

REF: FP 2437 SM.



Int. Cl.:	B23K
No 424.671.	

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: KOBE STEEL, LTD.

Domicilio: 3-18, 1-CHOME, WAKINOHAMA-CHO, FUKUAI-KU,  
KOBE-CITY, JAPON.-

Enunciado: METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO DE  
SOLDADURA AUTOMATICA POR ARCO.

Prioridades: de la solicitud de patente japonesa.

No 34911/1973 del 26 de Marzo de 1.973.

No 35273/1973 del 28 de Marzo de 1.973.



EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describen un método y un aparato para soldadura automática por arco con electrodo no consumible, en los cuales la longitud del arco producido entre un electrodo no consumible y la pieza trabajada que se está soldando está automáticamente controlada para obtener un valor óptimo, por medio de un motor de accionamiento eléctrico que arrastra un electrodo de acuerdo con una señal obtenida mediante integración proporcional o multiplicación de la diferencia de tensión entre el voltaje del arco detectado mediante la utilización de un elemento de integración y de la tensión de referencia ajustada.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Ambito del Invento.-

El invento se refiere a un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible, en los cuales la longitud del arco se ajusta automáticamente al valor óptimo.

Descripción de la Técnica Anterior.-

En un aparato de soldadura automático por arco del tipo de electrodo no consumible, es absolutamente indispensable que la longitud del arco se mantenga constante a pesar de las formas de desplazar el electrodo y a pesar de las formas de los surcos de soldadura con el fin de obtener una fusión uniforme del alambre de aportación con avance automático, obteniendo así una calidad uniforme de la soldadura. Más particularmente, estando el aparato de soldadura automático por arco del tipo de electrodo no consumible en cualquier posición, se desea que el electrodo pueda ondular u oscilar para obtener cordones de soldadura planos y para ase



gurar la obtención de la cantidad mínima de defectos inter-  
nos. Sin embargo, a no ser que se controle con precisión la  
longitud del arco, se producirán variaciones en ésta en ra-  
zón del estado superficial irregular del surco de soldadura  
5 o de un cordón de soldadura subyacente, o en razón de la va-  
riación de la distancia entre el electrodo y la pieza traba-  
baja durante el movimiento ondulante del electrodo. Por  
ejemplo, en caso de un arco demasiado corto existe la posi-  
bilidad de cortocircuitos entre el electrodo no consumible  
10 y la pieza que se está soldando, dando lugar a desperfectos  
en el electrodo o a inclusiones del material del electrodo  
en la soldadura depositada. Además, en razón de las varia-  
ciones de la longitud del arco, es decir de las variaciones  
de la densidad de corriente del arco y de la sección trans-  
15 versal del arco con relación a la del baño de metal fundido  
o de soldadura, no se puede obtener una penetración estable  
de la soldadura ni tampoco pueden formarse cordones unifor-  
nes en razón de que los baños de soldadura no se forman de  
manera uniforme. Además, con la soldadura automática por  
20 arco del tipo de electrodo no consumible en la cual el avan-  
ce del alambre de aportación es automático, las menores va-  
riaciones de longitud del arco dan lugar a una variación en  
la velocidad de fusión del alambre de aportación, de modo que  
se formarán cordones de soldadura no uniformes, o que el alam-  
25 bre de aportación se sumergirá en el baño de soldadura en  
razón del desequilibrio de la velocidad de avance del alam-  
bre de aportación con respecto a su velocidad de fusión, o  
a fallos en realizar una transferencia o un desplazamiento  
normal del metal fundido en forma de gotitas a partir del  
30 alambre de aportación hasta el baño de soldadura o metal fun



dido en razón de la velocidad de avance excesiva del alambre de aportación, en caso de soldadura en posición alta o vertical.

5 Por consiguiente, en el caso de soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible, particularmente cuando se realiza una soldadura oscilante en todas las posiciones, es imperativo mantener constante con precisión la longitud del arco de modo que se necesita urgentemente un sistema de control.

10 A este efecto se ha propuesto una Patente Japonesa (1969-1822) en la cual se detecta una tensión de arco y se amplifica ésta para desplazar el electrodo en la dirección vertical, manteniendo así constante la longitud del arco. Se intenta así proporcionar un sistema de control en el  
15 cual una característica proporcional que facilita una zona muerta de la tensión de arco de una zona muerta, en la cual el motor eléctrico no responde a dicha tensión de arco, se mantiene entre la tensión de arco y la tensión aplicada al motor eléctrico adaptado para arrastrar el electrodo de soldadura, eliminando así las oscilaciones periódicas del motor  
20 eléctrico.

Con dicho sistema de control, existen inconvenientes que consisten en que el restablecimiento del punto estabilizado de la tensión de arco cuando se reduce la  
25 tensión de arco y el restablecimiento del punto estabilizado de la tensión de arco cuando ésta sube, conducen necesariamente a la parada del motor eléctrico en posiciones diferentes en una gama de la tensión de arco, en la cual el motor eléctrico no responde a dicha tensión, o da lugar a que los  
30 puntos estabilizados no permanezcan en un punto dado en ra-



zón de las variaciones de la tensión de arco y en razón del hecho de que la distancia de control del motor eléctrico varía con las diferentes tensiones aplicadas. Además, con un sistema de control en el cual este punto de funcionamiento estabilizado no se define con relación a su posición dentro de la gama inerte o zona muerta mencionada más arriba, se presentan dificultades con el reglaje de la tensión de arco y además la capacidad de respuesta de un sistema de control a la variación de tensión de arco disminuirá en un grado correspondiente a dicha gama de zona muerta mencionada más arriba.

Por tanto, dicho sistema de control de arco en un equipo de soldadura automática por arco del tipo de electrodo consumible no satisface los requisitos según los cuales, para soldar con precisión, soldando en cualquier posición y soldando haciendo ondular u oscilar el electrodo como en el caso de soldadura de aceros fuertemente aleados, aceros suaves y aceros poco aleados, la fusión del alambre de aportación debe realizarse con las resultantes soldaduras de alta calidad debida a una longitud de arco controlada perfectamente.

#### RESUMEN DEL INVENTO

El invento propone evitar los inconvenientes mencionados más arriba que se experimentan con los equipos de soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible de la técnica anterior.

Por tanto, el primer objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible en los cuales la longitud del arco es controlada automáticamente



en un valor óptimo único para eliminar las oscilaciones periódicas del motor eléctrico, manteniendo constante y estable la longitud del arco.

5 El segundo objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible en los cuales pueden mantenerse un arco de longitud constante bien estabilizada incluso en el caso de hacer ondular u oscilar el electrodo.

10 El tercer objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible en los cuales se controla la longitud del arco, haciendo ondular u oscilar el aparato de soldadura y controlando sin embargo la velocidad de avance del alambre de aportación.

15 El cuarto objeto del invento consiste en proporcionar un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible, en los cuales se controla la longitud del arco, haciendo oscilar u ondular el aparato de soldadura, y controlando la posición de referencia del aparato de soldadura de manera que siga la línea de soldadura predeterminada, controlándose la velocidad de avance del alambre de aportación.

20 De acuerdo con el primer aspecto del invento, se proporciona un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible, en los cuales un motor eléctrico de accionamiento que sirve para arrastrar el electrodo es accionado en función de una señal obtenida mediante integración proporcional o multiplicación  
25 de la diferencia de tensión entre la tensión de arco detectada  
30



tada mediante la utilización de un elemento de integración y de la tensión de referencia ajustada, con el fin de controlar automáticamente la longitud del arco obtenido entre un electrodo no consumible y la pieza que se está soldando.

5 De acuerdo con el segundo aspecto del invento, se proporciona un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible en los cuales se controla la longitud del arco, haciendo oscilar u ondular el aparato de soldadura.

10 De acuerdo con el tercer aspecto del invento, se proporciona un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible en los cuales la tensión obtenida mediante la detección de la tensión entre el electrodo y el alambre de aportación o la tensión  
15 entre el alambre de aportación y la pieza que se está soldando se compara con la tensión de referencia preajustada, con lo cual el motor eléctrico de avance del alambre de aportación puede ser controlado por medio de una señal diferencial obtenida así, con el objeto de controlar la velocidad de avance  
20 ce del alambre de aportación así como la longitud del arco, haciendo oscilar u ondular el aparato de soldadura.

De acuerdo con el cuarto aspecto del invento, se proporciona un método y un aparato para soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible, en los  
25 cuales, además del control mencionado más arriba, se marca una línea de referencia paralelamente a la línea central del surco de soldadura (línea de soldadura) en un lado del surco de soldadura de una pieza trabajada, con lo cual la línea de referencia mencionada más arriba es detectada por medio de un  
30 tubo fotoeléctrico para realizar el control de intervalo a



fin de mantener constante la distancia entre la posición de referencia de un electrodo y la pieza que se está soldando, e igualmente para realizar el control de la línea de soldadura para que la posición de referencia del electrodo siga la línea de soldadura.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama en bloques de un circuito de control de longitud de arco que incorpora el invento;

La figura 2 es un diagrama del circuito de la sección de control de tensión de arco que incorpora el invento;

La figura 3 es un diagrama de circuito de otro modo de realización de la sección de control de tensión de arco según el invento;

La figura 4 es un gráfico que ilustra las características de entrada y de salida del circuito de control de la figura 3;

La figura 5 es una vista en perspectiva de una sección de accionamiento según el invento;

La figura 6 es una vista explicativa que representa el estado de transferencia o de desplazamiento del metal fundido desde el alambre de aportación hasta la masa de soldadura o metal fundido cuando la velocidad de avance del alambre de aportación es óptima;

La figura 7 es una vista explicativa que ilustra el estado de transferencia o de desplazamiento del metal fundido desde el alambre de aportación hasta la masa de soldadura, cuando la velocidad de avance del alambre de aportación es relativamente elevada;



La figura 8 es una vista explicativa del estado de transferencia o de desplazamiento del metal fundido desde el alambre de aportación hasta la masa de soldadura, cuando la velocidad de avance del alambre de aportación es demasiado elevada;

La figura 9 es una vista explicativa del estado de transferencia o de desplazamiento del metal fundido desde el alambre de aportación hasta la masa de soldadura, cuando la velocidad de avance del alambre de aportación es relativamente lenta;

La figura 10 es una vista explicativa del estado de transferencia o de desplazamiento del metal fundido desde el alambre de aportación hasta la masa de soldadura cuando la velocidad de avance del alambre de aportación es demasiado lenta;

La figura 11 es un gráfico que representa la variación de tensión entre el alambre de aportación y la pieza soldada en función del tiempo, en el caso de que la velocidad de avance del alambre de aportación sea óptima.

La figura 12 es un gráfico que representa la variación de tensión entre el alambre de aportación y la pieza soldada en función del tiempo, en el caso de que la velocidad de avance del alambre de aportación sea relativamente elevada;

La figura 13 es un gráfico que representa la variación de tensión entre el alambre de aportación y la pieza soldada en función del tiempo, en el caso de que la velocidad de avance del alambre de aportación sea relativamente lenta;

La figura 14 es un diagrama en bloques de un



aparato en el cual se lleva a la práctica el método de control de velocidad de avance de alambre de aportación que incorporará el invento;

5 La figura 15 es una vista en perspectiva de un aparato que incorpora el invento; y

Las figuras 16 y 17 son vistas en perspectiva detalladas de los mecanismos incorporados en los rectángulos representados en la figura 15.

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

10 Haciendo ahora referencia a la figura 1, un mecanismo de control de longitud de arco según el invento, consiste en: una sección de detección de tensión de arco 1 que incluye un elemento integrador 11; una sección de reglaje de tensión de referencia 2; una sección de control de tensión de arco 3 para comparar la tensión de arco con una tensión de referencia operacional; una sección de arrastre de motor eléctrico 4; y una sección de arrastre destinada a arrastrar el electrodo no consumible por medio de un motor eléctrico en la dirección longitudinal de la soldadura, de acuerdo con la longitud del arco.

20 La sección de detección de tensión de arco 1 detecta la tensión de arco ( $-E_a$ ) la cual a su vez es estabilizada por el elemento integrador 11 cuya constante de tiempo es superior a la constante de tiempo de su componente de alta frecuencia y es superior al tiempo de respuesta de un motor eléctrico. El elemento integrador 11 puede ser un integrador o un amplificador operacional dotado de un grado de amplificación adecuado para la tensión de entrada.

25 En la sección de reglaje de tensión de referencia 2, una tensión de corriente continua constante ( $+E_a$ ) se

30



divide por medio de una resistencia variable, lo que permite obtener la tensión de arco deseada, es decir la longitud de arco deseada por medio del valor de reglaje.

5 La sección de control de tensión de arco 3 integra proporcionalmente y amplifica la diferencia de tensión (la cual se llamará en lo que sigue tensión de error) entre la tensión de salida que aparece en la sección de detección de tensión de arco 1 y la tensión de salida de la sección de reglaje de tensión de referencia 2, y se utiliza en ella  
10 un amplificador de integración proporcional que tiene una resistencia 12, un amplificador operacional 13, y un circuito de realimentación que consta de un condensador 14 y una resistencia variable 15 de reglaje de ganancia (figura 2).

15 La utilización del amplificador de integración proporcional permite la aplicación de una señal a la sección de control 4 de accionamiento del motor eléctrico en la siguiente etapa, adaptándose dicha señal para hacer volver la longitud del arco a una longitud óptima incluso en presencia de una pequeña variación de tensión, porque dicha pequeña tensión puede ser amplificada e integrada en el  
20 amplificador de integración proporcional.

El motor eléctrico 20 de accionamiento de electrodo puede frenarse para no rebasar el punto óptimo de reglaje, en razón de una combinación de un elemento integrador 11 con una sección de control de tensión de arco 3, lo  
25 que elimina en el motor eléctrico las oscilaciones periódicas.

Por otra parte, la sección 3 de control de tensión de arco, según se representa en la figura 3, puede recibir una tensión de entrada y una tensión de salida que se  
30



eleva a la potencia  $n$  ( $n = 2, 3, 4...$ ) utilizando multiplicadores 21 y 22. La sección de control de tensión de arco 3 consiste en los multiplicadores 21 y 22 conectados en serie, y un multiplicador de coeficiente 26 que consiste en un amplificador operacional 24 y una resistencia variable 25, estando dicho multiplicador de coeficiente dispuesto en la siguiente etapa del multiplicador 22 mencionado más arriba. La sección de control 3 proporciona una característica de curva de estabilización según la figura 4, que representa la relación entre la tensión de error (entrada) y la señal (salida) que ha de ser aplicada a la sección de accionamiento de motor eléctrico situada en la etapa siguiente, para establecer en su valor óptimo la longitud del arco. En dicha relación, cuanto más elevada es la tensión de error tanto más importante será la señal de salida que ha de ser aplicada a la sección 4 de control de accionamiento del motor eléctrico en la siguiente etapa, con lo cual el motor puede ser accionado inmediatamente para restablecer la longitud del arco en su valor óptimo. Al respecto, cuanto más cerca está la longitud del arco al valor óptimo, tanto más importante será la acción de frenado, y eventualmente la longitud del arco se establecerá en el valor óptimo. Ya que cuanto más pequeña es la tensión de error tanto menor es la señal de salida en exceso que ha de ser aplicada a la sección 4 de control del motor eléctrico en la siguiente etapa, de modo que el motor eléctrico de accionamiento del electrodo no estará sometido a oscilaciones periódicas incluso si no se usa el sistema de integración proporcional que incorpora el elemento de temporización mencionado más arriba.

La sección 4 de control de accionamiento del



motor eléctrico, según se representa en la figura 1, amplifica una señal de salida de la sección 3 de control de tensión de arco y frena el motor eléctrico de accionamiento de electrodo de modo que no se produzca un rebasamiento del punto de reglaje sino que permite una rotación normal o en sentido inverso del motor eléctrico de accionamiento del electrodo, en función de la señal positiva o negativa así amplificada. La sección 4 de control de accionamiento del motor eléctrico consiste en un elemento de accionamiento 28 y en un elemento de determinación de polaridad 30 situado en la siguiente etapa.

El elemento de accionamiento 28 consiste en un amplificador operacional 31 y en un elemento de realimentación 32 adaptado para realimentar negativamente en el lado de entrada del amplificador operacional 31 la salida procedente del generador tacométrico 33 que genera la tensión de salida proporcionalmente a la velocidad de rotación del motor eléctrico 20 de accionamiento de electrodo. El elemento de realimentación 32 elimina las variaciones de salida del motor eléctrico 20 producidas por las variaciones de carga en el motor eléctrico 20 de accionamiento del electrodo.

El elemento 30 de determinación de polaridad consiste en un transistor Tr1 del tipo "npn" y en un transistor Tr2 "pnp", estando los terminales de base de los transistores Tr1 y Tr2 conectados al terminal de salida del amplificador operacional 31, y estando el terminal de colector del transistor Tr1 conectado por medio de una fuente de suministro de energía eléctrica 35 al terminal "b". El terminal de emisor del transistor Tr1 está unido al termi-



nal de emisor del transistor Tr2 así como al punto "a" del motor eléctrico de accionamiento de la sección de electrodo y el terminal a está conectado a masa. Cuando se aplica una señal positiva al elemento de determinación de polaridad 30, el transistor Tr1 conducirá la corriente mientras que el motor eléctrico 20 de accionamiento de electrodo girará en la dirección positiva. Cuando se aplica una señal negativa al elemento de determinación de polaridad 30 el transistor Tr2 conduce la corriente y por tanto ésta circula a través del motor eléctrico desde el terminal b hasta el terminal a y por consiguiente el motor 20 gira en la dirección inversa. La sección de accionamiento 5 consiste en una sección de electrodo 40 y en un mecanismo de accionamiento 41 de la sección de electrodo. Tal y como se representa en la figura 5, la sección de electrodo 40 consiste en un electrodo no consumible 43 y en un cuerpo aislante 44 que contiene el electrodo 43 mientras que el electrodo no consumible 43 está conectado por un conductor que atraviesa el cuerpo aislante, a un cable de soldadura 45. El mecanismo de accionamiento 41 de la sección de electrodo consiste en un brazo de soporte de electrodo 46, una tapa de guía 47 adaptada para guiar el brazo 46, un tornillo 48 adaptado para arrastrar el brazo 46 en dirección longitudinal, y un cuerpo de bastidor 49 que soporta la tapa de guía 47 y el tornillo 48. El brazo de soporte 46 de la sección de electrodo tiene tres brazos, el primero de los cuales soporta la porción de electrodo 40 así como una punta de guía 50 del alambre de aportación de manera que forme un ángulo adecuado respecto al electrodo no consumible 43, estando el segundo brazo provisto de un agujero de corredera que tiene un diámetro adecuado para desli-



5     zar en una tapa de guía 47 y estando el tercer brazo provis-  
to de un agujero roscado por dentro en el cual se acopla el  
tornillo 48. El tornillo 48 está conectado a un árbol gi-  
ratorio del motor eléctrico 20 de accionamiento de la sección  
de electrodo. A través de la punta 50 de guía del alambre  
de aportación se halla un alambre de aportación 51. El cuer-  
po de bastidor 49 está conectado por un mecanismo oscilato-  
rio A por medio del cual el electrodo no consumible 43 con-  
du-  
10    la u oscila por medio del cuerpo de bastidor 49 en una direc-  
ción lateral.

La sección de accionamiento 5 así dispuesta se  
desplaza guiada por un mecanismo de desplazamiento adecuado  
tal como un mecanismo de seguimiento de línea de soldadura  
que se describirá más adelante.

15     Con dicho dispositivo, la tensión de arco es  
detectada por medio de un elemento integrador que tiene una  
constante de tiempo superior a la velocidad de respuesta del  
motor eléctrico o a la de su componente de alta frecuencia,  
y a continuación la diferencia de tensión entre la salida  
20    del elemento integrador y la tensión de referencia ajustada  
se aplica como tensión de entrada a un integrador proporcio-  
nal o a un multiplicador para obtener una señal de acciona-  
miento del motor eléctrico tal que el motor eléctrico de ac-  
cionamiento de la sección de electrodo no esté sometido a  
25    oscilaciones periódicas y funcione para dar a la longitud  
del arco su valor óptimo. Por consiguiente, de acuerdo con  
el procedimiento de soldadura automática por arco del tipo  
de electrodo no consumible según el invento, la longitud del  
arco puede establecerse rápidamente en un valor de reglaje  
30    único, cualquiera que sea la falta de alineación de la línea



de soldadura y cualesquiera que sean las irregularidades su  
perificiales de un surco de soldadura, asegurando así una  
perfecta protección del electrodo así como una fusión uni-  
forme del alambre de aportación y soldaduras de alta cali-  
dad. De este modo, es posible realizar con precisión opera-  
ciones de soldadura automática por arco del tipo de electro-  
do no consumible, en aceros fuertemente aleados además de  
aceros suaves y aceros poco aleados o metales no ferrosos.

Se describirá ahora el método de control de  
velocidad de avance del alambre de aportación según el in-  
vento.

Tal y como se representa en la figura 6, el me  
tal fundido 52 que se forma en un arco en la punta del alam  
bre de aportación 51, toma en primer lugar la forma de una  
gota y a continuación forma un puente entre la masa fundida  
53 y el alambre de aportación 51 y sucesivamente es atraído  
hacia la masa fundida o masa de soldadura 53 uniéndose a  
ella en razón de la fuerza del arco y de la tensión super-  
ficial del metal fundido 52. Se trata de un estado normal  
y por tanto conveniente.

La figura 7 ilustra el caso en el cual la ve-  
locidad de avance del alambre de aportación es relativamente  
elevada, y en el cual el alambre de aportación 51, sin haber  
fundido en grado suficiente, es introducido en la masa fun-  
dida 53 reduciendo así la temperatura de la masa fundida 53  
dando lugar a una penetración imperfecta.

En el caso de que la velocidad de avance del  
alambre de aportación sea excesiva, el alambre de aporta-  
ción 51, según se representa en la figura 8, chocará con la  
superficie sólida del metal en el fondo de la masa fundida



53, produciendo una vibración en la máquina de soldadura, lo que obliga a interrumpir la operación de soldadura.

La figura 9 ilustra el caso en el cual la velocidad de avance del alambre de aportación es relativamente lenta, y el metal fundido en forma de gota se separa del alambre de aportación 51 en razón de la fuerza del arco hacia la masa fundida 53 a la cual se une. Esto produce vibraciones en la masa de metal fundido debido al choque con la masa de metal fundida dando lugar a proyecciones.

En el caso de que se reduzca todavía más la velocidad de avance del alambre de aportación, el metal fundido 52 en forma de gota que se representa en la figura 10, no puede alcanzar la masa de metal fundido 53 y cae sobre un electrodo o sobre la boquilla, etc., causando desperfectos en el electrodo o en el soplete, lo que produce una interrupción en la operación de soldadura. Como se ve claramente en lo que antecede, es imperativo asegurar un control de la velocidad de avance del alambre de aportación 51 en un valor adecuado.

El estudio realizado por los inventores revela que el estado de desplazamiento del metal fundido 52 a partir del alambre de aportación 51 hasta la masa de metal fundido 53 depende de la velocidad de avance del alambre de aportación, mientras que la velocidad de avance del alambre de aportación depende de la tensión  $E_{fb}$  entre el alambre de aportación 51 y la pieza que se está soldando o de la tensión  $E_{ef}$  entre el electrodo 43 (del tipo no consumible) y el alambre de aportación 51. Por tanto, basándose en este descubrimiento, se controla la velocidad de avance del alambre de aportación de acuerdo con una señal obtenida a par-



tir de la tensión  $E_{fb}$  mencionada más arriba para conseguir las condiciones de soldadura óptimas, tal y como se representa en la figura 6.

5 Las figuras 11 a 13 representan gráficos de los oscilogramas 60, 63, 66 que representan el valor de la tensión  $E_{fb}$  entre el alambre de aportación 51 y la pieza trabajada 54, clasificándose las condiciones de desplazamiento del metal fundido 52 que se representan en las figuras 5 a 10, en tres casos es decir, (i) caso en el cual la  
10 velocidad de avance del alambre de aportación es óptima, (ii) caso en el cual la velocidad de avance del alambre de aportación es elevada y (iii) caso en el cual la velocidad de avance del alambre de aportación es baja. Se utilizó un electrodo 43 del tipo no consumible y se formó un arco de  
15 250A y 13V, siendo el diámetro del alambre de aportación 51 de 1,6 mm.

La figura 11 se refiere al caso (i) mencionado más arriba. Hasta que el metal fundido 52 en forma de gota haya alcanzado la pieza que se está soldando, la tensión  $E_{fb}$  mencionada más arriba permanece en la posición de  
20 alta tensión 61. Cuando el metal fundido 52 forma un puente entre el alambre de aportación 51 y la pieza 54 que se está soldando, la tensión  $E_{fb}$  toma la posición de tensión baja. Cuando el metal fundido 52 es atraído hacia la masa  
25 de metal fundido 53 uniéndose a ella, y por tanto cuando el alambre de aportación 51 se separa de la pieza 54 que se está soldando, la tensión  $E_{fb}$  sube a la posición de alta tensión 61. El ciclo de funcionamiento en cuestión se repite dando lugar al gráfico que se representa en la figura 11. El valor medio  $E_{fb1}$  de la tensión  $E_{fb}$  en la posición de alta ten  
30



sión 61 es de 3 voltios aproximadamente.

La figura 12 se refiere al caso (ii) mencionado más arriba. En razón de la velocidad de avance más elevada del alambre de aportación 51, el alambre de aportación  
5 permanece más tiempo en estado adherido o sumergido en el interior de la masa de metal fundido 53 que fuera de ella, de modo que la tensión  $E_{fb}$  permanece casi siempre en la posición de tensión baja 65. En este caso, el alambre de aportación 51 se funde directamente en el interior de la ma  
10 sa de metal fundido 53 y se une a ella. La tensión media  $E_{fb2}$  es de 0,6 V aproximadamente, y por tanto el tiempo durante el cual permanece en la posición de alta tensión 54, es extremadamente corto, y existe un estado casi de corto-circuito.

La figura 13 se refiere al caso (iii) mencionado más arriba. Debido a la velocidad de avance reducida del alambre de aportación 51, la separación entre el alambre de aportación 51 y la pieza que se está soldando puede ser relativamente más larga de modo que la posición de alta  
20 tensión 67 será superior a la posición de alta tensión 61 que se representa en la figura 11. Como se ha descrito, el metal fundido 52 no se extiende entre el alambre de aportación 51 y la masa de metal fundido 53 sino que salta por encima por medio de la fuerza del arco desde el alambre de  
25 aportación hasta la masa de metal fundido, de modo que el tiempo durante el cual la tensión  $E_{fb}$  permanece en la posición de tensión baja 68 será relativamente corto. En este caso, la tensión media  $E_{fb3}$  de la tensión  $E_{fb}$  en la posición de alta tensión 67 es aproximadamente de 6 V. En comparación  
30 ción con los casos representados en las figuras 11 y 12, el



tiempo durante el cual el alambre de aportación 51 y la pieza que se está soldando están unidos, es extremadamente corto, y por tanto existe un estado de circuito casi abierto.

Haciendo referencia a los oscilogramas 60, 63 y 66, se ve que existe una diferencia considerable de potencial entre la posición de baja tensión 65 de la tensión  $E_{fb}$  en el caso de cortocircuito y la posición de alta tensión 67 de la tensión  $E_{fb}$  en el estado de circuito abierto. Por lo tanto, si el voltaje ajustado está incluido en la gama de 2 a 5 voltios, es posible controlar tanto el estado de circuito abierto como el estado de cortocircuito por medio de un circuito adecuado utilizando la tensión de reglaje mencionada más arriba como tensión de referencia. Después de ajustar la tensión de reglaje, el metal fundido 4 puede ser controlado en el estado de desplazamiento estabilizado, incluso si la tensión o la corriente de soldadura están sometidos a variaciones de cierta importancia. Además, si la tensión de reglaje es variable, es posible obtener un estado de desplazamiento controlado y estabilizado del metal fundido en cualquier condición en toda la gama de las tensiones y corrientes de soldadura normales.

En la descripción se ha hecho referencia a la tensión  $E_{fb}$  entre el alambre de aportación 51 y la pieza que se está soldando. Sin embargo, el sistema de control de velocidad de avance del alambre de aportación del invento puede aplicarse también de manera similar a la tensión entre el electrodo y el alambre de aportación en razón de la relación que sigue:

$$\begin{aligned} & \text{(tensión } E_{eb} \text{ de electrodo-pieza trabajada)} = \text{tensión} \\ & E_{ef} \text{ de electrodo-alambre de aportación) + (tensión} \end{aligned}$$



$E_{fb}$  de alambre de aportación-pieza trabajada) =  
constante.

Examinando ahora la figura 14, se ve en ella un aparato para llevar a la práctica el método de control de velocidad de avance del alambre de aportación según el invento.

La tensión  $E_{fb}$  entre el alambre de aportación 51 y la pieza trabajada 54 se detecta por medio de un detector de tensión 70 y se aplica a un comparador. La tensión  $E_{fb}$  se compara en el comparador 72 con la tensión de referencia  $E_0$  que aparece en el dispositivo de reglaje de velocidad de avance 71 que preajusta la velocidad de avance, y a continuación se aplica la señal diferencial  $E_d$  a un amplificador 73. La señal diferencial se amplifica en el amplificador 73 y se aplica a continuación bajo la forma de una señal de accionamiento  $E_D$  a un motor eléctrico 74 de avance de alambre de aportación que desplaza el alambre de aportación. El motor eléctrico 74 de avance de alambre de aportación se controla de tal manera que anule la señal diferencial  $E_d$ , de modo que la velocidad de avance del alambre de aportación 51 pueda mantenerse en la velocidad de avance ajustada en cualquier momento. Tal y como se ha descrito, la velocidad de avance 75 del alambre de aportación 51 aparecerá inmediatamente bajo la forma de una tensión 76 durante el desplazamiento del metal fundido 52 desde el alambre de aportación 51 hasta la masa de metal fundido 53 y por tanto la tensión 76 mencionada más arriba será la tensión  $E_{fb}$  detectada en el detector de tensión 70.

Sin embargo, los mismos resultados pueden obtenerse si se utiliza la tensión  $E_{ef}$  entre el electrodo 43



y el alambre de aportación 51, en lugar de la tensión  $E_{fb}$  entre el alambre de aportación 51 y la pieza trabajada 54.

En razón de la relación que existe entre la velocidad de avance del alambre de aportación y el estado de desplazamiento del metal fundido 52 del alambre de aportación 51, de la relación que existe entre el estado de desplazamiento mencionado más arriba y la tensión  $E_{fb}$  entre el alambre de aportación 51 y la pieza trabajada 54 que ha sido descrita más arriba (o tensión entre el electrodo 43 y el alambre de aportación 51), y de acuerdo con el principio de control de la velocidad de avance del alambre de aportación 51 mediante la utilización de la tensión  $E_{fb}$ , como señal, que está basado sobre las relaciones mencionadas más arriba, puede verse claramente que es posible obtener una estabilización automática de la velocidad de avance del alambre de aportación por medio del aparato descrito hasta aquí obteniéndose un control preciso.

Además, ya que el desplazamiento del alambre de aportación 51 se hace en sincronismo con el desplazamiento del metal fundido desde el alambre de aportación 51 hasta la pieza trabajada 54, cuando el estado de desplazamiento mencionado más arriba se transforma en estado de circuito abierto, la velocidad de avance acelerará inmediatamente para obligar el alambre de aportación 51 a formar un arco. Por otra parte, cuando el estado de desplazamiento mencionado más arriba se transforma en estado de cortocircuito, la velocidad de avance del alambre de aportación disminuirá inmediatamente para que el estado de desplazamiento tome el nivel óptimo.

De este modo, se controla el metal fundido 52



en forma de gota para que tenga el tamaño más reducido durante su desplazamiento desde el alambre de aportación hasta la pieza trabajada 54, lo que permite obtener soldaduras de alta calidad con un rendimiento elevado.

5                    Se describirá ahora el mecanismo de seguimiento de línea de soldadura. La figura 15 se refiere a una vista en perspectiva de todo el aparato según el invento, el cual se utiliza para soldadura en posición aérea en el procedimiento de soldadura TIG. Montados en una plataforma  
10                    80 adaptada para desplazarse en unos rieles 81 dispuestos debajo de la línea de soldadura, se hallan dos grupos de cabezales de soldadura dotados de secciones de electrodo 40, 40 de un dispositivo de avance de alambre de aportación 82, 82 y de unos carretes de alambre de aportación 83, 83, es-  
15                    tando las secciones de electrodo 40, 40 conectadas al mecanismo oscilatorio y a los varios mecanismos de seguimiento que se describirán en lo que sigue y que están contenidos en una caja  $b_1$  representada en línea de puntos, de modo que sigan automáticamente la línea de soldadura 84 y se adapten  
20                    a las diversas variaciones de las condiciones de soldadura.

                    La figura 16 es una vista explicativa detallada de un mecanismo oscilatorio A y de un mecanismo de control de longitud de arco B, ambos alojados en la caja  $b_1$  representada en la figura 15. La figura 17 representa  
25                    un mecanismo de control de intervalo C y un mecanismo de seguimiento de línea de soldadura D, ambos alojados en una caja  $b_2$  representada en la figura 15. Estos cuatro mecanismos A a D están conectados a un soplete de soldadura (sección de electrodo) 40, y el mecanismo oscilatorio A que  
30                    se representa en la figura 16, está montado de manera fija



en una placa 85 del mecanismo de control de intervalo C.

Se dará ahora la descripción de las operaciones de los varios mecanismos del aparato de soldadura dispuestos así para el procedimiento de soldadura TIG en posición aérea.

En primer lugar, se ajusta un soplete de soldadura TIG 40 en el surco de soldadura 55 de la pieza que ha de ser soldada. A continuación, se introduce el alambre de aportación 51 a través del dispositivo de avance de alambre de aportación 82 a partir de un carrete de alambre de aportación 83 montado en la plataforma 80, produciéndose un arco entre el electrodo no consumible 43 y la pieza trabajada 54, mientras el soplete 40 realiza un movimiento oscilatorio para soldar la pieza a lo largo del trayecto de soldadura oscilatorio 86 representado. El movimiento oscilatorio del soplete o sección de electrodo 40 es realizado por un mecanismo oscilatorio A. Para obtener este movimiento oscilatorio de la sección de electrodo 40, el motor eléctrico 87 de accionamiento del mecanismo oscilatorio A hace girar el husillo 88 para desplazar el mecanismo de control de longitud de arco B que incluye un soplete de soldadura (sección de electrodo 40), y un elemento de soporte 89 montado a rosca en dicho husillo 88. En el centro del movimiento oscilatorio se halla un dispositivo de detección de centro 90 que puede producir una orden de parada del movimiento oscilatorio de la sección de electrodo 40 en el centro de este movimiento oscilatorio durante un corto tiempo. Además, el dispositivo detector de centro 90 puede emplearse también para ajustar la amplitud o anchura del movimiento oscilatorio. Al respecto, el disposi-



tivo detector de centro 90 produce una orden de inversión de la rotación del motor eléctrico 87 un cierto tiempo después de que el centro del elemento de soporte 89 ha pasado a través de la parte delantera de dicho dispositivo de detección 90 en cuestión. Por otra parte, el reglaje del movimiento oscilatorio puede realizarse mediante otro mecanismo separado. Por ejemplo unos palpadores 91, 91' de un interruptor de fin de carrera adaptado para producir una orden de rotación normal o invertida del motor eléctrico 87 está montado en el husillo 92 así como en el elemento de soporte 89 con lo cual la amplitud del movimiento oscilatorio puede ser ajustada cambiando la posición de contacto de ambos palpadores del interruptor de fin de carrera mediante rotación del husillo 92. Al respecto, si se desea que el movimiento oscilatorio de la sección de electrodo 40 se detenga temporalmente para obtener una mejor penetración en las piezas trabajadas 54, 54 en posiciones que dan lugar a la rotación normal y a la rotación invertida del motor 87, es decir en los bordes laterales opuestos del ancho del trayecto oscilatorio u ondulante 86, estas órdenes pueden ser producidas por medio de los palpadores 91, 91' del interruptor de fin de carrera. De este modo, la soldadura puede realizarse de la manera indicada más arriba con movimiento ondulante. Sin embargo, cuando la posición del electrodo es fija, se producen separaciones variables entre el electrodo no consumible 43 y la masa de metal fundido 53, es decir las longitudes de arco entre el centro y los bordes laterales opuestos del surco de soldadura, mientras que en el caso de una soldadura de capas múltiples, la longitud del arco puede variar en función de la superficie irregular de los cordones de solda-



dura. Por consiguiente, es preciso obtener una longitud constante del arco.

5 La variación de la longitud del arco puede ser detectada bajo la forma de una variación de tensión de arco de tal manera que como se ha dicho más arriba, la ten-  
sión de arco detectada en el detector de tensión de arco pueda ser comparada con una tensión ajustada de antemano, de modo que en función de la señal de comparación (tensión de error) el motor eléctrico 20 del mecanismo de control de  
10 longitud de arco B pueda girar por medio del generador taquí métrico 33 para hacer girar el husillo 48, haciendo que el movimiento vertical del brazo de soporte 46' de la sección de electrodo, que está montado a rosca en el husillo mencio-  
nado más arriba, y manteniendo así en un valor constante la separación entre el electrodo 43 y el metal fundido 53, es  
15 decir la longitud de arco " $l$ ".

Una falta de alineación de la sección de elec-  
trodo 40 con la línea de soldadura puede ocurrir si existe  
una pequeña diferencia entre la dirección de desplazamiento  
20 de la plataforma 80 por debajo de las piezas trabajadas 54, 54 y la línea de soldadura 84, mientras se está realizando la soldadura. Sin embargo, este defecto de alineación pue-  
de ser compensado por el mecanismo de seguimiento de solda-  
dura D. Más particularmente, se marca una línea de referen-  
25 cia 93 paralela a la línea central del surco de soldadura 55 en un lado del surco de soldadura de la pieza, para que el dispositivo 94 de detección de línea de referencia que utili-  
za un tubo fotoeléctrico, pueda seguir en cualquier momento la línea de referencia. Si el dispositivo de detección 94  
30 se aleja de la línea de referencia, la señal producida por



5 el dispositivo detector 94 hará girar el motor eléctrico 95  
y el husillo 96 directamente conectado al motor eléctrico 95,  
desplazando así el mecanismo de control de intervalo C, y el  
mecanismo oscilatorio A montado en la placa 85 de dicho me-  
canismo de control de intervalo C, el mecanismo de control  
de longitud de arco B, y el soplete de soldadura (sección  
de electrodo) 40 en una dirección situada en ángulo recto  
respecto a la línea de soldadura, de modo que el dispositi-  
vo de detección de línea de referencia 94 pueda detectar la  
10 línea de referencia, es decir de tal manera que el centro  
del movimiento oscilatorio de la sección de electrodo de sol-  
dadura 40 pueda situarse en posición de alineación con la  
línea central del surco de soldadura.

15 Además, en el caso de que no sean constantes  
las separaciones entre las piezas trabajadas 54, 54 y las  
cabezas de soldadura, por ejemplo en el caso en que las pie-  
zas 54, 54 estén inclinadas en la dirección de avance de la  
soldadura o en el caso de que exista una porción curva en la  
línea de soldadura, entonces el mecanismo de control de in-  
20 tervalo C será accionado. En otras palabras, el rodillo de  
punta de un transformador diferencial 98 montado en un bra-  
zo 97 del dispositivo de detección de línea de referencia  
94 se mantiene en contacto deslizante con las piezas traba-  
jadas de modo que cuando la separación entre la pieza y el  
25 cabezal de soldadura varía, el transformador diferencial  
detecte la variación en cuestión haciendo girar un motor  
eléctrico 100 del mecanismo de control de intervalo C así  
como el husillo 101 conectado a éste, con el fin de despla-  
zar la placa 85 en la dirección vertical. Esto mantiene  
30 constante el intervalo entre el cabezal de soldadura y la



pieza mientras que la longitud del arco puede ser mantenida constante por medio del mecanismo de control de longitud de arco mencionado más arriba, dando lugar a la realización de una operación de soldadura estable. Además, la utilización combinada del mecanismo de control de velocidad de avance del alambre de aportación puede conducir a condiciones de soldadura óptimas.

Como se ve en la descripción que antecede, el aparato de soldadura según el invento puede corregir los defectos de alineación durante la operación de soldadura por medio del mismo aparato, de modo que es posible eliminar defectos tales como una penetración imperfecta a lo largo de la superficie interna del surco de soldadura. Además, el control de intervalo entre el cabezal de soldadura y la pieza que se está soldando así como el control de velocidad de avance del alambre de aportación permiten la soldadura continua de piezas de longitud considerable en condiciones de soldadura muy estables, lo que constituye una gran ventaja para esta industria.

Aunque en la descripción se haya hecho referencia a la soldadura en posiciones verticales y aéreas, el invento puede también aplicarse a soldadura en posición plana o en posición horizontal.

Aunque se hayan descrito varios modos de realización ilustrativos del aparato, se entiende que los peritos en la materia podrán idear variaciones y modificaciones dentro del alcance y del principio del invento. Por consiguiente, la descripción que antecede ha de ser considerada como meramente ilustrativa sin ningún carácter limitativo.

En resumen, la patente de invención que se so-



licita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1. Método y su correspondiente aparato de soldadura automática por arco del tipo de electrodo no consumible, caracterizado el método porque incluye las etapas que consisten en: integrar proporcionalmente o multiplicar la diferencia de tensión entre la tensión de arco detectada mediante utilización de un elemento integrador y la tensión de referencia ajustada, con el fin de obtener así una señal; y

10 accionar un motor eléctrico de accionamiento del elemento de electrodo por medio de dicha señal, con lo cual la longitud del arco producido entre dicho electrodo no consumible y la pieza que se está soldando se mantenga automáticamente en su valor óptimo.

15 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se controla la longitud del arco mientras se hace oscilar u. ondular dicho electrodo.

20 3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la longitud del arco puede ser controlada por el dispositivo de control de velocidad de avance del alambre de aportación, controlando el motor eléctrico de avance del alambre de aportación de acuerdo con la diferencia de tensión entre la tensión detectada obtenida mediante la detección de la tensión electrodo-alambre de aportación o de la tensión alambre de aportación-pieza trabajada, y la tensión de referencia ajustada.

25 30 4. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque se controla la velocidad de avance del alambre de aportación lo mismo que la longitud del arco, mientras se hace oscilar el dispositivo de electrodo.



5 5. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque se controla la longitud del arco mientras se hace oscilar el dispositivo de electrodo de soldadura, bajo un control de intervalo para mantener constante la distancia de separación entre la posición de referencia del dispositivo de electrodo y la pieza que se está soldando, así como bajo control de configuración de la línea de soldadura para que el dispositivo del electrodo siga la línea de soldadura.

10 6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque se controla la longitud del arco bajo un control de intervalo, un control de configuración de línea de soldadura y mientras el dispositivo de electrodo está animado de un movimiento oscilante, mientras se controla la velocidad de avance del alambre de aportación mediante el control del motor eléctrico de avance del alambre de aportación de acuerdo con la  
15 tensión diferencial entre la tensión detectada obtenida mediante detección de la tensión electrodo-alambre de aportación o de la tensión alambre de aportación-pieza trabajada, y la tensión de referencia ajustada.

20 7. Aparato para llevar a cabo el método de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque incluye: un dispositivo detector de tensión de arco que incluye un elemento integrador; un elemento de reglaje de tensión de referencia; un dispositivo de control de motor eléctrico que consta de un dispositivo  
25 de accionamiento y de un elemento de determinación de polaridad; y un dispositivo de arrastre para el desplazamiento del electrodo no consumible por medio de dicho motor eléctrico; con lo cual la diferencia de tensión entre la tensión de salida procedente de dicho dispositivo de detección de tensión  
30 de arco y la tensión de salida procedente del dispositivo de

*Res*



reglaje de tensión de referencia, se estabiliza por medio de dicho dispositivo de control de tensión de arco, con el fin de controlar automáticamente la longitud del arco obtenido entre dicho electrodo no consumible y dicha pieza trabajada,

5

8. Aparato según la reivindicación 7, caracterizado además porque incluye un mecanismo de oscilación del dispositivo de electrodo adaptado para someter dicho dispositivo de electrodo a un movimiento oscilante.

10

9. Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque incluye además un mecanismo de control de velocidad de avance del alambre de aportación que consiste en: un dispositivo detector de tensión para detectar la tensión electrodo-alambre de aportación, o la tensión alambre de aportación-pieza trabajada; un dispositivo de ajuste de la velocidad de avance para el reglaje previo de la velocidad de avance; un comparador para comparar la tensión detectada con la tensión de referencia en dicho dispositivo de ajuste de la velocidad de avance; un amplificador para amplificar la señal diferencial entre la tensión detectada y la tensión de referencia; y un motor eléctrico de avance del alambre de aportación que funciona de acuerdo con la señal de accionamiento procedente de dicho amplificador.

15

20

25

10. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque dicho aparato incluye un mecanismo que hace oscilar el dispositivo de electrodo para someter dicho dispositivo de electrodo a un movimiento oscilatorio.

30

11. Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque incluye además; un mecanismo de seguimiento de línea de soldadura que incluye un mecanismo de control de intervalo para mantener constante el intervalo entre la cabeza de soldadura y la pieza trabajada, desplazando una placa por medio de

*kg*



5 un motor eléctrico accionado por un transformador di-  
ferencial que detecta la variación de distancia entre  
la pieza trabajada y la cabeza de soldadura, y por una  
señal procedente de dicho transformador diferencial; y un  
mecanismo de seguimiento de la línea de soldadura que inclu-  
ye un motor eléctrico accionable por medio de un dispositi-  
vo de detección de línea de trazado y de acuerdo con una  
orden procedete de dicho dispositivo de detección.

10 12. Aparato según la reivindicación 11, caracteriza-  
do porque incluye además: un dispositivo detector de tensión  
para detectar la tensión electrodo-alambre de aportación o  
la tensión alambre de aportación-pieza trabajada; un dispo-  
sitivo de reglaje de la velocidad de avance para ajustar de  
15 antemano la velocidad de avance; un comparador para comparar  
la tensión detectada con la tensión de referencia en dicho  
dispositivo de reglaje de velocidad de avance; un amplifica-  
dor para amplificar la señal diferencial entre la tensión de-  
tectada y la tensión de referencia; y un motor eléctrico de a  
avance del alambre de aportación accionable por medio de una  
20 señal de activación amplificada por dicho amplificador.

13. Se reivindica por último como objeto sobre el que  
ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: METODO  
Y SU CORRESPONDIENTE APARATO DE SOLDADURA AUTOMATICA POR ARCO.

25 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la pre-  
sente memoria descriptiva que consta de treinta y dos páginas  
mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 26 Marzo 1.974  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.

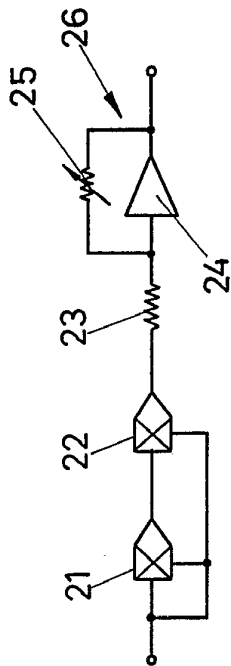
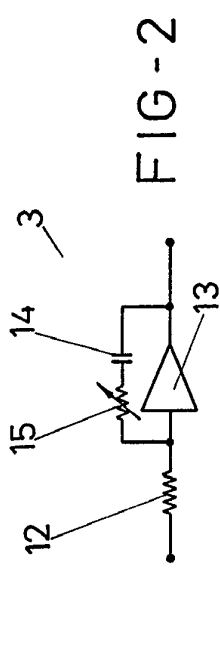


FIG-3

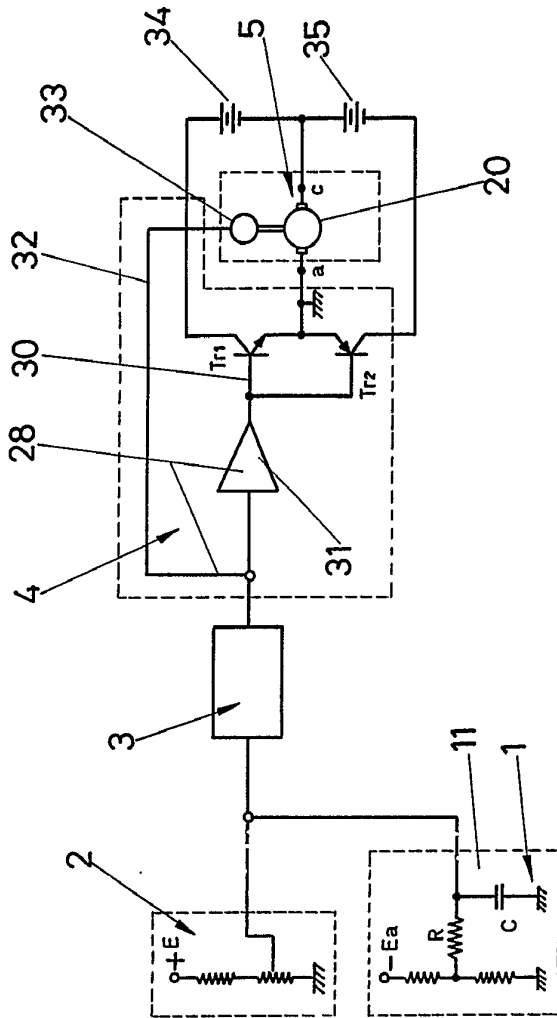


FIG-1

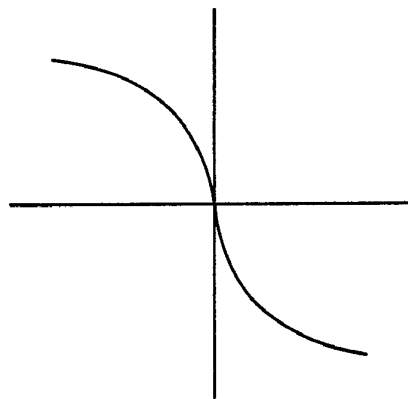


FIG-4

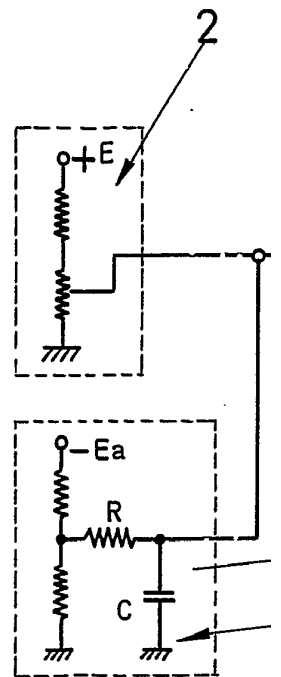
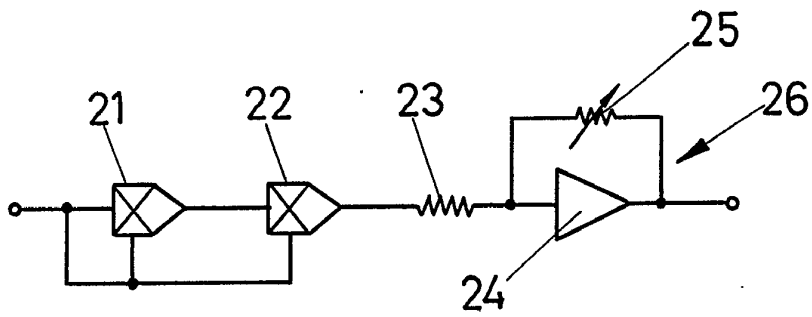
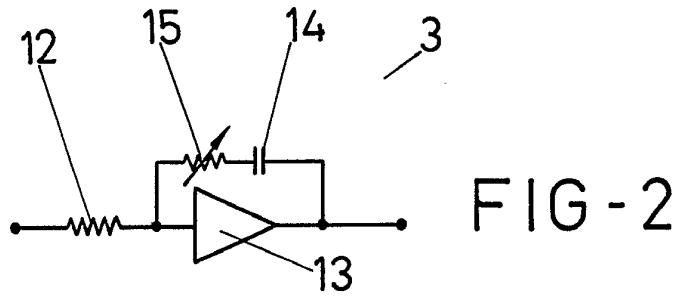


FIG-3

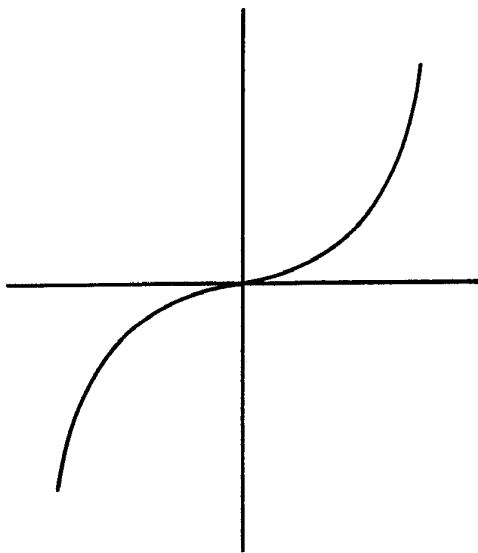


FIG-4

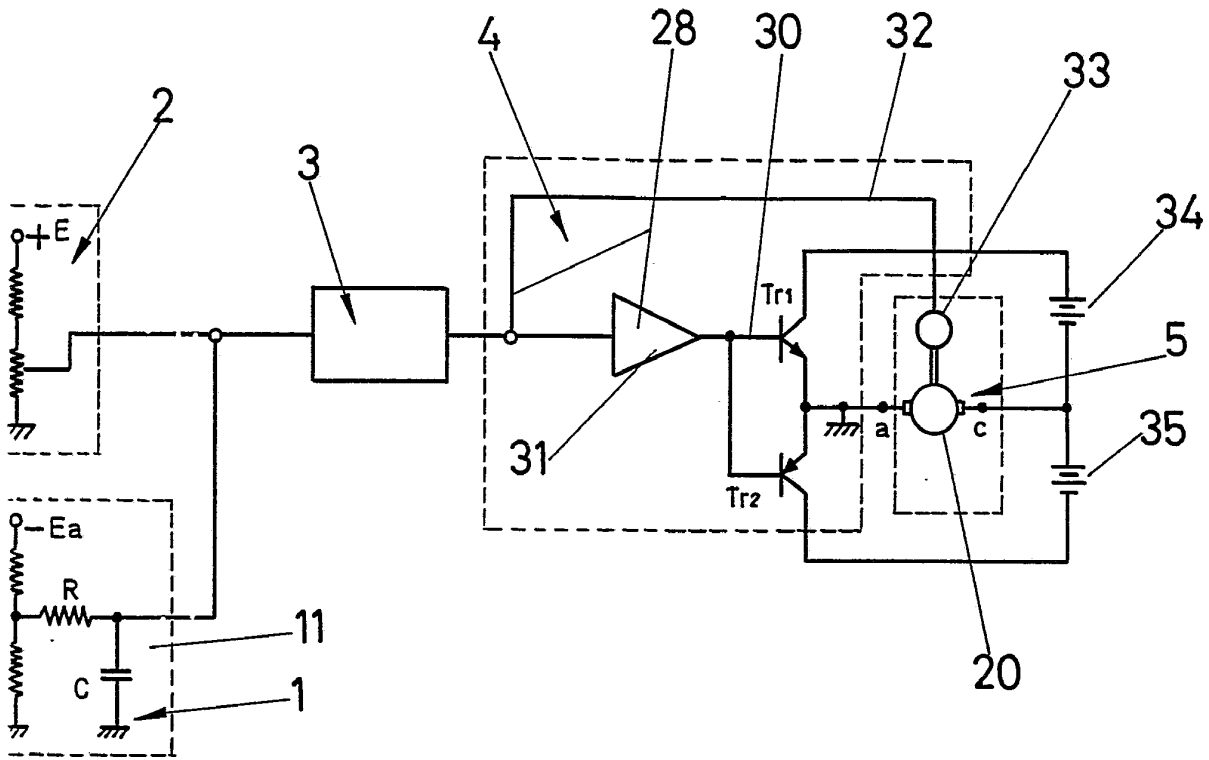


FIG -1

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 26 de marzo de 1974

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.

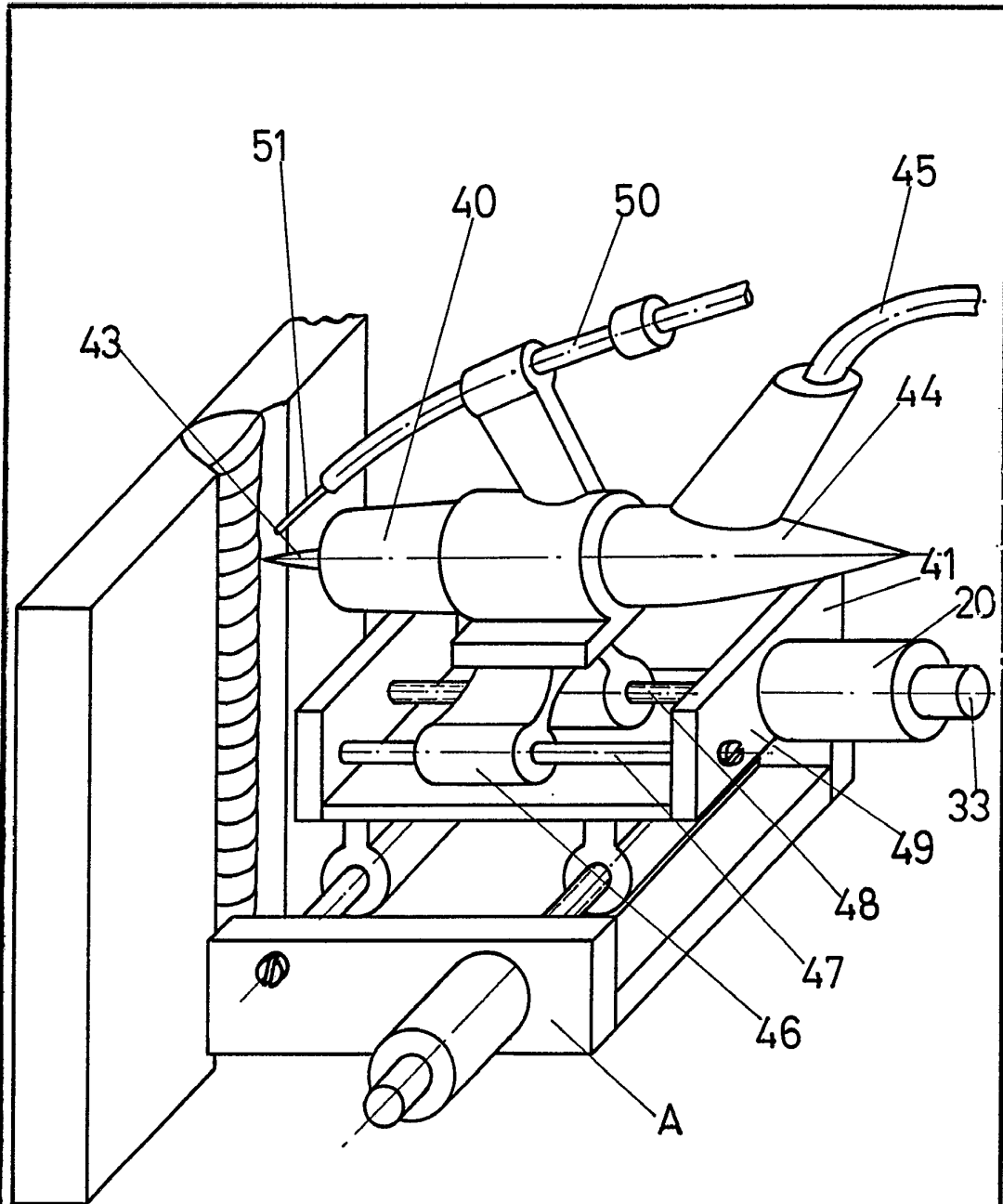


FIG-5

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de marzo de 1974

BERNARDO UNGRÍA

p. p.

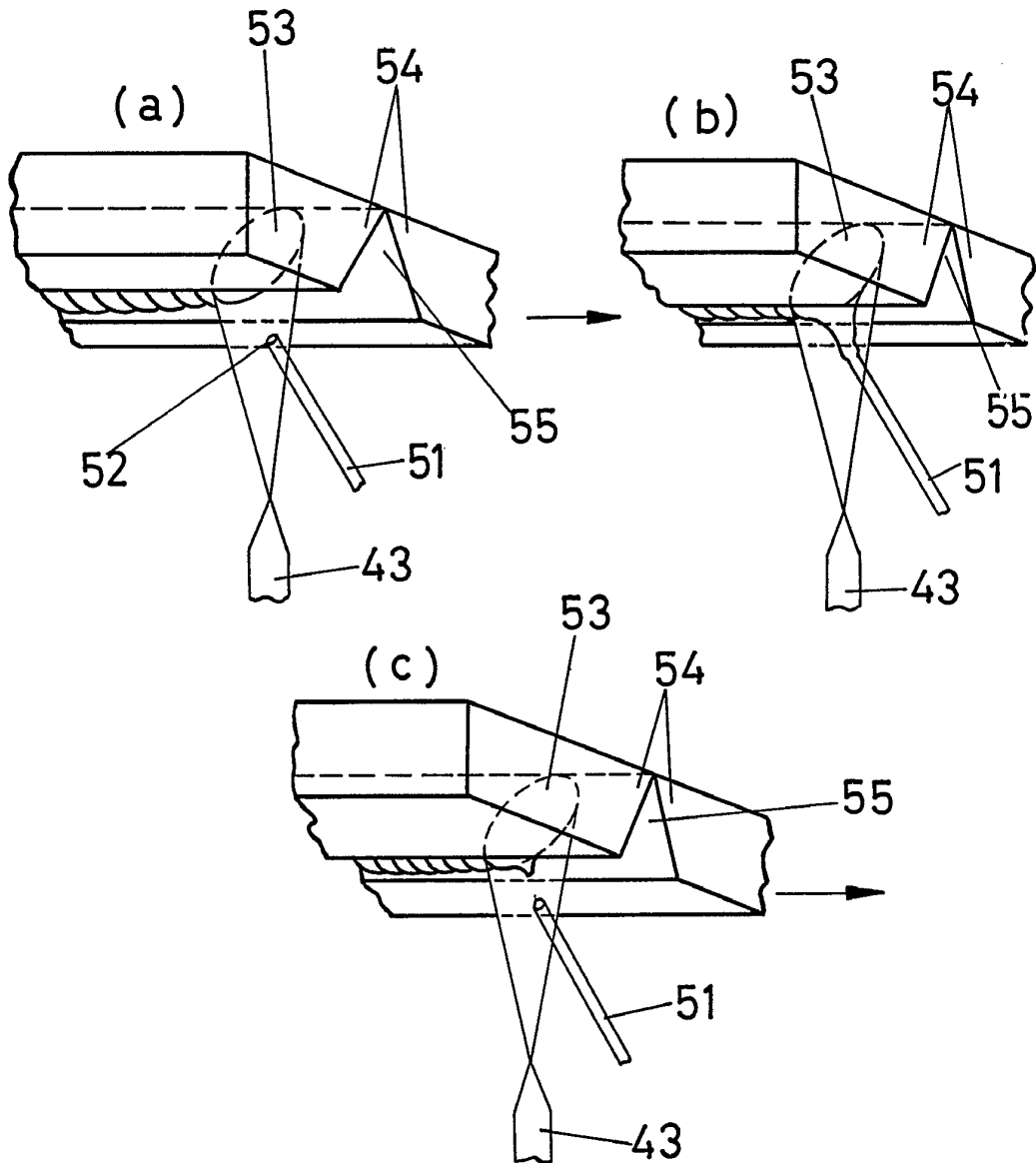


FIG - 6

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de marzo de 1974.

BERNARDO UNGRIA

P. P.

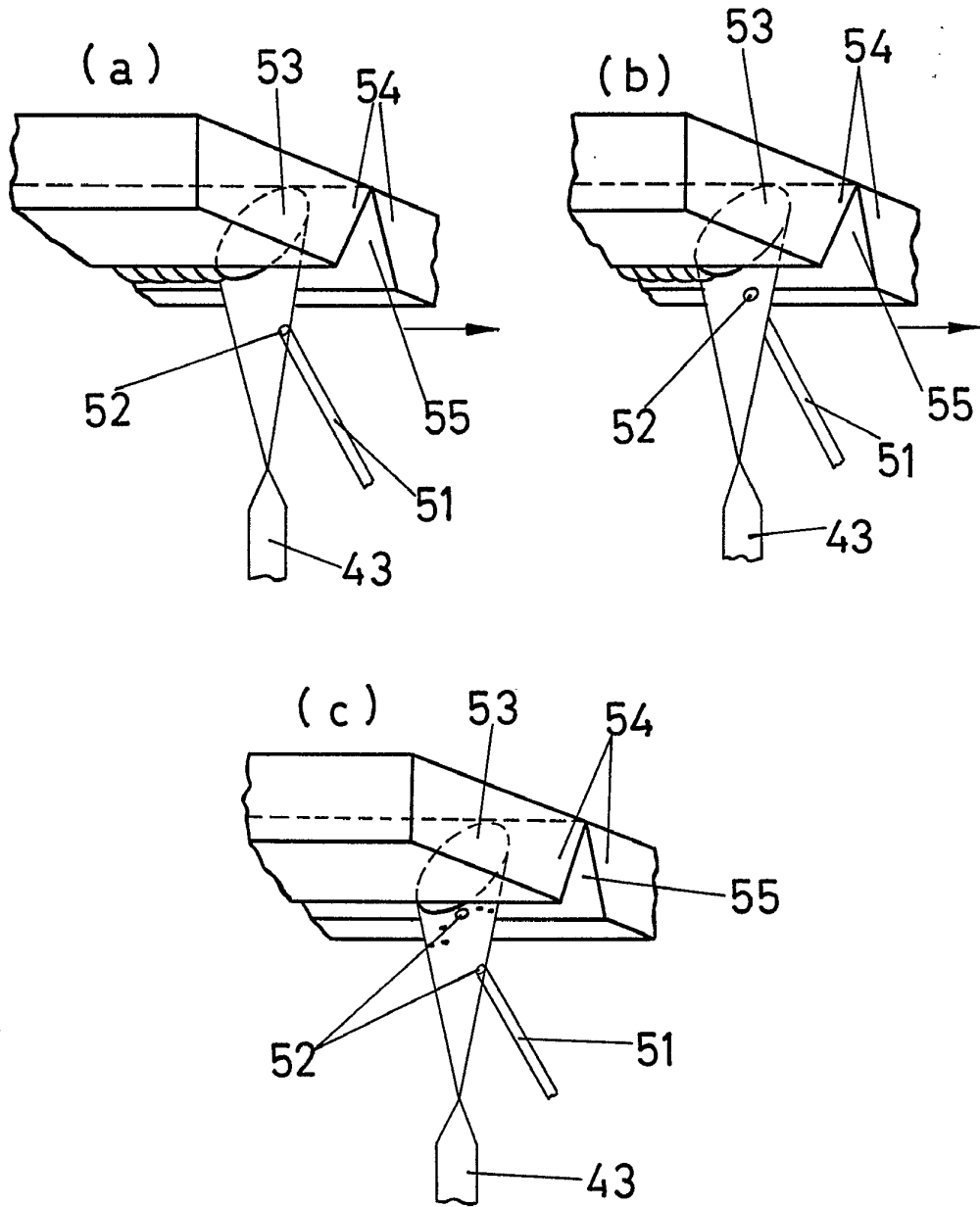


FIG-9

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de marzo de 1974

BERNARDO UNGRIA

P. P.

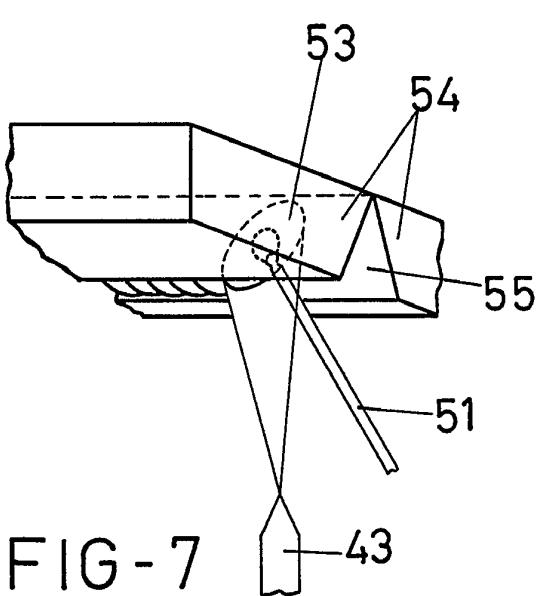


FIG - 7

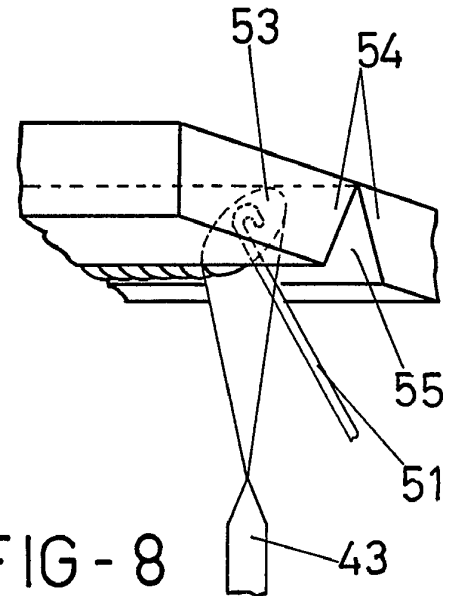


FIG - 8

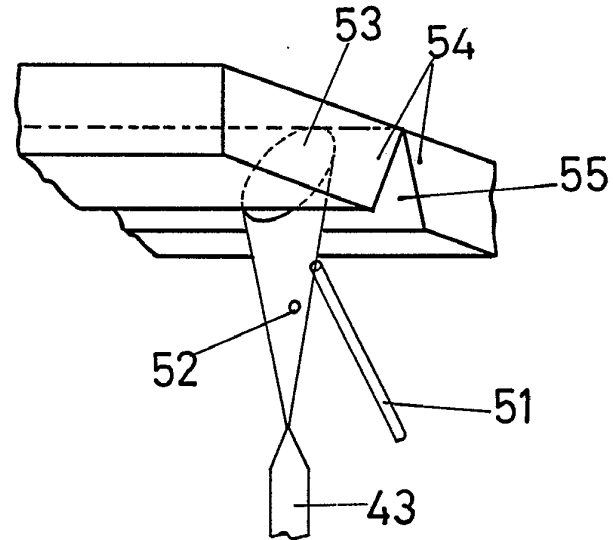


FIG - 10

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Marzo de 1974

BERNARDO UNGRIA

P. P.

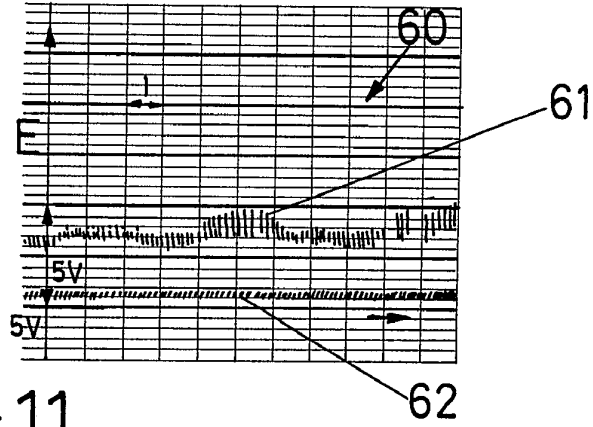


FIG-11

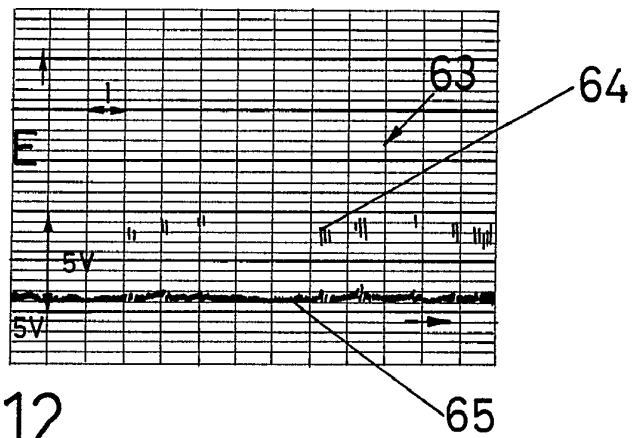


FIG-12

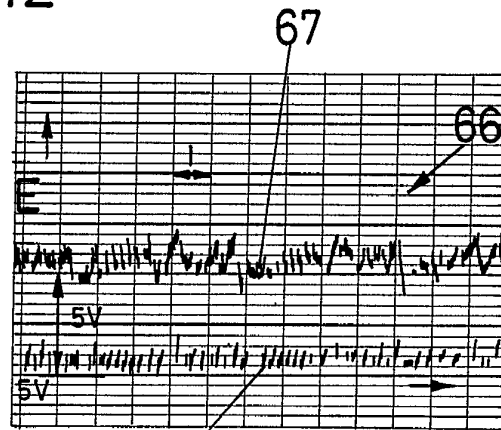


FIG-13

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 26 de Marzo de 1974  
BERNARDO LINGRIA  
P. P.



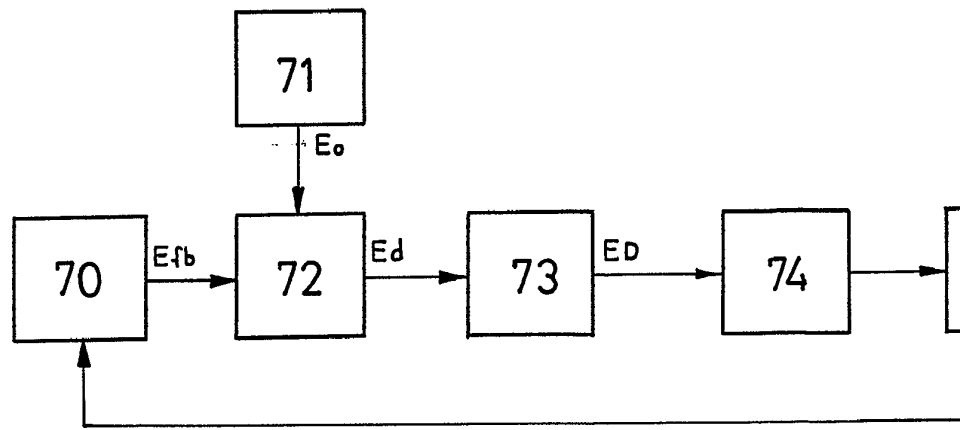
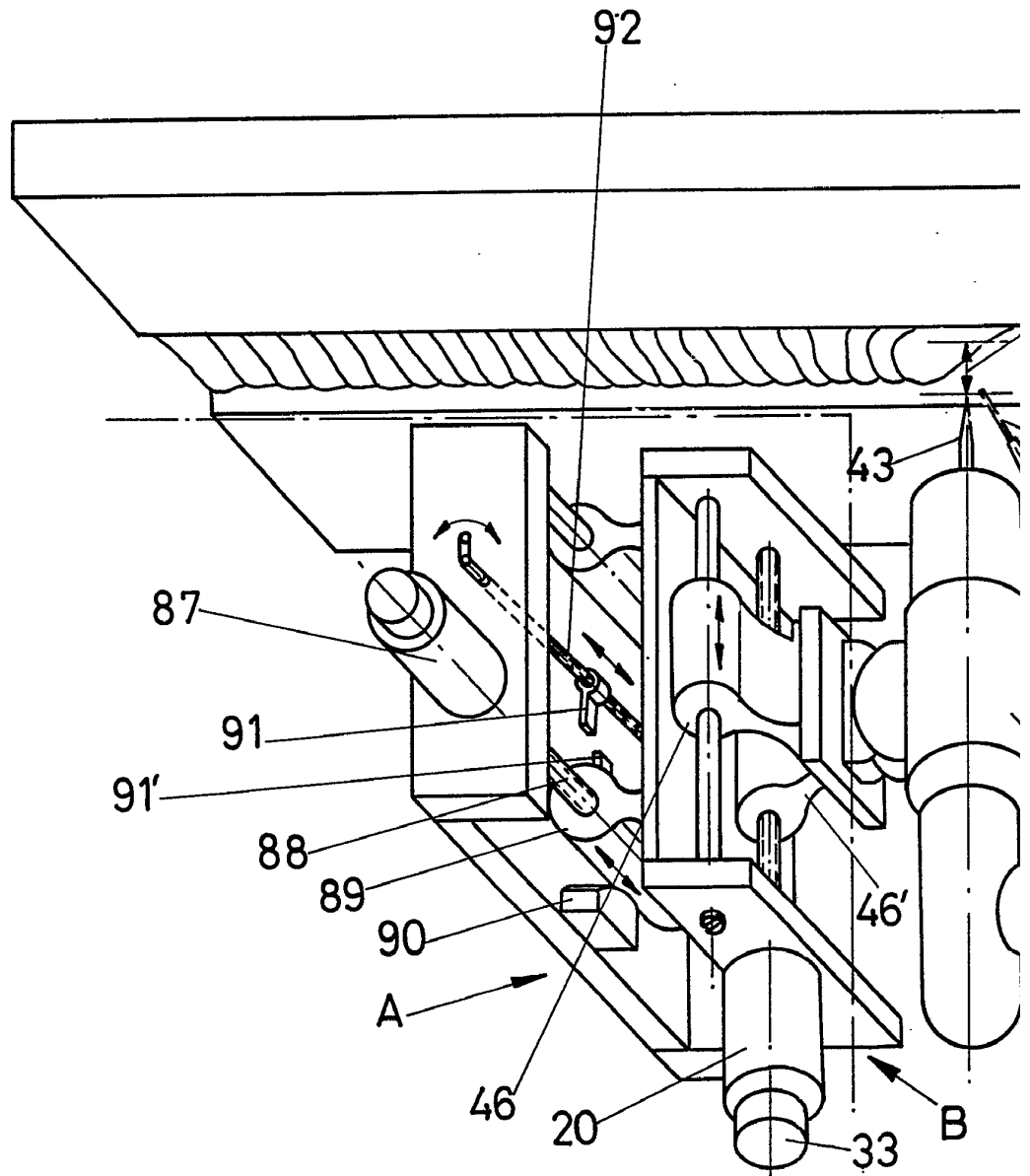


FIG. 1



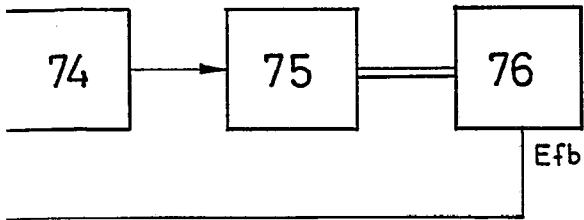


FIG-14

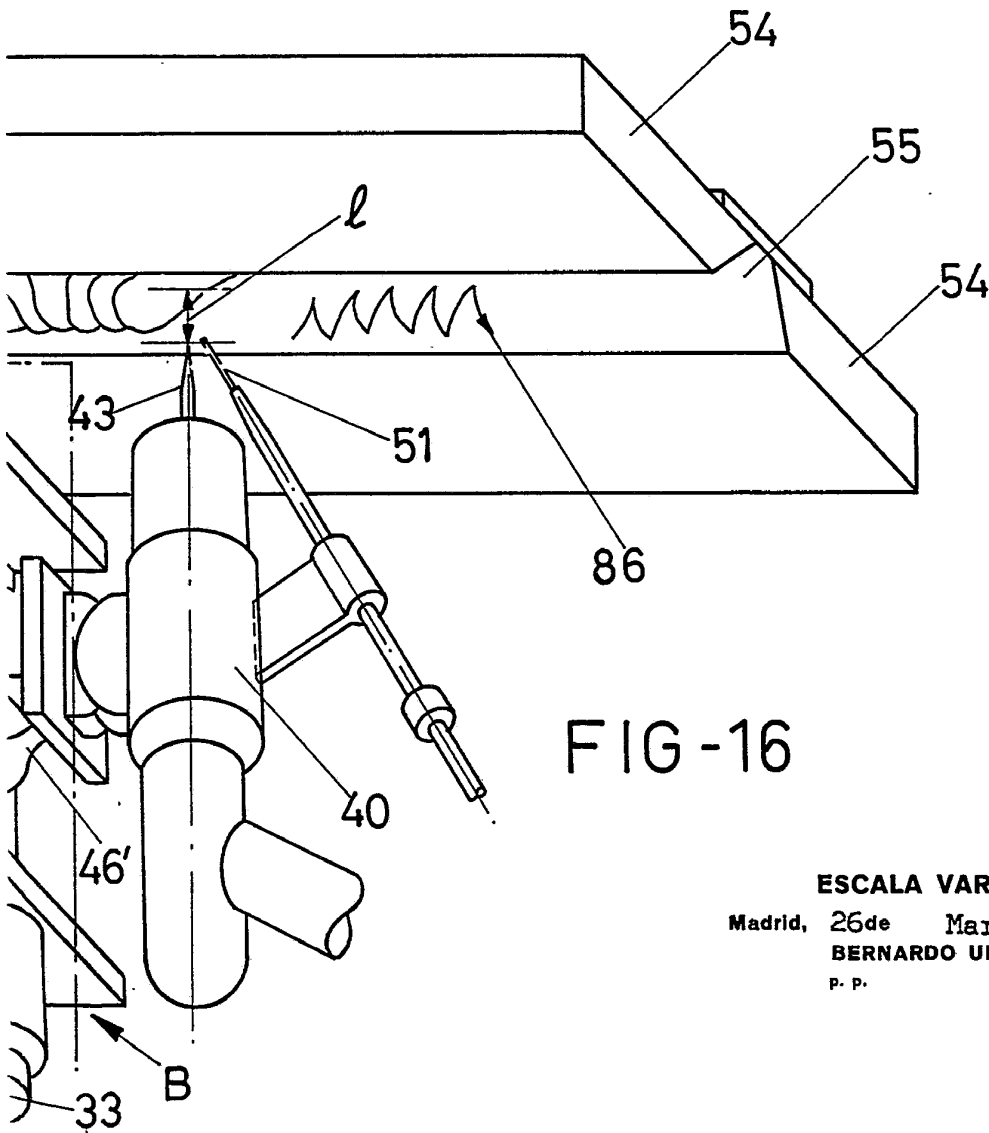


FIG-16

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26de Marzo de 1974

BERNARDO UNGRIA

P. P.

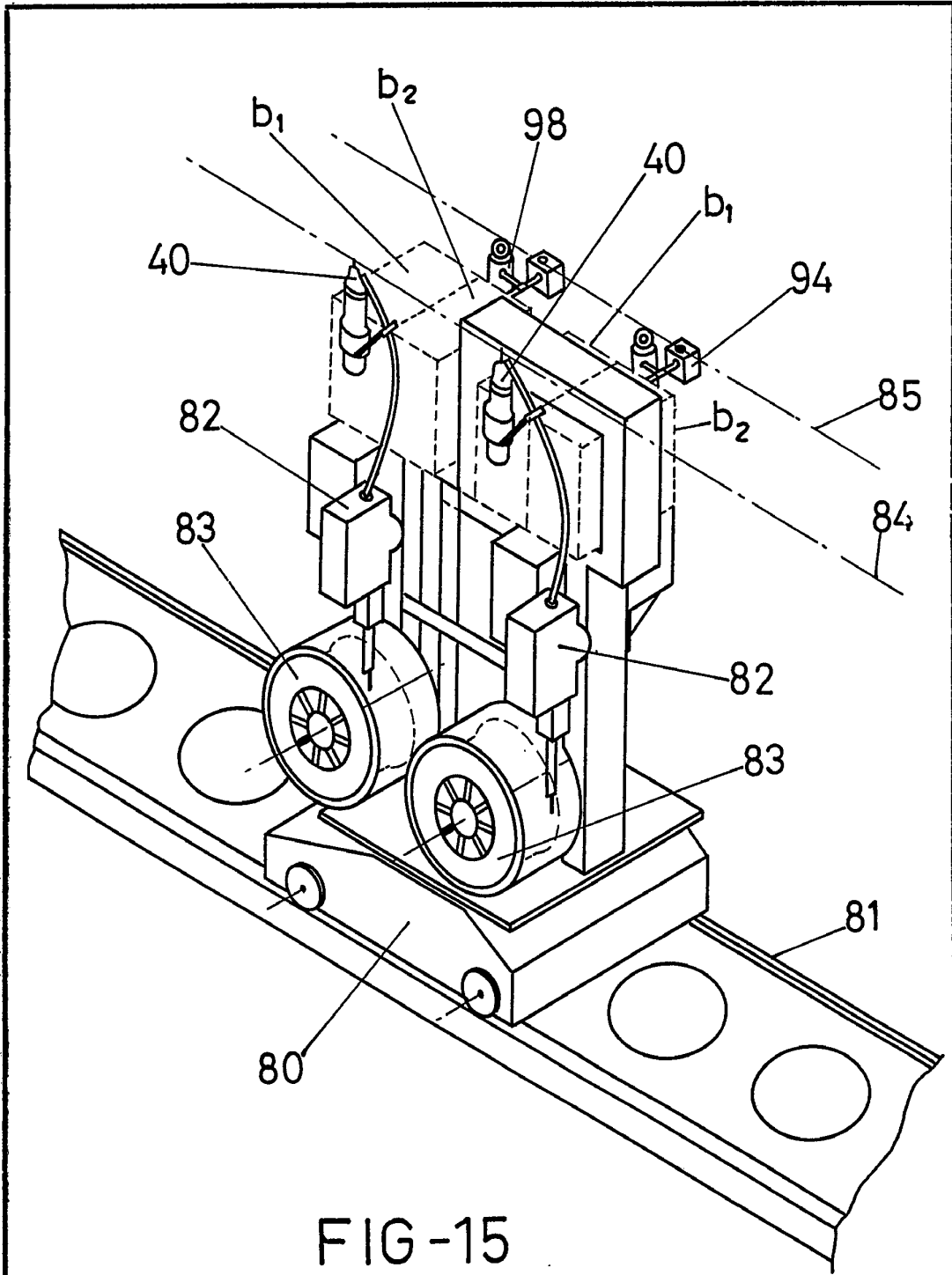


FIG-15

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Marzo de 1974

BERNARDO UNGRIA

P. P.

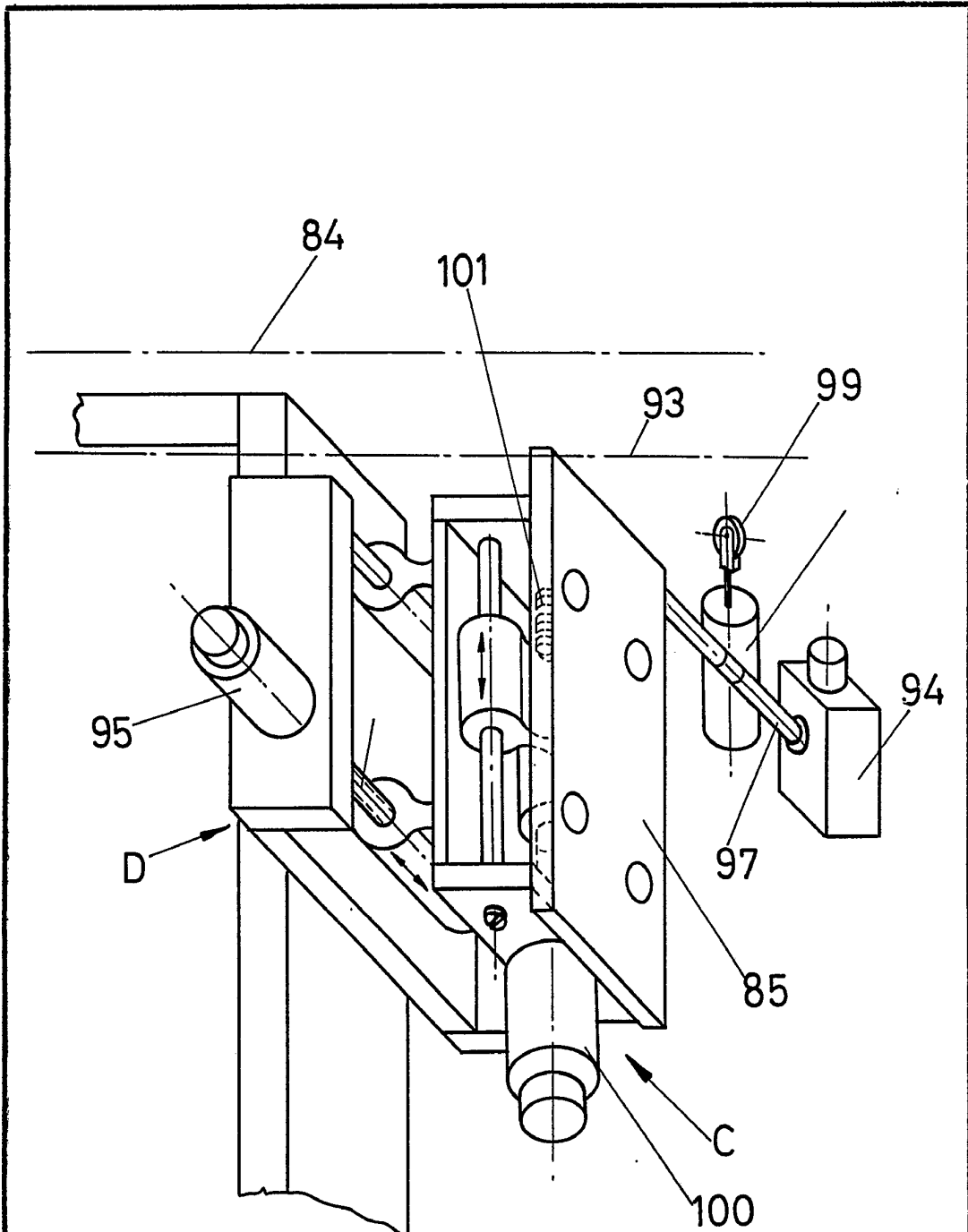


FIG -17

ESCALA VARIABLE

Madrid, 26 de Marzo de 1974

BERNARDO UNGRIA

P. P.