

333862

P.- 33.701

RUDD (TW-97 510.502=Wallace  
Collins Rudd "Welding by  
high frequency current  
penetration"



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de AMERICAN MACHINE & FOUNDRY COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 261 Madison Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN METODO PARA SOLDAR UNA SUPERFICIE DE UN PRIMER MIEMBRO METALICO CON RESPECTO A UNA SUPERFICIE QUE HACE CONTACTO CON ELLA DE OTRO MIEMBRO METALICO"

---

Este invento se refiere a soldadura mediante el uso de corriente de alta frecuencia.

5 El uso de corriente de alta frecuencia para fines de soldadura por diversos métodos ha llegado a estar muy generalizado, en particular en los casos en que se desea sacar partido del llamado "efecto Kelvin" o "efecto pelicular", al soldar una costura longitudinal en tubería que avanza rápidamente, en que tal corriente es aplicada a los lados opuestos de una separación de forma de V en la tubería poco antes del punto de soldadura. En tales casos, la corriente que circula

10



en cualquier instante en sentidos opuestos en lados opuestos de la separación es hecha concentrarse mucho en las superficies metálicas que se aproximan, las cuales son las únicas partes que es preciso calentar a la temperatura de soldadura.

5           No obstante, no se ha apreciado hasta el presente que puedan ser posibles o factibles otros determinados tipos de soldadura, o que el uso de corriente de alta frecuencia para ellos reporte ventaja alguna. Por ejemplo, cuando una lámina metálica está superpuesta sobre otra y en contacto con ella

10 se desea en muchas ocasiones soldar las dos láminas entre sí como mediante puntos de soldadura, o líneas de soldadura, entre las superficies en contacto que están cubiertas u ocultas y no son directamente accesibles. En tales casos suele utilizarse corriente continua o corriente alterna ordinaria de baja

15 frecuencia aplicada respectivamente por contactos que se aplican a la superficie superior del miembro superior y a la superficie inferior del otro miembro, de manera que al circular la corriente desde un contacto al otro, debe pasar a través del espesor de ambos miembros, y crear una masa más o menos

20 fundida entre los dos contactos, y formar con ello una soldadura. En tales casos, la mayor parte de la resistencia a la corriente (y el consiguiente efecto de calentamiento) tiende a producirse: (i) en las superficies de los contactos donde estos se aplican a las piezas de trabajo; y (ii) donde la superficie de una pieza de trabajo se aplica a la superficie de

25 la otra a ser soldada a ella. Ello, es debido a que, con tal corriente continua (o corriente alterna de baja frecuencia) tiende a existir una cantidad sustancial de "resistencia de contacto" en esos puntos, mientras que en la masa del metal

30 de las piezas de trabajo la resistencia, y el consiguiente efec



to de calentamiento, es relativamente baja, en particular si, como es el caso usual, tal corriente es libre de distribuirse por sí misma sobre un volumen considerable del metal, de manera que la corriente no se concentra donde se necesita.

5 El presente invento, a diferencia de los métodos en que se usa el "efecto Kelvin" de alta frecuencia, concierne de un modo más particular a métodos de soldadura en que se usa una corriente de alta frecuencia, en los cuales se hace deliberadamente que la corriente penetre en cambio en el metal de las piezas de trabajo hasta un grado controlado, calentando  
10 con ello el metal hasta un estado plástico, controlado, predeterminado, tal que, cuando se aplica presión para obligar a juntarse a las partes, resultará una soldadura del tipo forjada.

15 Se ha comprobado que de acuerdo con el presente invento y mediante el uso de corriente de alta frecuencia, puede lograrse una soldadura sorprendentemente eficaz, confiable y rápida, con tales tipos de soldadura, en que, por ejemplo, las superficies de contacto de dos láminas, placas u  
20 otras partes metálicas, han de ser soldadas entre sí, haciendo posible el método del invento lograr buenas soldaduras de tipo forjadas a lo largo de líneas o regiones bien definidas entre los miembros (por ejemplo en las regiones ocultas entre los miembros) por aplicación de la corriente de alta frecuencia  
25 solamente a una superficie expuesta de uno de los miembros.

De un modo más concreto, de acuerdo con el invento, una superficie de un primer miembro metálico puede ser soldada con respecto a una superficie que hace contacto con ella de  
30 otro miembro metálico, haciendo circular corriente a lo largo



de la dirección de una línea deseada predeterminada de soldadura, desde un punto a otro sobre la superficie expuesta del primer miembro, que es opuesta con respecto a dichas superficies de contacto, y de tal manera que la corriente de alta frecuencia penetra hasta una profundidad de referencia (como se define y explica aquí en lo que sigue) extendiéndose a través del primer miembro, a través de dichas superficies de contacto, y al menos parcialmente a través del segundo miembro, siendo la corriente de suficiente intensidad y duración para calentar el metal de los miembros hasta un estado plástico hasta una profundidad al menos a través de la línea deseada de soldadura, después de lo cual los miembros son sometidos a presión para obligarlos a juntarse, para formar entre ellos una soldadura de tipo forjada de tal metal plástico a lo largo de la línea de soldadura deseada. La corriente de alta frecuencia se aplica preferiblemente a los dos puntos antes mencionados mediante el uso de contactos deslizantes o de rodadura, aunque es concebible que con métodos adecuados pudiera ser inducida la corriente a circular como antes se ha dicho, mediante técnicas de calentamiento por inducción.

Este método de utilizar la corriente de alta frecuencia tiene una serie de ventajas importantes, debido a hechos que generalmente se han pasado por alto, o bien que no se han apreciado en la técnica de la alta frecuencia. Así, por ejemplo, los ensayos han demostrado que cuando pasa corriente de alta frecuencia desde un contacto (ya sea un contacto de tipo deslizante o de tipo de rodadura) a una pieza de trabajo, la resistencia de contacto y los consiguientes efectos de calentamiento en las proximidades inmediatas del contacto son sorprendentemente pequeños, incluso aunque las áreas eficaces - reales de los contactos sean pequeñas y se hayan aplicado con



sólo una ligera presión, e incluso si se han aplicado a superficies cubiertas con cascarilla. Así, los problemas de mantenimiento de los contactos de impedir que los mismos se sobrecaliente, así como el de evitar presiones que pudieran tender a dañar la pieza de trabajo, quedan reducidos al mínimo. Análogamente, la resistencia donde una de las piezas de trabajo hace contacto con la otra y ha de ser soldada a ésta, es bastante baja, de modo que el metal en la región inmediata a la soldadura no precisa de ordinario llegar a fundirse, sino que puede ser calentado hasta un grado plástico controlado, facilitando con ello una soldadura de tipo forjada cuanto las partes son obligadas a juntarse comprimiéndolas entre sí. Con tal corriente de alta frecuencia, el efecto de calentamiento puede ser fácilmente extendido hasta la profundidad requerida para la soldadura y, al propio tiempo, mediante el uso de los llamados "conductores de proximidad", puede concentrarse mucho la circulación de corriente de calentamiento en el metal a lo largo de la línea o zona de soldadura deseada y, dependiendo de la configuración de la soldadura deseada (de si es recta, curvada o descentrada de diversas maneras, etc.) puede fácilmente hacerse que el circuito de la corriente de calentamiento adopte una forma correspondiente. Y al evitarse las dificultades de la resistencia de contacto, como antes se ha indicado, no solamente se hace posible la introducción en el metal de grandes cantidades de energía a ritmo rápido, permitiendo operaciones de soldadura sumamente rápidas, con una rapidez muchas veces superior a la de la soldadura usual, sino que además, la concentración de la corriente de calintamiento a lo largo de los circuitos donde es realmente utilizada evita el desperdicio de energía, a la vez que contribuye a tales altas velo-



ciudades de funcionamiento, y evita, en la mayoría de los casos la formación de metal fundido y cualesquiera deformaciones permanentes consiguientes de las piezas de trabajo.

5 Otros varios y más específicos objetos, características y ventajas del invento se pondrán de manifiesto de la descripción que se dá a continuación, considerada en relación con los dibujos que se acompañan, en que se ilustran a manera de ejemplo formas preferidas del invento.

En los dibujos:

10 La Fig. 1 es una vista esquemática que muestra en perspectiva una de las disposiciones preferidas para llevar a la práctica el invento;

15 La Fig. 2 es una vista en corte vertical longitudinal en que se indican la profundidad y la extensión de la penetración de la corriente de calentamiento en los miembros a ser soldados entre sí;

La Fig. 3 es una vista similar a la de la Fig. 2, pero en que se indican las zonas en las cuales son calentadas las piezas de trabajo hasta estado, plástico;

20 La Fig. 4 es una vista en corte vertical transversal en que se ilustra la profundidad de penetración de la corriente de calentamiento;

25 La Fig. 5 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra el modo en que la corriente continua o la corriente alterna de baja frecuencia ordinaria (como en la técnica anterior) tiende a distribuirse por sí misma ampliamente cuando es aplicada mediante contactos a una pieza de trabajo;

30 La Fig. 6 es una vista en perspectiva en cierto modo similar a la de la Fig. 1, pero en que se ilustran ciertas modificaciones, y en la que se ilustra una forma típica del



aparato con mayor detalle;

La Fig. 6A es una vista en corte vertical transversal dado sustancialmente a lo largo de la línea 6A-6A de la Fig. 6;

5 Las Figs. 7 y 8 son vistas en perspectiva esquemáticas que ilustran ejemplos del invento aplicados al problema de formar simultáneamente una pluralidad de soldaduras en general paralelas entre las piezas de trabajo;

10 La Fig. 8A es una vista en perspectiva esquemática de otra realización, mostrando el invento aplicado al problema de soldar juntas, a lo largo de líneas longitudinales, las capas interior y exterior de un tubo de paredes múltiples;

15 La Fig. 9 es una vista en perspectiva esquemática de otra realización del invento aplicada al problema de soldar cuando uno de los miembros es una lámina ondulada;

La Fig. 10 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra el modo en que puede usarse el invento para soldar entre sí piezas de trabajo las cuales están conectadas por sus partes de borde por medios de costura de entrelazado;

20 La Fig. 11 es una vista en corte vertical transversal dado sustancialmente a lo largo de la línea 11-11 de la Fig. 10, indicando la formación de la soldadura resultante;

25 La Fig. 12 es una vista en perspectiva esquemática en que se ilustra el invento aplicado al problema de soldar una lámina a un borde de un miembro sobre el cual está superpuesta dicha lámina;

30 La Fig. 13 indica las formaciones de la soldadura resultante cuando tal placa o lámina es soldada sobre bordes de dos formas de chapas sobre las cuales está superpuesta la lámina;



La Fig. 14 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra el invento aplicado al problema de formar una soldadura entre dos miembros, uno de los cuales es de una forma especial, como se ha ilustrado;

5 La Fig. 15 es una vista en perspectiva esquemática en que se muestra el invento aplicado al problema de formar una soldadura que se extiende a lo largo de una línea curvada o bien, en caso de que las piezas de trabajo están en movimiento, la disposición permite formar una soldadura a lo largo de una banda de anchura sustancial;

10 La Fig. 16 ilustra el modo en que puede ser aplicado el invento cuando se desea iniciar la línea de soldadura en los extremos delanteros de las piezas de trabajo, y continuar la línea de soldadura hasta los mismo extremos finales de aquellas;

15 La Fig. 17 es una vista en perspectiva esquemática de una realización del invento adaptada para formar líneas de soldadura transversales a la dirección de movimiento de las piezas de trabajo, en particular en los casos en que la pieza de trabajo es de un material relativamente delgado;

20 La Fig. 18 es una vista en corte, dado, sustancialmente a lo largo de la línea 18-18 de la Fig. 17 y en que se muestra la distribución de la corriente de alta frecuencia que circula entre los contactos que aplican la misma;

25 Las Figs. 19A a 19D inclusive ilustran varios modos diferentes en que pueden sujetarse las piezas de trabajo en relación apropiada durante la operación de soldadura; y

Las Figs. 20 y 21 son vistas en perspectiva esquemáticas de otras realizaciones alternativas del invento.

30 Refiriéndonos ahora más especialmente a la Fig. 1,



se ha ilustrado en ella una primera parte metálica 25, super-  
puesta sobre una segunda parte metálica 26, habiéndose repre-  
sentado aquí ambos miembros citados en forma de láminas o  
miembros similares a placas, aunque se comprenderá que el in-  
5 vento no queda necesariamente limitado a la soldadura de -  
miembros de formas similares a láminas o placas. La disposi-  
ción aquí representada está adaptada para producir la solda-  
dura de la superficie inferior del miembro 25 a la superfi-  
cie superior del miembro 26, el cual es sujetado por medios  
10 adecuados (no representados) en contacto con aquel, producién-  
dose la soldadura a lo largo de una línea por debajo de las  
líneas de trazos indicadas en 27. Corriente procedente de una  
fuente adecuada de alta frecuencia 28 es aplicada en este ca-  
so a contactos 29 y 30 convenientemente espaciados entre sí,  
15 de modo que haya un circuito de paso de corriente entre ellos  
a lo largo de la línea de trazos indicada en 31. Aunque los  
contactos (como aquí se ha ilustrado) pueden ser de construc-  
ción adecuada y de tipos conocidos hasta el presente para uso  
en aparatos de soldadura de alta frecuencia y dispuestos para  
20 aplicarse a deslizamiento al trabajo, los mismos pueden ser,  
si se prefiere, de forma de rodillo, como se explica en lo que  
sigue en relación con la Fig. 6, por ejemplo. Las conexiones  
eléctricas 32, 33, para conducir la corriente a los contactos,  
están dispuestas de preferencia de modo que una o las dos (la  
25 conexión 33 en la forma aquí representada) tiene una parte, co-  
mo la 34, que se extiende en estrecha proximidad a lo largo  
del circuito deseado de la corriente de calentamiento 31. Pues-  
to que en cualquier instante la corriente estará circulando  
en la parte 34 en una dirección opuesta a la de la circulación  
30 a lo largo del circuito 31, el efecto del conductor 34 de es-



5           trecha proximidad será el de hacer que la corriente en el cir-  
          cuito 31 esté muy estrechamente confinada a ese circuito. Aun-  
          que usualmente, si los constactos están espaciados a cierta  
          distancia entre sí, como aquí se ha ilustrado, será deseable  
10           tener una parte de conductor de proximidad como en 34 que se  
          extienda horizontalmente a lo largo y muy cerca por encima del  
          circuito de corriente 31, sin embargo en ciertos casos en que  
          los contactos pueden estar mucho más próximos entre sí, las co-  
          nexiones de cable pueden extenderse directamente hasta los con-  
15           tactos, y se comprobará que tales conexiones de cable siguen  
          proporcionando un grado sustancial del efecto de proximidad,  
          originando la estrecha concentración del flujo de corriente a  
          lo largo de un circuito estrecho en la pieza de trabajo.

          Se comprenderá que, como en el caso usual de conexio-  
15           nes de alta frecuencia, las mismas deben ser convenientemente  
          refrigeradas por flúido, como también debieran serlo los con-  
          tactos, o al menos las partes de soporte para ellos, aunque  
          en la Fig. 1, por simplicidad, se han representado las conexio-  
          nes simplemente como líneas de trazo grueso, Como se ha ilus-  
20           trado en la Fig. 2, la corriente que circula desde el contacto  
          29 al contacto 30 puede hacerse que circule en las partes me-  
          tálicas hasta una profundidad de referencia predeterminada, como  
          se explica en lo que sigue, y de ordinario se hará que la cor-  
          riente circule en las zonas indicadas por líneas de trazos hori-  
25           zontales 35 en la Fig. 2.

          Suponiendo ahora que se hacen avanzar rápidamente las  
          piezas de trabajo en la dirección de las flechas indicadas en  
          las Figs. 1, 2 y 3, la corriente producirá el calentamiento del  
          metal hasta sustancialmente un estado plástico controlado so-  
30           bre las zonas indicadas por las líneas de trazos horizontales



36 en la Fig. 3. Viendo la misma región transversalmente en  
corte vertical como en la Fig. 4, el metal será calentado a  
tal estado plástico sobre una zona, tal como la indicada en  
37. Luego, al ser hechas avanzar las piezas de trabajo, las  
5 mismas pueden ser hechas pasar a través de medios adecuados  
de aplicación de presión, para forzar a una firmemente contra  
la otra, y éstos, como se ha ilustrado en la Fig. 1, pueden  
adoptar la forma de rodillos de presión superior e inferior  
40 y 41, los cuales hacen entonces que se forme una buena sol-  
10 dadura del tipo forjada entre las superficies en contacto de  
las piezas de trabajo. Debido a la concentración de la corrien-  
te a causa de la presencia del conductor de proximidad 34, -  
existirá una alta densidad de energía eléctrica, en kilovatios  
por centímetro cuadrado, en las regiones indicadas en 35 en la  
15 Fig. 2; y, por otra parte, el calentamiento de la superficie  
del miembro inferior 26 resultará aumentado a causa de la con-  
ducción térmica desde el miembro superior.

En contraposición con la distribución de la corrien-  
te alta de frecuencia, como en la Fig. 2, puede observarse que,  
20 si en lugar de ella se usase corriente continua o corriente al-  
terna de baja frecuencia ordinaria, entonces, al pasar entre  
dos contactos, como 29' y 30' (según se ha ilustrado en la Fig.  
5), tal corriente se distribuiría sobre una zona amplia, como  
se ha indicado en 42, y tal corriente en las profundidades del  
25 metal, seguiría estrechamente los circuitos de menor resisten-  
cia óhmica y por tanto, en el caso usual, la parte principal de  
la misma tendería a calentar la pieza de trabajo superior 25',  
incluso hasta estado de fusión, posiblemente antes de haber pa-  
sado suficiente corriente, a través de las superficies en con-  
30 tacto, el miembro inferior 26', para calentar a este último a



cualquier temperatura de soldadura.

5 Como se ha indicado en la Fig. 1, si se desea puede conectarse la fuente 28 de alta frecuencia a través de un dispositivo pulsante adecuado 43, o bien, si se desea, de una disposición asociada con el generador de alta frecuencia o que forma parte de éste, con objeto de alimentar la corriente en forma de una sucesión de impulsos, haciendo con ello que las soldaduras se formen como una sucesión de líneas cortas o incluso como una sucesión de puntos, dependiendo de la velocidad de avance del trabajo en comparación con la rapidez del calentamiento. Esa pulsación, por ejemplo, puede lograrse aplicando un potencial de bloqueo negativo a la rejilla del oscilador (en caso de que se use un oscilador como fuente de alta frecuencia) mediante el uso de un interruptor operado de manera intermitente, el funcionamiento del cual puede ser graduado, si se desea, con el movimiento de las piezas de trabajo. Una disposición de esta clase se ha descrito en la solicitud de patente para los EE.UU., pendiente de tramitación, del solicitante, Número de Serie 365.835, presentada con fecha 7 de Mayo de 1.964.

15 Se comprenderá que las piezas de trabajo, son hechas avanzar en contacto, como se ha ilustrado en la Fig. 1, por cualesquiera medios adecuados, tales como rodillos de alimentación (no representados) o de otro modo. Además, pueden usarse cualesquiera medios adecuados para retener las piezas de trabajo en aplicación o en contacto, habiéndose descrito varios ejemplos de tales medios en lo que sigue en relación con las Figs. 19A a 19D inclusive. Se comprenderá además que, en algunos casos, si se prefiere, el conjunto que comprende los contactos y sus conexiones puede ser hecho avanzar con rela-



ción a las piezas de trabajo, mientras estas últimas quedan estacionarias. En todavía otros casos (como se explica aquí en lo que sigue), esta disposición de contactos de alta frecuencia y conexiones, así como las piezas de trabajo, pueden permanecer estáticas, mientras que pueden usarse otros medios, tales como los medios a que se hace referencia en lo que sigue en relación con las Figs. 20 y 21, para obligar a juntarse las piezas en relación de soldadura forjada después de calentar las mismas hasta estado plástico a lo largo del circuito de corriente 31 y por debajo de éste.

A continuación se explicará con mayor detalle el modo en que puede ser controlado el flujo de alta frecuencia hasta la profundidad de referencia deseada (o profundidad de penetración).

Es habitual definir la profundidad de penetración de la corriente de alta frecuencia en un conductor, o bien la llamada "profundidad de referencia" como sigue;

$$d = 12.956 \sqrt{\frac{r}{pf}}$$

donde,

d es la profundidad de referencia en centímetros;  
r es la resistividad del metal en ohmios-centímetro;  
p es la permeabilidad relativa del conductor; y  
f es la frecuencia de la corriente en ciclos por segundo.

Como se observará de la anterior ecuación, cuanto mayor sea la resistividad del conductor tanto más profunda circulará la corriente en él; y cuanto más magnético sea el material, tanto más superficial será el paso de corriente; y, además, cuanto mayor sea la frecuencia tanto más superficial



será el paso de corriente. La importancia de la llamada "profundidad de referencia", de acuerdo con la terminología muy extendida y aceptada en la técnica, es que representa una profundidad en centímetros dentro de la cual está circulando en el conductor aproximadamente el 86% de la corriente total. Tal profundidad de referencia será desde luego diferente para conductores de diferentes materiales, con resistividades diferentes; y será también diferente cuando difiera ampliamente la temperatura del material, por ejemplo, como consecuencia de que el material tiene una mayor resistividad a temperaturas más altas.

Usando la fórmula que antecede, se dan en la tabla que sigue ejemplos de la profundidad de referencia en centímetros para diversos conductores diferentes, a diferentes temperaturas y frecuencias;



T A B L A

Material	Temp <sup>a</sup> °C	r ohm-cm x 10 <sup>-6</sup>	p Rel.	Frec. KC	d centímetros
Cobre	20	0,27	1,0	450	0,0102
	20	0,27	1,0	10	0,0660
	982	1,45	1,0	450	0,0228
	982	1,45	1,0	10	0,1541
Latón	20	0,97	1,0	450	0,0188
	20	0,97	1,0	10	0,1270
	538	1,77	1,0	450	0,0254
	538	1,77	1,0	10	0,1702
Aluminio	20	0,44	1,0	450	0,0127
	20	0,44	1,0	10	0,0838
	538	1,61	1,0	450	0,0241
	538	1,61	1,0	10	0,1626
Acero inoxidable (no magnético)	20	11,42	1,0	450	0,0635
	20	11,42	1,0	10	0,4318
	1205	20,27	1,0	450	0,0863
	1205	20,27	1,0	10	0,5766
Acero de bajo contenido en carbono	20	1,97	500,0	450	0,0007
	20	1,97	500,0	10	0,0051
	1205	19,68	1,0	450	0,0838
	1205	19,68	1,0	10	0,5689

En el acero magnético, d depende de la permeabilidad, la cual depende a su vez de la densidad de flujo, la cual es a su vez máxima en la superficie y disminuye hacia dentro aproximadamente en la misma forma que la densidad de corriente.



De esta tabla puede verse, por ejemplo, que operante con 450 kilociclos en acero inoxidable no magnético a la temperatura ambiente, la profundidad de penetración de la corriente es de 0,0635 cm. Estos significa que aproximadamente el 86% de la corriente total que circula en la lámina de acero inoxidable está comprendida en 0,0635 cm desde la superficie superior. En tal caso la corriente está evidentemente circulando en su totalidad a través del espesor total de la lámina, aunque la distribución de corriente sería algo más densa junto a la superficie superior a la cual fueron aplicados los contactos, que en la superficie inferior; pero en todo caso se calentaría el espesor total de la lámina. Ahora bien, si en lugar de usar una sola lámina de tal acero inoxidable, se superpusieran por ejemplo dos láminas en contacto una sobre otra, siendo cada una de un espesor de 0,030 cm, entonces la totalidad de la corriente estaría circulando a través del espesor total de las dos láminas, es decir a través de 0,060 cm. Los ensayos han revelado que este resulta ser el caso cuando una lámina descansa sobre la otra, incluso aunque las dos láminas no estén necesariamente por completo en íntimo contacto. Es decir, incluso aunque la línea de división origine, con corriente continua (o con corriente alterna de baja frecuencia ordinaria) una zona de resistencia de contacto que se interpone entre las dos láminas (impidiendo así la fácil circulación de tal corriente a la lámina inferior), no se produce tal dificultad con las corrientes de alta frecuencia previstas en este invento.

Con el presente invento, la frecuencia de la corriente usada puede variar desde un margen inferior (comprendido entre 3.000 y 10.000 ciclos por segundo) hasta un margen superior que puede llegar a ser hasta de, por ejemplo, un millón de ciclos



por segundo. Los generadores de alta frecuencia para esta finalidad, con una frecuencia de 300.000 a 450.000 ciclos, se encuentran corrientemente, aunque son bastante factibles frecuencias de 50.000 a 100.000 ciclos cuando se pueden encontrar económicamente generadores de esas frecuencias.

Se comprenderá que, de acuerdo con el invento, pueden soldarse entre sí miembros que estén formados de metales diferentes, y que tengan diferentes temperaturas de soldadura, y que puedan ser de varios gruesos diferentes. Para hacerlo así será preferible usualmente seguir los procedimientos que se dan a continuación:

(i) Colocar el miembro más delgado en aplicación con los contactos. La corriente penetrará entonces en el miembro bajo ellos más fácilmente.

(ii) Colocar el miembro de mayor resistencia en aplicación con los contactos. La corriente penetrará en ese miembro más fácilmente en profundidad, y por tanto llegará más fácilmente al miembro inferior.

(iii) Si uno de los miembros es magnético, poner el mismo bajo el otro miembro, ya que la penetración del material magnético se logra así fácilmente, y tendería a limitar la penetración de la corriente si fuese éste el miembro superior en aplicación con los contactos. (No obstante, de la tabla anterior se observará que, si se calienta un miembro magnético, por ejemplo acero de bajo contenido en carbono, por encima de su punto de Curie, se tiene que a una frecuencia de 450 kc, la profundidad de referencia será muchas veces superior a la correspondiente a la temperatura ambiente, y a 10 kc todavía mucho mayor. Así, en algunos casos puede ser ventajoso precalentar el miembro o miembros magnéticos inmediatamente antes de



llevar los mismos a la estación de soldadura.

5 (iv) El calentamiento relativo de los dos miembros metálicos puede ser controlado por selección de una frecuencia tal que la profundidad de penetración a través del miembro superior sea justamente la suficiente para proporcionar el calor necesario en el miembro inferior.

10 (v) Al soldar metales diferentes, con diferentes temperaturas ideales de soldadura, puede preferirse colocar en la parte superior aquel que requiera la temperatura más alta, y seleccionar una frecuencia de corriente tal que se proporcione la profundidad apropiada de penetración de corriente y calentamiento del miembro inferior.

15 Se comprenderá que, en el caso usual, la corriente ha de penetrar en el miembro inferior solamente hasta una profundidad de referencia, tal que la superficie superior del mismo sea llevada a la temperatura de soldadura plástica deseada, mientras que siguen quedando rígidas las partes más bajas del miembro inferior, de manera que las mismas sirvan para evitar cualquier desplazamiento o deformación de las partes, como ocurriría si el metal se reblandeciese en toda la profundidad de los miembros. Puede observarse que, aunque se desee limpiar las superficies que han de llegar a contacto de soldadura, sin embargo no es necesario que las mismas estén perfectamente limpias o exentas de cascarilla cuando se usa corriente de alta frecuencia.

20

25

30 A continuación se estudiarán nuevas realizaciones del invento en relación con las restantes figuras de los dibujos. En la Fig. 6, la fuente 28 de corriente de alta frecuencia puede ser conectada a través de cables, que en la práctica pueden adoptar las formas rígidas indicadas en 45 y 46, con cavidades de refrigeración por fluido, llevando el cable 45



un contacto de rodillo 47, y llevando el cable 46 una parte  
48 de conductor de proximidad hueca refrigerada por flúido,  
que se extiende a lo largo y por encima de la línea deseada  
de calentamiento indicada por la línea de trazos 49, y a un  
5 soporte 50 refrigerado por flúido para otro contacto de rodi-  
llo 51. Este último rodillo puede también actuar juntamente  
con un rodillo por debajo en 52, para aplicar la necesaria  
presión de soldadura para obligar a que el miembro superior  
53, que ha de ser soldado, presiones contra un miembro infe-  
rior 54 a lo largo de la línea deseada de soldadura, la cual  
10 tiene lugar por debajo de las líneas de trazos indicadas en  
55. Si se desea puede montarse convenientemente un rodillo de  
soporte 56 debajo del contacto de rodillos 47. Con el ejemplo  
representado en la Fig. 6, el grado de concentración de cor-  
riente a lo largo del circuito deseado de paso de corriente en  
15 49 puede aumentarse, si se desea, montando elementos magnéti-  
cos (con medios de soporte adecuados, no representados) como  
en 57, 58 de un material aislante cerámico adecuado, los cua-  
les tenderán a repeler la corriente de alta frecuencia sobre  
la superficie del miembro 53, haciendo así que la misma se con-  
centre estrechamente hacia y a lo largo de la línea 49. En al-  
gunos casos puede no ser conveniente colocar tales miembros  
magnéticos encima del miembro 53, y ser más conveniente colo-  
car miembros análogos a lo largo y por debajo del miembro 54,  
20 como se ha ilustrado en 60 y en 61 en la Fig. 6 A.

Con la realización de la Fig. 7, han de soldarse un  
par de placas 62, 63 entre sí, a medida que avanzan en la direc-  
ción de la flecha representada, a lo largo de una pluralidad de  
bandas de soldaduras situadas debajo de las líneas de trazos  
30 indicadas en 64, 65, 66 y 67. Esto puede efectuarse fácilmente



de acuerdo con el invento, conectando la fuente de alta frecuencia a un contacto, como en 68, y a otro contacto como en 69, estando este último conectado a la fuente de corriente a través de una pluralidad de partes de conductor de proximidad, como en 70 a 76 inclusive. Las partes 70, 72, 74 y 76 están convenientemente montadas para extenderse longitudinalmente a lo largo de, próximas a y por encima de las líneas de seadas de calentamiento, las cuales están indicadas por las líneas de trazos numeradas de manera correspondiente con notación de números primos. Entonces, esas partes de conductor que se extienden longitudinalmente están conectadas todas ellas en un circuito en serie, como se ha representado por las partes que se extienden transversalmente 71, 73 y 75. Puesto que las piezas de trabajo están avanzando transversalmente a estas últimas conexiones, la corriente que circula transversalmente por debajo de las mismas no persistirá a lo largo de cualquier línea durante el tiempo suficiente para originar cualquier calentamiento muy sustancial a lo largo de ella; pero a lo largo de cada una de las líneas que se extienden longitudinalmente de paso de corriente, como en 70' a 76', los flujos de corriente y el calentamiento resultante, serán en general similares a los de la Fig. 1. Si se desea, con objeto de hacer mínimo el calentamiento de la pieza de trabajo superior 62, debido al paso transversal de corriente, pueden usarse elementos de puente como en 77, 78 y 79 para llevar la corrientes desde el extremo de cada línea longitudinal hasta junto el extremo de la siguiente. Es decir, en ese caso los flujos transversales de corriente se producirían a lo largo de las superficies de esos elementos de puente en estrecha proximidad a las partes conductoras transversales 71, 73 y 75. En la mayoría de los casos, sin embargo,



pueden omitirse tales elementos de puente, como es el caso en la Fig. 8 que se describe a continuación.

5 En la Fig. 7, se han provisto una pluralidad de rodillos de presión, como en 80, a lo largo y por encima de cada línea de soldadura deseada, y pueden colocarse medios de rodillo correspondientes, como en 81, debajo de las piezas de trabajo, de manera que tales rodillos operen de la manera descrita con referencia a los rodillos 40 y 41 de la Fig. 1.

10 La Fig. 8 ilustra la manera en que puede ser aplicado el invento al problema de soldar conjuntos de tubos de radiador de paredes múltiples, por ejemplo, constituidos por un miembro superior 82 y un miembro inferior 83, conformados de modo que proporcionen pluralidades de cavidades de fluido, como en 84, entre ellos. Será evidente que el circuito y las trayectorias de la corriente pueden ser aquí los mismos que los anteriormente descritos en conexión con la Fig. 7, excepto en que pueden omitirse los antes citados elementos de puente, de modo que las partes transversales de conductor de proximidad como en 85, 86 y 87, pueden ser llevadas próximas a los circuitos de corriente transversales, indicados por los mismos números pero en notación de números primos. No obstante, puesto que en ninguna línea transversal en las piezas de trabajo habrá paso de corriente a lo largo de la misma durante un tiempo cualquiera sustancial, se producirá escaso calentamiento a lo largo de tales líneas transversales.

25 Aunque en las Figs. 7 y 8 se han representado los circuitos de conductor y de corriente para permitir cuatro líneas de soldadura que se extiende longitudinalmente en general paralelas, se comprenderá que pueden usarse disposiciones similares para permitir dos, tres o más de cuatro líneas de solda-



5 dura que se extiendan longitudinalmente, y que, además, las  
piezas de trabajo, pueden ser de diversas formas. Por ejemplo,  
en la Fig. 8A se han representado conexiones similares para  
permitir dos líneas de soldadura que se extienden longitudinal-  
mente, por ejemplo para producir soldadura entre paredes in-  
terior y exterior 88 y 89 de un tubo 90 de paredes múltiples,  
a lo largo de líneas por debajo de las líneas de paso de cor-  
riente como se ha representado mediante líneas de trazos 91 y  
92. Como también se ha ilustrado en la Fig. 8A, pueden pro-  
10 vererse medios de rodillos como en 93, 94 para aplicación a  
las superficies exteriores del tubo a lo largo de donde se de-  
sea que se produzcan las líneas deseadas de soldadura, a saber,  
por debajo de las líneas de trazos indicadas en 95, 96. Tam-  
bién, si es necesario, pueden montarse rodillos de respaldo  
15 de presión adecuados sobre medios de mandril dentro del tubo  
90, en las zonas de los rodillos 93, 94.

Con las realizaciones ilustradas en la Fig. 9, una  
de las piezas de trabajo puede comprender, por ejemplo, una  
placa o lámina plana 97, a la cara inferior de la cual han de  
20 soldarse lomos o crestas 98 de un miembro ondulado 99 a lo -  
largo de líneas, por ejemplo, por debajo de las líneas de tra-  
zos indicadas en 100. Se comprenderá que pueden colocarse dos  
o más partes de conductor de proximidad que se extienden lon-  
gitudinalmente, como en 101 y 102, para proporcionar una par-  
te de las conexiones para un lado del circuito de alta fre-  
25 cuencia desde la fuente 28 a un contacto 103, siendo propo-  
cionado el otro lado del circuito al contacto 104 de la misma  
manera que en la Fig. 7. Se comprenderá que las partes 101, 102  
de conductor de proximidad harán que se concentre la corriente  
30 a lo largo de caminos indicados por las líneas de trazos 105,



106, de modo que la corriente circulará hasta una profundi-  
dad de referencia suficiente para calentar a estado plástico  
y para soldar dos de las partes de lomo o cresta, como en 98,  
a la cara inferior de la lámina o placa 97. Se comprenderá  
5 además que, debajo de la lámina ondulada 99, puede haber otra  
placa, como en 107, la cual haya sido previamente soldada en  
posición, por medios y métodos similares, a lo largo de sus  
partes onduladas más bajas. Se comprenderá que, en la Fig. 9,  
podrían usarse varias partes de conductor de proximidad que  
10 se extendieran longitudinalmente (como en las Figs. 7 y 8) pa-  
ra soldar simultáneamente una serie de los lomos o crestas de  
ondulación en posición. Pueden usarse desde luego rodillos de  
presión, como en 108, de la misma manera que según las figuras  
anteriores. Los conjuntos soldados, tales como los ilustrados  
15 en esta figura, están adaptados para uso como estructuras de  
las denominadas de "panal de abeja de avión".

Con la realización representada en la Fig. 10, la  
disposición de las partes, y el funcionamiento de las mismas,  
pueden ser los mismos que en la Fig. 1, pero aquí las dos pie-  
zas de trabajo pueden adoptar la forma de partes de chapa me-  
20 tálica 109 y 110, las cuales hayan sido previamente unidas en-  
tre sí a lo largo de sus partes de borde plegando las mismas  
para formar configuraciones de costura de entrelazado, en 111,  
de modo que después que las mismas pasan a través del aparato  
de soldadura, se formará una soldadura longitudinal entre dos  
25 o más de las capas solapadas, tal como se ha indicado en 112  
en la vista en corte transversal de la Fig. 11.

La Fig. 12 ilustra la manera en que puede usarse un  
aparato similar, por ejemplo, para soldar una chapa que se ex-  
30 tiende horizontalmente, como en 113, a la parte de borde supe-



rior 114 de una chapa colocada verticalmente 115, para formar con ello un miembro estructural, o similar, de sección transversal de forma de T.

5 La Fig. 13 ilustra en corte transversal vertical dos realizaciones similares, en una de las cuales se ha plegado una chapa 116 longitudinalmente sobre sí misma con objeto de presentar a lo largo de su línea de pliegue 117 una parte de borde que ha sido soldada de acuerdo con el invento a la cara inferior de un miembro 118 similar a una placa. La posición del conductor de proximidad durante la soldadura se ha indicado en 34. En el otro ejemplo representado en la Fig. 13, la chapa 116' ha sido plegada como en el caso de la chapa 116 pero sus partes laterales han sido algo separadas con un intersticio entre ellas como en 119 de modo que en caso de que se use para fines de radiación, tendrá una mayor superficie radiante. Como en el otro ejemplo de esta figura, el borde superior plegado sobre sí de la doble chapa es soldado a la placa 118 como se ha indicado en 117'. El conductor de proximidad usado durante la soldadura se ha indicado en corte en 34'.

10 15 20 25 30 En algunos casos puede desearse soldar un miembro a otro cuando uno de los miembros, por ejemplo el miembro superior, pueda ser de una configuración tal que imposibilite la colocación de los contactos usuales de alta frecuencia en la posición apropiada para aplicar la corriente a lo largo de la línea de soldadura deseada si la línea de soldadura hubiera de extenderse recta desde un contacto al otro. Además, en algunos casos puede desearse aplicar la corriente a una zona de línea de soldadura propuesta a lo largo de la cual el metal haya sido moleteado, grabado, "torneado a máquina" o posiblemente decorado con recubrimientos de plástico o de esmalte, etc., de mo-



do que en cualquiera de tales casos, si se aplicase la corriente mediante contactos directamente deslizables sobre ella, el acabado podría resultar arañado, estropeado, o podría no hacerse buen contacto. La Fig. 14 ilustra una forma típica en que pueden superarse estos problemas. En este caso ha de soldarse un miembro inferior, como en 120, el cual se está moviendo longitudinalmente en la dirección de la flecha representada, a un miembro superior 121 a lo largo de una línea de soldadura situada, por ejemplo, a lo largo y por debajo de la línea de trazos 122. En este caso la línea podría estar tan próxima a las partes que sobresalen, tales como en 123, en el miembro 121, que los contactos de corriente de alta frecuencia en la forma usual no pudieran ser llevados suficientemente próximos para aplicar la corriente a lo largo de la línea 122. En este caso, la corriente procedente de la fuente 28 de alta frecuencia puede ser llevada a través de una conexión 124 a un contacto 125 que se aplica a deslizamiento, al miembro 121 en un punto distanciado lateralmente desde la parte 123 de obstrucción. La otra conexión a la fuente de alta frecuencia puede hacerse por medio de una parte de conexión 126 que se extiende próxima al contacto 215 y que se extienda además lateralmente por encima hasta una parte 127 de conductor de proximidad el cual se extiende a lo largo de, por encima de y en relación estrechamente espaciado con la línea 122, desde allí a otra parte lateral 128 y al otro contacto 219. Así, con esta disposición puede hacerse que la corriente se concentre estrechamente a lo largo de la línea 122 y en ningún momento se precisa apoyar los contactos contra las zonas a lo largo de esa línea y por tanto, si se han provisto diversas formas de decoraciones u obstrucciones a lo largo de esa línea, no habrá



peligro de que las mismas resulten cogidas, estropeadas o  
 arañadas por los contactos, y si hay cualesquiera decoracio-  
 nes o recubrimientos aplicados a ella, los mismos no harán  
 que las superficies a lo largo de ellas queden aisladas de  
 los contactos ya que los contactos se aplicarán sólo a zo-  
 nas fácilmente accesibles distanciadas en sentido lateral  
 sustancialmente tan lejos como se desee desde la línea 122.  
 Pueden usarse rodillos de presión, el superior de los cuales  
 se ha indicado en 130, para completar la formación de la sol-  
 dadura forjada deseada como en el caso de la Fig. 1.

En la Fig. 15 se ha ilustrado otro ejemplo del in-  
 vento en que la corriente de alta frecuencia es aplicada a  
 un primer contacto en 131 que se aplica al miembro superior  
 132, estando conectado el otro terminal de la corriente de  
 alta frecuencia a un contacto 133 a través de una parte de  
 conductor de proximidad como en 134, la cual puede adoptar  
 la forma de cualquier curva deseada, en zig zag o en formación  
 sinuosa, como se ha ilustrado. Esto hará que el circuito de  
 la corriente de calentamiento en cualquier momento siga a lo  
 largo de una línea tal como la indicada por la línea de tra-  
 zos 135, la cual, en cierto sentido, es una imagen de espejo  
 de la parte de conductor de proximidad. Así, si el miembro -  
 132 y un miembro o miembros 136 y 137 debajo de aquel, los  
 cuales han de ser soldados al miembro 132, son hechos avan-  
 zar uniformemente en la dirección de la flecha, el calenta-  
 miento entonces se producirá a lo largo y por debajo de la  
 línea 135 hasta la profundidad de referencia deseada o reque-  
 rida o sobre una zona o banda de una anchura sustancial. Esto  
 hará que la soldadura se produzca sobre la anchura de una ban-  
 da tal como la indicada por las líneas de trazos en 138 des-



pués de pasar los medios de rodillo de presión como en 139. Esta Fig. 15 ilustra un ejemplo que puede ser aplicado el invento para soldar más de dos placas u otros miembros entre sí, a saber, en el caso aquí representado puede soldarse la placa 132 a lo largo de y por debajo de la banda 138 a la superficie superior del miembro 136, y la superficie inferior de este último será soldada, a lo largo de una banda similar, a la superficie superior del miembro 137, suponiendo que la corriente es aplicada de acuerdo con los principios preconizados en lo que antecede, de tal manera que la profundidad de referencia de la corriente de calentamiento se extenderá con parte al menos de recorrido dentro del tercer miembro 137.

En algunos casos puede desearse empezar la línea de soldadura en los mismos extremos delanteros de las piezas de trabajo y continuar tal soldadura hasta los mismos extremos finales o bordes de las mismas. La Fig. 16 ilustra cómo puede efectuarse esto de modo que la corriente y el calentamiento resultante se inicien suficientemente pronto para lograr este objeto y persistan para soldar hasta los extremos finales de las piezas de trabajo. Es decir, como aquí se ha ilustrado, los bordes extremos delanteros pueden tener convenientemente aplicados a ellos, como por soldadura provisional por puntos o por medios de sujeción adecuados, no representados, una patilla que sobresalga hacia adelante como en 150 al nivel de la pieza de trabajo superior 141 y, si se desea, también otra patilla 140a al nivel de la pieza de trabajo inferior 142. Análogamente, en los extremos finales de las piezas de trabajo pueden ser aplicadas una o dos patillas como en 143 y 144. Como aquí se ha ilustrado, los contactos de alta frecuencia 145 y 146 se aplicarán al trabajo de amnera comparable a como en la



Fig. 1 excepto en que despues que las piezas de trabajo hayan avanzado más allá de los contactos 146, continuará aplicándose corriente de calentamiento ya que la patilla o patillas 143, 144 continuarán proporcionando un circuito de calentamiento como en 147 para ellas. Análogamente, cuando las piezas de trabajo son introducidas inicialmente en la zona de soldadura, empezará a ser aplicada corriente desde los contactos a los extremos delanteros de las piezas de trabajo debido a la patilla o patillas delanteras 140, 140a.

En la Fig. 17 se ha ilustrado una realización del invento en una forma para soldar transversalmente entre sí dos piezas de trabajo de preferencia relativamente delgadas como en 150, 151 a lo largo de líneas transversales al movimiento longitudinal de las piezas de trabajo en la dirección indicada por la flecha 152. En este caso los contactos de alta frecuencia conectados a la fuente 28 pueden ser aplicados a la superficie superior de la pieza de trabajo delgada 150, como se ha indicado en 153, 14 de modo que el circuito de corriente entre ellas, como se ha ilustrado en sección en la Fig. 18, discorra transversalmente a la dirección de movimiento de las piezas de trabajo y de modo que caliente momentáneamente a las mismas en las zonas indicadas por las líneas de trazos en 155. En este caso puede ser interpuesto un rodillo de presión superior 156 entre los contactos, siendo este rodillo de preferencia de un material aislante adecuado o teniendo una llanta aislante y sirviendo la misma para presionar el miembro 150 firmemente contra el miembro 151 y contra el rodillo inferior 157 como se ha indicado en la Fig. 18, momentáneamente mientras pasa una línea deseada de soldadura transversal por esos rodillos. Puesto que como se ha dicho antes, con esta realización las piezas de tra-



bajo son de preferencia de material bastante delgado, serán rápidamente calentadas hasta la profundidad de preferencia deseada para formar una línea transversal de soldadura momentáneamente mientras pasan las piezas de trabajo entre los rodillos representados. Puesto que las líneas transversales de soldadura han de estar de ordinario separadas entre sí, la fuente de alta frecuencia puede ser conectada a los contactos a través de un dispositivo pulsante y adecuado 43' de modo que la corriente sea aplicada a los contactos solamente durante cortos intervalos separados entre sí, como se ha indicado en relación con el dispositivo pulsante 43 en la Fig. 1.

A continuación se describirán varios modos posibles de sujetar las partes en la relación deseada durante la soldadura, en relación con los diagramas en cierto modo esquemáticos de las Figs. 19A a 19D. Todas esas figuras son vistas en corte vertical de partes del aparato, tomadas a lo largo de planos transversales a la dirección de movimiento de las piezas de trabajo a través de la zona de soldadura.

En la Fig. 19A, piezas de trabajo superior e inferior, por ejemplo, como en 160 y 161, están siendo hechas avanzar a deslizamiento sobre una mesa o bloque de soporte adecuado 162 debajo de la parte 34 de conductor de proximidad, la cual puede ser mantenida en relación espaciada deseada predeterminada con la pieza de trabajo superior 160, por ejemplo mediante una tira de material aislante resistente al calor adecuada 163.

Cabe hacer la observación de que, en ciertos casos, como cuando se está soldando una tira de chapa metálica a otra, de acuerdo con el invento, las diferencias relativas en los grados de dilatación de partes de una con respecto a la otra, pueden ser tales que tiendan a originar alabeamiento o desplaza-



miento relativo o separación de las partes en formas no deseadas. Así, en algunos casos, puede ser deseable evitar esas dificultades comunicando una pequeña curvatura a las tiras de las piezas de trabajo que avanza. Así, como se ha ilustrado en la Fig. 19A, las piezas de trabajo, como se ha ilustrado en

5                   corte transversal vertical, han sido algo curvadas por cualesquiera medios adecuados de modo que las mismas tienen concavidad hacia arriba como se ha ilustrado. Para fines similares, como se ha ilustrado en la Fig. 19B, las tiras 165 y 166 de

10                   piezas de trabajo han sido curvadas de modo que aparecen con concavidad hacia abajo en corte transversal, como se ha ilustrado. En algunos casos puede preferirse hacer que la pieza

de trabajo superior tenga concavidad hacia arriba y la pieza de trabajo inferior tenga concavidad hacia abajo. Y en cualquier caso, después de pasar la zona de soldadura y, si se

15                   desea, la pieza de trabajo, la pieza de trabajo puede ser aplanaada de nuevo en cualquier forma conocida. Como también se ha ilustrado en esa figura, la parte 34 de conductor de proximidad puede estar flanqueada a cada lado por barras de corredera de

20                   aislamiento adecuadas, como en 167, convenientemente montadas, por medios no representados, en posiciones para retener las piezas de trabajo contra un soporte 168 mientras deslizan a lo largo y por debajo en una relación convenientemente espaciadas con respecto al conductor de proximidad 34.

25                   Como se ha ilustrado en la Fig. 19C, las piezas de trabajo que avanzan 170, 171 son sujetadas contra un soporte 172 por ejemplo mediante el uso, de presión de gas introducida a través de una entrada 173 a un recinto 174, los bordes de pared lateral inferiores del cual, como en 175, se aplican -

30                   a deslizamiento o están montados junto a la pieza de trabajo



superior 170. Así, la presión de gas dentro de ese recinto servirá para retener las piezas de trabajo contra el soporte, - mientras que un exceso de presión de gas pueden tender a escapar por los bordes inferiores 175 del recinto.

5 La Fig. 19C ilustra otra disposición en la cual puede ser colocado un imán adecuado como en 176 en la base de soporte 177 para sujetar una o las dos piezas de trabajo 178, 179 - contra el soporte mientras deslizan sobre él.

10 En la mayoría de los casos, el invento como se ha descrito en lo que antecede, concierne a realizaciones en las que la disposición de contacto de aplicación de corriente y las piezas de trabajo son respectivamente hechas avanzar relativamente durante la soldadura, de modo que se caliente progresivamente el metal a lo largo de la línea deseada de soldadura hasta la

15 temperatura de soldadura. Varios aspectos del invento son así mismo aplicables en casos en que durante la soldadura las piezas de trabajo permanecen estacionarias con respecto a los contactos de aplicación de la corriente. Por ejemplo, como se ha ilustrado en la Fig. 20, un par de piezas de trabajo como 180, 181

20 pueden ser soldadas entre sí por puntos en la zona indicada por las cortas líneas de trazos que se extienden horizontalmente en 182. En este caso un par de contactos como 183, 184 están situados para aplicarse a la superficie superior del miembro 180 en lados opuestos de una zona deseada 182 de soldadura por puntos.

25 Esta figura ilustra formas estructuralmente adecuadas para las conexiones 185 y 186 de corriente de alta frecuencia para los contactos, teniendo esas conexiones cavidades para fluido de refrigeración como se ha indicado mediante las líneas de trazos 187. Con la disposición de esta Fig. 20, la frecuencia de la corriente está elegida de modo que, considerando la resistividad de

30



las piezas de trabajo metálicas y su permeabilidad, la corriente entre los contactos penetrará con una profundidad de referencia que se extiende al menos a través de la pieza de trabajo estacionaria 180 y al menos a través de la superficie superior de la pieza de trabajo 181 la cual ha de ser soldada a aquella en la zona 182 de soldadura por puntos. Después de haber sido aplicada la corriente durante un intervalo de tiempo suficiente para calentar esa zona hasta un estado plástico adecuado para soldadura, hay dispuesto un martillo o miembro de presión 190 adecuado para ser empujado hacia abajo de modo que su extremo inferior presione contra la zona deseada de soldadura por puntos y sea retenido contra una sufridera 191 bajo ella. Puede proveerse un mecanismo adecuado de modo que esa pieza 190 de martillo golpee en la región de soldadura con un golpe rápido o, en algunos casos, solamente por aplicación momentánea de fuerte presión, Si ese miembro de martillo es llevado a aplicación con el trabajo después que se ha cortado la corriente de calentamiento, no interferirá desde luego con la corriente que circula en las piezas de trabajo. No obstante, si se sitúa al miembro de martillo junto a la zona de soldadura durante el calentamiento y si es de material conductor, tenderá a resultar calentado por inducción en cuyo caso puede ser refrigerado con agua. Alternativamente, puede hacerse el mismo de material no conductor o ser convenientemente apantallado en un manguito de cobre. En varias de estas formas podría usarse el martillo si se desease para retener las piezas de trabajo en contacto íntimo durante el calentamiento para tener la seguridad de que la corriente circula hasta la profundidad de referencia deseada dentro de la pieza de trabajo inferior. Desde luego pueden proveerse disposiciones para introducir sucesiva-



mente los miembros a ser soldados en posición para soldadura para permanecer en ella mientras es aplicado el impulso de corriente y para retirar luego las piezas de trabajo o moverlas para formar otra soldadura por puntos en una posición siguiente sobre ellas.

5

En la Fig. 21 se ha representado una realización en cierto modo similar del invento, en que una pieza de trabajo superior 200 ha de ser soldada a una pieza de trabajo inferior 201 a lo largo y por debajo de una línea que se extiende desde un contacto 202 hasta otro contacto 203, estando estos contactos alimentados con corrientes a través de conexiones 204, 205 respectivamente, al igual que los representados en la Fig. 20. En este caso los medios de martillo indicados en 206 pueden tener su borde inferior 207 situado para extenderse a lo largo de y por encima del circuito deseado de paso de la corriente de calentamiento a fin de proporcionar un conductor de proximidad, en efecto, para concentrar la corriente a lo largo de ese circuito. Es decir, por ejemplo, si el miembro de martillo 206 está hecho de cobre, será inducida corriente en él de modo que controlará el circuito de corriente por el efecto de proximidad con respecto a la pieza de trabajo 200, y después que la pieza de trabajo ha sido calentada en la zona de soldadura deseada hasta la profundidad de referencia deseada, el martillo 206 puede ser bajado para aplicar o bien un poderoso golpe momentáneo o bien un elevado impulso de presión para hacer que las piezas de trabajo calentadas queden soldadas con una buena soldadura forjada a lo largo entre la superficie inferior de la pieza de trabajo superior y la superficie superior de la pieza de trabajo inferior.

10

15

20

25

30



Aunque se han descrito ciertas realizaciones particulares del invento con fines aclaratorios, otras modificaciones del mismo, después del estudio de esta Memoria descriptiva, se harán evidentes a los expertos en la técnica a la cual corresponde el invento. En consecuencia deberá hacerse referencia a las reivindicaciones que se acompañan para determinar el alcance del invento.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el día 30 de noviembre de 1965, con el número 510.502, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un método para soldar una superficie de un primer miembro metálico con respecto a una superficie que hace contacto con ella de otro miembro metálico, cuyo método comprende: hacer que pase corriente de alta frecuencia a lo largo de la dirección de una línea deseada predeterminada de soldadura, desde un punto a otro en la superficie de dicho primer miembro que es opuesta en tales superficies que hacen contacto, siendo dicha corriente de una frecuencia, y teniendo los miembros una resistividad y una permeabilidad relativa tales que dicha corriente penetra hasta una profundidad de referencia extendiéndose a través de dicho primer miembro, a través de dichas superficies de contacto, y al menos parcialmente



a través de dicho segundo miembro en las zonas a lo largo de dicha línea deseada de soldadura, y siendo dicha corriente de intensidad y duración suficientes para calentar el metal de los miembros hasta un estado plástico a lo largo y hasta una  
5 profundidad de al menos dicha línea de soldadura, y presionar los miembros uno contra otro para formar una soldadura forjada de tal metal plástico a lo largo de tal línea.

2.- Un método de acuerdo con la anterior reivindicación 1 en el cual dicha corriente de alta frecuencia es aplicada a dichos puntos primero y segundo mediante contactos adaptados para ser conectados a una fuente de corriente de alta frecuencia, y hacer que la corriente que circula entre dichos contactos sea concentrada estrechamente a lo largo de un camino predeterminado entre dichos contactos en dicha superficie primeramente citada del primer miembro metálico, llevando partes de las conexiones de corriente de alta frecuencia a dichos contactos, a proximidad con dicho circuito predeterminado haciendo con ello que la corriente de calentamiento resultante en dichas superficies en contacto sea concentrada a lo largo  
10 de un camino correspondiente de soldadura.  
15  
20

3.- Un método de acuerdo con la anterior reivindicación 2 en el cual dichos miembros son hechos avanzar rápidamente, relativamente con respecto a dichos contactos, en una dirección que se extiende a lo largo de dicha línea deseada predeterminada de soldadura, mientras está siendo aplicada dicha corriente.  
25

4.- Un método según la anterior reivindicación 3, y en que una pluralidad de tramos de dichas conexiones de proximidad están situados para extenderse en general a lo largo de dicha dirección de avance y estando conectados entre sí dichos  
30



5 tramos mediante otras partes de conexión que se extienden transversalmente a dicha dirección, haciendo con ello que la corriente de calentamiento resultante en las superficies en contacto sea concentrada a lo largo de una pluralidad de caminos de soldadura, en general paralelos, correspondientes a las posiciones de dichos tramos respectivamente.

10 5.- Un método según la anterior reivindicación 1, y caracterizado además por que al menos uno de dichos miembros comprende una lámina de metal ondulado, y dichos miembros son hechos avanzar rápidamente en una dirección que se extiende en sentido longitudinal de las ondulaciones, estando situadas las líneas de soldadura a lo largo de partes elevadas de las ondulaciones.

15 6.- Un método según la reivindicación 1, y en que dichos miembros son mantenidos estacionarios y, cuando el metal en la línea deseada de soldadura ha sido calentado hasta estado plástico, dichos miembros son presionados el uno contra el otro con fuerza, para formar entre ellos una soldadura de tipo forjada a lo largo de dicha línea.

20 7.- Un método según la anterior reivindicación 1, y en que dichos miembros son interconectados entre sí a lo largo de partes de borde de los mismos mediante configuraciones de costura de entrelazado, y en que, por aplicación de la corriente de alta frecuencia como antes se ha dicho, partes superpuestas dentro de la costura entrelazada resultan soldadas entre sí.

30 8.- Un método según la reivindicación 4 y en que los miembros comprenden respectivamente capas interior y exterior de un tubo de paredes múltiples, con lo que las líneas resultantes de soldadura sirven para soldar una superficie interior



de una capa exterior a una superficie exterior de una capa interior, a lo largo de líneas espaciadas entre sí que se extienden en general en sentido longitudinal del tubo.

5 9.- Un método según la reivindicación 1 y en que dichos miembros primero y segundo mencionados están superpuestos sobre un tercer miembro, y la frecuencia de dicha corriente y la resistividad y la permeabilidad relativas de todos los citados miembros son tales que dicha profundidad de referencia se extiende a través de la profundidad de dichos dos primeros miembros y al menos parcialmente a través del tercero, con lo que los tres miembros resultan soldados entre sí.

10 10.- Un método según la anterior reivindicación 3, y en que dicha corriente de alta frecuencia es interrumpida intermitentemente, con lo que se forman una sucesión de soldaduras espaciadas entre sí a lo largo de la línea deseada de soldadura.

15 11.- Un método según la anterior reivindicación 1, y en que dicha corriente de alta frecuencia es aplicada en dichos puntos primero y segundo mediante contactos adaptados para ser conectados a una fuente de corriente de alta frecuencia, mientras dichos miembros son hechos avanzar, relativamente con respecto a dichos contactos, en una dirección determinada, extendiéndose el circuito de la corriente entre dichos contactos transversalmente a dicha dirección, siendo dichos miembros relativamente delgados, y siendo aplicada la corriente durante breves intervalos, suficientes para calentar las superficies en contacto de tales miembros delgados a dicho estado plástico.

20 25 30 12.- Un método según la anterior reivindicación 2, y en que dichas conexiones de proximidad están situadas a lo



largo de una o más partes de camino curvado descentrado, haciendo con ello que la línea resultante de soldadura siga un camino de forma correspondiente.

5                   13.- Un método para soldar una superficie de un primer miembro metálico con respecto a una superficie que hace contacto con ella de otro miembro metálico.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

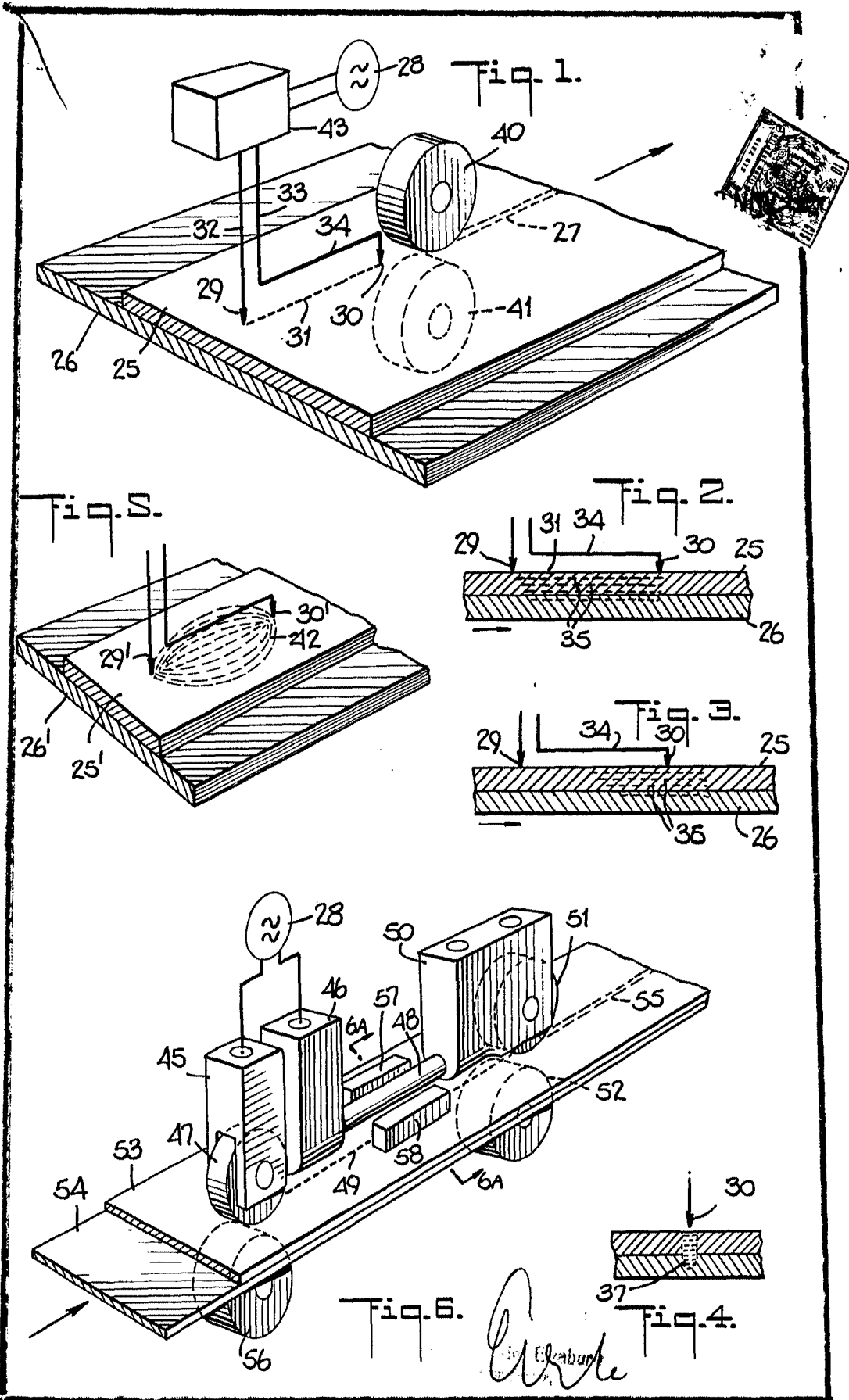
10                   Esta Memoria consta de treinta y ocho hojas escritas a máquina, por una sola cara.

Madrid,

P. A.

Alberto de Izabara  
P. A.

28 NOV 1900



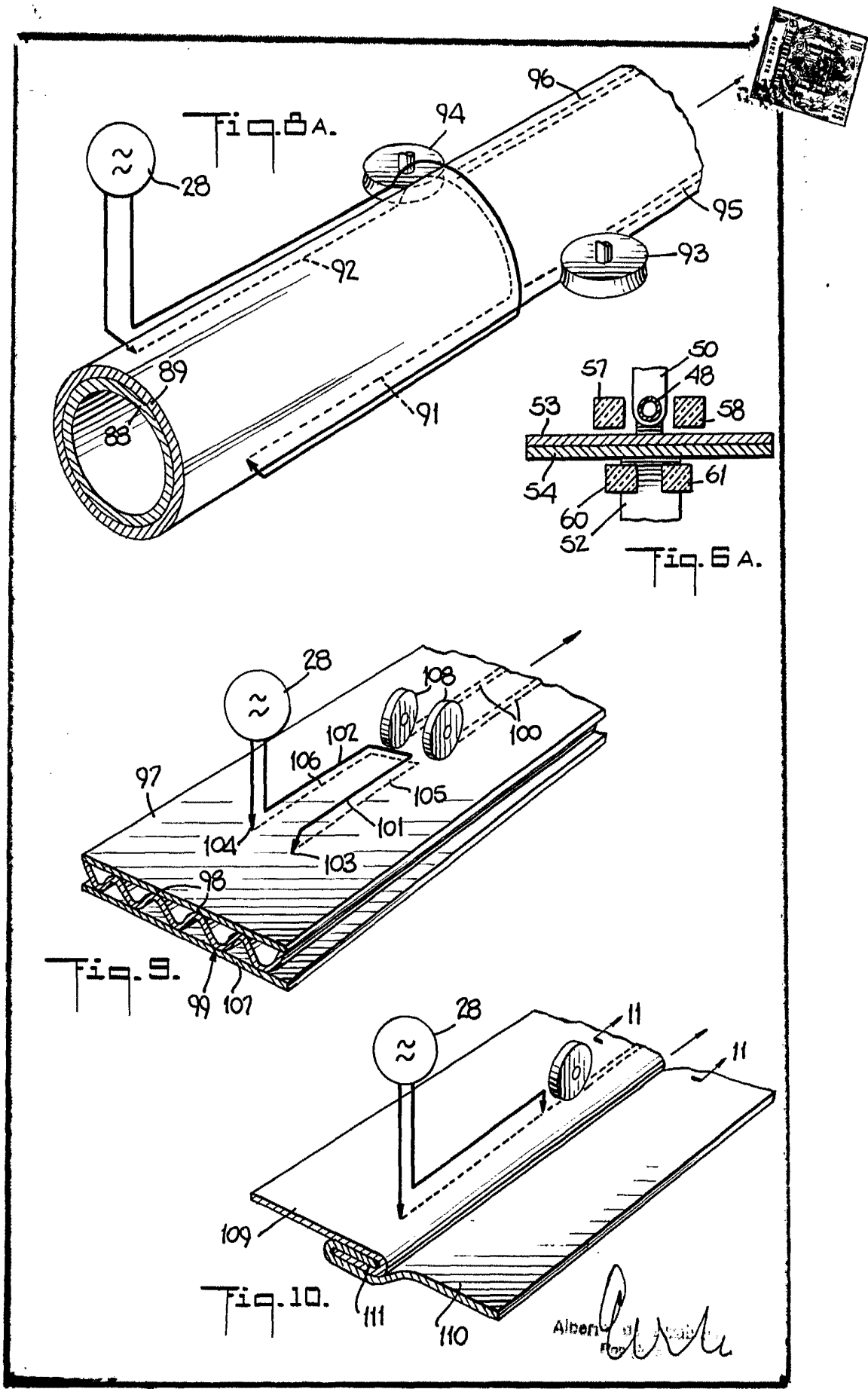


Fig. 7.

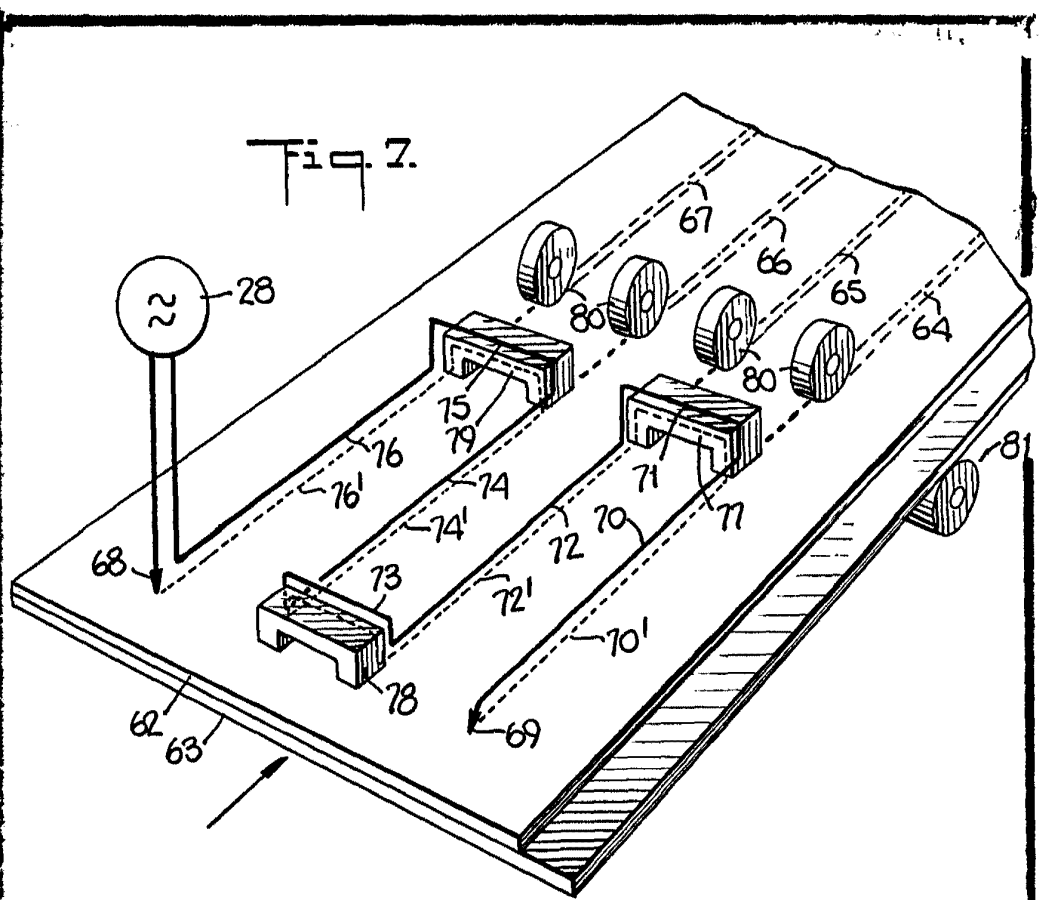
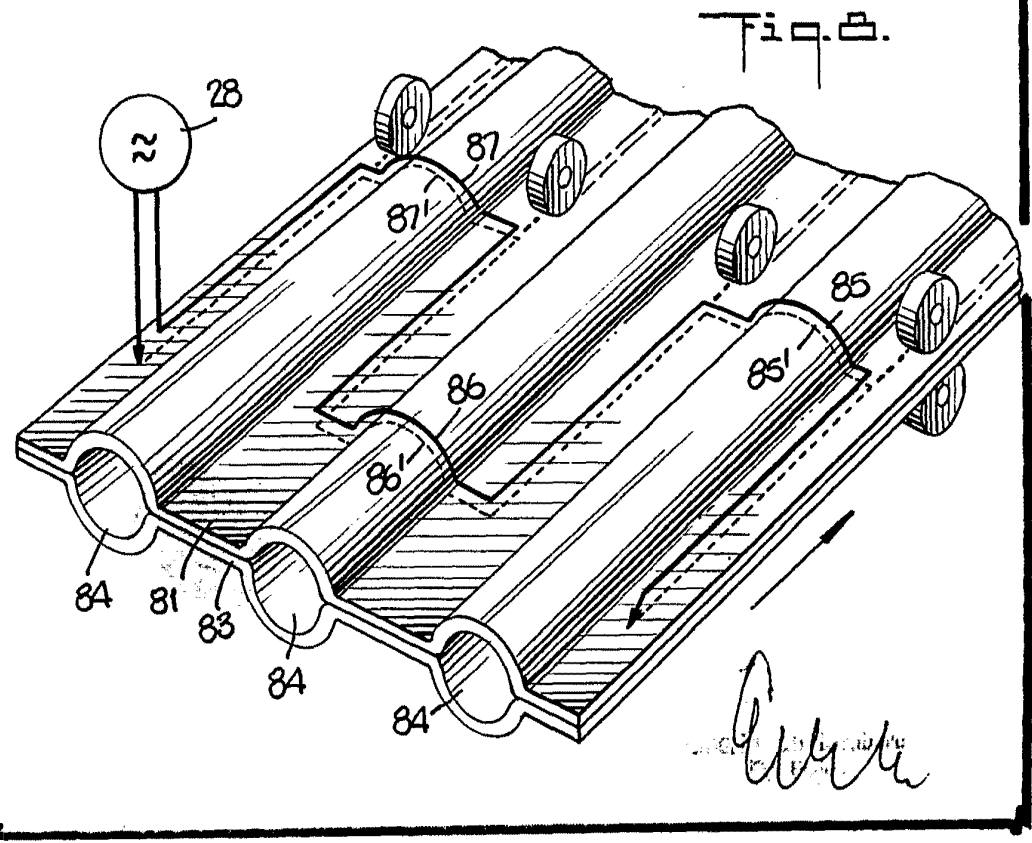
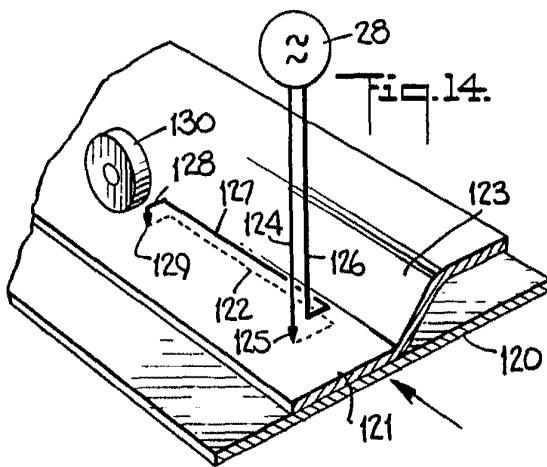
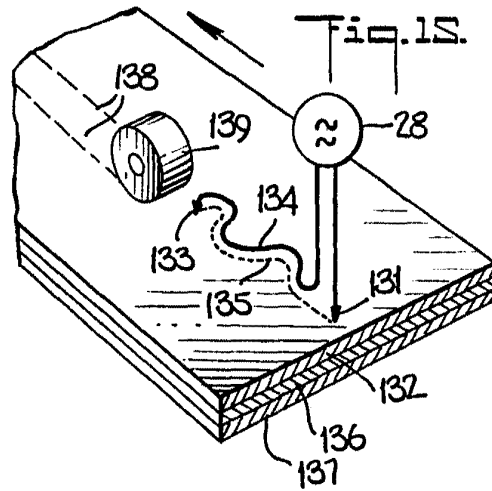
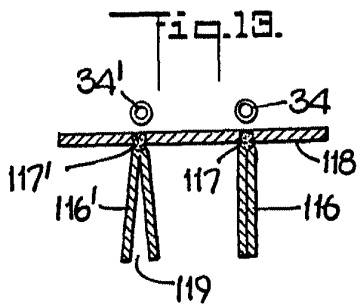
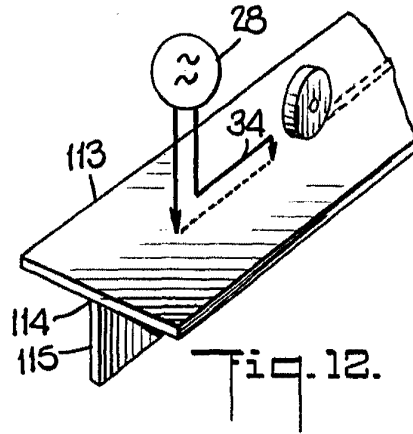
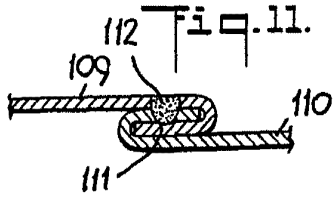


Fig. 8.





*Arre*

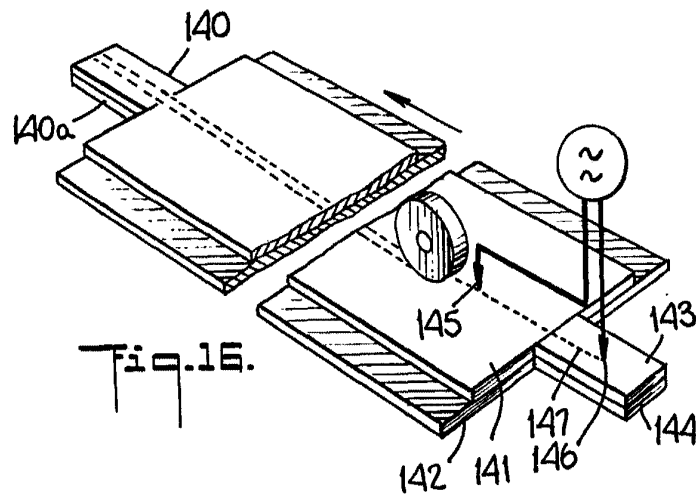


Fig. 15.

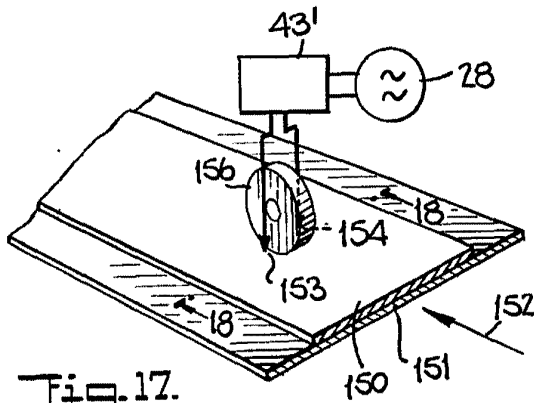


Fig. 17.

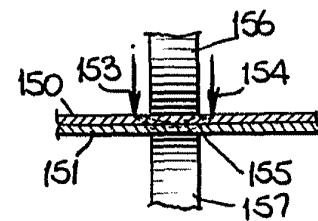


Fig. 18.

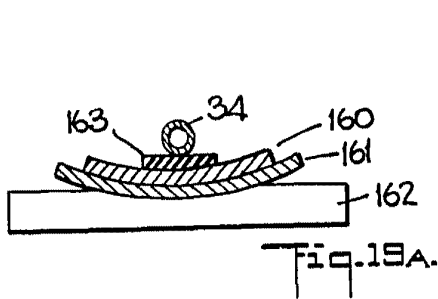


Fig. 19A.

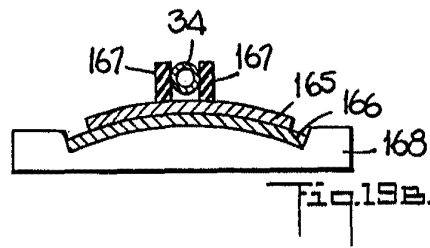


Fig. 19B.

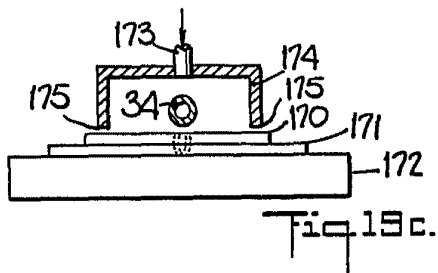


Fig. 19C.

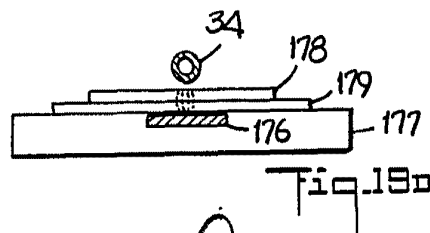


Fig. 19D.

Alberto di Elizabetta  
New York

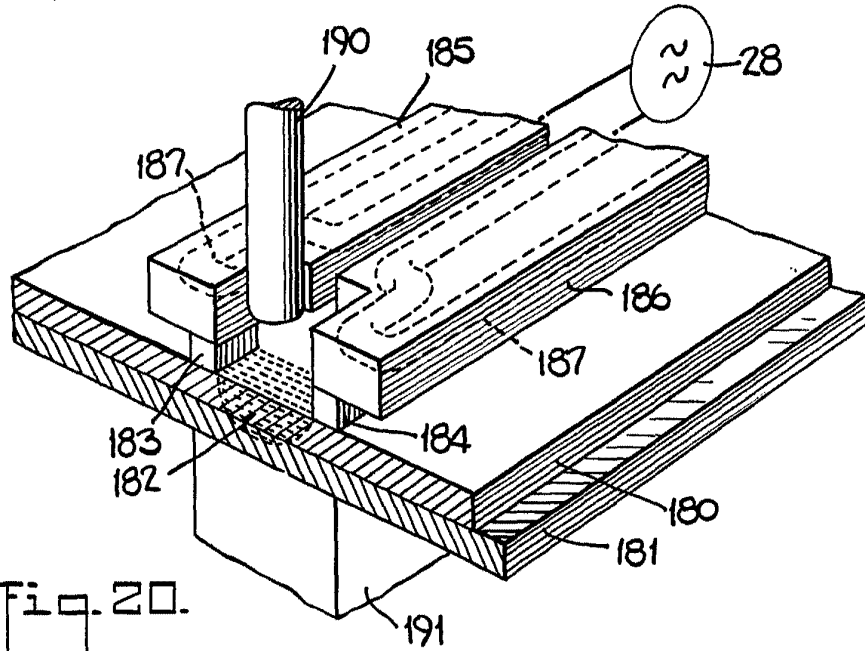


Fig. 20.

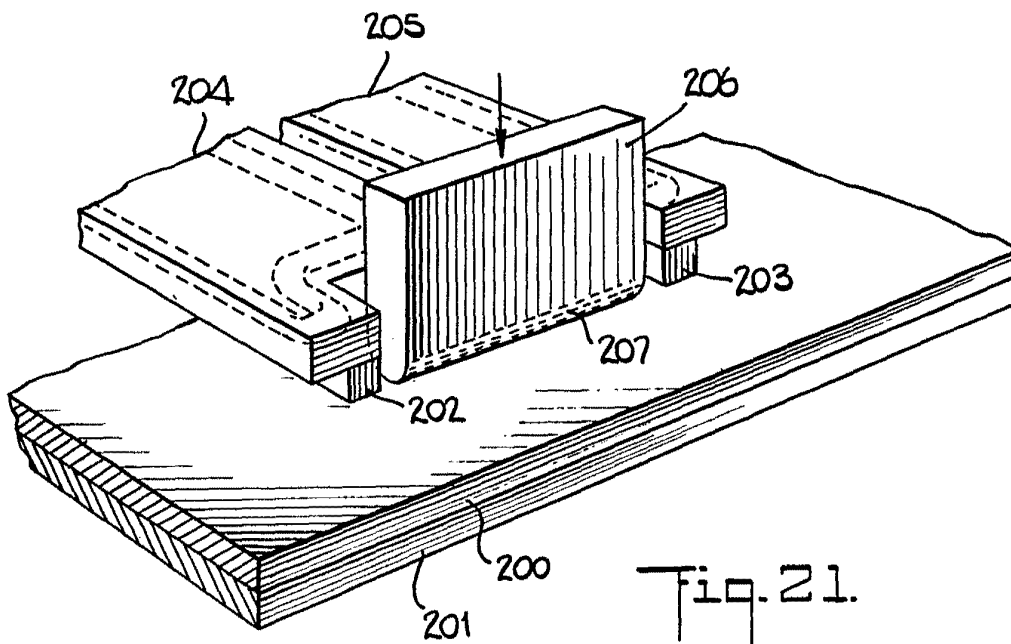


Fig. 21.

*W. H. ...*  
Pat. Pending