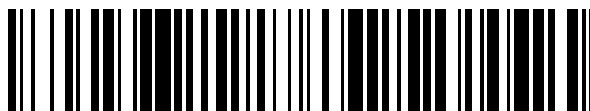


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 334**

51 Int. Cl.:

B23K 9/10 (2006.01)

B23K 11/24 (2006.01)

B23K 11/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2016 E 16164877 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 3138649**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la soldadura por descarga de condensadores**

30 Prioridad:

01.09.2015 DE 102015114578

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

24.04.2019

73 Titular/es:

**HARMS & WENDE GMBH & CO. KG (100.0%)
Grossmoorkehre 9
21079 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**RUSCH, HANS-JÜRGEN y
SCHUSTER, FRANK**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 710 334 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

Dispositivo y procedimiento para la soldadura por descarga de condensadores

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de soldadura para llevar a cabo un procedimiento de soldadura por descarga de condensadores y la presente invención se refiere a un procedimiento para llevar a cabo un procedimiento de soldadura por descarga de condensadores.

10 La soldadura por descarga de condensadores, que se denomina de manera abreviada como soldadura de KE, del alemán *Kondensatorentladungsschweißen*, es un procedimiento de soldadura por resistencia, el cual produce con altas corrientes, las cuales a menudo pueden ser de 100 kA e incluso más, en un corto tiempo, por ejemplo en el rango de aproximadamente 10 ms, uniones por soldadura en forma de punto. Bajo la influencia de altas fuerzas de presión, las cuales pueden ser de 10 kN y notablemente superiores, los electrodos presionan las piezas de unión unas contra las otras. Mediante la activación de un tiristor se conduce la carga de un condensador, que está configurado básicamente como banco de condensadores, a través de los electrodos por las piezas de unión. Puede estar intercalado también un transformador. La corriente de soldadura calienta estas piezas de unión parcialmente hasta aproximarse al punto de fusión, de manera que las piezas tras el enfriamiento quedan soldadas.

20 La figura 1 muestra a este respecto un desarrollo típico de la corriente de soldadura y los parámetros correspondientes.

25 Debido a la construcción de las máquinas de KE, no se usan debido a las altas corrientes semiconductores de potencia desconectables, como por ejemplo tiristores, y de esta manera la corriente de soldadura no puede desconectarse, de manera que la curva en cada proceso de soldadura se recorre siempre por completo aunque el proceso de soldadura propiamente dicho ya haya finalizado al amainar la corriente al 50 % de la corriente pico, esto puede denominarse como 0,5 IP.

30 Las características de la soldadura de KE la predestinan para casos de uso especiales, formando parte de las mismas las siguientes:

- el corto tiempo de soldadura limita la expansión de calor dentro de las piezas de unión, lo cual da como resultado un alto grado de eficacia y minimiza la carga térmica de las piezas de unión. Apenas aparecen colores de revenido y se evita en su mayor medida la distorsión.
- 35 - Altas densidades de energía, las cuales se desarrollan en un corto tiempo, permiten la soldadura de piezas grandes, a menudo con simetría de rotación, con resaltes anulares de hasta aproximadamente 200 mm de diámetro.
- 40 - El proceso extremadamente corto posibilita soldar aceros con un alto contenido de carbono, el cual puede llegar típicamente hasta aproximadamente 0,6 %, y diferentes metales, como por ejemplo acero y latón.

45 Es desventajoso en este tipo de procesos de KE que el flujo de corriente no puede ni modificarse ni desconectarse mediante un elemento de regulación, y de esta manera el calentamiento de las partes a unir sigue siempre el desarrollo de curva típico. En este caso a un calentamiento extremadamente rápido hasta llegar a la temperatura pico, le sigue un tiempo de permanencia muy corto a temperaturas alrededor del punto de fusión, al cual sucede el enfriamiento natural. Los procesos de soldadura con tiempos de flujo de corriente más largos de más de 20 ms en este caso prácticamente no son posibles. De igual manera tampoco son posibles soldaduras de múltiples pulsos.

50 El proceso de unión propiamente dicho finaliza con la caída de la corriente al 50 % de su valor pico. Un nuevo pulso puede darse solo cuando la corriente ha amainado por completo, es decir, ha quedado por debajo de la corriente de mantenimiento del tiristor, y ha pasado el tiempo de liberación.

55 Ya en este momento el punto de soldadura se ha enfriado hasta tal punto que el proceso de soldadura ya no puede continuarse, incluso aunque el condensador ya haya sido cargado de nuevo.

Para volver a fundir la zona de unión, para reforzar la unión, sería necesaria una introducción de energía claramente mayor que en caso del primer pulso, dado que este primer pulso ha reducido claramente la resistencia total de la zona de unión.

60 Existen aún así soldaduras de KE con dos pulsos sucesivos, el cuyo caso el segundo pulso reduce endurecimientos de gran tamaño en el punto de unión. Esto se logra no obstante solo en una medida reducida, dado que un proceso de revenido requiere realmente un calentamiento más largo a temperaturas medias, pero el pulso de KE es corto y cargado de energía.

65 El documento DE 2713045 A1 se refiere a una fuente de alimentación para instalaciones de soldadura, que presenta circuitos de carga conectados en paralelo entre sí, con condensadores de alimentación y diodos de separación.

El documento US 5986907 A se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para rectificar, invertir y controlar un flujo de potencia. En este caso se descargan de manera sucesiva varios elementos de almacenamiento de energía.

5 El documento EP 1990123 A2, el cual se considera como el estado de la técnica más cercano, se refiere a un procedimiento de soldadura por puntos de componentes metálicos. En este caso se genera la corriente de soldadura mediante descarga de condensadores como impulso de corriente con una duración de impulso de claramente más de 10 milisegundos.

10 El documento EP 0225443 A1 se refiere a un dispositivo de soldadura por puntos para la técnica dental. En este caso hay conectada una disposición de condensadores con un circuito rectificador de baja tensión, que produce una corriente para un arco eléctrico.

15 El documento SU 448101 A1 se refiere a un procedimiento de soldadura en el cual pueden conmutarse a través de conmutadores, diferentes cantidades de baterías, para obtener de esta manera simultáneamente una descarga en un transformador de soldadura.

20 La presente invención se basa por lo tanto en la tarea de afrontar al menos uno de los problemas mencionados anteriormente. En particular ha de mejorarse una soldadura por descarga de condensadores. Son mejoras deseables:

1. posibilitar procesos de unión de dos pulsos, en cuyo caso se continúe de manera ininterrumpida la soldadura a través de dos pulsos. Los pulsos han de provocarse por lo tanto tan próximos uno al otro, que entre ellos el proceso de soldadura no quede interrumpido, no se produzca por ejemplo, ningún enfriamiento.
- 25 2. Desconectar la corriente de soldadura en un momento de libre elección, antes de que el banco de condensadores haya emitido la totalidad de su energía. Sería deseable por lo tanto desconectar la corriente de soldadura antes de que amaine por sí sola. De esta manera podría posibilitarse una soldadura mediante condensadores con una desconexión de vía. Además de ello o alternativamente puede reducirse de esta manera también el consumo de energía.
- 30 3. Sería deseable también dar lugar a impulsos posteriores prolongados, para reducir de manera eficaz endurecimientos en la zona de unión.

Otras mejoras deseables son:

- 35 4. Mejora del funcionamiento de carga parcial, el cual permita una modificación continua de los puntos de trabajo, así como una modificación de los tiempos de proceso. En particular deberían evitarse trabajos de reconexión en la instalación de KE.
- 40 5. La energía de soldadura ha de aumentarse sin aumentar la corriente de pico.
6. Posibilitar procesos de unión de varios puntos, en los cuales la soldadura se continúe de manera ininterrumpida a través de varios pulsos.
- 45 7. Trabajar con pulsos previos, los cuales supervisen o documenten a través de una medición de resistencia las condiciones de soldadura y que puedan usarse para el acondicionamiento del punto de unión.

Al menos ha de proponerse una alternativa a lo conocido hasta el momento.

50 Según la invención se propone un dispositivo de soldadura según la reivindicación 1. Según esto el dispositivo de soldadura está previsto para llevar a cabo un procedimiento de soldadura por descarga de condensadores, en cuyo caso se genera una corriente de soldadura mediante descarga de al menos un condensador. Este dispositivo de soldadura presenta al menos una primera fuente de corriente para generar una primera corriente de condensador, que por su parte se usa para generar la corriente de soldadura. La corriente de condensador podría ser la corriente de soldadura, habitualmente la corriente de soldadura se transforma sin embargo a través de un transformador, de manera que el transformador finalmente entrega la corriente de soldadura.

60 Una fuente de corriente de este tipo comprende un primer condensador para poner a disposición energía eléctrica y un primer tiristor para conectar la primera corriente de condensador del primer condensador. Si se activa por lo tanto el tiristor, éste inicia la descarga del condensador y resulta la corriente de condensador.

65 Está prevista además de ello una segunda fuente de corriente, la cual genera igualmente una corriente de condensador, en concreto una segunda corriente de condensador. Esta segunda fuente de corriente genera de manera alterna con la primera fuente de corriente la corriente de soldadura o una parte de ésta. En particular la segunda fuente de corriente puede estar configurada al menos en principio como la primera fuente de corriente. En este caso ha de tenerse en consideración que el primero, como también el segundo condensador, y lo mismo tiene

validez también para condensadores adicionales, están configurados normalmente como bancos de condensadores. En cuanto que esto es relevante para el presente procedimiento o bien el presente dispositivo de soldadura, este tipo de bancos de condensadores representan electrotécnicamente un condensador. En la presente invención no es relevante la conmutación concreta dentro de estos bancos de condensadores.

5 Al menos la primera fuente de corriente, preferentemente sin embargo otras también o todas las fuentes de corriente de este dispositivo de soldadura, presentan respectivamente un tiristor para la conexión de la corriente de condensador. En este caso se trata de un componente, el cual puede ser activado mediante un impulso de activación, pero no desactivado, en todo caso no a través de éste. Este criterio lo cumpliría en este momento solo un
10 tiristor. En caso de existir no obstante otro componente o de desarrollarse en el futuro, el cual cumpliera con esta característica, sin ser un tiristor, entonces éste podría adecuarse también para la presente invención y quedar también bajo la enseñanza reivindicada.

15 Se propone de esta manera que la primera y la segunda fuente de corriente generen de manera alterna respectivamente una corriente de condensador y se genere a través de ésta entonces la corriente de soldadura. Esta generación alterna puede comprender también que cada fuente de corriente genere solo un impulso de corriente por proceso de soldadura.

20 De manera alternativa pueden estar previstas no obstante también más de dos fuentes de corriente y generar de manera sucesiva impulsos de corriente, es decir, por ejemplo de manera circulante, de manera que primero la primera fuente de corriente, después la segunda fuente de corriente, entonces la tercera fuente de corriente, etc., generen un impulso de corriente y eventualmente se comience de nuevo en la primera fuente de corriente. Entretanto pueden volver a cargarse correspondientemente los condensadores de la fuente de corriente no usada en
25 ese momento, al menos de forma parcial.

Mediante el uso de varias, al menos dos, fuentes de corriente, pueden generarse de esta manera varios impulsos de corriente también en sucesión temporal estrecha, lo cual con una única fuente de corriente no era posible hasta el momento.

30 De manera preferente la segunda fuente de corriente está configurada, al menos en lo que al tipo se refiere, como la primera fuente de corriente, y presenta correspondientemente un segundo condensador para la puesta a disposición de energía eléctrica, así como un segundo tiristor para conectar la segunda corriente de condensador del segundo condensador. Las fuentes de corriente pueden estar dimensionadas en este caso, iguales o diferentes. En este caso se conmutan estas dos fuentes de corriente de tal manera que la conexión de la segunda corriente de condensador
35 pueda dar lugar a una desconexión de la primera corriente de condensador o que la conexión de la primera corriente de condensador pueda dar lugar a una desconexión de la segunda corriente de condensador. Según esto no están previstas por lo tanto simplemente dos fuentes de corriente, las cuales pueden generar independientemente entre sí respectivamente un pulso de corriente deseado, sino que éstas interactúan entre sí de manera hábil.

40 El dispositivo de soldadura está configurado preferentemente de tal manera que la conexión de la primera corriente de condensador se produce mediante activación del primer tiristor y de esta manera puede desactivarse el segundo tiristor, para desconectar de esta manera la segunda corriente de condensador. En correspondencia con ello la conexión de la segunda corriente de condensador puede desactivar mediante la activación del segundo tiristor de esta manera el primer tiristor, para conectar así la primera corriente de condensador.

45 Estas dos fuentes de corriente, este principio puede estar realizado respectivamente también mediante la conexión sucesiva de más de dos fuentes de corriente, interactúan por lo tanto de manera hábil entre sí, en cuanto que no solo la correspondientemente otra fuente de corriente puede generar un pulso de corriente en un momento deseado, sino que en cuanto directamente debido a ello se desactiva también el tiristor de la otra fuente de corriente, activo en
50 ese momento, y se logra debido a ello desconectar la corriente de condensador de la otra fuente de corriente.

De manera preferente el dispositivo de soldadura y en correspondencia con ello las fuentes de corriente, tiene una estructura tal que el primer condensador está conectado en línea con el primer tiristor y conectado en un nudo de superposición, de manera que la primera corriente de condensador fluye desde este primer condensador a través de
55 este primer tiristor hacia el nudo de superposición. De igual manera está estructurado también el segundo circuito de corriente, en concreto en cuanto que el segundo condensador está conectado en línea con el segundo tiristor y conectado en el mismo nudo de superposición que la primera fuente de corriente. La segunda fuente de corriente está conectada de esta manera también con el nudo de superposición de manera que la segunda corriente de condensador del segundo condensador fluye a través del segundo tiristor al nudo de superposición. De esta manera
60 puede estar previsto de manera sencilla este dispositivo de soldadura para generar la corriente de soldadura, en cuanto que éstas al menos dos fuentes de corriente están conectadas conjuntamente a través de este nudo de superposición común.

65 El dispositivo de soldadura está configurado en este caso preferentemente de tal manera que mediante la activación del primer tiristor aumenta de tal manera el potencial de tensión eléctrica en el nudo de superposición, que el segundo tiristor debido a ello se desactiva cuando anteriormente estaba activado. En correspondencia con ello,

también la activación del segundo tiristor, que naturalmente no se produce simultáneamente a la activación del primer tiristor, puede elevar de tal manera el potencial de tensión eléctrica en el nudo de superposición, que el primer tiristor debido a ello se apague cuando anteriormente estuviera encendido.

- 5 En correspondencia con ello, la interacción de estas dos fuentes de corriente, pueden conectarse también respectivamente fuentes de corriente adicionales, puede realizarse de manera muy sencilla, en cuanto que se usan de manera precisa las propiedades físicas o técnicas.

10 Esta activación y desactivación alterna se produce en particular de tal manera que al principio, cuando comienza el proceso de soldadura y se produce la primera activación, en particular del primer tiristor, éste conecta la primera corriente de condensador. El primer condensador pone a disposición entonces esta corriente de condensador y debido a ello también se descarga progresivamente. Con esto cae también su tensión. Cuando se activa ahora el siguiente tiristor, en particular el segundo, aumenta debido a ello el potencial de tensión del nudo de superposición por ejemplo, de la tensión del primer condensador, menos la tensión a través del primer tiristor, al nivel del segundo condensador en ese momento aún cargado por completo, menos la tensión a través del segundo tiristor. Como resultado resulta entonces una tensión negativa a través del primer tiristor, debido a lo cual la corriente fluyente conmuta al segundo tiristor. La corriente a través del primer tiristor pasa a ser cero, cae por lo tanto a por debajo de la corriente de mantenimiento y el primer tiristor se desactiva. Simultáneamente la segunda corriente de condensador fluye, que de esta manera ha reemplazado la primera corriente de condensador.

20 Este proceso puede repetirse en caso de necesidad de manera alterna, también cuando los correspondientes condensadores entretanto no han podido volver a cargarse por completo.

25 Según una configuración está previsto un transformador con lado primario y lado secundario y cada fuente de corriente está conmutada con el lado primario del transformador de tal manera que la corriente de condensador generada fluye a través del lado primario y genera debido a ello en el lado secundario la corriente de soldadura. Están previstas por lo tanto varias fuentes de corriente pero solo un transformador. La conexión del lado primario del transformador puede producirse en particular de tal manera que en todo caso se conecta un punto de conexión del lado primario al nudo de superposición. Todas las corrientes de condensador fluyen a través de este nudo de condensador, sin embargo de manera sucesiva, y pueden fluir debido a ello al lado primario o hacia el lado primario del transformador. De esta manera es posible por lo tanto también con el uso de este transformador, una conmutación muy sencilla, que puede lograr la funcionalidad mencionada.

35 Según una forma de realización se propone que esté prevista al menos una tercera fuente de corriente para generar progresivamente con la primera y la segunda fuente de corriente y eventualmente con fuentes de corriente adicionales, la corriente de soldadura o una parte de ésta. En este caso estas fuentes de corriente pueden presentar las mismas dimensiones, o pueden presentar diferentes dimensiones. Según una alternativa, también pueden tener las mismas dimensiones dos fuentes de corriente y una fuente de corriente adicional, por ejemplo, tener unas dimensiones claramente más pequeñas. Esto puede depender también del caso de uso, como será explicado con mayor detalle a continuación.

45 Otra forma de realización propone que el primer condensador presente una capacidad al menos el doble de grande que el segundo condensador, en particular al menos una capacidad cinco veces, preferentemente al menos diez veces, la del segundo condensador. El primer condensador es de esta manera significativamente más grande que el segundo condensador. Mediante este tipo de condensadores significativamente diferentes, éstos pueden cumplir diferentes tareas. El condensador más pequeño puede usarse por ejemplo para generar un impulso previo, para poder llevar a cabo de esta manera una medición de resistencia antes del proceso de soldadura. Mediante el segundo condensador más pequeño puede generarse un impulso de corriente muy pequeño, el cual es suficiente para apagar el tiristor del primer condensador, para finalizar una corriente de soldadura del primer condensador, sin que para ello deba partir del segundo condensador una corriente de soldadura mencionable.

55 De manera preferente está prevista al menos una tercera, cuarta o fuentes de corriente adicionales, y cada fuente de corriente está construida estructuralmente como la primera fuente de corriente y conectada al nudo de superposición común. Cada fuente de corriente presenta de esta manera un condensador para poner a disposición energía eléctrica y un tiristor para conectar una corriente de condensador del condensador. A pesar de la estructura similar las fuentes de corriente pueden estar dimensionadas sin embargo de forma diferente, presentar particularmente diferentes condensadores. A pesar de ello las fuentes de corriente, en concreto particularmente sus tiristores, pueden controlarse de la misma manera. Mediante la selección, sucesión y los momentos del control puede influirse con amplitud de variación en el proceso de soldadura a llevar a cabo.

60 Según otra configuración se propone que respectivamente dos fuentes de corriente formen juntas una fuente de corriente doble y que las dos fuentes de corriente de una fuente de corriente doble presenten condensadores de diferente tamaño, estando previstas preferentemente dos fuentes de corriente dobles. Mediante los condensadores de diferente tamaño, en particular cuando tienen una diferencia de tamaño significativa, cada fuente de corriente doble puede usar los condensadores de diferente tamaño para el control preciso de diferentes desarrollos de corriente de soldadura. Mediante el uso de varias, en particular de dos fuentes de corriente dobles, resultan con un

esfuerzo comparativamente reducido muchas posibilidades de un control de corriente de soldadura. En este caso las fuentes de corriente doble combinadas de esta manera pueden sin embargo controlarse de manera individual. Pueden realizarse por ejemplo también procesos de soldadura, en los cuales a pesar del uso de dos fuentes de corriente doble, en decir en total cuatro fuentes de corriente, solo se controlan tres de estas cuatro fuentes de corriente. También en el caso del uso de dos fuentes de corriente dobles iguales, éstas pueden controlarse de manera diferente.

De manera preferente se propone un dispositivo de soldadura que se caracteriza porque presenta una conmutación de carga-descarga para controlar las fuentes de corriente, estando preparada la conmutación de carga-descarga para cargar los condensadores de cada fuente de corriente de manera independiente entre sí a diferentes tensiones y/o para descargarlos a diferentes tensiones. Debido a ello antes de un proceso de soldadura pueden llevarse los condensadores también a diferentes tensiones y de esta manera pueden realizarse correspondientemente procesos de soldadura variados.

Según una forma de realización la conmutación de carga-descarga comprende lo siguiente:

- para cada fuente de corriente al menos un elemento de carga para cargar el condensador de la fuente de corriente,
- para cada fuente de corriente al menos un elemento de descarga para descargar el condensador de la fuente de corriente, y
- una unidad de control para controlar los elementos de carga y de descarga,

estando configurada la unidad de control para

- controlar los elementos de carga y de descarga por separado de tal manera que el estado de carga de los condensadores de las fuentes de corriente se ajusta con independencia entre sí, y
- activar los tiristores de las fuentes de corriente individualmente, en particular de manera secuencial.

La carga o la descarga de los condensadores de las fuentes de corriente se controlan de esta manera a través de una unidad de control, en concreto en particular a través de una unidad de control común para todas las fuentes de corriente. La unidad de control está unida en este caso con los condensadores a través de elementos de carga o de descarga, éstos pueden ser por ejemplo, IGBT (del inglés *Insulated Gate Bipolar Transistor*, transistor bipolar de puerta aislada). Además de ello cada fuente de corriente presenta al menos un elemento de carga, el cual puede cargar el condensador de la fuente de corriente y al menos un elemento de descarga, el cual puede descargar el condensador de la fuente de corriente. Cada fuente de corriente está configurada de esta manera como ramal separado y puede controlarse de manera individual mediante la unidad de control común.

Es particularmente ventajoso en este caso que la unidad de control puede tanto cargar y descargar independientemente entre sí los condensadores, como también activar de manera independiente entre sí los tiristores de las fuentes de corriente.

La activación de los tiristores se produce además de ello a través de la unidad de control en secuencias programadas, de manera que las corrientes individuales de los tiristores se superponen dando lugar a una corriente de suma, que dentro de unos límites técnicos puede adoptar una forma cualquiera. La activación secuencial puede no obstante comprender también que por ejemplo en un momento se activen también al mismo tiempo dos o incluso más tiristores. La solución consigue en este sentido una gran variedad de posibilidades.

El dispositivo de soldadura se caracteriza preferentemente debido a que

- presenta varias, en particular cuatro fuentes de corriente, y
- un circuito rectificador común con una salida de tensión continua para poner a disposición una tensión de carga común, donde
- en la salida de tensión continua hay conectado un elemento RC, para influir en la tensión de carga común, y
- la salida de tensión continua está conectada con los elementos de carga, para poner a disposición la tensión de carga común en los elementos de carga, donde
- cada elemento de carga está configurado para cargar individualmente a partir de la tensión de carga común el condensador de la correspondiente fuente de corriente.

Ha podido verse que la realización del dispositivo de soldadura con cuatro fuentes de corriente es particularmente

ventajosa, en particular para la soldadura por KE. Mediante cuatro fuentes de corriente pueden modularse casi todas las formas de corriente importantes para soldar, mientras que al mismo tiempo la cantidad de las fuentes de corriente es reducida. Para la soldadura por KE resulta por tanto particularmente ventajosa una cantidad de cuatro fuentes de corriente. Puede estar prevista sin embargo también otra cantidad, en particular 2, 6 u 8 fuentes de corriente, por mencionar solo tres ejemplos preferentes adicionales.

La estructura en particular de la conmutación de carga-descarga prevé de esta manera una estructura, en la cual un circuito rectificador, que puede denominarse también como rectificador, prevé una tensión continua común como tensión de carga para todos los elementos de carga y con ello como tensión de carga para todas las fuentes de corriente. En la salida del circuito rectificador está previsto un elemento RC, el cual puede influir en la tensión de carga que llega a la salida del circuito rectificador y de esta manera al elemento RC. En particular al conectarse el circuito rectificador el elemento RC puede conducir a un aumento definido de la tensión de carga. La conmutación RC sirve en particular para permitir un desarrollo ordenado del proceso de conexión y en particular para ofrecer al regulador de carga valores de medición de corriente y de tensión definidos, para que funcione en orden la regulación.

El dispositivo de soldadura presenta de esta manera en el caso de cuatro fuentes de corriente, cuatro ramales, uno para cada fuente de corriente, que se cargan a través de una alimentación común. Para la descarga puede estar prevista por ejemplo una protección, que se desencadena en caso de una descarga de emergencia.

Según otra forma de realización el dispositivo de soldadura, en particular la conmutación de carga-descarga se caracteriza porque

- el circuito rectificador está configurado como circuito rectificador pasivo,
- el circuito rectificador pone a disposición en su salida de tensión continua la tensión de carga común,
- en una entrada de tensión alterna del circuito rectificador hay conectado un transformador de carga, para alimentar el circuito rectificador con una conmutación bidireccional y
- está previsto un regulador de carga para controlar el transformador de carga, y está configurado para controlar mediante el control del transformador de carga, la totalidad de la tensión de carga.

Se combina de esta manera un rectificador pasivo con un control activo del transformador de carga. Debido a ello puede controlarse a pesar del uso de un rectificador pasivo, su tensión de salida. El elemento RC descrito puede actuar además de ello en la salida del circuito rectificador.

Según la invención se propone también un procedimiento para llevar a cabo una soldadura por descarga de condensadores, que usa un dispositivo de soldadura según al menos una de las formas de realización explicadas anteriormente. En correspondencia con ello, el procedimiento puede poner en práctica también las ventajas que se han descrito en relación con las formas de realización del dispositivo de soldadura.

El procedimiento funciona preferentemente de tal manera que la al menos una primera fuente de corriente genera un primer pulso de corriente de soldadura y se supervisan la corriente de soldadura y además de ello o de manera alternativa, las correspondientes corrientes de condensador. En dependencia de ello la segunda fuente de corriente genera entonces un segundo pulso de corriente, en particular antes de que el primer pulso de corriente haya amainado. De esta manera puede controlarse de forma precisa un procedimiento de soldadura por descarga de condensadores de manera que por ejemplo dos pulsos de corriente puedan sucederse muy próximos. El segundo pulso de corriente puede producirse exactamente cuando el primer pulso de corriente ha alcanzado aproximadamente un valor en el cual para el correspondiente proceso de soldadura sería útil o deseable un segundo pulso de corriente. Precisamente esto puede lograrse mediante este procedimiento.

De manera preferente se generan sucesivamente varios pulsos de corriente de soldadura de manera alterna mediante la primera y la segunda fuente de corriente. En caso de existir más de dos fuentes de corriente se generan sucesivamente varios pulsos de corriente de soldadura progresivamente mediante la primera, la segunda y al menos la tercera fuente de corriente adicional. Esto puede ser particularmente razonable cuando al menos un tercer pulso de corriente se requiere a corta distancia, el cual la primera fuente de corriente aún no es capaz de producir, cuando aún no ha sido posible recargar lo suficiente el primer condensador.

De manera preferente se propone que respectivamente la conexión de una corriente de condensador, en particular la activación del correspondiente tiristor, que da lugar a esta conexión, se lleve a cabo en dependencia de las tensiones en los condensadores. De esta manera la conmutación, en particular la activación del correspondiente tiristor, puede supervisarse y controlarse de manera tan precisa que se logra la desactivación del correspondiente otro tiristor y también puede garantizarse que el tiristor desconectado de esta manera no se active de nuevo por equivocación. En particular para evitar la activación por equivocación, el control controla que exista una correspondiente diferencia de tensión y que llegue al correspondiente tiristor, el cual en ese momento no ha de

activarse de nuevo, una tensión lo suficientemente negativa, la cual pueda excluir la activación. De manera preferente se propone de esta manera tener en consideración para ello en particular la diferencia de tensión entre la primera tensión de condensador, en concreto en el primer condensador, y la segunda tensión de condensador, en concreto en el segundo condensador, en este control.

5 En caso de querer activarse simultáneamente dos o más condensadores, se requiere también la supervisión de la tensión. Puede lograr que el uno o los varios tiristores conductores no se soliciten con una tensión negativa demasiado alta y de esta manera no se desconecten.

10 Según una forma de realización se propone que la activación de un tiristor para conectar una corriente de condensador se produzca correspondientemente tras una demora de activación predeterminada, y que en particular para cada activación se predetermine una demora de activación individual. De esta manera pueden ajustarse prácticamente cualesquiera valores de corrientes pico y de tiempos de soldadura por debajo de una curva de descarga máxima en principio de manera continua. La variación de parámetros de soldadura puede controlarse
15 mediante la modificación de la demora de activación entre la activación de por ejemplo un tiristor de un condensador auxiliar referido a la activación llevada a cabo anteriormente de un tiristor de un condensador principal.

Las demoras de activación pueden referirse a un momento de referencia, por ejemplo, al momento en el cual en un proceso de soldadura se activa el primer tiristor para conectar una primera corriente de condensador. De manera
20 preferente ésta es la activación del tiristor del primer condensador principal.

Según otra configuración se propone que

- estén previstos varios tiristores respectivamente para la conexión de una corriente de condensador y
25
- las corrientes de condensador se unan dando lugar a una corriente de soldadura y
- para cada tiristor estén predeterminadas una o varias demoras de activación individuales, de manera que
- 30 - la corriente de soldadura se encuentre para un espacio temporal que comprende varias demoras de activación, dentro de un determinado rango de corriente, el cual se caracteriza por un límite de corriente inferior y un límite de corriente superior.

De esta manera pueden activarse progresivamente tiristores y de esta manera conectarse corrientes de
35 condensador. A partir de las corrientes de condensador, cuya forma depende también de un transformador involucrado, se compone la corriente de soldadura, en concreto en particular de manera temporalmente sucesiva. Mediante la selección precisa de las correspondientes demoras de activación, estas corrientes de condensador, a partir de las cuales se compone entonces la corriente de soldadura, pueden quedar influidas en su desarrollo, debido a lo cual puede influirse en general en la corriente de soldadura. Debido a ello las corrientes de condensador pueden
40 en particular interrumpirse respectivamente y de esta manera limitarse, para no superar el límite de corriente superior. Las corrientes de condensador nuevas pueden reemplazar también otras, antes de que éstas queden por debajo del límite de corriente inferior. Pueden realizarse también acortamientos del tiempo de soldadura.

Básicamente, según ésta u otras formas de realización, pueden activarse también simultáneamente varios
45 condensadores, en particular condensadores principales.

La invención se explica ahora a continuación a modo de ejemplo con mayor detalle mediante ejemplos de realización en relación con las figuras que acompañan.

50 La figura 1 muestra un desarrollo típico de una corriente de soldadura de una soldadura por descarga de condensadores según el estado de la técnica.

La figura 2 muestra esquemáticamente un diagrama de una parte de un dispositivo de soldadura según la presente invención con dos fuentes de corriente.

55 La figura 3 muestra un posible desarrollo de corriente de soldadura en condiciones de simetría de los bancos de condensadores de un dispositivo de soldadura según la figura 2.

La figura 4 muestra un posible desarrollo de corriente de soldadura muy similar al desarrollo según la figura 3, iniciándose en este caso el segundo pulso de corriente antes.
60

La figura 5 muestra un desarrollo de corriente para otro uso que aquel en el que se basan las figuras 3 y 4, en el cual en concreto el segundo condensador dispone de una capacidad notablemente inferior que el primero.

65 La figura 6 muestra un desarrollo de corriente parecido al de la figura 5, iniciándose antes el segundo

pulso de corriente.

- La figura 7 muestra un desarrollo de corriente para otro uso, que se refiere al calentamiento posterior para la reducción de endurecimientos.
- 5 La figura 8 muestra diferentes desarrollos de corriente de soldadura según el estado de la técnica.
- La figura 9 muestra esquemáticamente un diagrama de una parte de un dispositivo de soldadura según una forma de realización de la presente invención con cuatro fuentes de corriente.
- 10 La figura 10 muestra esquemáticamente un diagrama de una parte de un dispositivo de soldadura según otra forma de realización de la presente invención con dos fuentes de corriente.
- La figura 11 muestra diferentes desarrollos de corriente de soldadura a modo de comparación.
- 15 La figura 12 muestra esquemáticamente un diagrama de una parte de un dispositivo de soldadura según otra forma de realización de la presente invención con dos fuentes de corriente.
- Las figuras 13 a 18 muestran diferentes desarrollos de corriente de soldadura para diferentes dispositivos de corriente de soldadura y/o diferentes controles
- 20 Las figuras 19a y 19b muestran un diagrama de un dispositivo de soldadura según una forma de realización de la invención.
- 25 La figura 1 muestra un desarrollo típico de la corriente de soldadura de un proceso de soldadura por descarga de condensadores conocido. En este caso, como también en los diagramas de las figuras 3 a 7, se indica el desarrollo de corriente en dependencia del tiempo. En primer lugar se indica al principio del procedimiento un umbral de impulso TS, que marca el inicio de medición del proceso de soldadura y de esta manera el comienzo de los correspondientes tiempos de proceso. Tras la conexión aumenta la corriente fuertemente y como tiempo de aumento de corriente t_p se tiene en consideración el tiempo hasta que se alcanza aproximadamente un valor máximo de la corriente. En este caso el tiempo de aumento de corriente t_p se encuentra en aproximadamente 3 ms. La corriente ha alcanzado en este caso un valor de aproximadamente 110 kA. La corriente amaina debido a que el condensador se descarga. Hasta que la corriente ha caído hasta aproximadamente el 50 % de la corriente pico I_p , es decir, el 50 % del valor que ha alcanzado la corriente en su punto tras el tiempo de aumento de corriente t_p , dura aproximadamente el proceso de soldadura propiamente dicho y en correspondencia con ello se indica el tiempo de soldadura t_h . Es en este caso de aproximadamente 6 ms.
- 30 La corriente continúa fluyendo tras la finalización del tiempo de soldadura t_h indicado, con una amplitud que continúa en descenso, hasta que cae a aproximadamente un 5 % de la corriente pico I_p , lo cual en este caso es aproximadamente 14 ms. Hasta ese momento se parte del tiempo de flujo de corriente t_f . Tras finalizar el tiempo de flujo de corriente t_f que solo ha de considerarse como una magnitud de técnica de soldadura, la corriente continúa fluyendo, mientras amaina. Solo una vez que no se alcanza la corriente de mantenimiento del tiristor, que es a menudo claramente inferior a 1 A, se bloquea el tiristor. La totalidad del proceso de soldadura está finalizado por completo cuando el tiempo de liberación del tiristor, que se encuentra habitualmente por debajo de 1ms, ha pasado y éste ha vuelto a recuperar su capacidad de bloqueo.
- 40 La figura 2 muestra un dispositivo de soldadura 1 según la invención con una primera fuente de corriente 10 y una segunda fuente de corriente 20. La primera y la segunda fuente de corriente 10 o 20 están estructuradas en este caso de manera esencialmente idéntica. La primera fuente de corriente 10 comprende en este caso un primer condensador C1 y un primer tiristor Th1. El primer condensador C1 está en este caso conmutado en línea con el primer tiristor 32 y conectado con el nudo de superposición 30 y a través de éste conectado con el lado primario 31 del transformador T1.
- 50 Para generar un pulso de corriente con la primera fuente de corriente 10 se activa de esta manera en el estado cargado del primer condensador C1 el primer tiristor Th1 y fluye entonces una primera corriente de condensador I_1 desde el primer condensador C1 a través del primer tiristor Th1 hacia el nudo de superposición 30 y desde allí la corriente continúa fluyendo hacia el interior del o el lado primario del transformador T1. Resulta entonces en el lado secundario 32 del transformador T1 la corriente de soldadura I_w propiamente dicha, con la cual ha de llevarse a cabo en el producto a soldar 34, la soldadura deseada.
- 60 En correspondencia con ello, la segunda fuente de corriente 20 tiene una estructura muy similar o incluso idéntica y presenta un segundo condensador C2, el cual está conmutado en línea con el segundo tiristor Th2 y conectado con el nudo de superposición 30 común. Para generar una corriente se activa en este caso el segundo tiristor Th2 y fluye una segunda corriente de condensador I_2 desde el segundo condensador C2 a través del segundo tiristor Th2 hacia el nudo de superposición 30 y desde allí hacia el interior del o el lado primario 31 del transformador T1.
- 65

En el nudo de superposición 30 podrían superponerse la primera corriente de condensador I_1 con la segunda corriente de condensador I_2 dando lugar a la corriente de suma I_s , siempre y cuando fluyesen al mismo tiempo.

5 Según la invención ocurre no obstante, que en caso de primer tiristor Th1 activado, la primera tensión U_1 ha caído en el primer condensador C1. En caso de activarse ahora el segundo tiristor Th2, la segunda corriente de condensador I_2 fluye y simultáneamente se eleva la potencia del nudo de superposición 30 al valor de tensión U_2 más alto del segundo condensador C2 menos la tensión a través del segundo tiristor Th2, lo cual conduce a la desactivación del primer tiristor Th1.

10 El dispositivo de soldadura según la figura 2 está equipado de esta manera con dos bancos de condensadores C1 y C2, que se denominan también como primer y segundo condensador C1 o C2. Cada banco de condensadores, que es de esta manera respectivamente parte de una fuente de corriente, dispone de un tiristor de conmutación propio, en concreto Th1 o Th2, que están conectados de lado del cátodo. El transformador 1, el cual puede estar configurado como transformador de impulsos, transforma la corriente continua cambiante al lado secundario, en el
15 el cual se desarrolla el proceso de soldadura.

Al inicio de la soldadura el primer y el segundo condensador C1 y C2 están cargados con iguales o diferentes tensiones U_1 y U_2 . Primero se activa el primer tiristor Th1 y fluye la primera corriente de condensador $I_1 = I_s$. La tensión U_1 cae en el primer condensador. En un momento tx, en el cual $U_2 > U_1$, se activa el segundo tiristor Th2. A través del primer tiristor Th1 llega entonces una tensión negativa ($U_1 - U_2$), que bloquea este primer tiristor Th1 y conmuta la corriente al segundo tiristor Th2 ($I_2 = I_s$) y de esta manera el segundo tiristor Th2 se mantiene conductor. La tensión U_2 cae ahora y su valor ha de mantenerse durante tanto tiempo por encima de U_1 , hasta que ha pasado el tiempo de liberación del primer tiristor Th1.

25 En caso de quedar tras ello, cuando ha pasado el tiempo de liberación, el valor de la tensión U_2 que continua cayendo, por debajo del valor momentáneo de U_1 , el primer tiristor Th1 podría activarse de nuevo y de esta manera continuarse con el proceso, hasta que los bancos de condensadores C1 y C2 hayan entregado su carga completa.

30 La conmutación de la corriente al segundo o al primer tiristor es una señal segura del bloqueo del primer o del segundo tiristor y puede detectarse fácilmente. En esta fase sería posible la carga del condensador o bien del banco de condensadores del tiristor bloqueado, para prolongar de esta manera el conjunto del proceso. Sin embargo esto es más bien una posibilidad teórica, dado que los correspondientes tiempos de flujo de corriente son de solo unos milisegundos y en un tiempo tan corto apenas se cargan cantidades de energía mencionables en el banco de condensadores del tiristor bloqueado.

35 En el circuito de corriente de los tiristores Th1 y Th2 se encuentra el transformador T1 mencionado, el cual representa una carga inductiva. Como transformador de impulso y de soldadura este transformador T1 ha de permitir altas velocidades de modificación de corriente, debido a lo cual tiene más bien una inductividad relativamente reducida. Ésta no obstante, ha de tenerse en consideración en el dimensionamiento de los tiristores y en la configuración de la conmutación, para que los tiristores soporten el aumento de tensión durante el bloqueo, en concreto en la fase de la conmutación, y no se activen de nuevo o incluso de destruyan. De igual modo han de tenerse en consideración las tensiones negativas a esperar, en concreto $U_1 - U_2$ o $U_2 - U_1$, que fuerzan la conmutación. Eventualmente han de preverse conmutaciones de protección.

45 Además de las influencias de las cuales ya se ha hablado, las capacidades de los bancos de condensadores y las tensiones de carga, a las cuales están cargadas los mismos, actúan también en el desarrollo de la corriente I_s . En este caso no es de ningún modo obligatorio prever los mismos valores para el primer y el segundo condensador C1 o C2. Mediante una combinación de capacidad grande y pequeña y/o de tensión de carga alta y baja, puede ampliarse el espectro de los casos de aplicación, como será explicado más abajo.

50 Para poner en práctica la idea según la invención se propone el uso de un control con capacidad de conducción, que supervisa los desarrollos de tensión U_1 y U_2 para provocar los impulsos de activación en correspondencia con el desarrollo deseado de la corriente de suma I_s . A través de la magnitud de las diferencias de tensión, que el control ajusta entre el circuito de corriente bloqueado y el conductor, se influye en el desarrollo de la corriente de suma I_s .

55 Para una descripción más detallada de la invención se explican a continuación algunos ejemplos de aplicación, que facilitan también una puesta en práctica de la invención. Los desarrollos de corriente representados al menos en los diagramas de las figuras 3 a 7 no reproducen proporciones reales, sino que simbolizan el principio de actuación. En este caso se indica respectivamente también el desarrollo de corriente según el estado, como se muestra en la figura 1, como desarrollo a rayas, para aclarar correspondientemente la mejora. En caso de poseer dos pulsos la misma amplitud, tienen su origen de manera alterna en el primer y en el segundo condensador C1 y C2, o bien en los bancos de condensadores C1 y C2, que estaban cargados con las mismas tensiones de carga. En la realidad la segunda corriente $I_2 = I_s$ alcanzaría un valor pico más alto que la primera corriente $I_1 = I_s$ inmediatamente anterior.

65 En la forma de realización según la figura 3 se parte de condiciones simétricas del primer y del segundo condensador, es decir, de los bancos de condensadores C1 y C2. Ambos disponen de capacidades idénticas y

están cargados con las mismas tensiones de carga.

5 Tal como muestra el flujo de corriente I_s en la figura 3, el control está ajustado de tal manera que exactamente al alcanzarse el valor de corriente I_h se lleva a cabo la conmutación y se une el segundo pulso. En comparación con la descarga estándar, en la cual se usa solo un condensador o un banco de condensadores, aumenta el tiempo de soldadura desde el valor estándar $t_{hSt} = 5,9$ ms al valor mejorado $t_{hDS} = 11,0$ ms. Dado que el segundo pulso se inicia exactamente en el momento t_{hSt} , en el cual el proceso de soldadura del primer pulso tiende a terminar, el segundo pulso aumenta de nuevo la temperatura en el punto de unión y continúa de esta manera la soldadura.

10 Al final del desarrollo de soldadura el primer condensador C1 o el banco de condensadores C1 tiene en este ejemplo aún una carga residual. Ésta podría transformarse mediante una nueva activación del primer tiristor Th1 en el punto de soldadura. Pero como no se espera ningún efecto en lo referente al resultado de soldadura, solo se prolongaría innecesariamente el tiempo de flujo de corriente. En caso de mantenerse sin embargo la carga residual, se reduce el consumo de energía de la instalación, tal como se muestra más abajo por separado, y se acorta el tiempo de la recarga.

15 En caso de iniciarse la conmutación ya antes de caer la corriente de suma I_s al valor I_h , resulta un desarrollo de corriente como el que muestra la figura 4. El tiempo de soldadura es en este caso con $t_{hDS} = 9$ ms más corto que en el ejemplo según la figura 3, pero en lugar de ello predominan en el punto de unión en el producto a soldar, unas temperaturas claramente más altas, lo cual conduce a un resultado de soldadura diferente. De esta manera, a través de la selección del momento de conmutación, que depende de la diferencia de tensión $U_1 - U_2$ de la primera y de la segunda tensión de condensador U y U_2 , puede influirse directamente en el resultado de la soldadura.

20 El ejemplo de aplicación explicado conforme a la figura 5 se basa en que el segundo condensador C2 tiene una capacidad esencialmente más reducida que el primer condensador C1. Para un desarrollo de la soldadura en correspondencia con el diagrama que allí se representa se carga el segundo condensador C2 a un valor de tensión U_2 tal, el cual solo es mínimamente mayor a la tensión U_1 en el momento t_{hSt} . La segunda tensión de condensador U_2 ha de elegirse en este caso de tal manera que la tensión negativa $U_1 - U_2$ se mantenga durante tanto tiempo hasta que el primer tiristor Th1 ha alcanzado de manera segura el estado de bloqueo.

25 Esta aplicación sirve en el modo presentado para minimizar el flujo de corriente tras no alcanzar el valor I_h al final del proceso de soldadura propiamente dicho y para limitar de esta manera el consumo de energía. En cierta medida trabaja aquí la segunda fuente de corriente, que presenta el segundo condensador C2 y el segundo tiristor Th2, a modo de circuito de desactivación, que “desconecta” el primer tiristor.

30 La energía ahorrada con respecto a una descarga estándar según la figura 1 resulta de la carga residual del primer condensador C1, menos la cantidad de carga del condensador C2. En el diagrama de la figura 5 se ilustra este valor mediante la superficie entre las dos curvas de corriente.

35 En caso de adelantarse el momento de activación del segundo tiristor Th2 con respecto a t_{hSt} , lo cual se representa en la figura 6 en comparación con la figura 5, resulta una influencia directa en el proceso de soldadura. De esta manera el procedimiento de la desconexión de recorrido para la soldadura por descarga de condensadores puede hacerse útil. La desconexión de recorrido es un elemento esencial para controlar aplicaciones de soldadura de resalte. En este caso el resultado de soldadura se define a través del recorrido que recorre el electrodo móvil durante la deformación del resalte. En caso de alcanzar durante el tiempo de flujo de corriente una posición predeterminada, el control desconecta la corriente y finaliza el proceso de soldadura. En el ejemplo, el cual representa el diagrama de la figura 6, se dio el caso tras el tiempo $t_{hDS} = 4,3$ ms, y de esta manera antes que en el momento $t_{hSt} = 5,9$ ms según la figura 5. También cuando en el caso de esta desconexión de recorrido ocupa un lugar central una finalización definida del proceso de soldadura, se da naturalmente por su parte un ahorro de energía, que se ilustra, al igual que se ha explicado más arriba en la figura 5, mediante la superficie entre las dos curvas de corriente.

40 Como ejemplo de aplicación adicional se tiene en consideración y se explica también el calentamiento posterior para la reducción de endurecimientos, tal como se representa en el diagrama de la figura 7. En primer lugar se sueldan las partes de unión con un único pulso de corriente, el cual puede generarse a través de la primera fuente de corriente y con ello a través del primer condensador C1 y del segundo tiristor Th1. Tras ello se vuelve a cargar el primer condensador C1, no habiéndose tenido en cuenta este tiempo en los desarrollos de curva del diagrama de la figura 7. En el caso de la descarga estándar, la cual está representada mediante la línea a rayas, el primer condensador C1 obtiene de nuevo la misma tensión que en el primer pulso de soldadura, es decir, como en el caso del primer pulso de soldadura, para alcanzar un efecto de calor lo más elevado posible. De esta manera resulta una duración de flujo de corriente de $t_{St} = 16,0$ ms y una integral de tiempo de corriente de 340 mAs.

45 En el procedimiento propuesto según una forma de realización de la invención el primer condensador C1 obtiene la misma tensión de carga, con la cual estaba cargado el segundo condensador C2 ya al inicio del ciclo, es decir, a $t = 0$. Ésta puede mantenerse más baja que la tensión de carga, la cual se requirió para el pulso de soldadura. Para el calentamiento posterior se descargan el primer condensador C1 y el segundo condensador C2 de manera alterna y

gradualmente en tres etapas y fluye la corriente de suma I_s , tal como se representa en el diagrama. Resulta un tiempo de corriente de flujo de $t_{IDS} = 47,5$ ms, que es exactamente del triple de la duración con respecto a la descarga estándar. La integral de tiempo es con 825 mAs “solo” a razón del factor 2,4 mayor, lo cual se debe a la tensión de carga más baja. Esto significa que en el procedimiento propuesto según la invención, aplicado a este ejemplo, se calentó con una temperatura más baja durante un tiempo más largo, lo cual es positivo para el procedimiento de revenido.

Para la soldadura por descarga de condensadores (soldadura de KE) se indica además de ello lo siguiente. Las máquinas de KE se usan en la mayoría de los casos en funcionamiento de carga parcial. En correspondencia con la ecuación

$$E = \frac{1}{2} U^2 C$$

la capacidad de los condensadores incorporados y su valor nominal de la tensión de carga fijan la energía máxima, la cual puede usarse para la soldadura. Para soldar con menos energía se reduce la tensión de carga de los condensadores. Los efectos en los desarrollos de las corrientes de soldadura se ilustran en la figura 8. Allí se muestran desarrollos de corrientes de soldadura, que se diferencian en la tensión de inicio U_A , con la cual se inician, y en la tensión final U_E , con la cual se interrumpen o terminan. Los siguientes desarrollos V_1 , V_3 , V_5 y V_7 se representan, y se indican para ellos los contenidos de energía E:

V_1 : $U_A = 1300$ V, $U_E = 0$ V, $E = 33,8$ kW

V_3 : $U_A = 1000$ V, $U_E = 0$ V, $E = 20$ kW

V_5 : $U_A = 850$ V, $U_E = 0$ V, $E = 14,45$ kW

V_7 : $U_A = 750$ V, $U_E = 0$ V, $E = 11,25$ kW

Como orientación se indican también un tiempo de aumento de corriente T_A , un tiempo de soldadura T_S y un tiempo de flujo de corriente T_F .

El funcionamiento de carga parcial se caracteriza por dos desventajas esenciales:

a) los tiempos de proceso, tiempo de aumento de corriente, de soldadura y de flujo de corriente no pueden modificarse, lo cual limita esencialmente la variación del proceso de soldadura.

b) Con tensión de carga descendente resultan corrientes de soldadura reducidas: la corriente pico cae de igual manera que todos los demás valores de corriente en los momentos individuales. Debido a ello se reduce no solo la energía suministrada al punto de soldadura, sino que cambia también la totalidad del comportamiento de soldadura. En particular en la zona de carga parcial inferior a menudo ya no pueden realizarse soldaduras.

Para hacer frente a las desventajas del funcionamiento de carga parcial se ofrecen máquinas de KE con transformadores especiales conmutables (hasta tres diferentes proporciones de multiplicación y bancos de condensadores subordinados, habitualmente tres grupos), que permiten de manera escalonada diferentes ajustes de potencia. La conmutación se produce normalmente mediante la reconexión en el armario de conmutaciones. Estos trabajos solo pueden ser llevados a cabo por personal experto. A pesar de ello como protección frente a las altas tensiones ha de desconectarse la máquina durante estos trabajos. De manera individualizada se usan interruptores de levas, los cuales son sin embargo muy caros debido a la necesariamente alta capacidad de conducción de corriente. De esta manera convencional pueden realizarse con el alto esfuerzo técnico solo pocos niveles de potencia diferentes (en la práctica hasta nueve).

Por otro lado, un aumento de la energía de soldadura va ligada siempre a un aumento de la corriente pico, lo cual aumenta el riesgo de salpicaduras y puede conducir incluso al “quemado” del punto de soldadura (la energía térmica generada es proporcional al cuadrado de la corriente).

Para modificar los tiempos de proceso sería concebible no solo prolongar el proceso de soldadura con un pulso de soldadura, sino con varios pulsos. Las soldaduras de varios pulsos sin embargo no han sido posibles hasta ahora debido a las especificaciones de la soldadura por KE.

Para lograr en una producción en serie resultados iguales, las piezas a unir han de ponerse a disposición en sus dimensiones, naturaleza de superficie y composición de materiales (tipo, cantidad y proporción de los elementos de aleación) con tolerancias estrechas. Las modificaciones provocadas por cambios en las cargas o incluso de fabricante a menudo no se detectan y conducen de esta manera a una modificación de la calidad de soldadura. Una medición de la resistencia en un pulso previo antes de la soldadura detectaría este tipo de modificaciones. Un pulso previo de este tipo puede además de ello aprovecharse también para el acondicionamiento. Una corriente previa reducida influye de tal manera en el punto de unión que se producen condiciones comparables para la soldadura. Por mencionar solo algunos ejemplos, forman parte de ello la generación de una superficie de contacto constante, la eliminación de ensuciamientos de superficie.

Este tipo de pulsos previos no son posibles con la técnica convencional, dado que no puede ponerse en práctica un funcionamiento de carga parcial correspondientemente necesario (por debajo del 5 % de potencia nominal). El pulso previo ha de realizarse con una corriente tan baja, que se mantenga/mantengan estable/estables el/los resalte/resaltes de las piezas de unión.

5 De ello pueden derivarse las siguientes tareas adicionales:

10 1. mejora del funcionamiento de carga parcial, que permita una modificación continuada de los puntos de trabajo, así como una modificación de los tiempos de proceso. En particular deberían evitarse trabajos de reconexión en la instalación de KE.

2. La energía de soldadura ha de poder aumentarse sin que aumente la corriente pico.

15 3. Posibilitar procesos de unión de varios pulsos, en cuyo caso la soldadura se continúe de manera ininterrumpida durante varios pulsos.

4. Trabajar con pulsos previos, que mediante una medición de la resistencia vigilen o documenten las condiciones de soldadura y se usen para el acondicionamiento del punto de unión.

20 Según otras formas de realización pueden realizarse tareas adicionales. Incluso la definición de las tareas puede considerarse ya un avance. En todo caso se propone una diferente cantidad de bancos de condensadores, los cuales disponen también de diferentes capacidades. En este caso y muy en general, se realiza respectivamente un condensador de una fuente de corriente mediante un banco de condensadores. En general se diferencia entre condensadores principales A y/o B, así como condensadores de desactivación G y/o H.

25 La figura 9 muestra una forma de realización a modo de ejemplo. Los condensadores principales A y B ofrecen la energía de soldadura y disponen de una correspondiente alta capacidad, que en los ejemplos mostrados es de 20 mF. En caso de una tensión de carga máxima de 1.300 V resulta una energía de $E = 16,9$ kW. No son importantes sin embargo estos valores en concreto para la comprensión básica de las formas de realización mostradas. Es importante sin embargo que los condensadores principales sean significativamente más grandes que los condensadores de desactivación.

30 La capacidad de los condensadores de desactivación G y H ha de ser por lo tanto solo tal que pueda mantenerse durante el tiempo suficiente la tensión de desactivación para la correspondiente capacidad principal A o B, hasta que el proceso de conmutación, el cual se ha descrito arriba, haya finalizado. En los siguientes ejemplos los condensadores de desactivación G y H tienen respectivamente 0,82 mF con 1.300 V de tensión de carga.

35 En la figura 10 se ilustra una forma de realización. La conmutación de la figura 10 se corresponde con la de la figura 2, indicándose mediante la denominación, que existen dos condensadores significativamente diferentes, en concreto un condensador principal A y un condensador de desactivación G. Esta conmutación puede denominarse como conmutación de múltiples fuentes y se denomina en lo sucesivo como conmutación de múltiples fuentes 1, o a modo de simplificación como MCS-1. Sirve para interrumpir la descarga del banco de condensadores A en un momento tx deseado. Debido a ello resulta además de la tensión de carga del condensador A con el tiempo de descarga tx, una segunda magnitud de ajuste, la cual configura de manera esencialmente más flexible el funcionamiento de carga parcial.

40 Para poder llevar a cabo una comparación con el funcionamiento de carga parcial "natural", se entregaron basándose en la tensión de carga máxima de $U_A = 1.300$ V las mismas energías al circuito de corriente de soldadura, como se logró en los ejemplos en el diagrama de la figura 8 a través de una reducción de la tensión.

45 El resultado se ilustra en la figura 11 y se contraponen también a modo de ejemplo con los ejemplos de la figura 8. En la figura 11 se muestran desarrollos de corrientes de soldadura, los cuales se diferencian en la tensión de inicio U_A , en la cual se inician, y en la tensión final U_E , en la cual se interrumpen o finalizan. Los siguientes desarrollos V_1 a V_7 se representan, y se indican para ellos los contenidos de energía E:

50 $V_1: U_A = 1300V, U_E = 0V, E = 33,8kWs$
 $V_2: U_A = 1300 V, U_E = 850 V, E = 20 kWs$
 $V_3: U_A = 1000 V, U_E = 0 V, E = 20 kWs$
 $V_4: U_A = 1300 V, U_E = 980 V, E = 14,45 kWs$
 $V_5: U_A = 850 V, U_E = 0 V, E = 14,45 kWs$
 $V_6: U_A = 1300 V, U_E = 1050 V, E = 11,25 kWs$
 $V_7: U_A = 750 V, U_E = 0 V, E = 11,25 kWs$

65 Las diferencias quedan claras a simple vista: los desarrollos de corriente generados a través de la descarga desconectada presentan corrientes pico claramente mayores y unos tiempos de proceso más cortos, debido a lo cual resulta una nueva posibilidad de la selección de parámetros.

El proceso de descarga del condensador A puede también interrumpirse cuando la tensión de carga inicial es más baja. De esta manera pueden ajustarse de forma continua cualesquiera valores de corrientes pico y tiempos de soldadura por debajo de la curva de descarga máxima. La variación de los parámetros es posible solo mediante la modificación de la demora de activación de Th.G con respecto a Th.A a través del control, sin tener que reconectar nada en el dispositivo de soldadura por descarga de condensadores, que se denomina a modo de simplificación también instalación de KE.

Con la variante de conmutación MCS-1 son posibles acortamientos del tiempo de soldadura. Otra posibilidad es incorporar un pulso previo para la determinación de la resistencia antes del proceso de soldadura, que puede servir también como pulso de acondicionamiento.

Para descargar el condensador de desactivación G antes del condensador principal A ha de activarse primero el tiristor Th.G.

En esta constelación se ajusta a través de la tensión de carga del condensador G la altura de la tensión. La duración de la demora de activación entre la activación de un tiristor para el condensador principal y la activación del tiristor del condensador de desactivación decide, junto con la altura de la corriente, sobre la energía suministrada al punto de soldadura. Ésta no debe ser demasiado alta, para no poner en riesgo la estabilidad del resalte mediante la influencia de la fuerza de apriete. A través del suministro de energía y del tiempo de actuación del pulso previo puede variarse sin embargo el grado de acondicionamiento del punto de soldadura. En caso de un pulso previo la demora de activación se considera negativa, dado que el tiristor Th.G del condensador de desactivación G se conecta antes del tiristor Th.A. La medición de la resistencia puede llevarse a cabo en un momento cualquiera durante el pulso previo. La medición de la resistencia puede aprovecharse también como función de seguridad para evitar salpicaduras en caso de resistencias demasiado elevadas en el punto de soldadura o para evitar la descarga del condensador principal en caso de circuito de corriente de soldadura abierto.

Otra forma de realización se muestra en la figura 12. Esta forma de realización se denomina como conmutación de múltiples fuentes 2, o abreviado a modo de simplificación como MCS-2. A diferencia de MCS-1 la conmutación está equipada ahora con dos condensadores principales A y B. Para garantizar una capacidad de comparación con los ejemplos mostrados arriba, se dividió la capacidad total en los dos condensadores principales A y B: las capacidades CA y CB de la primera o segunda capacidad principal son de respectivamente 20 mF : CA = CB = 20 mF.

Con la capacidad aumentada con respecto a MCS-1, el segundo condensador sirve no solo para desconectar el primero, alimenta también la corriente de soldadura. A través de la demora de activación del tiristor Th.B con respecto al tiristor Th.A se influye en el desarrollo de corriente.

También aunque se ha dividido la capacidad total, puede descargarse como un único condensador. De esta manera resulta un desarrollo de corriente parecido al de la variante anterior MCS-1, con una corriente pico más alta a razón de aproximadamente 20 kA.

En el diagrama de la figura 13 se muestra un resultado para ello. Allí se representan los siguientes desarrollos Vb1 a Vb3, en cuyo caso la tensión inicial de ambos condensadores fue siempre de 1300 V:

- Vb1: descarga simultánea de ambos condensadores.
- Vb2: demora de activación entre ambos condensadores de 7,6 ms
- Vb3: demora de activación entre ambos condensadores de 4,2 ms

Tal como muestra el diagrama, en dependencia de la demora de activación, que indica en este caso con qué separación temporal se activan los tiristores de los dos condensadores, puede variarse el desarrollo de corriente. En esta variante de conmutación es posible también prolongar el tiempo de soldadura sin que deba continuar elevándose la corriente pico. En caso de comenzar la descarga del condensador B solo claramente tras el primer máximo de corriente IPA, se trata de una soldadura de dos pulsos, que no es posible con una máquina de KE convencional. Para que entre los dos pulsos no se interrumpa el proceso de soldadura, la corriente de soldadura no debería caer en la pausa a por debajo del valor de la mitad de la corriente pico (0,5 IPA).

Otra forma de realización básica es una aplicación con dos condensadores principales y dos de desactivación, tal como se representa en la figura 9. Esta forma de realización se denomina como conmutación de múltiples fuentes 3, o abreviado a modo de simplificación como MCS-3.

En este caso se gana una alta flexibilidad para influir en la corriente de soldadura debido a que a los dos condensadores principales A y B se le han añadido dos condensadores de desactivación G y H.

En primer lugar resulta de esta manera la posibilidad de complementar las funcionalidades de MCS-2 con un pulso previo/de acondicionamiento y de finalizar en correspondencia con MCS-1 el segundo pulso principal de manera prematura.

ES 2 710 334 T3

La función principal de MCS-3 consiste sin embargo en delimitar la corriente pico y en aumentar claramente el tiempo de soldadura. En el diagrama de la figura 14 se representa un desarrollo de corriente como V_{c1} , en cuyo caso la corriente pico se limitó a 60 kA y el tiempo de soldadura se llevó a un máximo (20,7 ms). Una comparación con una descarga, en cuyo caso se descargan simultáneamente los dos condensadores principales, que se representa como desarrollo V_{c2} , aclara las grandes diferencias.

Para lograr un desarrollo de corriente como el que se muestra en el diagrama de la figura 14, se elige el siguiente desarrollo en el uso de los condensadores:

En primer lugar se acciona el tiristor Thy.A del condensador principal A, debido a lo cual comienza la descarga inicial de A. A continuación se activa el tiristor Thy.G del condensador de desactivación G tras una primera demora de activación t_{ZV1} . Esto interrumpe la descarga del condensador principal A. El condensador de desactivación G, el cual presenta una capacidad esencialmente menor que el condensador principal A, se descarga por completo. En la pausa que sigue cae la corriente de soldadura.

Una activación del tiristor Thy.B del segundo condensador principal B tras una segunda demora de activación t_{ZV2} inicia una descarga inicial del segundo condensador principal B. Se activa entonces el tiristor Thy.H del segundo condensador de desactivación H, en concreto tras la tercera demora de activación t_{ZV3} . Esto interrumpe la descarga del segundo condensador principal B. El segundo condensador de desactivación H se descarga por completo. En la pausa que sigue cae la corriente de soldadura.

Tras la cuarta demora de activación t_{ZV4} se activa de nuevo el tiristor ThyA y continua con la descarga del condensador principal A, cuya tensión cae en este caso a cero.

Tras una quinta demora de activación t_{ZV5} se activa el tiristor Thy.B del segundo condensador principal. Debido a ello se desactiva el tiristor Thy.A y el condensador principal B continua descargándose hasta que su tensión también llega a cero. La corriente cae igualmente a cero.

A través de las tensiones de carga de los condensadores principales A y B, así como de los en total 5 tiempos de demora de activación, resulta una alta flexibilidad para ajustar el desarrollo de corriente de soldadura.

Mediante la solución según la invención, al menos según una forma de realización, se posibilitan también muchos ejemplos de aplicación tecnológicos. Se abren además de ello ámbitos de aplicación completamente nuevos.

Para la representación de posibilidades de aplicación adicionales se hace referencia a los ejemplos de la figura 8. En este caso es deseable en particular lo siguiente:

En el caso de la soldadura con 33,8 kW ha de evitarse una corriente demasiado alta y los efectos resultantes de ello.

En el caso de la soldadura con 11,25 kW ha de elevarse en la medida de lo posible decididamente la corriente de soldadura de manera repentina y controlada.

Las curvas de corriente de la figura 8 se basan en la descarga de un condensador con la capacidad $C = 40$ mF. En la aplicación propuesta de una conmutación de múltiples fuentes propuesta, que se denomina de manera abreviada como MCS, se divide la capacidad principal anterior: $CC.A = CC.B = 20$ mF. Debido a ello ha de evitarse en caso del uso de MCS un aumento de costes excesivo. Esta división es posible dado que en todo momento C.A y C.B pueden descargarse en paralelo y de esta manera estarían a disposición también los 40 mF.

La figura 15 muestra que es posible un repentino aumento de la corriente en el máximo de corriente. Allí se representan los siguientes desarrollos V_{d1} y V_{d2} :

V_{d1} : energía suministrada 11,25 kW; energía en punto de unión: 1,29 kW

V_{d2} : energía en punto de unión: 1.220 Ws + aumento 460 Ws

La corriente pico puede aumentarse en el momento decisivo de 52 kA a 75 kA. Mientras que la energía de base del pulso de soldadura se mantiene casi sin modificación, la proporción del aumento de corriente tiene una energía de 460 Ws. Un aumento de corriente puede alcanzarse de esta manera cuando esto está previsto para el desarrollo de soldadura deseado.

Es realizable no obstante también el caso contrario, en el cual la corriente se hace descender en la zona del máximo, tal como muestra la figura 16. Allí se representan los siguientes desarrollos V_{e1} y V_{e2} :

V_{e1} : energía suministrada 33,8 kW; energía en punto de unión: 3,9 kW

V_{e2} : energía en punto de unión: 4,0 kW con retención temporal de 560 Ws en la zona de la corriente pico.

Para mantener constante la energía total del proceso de soldadura, el desarrollo de la corriente de soldadura ha de desplazarse hacia la derecha tras la caída con respecto a la curva "natural", que indica el recorrido de una soldadura de KE convencional según la figura 8. Los 560 Ws, que se "retienen" por así decirlo en la zona de la corriente máxima, se "suministran" de nuevo en la segunda parte de la descarga.

5 A través de una variación de los diferentes momentos de activación de los cuatro condensadores, que se usan en MCS, las curvas de corriente pueden continuar modificándose claramente con respecto a los ejemplos mostrados y adaptarse de esta manera a diferentes casos de aplicación. Esto se refiere en particular a la forma de realización según la figura 9.

10 En el caso del aumento de la corriente puede ser necesario de esta manera reducir la energía del pulso de la corriente base con respecto a la soldadura con técnica convencional, para compensar el aumento de la corriente al menos parcialmente. O bien la energía del aumento de la corriente ha de ser muy alta.

15 En el caso de la reducción de corriente puede ser necesario configurar el aumento de corriente inicial de manera más cautelosa con respecto al desarrollo de corriente "natural" y mantener para ello tras la caída un máximo de corriente más alto. Por otra parte, el desarrollo de corriente puede también ser "extendido" en la segunda fase para evitar mediante la reducción de la corriente pico también una activación posterior del plasma. Este tipo de posibilidades de variación adicionales diferentes se muestran en las figuras 17 y 18.

20 En la figura 17 se representan los siguientes desarrollos Vf1 a Vf3:

Vf1: energía suministrada 11,25 kW; energía en punto de unión: 1,29 kW

Vf2: energía en punto de unión: 980 Ws + aumento 460 Ws

25 Vf3: energía en punto de unión: 1.280 Ws + aumento 1030 Ws

En la 18 se representan los siguientes desarrollos Vg1 a Vg3:

Vg1: energía suministrada 33,8 kW; energía en punto de unión: 3,9 kW

30 Vg2: energía en punto de unión: 3,9 kW con reducción 500 Ws

Vg3: energía en punto de unión: 3,9 kW con reducción 450 Ws

35 Las figuras 19A y 19B muestran un diagrama de un dispositivo de soldadura según una forma de realización en la cual la corriente de soldadura I_w es generada por cuatro fuentes de corriente. Por motivos de claridad el diagrama está dividido en dos figuras. La figura 19A muestra en este caso la conmutación de carga eléctrica del dispositivo de soldadura 1901 y la figura 19B la conmutación de descarga eléctrica 1902 del dispositivo de soldadura, que conforman juntas una conmutación de carga-descarga del dispositivo de soldadura.

40 La figura 19A muestra la primera parte del dispositivo de soldadura 1901, en concreto particularmente la conmutación de carga eléctrica. El dispositivo de soldadura presenta para recibir una tensión de red una conexión de alimentación 1910, la cual está configurada para alimentar el dispositivo de soldadura de manera trifásica con corriente eléctrica. Además de ello se pone a disposición mediante la conexión de alimentación 1910 también un conductor de protección PE, el cual protege al usuario del dispositivo de soldadura contra una descarga eléctrica.

45 La conexión de alimentación 1910 está conectada a través de un interruptor de protección trifásico 1912 mediante las tres fases L1, L2 y L3 con el transformador de carga 1920 del dispositivo de soldadura, estando configurado el transformador de carga 1920 para transformar la tensión de red en una tensión de transformador de carga. El transformador de carga presenta para ello un lado primario 1922 y un lado secundario 1924, comprendiendo el lado primario 1922 los seis bornes U1, U2, V1, V2, W1, W2.

50 El transformador de carga 1920 se controla mediante el regulador de carga 1926 de tal forma a través de los bornes U1, V1, W1 que en el lado secundario 1924 del transformador de carga 1920 se ajusta en los tres bornes X1, X2, X3 una tensión de transformador de carga deseada. El regulador de carga 1926 controla de esta manera la tensión de carga máxima y predetermina una corriente de carga máxima para la instalación de carga 1950 o para la unidad de fuentes de corriente 1980 mostrada en la figura 19B.

55 La tensión de transformador de carga transformada por el transformador de carga 1920 se rectifica a continuación mediante un circuito rectificador trifásico 1930 en una tensión continua. El circuito rectificador trifásico 1930 está configurado para ello como rectificador de diodos, el cual presenta una salida negativa 1931 o polo negativo y una salida positiva 1933 o polo positivo. La salida negativa 1931 y la salida positiva 1933 forman de esta manera la salida de tensión continua 1932, en la cual se entrega una tensión de carga en el elemento RC 1935, 1936. La salida negativa 1931 está conectada con la conducción negativa de condensador U_{CL} y la salida positiva 1933 a través del sensor de corriente 1934, que detecta la corriente de carga total, con los cuatro IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958 de la instalación de carga 1950. Los cuatro IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958 presentan de esta manera una conmutación de carga común, consistente en conexión de alimentación 1910, transformador de carga 1920 y circuito rectificador 1930, que pone a disposición la corriente de carga total. El dispositivo de soldadura presenta por

lo tanto independientemente de la cantidad de las fuentes de corriente una alimentación, la cual alimenta todas las fuentes de corriente del dispositivo de soldadura.

5 En la salida de rectificador del circuito rectificador 1930 hay conectado un elemento RC, el cual puede denominarse también como combinación de RC. El elemento RC consiste en una resistencia de carga 1935 y en un condensador 1936. El condensador 1936 sirve como acumulador intermedio para iniciar la carga de la instalación de carga 1950 o para influir en el inicio.

10 Además de ello hay dispuestos de tal manera tras el circuito rectificador 1930 una protección de seguridad 1938 y un diodo de bloqueo 1937, que se produce un cortocircuito común de todos los polos positivos de los condensadores de las fuentes de corriente C1, C2, C3, C4 (figuras 19B) a través de una conducción positiva de condensador U_{CDC} y un cortocircuito común de todos los polos negativos de los condensadores de las fuentes de corriente C1, C2, C3, C4 (figura 19B) a través de la conducción negativa de condensador U_{CL-} . La instalación de soldadura está configurada de esta manera mediante la protección de seguridad 1938 y el diodo de bloqueo 1937 para llevar a cabo una descarga forzosa, en particular por motivos de seguridad.

15 La instalación de carga 1950, la cual está formada por los cuatro IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958, se controla a través de una unidad de control 1960. La unidad de control 1960 está configurada en este caso de tal manera que puede controlar por separado los cuatro IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958. Para ello los cuatro IGBT de carga 20 están conectados respectivamente a través de una conducción de control 1953, 1955, 1957, 1959 con las entradas LA1, LA2, LA3, LA4 de la unidad de control 1960. Las conducciones de control 1953, 1955, 1957, 1959 están configuradas en este caso por tres conductores. La unidad de control 1960 está configurada además de ello para llevar a cabo una pluralidad de órdenes de control, las cuales son ejecutadas por ejemplo por el operario del dispositivo de soldadura mediante un software o introducidas mediante un elemento de manejo del dispositivo de soldadura. A través de estas órdenes de control puede controlarse el dispositivo de soldadura, incluida la instalación de carga 1950, la instalación de descarga 1970 y la unidad de fuentes de corriente 1980. En particular pueden controlarse de esta manera o en base a ello, los IGBT de los tiristores. La unidad de control 1960 pone en práctica por lo tanto entre otras, las indicaciones del operario, de manera que el dispositivo de soldadura genera durante la soldadura una correspondiente corriente.

25 Los IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958 están conmutados a través de conducciones U_{CL1+} , $U_{CL1.1+}$, U_{CL2+} , $U_{CL2.1+}$ con los correspondientes condensadores C1, C2, C3, C4 y ponen a disposición respectivamente una correspondiente tensión de carga para los correspondientes condensadores C1, C2, C3, C4. Los IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958 están configurados de esta manera para elevar la tensión de carga del correspondiente 30 condensador, para cargar por lo tanto el condensador.

La figura 19B muestra la segunda parte del dispositivo de soldadura 1902, en concreto la conmutación de descarga eléctrica, incluida la unidad de fuentes de corriente 1980.

35 La instalación de descarga 1970, la cual está formada por los IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978 está estructurada esencialmente como la instalación de carga 1950 mostrada en la figura 19A y se controla también a través de la unidad de control 1960. La unidad de control 1960 está configurada en este caso además de tal manera que puede controlar por separado los cuatro IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978. La unidad de control puede controlar por lo tanto por separado cada uno de los IGBT 1952, 1954, 1956, 1958, 1972, 1974, 1976, 1978. Los 40 cuatro IGBT de descarga están conectados para ello respectivamente a través de una conducción de control 1973, 1975, 1977, 1979 con las entradas EA1, EA2, EA3, EA4 de la unidad de control 1970. Además de ello, los cuatro IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978 están conmutados a través de la conducción negativa de condensador U_{CL-} con la salida negativa 1931 del circuito rectificador. Además de ello, los cuatro IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978 están conmutados a través de los cuatro diodos de bloqueo SPD1, SPD2, SPD3, SPD4 de tal manera con la conducción positiva de condensador U_{CDC} , que los cuatro IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978 están 50 configurados para llevar a cabo una descarga forzosa.

Además de ello, hay conmutados cuatro IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978 a través de las resistencias de descarga R1, R2, R3, R4, R5, R6 con los correspondientes condensadores C1, C2, C3, C4 y ponen a disposición 55 respectivamente una correspondiente carga de descarga para los condensadores C1, C2, C3, C4. Los IGBT de descarga 1972, 1974, 1976, 1978 están configurados de esta manera para hacer descender la tensión de carga de los condensadores. La magnitud de las resistencias de descarga R1, R2, R3, R4, R5, R6 se selecciona en este caso en correspondencia con su correspondiente condensador C1, C2, C3, C4. En la forma de realización mostrada los condensadores C1, C2, C3, C4 presentan diferentes tamaños, de manera que también las resistencias de descarga 60 R1, R2, R3, R4, R5, R6 son correspondientemente diferentes.

La conmutación de carga-descarga según las figuras 19A y 19B que se ha descrito anteriormente, está configurada de esta manera para cargar y descargar los condensadores C1, C2, C3, C4 de las cuatro fuentes de corriente 1982, 1984, 1986, 1988, o para elevar y/o reducir las tensiones de carga de los condensadores C1, C2, C3, C4 de tal 65 manera por separado, que se genera una corriente de soldadura I_w casi cualquiera mediante el dispositivo de soldadura.

Para ello las cuatro fuentes de corriente 1982, 1984, 1986, 1988 generan respectivamente una corriente separada I1, I2, I3, I4, que en el nudo de superposición se unen dando lugar a una corriente de suma I_S y acceden desde allí al lado primario 1992 del transformador 1990. El dispositivo de soldadura presenta de esta manera cuatro ramales separados, correspondientemente para generar una corriente parcial, presentando los cuatro ramales un suministro de corriente común y uniéndose mediante el punto de superposición dando lugar a un ramal común, de manera que el dispositivo de soldadura genera una corriente de soldadura.

El transformador 1990 transforma la corriente de suma I_S en la corriente de soldadura I_W , la cual se usa entonces mediante el dispositivo de cabezal de soldadura 1996 para soldar el producto a soldar 1999. Para aumentar la seguridad durante la soldadura el dispositivo de soldadura presenta además de ello un sensor de corriente 1998 para detectar la corriente de soldadura y una toma de tierra 1997 para conectar a tierra corrientes residuales.

Las correspondientes corrientes I1, I2, I3, I4 se generan en este caso respectivamente mediante una carga de los condensadores C1, C2, C3, C4 mediante los tiristores Th1, Th2, Th3, Th4, habiendo conectado previamente a los tiristores Th1, Th2, Th3, Th4 correspondientemente un diodo de bloqueo ThD1, ThD2, ThD3, ThD4 para evitar una compensación de las diferentes tensiones de condensador. Para la activación de los tiristores Th1, Th2, Th3, Th4 se usa igualmente la unidad de control 1960, la cual se conecta a través de las entradas ZA1, ZA2, ZA3, ZA4 con los tiristores Th1, Th2, Th3, Th4.

Es particularmente ventajoso en este caso que los condensadores pueden cargarse o descargarse independientemente entre sí con diferentes tensiones.

El modo de funcionamiento del dispositivo según la invención mostrado en las figuras 19A y 19B se explica a continuación con mayor detalle mediante un ejemplo:

Cuando el dispositivo de soldadura está conectado el regulador de carga 1926 obtiene valores predeterminados para la tensión de carga máxima y la corriente de carga máxima. La tensión máxima ha de ajustarse de tal manera que quede ajustada algo por encima de la tensión de carga más alta de los cuatro condensadores C1, C2, C3, C4, por ejemplo en 50 V más alta. La limitación de la corriente máxima ha de garantizar en este caso que el dispositivo de seguridad de la máquina no se active. Esto es importante en particular en las máquinas de KE (soldadura por descarga de condensadores), dado que en su caso se predetermina una potencia de instalación baja.

Se parte ahora de la presencia de las siguientes tensiones residuales: 900 V en el condensador C1; 200 V en el condensador C2; 10 V en el condensador C3 y 50 V en el condensador C4, debiendo cargarse los condensadores a los siguientes valores: C1 a 1.200 V; C2 a 800 V; C3 a 1.300 V y C4 a 1.300 V.

Para ello se desconecta en primer lugar el circuito rectificador 1930 y tras ello se conectan directamente todos los IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958. Una compensación de las tensiones de carga de los condensadores en este caso no es posible debido a la conmutación, en particular de los diodos de bloqueo. Pasado un corto periodo de tiempo se descarga entonces el acumulador intermedio 1936 a través de la resistencia de descarga 1935 y cae entonces al valor de tensión más bajo de los condensadores, en este ejemplo serían 10 V. El contenido de energía del acumulador intermedio 1936 es extremadamente bajo, de manera que C1 a C4 no se cargan. El acumulador intermedio es por lo tanto más pequeño que los condensadores C1, C2, C3, C4.

Ahora se conecta el circuito rectificador 1930. Dado que existe una limitación de la corriente, el circuito rectificador comienza con una tensión muy baja, la cual solo tiene una magnitud tal que se carga C3, que presenta la tensión más baja. A continuación aumenta la tensión y se incorporan los otros condensadores C1, C2, C4 en el proceso de carga, después de que se haya superado su carga residual: C3 a 50 V, C2 a 200 V y C1 a 900 V, en correspondencia con el ejemplo mencionado anteriormente. Cuando el condensador alcanza su tensión objetivo se desconecta el correspondiente IGBT, mientras que los otros condensadores continúan cargándose. En el ejemplo, C2 (tensión objetivo 800 V) se desconectaría incluso antes, antes de que C1 (tensión residual 900 V) comience incluso con la carga. Después de que los condensadores C1, C2, C3, C4 estén cargados en correspondencia con el valor teórico, vuelven a estar bloqueados todos los IGBT de carga 1952, 1954, 1956, 1958, el acumulador intermedio 1936 también está de nuevo cargado y el circuito rectificador 1930 se encuentra en estado de circuito abierto. Durante el proceso de carga el acumulador intermedio 1936 se ocupa de una estabilización de la tensión de carga, lo cual facilita la medición/supervisión.

En caso de que por ejemplo la tensión objetivo de C1 con 500 V se encontrase por debajo de su tensión residual de 900 V, por mencionar otro ejemplo a modo de ilustración, el correspondiente IGBT de carga 1952 se mantendría bloqueado y en lugar de ello se controlaría el correspondiente IGBT de descarga 1978. Entonces se descarga C1 y los restantes tres condensadores C2, C3, C4 se cargan simultáneamente.

Es particularmente ventajoso en este caso que la descarga se corresponde esencialmente con la carga y de esta manera en eventuales programas de soldadura se trata también como carga. El operario del dispositivo de soldadura ha de predeterminar por lo tanto solo la tensión objetivo de los condensadores C1, C2, C3, C4 y el control 1960 decide entonces mediante las tensiones residuales si ha de cargarse o descargarse.

Además de ello, la conmutación de carga-descarga está configurada para que en el caso de que durante el funcionamiento de la máquina, es decir, del dispositivo de soldadura, se den pausas y la tensión de carga de los condensadores caiga, en particular a por debajo de un límite de tolerancia, el control 1960 conecte entonces los correspondientes IGBT de carga y se recarguen los correspondientes condensadores.

5

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de soldadura para llevar a cabo un procedimiento de soldadura por descarga de condensadores, siendo el procedimiento de soldadura por descarga de condensadores un procedimiento de soldadura de resistencia, en cuyo caso una corriente de soldadura (I_w) se genera mediante descarga de al menos un condensador, y el dispositivo de soldadura presenta al menos una primera fuente de corriente (10) para generar una primera corriente de condensador (I_1) para generar la corriente de soldadura (I_w) y
- 5
- estando previsto un transformador (T1) con lado primario (31) y lado secundario (32) y estando conmutada cada
- 10 fuente de corriente con el lado primario (31) del transformador (T1) de tal manera que la corriente de condensador generada fluye a través del lado primario (31), de manera que en el lado secundario (32) se genera la corriente de soldadura (I_w), y
- comprendiendo la primera fuente de corriente (10)
- 15
- un primer condensador (C1) para poner a disposición energía eléctrica y
 - un primer tiristor (Th1) para conectar la primera corriente de condensador (I_1) del primer condensador (C1),
- 20 estando prevista al menos una segunda fuente de corriente (20) para generar una segunda corriente de condensador (I_2), para generar de manera alterna con la primera fuente de corriente (10) la corriente de soldadura (I_w), o progresivamente con la primera y fuentes de corriente adicionales, la corriente de soldadura (I_w),
- donde la segunda fuente de corriente (20)
- 25
- comprende segundo condensador (C2) para poner a disposición energía eléctrica y
 - un segundo tiristor (Th2) para conectar la segunda corriente de condensador (I_2) del segundo condensador (C2),
- 30 y está conectada de tal manera con la primera fuente de corriente (10) que la conexión de la segunda corriente de condensador (I_2) puede dar lugar a una desconexión de la primera corriente de condensador (I_1) y/o la conexión del primer condensador (C1) puede dar lugar a una desconexión del segundo condensador (C2), y se caracteriza por que
- 35
- el primer condensador (C1) está conectado en línea con el primer tiristor (Th1) y conectado en un nudo de superposición (30), de manera que la primera corriente de condensador (I_1) fluye desde este primer condensador (C1) a través del primer tiristor (Th1) hacia el nudo de superposición (30) y
 - el segundo condensador (C2) está conectado en línea con el segundo tiristor (Th2) y conectado en el nudo de
- 40 superposición (30), de manera que la segunda corriente de condensador (I_2) fluye desde este segundo condensador (C2) a través del segundo tiristor (Th2) hacia el primer nudo de superposición (30),
- donde
- 45
- mediante la activación del primer tiristor (Th1) aumenta de tal manera el potencial de tensión eléctrica en el nudo de superposición (30), que el segundo tiristor (Th2) debido a ello se desactiva cuando anteriormente estaba activado, y/o
 - mediante la activación del segundo tiristor (Th2) aumenta de tal manera el potencial de tensión eléctrica en el
- 50 nudo de superposición (30), que el primer tiristor (Th1) debido a ello se desactiva cuando anteriormente estaba activado.
2. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 1, caracterizado por que
- 55
- la conexión de la primera corriente de condensador (I_1) se produce mediante activación del primer tiristor (Th1) y de esta manera puede desactivarse el segundo tiristor (Th2), para desconectar de esta manera la segunda corriente de condensador (I_2) y/o que
 - la conexión de la segunda corriente de condensador (I_2) se produce mediante activación del segundo tiristor (Th2) y de esta manera puede desactivarse el primer tiristor (Th1), para desconectar de esta manera la primera corriente de condensador (I_1).
- 60
3. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el lado primario (31) del transformador (T1) está unido con una conexión con el nudo de superposición (30).
- 65
4. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está prevista al

menos una tercera fuente de corriente para generar progresivamente con la primera y la segunda fuente de corriente (10, 20) y eventualmente fuentes de corriente adicionales, la corriente de soldadura (I_w) o una parte de ésta y/o que la primera y la segunda fuente de corriente (10, 20) y eventualmente fuentes de corriente adicionales tienen dimensiones diferentes entre sí.

5 5. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer condensador presenta una capacidad al menos el doble de grande que el segundo condensador, en particular al menos cinco veces, preferentemente al menos diez veces, la capacidad del segundo condensador.

10 6. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que hay previstas al menos una tercera, cuarta y fuentes de corriente adicionales, y cada fuente de corriente está construida estructuralmente como la primera fuente de corriente y está conectada a un o al nudo de superposición común.

15 7. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que respectivamente dos fuentes de corriente forman juntas una fuente de corriente doble y las dos fuentes de corriente de una fuente de corriente doble presentan condensadores de diferente tamaño, estando previstas preferentemente dos fuentes de corriente dobles.

20 8. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de soldadura presenta una conmutación de carga-descarga para controlar las fuentes de corriente, estando preparada la conmutación de carga-descarga para cargar los condensadores de cada fuente de corriente de manera independiente entre sí a diferentes tensiones y/o para descargarlos a diferentes tensiones.

25 9. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 8, caracterizado por que la conmutación de carga-descarga comprende lo siguiente:

- para cada fuente de corriente al menos un elemento de carga para cargar el condensador de la fuente de corriente,

30 - para cada fuente de corriente al menos un elemento de descarga para descargar el condensador de la fuente de corriente, y

- una unidad de control para controlar los elementos de carga y de descarga,

35 estando configurada la unidad de control para

- controlar los elementos de carga y de descarga por separado de tal manera que el estado de carga de los condensadores de las fuentes de corriente se ajusta con independencia entre sí, y

40 - activar los tiristores de las fuentes de corriente individualmente, en particular de manera secuencial.

10. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que el dispositivo de soldadura:

45 - presenta varias, en particular cuatro fuentes de corriente, y

- un circuito rectificador común con una salida de tensión continua para poner a disposición una tensión de carga común, donde

50 - en la salida de tensión continua hay conectado un elemento RC, para influir en la tensión de carga común, y

- la salida de tensión continua está conectada con los elementos de carga, para poner a disposición la tensión de carga común en los elementos de carga, donde

55 - cada elemento de carga está configurado para cargar individualmente a partir de la tensión de carga común el condensador de la correspondiente fuente de corriente.

11. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que

60 - un o el circuito rectificador está configurado como circuito rectificador pasivo,

- el circuito rectificador pone a disposición en su salida de tensión continua una o la tensión de carga común,

- en una entrada de tensión alterna del circuito rectificador hay conectado un transformador de carga para alimentar el circuito rectificador con una conmutación bidireccional y

65 - está previsto un regulador de carga para controlar el transformador de carga, y está configurado para controlar

mediante el control del transformador de carga, la tensión de carga común.

12. Procedimiento para llevar a cabo un procedimiento de soldadura por descarga de condensadores, caracterizado por que se usa un dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones anteriores.

5 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que la al menos una primera fuente de corriente (10) genera un primer pulso de corriente de soldadura y la corriente de soldadura (I_w) y/o se supervisan las correspondientes corrientes de condensador y en dependencia de ello la segunda fuente de corriente (20) genera un segundo pulso de corriente de soldadura, en particular antes de que haya amainado el primer pulso de corriente de soldadura.

10 14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, caracterizado por que se generan sucesivamente varios pulsos de corriente de soldadura de manera alterna mediante la primera y la segunda fuente de corriente (10, 20) o progresivamente mediante la primera, segunda y al menos tercera fuente de corriente adicional.

15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado por que la conexión de respectivamente una corriente de condensador, en particular la activación del correspondiente tiristor, se produce en dependencia de tensiones de condensador que llegan al primer, al segundo y eventualmente al condensador adicional y/o en dependencia de una tensión diferencial de la primera o de la segunda tensión de condensador que llega al primer y al segundo condensador (C1, C2).

20 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado por que la activación de un tiristor para la conexión de una corriente de condensador se produce correspondientemente tras una demora de activación predeterminada, y que en particular para cada activación se predetermina una demora de activación individual.

25 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado por que

- están previstos varios tiristores correspondientemente para la conexión de una corriente de condensador y

30 - las corrientes de condensador se unen dando lugar a una corriente de soldadura y

- para cada tiristor están predeterminadas una o varias demoras de activación individuales, de manera que

35 - la corriente de soldadura se encuentra para un espacio temporal que comprende varias demoras de activación, dentro de un rango de corriente predeterminado, el cual se caracteriza por un límite de corriente inferior y un límite de corriente superior.

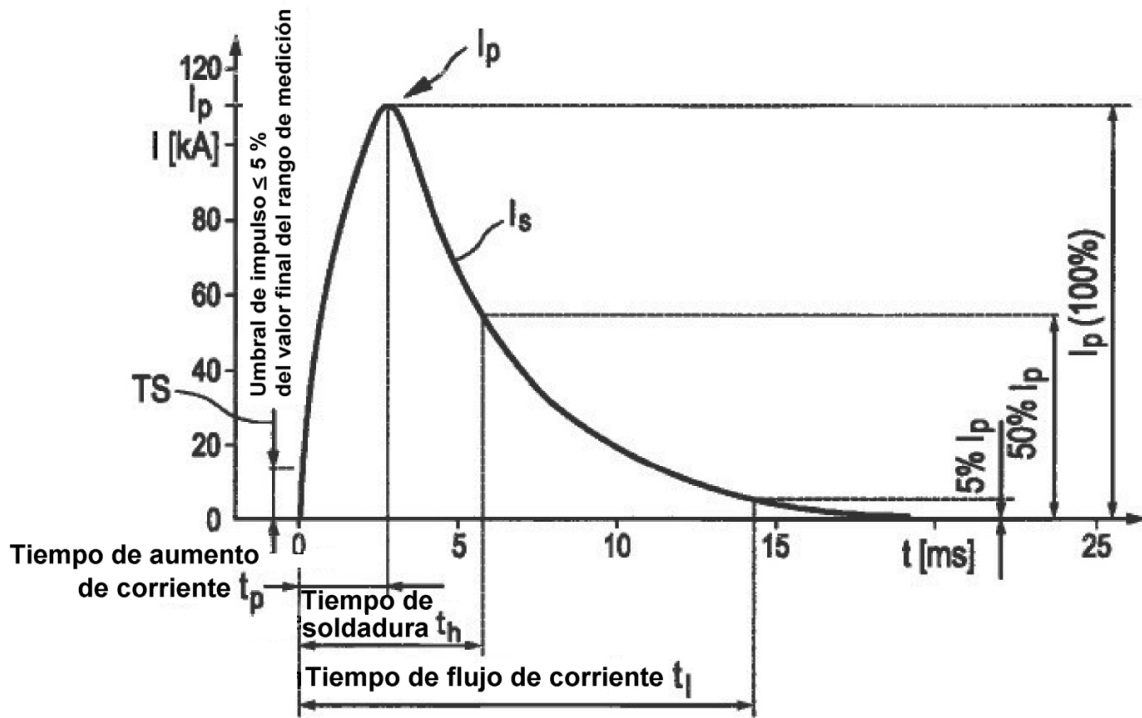


Fig. 1

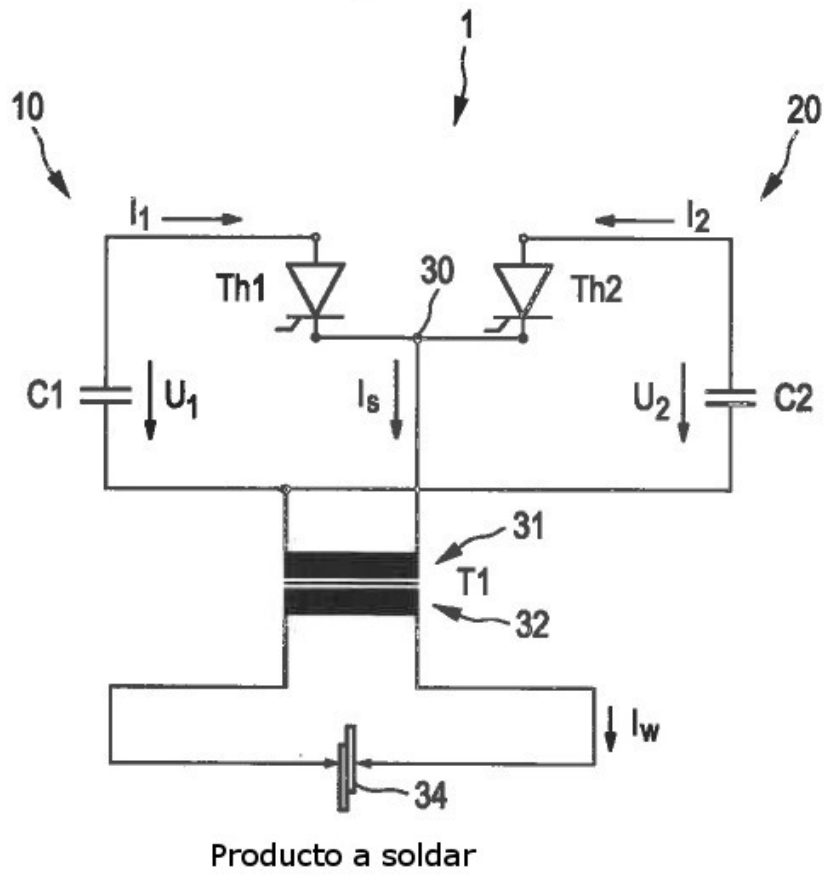


Fig. 2

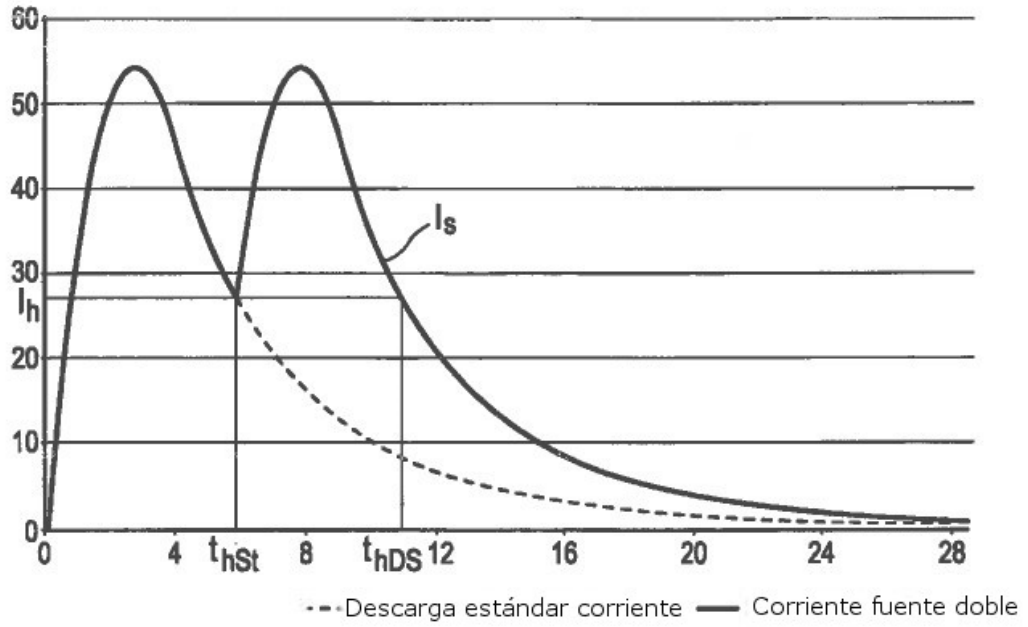


Fig. 3

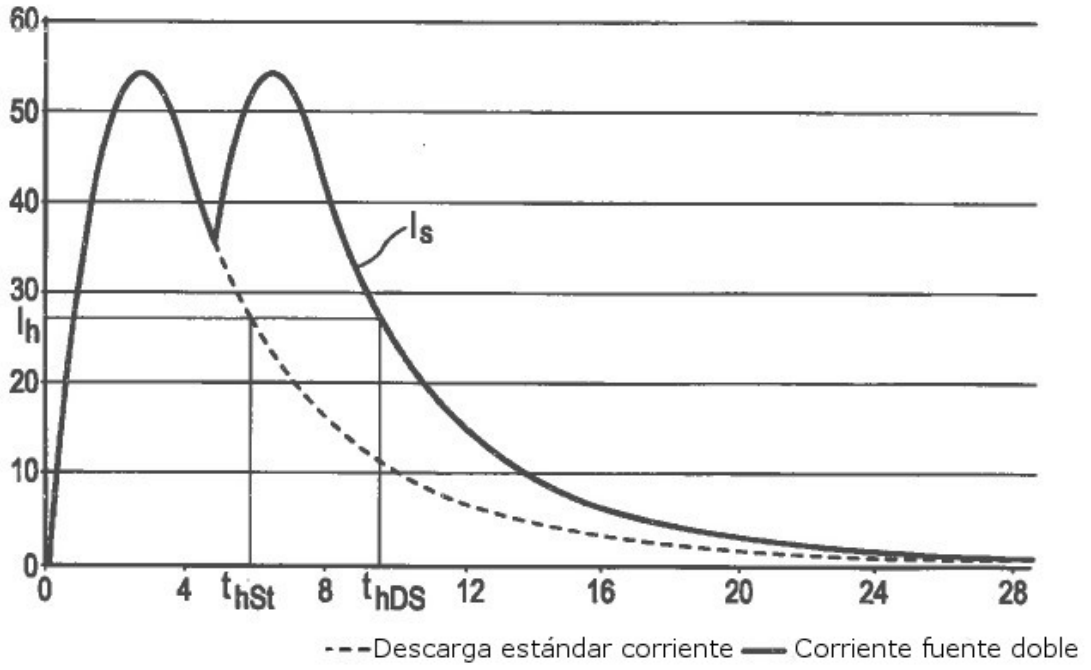


Fig. 4

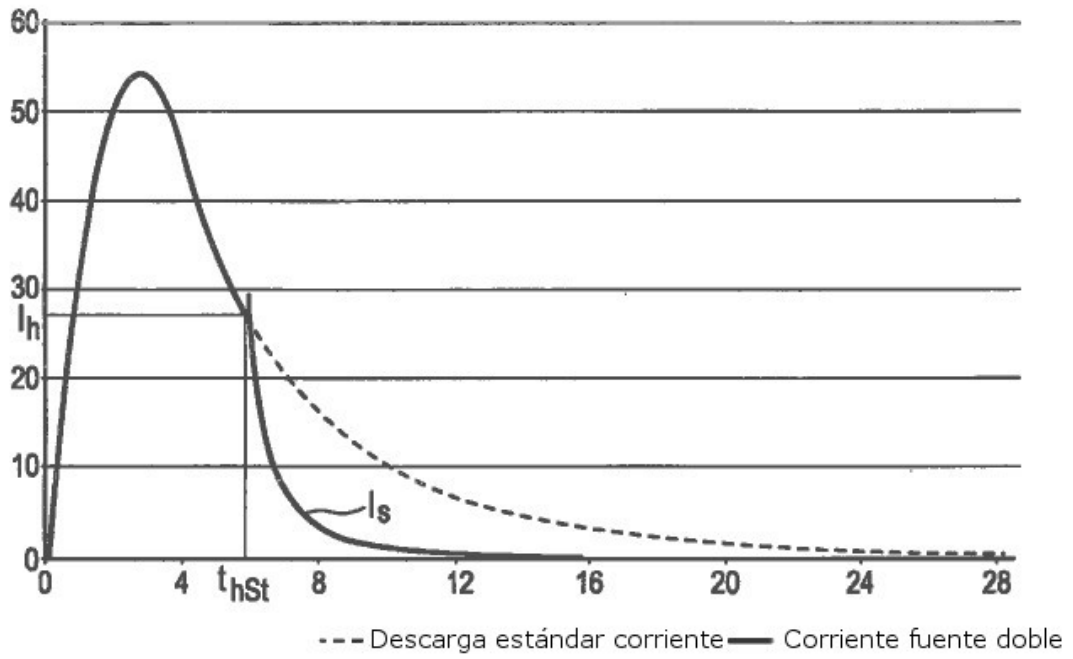


Fig. 5

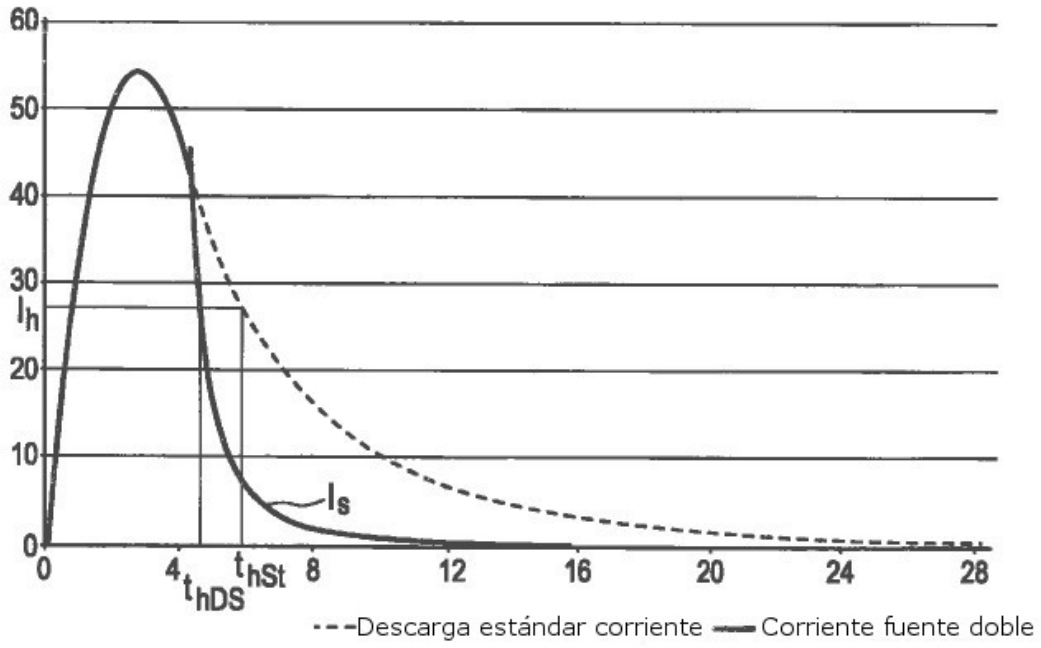


Fig. 6

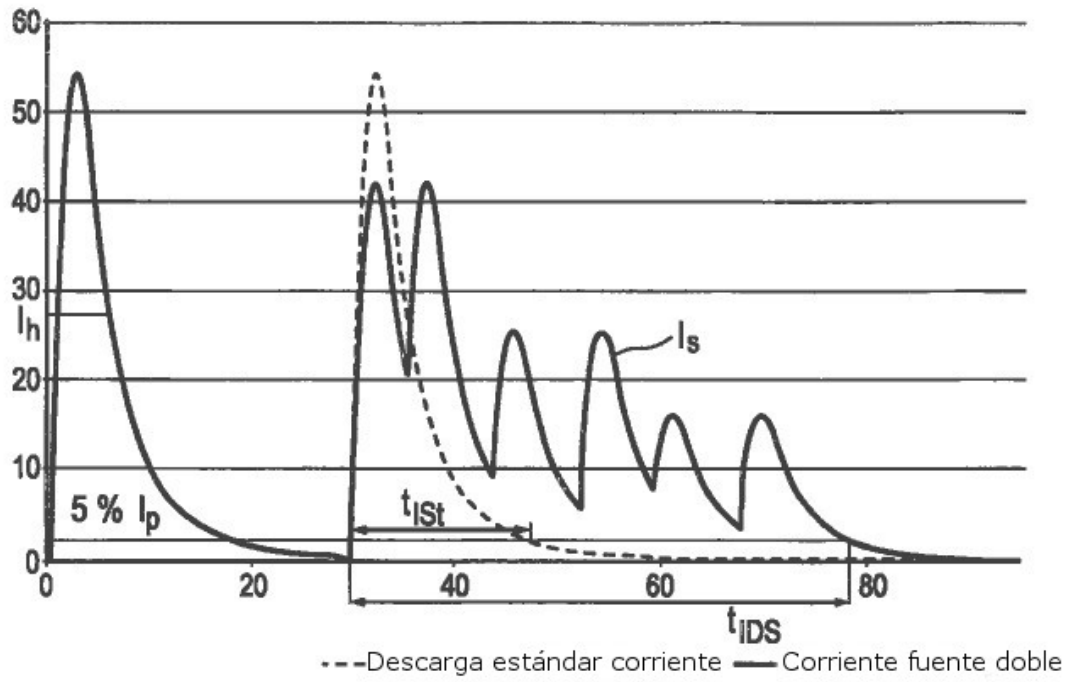


Fig. 7

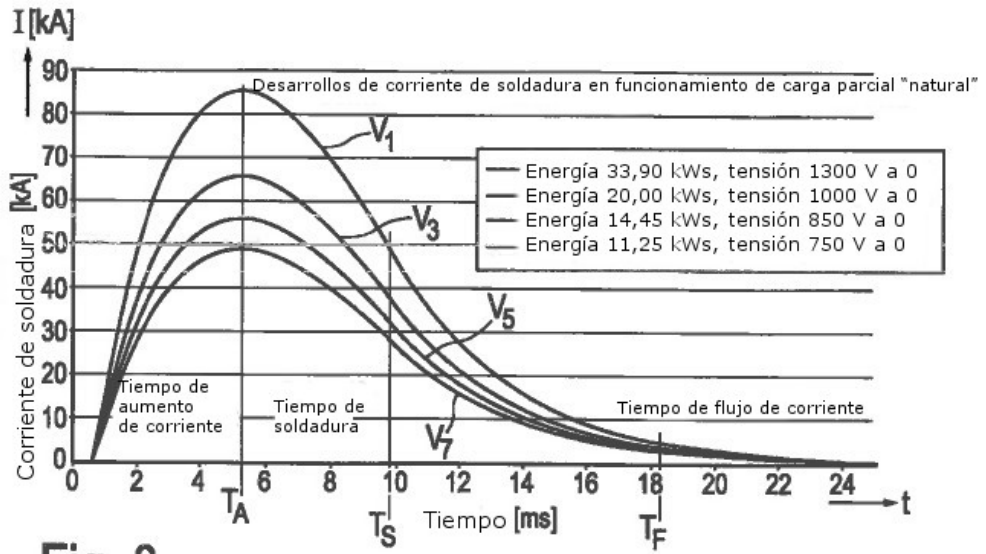


Fig. 8

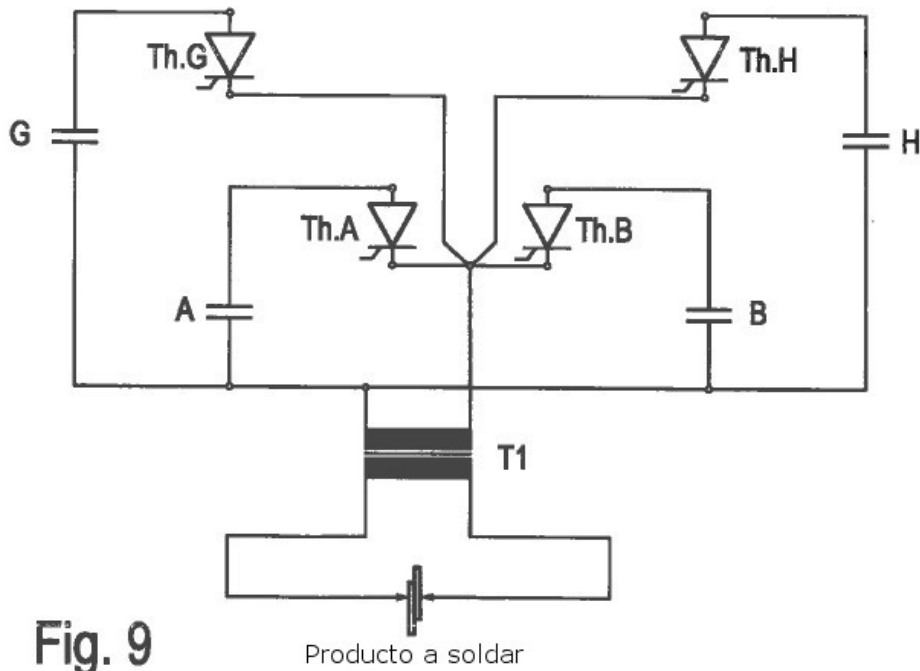


Fig. 9

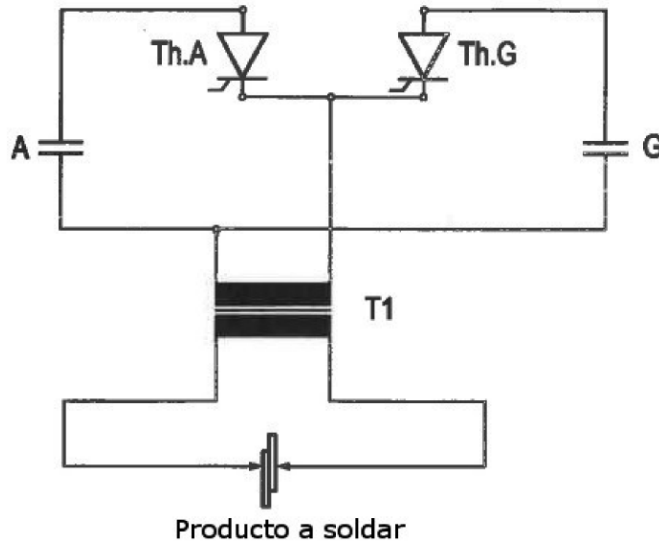


Fig. 10

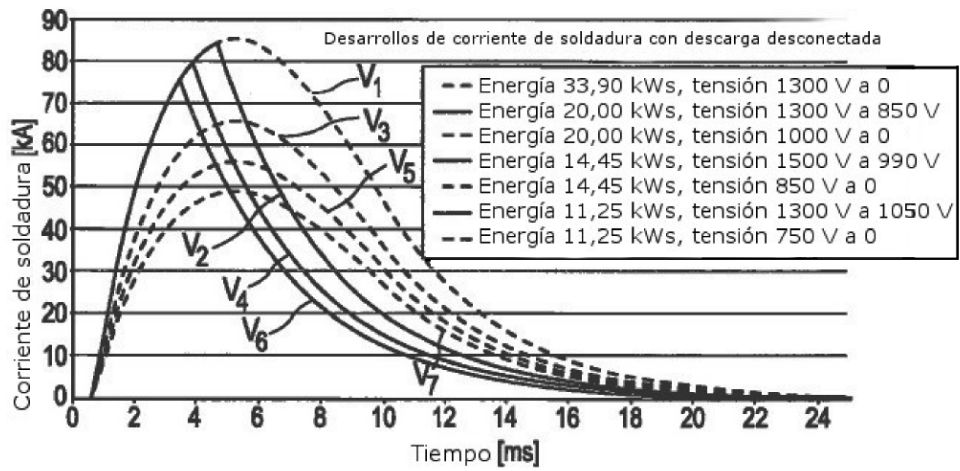


Fig. 11

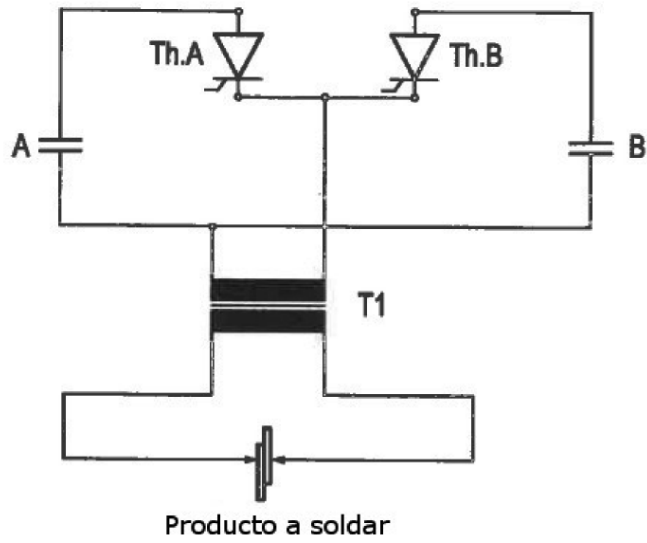


Fig. 12

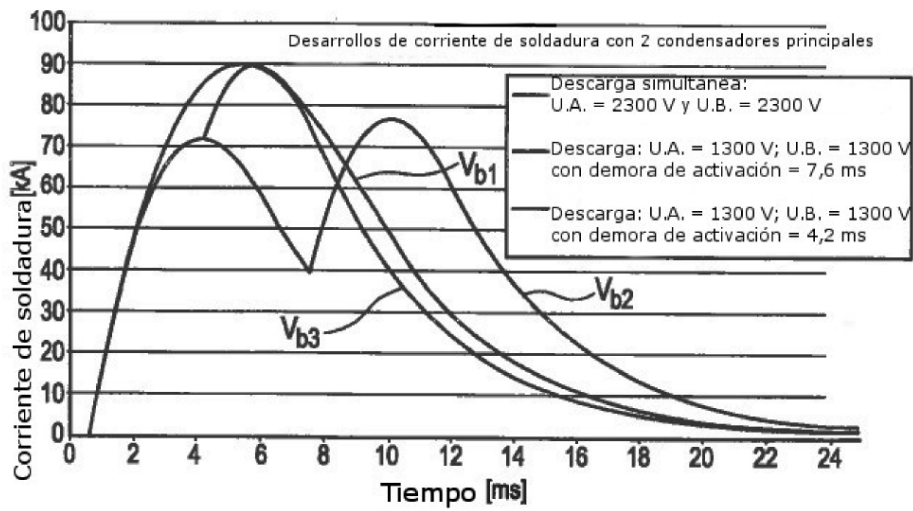


Fig. 13

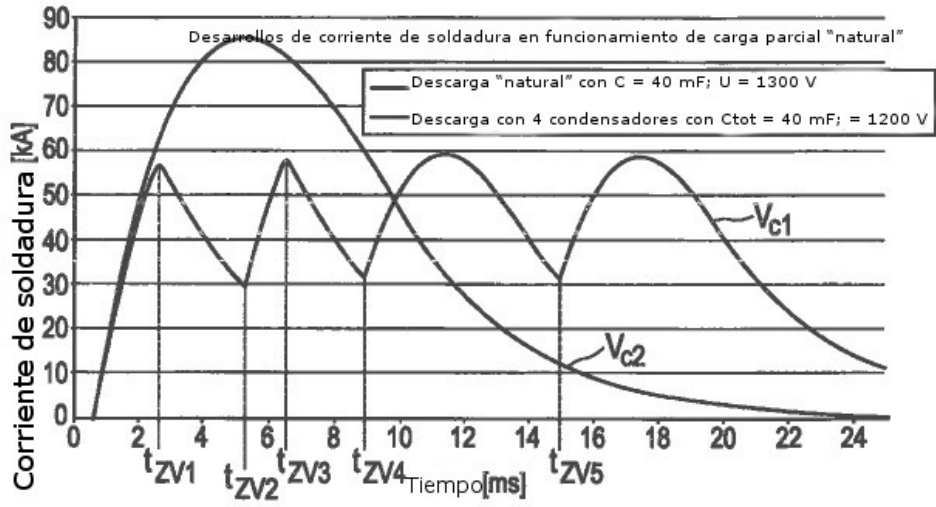


Fig. 14

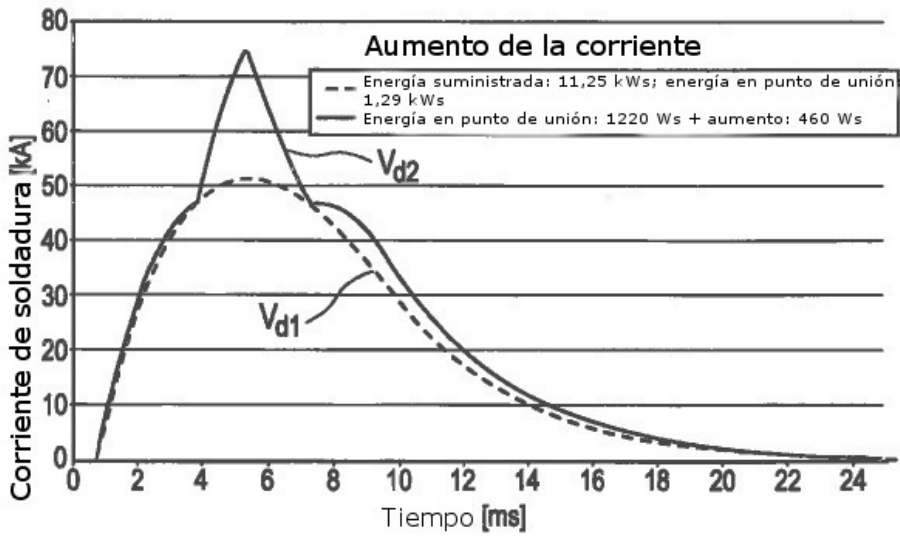


Fig. 15

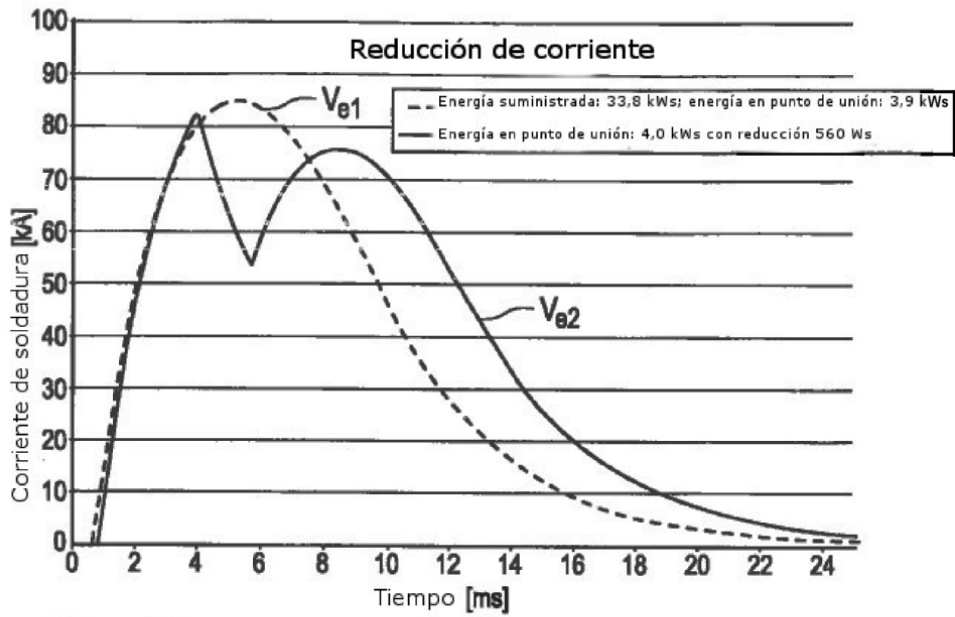


Fig. 16

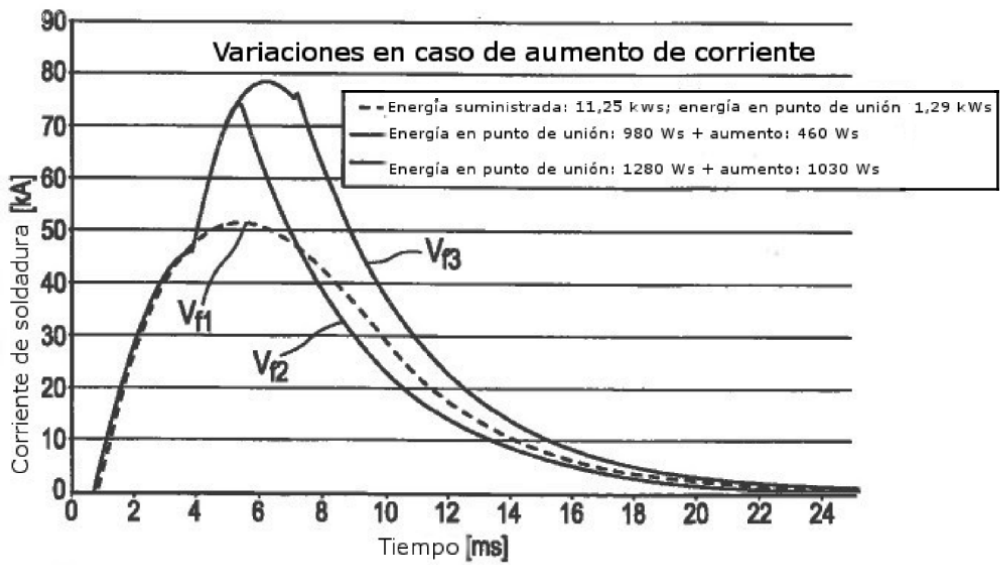


Fig. 17

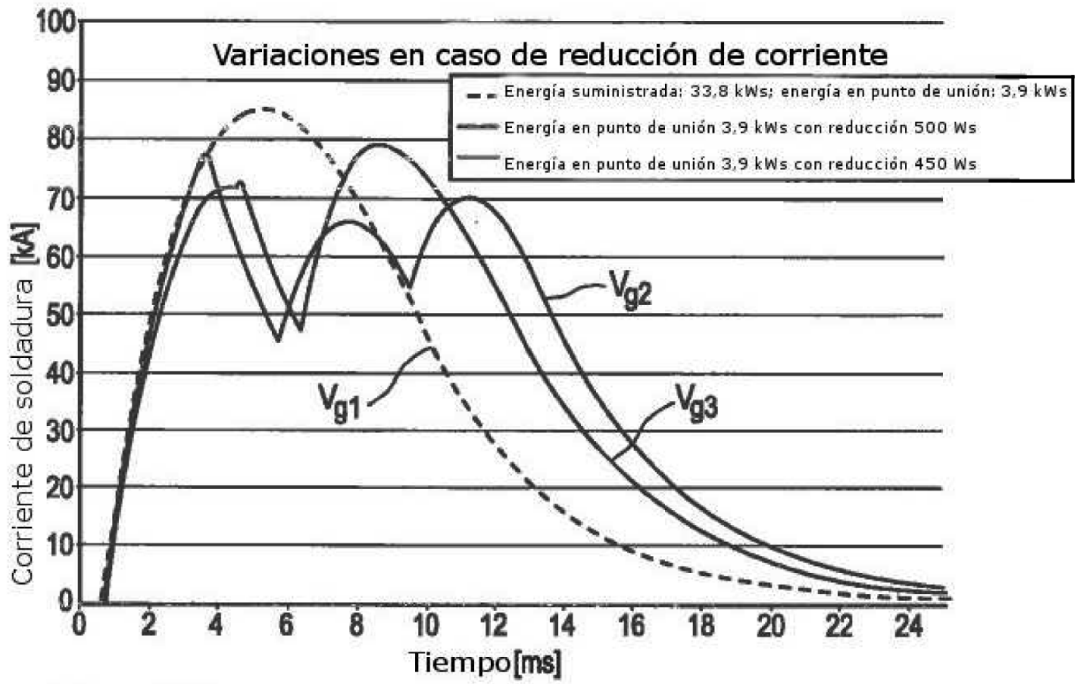


Fig. 18

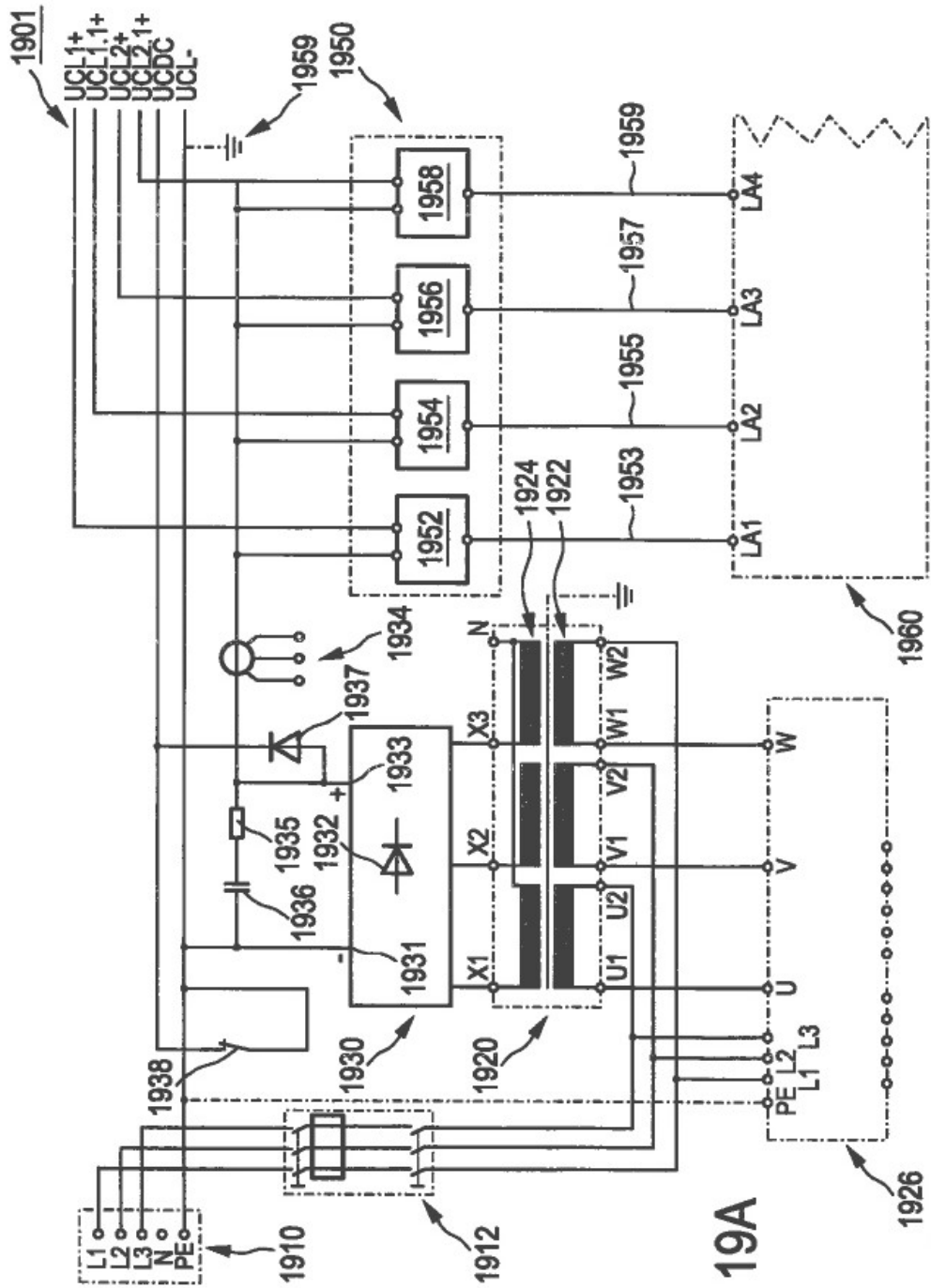


Fig. 19A

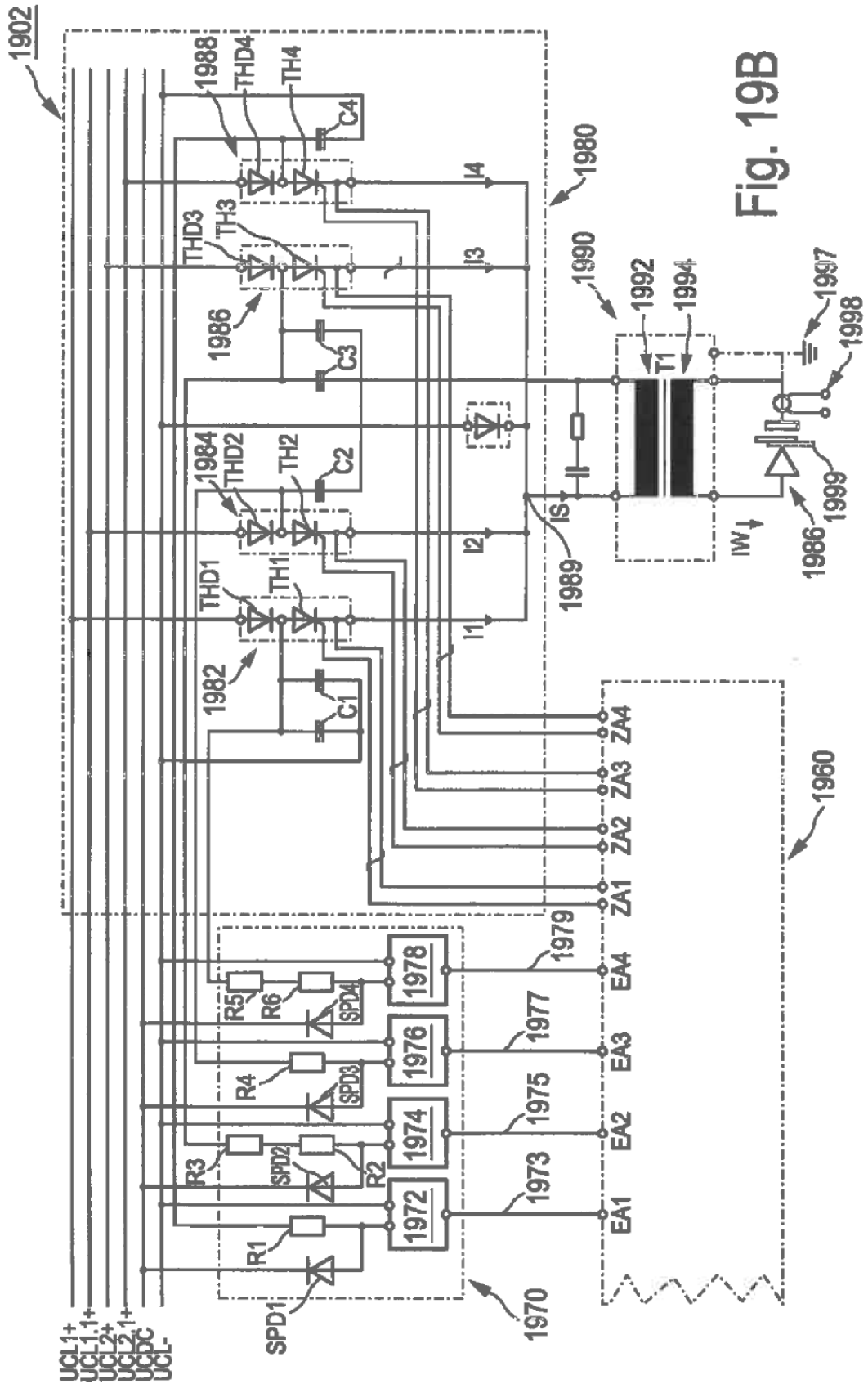


Fig. 19B