. Soldadura = C

Diferencia con soldadura de referencia A: Elevación de pistola incrementada
 Función de energía constante = activada

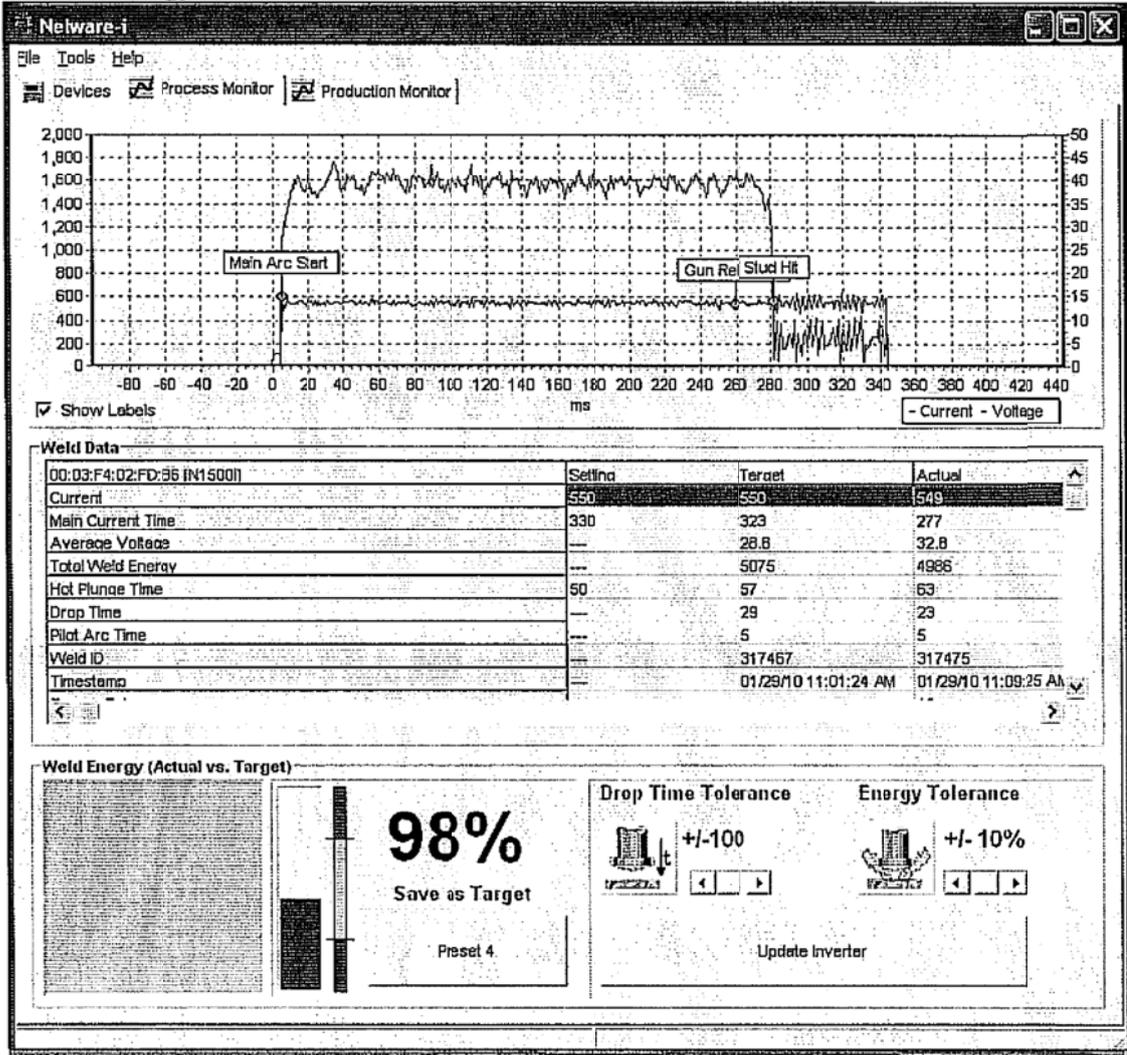


Figura 4

ID. Soldadura = D

Diferencia con soldadura de referencia A: Elevación de pistola disminuida
 Función de energía constante = desactivada

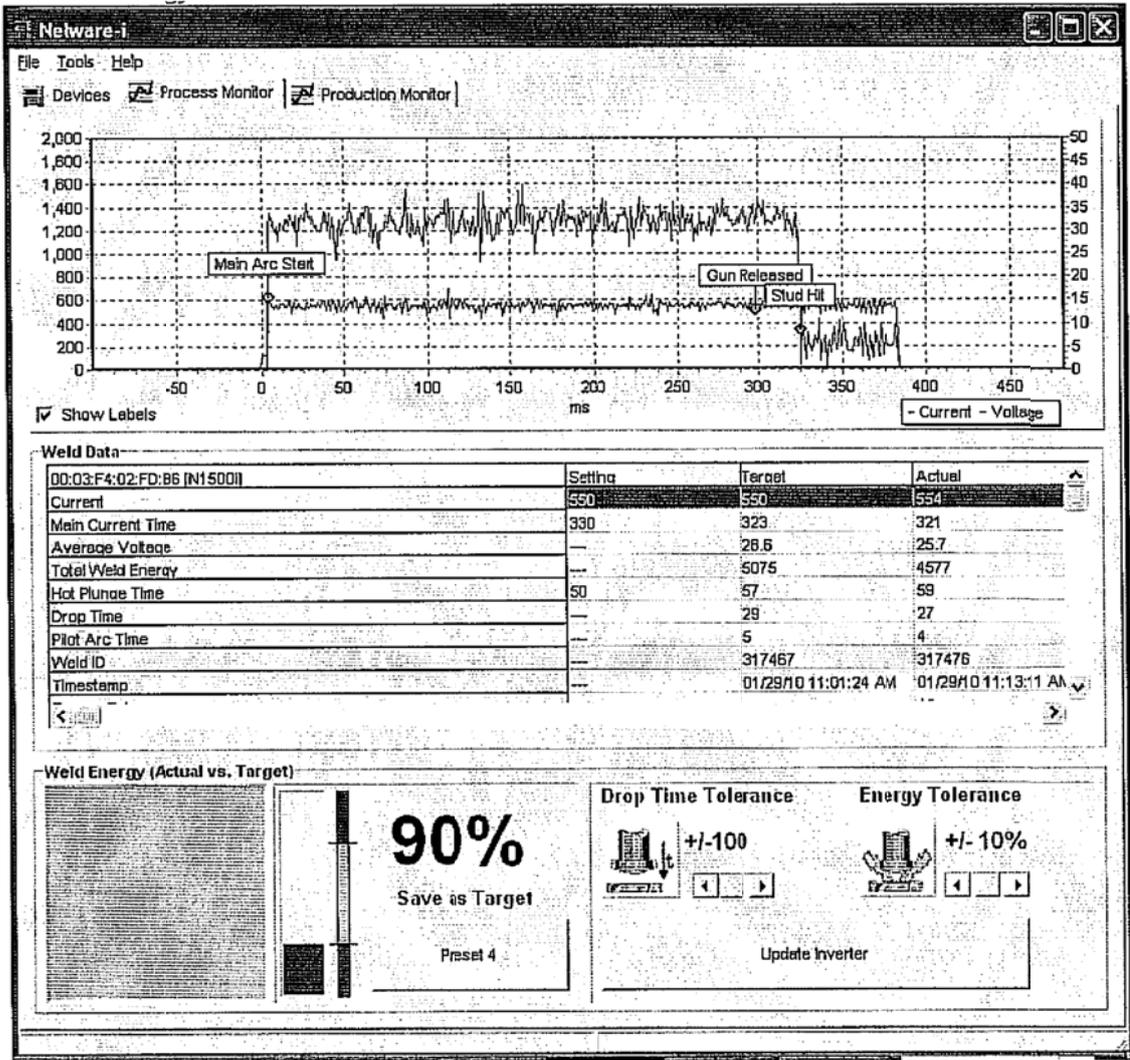


Figura 5

ID. Soldadura = E

Diferencia con soldadura de referencia A: Elevación de pistola disminuida
 Función de energía constante = activada

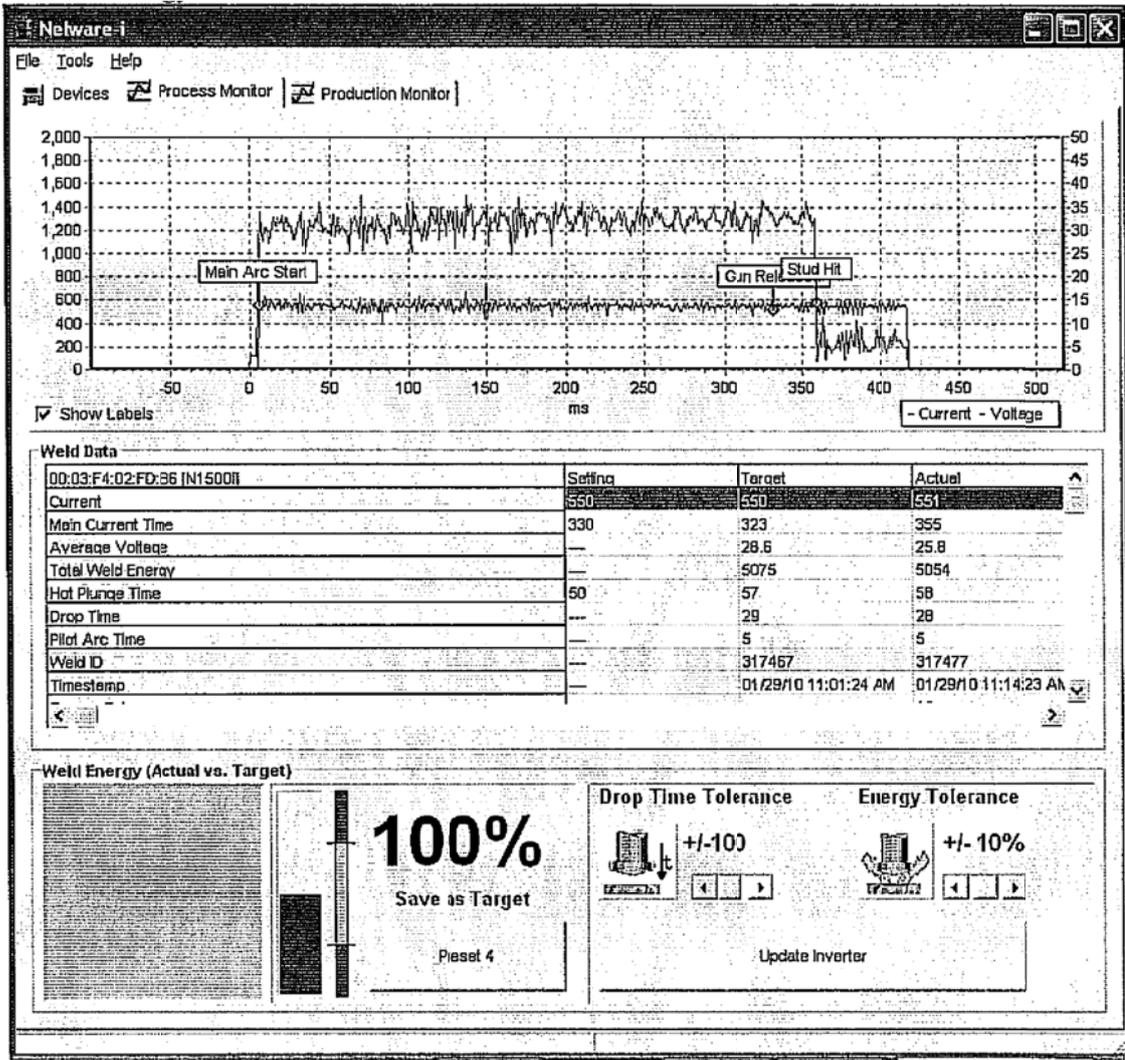


Figura 6

ID. Soldadura = F

Diferencia con soldadura de referencia A: Aceite de corte añadido a la superficie
 Función de energía constante = desactivada

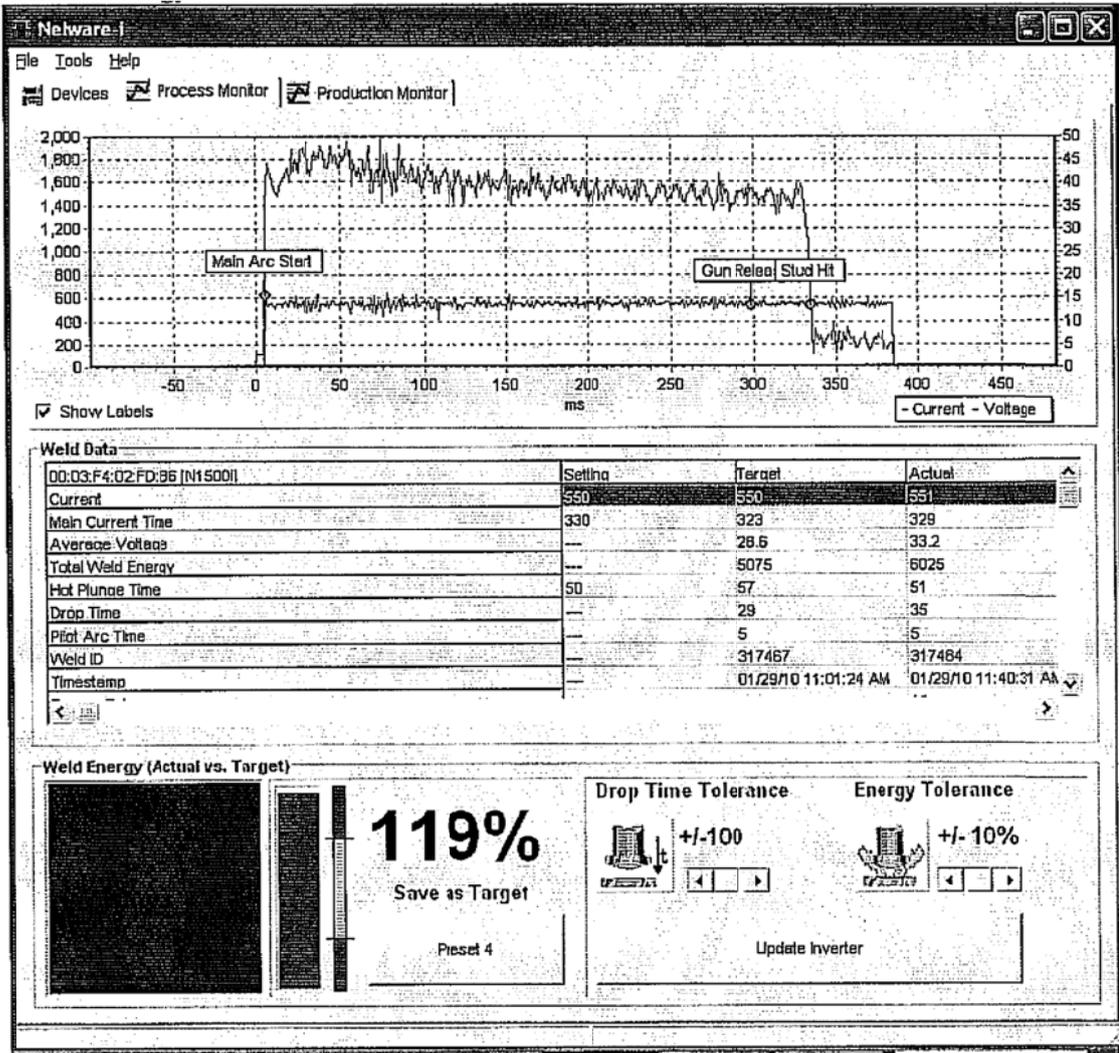


Figura 7

ID. Soldadura = G

Diferencia con soldadura de referencia A: Aceite de corte añadido a la superficie
 Función de energía constante = activada

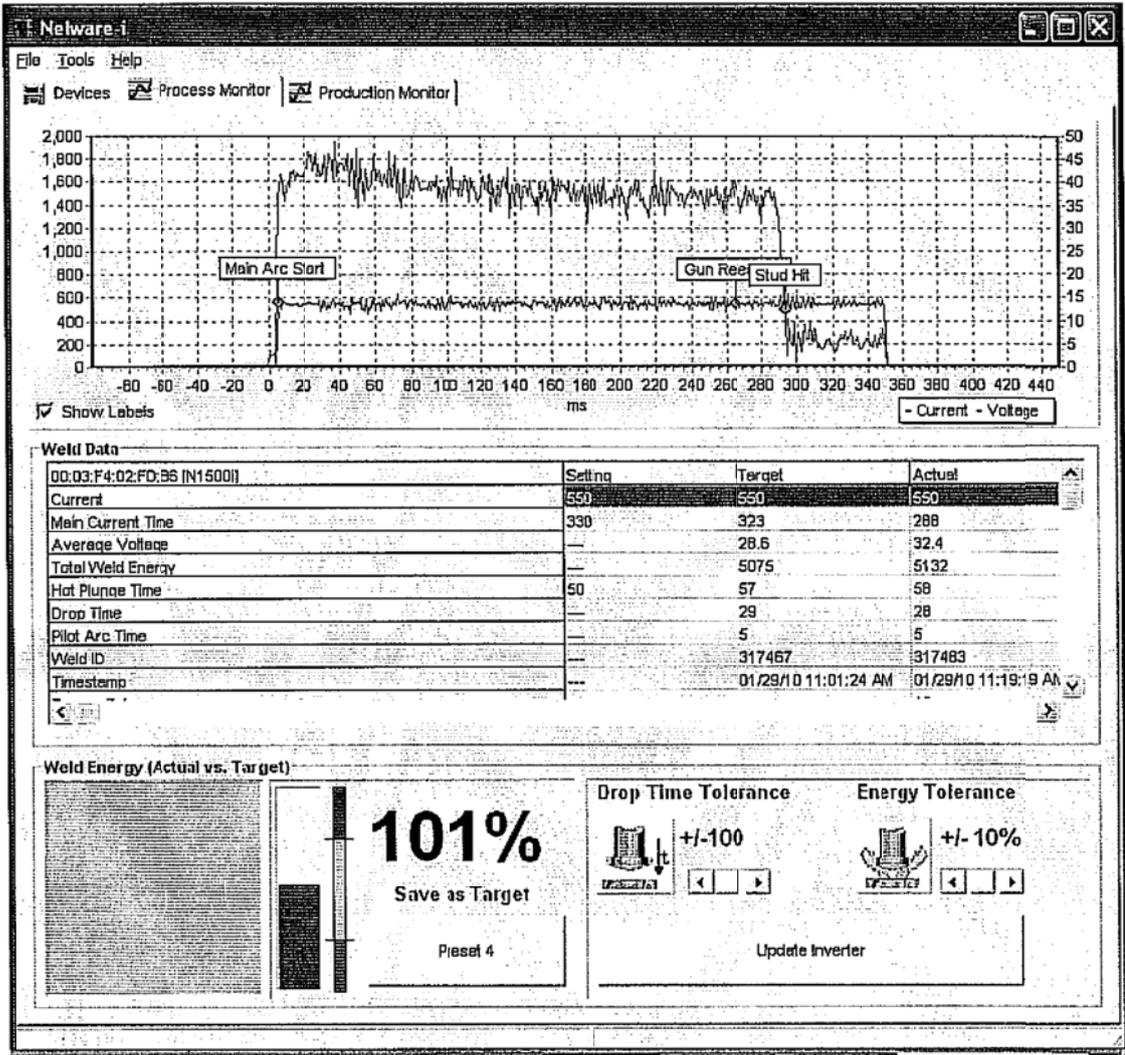


Figura 8

ID. Soldadura = H

Soldadura de referencia (ciclo corto): Igual que los ajustes del objetivo

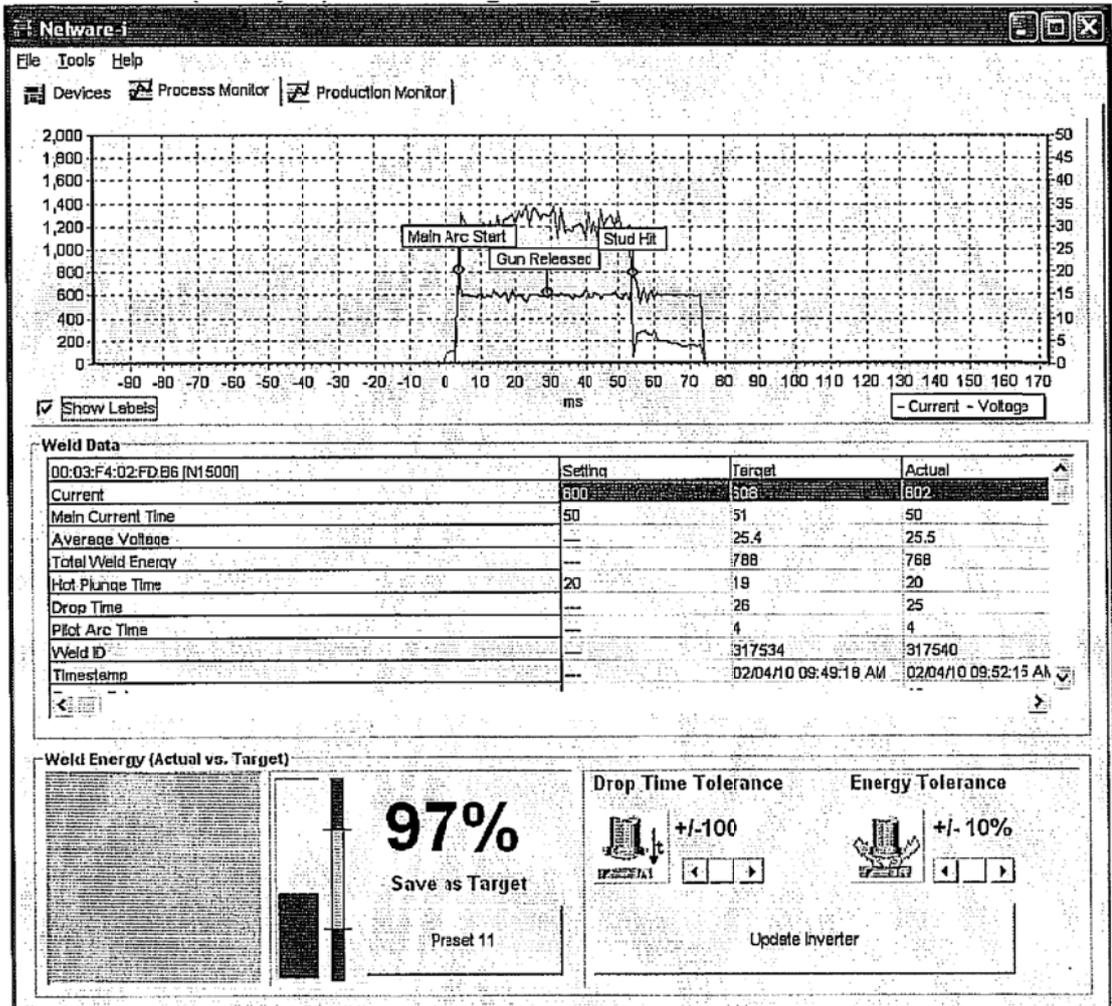


Figura 9

ID. Soldadura = I

Diferencia con la soldadura de referencia H: Aceite de corte añadido a la superficie
 Función de energía constante = desactivada

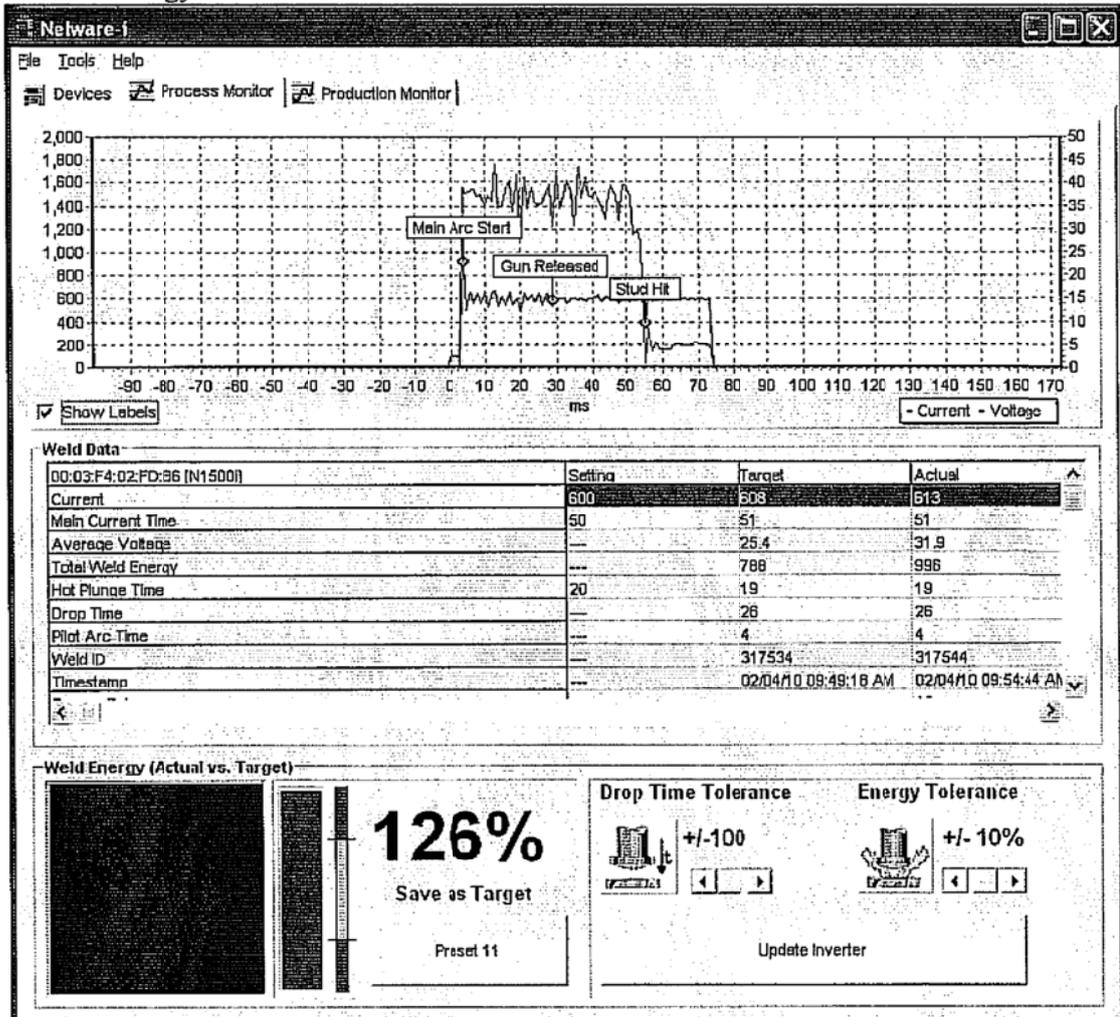


Figura 10

ID. Soldadura = J

Diferencia con la soldadura de referencia H: Aceite de corte añadido a la superficie
 Función de energía constante = activada

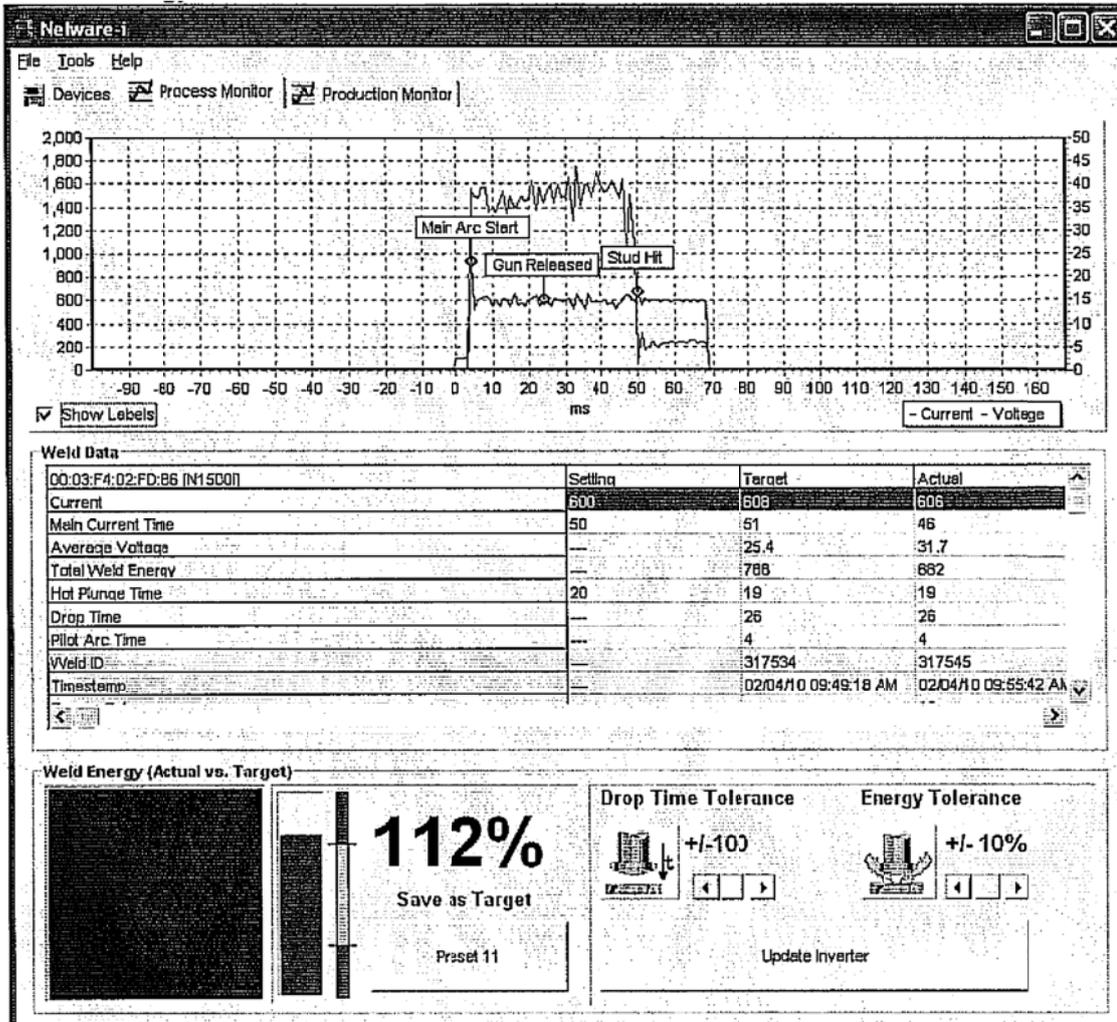


Figura 11

ID. Soldadura = K

Diferencia con la soldadura de referencia H: Elevación incrementada

Función de energía constante = desactivada

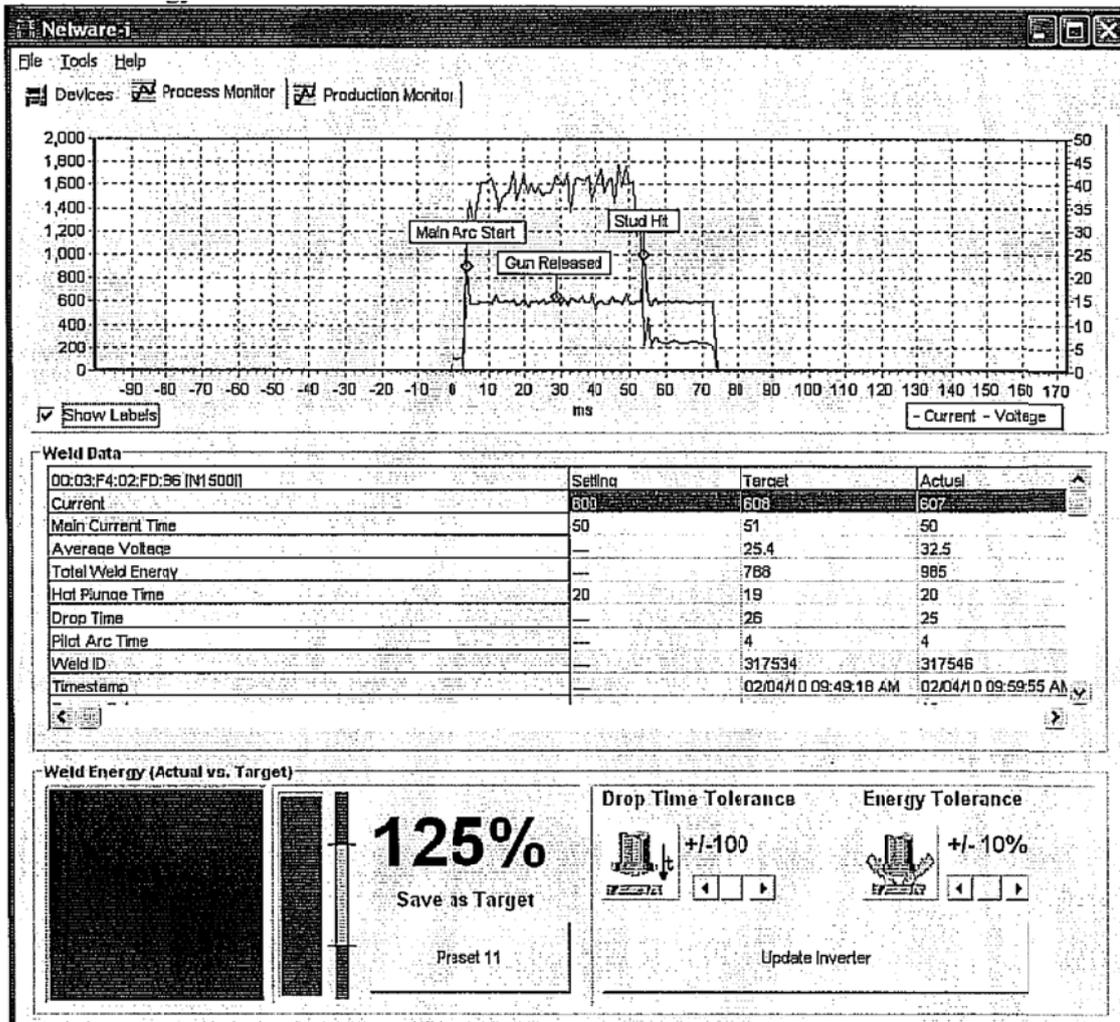


Figura 12

ID. Soldadura = L

Diferencia con la soldadura de referencia H: Elevación incrementada
 Función de energía constante = activada

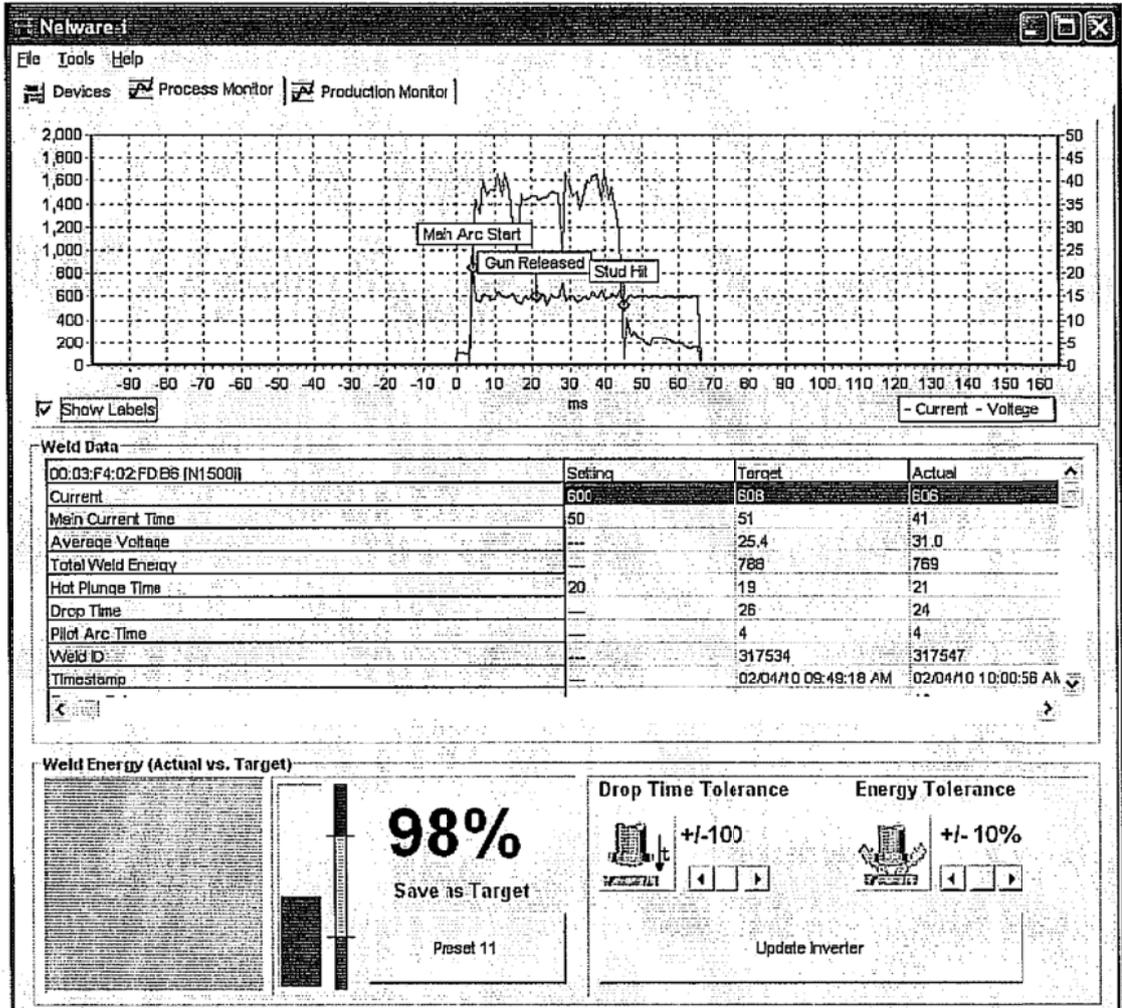


Figura 13

ID. Soldadura = M

Diferencia con la soldadura de referencia H: Elevación disminuida
 Función de energía constante = desactivada

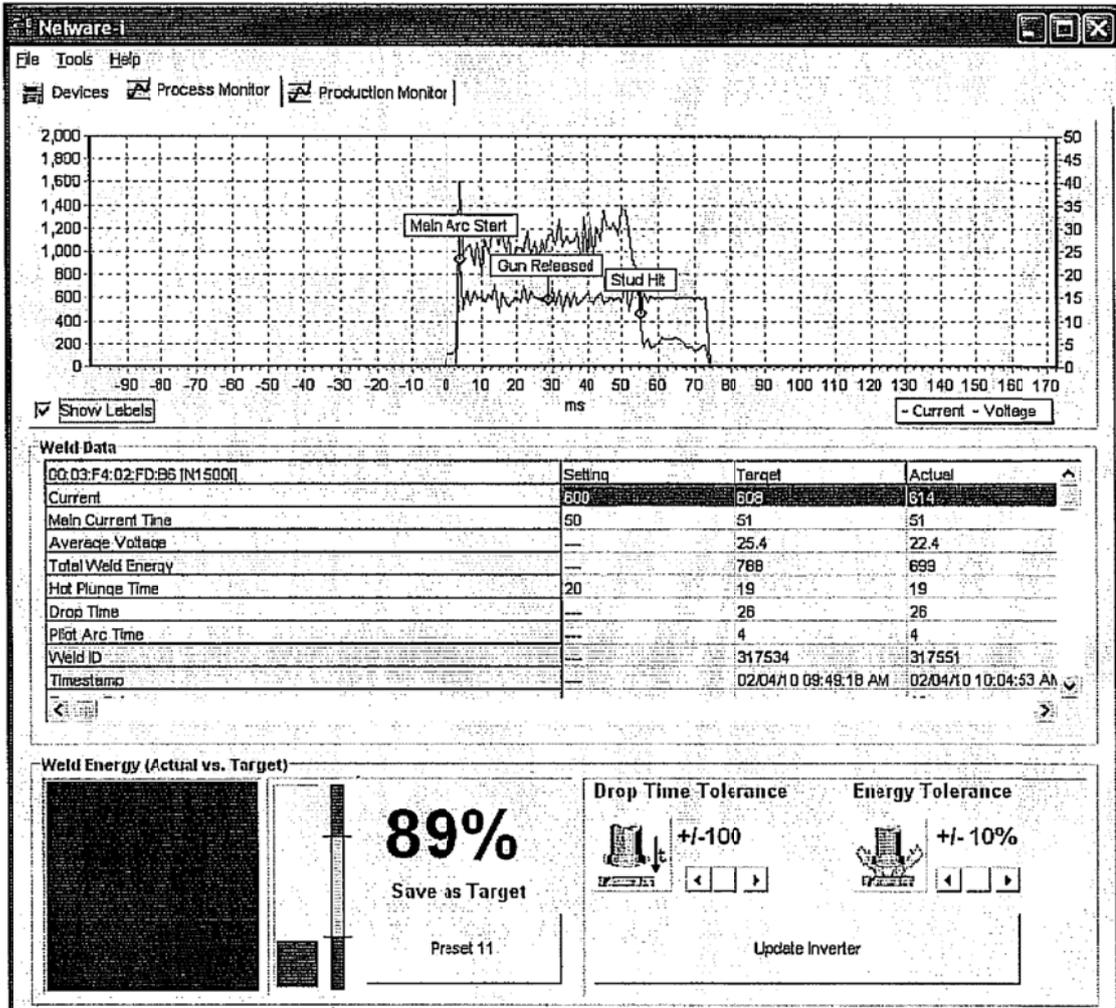


Figura 14

ID. Soldadura = N

Diferencia con la soldadura de referencia H: Elevación disminuida

Función de energía constante = activada

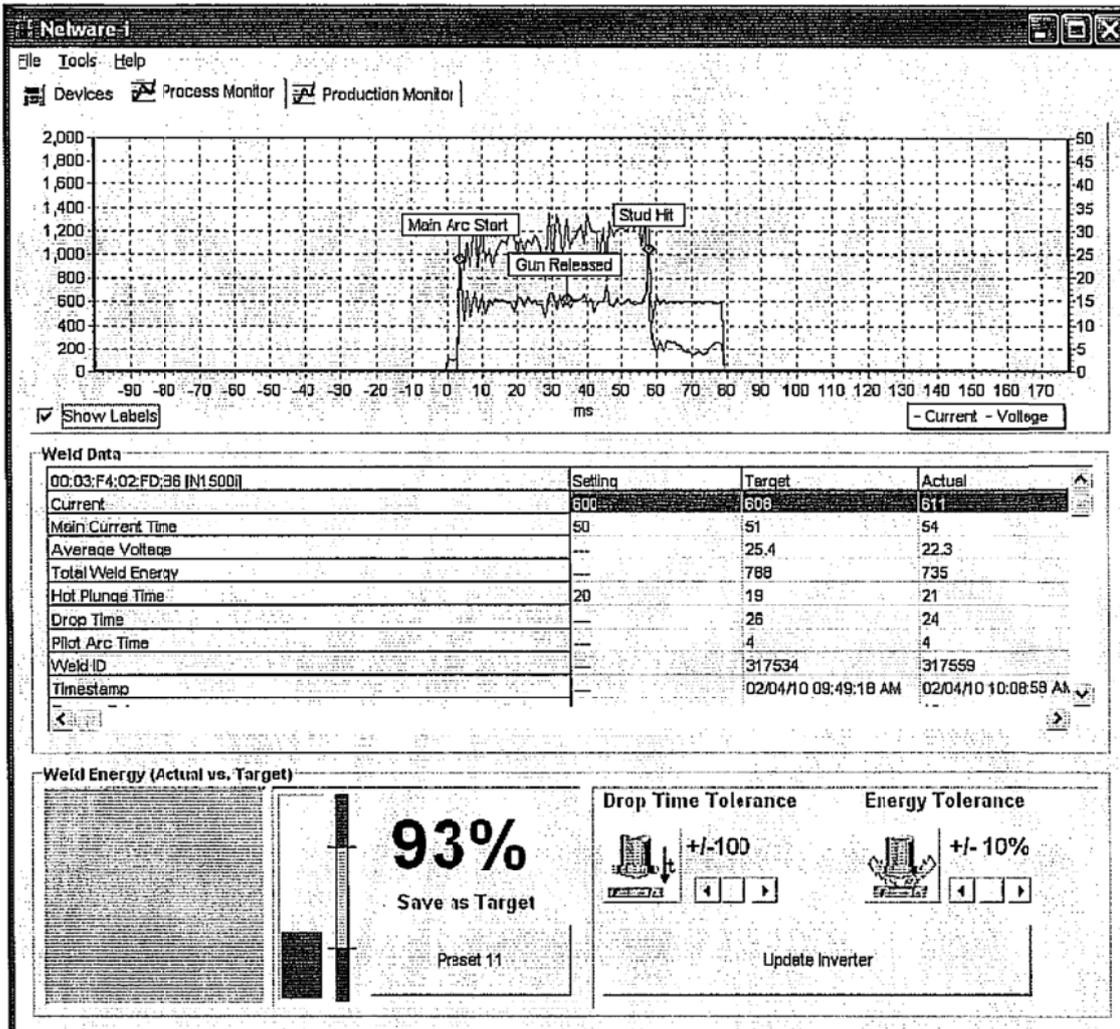


Figura 15

ID. Soldadura = O

Diferencia con la soldadura de referencia H: Material base galvanizado
 Función de energía constante = desactivada

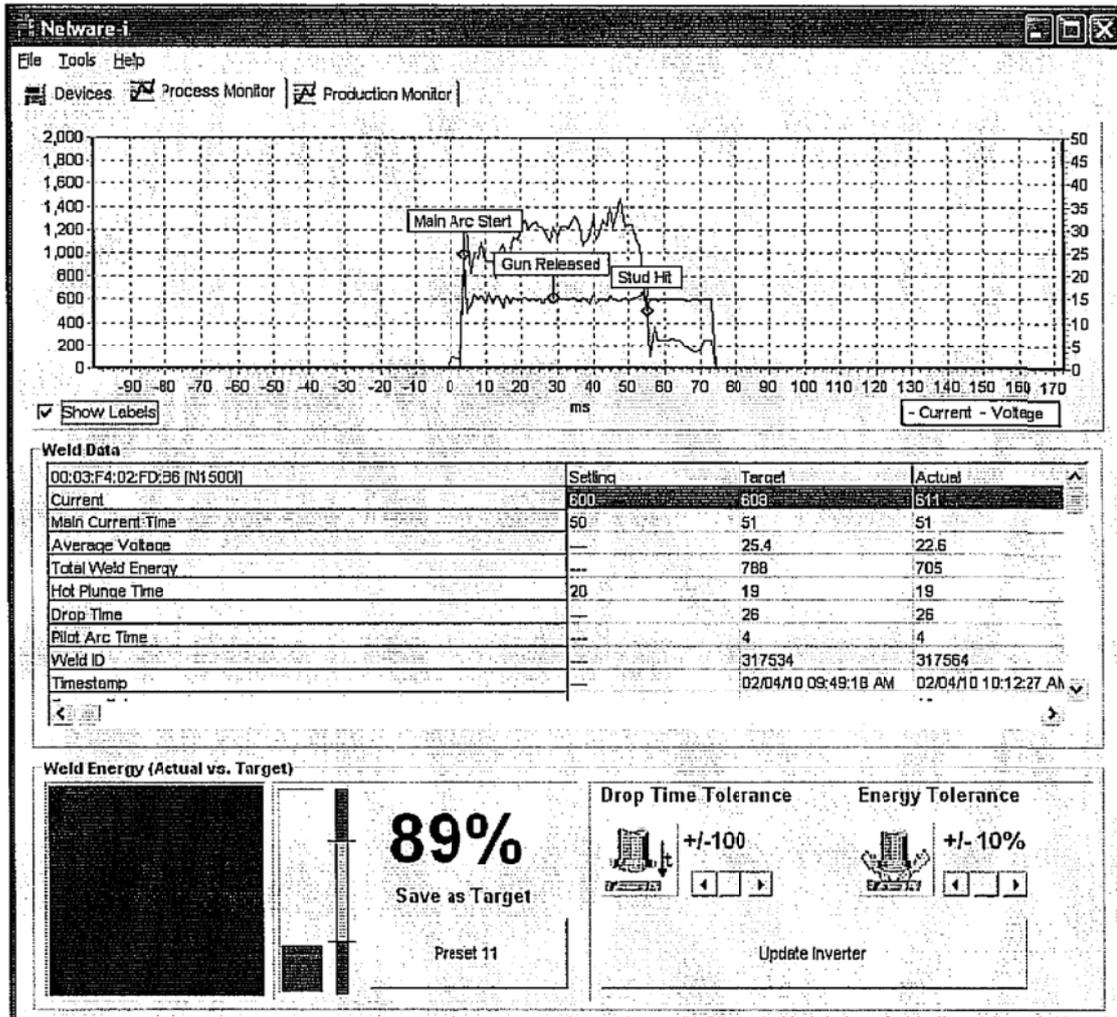


Figura 16

ID. Soldadura = P

Diferencia con la soldadura de referencia H: Material base galvanizado
 Función de energía constante = activada

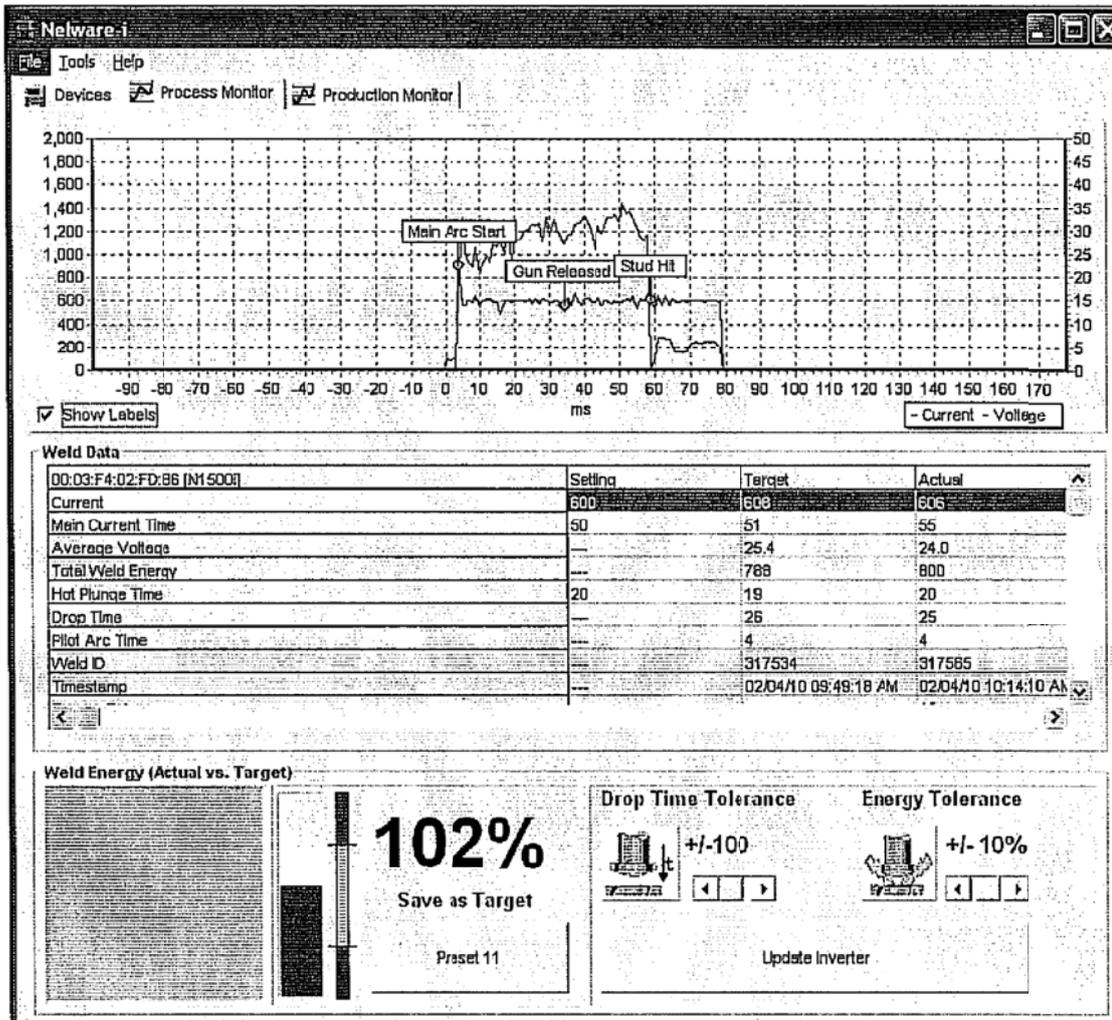


Figura 17

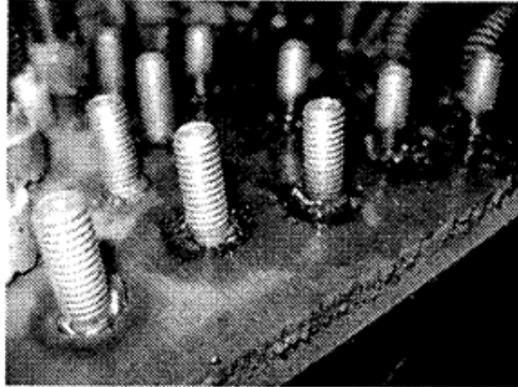


Figura 18

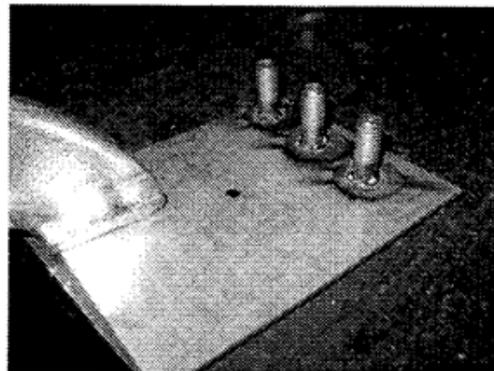


Figura 19

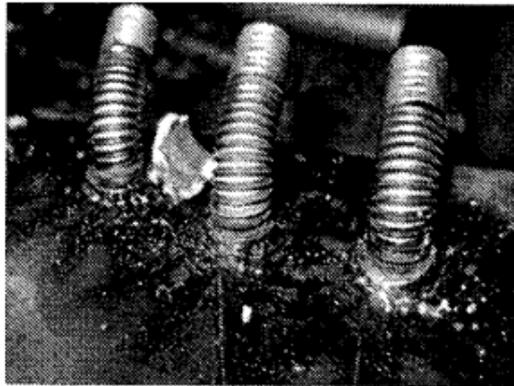


Figura 20

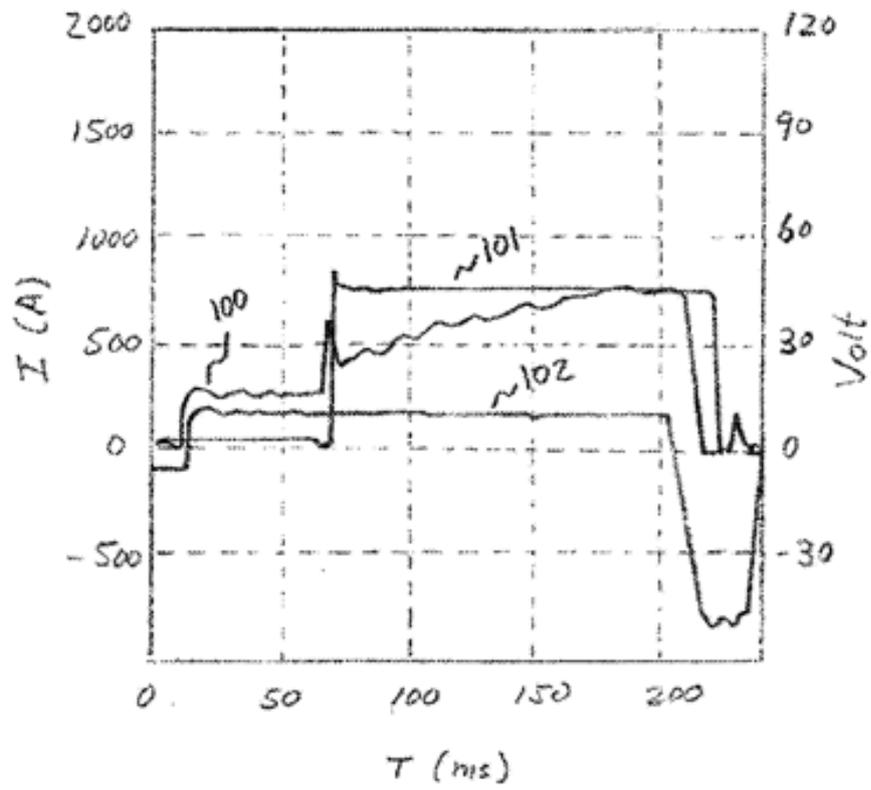


Figura 21

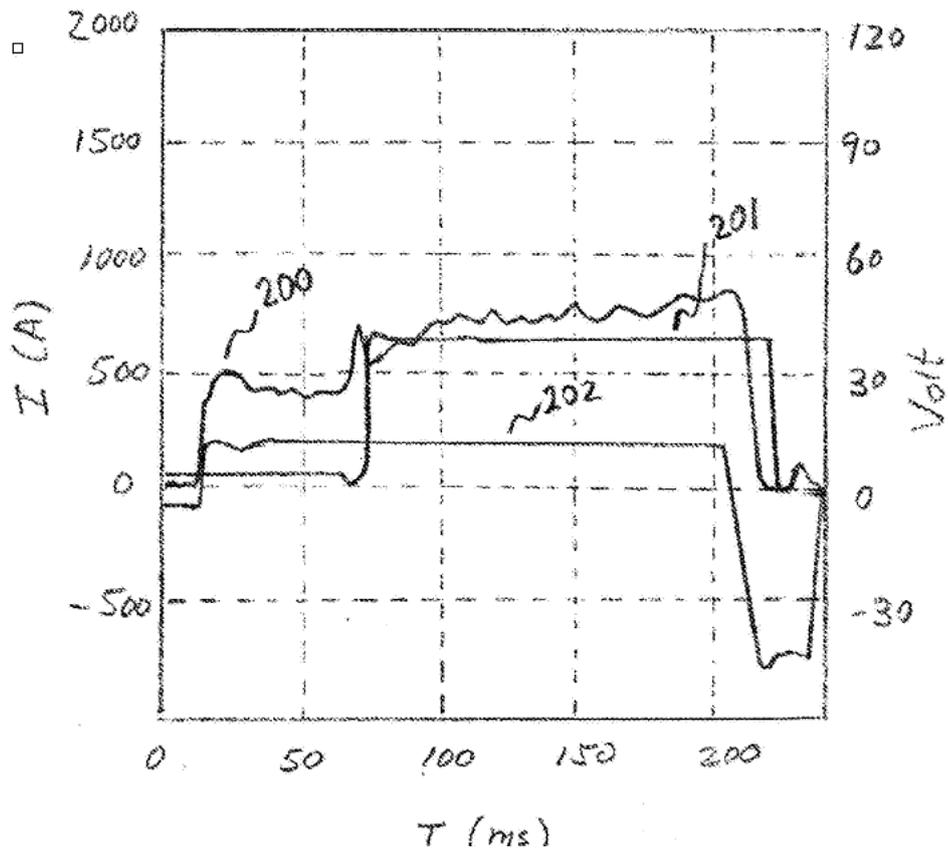


Figura 22