

416810

F.C. 13-6-75



Int. Cl.:	B 23 P

3810

MEMORIA DESCRIPTIVA
correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: JOHN MARTIN WEBER

Residencia: 630 Colgate Road, COLGATE, Wisconsin
53017, USA

Enunciado: MEJORAS INTRODUCIDAS EN UNA MAQUINA DE
ELECTRO-EROSION.

.....

IN.-



416810

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describen un soporte de electrodo para máquina de mecanización por electro-erosión, y un mecanismo de accionamiento y de control para hacer girar el electrodo a lo largo de un circuito poligonal regular con lados rectos y ángulos transversalmente a su trayecto de desplazamiento con respecto a una pieza trabajada. El aparato de control reduce progresivamente el tamaño del circuito orbital durante el avance del electrodo. Se elimina así la necesidad de utilizar más de un electrodo conforme la cavidad formada en la pieza trabajada se profundiza. Todos los cortes de desbastado y de acabado pueden hacerse con el mismo electrodo. El electrodo está montado en un bloque móvil con un dispositivo de accionamiento para arrastrar por intermitencia el bloque y el electrodo impartiendo un movimiento rectilíneo a lo largo de los lados rectos del trayecto poligonal y con unas paradas intermedias en las esquinas del trayecto poligonal.

Referencia a las Memorias relacionadas con la presente Solicitud.-

Esta Solicitud es una continuación parcial de la Solicitud de Patente copendiente de los Estados Unidos número de serie 138.888 del 30 de Abril de 1971, a nombre del mismo Solicitante.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

La mecanización por electro-erosión realizada industrialmente, de acuerdo con la técnica anterior, exige la utilización de varios electrodos sucesivos durante la realización de una cavidad. Cada uno de dichos electrodos debe ser mecanizado total y completamente con cada detalle que aparecerá en la cavidad terminada, incluso cualquier conici-

416810



dad. En el caso usual en el cual la cavidad está formada
en una pieza trabajada que se utilizará como molde, es nece-
sario prever un cierto "ángulo de incidencia" en el molde pa-
ra facilitar la separación de molde de la pieza moldeada ter-
5 minada. Para obtener este ángulo de incidencia, la máquina
de electro-erosión empieza su corte en la parte superior de
la pieza trabajada con un electrodo ahusado. Debido al des-
gaste del electrodo de electro-erosión, es necesario cambiar
los electrodos gastados hasta cinco veces durante el curso
10 de la formación de una sola cavidad para obtener una cavidad
con detalles precisos y exactos. El resultado típico es una
cavidad con conicidad orientada hacia abajo y provista de
los ángulos de incidencia necesarios. Además, incluso si no
está previsto ángulo de incidencia en la cavidad, es típica-
15 mente necesario cambiar los electrodos entre el corte basto
inicial y el corte fino del acabado. El electrodo de acabado
tiene dimensiones ligeramente superiores a las del electrodo
de desbastado.

La necesidad de cambiar los electrodos resulta
20 costosa por lo que se refiere al gasto de electrodos, parti-
cularmente cuando éste tiene una forma compleja.

RESUMEN DEL INVENTO

El invento elimina la necesidad de cambiar suce-
sivamente los electrodos conforme la cavidad se profundiza y
se termina. Se necesita solamente un electrodo con lados no
25 dotados de un ángulo de incidencia para la mecanización com-
pleta de la cavidad. Es solamente necesario rectificar dicho
electrodo cortando la extremidad del mismo. Se utiliza un so-
lo electrodo para producir cualquier ángulo de incidencia ne-
cesario y para los cortes tanto de desbaste como de acabado.
30

416810

- 4 -



De acuerdo con el invento, un solo electrodo está montado en un soporte de electrodo que se hace orbitar con un movimiento intermitente a lo largo de un circuito poligonal regular con lados rectos de igual longitud y esquinas angulares en un plano transversal a su trayecto de desplazamiento con respecto a la pieza trabajada. Cerca de la parte superior de una cavidad que ha de estar provista de un ángulo de incidencia o de una conicidad, la órbita es relativamente amplia. Se utiliza un mecanismo de control por medio del cual la órbita es reducida automática y progresivamente por lo que se refiere a su tamaño conforme se profundiza la cavidad. Cuando el electrodo se desgasta por erosión, se rectifica, pero no se desecha ni se cambia por otro. En el fondo de la cavidad, el electrodo deja de realizar un movimiento orbital. Por tanto, el mismo electrodo se utiliza para producir una cavidad con conicidad orientada hacia abajo, sin que sea necesario utilizar nuevos electrodos. Para realizar el corte de acabado, se repite el funcionamiento con el mismo electrodo que se hace orbitar a lo largo de trayectos ligeramente más amplios.

En un modo de realización particular del invento, el tamaño de la órbita es controlado por una barra de guía que tiene una conicidad vertical idéntica al ángulo de incidencia deseado en la cavidad de la pieza trabajada. El soporte de electrodo está montado sobre unas guías para que pueda realizar un movimiento transversal universal. El soporte tiene un seguidor de guía que sigue la conicidad de la barra de guía de modo que conforme el electrodo se desplaza con respecto a la pieza trabajada, la amplitud de su órbita disminuya progresivamente en un grado correspondiente a la conicidad de

416810

- 5 -



la barra.

A este efecto, el seguidor de guía puede incluir un brazo en el soporte de electrodo que tiene un agujero poligonal regular que define una órbita y a través del cual está montada la barra. El agujero está conformado de manera que reduzca la órbita deseada y los bordes del agujero se deslizan sobre la barra. El soporte de electrodo montado de manera universal está provisto de un dispositivo de accionamiento que presiona el soporte de manera que se desplace en todas las direcciones en su plano transversal. Sin embargo su movimiento real está limitado por la configuración del agujero y su cooperación con la barra de guía ahusada. El dispositivo de accionamiento desplaza el soporte intermitentemente con movimiento rectilíneo a lo largo de los lados rectos del circuito poligonal y con unas paradas momentáneas intermedias en las esquinas de dicho trayecto poligonal.

En unos modos de realización preferidos, el agujero poligonal regular tiene cuatro lados de longitud igual, asegurando así la extracción uniforme del material en todos los lados de la cavidad sin desplazamiento del electrodo respecto a un eje de descenso realmente vertical.

Otros objetos, características y ventajas del invento aparecerán claramente en la siguiente descripción.

DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en sección transversal vertical tomada a través de un soporte de electrodo de máquina de electro-erosión, del mecanismo de accionamiento y de control que incorpora el invento;

La figura 2 es una vista en sección transversal horizontal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1;

416810

- 6 -



La figura 3 es una vista en sección transversal horizontal tomada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 1;

La figura 4 es una vista en planta parcial que representa un agujero circular en el seguidor de guía. Esta configuración no puede producir esquinas angulares en la cavidad;

La figura 5 es una vista en planta parcial que representa un polígono regular constituido por un triángulo, como agujero de definición de órbita del seguidor de guía;

La figura 6 es una vista en alzado parcial que representa un electrodo ahusado típico según la técnica anterior;

La figura 7 es una vista en alzado lateral parcial del aparato que incorpora el presente invento, que incluye un aparato para ajustar la posición de la barra de guía ahusada;

La figura 8 es una vista a escala reducida similar a la figura 7 y que representa una variante de realización del aparato, incluyendo unas paralelas ajustables para regular la posición de la barra ahusada;

La figura 9 es una representación esquemática en planta de una cavidad de forma irregular, que contiene un electrodo de configuración similar;

La figura 10 es una vista en perspectiva por la parte inferior, en despiece, del soporte de electrodo; y

Las figuras 11A a 11E son ilustraciones esquemáticas de varias posiciones sucesivas del electrodo con relación a su cavidad en la pieza trabajada, y de posiciones correspondientes de la barra de guía en el agujero que define la órbita.

416810 - 7 -



DESCRIPCION DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

5 Aunque lo que se describe aquí está detallado y exacto, de tal manera que los peritos en la materia puedan llevar a la práctica el invento, los modos de realización físicos que se describen aquí sirven solamente como ejemplo del invento, el cual podrá ser llevado a la práctica con otra estructura específica. El alcance del invento está definido en las reivindicaciones adjuntas.

10 Las Patentes de los Estados Unidos números 3.539.754; 3.322.929 y 3.135.852, representan máquinas de electro-erosión de la técnica anterior respecto a las cuales el presente invento constituye una mejora. Ninguna de estas Patentes representa un aparato para mecanizar una cavidad con esquinas angulares. Ninguna representa un aparato para accio-
15 nar el electrodo impartándole un movimiento rectilíneo intermitente a lo largo de los lados rectos de un trayecto poligonal y unas paradas momentáneas intermedias en las esquinas del mismo.

20 La figura 6 de la Patente representa una máquina de electro-erosión típica de la técnica anterior disponible en el comercio, en la cual el conjunto de émbolo y cilindro 10 lleva un electrodo 11 que tiene su extremidad 12 ahusada para crear una cavidad 13 con un ángulo de incidencia correspondiente en la pieza trabajada 14. El aparato de la figura 6
25 exige usualmente de tres a seis electrodos 11 que tienen la configuración representada en la figura 6, alguno de los cuales son electrodos de desbastado con un tamaño más pequeño mientras que otros son electrodos de acabado con un mayor tamaño. Los electrodos más pequeños se utilizan en primer lugar.
30 Después de formar parcialmente la cavidad, el primer

416810⁸ -



electrodo se desgasta y se retira y se cambia por el siguiente y así sucesivamente, hasta que la cavidad 13 haya sido formada completamente. El electrodo es accionado por el conjunto de cilindro y émbolo 10 solamente en el sentido vertical.

5 El ángulo de incidencia o de conicidad de la cavidad 13 exige el cambio progresivo de los electrodos conforme van desgastándose.

Incluso si no se necesita ningún ángulo de incidencia ni conicidad en la pieza trabajada, típicamente es necesario utilizar por lo menos dos electrodos, uno para el

10 desbaste inicial y otro electrodo de dimensiones ligeramente superiores para el acabado.

De acuerdo con el invento, se forma una cavidad cónica 13 en una pieza trabajada 14 utilizando solamente un electrodo 15 con lados paralelos. Según se observará, pueden formarse diferentes configuraciones o secciones transversales de cavidad, de acuerdo con la forma del electrodo. La

15 figura 9 ilustra una sección transversal irregular posible en una pieza trabajada 14. El electrodo tiene una forma similar en sección transversal.

20

De acuerdo con el invento, el electrodo único 15 se monta de manera que pueda realizar un movimiento orbital en un plano transversal al eje vertical de desplazamiento del conjunto de émbolo y cilindro hidráulico 10 de la máquina con relación a la pieza trabajada 14. En la parte superior de la pieza trabajada, la órbita es relativamente amplia.

25 Conforme la cavidad se profundiza, la amplitud de la órbita disminuye progresivamente, de modo que los lados de la cavidad presentan una conicidad 13 según se indica en la figura

30 7, adaptándose exactamente al ángulo de incidencia necesario



416810

para el molde. El mismo electrodo 15 produce igualmente el corte de acabado. Por consiguiente, un solo electrodo 15 realizará todas las funciones de los electrodos múltiples necesarios en la técnica anterior.

5

De acuerdo con el invento, el soporte de electrodo incluye un bloque móvil 16 en el cual está montado el electrodo 15 por medio del conjunto de fijación 17. En un modo de realización, el conjunto 17 incluye un soporte angular 18 en forma de V soldado de canto en la placa frontal 19 sujeta de manera desarmable por unos tornillos 20 en el bloque móvil 16. Cada ramal del soporte angular 18 lleva unos brazos 21 con unos tornillos mariposa 28 por medio de los cuales se sujeta el electrodo de manera desarmable en el ángulo del soporte 18.

10

15

El bloque móvil 16 está montado en unas guías que permiten su movimiento universal en el plano horizontal. Según se representa más claramente en las figuras 1 y 3, las guías incluyen dos pares de barras deslizantes 22 y 27. Las barras deslizantes 22 pueden realizar libremente un movimiento axial limitado en unos cojinetes de bolas 23 que están montados en el bastidor 24 del alojamiento 32 del soporte de electrodo. Las barras deslizantes 22 soportan un carro 25 el cual es por tanto libre de desplazarse en el eje de las barras deslizantes 22. El carro 25 soporta unos cojinetes de bolas 26 en los cuales están montadas un par de barras deslizantes transversales 27. Las barras deslizantes 27 soportan directamente el bloque móvil 16 de manera que pueda desplazarse en el eje de las barras deslizantes 27.

20

25

30

Por tanto, el bloque móvil 16 queda libre de desplazarse universalmente en todas las direcciones sobre los

416810



ejes transversales de las barras deslizantes 22 y 27, sin que pueda girar.

5 Se utiliza un dispositivo de accionamiento para impartir un movimiento al bloque móvil 16 y para obligarle a desplazarse en todas las direcciones. El dispositivo de accionamiento incluye un rotor 30 montado en cojinetes de bolas 21 dispuestos en el alojamiento 32 del soporte de electrodo. La parte superior del alojamiento 32 está acoplada de manera desarmable con el manguito porta-herramientas 29 del conjunto de émbolo y cilindro 10. El rotor 30 lleva una rueda dentada de tornillo sin fin 38 que se acopla con el tornillo sin fin de accionamiento 33 conectado por un acoplamiento 34 a un árbol de accionamiento flexible 35 procedente de una unidad de accionamiento adecuada (no representada). El acoplamiento 34 y los elementos asociados están provistos de material aislante para aislar eléctricamente el eje 35 del electrodo y de las piezas asociadas.

15 El rotor tiene una cavidad central 36 en la cual sobresale una columna de soporte 37 que sobresale hacia arriba a partir de su conexión fija con el bloque 16. La columna de soporte 37 lleva en su parte superior un rodillo 40 que está situado en un surco de guía 41 formado en el lado del brazo de accionamiento 42 que está conectado de manera pivotante por medio de un pasador de pivotamiento 43 con el rotor 30. La columna 37 y el electrodo 15 están energizados eléctricamente por el cable flexible 39.

25 Un muelle elástico 44 que sirve para almacenar energía presiona el brazo 42 en contacto con el rodillo 40 y tiende a separar la columna 37 y el bloque móvil sujeto en ella del eje de rotación del rotor 30 y tiende a acercarlos

30

416810 - 11 -



al lado del rotor 30 situado frente al muelle 44. Por consi-
guiente, cuando se hace girar el rotor 30 en el sentido anti-
horario, como se representa en la figura 2, el brazo 42 apli-
ca una fuerza a la columna 37 en una dirección perpendicular
5 al brazo 42 y tiende a desplazar el bloque móvil 16 sucesiva-
mente en todas las direcciones de un plano horizontal hacia
las cuales apunta el brazo 42.

El trayecto preciso de la órbita que seguirá el
bloque móvil 16 y el electrodo 15 sujeto en él, está controla
do sin embargo por el mecanismo de control de órbita que se
10 representa en la parte derecha de las figuras 1 y 2. Sobre-
saliendo hacia el exterior a partir del bastidor de soporte
de electrodo 32 se halla un brazo 45 que lleva un agujero 46
que se extiende verticalmente y que está destinado a una barra
15 de guía 47 de forma alargada que es ajustable en el sentido
vertical. Cerca de su parte inferior, el alojamiento 49 está
provisto de un cojinete de bolas 48, y cerca de su parte su-
perior el alojamiento 49 está provisto de un cojinete de bolas
51 para asegurar el movimiento relativamente exento de fric-
20 ción de la barra de guía 47.

La barra de guía 47 puede sujetarse en cualquier
posición ajustada por el aro de fijación 52 enroscado en los
hilos de rosca 53 del alojamiento 49. El aro 52 tiene una su-
perficie de leva cónica 54 que se apoya en tres bolas de fija-
25 ción 55 dispuestas equiangularmente y que están aprisionadas
en unos receptáculos correspondientes 56 formados en la pared
lateral del alojamiento 49. El movimiento hacia abajo del
aro 52 en sus roscas 53 empuja las bolas 55 contra la barra
de guía 47 y la mantiene en su posición fija. La liberación
30 del aro 52 permite el reglaje vertical de la barra de guía 47.

416810



Una parte de la barra de guía 47 está dotada de una forma cónica en 57. Para un ángulo de incidencia típico de la pieza trabajada destinada a servir de molde en una máquina de moldeo por inyección, la conicidad de la parte 57 de la barra de guía 47 será aproximadamente de 3°.

El bloque móvil 16 tiene un brazo 60 que sobresale lateralmente y que está provisto de una extremidad en forma de punta intercambiable 61 con un agujero poligonal regular 62 que sirve para definir una órbita y que está alineado con la barra de guía 47 y a través del cual pasa la barra de guía. El agujero 62 tiene una forma poligonal regular que determina la órbita precisa del bloque móvil 16 y del electrodo 15 bajo el accionamiento del brazo 42 del rotor. En el modo de realización representado en las figuras 1 y 2, el agujero 62 es cuadrado. Tiene lados rectilíneos de igual longitud y esquinas angulares. Por motivos que se explican más adelante, los cuatro lados o costados del agujero 62 son de igual longitud. De este modo, la órbita a lo largo de la cual el electrodo se desplaza será cuadrada, y se adaptará a la forma del agujero. Pueden igualmente utilizarse otros polígonos regulares, tales como triángulos, hexágonos, octágonos, etc., para la forma del agujero 62 que define la órbita.

La punta intercambiable 61 está conectada al brazo 60 por medio de un acoplamiento del tipo de ranura y lengüeta 63. La punta 61 está sujeta en el brazo por unos tornillos longitudinales 64, y cuando se retiran estos, la punta 61 puede ser desarmada y es posible montar en su lugar otras puntas tales como las puntas 65, 66, que se representan parcialmente en las figuras 4 y 5. El objeto del cambio de una punta diferente consiste en permitir la substitución de agujero-

416810

- 13 -



ros de configuraciones diferentes, con el fin de cambiar la
órbita del soporte de electrodo y del electrodo. En la figura
4, el agujero 67 es circular y en la figura 5 el agujero 68
es triangular. El agujero circular 67 de la figura 4 es útil
5 solamente cuando pueden tolerarse en la cavidad formada esqui-
nas curvas. Es aplicable principalmente a la mecanización de
cavidades dotadas de una sección transversal circular. Sin
embargo, el presente invento está relacionado con la realiza-
ción de cavidades poligonales con lados rectilíneos y esqui-
10 nas angulares. Por tanto, es esencial utilizar una configura-
ción de agujero poligonal. Ya que un agujero cuadrado sirve
para hacer orbitar el electrodo para cortar formas hexagonales
y octagonales, lo mismo que formas cuadradas o formas poli-
gonales irregulares con esquinas cuadradas, según se represen-
15 ta por ejemplo en la figura 9, el agujero cuadrado 62 es su-
ficiente para la mayoría de las aplicaciones del invento.

El agujero cuadrado 62, según se representa en
la figura 2, tiene unos bordes rectos que se cortan en ángulos
de 90° . Estos bordes se deslizarán en la periferia ahusada 57
20 de la barra de guía 47. Por consiguiente, cuando el rotor 30
gira, el electrodo 15 estará obligado en el caso del modo de
realización de agujero cuadrado de la figura 2, a seguir un
trayecto u órbita cuadrada determinada precisamente por el ta-
maño y la configuración del agujero cuadrado 62 con relación
25 al tamaño y a la configuración de la barra de guía 47. Para
cortar una forma hexagonal, se utiliza un agujero de forma he-
xagonal o un agujero cuadrado, pero en este último caso, será
necesario cortar tres cavidades superpuestas sucesivas. Para
cortar una forma octagonal, se utilizará un agujero de forma
30 octagonal o un agujero cuadrado que cortará cuatro cavidades

416810



superpuestas.

5 Con la barra de guía 47 en su posición de reglaje vertical según la figura 1, existirá relativamente poca holgura entre la barra de guía y el agujero cuadrado 62. Por tanto, el electrodo 15 tendrá una órbita cuadrada muy poco amplia. Sin embargo, si se desplaza la barra 47 hacia abajo en su agujero 46 de modo que una sección transversal más estrecha de la parte cónica 57 se sitúe dentro del agujero 62, existirá una mayor holgura entre la barra de guía y los lados del
10 agujero 62. Por tanto, el electrodo se desplazará a lo largo de una órbita cuadrada más amplia al girar el rotor 30. De este modo está claro que el tamaño de la órbita cambiará progresivamente conforme el seguidor de guía 61 se desplace verticalmente con relación a la barra de guía 47. El muelle 44
15 detrás del brazo 42 cederá y se dilatará para almacenar y liberar la energía con el objeto de acomodar el tamaño y la forma de la órbita definida por la configuración del agujero 62.

El electrodo y el soporte se desplazarán intermitentemente en su órbita poligonal, con un movimiento rectilíneo relativamente rápido a lo largo de los lados rectos del
20 circuito poligonal y unas paradas momentáneas relativamente largas en las esquinas angulares de dicho trayecto poligonal. Por tanto, se gasta poco tiempo de mecanización durante el desplazamiento del electrodo. Virtualmente todo el tiempo de
25 mecanización se realiza durante esta parada momentánea. Esta característica es importante para conseguir la eliminación equilibrada del material de todas las superficies de la cavidad y un descenso realmente vertical del electrodo en la cavidad.

30 En el modo de realización del invento que se des

416810



cribe, este movimiento rectilíneo intermitente con paradas momentáneas se obtiene de la manera ilustrada en la figura 11.

Según se ve por ejemplo en la figura 2, la rotación del rotor 30 impone una fuerza F del brazo de accionamiento 42 a la columna 37 en una dirección substancialmente perpendicular a la longitud del brazo 42. Por tanto, según se ve en la figura 2, la columna será impulsada a desplazarse hacia abajo y hacia la derecha según se ve en esta figura. Esto se ilustra igualmente esquemáticamente en la figura 11A que corresponde a la figura 2 pero que representa el electrodo 15 centrado en la cavidad 13 y la barra de guía 47 centrada en el agujero 62 que define la órbita. La fuerza F desplazará el electrodo hasta la posición que tiene en la figura 11B, y en este punto la barra de guía 47 se acopla con la esquina izquierda superior del agujero cuadrado 62 y el bloque móvil y el electrodo son accionados y se paran momentáneamente en la esquina derecha inferior de la cavidad 13 formada en la pieza trabajada. La parada momentánea en esta posición se prosigue hasta que el rotor 30 haya girado en el sentido anti-horario en la figura 2, en grado suficiente para que la fuerza B ejercida por el brazo 42 en la columna 37 sea aproximadamente la que se indica en la figura 11C. En este punto, la barra de guía 47 y el electrodo 15 se alejarán respectivamente de la esquina del agujero 62 y de la cavidad 13 donde estaban descansando. El electrodo 15 se desplazará rápidamente a la esquina derecha superior de la cavidad 13 a lo largo de un trayecto rectilíneo indicado por la flecha 100, según se ve en la figura 11C, en la cual las piezas se pararán de nuevo momentáneamente hasta que el rotor 30 haya girado suficientemente para que la fuerza F sea aproximadamente la que se representa en

416810



la figura 11D.

En este momento, el electrodo 15 se desplazará de esta posición representada en la figura 11C a lo largo del trayecto rectilíneo de la flecha 101 hasta la esquina izquier-
5 da superior de la cavidad 31, según se representa en la figura 11D, donde se parará momentáneamente. De manera simultánea, la barra de guía 47 se desplazará con relación al agujero 62 desde la posición representada en la figura 11C hasta la posición representada en la figura 11D.

10 Las piezas se pararán momentáneamente en la posición de la figura 11D hasta que el rotor 30 haya girado en grado suficiente para que la fuerza F sea aproximadamente la que se representa en la figura 11E, y en este momento el electrodo 15 se desplazará a lo largo del trayecto rectilíneo de
15 la flecha 102 hasta la esquina izquierda inferior de la cavidad 13 y la barra de guía 47 se situará entonces en la esquina derecha superior del agujero 62 según se representa en la figura 11E. Las piezas se pararán momentáneamente en esta posición hasta que el rotor 30 haya girado suficientemente para
20 que ocupe de nuevo la posición representada en la figura 11B y en este momento el electrodo se desplazará a lo largo del trayecto rectilíneo de la flecha 103 y hasta la esquina derecha inferior de la cavidad, situándose entonces la barra de guía 47 en la esquina izquierda superior del agujero 62
25 según se representa en la figura 11B.

Los movimientos rectilíneos del electrodo a partir de una esquina de la cavidad hasta la siguiente, son relativamente rápidos y los periodos de parada momentánea entre los movimientos rectilíneos son relativamente largos. Los
30 periodos de tiempo y la velocidad de desplazamiento exactos

416810



dependen de varios factores, tales como la velocidad del dispositivo de accionamiento primario 35 (figura 2), la fricción entre la barra de guía 47 y los bordes del agujero 62, la fricción en los cojinetes 23, etc. Sin embargo, en un caso típico, el 99% del tiempo total del movimiento orbital del electrodo se gasta en la parada momentánea en las esquinas y el otro 1% se gasta en el movimiento rectilíneo de una esquina a la siguiente. Por tanto, esencialmente toda la acción de mecanización por electro-erosión del electrodo se produce mientras éste último está parado en una esquina de la cavidad, produciendo así una esquina angular cortada limpiamente con la forma exacta de la esquina del electrodo.

Para obtener este movimiento intermitente con paradas momentáneas intermedias, el dispositivo de accionamiento del soporte de electrodo debe ser capaz de ejercer una fuerza motriz F sobre el soporte de electrodo en toda la longitud de dichos movimientos rectilíneos, indicados esquemáticamente por las flechas 100, 101, 102 y 103, y debe ser igualmente capaz de permanecer sin movimiento con respecto al soporte de electrodo durante dichos periodos de parada momentánea incluso si el rotor 30 está girando constantemente a la velocidad uniforme.

En el modo de realización descrito, esto se obtiene en razón de la presencia del muelle elástico 44 que absorbe y libera la carga y que presiona el brazo pivotante 42 que transmite el movimiento procedente del rotor 30 a la columna 37. El movimiento del rotor 30 es continuo, pero el movimiento del soporte de electrodo o del bloque móvil 16 es intermitente. Cuando el electrodo está en la esquina de la cavidad de la pieza trabajada y no se desplaza respecto a

416810



5 ésta, la rotación continua del rotor 30 hace que el brazo 42 pueda pivotar en el sentido anti-horario representado en la figura 2 alrededor de su pasador 43, y hace que la energía se almacene en el muelle 44. Cuando el electrodo está des-
10 plazándose en su trayecto rectilíneo desde una esquina a la siguiente, el muelle 44 libera la energía almacenada y la aplica al brazo 42, haciendo así pivotar el brazo 42 en el sen-
15 tido anti-horario de la figura 2, alrededor de su pasador 43 y desplaza rápidamente el electrodo de una esquina a la si-
guiente, después de lo cual el brazo de accionamiento 42 se parará de nuevo durante el periodo de parada momentánea del electrodo y el muelle 44 almacenará de nuevo la energía. Por tanto, el brazo 42 cargado por el muelle puede ser caracteri-
zado como siendo un motor que almacena y libera sucesivamente la energía aplicada al soporte de electrodo.

20 La posibilidad descrita más arriba que tiene el electrodo para desplazarse de manera intermitente a lo largo de trayectos rectilíneos hacia las esquinas y de permanecer en las esquinas, asegura la reproducción en la cavidad de una configuración de esquina angular idéntica a la del electrodo.
Virtualmente, todo el tiempo de mecanización del electrodo se
gasta estando el electrodo en las esquinas de la cavidad.

25 Para producir una cavidad 13 con un ángulo de incidencia de 3° , según se representa en la figura 7, la barra de guía 47 está provista de una conicidad de 3° en 57 y está montada de manera ajustable en el alojamiento 45 de la si-
guiente manera.

30 La punta 58 del electrodo 15 se apoya sobre la parte superior 59 de la pieza 14 no cortada, según se ilustra en la figura 8. En esta posición, bien utilizando las paralelas

416810



deslizantes 71, 72 que se representan en la figura 8, o el aparato de medición de suspensión 73 que se representa en la figura 7, se eleva la barra 47 hasta la posición que se representa en la figura 1 y en la cual su diámetro máximo está alineado lateralmente con el agujero cuadrado 62 formado en la prolongación 61 del brazo de bloque móvil. En la práctica, el diámetro de la barra 47 es igual a la longitud de un lado del agujero 62. Por tanto, la rotación del rotor 30 no es suficiente para producir un movimiento orbital cualquiera del electrodo, porque la barra 47 sujeta el bloque móvil impidiendo que se desplace. La barra 47 se baja ahora a una distancia exactamente igual a la profundidad deseada de la cavidad 13. Esto puede hacerse ajustando las paralelas 71, 72 para bajar la barra 47 a ésta distancia deseada. En el modo de realización de la figura 7, la distancia exacta puede ser medida entre el soporte de tope 77 del bastidor 78 de la máquina y un aro de fijación 75 de la barra de soporte 76. Un micrómetro 74 facilita esta medición. La barra 47 se baja a continuación hasta que el aro entre en contacto con la parte superior del soporte de tope 77.

Cuando la barra 47 ha sido así bajada hasta su nuevo nivel establecido por las paralelas ajustables 71, 72, o hasta que el aro 75 se apoye sobre el soporte 77, una porción de diámetro reducido de la parte cónica 57 de la barra de guía 47 está ahora situada en el agujero 62. Por tanto, la rotación del rotor 30 servirá para desplazar el electrodo 15 en su órbita más amplia en la parte superior de la pieza trabajada.

La máquina 78 se hace funcionar de manera nor-

416810

- 20 -



mal y a una velocidad de descenso del conjunto de émbolo y cilindro 10 apropiada para la pieza trabajada. Al mismo tiempo, el árbol de accionamiento 35 es energizado continuamente para desplazar el electrodo en su órbita determinada por la configuración del agujero 62 y de acuerdo con su posición relativa respecto a la parte cónica 57 de la barra. Cuando la barra 47 se sujeta ahora en posición vertical por medio de las paralelas ajustables 71, 72 (figura 8) o del aro de fijación 75 (figura 7) el movimiento progresivo hacia abajo del conjunto de cilindro y émbolo 10 desplazará progresivamente el electrodo en la pieza trabajada a lo largo de órbitas sucesivamente más pequeñas transversalmente a la dirección del avance del conjunto de cilindro y émbolo. Esta reducción del tamaño de la órbita se debe a que el seguidor de guía 61 baja por la parte cónica 57 siguiendo su agujero 62 y abarca secciones progresivamente más amplias de la barra 47 reduciendo así progresivamente la órbita. Esta acción crea la forma ahusada o el ángulo de incidencia de las paredes laterales de la cavidad 13, según se ve en la figura 7. Cuando el electrodo 15 ha alcanzado el fondo de su corte, dejará de realizar el movimiento orbital. Por tanto, un solo electrodo 15 servirá para producir la cavidad cónica 13.

El mismo electrodo puede utilizarse también para realizar un corte básto y un corte fino. Después de realizar un corte básto de la manera descrita más arriba, se repite la operación de corte ajustando la barra de guía 47 en una posición un poco más baja en su agujero 46. Esto produce órbitas ligeramente más amplias en cada nivel de la cavidad conforme el conjunto de cilindro y émbolo va bajando,

416810

- 21 -



extrayendo así una cantidad suplementaria de metal y produciendo el acabado del corte.

Incluso si la cavidad 13 no tiene forma cónica, por ejemplo cuando no se necesita ángulo de incidencia, es posible utilizar el mismo electrodo 15 para corte basto y corte fino. El desbastado se hará estando la barra de guía 47 en una posición de su agujero 46 en la cual el electrodo 15 no realiza ningún movimiento orbital. La barra 47 se sujeta o se fija firmemente de manera adecuada en su alojamiento tubular 49 por medio del aro de fijación 52, estando el agujero 62 en contacto íntimo con los lados de la barra 57. Una vez terminado el desbastado en sentido vertical, se ajustará la barra 47 en una posición ligeramente más baja para obtener una ligera holgura entre las paredes laterales del agujero 62 y de la parte cónica 57 de la barra. La barra se sujetará de nuevo en su alojamiento 49 por medio del casquillo de fijación 52 y se hará el corte de acabado con un ligero movimiento orbital del electrodo, para extraer así una pequeña cantidad suplementaria de metal de la pieza trabajada.

Ya que la cantidad de material extraído en la técnica de mecanización por electro-erosión, depende de la superficie de electrodo en contacto con la pieza trabajada en función del tiempo, es importante que la superficie de contacto sea idéntica en todas las posiciones del movimiento del electrodo. Por tanto, la configuración poligonal del agujero que define la órbita, tal como el agujero 62, producirá automáticamente la erosión de la misma cantidad de material del fondo de la cavidad, en todas las posiciones del electrodo, cualquiera que sea la forma del corte. Esto se ilustra

416810



en la figura 9 en la cual la configuración de la cavidad 13 tiene límites irregulares. La sección transversal del electrodo 15 tiene una sección transversal irregular similar. El agujero cuadrado 62 obliga al electrodo a desplazarse sucesivamente en trayectos rectilíneos bajo el efecto de las fuerzas aplicadas efectivamente al electrodo y que se representan por medio de las flechas 87, 90, 93 y 95. Substantialmente durante la duración de cada componente de fuerza, el electrodo se encuentra en su posición de parada momentánea en la esquina hacia la cual está orientada la flecha. Cuando se impone una fuerza en la dirección de la flecha 87, el electrodo 15 está adyacente a las superficies 80, 81, 82, 83, 84, 85 y 86 de la pieza trabajada y ataca al metal del fondo de la cavidad adyacente a estas superficies y substancialmente de manera uniforme en aquella parte del fondo de la cavidad situada frente a la extremidad del electrodo. En la configuración representada en la figura 9, con las dimensiones indicadas, la extensión lineal total de estas superficies es de 30,48 cm. (12 pulgadas).

20 Cuando la componente de fuerza de accionamiento está dirigida efectivamente en la dirección de la flecha 90, las superficies 81, 84, 86 y 92, están adyacentes al electrodo y el fondo de la cavidad adyacente a estas superficies y frente a la parte inferior del electrodo estará sometida a la acción de corte. La distancia lineal total de estas superficies es también de 30,48 cm. (12 pulgadas).

25 Cuando la componente de fuerza de accionamiento se ejerce en la dirección de la flecha 93, las superficies 91, 92 y 94 están adyacentes al electrodo y este actuará sobre el fondo de la cavidad adyacente a éstas superficies cu-

30

416810

- 23 -



28

Nº 416.810

ya extensión lineal es también de 30,48 cm. (12 pulgadas).

5 Cuanto la componente de fuerza actúa en la dirección de la flecha 95; las superficies 94, 80, 82, 91, 83 y 85, estarán adyacentes al electrodo y éste actuará sobre el fondo de la cavidad adyacente a éstas superficies cuya extensión lineal total es también de 30,48 cm. (12 pulgadas).
10 Por tanto, la configuración cuadrada del agujero 62 produce automáticamente el mismo contacto con el electrodo 15 de todas las superficies cortadas en cada dirección de un plano horizontal del movimiento orbital del electrodo. Por tanto, no se retirará más metal de un lado del electrodo que del otro, y el electrodo bajará a lo largo de un eje verdaderamente vertical sin desviación lateral.

15 En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

REIVINDICACIONES

20 1. Mejoras introducidas en una máquina de electro-erosión dotada de un soporte de electrodo y de unos medios para desplazar un electrodo montado en dicho soporte hacia una pieza trabajada para formar una cavidad en ésta, caracterizada la mejora porque está destinada a eliminar la necesidad de cambiar repetidamente el electrodo conforme la cavidad va profundizándose, para formar esquinas angulares en dicha cavidad, y para extraer cantidades correspondientes de material en todas
25 las partes del fondo de la cavidad de la pieza trabajada cualquiera que sea la forma de ésta, incluyendo dicha mejora unos medios para imponer un movimiento orbital al soporte de electrodo en un trayecto poligonal regular que incluye unos lados rectos de igual longitud y unas esquinas angulares en un plano
30 transversal al sentido de su desplazamiento y para reducir el

A handwritten signature or mark, possibly a stylized letter 'S' or 'D', located at the bottom left of the page.

416810



5 tamaño de la órbita en el curso de dicho desplazamiento, incluyendo dichos medios unos medios de accionamiento para desplazar dicho soporte de electrodo de manera intermitente con un movimiento rectilíneo a lo largo de los lados rectos de dicho trayecto poligonal durante el cual no ocurre virtualmente nada de la acción de erosión de la máquina del electrodo y para
10 das intermedias en los ángulos de dicho trayecto poligonal - durante las cuales ocurre virtualmente la totalidad de la acción de erosión de la máquina del electrodo.

15 2. Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas - porque el dispositivo para reducir el tamaño de la órbita incluye una barra de guía ahusada y de forma alargada dispuesta verticalmente, teniendo dicho soporte de electrodo un seguidor de guía con un agujero poligonal regular que lo atraviesa y en el cual está dispuesta la barra.

20 3. Mejoras según la reivindicación 2, caracterizadas porque el soporte de electrodo incluye un bloque móvil montado de manera que pueda realizar un movimiento universal, comprendiendo dichos medios de accionamiento unos medios para desplazar el bloque sucesivamente en todas las direcciones de dicho plano transversal, de modo que el bloque pueda desplazarse en la órbita poligonal determinada por la configuración poligonal de dicho agujero.

25 4. Mejoras según la reivindicación 3, caracterizadas - porque el dispositivo para accionar el bloque incluye un rotor dotado de un brazo de accionamiento, teniendo dicho soporte de electrodo una columna con la cual el brazo entra en contacto y por medio de la cual el soporte de electrodo tiende a ser desplazado universalmente mientras el rotor está girando.
30

J
/

416810

- 25 -

28



5. Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque la columna tiene un rodillo, estando dicho brazo provisto de un surco en el cual se adapta el rodillo.

5 6. Mejoras según la reivindicación 4, en combinación con unos medios de soporte elástico del brazo en el rotor, con el fin de permitir las variaciones de tamaño y de forma de la órbita.

7. Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicho trayecto poligonal es cuadrado.

10 8. Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicho dispositivo de accionamiento incluye un motor para aplicar una fuerza al soporte de electrodo de modo que realice dicho desplazamiento rectilíneo intermitente.

15 9. Mejoras según la reivindicación 8, caracterizadas porque dicho motor incluye un rotor, un brazo de arrastre montado elásticamente en el rotor y una columna en el soporte de electrodo, haciendo la rotación del rotor que el brazo de accionamiento montado elásticamente aplique energía al soporte de electrodo durante su movimiento rectilíneo y almacene energía durante su parada momentánea.

20 10. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: MEJORAS INTRODUCIDAS EN UNA MAQUINA DE ELECTRO-EROSION.

25 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veinticinco páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 11 julio 1.973

BERNARDO UNGRIA

P. B.

30

416810



Fig. 1

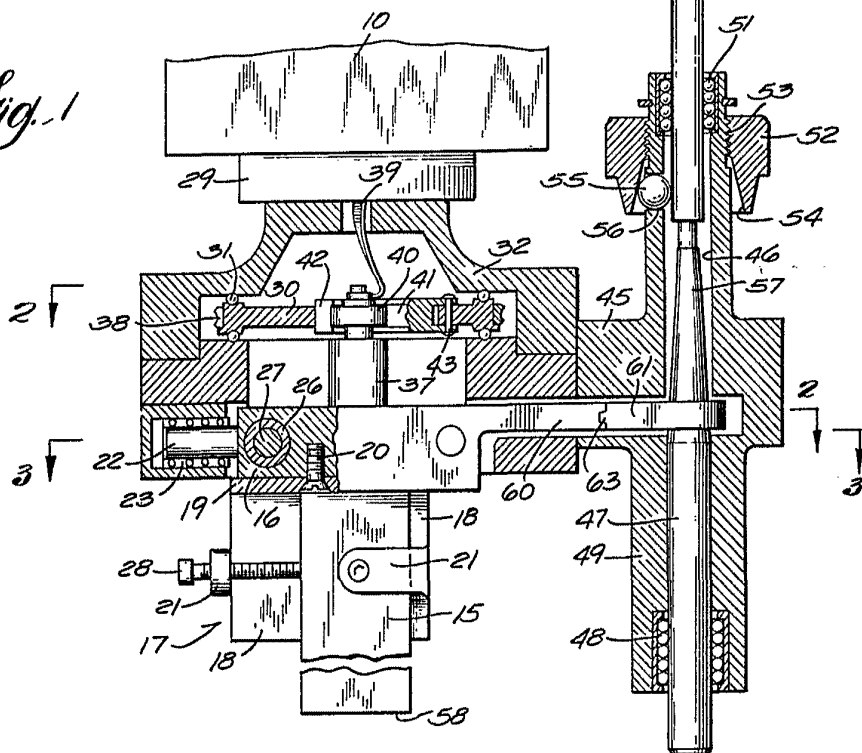
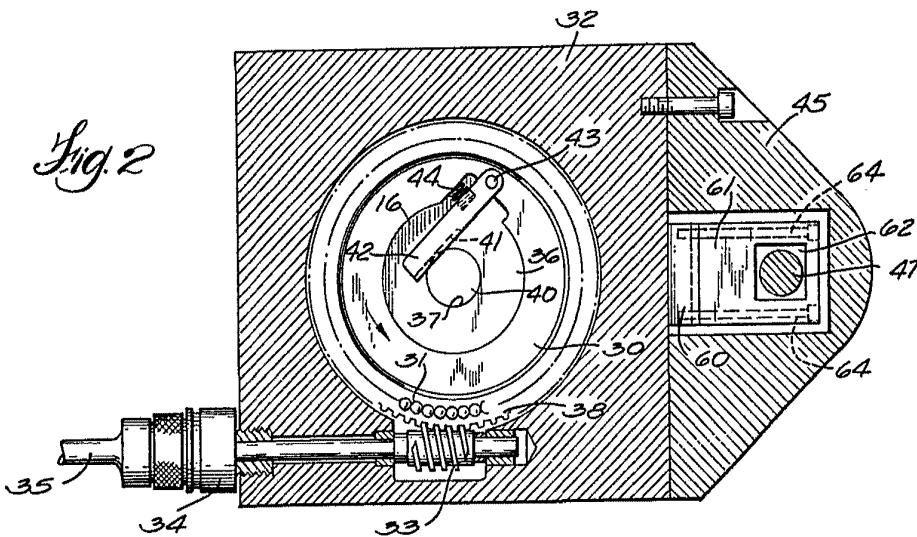


Fig. 2



ESCALA VARIABLE
MADRID, 11 DE Julio DE 19 73
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

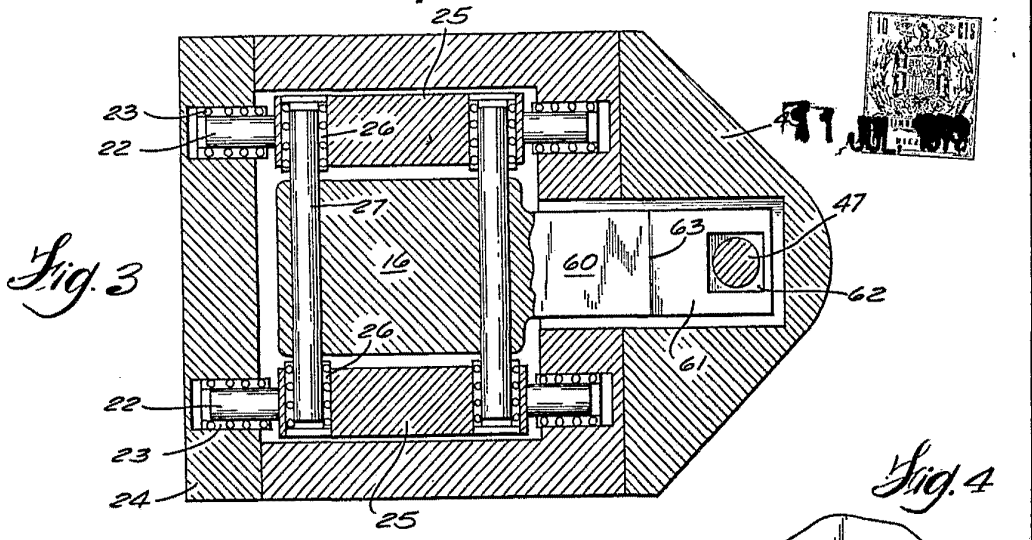


Fig. 3

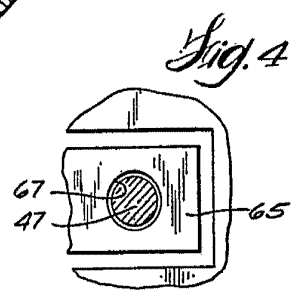


Fig. 4

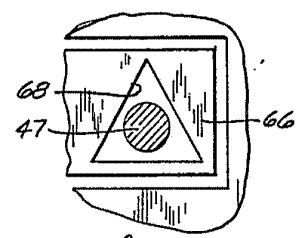


Fig. 5

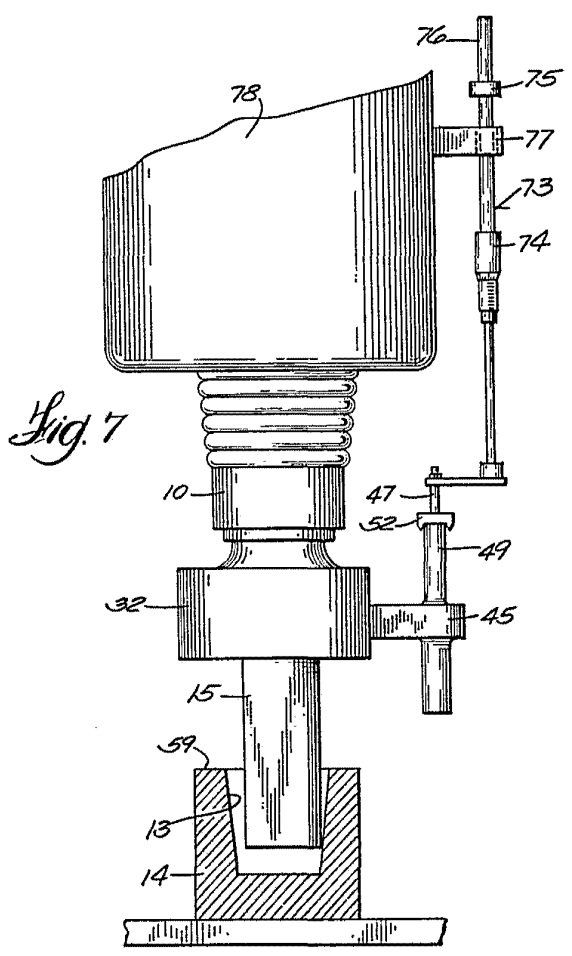


Fig. 7

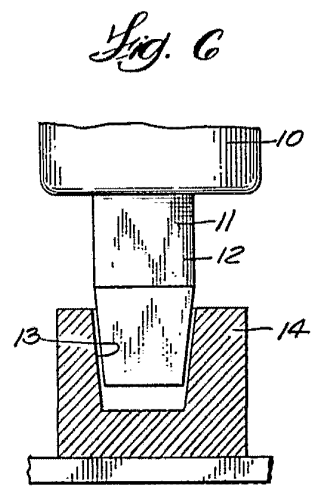


Fig. 6

ESCALA VARIABLE
 MADRID, 11 DE Julio DE 1973
 BERNARDO UNGRIA
 P.E.

416810



17 JUL. 1973

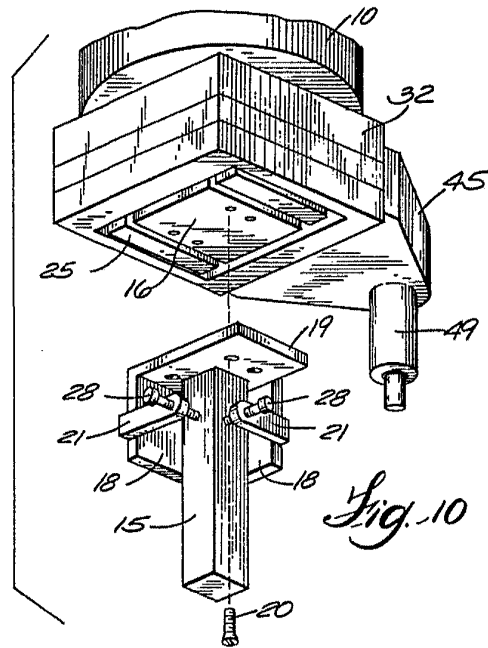
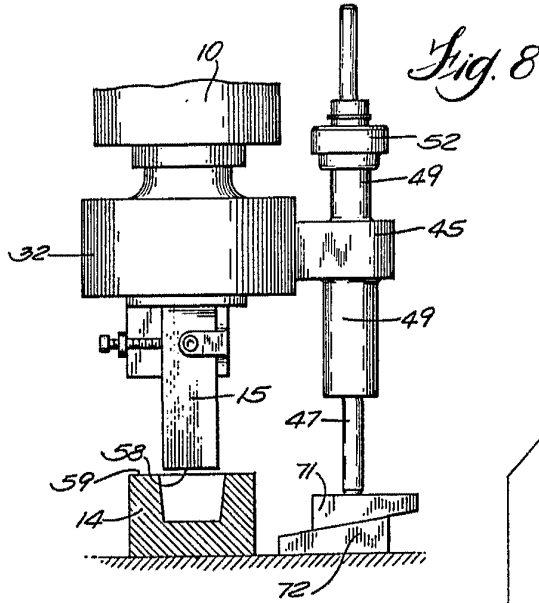
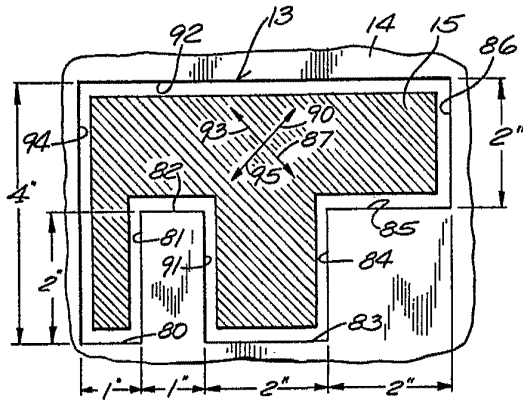
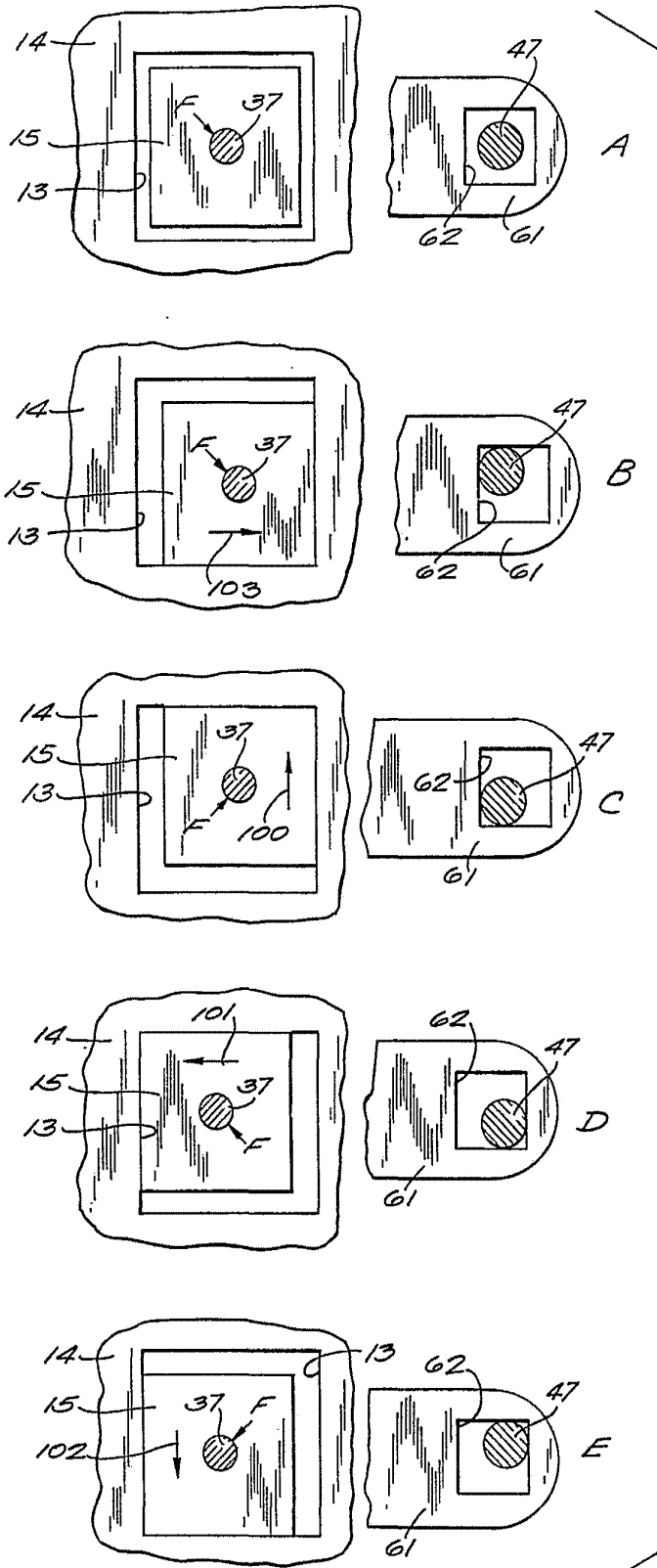


Fig. 9.



ESCALA VARIABLE
 MADRID, 11 DE Julio DE 1973
 BERNARDO UNGRÍA
 P. P.



187 00 07

Fig. 1.1

ESCALA VARIABLE 73
 MADRID, 11 DE Julio DE 19
 BERNARDO UNERIA
 P. P.