

AÑO 1957

Expediente núm. 234978



234978

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCION

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una PATENTE DE INVENCION por VEINTE años, en España

a favor de

FIRTH STERLING INC., de nacionalidad

norteamericana domiciliado en 3113 Forbes Street,

en Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América.

por:

«APARATO PARA MECANIZACION POR CHISPAS»

Nº 488

Agente Sr. ELZABURU

10 ABR. 1957

234978

18 AÑOS



P- 15.755.-

234978

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de FIRTH STERLING INC., entidad norteamericana, establecida en 3113 Forbes Street, Pittsburg, Pensilvania, Estados Unidos de América, por:

" APARATO PARA MECANIZACION POR CHISPAS " .-

-0-

5 La presente invención se refiere al arte de mecanización por chispas, denominado frecuentemente electroerosión, en el que partículas del material de una pieza a trabajar conductora son desalojadas de la misma mediante descargas de chispas, iniciadas por sobretensión y espaciadas en el tiempo, a través de un medio dieléctrico en un intervalo disruptivo o de chispa definido entre un útil-electrodo y la pieza de trabajo conductora.

10 Es objeto general de la presente invención un dispositivo de mecanización por chispas, de circuito sencii-



234978

llo, que puede incorporarse fácilmente a máquinas de tala-
drar, escariar, rectificar con muela y similares, y que
permite una fabricación económica. Ha de entenderse que di-
chos términos de taladrar, escariar, rectificar y similares
5 se utilizan solamente a causa de la similitud de los resul-
tados finales obtenidos sobre una pieza sometida a mecani-
zación por chispas con los obtenidos a base de aquellas ope-
raciones, porque el útil-electrodo empleado en la práctica
de dicho arte no entra necesariamente en contacto con la
10 labor para extraer trozos de la misma, como sucede en el
mecanizado convencional.

Con este objeto, el aparato para mecanización
por chispas de una pieza de trabajo mediante la aplicación
de descargas de chispa breves y espaciadas en el tiempo a
15 través de un intervalo disruptivo existente entre un útil-
electrodo y la pieza a trabajar, conforme a la invención
en su aspecto general, comprende, combinadamente, medios
de acumulación capacitivos, medios para aplicar una tensión
de carga periódica unidireccional a dichos medios de acumu-
20 lación capacitivos, un circuito de descarga para dichos me-
dios de acumulación capacitivos incluyendo el intervalo dis-
ruptivo, y medios para hacer periódicamente conductivo dicho
circuito de descarga con objeto de efectuar la descarga de
dichos medios de acumulación capacitivos a través del inter-
25 valo disruptivo.

Es además objeto de la presente invención un
dispositivo del carácter general expuesto, por medio del



187
234978

5 cual puede desalojarse material de la pieza a trabajar a una velocidad relativamente elevada para desbastar o dar forma, y también por medio del cual se puede efectuar la eliminación de material a una velocidad relativamente re-
ducida como para terminar, perfilar o aguzar. De acuerdo con ello, la invención proporciona además un aparato para mecanización por chispas capaz de efectuar la extracción de material de la pieza a trabajar a una velocidad rela-
10 tivamente elevada por medio de la utilización de repetidas descargas de chispas de elevada energía a una frecuencia de repetición relativamente baja y de efectuar la extrac-
ción de material a una velocidad relativamente reducida por medio de la utilización de repetidas descargas de poca energía a una frecuencia de repetición relativamente alta.

15 Es también otro objeto de la invención proporcionar, en un aparato de mecanización por chispas para cortar una pieza de trabajo mediante repetidas descargas de chispa iniciadas por sobretensión a través de un intervalo disruptivo existente entre la pieza a trabajar y un útil -
20 electrodo contiguo a la misma, una frecuencia de repetición de descarga de chispas directamente relacionada con la frecuencia de la red de alimentación del aparato.

Otros objetos de la invención, y característi-
cas y ventajas accesorias del aparato conforme a otros as-
25 pectos de la invención, irán desprendiéndose de la descripción que sigue de algunas realizaciones del invento que se representan, solo a manera de ejemplo, en los dibujos adjun-
tos, de los cuales:



234978

- la figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina, conforme a la presente invención, para ejecutar una operación externa de mecanización por chispas;

5 - la figura 2 es una vista fragmentaria en perspectiva frontal de la rueda-electrodo y de la mesa de trabajo, indicando una pieza a trabajar colocada sobre ésta en posición de trabajo;

10 - la figura 3 es un esquema de los circuitos que comprende la máquina indicada como ejemplo en las figuras precedentes;

15 - las figuras 4 a 9 son representaciones del perfil de onda que aparece en diversos puntos del circuito de la figura 3, estando los valores correspondientes al eje horizontal o de tiempos expresados en grados eléctricos. En la figura 4 se indican tres perfiles de onda: uno de tensión correspondiente a los medios de acumulación capacitivos 70 , designada E_{70} ; otro de corriente correspondiente a los medios de acumulación capacitivos designada I_{70} ; y, con fines de comparación, un perfil de onda de tensión representativo de una tensión rectificadora de onda completa, designada E_{Source} (E_{fuente}).

20 - la figura 5 representa dos perfiles de onda: la línea de trazo interrumpido corresponde a la tensión de alimentación y está designada E_{Supply} ($E_{alimentación}$); la línea llena representa el perfil de onda en el condensador de la primera etapa del circuito de manipulación, designada E_{94} ;



234978

- la figura 6 representa el perfil de onda de la tensión aplicada al condensador de la segunda etapa del circuito de manipulación, designada E_{99} ;

5 - la figura 7 es el perfil de la onda de tensión aplicada a la resistencia que sigue a la etapa final del circuito de manipulación, y está designada E_{102} ;

- la figura 8 representa el perfil de la onda de tensión aplicada al puente rectificador del circuito manipulador, estando designada E_{100} ;

10 - la figura 9 representa el perfil de la onda de tensión a la salida del puente rectificador, estando designada E_{103} ;

15 - las figuras 7A-9A son perfiles de onda de tensión correspondientes respectivamente a las figuras 7-9 y representan un impulso sencillo de tensión positiva en relación con el tiempo expresado en microsegundos;

20 - la figura 10 es una representación esquemática simplificada del circuito de descarga de los medios de acumulación capacitivos, para la condición de funcionamiento de descarga de energía elevada;

- la figura 10A es una gráfica del perfil de onda de corriente, en función del tiempo, en el circuito de descarga representado en la figura 10;

25 - la figura 11 es un esquema fragmentario de un circuito de mecanización por chispas de alta energía algo modificado;



234978

- la figura 12 es un esquema simplificado de otro circuito modificado de mecanización por chispas de alta energía; y

5 - las figuras 13 a 21 son representaciones de los perfiles de onda en diversos puntos del circuito ilustrado en la figura 12 con respecto al tiempo expresado en grados eléctricos. La figura 13 representa la onda de tensión de la fuente, y está marcada E_{source} (E_{fuente}). La figura 14 es representativa de la tensión rectificadora de media onda que sale del rectificador 175A. La figura 15 es representativa de la tensión de los medios de acumulación capacitivos 170A. La figura 16 es representativa de la salida del rectificador de media onda 175B. La figura 17 es representativa de la tensión de los medios de acumulación capacitivos 170B. La figura 18 es representativa de la tensión aplicada al condensador de la segunda etapa del circuito de manipulación indicado en la figura 12, y está marcada E_{199} . La figura 19 es representativa de la tensión aplicada a los rectificadores incluidos en el circuito de manipulación ilustrado en la figura 12, y lleva la designación E_{200AB} . Las figuras 20 y 21 son representativas de los impulsos de tensión aplicados entre los electrodos de ignición y los cátodos respectivamente de los ignitrones comprendidos en el circuito de la figura 12, con las designaciones respectivas de $E_{\text{Ign.180A}}$ y $E_{\text{Ign.180B}}$.

10

15

20

25

En tanto la invención es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, se ilus-



234978

5 tran en los dibujos y se describen a continuación con detalle ciertas realizaciones preferidas. Ha de entenderse, no obstante, que no se tiene la intención de limitar el invento peculiarmente a dichas realizaciones. Por el contrario, se pretende cubrir todas las modificaciones y construcciones alternativas comprendidas en el espíritu y en el ámbito de la invención, tal como se expresan en las reivindicaciones que se consignan al final.

10 En el mecanizado por chispas, la acción de corte o erosión es proporcionada por la descarga de chispas en un intervalo disruptivo definido entre las superficies yuxtapuestas y estrechamente espaciadas de una pieza a trabajar y de un útil-electrodo. El útil o herramienta no necesita tocar a la pieza de trabajo, ni su propia dureza afecta a
15 la operación de mecanización. Las descargas de chispas son de muy breve duración y de un contenido de energía relativamente elevado, estando proporcionada la energía para la descarga por medios de acumulación capacitivos acoplados a los terminales del intervalo disruptivo o descargador de chispas.
20 Las descargas de chispas tienen lugar a través de un medio fluido o semisólido, que tiene propiedades dieléctricas y que llena siempre el intervalo disruptivo. Durante la aplicación de las descargas de chispas son desalojadas de la pieza a trabajar partículas diminutas de la misma en la
25 región opuesta al útil-electrodo, para generar el contorno de mecanización deseado para la pieza. Según va progresando la acción de mecanización, es generalmente necesario man-



234978

tener esencialmente constante la separación entre la pieza a trabajar y el útil-electrodo. En muchos casos se provee un conjunto de mando y mecanismo de alimentación que puede convenientemente tener la forma de un servomecanismo eléctrico para mantener la separación necesaria y para corregir bien unas condiciones operativas de cortocircuito o bien unas condiciones operativas de circuito abierto. Para muchos fines, no obstante, es conveniente que la pieza a trabajar pueda moverse más libremente con respecto al útil-electrodo, preferiblemente mediante manipulación de la pieza misma. Es conveniente también para ciertas operaciones que la separación de descarga de chispas sea regulada con presión de alimentación aplicada a mano o por sencillos medios mecánicos. Tal situación se produce al ejecutar una operación de mecanizado por chispas para el modelado y perfilado de herramientas, puntas y cortadores.

Con fines ilustrativos, y para mayor sencillez de descripción, la primera forma de la presente invención se presenta y describe en una realización prevista para su incorporación a una máquina destinada a efectuar operaciones de "rectificado" o "amolado". Con dichas máquinas, la pieza a trabajar, como se ha hecho observar más arriba, puede frecuentemente comprender una herramienta convencional de una sola punta, y la operación a efectuar sobre aquélla puede incluir tanto la conformación de la punta según un contorno predeterminado como, después, el afilado de la misma. Toda persona entendida en la materia puede, no obstante,

234978



5 darse cuenta de que los circuitos de mecanización por chispas ilustrados y descritos pueden incluirse con la misma facilidad en máquinas para ejecutar operaciones de remoción de metal similares, tales como, por ejemplo, de "taladrado"; y con las formas de la invención que sucesivamente se describen dicho dispositivo es representado esquemáticamente en la forma con la cual podría utilizarse la presente invención.

10 Conforme a un aspecto de la presente invención, se habilitan medios para la remoción del material de una pieza a trabajar, a una velocidad relativamente alta, como sería conveniente al dar forma a una herramienta de corte, y también para la remoción del material de una pieza a trabajar, a una velocidad relativamente más baja, como sería
15 de desear al perfilar o afilar una herramienta de corte. Así, la máquina ilustrativa incorpora medios para efectuar descargas de chispas de relativamente alta energía, iniciadas por sobretensión y espaciadas en el tiempo, a una frecuencia de repetición relativamente baja, y medios complementarios adicionales para efectuar descargas de chispas de
20 relativamente baja energía, iniciadas por sobretensión y espaciadas en el tiempo, a una frecuencia de repetición relativamente más elevada, incluyendo cada uno de estos medios o sistemas un elemento de acumulación capacitivo continuamente conectado a una fuente de corriente alterna, juntamente con medios para completar alternativamente la descarga de los elementos de acumulación capacitivos a través del
25



234978

intervalo disruptivo mantenido entre la pieza a trabajar y el útil-electrodo según la velocidad de remoción de metal deseada.

5 Al llevar a cabo un aspecto de la invención y de acuerdo con el objeto de simplificación de los circuitos comprendidos, se habilitan medios para relacionar directamente la frecuencia de repetición de las descargas de chispas de alta energía, iniciadas por sobretensión, con la frecuencia de la fuente de energía eléctrica en corriente alterna para el dispositivo.

10 Con referencia más especialmente a los dibujos, se representa en ellos una máquina, designada en general con el número 20, para afilar herramientas sin preparación. Como se indica, comprende una base 22 en la que va montada una
15 unidad de mecanización por chispas 24. La unidad comprende una mesa-soporte del trabajo 25 y un útil-electrodo en forma de rueda 26. La mesa 25 está adaptada para un ajuste transversal angular con respecto a la rueda 26 y para un movimiento global de acercamiento y alejamiento con respecto
20 a la misma rueda. Para hacer girar la rueda-electrodo 26 la unidad de mecanización por chispas 24 incluye un motor eléctrico 40. El motor termina por su extremo anterior en un eje al cual se halla fijada la rueda-electrodo 26 de modo no rotativo. Como la rueda 26 comprende uno de los electrodos de mecanización por chispas, se encuentra convenientemente
25 aislada del eje del motor.

Con referencia particularmente a la figura 3 de

234978



los dibujos, se encuentran en ella representados esquemáticamente los circuitos simplificados que comprende la máquina cortadora por chispas que sirve de ejemplo. De la descripción se desprende que si bien los circuitos de mecanización por chispas se tratan en ella en relación con una máquina de afilar herramientas sin preparación, estos circuitos permiten fácilmente su inclusión en otras circunstancias previstas para la ejecución de operaciones de mecanizado tanto interno como externo. Junto al borde derecho del dibujo se ha indicado esquemáticamente la rueda-electrodo catódica 26, que está montada de modo que gira movida por el motor 40, en yuxtaposición con la mesa de trabajo 25 sobre la cual descansa una pieza a trabajar W. La rueda-electrodo está conectada en los circuitos de mecanización por chispas por medio del conductor 58 y de su estructura electródica asociada.

De este modo es definido un intervalo disruptivo G por la separación existente entre las partes superficiales yuxtapuestas de la pieza conductiva a trabajar W y de la rueda-electrodo 26. Cuando se aplica una tensión positiva suficientemente grande a la pieza a trabajar W de modo que actúe ésta como ánodo con respecto a la rueda-electrodo catódica, se produce una ruptura del dieléctrico existente entre ambas. Es decir, se mantiene brevemente un camino ionizado que cruza o atraviesa el intervalo disruptivo G. La tensión requerida para iniciar la descarga aumenta con la longitud de intervalo disruptivo. Sin embargo, las longitu-



234978

des de intervalo disruptivo son pequeñas, usualmente del orden de las milésimas de pulgada. Si bien la cresta de intensidad de la corriente de descarga es convenientemente grande, la duración de la descarga es por lo general menor de
5 cien microsegundos y preferiblemente mucho menos. Como en la actualidad se comprende, el desalojamiento de partículas de la pieza a trabajar conductiva por la acción de las chispas se explica mejor en función de la fuerza del campo eléctrico producido por la corriente de descarga de chispas. Se
10 ha llegado a la conclusión de que la densidad de corriente determina la cantidad de material desalojada por descarga de chispas, y de que para una cantidad dada de energía (producto de corriente y duración) la efectividad aumenta al aumentar la relación de intensidad de corriente a tiempo. La
15 remoción total de materia es efecto acumulativo de un número de descargas de chispas, y de aquí que la velocidad de repetición intervenga directamente en la práctica.

En la figura 3 se ven circuitos combinados para efectuar descargas de chispas de alta energía y breve duración a través del intervalo disruptivo G, y para efectuar
20 descargas de chispas de energía relativamente más reducida a una velocidad relativamente superior a través del intervalo disruptivo G. A tales fines, el dispositivo del ejemplo comprende unos medios de acumulación capacitivos relativamente
25 grandes, juntamente con medios para regular la descarga de los anteriores a través del intervalo G a una velocidad de repetición relativamente baja, y asimismo incluye medios

234978

18 AB 6



que proporcionan una capacidad acumuladora esencialmente
más baja en unión de medios para efectuar la descarga de
los mismos a través del intervalo disruptivo a una frecuen-
cia de repetición relativamente elevada, siendo utilizada
5 la misma alimentación de corriente de carga para cada uno
de los medios de acumulación capacitivos. Como se indica,
los medios de acumulación capacitivos relativamente gran-
des son proporcionados, según se señala en 70, por una ca-
pacidad de, aproximadamente, 300 microfaradios. En este
10 ejemplo, dicha capacidad se obtiene mediante la utilización
de un par de condensadores 70a y 70b conectados en paralelo
entre conductores de descarga de chispas 71 y 72.

Para cargar los medios de acumulación capacitivos
15 70 se emplea un circuito de carga con corriente alterna
consistente de modo fundamental en un rectificador monofási-
co de onda completa que alimenta a una inductancia de carga.
El rectificador está señalado de modo general en 75, y es
preferiblemente del tipo de selenio, de toma central, pre-
visto para trabajar continuamente. La salida del rectifica-
20 dor se aplica a una inductancia 76 de manera tal que resulta
aplicado un potencial unidireccional al conductor 71 de la
red de mecanización por chispas. El rectificador 75 es ali-
mentado desde el secundario de un transformador 77, cuyo
devanado primario está conectado a la red de corriente al-
25 terna que suministra energía a la máquina, representada por
la línea de tres hilos 78. Para completar el circuito de car-
ga se conecta la línea de descarga de chispas 72, mediante



234978

el conductor de retorno 79, a la toma central del secundario del transformador 77.

5 Para regular la descarga de los medios capacitivos 70, el dispositivo del ejemplo utiliza un ignitrón 80. El ignitron 80 comprende un dispositivo de descarga electrónica de cátodo líquido con medios para iniciar la ionización de modo que el dispositivo se haga conductivo. El ignitrón 80 tiene su placa conectada al conductor 71, y su cátodo conectado a la pieza a trabajar W. Esta última
10 conexión se efectúa por medio de un conductor 82 a un bloque terminal aislado 84 que está fijo con respecto a la mesa de trabajo 25 y sirve de término a un conductor flexible 86 que se conecta a la pieza a trabajar W. Desde el otro lado del intervalo disruptivo G, el circuito de
15 descarga comprende además la rueda-electrodo 26 y el conductor 58 por medio del cual dicha rueda está conectada al conductor 72 de la línea de descarga de chispas. Una vez cargado el sistema de acumulación capacitivo 70, en el espacio de tiempo determinado por el valor de la inductancia
20 76 y la capacidad particular del sistema de acumulación 70, el ignitrón 80 es obligado a hacerse conductivo, y el sistema de acumulación capacitivo 70 se descarga a través del ignitrón 80 y del intervalo disruptivo G. De esta manera se inician las descargas de alta energía espaciadas en el
25 tiempo.

Conforme a otro aspecto de la presente invención, se proveen medios para relacionar la frecuencia de



234978

repetición de las descargas de chispas procedentes del sistema de acumulación capacitivo 70 a través del intervalo disruptivo G, con la frecuencia de la red de energía eléctrica en corriente alterna que alimenta a la máquina del ejemplo. Más especialmente, el ignitrón 80 está continuamente conectado a una fuente de energía periódica unidireccional, y el circuito es tal que el ignitrón se halla dispuesto para hacerse conductivo de modo que descargue el sistema de acumulación capacitivo a través del intervalo disruptivo G, y para hacerse de nuevo no conductivo antes de la llegada del ciclo siguiente procedente de la fuente de energía. Dicho en otros términos, al comienzo de un período procedente de la fuente de energía periódica el ignitrón se mantiene no conductivo, de modo que el sistema de acumulación capacitivo 70 es cargado; entonces, el ignitrón se hace conductivo para efectuar la descarga del sistema de acumulación capacitivo; y después se le deja tiempo suficiente al ignitrón para desionizarse de modo que vuelva a su estado no conductivo antes del comienzo del período siguiente de la fuente de energía periódica. Con referencia a las figuras 3 y 4, comprendiendo esta última una comparación de perfiles de onda de corriente y tensión en diversas partes del circuito del ejemplo, se verá que la salida del rectificador de onda completa 75 es una fuerza electromotriz periódica unidireccional que comprende de una serie de semiperíodos positivos de una onda sinusoidal. Si la frecuencia de la red es de 60 períodos por se-



234978

gundo, la frecuencia periódica de la salida del rectificador de onda completa 75 será, como se indica, de 120 períodos por segundo. Esta se encuentra designada por el perfil de onda de tensión señalado E_{Source} (E_{fuente}) en la figura 4. Esta tensión de alimentación se aplica al choque o autoinducción de carga 76, a través del cual se efectúa la carga del sistema de acumulación capacitivo. La carga del sistema de acumulación capacitivo 70 está indicada en la figura 4 por los perfiles de onda respectivamente designados E_{70} e I_{70} , que resultan de la frecuencia de resonancia del choque de carga 76 y del sistema de acumulación capacitivo 70. Los valores de inductancia y capacitancia de estos elementos se eligen de modo que la carga se complete aproximadamente 160° después del comienzo de un ciclo de carga. Se verá por la figura 4 que la velocidad de carga del sistema de acumulación capacitivo 70 está influida por la autoinducción del choque de carga 76. La velocidad de carga aumenta con la tensión de la fuente de alimentación, pero no disminuye hasta cero cuando la carga de tensión iguala a la tensión de dicha fuente, sino que el choque de carga 76 tiende en lugar de ello a impedir la variación de corriente mediante la anulación de su campo, esto es, descargando la energía acumulada en el mismo. La tensión acumulativa tanto de la fuente como de la carga almacenada, como resultado del efecto de la autoinducción del choque de carga 76 es esencialmente el doble de la tensión de la fuente. Considerando la capacidad C del sistema de acumulación ca-



234978

pacitivo 70 y la tensión de carga E_0 puede verse que, como la energía acumulada es $P = \frac{1}{2} C E_0^2$, la energía acumulada queda así esencialmente cuadruplicada.

5 Volviendo de nuevo a la figura 4, se verá en ella que para cargar y descargar de un modo efectivo el sistema de acumulación capacitivo, el ignitrón 80 se hace conductivo lo bastante antes del final de un determinado período de la fuente de energía periódica de modo que no sólo haya tiempo suficiente para la descarga, sino además para que se desionice el ignitrón. Las observaciones de laboratorio realizadas en un gran número de ignitrones disponibles comercialmente han demostrado que a los niveles de energía que aquí intervienen, un amplio tiempo para la desionización del ignitrón es el de unos 500 microsegundos.

10 Tomando abundancia de precauciones para tener en cuenta incluso un tiempo de desionización algo más largo, en el supuesto que se encuentre un ignitrón de tales características, se prevé actualmente un intervalo de desionización de, aproximadamente, 750 microsegundos. Además, se ha visto que la duración de la descarga es $\frac{1}{2F}$, donde $F_0 = 1/2 \times \sqrt{LC}$ y en la cual L es la autoinductancia propia del circuito de descarga del ignitrón y C es la capacidad total del mismo circuito. Las observaciones realizadas utilizando diversos condensadores comercialmente disponibles para el sistema de

15 acumulación capacitivo 70 y con diversas formas de conductores incluidos en el circuito de descarga han puesto de relieve que, en el dispositivo del ejemplo, unos 70 microse-

20

25



234978

gundos como máximo constituye un tiempo suficientemente
amplio para la descarga del sistema de acumulación capa-
citivo 70. Volviendo a relacionar esto con las gráficas
de perfiles de onda de la figura 4, se verá que es conve-
niente hacer que el ignitrón sea conductivo unos 800 a
900 microsegundos antes del comienzo del siguiente perío-
do positivo de la fuente de alimentación de carga.

Con objeto de hacer conductivo al ignitrón 80
se utiliza en el dispositivo del ejemplo un circuito de ma-
nipulación que incluye un circuito cambiador de fase y li-
mitador. La salida del circuito de manipulación comprende
impulsos de energía suficiente para situar al ignitrón 80
en estado conductivo, y dichos impulsos son tales que exis-
te un impulso positivo por cada semiperíodo de la tensión
de alimentación espaciados con referencia a la tensión de
alimentación de manera que se producen aproximadamente 20
grados eléctricos, esto es, unos 900 microsegundos, antes
de cada cero de tensión de la fuente. Además, dichos im-
pulsos han de ser asimismo de corta duración pero de gran
energía.

Como se indica, el circuito de manipulación
comprende un transformador 90 cuyo primario se halla conec-
tado a la fuente de energía 78 y su secundario aplicado a
un circuito limitador y cambiador de fase. La salida de es-
te circuito se lleva a un rectificador en puente 100, y la
salida de este último se aplica entre el cátodo y el elec-
trodo de encendido del ignitrón. Más particularmente, el



234978

circuito cambiador de fase del circuito de manipulación incluye una autoinducción o choque de carga 92 y un condensador 94. Esto puede denominarse primera etapa del circuito de manipulación, y es la etapa iniciadora de los impulsos y reguladora de su duración. El choque de carga 92, en unión de la inductancia de dispersión del transformador 90 cuando está en asociación con el condensador 94, produce un perfil de onda de tensión tal como el representado en la figura 5 con la designación E_{94} . A los fines de comparación también se incluye en la figura 5 un período de la tensión de alimentación. Por estos dos perfiles de onda se verá que de la primera etapa del circuito de manipulación se obtiene un cambio rápido de tensión en sentido negativo bastante después de que la tensión de línea ha empezado a cambiar en tal sentido (a 90 grados eléctricos), y también que se produce un cambio rápido de tensión en sentido positivo bastante después de que la tensión de alimentación ha comenzado su cambio en sentido positivo (a 270 grados eléctricos).

Las etapas segunda y tercera del circuito de manipulación del ejemplo constan de inductancias saturables 96 y 98, un condensador 99, un rectificador en puente 100 y una resistencia 102. Estas dos etapas pueden denominarse adecuadamente de compresión, de impulsos y son necesarias para producir los breves impulsos de alta energía antes mencionados. Como se verá, el puente rectificador sirve para hacer todos los impulsos positivos para su aplicación al ignitrón. En este punto pudiera hacerse observar que el fun-

234978



cionamiento del circuito puede ser descrito por entero describiendo el funcionamiento de éste para un solo impulso. El hecho de que un impulso sí y otro no sean de polaridades opuestas no es causa de dificultad alguna, puesto que todas las tensiones son simétricas con respecto a cero hasta su aplicación al puente rectificador 100.

5

La tensión o voltaje que aparece en bornes del transformador separador 90 se halla en exacta relación de fase con la tensión de alimentación. Dicha tensión o voltaje es aplicada a la combinación en serie de la inductancia lineal 92 y del condensador 94, cuyos valores se eligen de modo que se produzca desviación de la característica de la inductancia saturable 96 en el punto deseado antes del cero de tensión de alimentación. Preferiblemente, la inductancia de carga 92 está provista de una serie de tomas que permiten la compensación para los diversos valores de la inductancia de dispersión que puedan encontrarse en el transformador 90. La inductancia saturable 96 presenta inicialmente una elevada impedancia, y en sus bornes aparecerá también la tensión presente en bornes del condensador 94. Pero al llegarse al punto en que se alcanza la densidad de flujo saturable de la inductancia 96, y ésta se satura, presenta una impedancia compuesta en gran parte por la resistencia de su devanado. Como ésta es muy pequeña, el condensador 94 queda efectivamente en cortocircuito, permitiéndose con ello la rápida descarga del mismo sobre la etapa subsiguiente del circuito. Para un núcleo y devanado dados de la inductancia 96, su in-

10

15

20

25

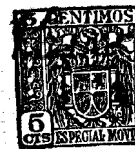
234978



5 tegral voltaje-tiempo de saturación es fija de modo que el punto del período de tensión de línea en el cual se satura la inductancia 96 puede ser modificado simplemente haciendo variar la tensión en el condensador 94. Así, si la tensión en el condensador 94 es baja, se tardará más tiempo en llegar a la saturación de la inductancia 96 que si dicha tensión fuere alta. Puesto que, como antes se ha hecho observar, es conveniente que la desviación de característica se produzca en un punto predeterminado antes del cero de tensión de línea de modo que inicie el disparo o conducción adecuadamente regulado en tiempo del ignitrón 80, sólo es necesario ajustar la integral voltaje-tiempo de la tensión en bornes del condensador 94. Con objeto de evitar fenómenos transitorios indeseados es conveniente, con todo, que la inductancia 96 se sature cuando la corriente del choque de carga 92 ha cesado de circular. Dicha condición es también ventajosa desde otro punto de vista, ya que cuando no pasa corriente por el choque 92 el condensador 94 tiene la máxima carga y, por tanto, un máximo de energía. Se desprende, por referencia a la figura 5, que la iniciación de un impulso en el circuito de manipulación es acusada por las bruscas caídas o elevaciones de tensión que, según puede verse, ocurren bastante tiempo antes de un punto cero o de inversión de la tensión de línea.

25 La segunda etapa del circuito de manipulación constituye lo que pudiera denominarse una etapa de compresión de impulsos. Al saturarse la inductancia 96, su impe-

234978



5 dancia cae a un valor muy bajo, haciendo que la carga del condensador 94 pase al condensador 99. Como la autoinductancia saturada de la bobina de reactancia 96 es muy baja, la frecuencia de oscilación de la combinación de la inductancia 96, la capacidad 94 y la capacidad 99 es muy alta, haciendo así que la tensión del condensador 99 suba bruscamente. De este modo, el impulso que ha de progresar por el circuito de manipulación adelante se le comunica una elevación mucho más brusca. Inicialmente la inductancia 98 no está saturada, de modo que al comienzo de la carga del condensador 99 la inductancia 98 no carga a dicho condensador 99. En cambio, cuando la integral de voltaje-tiempo de la tensión del condensador 99 alcanza el valor de saturación de la inductancia saturable 98, dicha inductancia 98 se satura. Al ocurrir esto su impedancia cae a un valor muy bajo, con el resultado de que el condensador 99 se descarga sobre la resistencia 102 y el puente rectificador 100. Como consecuencia se obtiene una elevación del impulso aun más brusca efectuada por la segunda etapa, y además su duración es grandemente reducida por la rápida saturación de la inductancia saturable 98.

10

15

20

25 Con el fin de representar gráficamente lo que ocurre al ir pasando el impulso de etapa en etapa se han incluido en los dibujos las figuras 6, 7, 8 y 9. La figura 6 es un perfil de la onda de tensión, señalada E_{99} , que aparece en bornes del condensador 99. La figura 7 representa el perfil de onda de tensión, señalado E_{102} , aplicado a la



234978

resistencia 102. La figura 8 indica el perfil de onda de
tensión, marcado E_{100} , que se aplica al puente rectificador 100, y la figura 9 muestra el perfil de la onda de tensión designado E_{103} , de la salida del puente rectificador
5 En cada una de las figuras 5 a 9 inclusive, los perfiles de onda de tensión están representados en grados eléctricos. Estos perfiles de onda de tensión pueden expandirse de modo que los relacione con el tiempo de duración, es decir, pueden mostrarse a una escala representativa de microsegundos, en lugar de grados eléctricos, y a tal fin se
10 han incluido en los dibujos las figuras 7A, 8A y 9A, colocadas al lado, respectivamente, de las figuras 7, 8 y 9, para representar la duración y forma de un impulso positivo que progresa por el circuito de manipulación adelante y es finalmente aplicado al ignitrón. En las figuras 7A, 8A y 9A
15 se ha omitido el tiempo que transcurre cuando la tensión del circuito de manipulación es cero.

La resistencia 102 está intercalada en la etapa de salida del circuito de manipulación con el fin práctico de dejar que el circuito de manipulación trabaje sobre un margen más amplio de impedancias de electrodo de ignición sin que ocurran fenómenos transitorios no deseables. Por haberse descubierto que este tipo de circuito de manipulación es, en la práctica, sensible en cierto modo a la
20 impedancia de carga, esta precaución de intercalar la resistencia 102 elimina toda manipulación indeseada. La resistencia 102 puede ser denominada, por lo tanto, resistencia
25



234978

separadora, pudiendo decirse adecuadamente que proporciona una estabilización de impedancia.

5 La salida del puente rectificador está conectada, mediante conductores 103 y 104, entre el cátodo y el electrodo de ignición del ignitrón 80. Es decir, el terminal negativo del puente 100 está conectado por los conductores 104, 83 y 82 al electrodo de encendido, y el terminal positivo del puente está conectado al electrodo de encendido del ignitrón 80 por medio del conductor 103.

10 Así, al ser aplicado un impulso de energía entre el electrodo de ignición y el cátodo del ignitrón 80, el ignitrón se hace conductivo y cierra de ese modo el circuito o camino de descarga del sistema de acumulación capacitivo 70 hacia el intervalo disruptivo G. Con referencia
15 de nuevo a la figura 4 se verá que hay un rápido descenso de la tensión en el sistema de acumulación capacitivo 70 al efectuarse la descarga del condensador a través del intervalo G. Como antes se ha hecho notar, el tiempo de descarga del sistema de acumulación capacitivo 70 es del orden de 70 microsegundos como máximo. Por consiguiente, podrá apreciarse que no hay esencialmente tensión alguna aplicada al ignitrón, con el resultado de que no hay nada que mantenga la ionización del ignitrón. En estas condiciones
20 se produce la desionización en el interior del ignitrón y, dejando tiempo suficiente para que transcurra, el ignitrón vuelve a hacerse no conductivo. El ignitrón 80 permanecerá en este estado no conductivo hasta que aparezca el siguien-



234978

te impulso positivo, procedente del circuito de manipulación, entre su electrodo de ignición y su cátodo. Esto, por ejemplo, puede suceder unos 160 grados eléctricos más tarde, lo que, traducido a tiempo efectivo, sube a algo más de 8300 microsegundos, tiempo durante el cual el sistema de acumulación capacitivo 70 es cargado de nuevo y acondicionado para su descarga para la chispa siguiente.

Por lo que precede se apreciará que, como el funcionamiento del circuito iniciador de chispas que comprende el sistema de acumulación capacitivo 70 y la iniciación del impulso en el circuito manipulador para hacer que el ignitrón 80 conduzca está directamente relacionada con la frecuencia de alimentación de energía, la frecuencia de repetición de las descargas de chispas a través del intervalo disruptivo G que se derivan de este circuito iniciador de chispas está también directamente relacionada con la frecuencia de la alimentación de la máquina. Como la energía en la descarga es igual a la mitad del producto de la capacidad del circuito de descarga por el cuadrado de la tensión del mismo, de ello se desprende que a través del intervalo disruptivo son aplicadas descargas de chispas de altísima energía a una frecuencia de repetición relativamente baja, de manera que se efectúa una remoción de material de la pieza a una velocidad relativamente elevada.

Como puede verse en la figura 10, que comprende una representación esquemática grandemente simplificada del circuito de descarga del sistema de acumulación capacitivo 70,



234978

cuando el ignitrón 80 se hace conductivo el sistema de acumulación capacitivo 70 se descarga repentinamente a través del intervalo disruptivo G. Aún cuando se puede prestar considerable atención a que los conductores de conexión sean de corta longitud, existe no obstante cierta autoinducción distribuída inherente al circuito de descarga. Con la repentina descarga del sistema, relativamente grande, de acumulación capacitiva 70, se produce una circulación resultante de corriente muy grande. Como existe alguna autoinducción L en el circuito, la energía momentáneamente almacenada en el mismo no es, en modo alguno, despreciable. Así, al descargarse repentinamente el sistema de acumulación capacitivo 70, lo hace sobre un circuito LC en serie, pudiendo esperarse una condición oscilatoria transitoria. Esta condición está representada por la curva de corriente en función del tiempo, designada $I_{\text{Discharge}}$ (I_{descarga}) de la figura 10A. Se observará aquí que el primer "semiperíodo" es "positivo". Así es como debe ser, pues la pieza W a trabajar mediante mecanización por chispas conviene que sea positiva con respecto a la rueda-electrodo. Ahora bien, existe a continuación una "cola" o semiperíodo negativo. Esta "cola" negativa indica que hay tendencia a una inversión de polaridad y a una circulación de corriente en sentido opuesto al de la corriente normal de carga del sistema de acumulación capacitivo 70. Como consecuencia, cuando empieza el ciclo siguiente de corriente de carga procedente del rectificador 75 y de la inductancia de carga 75, la carga del sistema de acumulación



234978

capacitivo 70 tiende a comenzar desde un punto algo inferior a aquél del ciclo primero o inicial de carga, y la carga global realizada en el sistema de acumulación capacitivo 70 tiende a ser mayor del doble de la tensión procedente de la alimentación de corriente alterna rectificad
5 da y de la inductancia de carga 76. Como se comprenderá, esta carga adicional es el resultado de la caída de tensión inductiva en el circuito o camino de descarga del sistema de acumulación capacitivo 70 y puede expresarse en la forma
10 $e = L di/dt$, siendo L la autoinducción propia o distribuida del citado circuito o camino de descarga. Pudiera hacerse notar que las pruebas de laboratorio hechas utilizando el circuito indicado en la figura 3 han demostrado que el elemento de acumulación capacitivo 70 de 300 microfaradios es
15 cargado a un potencial medio de 365 voltios, con una tensión alterna de alimentación de 115 voltios procedente del secundario del transformador 77, con esta disposición y con el circuito de manipulación dispuesto para producir el encendido del ignitrón 80 a unos 160 grados eléctricos, aproxi
20 madamente, después del paso por cero de la tensión de alimentación. En un aparato tal como el del afilador de herramientas a mano libre, que sirve de ejemplo, se vió que el material era eliminado de la pieza a la velocidad de $1,3 \text{ mm}^3$ por minuto.

25 Se recordará de la discusión precedente del ignitrón 80 que para su desionización se requiere una cierta cantidad de tiempo. Si la tensión oscilatoria transitoria



234978

inversa, $e = L \cdot di/dt$, fuera a manifestarse antes de que
hubiera tenido lugar una suficiente desionización del igni-
nitrón, y en una fase apropiada con respecto a las tensio-
nes en bornes de los sistemas de acumulación capacitivos
5 70 y 110, estas tensiones podrían llegar a sumarse y dar
por resultado la presencia de una tensión en bornes del igni-
nitrón 80 en el mismo momento en que se desea efectuar su
desionización. Se comprenderá que ello al menos retrasaría
la desionización y hasta es posible que pudiera ser causa
10 de una perjudicial conducción de corriente inversa a tra-
vés del ignitrón.

Para evitar que esto ocurra se ha incluido una
bobina de reactancia saturable 72A en la línea 72 que com-
pleta el circuito o camino de descarga del sistema de acu-
mulación capacitivo 70. Dicha bobina de reactancia satura-
ble aumenta de modo efectivo el tiempo que invierte la ten-
sión en alcanzar un valor que pudiera dar como resultado la
conducción del ignitrón en sentido inverso. La bobina de
reactancia saturable 72A presenta, cuando no está saturada,
20 una elevada impedancia en el circuito de descarga, durante
el comienzo de una descarga del sistema de acumulación ca-
pacitivo 70, y asimismo durante el periodo de tiempo com-
prendido al final de una descarga en el cual la tensión en
bornes del ignitrón 80 tiende a invertirse como resultado
25 de la tensión inducida $e = L \cdot di/dt$, que se manifiesta en los
conductores del circuito de descarga. El valor de la induc-
tancia en saturación es suficientemente bajo para tener un

234978



efecto insignificante sobre la corriente de cresta en el impulso de energía de descarga. Así, la bobina de reactancia saturable 72A proporciona suficiente inductancia no saturada para evitar la conducción inversa del ignitrón y extender, por tanto, efectivamente la vida útil del ignitrón. También se desprende que la utilización de la bobina de reactancia saturable 72A permite el uso de descargas de chispas más frecuentes o poco espaciadas en el tiempo, de modo que se consiguen mayores velocidades de mecanización por chispas, puesto que mediante su empleo puede dejarse menos tiempo para la desionización del ignitrón.

La "cola" o semiperíodo negativo de la corriente del circuito de descarga da como resultado no solamente una circulación de corriente inversa sino también una inversión de polaridad del útil-electrodo y la pieza a trabajar. Por la figura 10 se verá que, si bien es transferida la mayor parte de la energía durante el semiperíodo primero o positivo, existe una considerable cantidad de energía abarcada por la curva del semiperíodo negativo que le sigue. Esto, en un afilador de herramientas a mano libre tal como el dispositivo del ejemplo no es grave en tanto se haga una elección adecuada de los elementos del circuito para acomodar las tensiones inversas de cresta que intervienen, cuidando especialmente la característica nominal de tensión inversa de cresta del rectificador de carga 75. En la práctica, tal como se ha hecho patente más arriba, al no compensar esto se tiene disponible una energía adicional de



234978

descarga de chispas, y un dispositivo que comprenda un
circuito de mecanización por chispas como éste permite
una construcción algo más económica. En cambio, en otras
aplicaciones tales como, por ejemplo, cuando el circuito
de este ejemplo está incorporado a un aparato de mecani-
zación por descarga de chispas interna, tal como una uni-
dad de "taladrar", bien pudiera preferirse mantener la
transmisión de energía por descarga a un nivel más bajo
predeterminado, e incluir en el circuito de descarga me-
dios para absorber o disipar esta energía del circuito
de descarga inversamente aplicada, de manera que se re-
duzca a un mínimo la erosión del útil-electrodo.

En la figura 11 se representa un circuito mo-
dificado que es esencialmente el mismo de la figura 3, pe-
ro que incluye una resistencia no inductiva 106 derivada
sobre el intervalo disruptivo, para proporcionar un cami-
no en paralelo para el transitorio oscilatorio que provie-
ne de la inductancia propia del circuito de descarga. Con
objeto de simplificar la ilustración, el circuito de man-
do del funcionamiento de la máquina, que luego se descri-
be y que incluye elementos tales como los relevadores 125,
135, y 140, se han omitido de la figura 11, y el rectifi-
cador 114 se ha representado en forma de un sencillo dis-
positivo de una sola célula. Además, como este circuito
está previsto principalmente para su empleo en la ejecu-
ción de una operación de mecanización interna, la pieza a
trabajar ha sido representada simplemente en forma de blo-



234978

que conductivo, designado en general W' y el útil-electrodo T se ha representado sencillamente como una varilla. El útil T y la pieza a trabajar W' se representan en relación de superposición definiendo entre sí un intervalo disruptivo G'. Para una descripción más completa de dicho aparato se hace referencia a la Patente U.S. Nº 2.730.602.

Como se comprenderá, desde luego, en dicho aparato se mantiene continuamente un fluido dieléctrico en el intervalo disruptivo G', por ejemplo mediante inmersión del útil y de la pieza a trabajar en un baño de un dieléctrico líquido.

Es conveniente que la resistencia 106 derivada sobre el intervalo disruptivo sea esencialmente no inductiva, de manera que la autoinducción propia del circuito de descarga se mantenga reducida al mínimo. Preferiblemente, la resistencia 106 tiene sus terminales conectados lo más próximamente posible al terminal de cátodo del ignitrón y al terminal del sistema de acumulación capacitivo 70 correspondiente al lado del intervalo disruptivo, haciendo mínimas las longitudes físicas de los conductores de interconexión.

El funcionamiento, al hacerse conductivo el ignitrón 80, el sistema de acumulación capacitivo 70 se descarga a través de aquél. El voltaje o tensión de descarga aparece entonces no sólo en el intervalo disruptivo G', sino también en la resistencia 106. Ahora bien, como la tensión de descarga es suficiente para producir la des-



234978

carga disruptiva, ésta tiene lugar y el intervalo G' presenta entonces esencialmente menos resistencia que la que presenta el elemento resistivo 106. Así, en tanto puede haber algún paso de corriente inicial a través de la resistencia 106, al producirse la descarga de chispas a través del intervalo disruptivo G' la mayor parte de la corriente pasará por dicho intervalo disruptivo. Sin embargo, como consecuencia de ello, esto es, después de la descarga del sistema de acumulación capacitivo 70, la tensión del circuito de descarga cae por bajo de la necesaria para mantener la conducción a través del intervalo disruptivo. Esta condición se obtiene para cuando la "cola" negativa o semiperíodo negativo (fig. 10) se manifiesta, quedando como camino para este semiperíodo negativo solamente la resistencia 106. Por lo tanto, el valor de la corriente en el semiperíodo negativo tomado con el valor óhmico de la resistencia 106 dá por resultado una importante disipación de la energía comprendida en dicha "cola" negativa que queda así efectivamente amortiguada. Esta disipación de energía se manifestará por un calentamiento de la resistencia 106, pudiendo proveerse medios para eliminar este calor de la citada resistencia 106, por ejemplo en forma de refrigeración por líquido.

Se desprende de cuanto antecede que la resistencia 106 proporciona un camino a través del sistema de acumulación capacitivo 70 y del ignitrón 80 que está en paralelo con el camino que incluye al intervalo de descarga



234978

de la chispa G' y en el cual será disipada la energía ocasionada por el paso de corriente de descarga en la reactancia inductiva del circuito de descarga. En la práctica es esencialmente imposible impedir que una pequeña cantidad de carga inversa aparezca sobre el sistema de acumulación de carga 70, pero la resistencia 106 derivada sobre el intervalo disruptivo en esta forma de la invención está elegida de manera que proporciona una división del paso de corriente reduciéndola a un valor razonable adecuado a un criterio práctico y comercial de proyecto.

Hay todavía otra solución posible, y se ha visto que práctica, para este problema. En relación con la descripción del circuito representado en la figura 3 se hizo observar que se emplea la carga resonante, con corriente alterna, del sistema de acumulación capacitivo 70, y que la carga es el resultado de la frecuencia resonante de la autoinducción del choque de carga 76 y la capacidad del sistema de acumulación capacitivo 70, estando los valores de éstas elegidos de manera que efectúen esencialmente la terminación de la carga aproximadamente 160° después del comienzo de un ciclo de carga. Se señalaba además que el circuito de manipulación se proyectaba de modo que proporcionara un impulso de manipulación para hacer conductivo el ignitrón 80 a unos 20 grados eléctricos antes de cada paso por cero de la tensión de la fuente. Esto es, naturalmente, unos 160° después del comienzo de un ciclo de carga. En otros términos, el ignitrón se hace conductivo de manera que complete el camino de des-



234978

carga del sistema de acumulación capacitivo aproximadamente para el tiempo en que la carga del mismo está esencialmente completada. Así puede haber un máximo de transmisión de energía en la descarga de chispas a través del intervalo disruptivo G.

5

Según se ha hecho observar antes, como resultado de la rápida descarga se manifiesta una tensión $e=L \cdot di/dt$ en el circuito de descarga, en sentido y signo opuestos a los de la tensión de carga que produce el transitorio de oscilación. Se comprenderá que ajustando adecuadamente los valores de la autoinducción 92 y de la capacidad 94 del paso cambiador de fase del circuito de manipulación puede hacerse que este circuito entregue un impulso de manipulación de modo que el ignitrón se haga conductivo algún tiempo antes. Si esto se hace así, puede entonces efectuarse la descarga del sistema de acumulación capacitivo 70 y la manifestación de la parte negativa resultante del transitorio mucho antes de que la tensión de carga procedente del rectificador 75 y del choque de carga 76 alcance el valor cero. Así, la tensión de carga procedente del rectificador 75 y del choque de carga 76 está siendo aún aplicada, y en un sentido opuesto a la tensión procedente del circuito de descarga, como resultado de lo cual esta última tensión es esencialmente anulada. A manera de ejemplo se hace constar que unas pruebas efectuadas en laboratorio han demostrado que si la etapa cambiadora de fase del circuito de manipulación es ajustada de manera que se aplica un impulso de manipulación al ignitrón 80 ha-

10

15

20

25



234978

5
ciendo a éste conductivo aproximadamente 145° después de haber pasado la tensión de carga por el valor cero, la carga media de tensión del sistema de acumulación capacitivo es de unos 285 voltios. Se desprende, por consiguiente, que la parte negativa de la tensión desarrollada en el circuito de descarga después del encendido del ignitrón queda compensada. En estas circunstancias, las observaciones de laboratorio indicaron asimismo una velocidad aproximada de remoción del metal de una pieza de 0,00065 mm³ por minuto.

10
Por lo que antecede se verá que existe considerable ventaja, en lo que concierne a velocidad de remoción de metal de una pieza a trabajar, obtenida en situaciones en que la mecanización del útil-electrodo no es un problema crítico, como sucede en dispositivos tales como el de afilado de herramientas a mano libre que sirve de ejemplo, no compensando la carga negativa que se manifiesta en el sistema de acumulación capacitivo como consecuencia del efecto de la reactancia inductiva del circuito de descarga, ni habilitando un circuito o camino en paralelo para la misma. Por otra parte, en los casos en que convenga mantener a un mínimo la erosión del útil-electrodo, como sucede en operaciones de mecanización interna por chispas, la inversión de polaridad entre el útil y la pieza a trabajar puede ser esencialmente eliminada bien sea por compensación provocando antes el encendido del ignitrón o bien habilitando un camino de disipación de energía en paralelo.

15
20
25



234978

Como antes se ha hecho observar, la presente invención está asimismo encaminada a la producción de descargas de chispas de relativamente menor energía a través del intervalo disruptivo G, pero a una frecuencia de repetición notablemente más alta, para dar a la pieza un acabado relativamente fino. A tal fin se incluye en el dispositivo del ejemplo un circuito del tipo de relajación modificado que comprende medios de acumulación capacitivos 110 adaptados para su carga desde la misma fuente de carga resonante de corriente alterna. En este ejemplo la fuente de carga resonante de corriente alterna funciona como un filtro de una sola sección, de entrada inductiva. El sistema de acumulación capacitivo 110 es cargado por resistencia y capacidad, a través de una resistencia 112, desde el sistema de acumulación capacitivo 70. El sistema de acumulación capacitivo 110 es relativamente pequeño comparado con el sistema de acumulación capacitivo 70, y se halla conectado entre los conductores 71 y 72 de la línea de mecanización por chispas. En el presente ejemplo, el sistema de acumulación capacitivo 110 puede ser del orden de cuatro microfaradios, en contraste con los 300 microfaradios del sistema 70. En funcionamiento, el sistema de acumulación capacitivo 110 es cargado desde la fuente 75, 76, y el efecto del sistema de acumulación capacitivo 70 sobre el mismo es el de suavizar o atenuar cualquier ondulación residual que aparezca en la tensión aplicada al circuito de relajación desde la autoinducción 76, puesto que el sistema 70 continúa conectado.



234978

La carga del condensador 110 llegaría eventual-
mente a aproximarse a la tensión de la fuente de no mante-
nerse el intervalo disruptivo G a una separación lo bastan-
te pequeña para asegurar la descarga disruptiva o de chispas
5 al nivel de la tensión de la fuente, o por debajo de éste.
Al producirse la chispa o descarga disruptiva, el sistema
de acumulación capacitivo 110 se descarga a través de un
circuito que comprende la línea 71, el conductor 83, el ter-
minal 84, el cable 86 hasta la pieza a trabajar W, y de
10 aquí cruzando el intervalo disruptivo G. Desde el otro
lado de éste el camino de descarga del sistema de acumula-
ción capacitivo 110 comprende la rueda-electrodo 26, el
conductor 58 y el otro lado 72 de la línea de mecanización
por chispas. Debido a la autoinducción distribuída propia
15 del circuito de descarga, el circuito de descarga tiende
a oscilar. Si bien esta autoinducción distribuída propia
se hace convenientemente lo más pequeña posible, la inten-
sidad del paso de corriente, que a la descarga del sistema
de acumulación capacitivo 110 es de tan gran amplitud que
20 momentáneamente almacenaba energía inductiva en este ejem-
plo también, no puede considerarse insignificante. Así, se
incluye en el circuito de descarga un rectificador de me-
dia onda 114, de elevada intensidad nominal de paso de co-
rriente, para permitir que la corriente de descarga circule
25 en el sentido normal, pero para eliminar los semiperío-
dos negativos. Como se indica, el rectificador 114 de me-
dia onda está compuesto por cuatro rectificadores de ger-

234978



manio conectados de modo que los ocho elementos del mismo quedan en paralelo. Se desprende, por tanto, que el rectificador 114 es eficaz para mantener la corriente de trabajo circulando por el electrodo en el sentido adecuado. Esto reduce a un mínimo la erosión del electrodo, conservándola a lo que pudiera denominarse fenómenos catódicos normales. Además de prevenir ello que una corriente oscilatoria transitoria circule en el circuito serie que comprende el intervalo disruptivo G y el sistema de acumulación capacitivo 110, es mejorado el funcionamiento del circuito de relajación, resultando posibles mayores frecuencias de repetición sin que se llegue a iniciar la conducción continua a través del intervalo de descarga G de chispas de trabajo.

La corriente de cresta es en este circuito, como se indica, del orden de 290 amperios, en tanto que la corriente media en el circuito es del orden de dos amperios, cuando una frecuencia de repetición determinada por la constante RC del circuito es tal que efectúa una frecuencia de repetición de aproximadamente 12 kilociclos por segundo. La tensión media en el intervalo disruptivo o de descarga de chispas es del orden de 70 voltios.

Es conveniente que la pieza a trabajar W esté separada de la mesa 25 por un soporte 113 no magnético, y la mesa 25 esté conectada en el circuito de mecanización por chispas por medio de una resistencia limitadora de corriente 115. En la práctica de la mecanización por chispas con dispositivos del tipo expuesto como ejemplo, es muy conveniente



234978

que las piezas a trabajar se encuentren relativamente sin trabas a fin de permitir sacarlas fácilmente. Por ejemplo, si se dá el caso de que la pieza a trabajar es una punta sustituible o una pieza postiza de herramienta, puede ser necesario sacarla con frecuencia a los fines de calibración. El empleo de un portapiezas permite, por consiguiente, intercalar la pieza a trabajar en el circuito teniendo el conductor 86 conectado al portapiezas y con la pieza a trabajar sujeta en su sitio en el mismo. Esta disposición elimina la necesidad de efectuar una conexión directa entre la pieza a trabajar W y el conductor 86. Así, la pieza a trabajar queda libre para moverse sin necesidad de desconectar el conductor 86. Como se verá también, la mesa 25 debe tomar un potencial esencialmente igual al de la pieza de trabajo W que descansa sobre la misma, de modo que no exista esencialmente gradiente alguno entre ambas. De ese modo quedará eliminada toda "mecanización" del portapiezas 113, que pudiera tener lugar si existiera gradiente, y todo peligro de descarga eléctrica para el operador que utilice el dispositivo quedará simismo eliminado. Al mismo tiempo, es conveniente que haya un camino de menor resistencia eléctrica desde la línea de descarga 82 hasta la pieza a trabajar, de modo que la mayor parte de la corriente circule por el conductor 86, el portapiezas 113 y la pieza a trabajar W, hasta el intervalo disruptivo G. Tales son las funciones de la resistencia limitadora de corriente 115 intercalada entre el terminal aislado 84 y la mesa 25. La construcción del

234978



portapiezas 113 de un material no magnético tal como el latón sirve para aislar magnéticamente la pieza a trabajar W de la mesa 25 e impedir con ello que ocurra un agarrotamiento magnético entre dicha pieza W y la mesa 25, tal como el que pudiera resultar de la elevada corriente de cresta que circula por la pieza.

El esquema de la figura 3 incluye asimismo medios para regular la aplicación, alternativamente, de la descarga de chispas de elevada energía desde el sistema de acumulación capacitivo 70 y de la descarga de chispas de energía relativamente menor procedente del sistema de acumulación capacitivo 110, a través del intervalo disruptivo G. Este circuito de control comprende un interruptor principal 120 para la línea de alimentación de energía a la herramienta. Cuando el interruptor 120 está cerrado se excita el primario de un transformador 122 de modo que queda disponible una alimentación adecuada para unos relevadores de control del circuito que a continuación se describen. El primero de estos relevadores es el indicado en 125. El relevador 125 comprende un juego de contactos de retención 125a y tres juegos de contactos de alimentación indicados respectivamente en 125b, 125c y 125d. Cada uno de estos contactos está normalmente abierto. Al hacer funcionar un interruptor pulsador de arranque 126, la bobina del relevador 125 queda conectada al secundario del transformador 122 y el relevador 125 es excitado, cerrándose cada uno de los contactos 125a, 125b, 125c y 125d. Como puede apreciarse, natural-

234978



mente, tan pronto como los contactos de retención 125a se cierran, el circuito secundario del transformador 122 se cierra a través de la bobina 125, manteniendo excitado el relevador.

5 Con el cierre de los contactos 125b, 125c y 125d se suministra energía al primario del transformador 77 del circuito de carga de los medios de acumulación capacitivos 70 y 110. Además, se suministra energía por medio de los conductores 128 al motor 40.

10 El circuito de control está provisto de un conmutador selector de tres posiciones, en una de las cuales funciona para efectuar la aplicación de descargas de alta energía, procedentes del sistema de acumulación capacitivo 70, a través del intervalo disruptivo G; en otra posición
15 efectúa la aplicación de las descargas de energía relativamente inferior, procedentes del sistema de acumulación capacitivo 110, a través del intervalo disruptivo G; y en su
20 tercer posición sirve para interrumpir la aplicación de descargas de chispas desde una u otra fuente. Este conmutador
25 está indicado en general en 130 y, como se indica, es de tres secciones, teniendo sus elementos móviles, designados respectivamente con 131a, 132a y 133a, mecánicamente conectados de modo que puedan moverse juntos. Como se ve en la figura 3, los elementos fijos de cada una de las tres secciones del conmutador comprenden tres posiciones designadas respectivamente con 131b, 131c y 131d; 132b, 132c y 132d; y 133b, 133c y 133d. Al actuar el conmutador 130 de modo que



234978

cierre un circuito desde los elementos móviles 131a, 132a y 133a a través de los elementos fijos 131b, 132b y 133b, respectivamente, se verá que queda cerrado un circuito solamente a través de la sección "131" y conectada la bobina de un relevador 135 al secundario del transformador 122. El relevador 135 está provisto de un par de contactos normalmente abiertos 135a y 135b, respectivamente incluídos a uno y otro lado del circuito secundario del transformador 77. Así, al ser excitado el relevador 135, como consecuencia del funcionamiento del conmutador 130, se cierra el circuito de carga del rectificador de onda completa.

Al hacer funcionar el conmutador 130 de modo que se establezca contacto entre los elementos móviles 131a, 132a y 133a y los contactos fijos 131d, 132d y 133d se verá que el relevador 135 continúa excitado por medio del contacto entre los elementos de sección 132a y 132d, aun cuando los elementos de sección 131c y 131d estén abiertos en esta posición del conmutador. En esta última posición del conmutador 130, los contactos 135a y 135b del relevador 135 se mantienen cerrados y, por consiguiente, el circuito de carga de los sistemas de acumulación capacitivos se mantiene en funcionamiento.

Al cerrarse el circuito entre los elementos de conmutador 133a y 133d, la bobina de un relevador 140 queda conectada a través del circuito secundario del transformador 122. El relevador 140 tiene un par de contactos normalmente cerrados 140a y un par de contactos normalmente abiertos 140b.



234978

Los contactos normalmente abiertos, tal como se indica, están incluidos en la alimentación de energía al primario del transformador 90 del circuito manipulador del ignitrón, de modo que al excitarse el relevador 140 se interrumpe el suministro de energía al citado circuito manipulador del ignitrón. Como consecuencia de ello no hay impulso de manipulación alguno para aplicación al ignitrón 80 y, por tanto, el ignitrón permanece en estado no conductivo. Los contactos 140b del relevador están intercalados en el circuito de descarga del sistema de acumulación capacitivo 110 de relativamente baja energía. Al excitarse el relevador 140 se cierra este circuito de descarga.

Los elementos de conmutación fijos 131c, 132c y 133c, como se indica, quedan sin conectar y, por tanto, cuando el conmutador es puesto en acción de modo que los elementos móviles 131a, 132a y 133a del mismo hacen contacto con aquéllos queda definido un estado o condición de espera o "dispuesto".

Para fines de emergencia, el circuito secundario del transformador 122 está provisto de un interruptor 145 normalmente cerrado, en serie con el circuito secundario del transformador 122. Este interruptor pudiera denominarse "pulsador rojo" de parada, pues, como se verá, actuando sobre el mismo se interrumpirá momentáneamente el circuito secundario desexcitándose el relevador 125, de modo que los contactos 125a quedan abiertos y el relevador ya no queda retenido. Al desexcitarse el relevador 125 no sólo



234978

5 se abren sus contactos 125a, sino también sus contactos 125b, 125c y 125d. De ese modo se interrumpe el suministro de energía no solamente en el circuito de excitación del relevador sino también en el de carga y el de alimentación del motor de la rueda. Por consiguiente, queda interrumpido de una manera efectiva el funcionamiento de la máquina entera.

10 Como antes se ha hecho notar, es esencial para un eficaz funcionamiento de la mecanización por chispas que se mantenga el intervalo disruptivo G entre la rueda-electrodo y la pieza a trabajar W. En dicho intervalo se mantiene por lo general un fluido o un semisólido, usualmente un hidrocarburo de propiedades dieléctricas, y es necesario obtener las chispas, breves y de gran intensidad de corriente, que se ha visto que son eficaces para velocidades prácticas de mecanización, así como evitar chispeo ineficaz o arcos prolongados de caldeo que pudieran tener lugar en el aire. Además, el dieléctrico fluido o semisólido, que es necesariamente autorregenerativo después de cada descarga, 15 arrastra también las pequeñas partículas extraídas y ayuda a eliminarlas. La realización del presente invento que sirve de ejemplo comprende un dispositivo externo de mecanización por chispas. Con tales dispositivos, los materiales dieléctricos esenciales para el aparato de mecanización por 20 chispas son, en estado líquido, difíciles de retener sobre la rueda-electrodo. Si bien pueden añadirse sistemas continuos de alimentación de líquido y protecciones, con los 25



234978

líquidos se genera una pulverización y, en la región de corte de las chispas, donde conviene tener un máximo de visibilidad, puede encontrarse ésta oscurecida no solamente por la pulverización sino por ondulaciones u oleadas de líquido que tienda a circular a través de la superficie de la rueda. Además se experimenta considerable salpicadura con los líquidos. Por consiguiente, en el presente dispositivo se prevé el empleo de un fluido dieléctrico en estado semisólido, de modo que se evitan las desventajas de los estados de vapor o líquido. Un material que resulta especialmente adecuado a tal fin es un petrolato semisólido que consiste en una cera de petróleo microcristalina. Esto permite su aplicación a la rueda-electrodo simplemente por frotamiento a través de la cara de la rueda-electrodo al girar. Se ha descubierto que sólo hace falta una pequeña cantidad de este material para cubrir de una película adecuada la superficie de la rueda-electrodo. Debido al estado normal semisólido de la cera, la rueda-electrodo no tiene que ser calentada para aplicar la cera, ni se escurre ésta de la rueda durante el funcionamiento.

En el funcionamiento del afilador de herramientas sin previa preparación, que sirve de ejemplo, hay una precaución a observar. La rueda-electrodo 26 ha de hacerse girar a una velocidad no sincrónica con respecto a la frecuencia de repetición de las chispas. La finalidad de esto es asegurarse contra la ocurrencia de descargas de chispas consecutivas en el mismo lugar de la superficie de la rue-



78/10
1951

234978

5 da. Si esto ocurriera, sería posible que se formaran hoyos en la superficie de la rueda o que el dieléctrico quedara eliminado de dicho punto de descarga repetida de chispas. Ambas cosas afectarían de modo adverso a la mecanización por chispas de una pieza. Puede verse, no obstante, que el empleo de cualquier forma convencional de motor no síncrono para el accionamiento de la rueda-electrodo satisface esta precaución, puesto que en el presente dispositivo de mecanización por chispas la frecuencia de repetición de 10 éstas está relacionada con la frecuencia de la fuente de alimentación.

15 Al describir la primera realización ilustrativa del presente invento se supuso que el funcionamiento se haría a base de redes o instalaciones convencionales de energía eléctrica que proporcionaran una alimentación en corriente alterna a relativamente baja frecuencia tal como, por ejemplo, 60 períodos por segundo. Al estudiar el funcionamiento de dicha realización se ha señalado que, con el circuito de descarga de chispas de elevada energía, el sistema de acumulación capacitivo 20 era plenamente cargado, era descargado, y se habilitaba un período de espera para permitir la desionización del ignitrón, todo ello dentro del tiempo invertido en un semiperíodo positivo de la tensión rectificada a onda completa procedente del circuito de carga 75, 76. 25 Se hizo notar también, como consecuencia de la observación de un gran número de ignitrones comercialmente disponibles, que era conveniente un tiempo de espera para la desioniza-

234978



5 ción de los mismos que alcanzara a unos 500 microsegundos,
a los niveles de energía aquí utilizados. Por ello se verá
que existen dos factores que hay que tener en cuenta al ha-
cer funcionar, alimentado por corriente alterna, un aparato
de mecanización construido de acuerdo con las enseñanzas de
la presente invención: primero, es conveniente que al siste-
ma de acumulación capacitivo se le deje cargarse y descar-
garse por completo dentro del tiempo disponible para un ci-
clo operativo, con objeto de proveer la máxima transmisión
10 de energía a través del intervalo descargador de chispas G.
Además, al ignitrón que al hacerse conductivo cierra el cir-
cuito de descarga del sistema de acumulación capacitivo, de-
be dejársele un amplio tiempo para su desionización una vez
descargado el sistema de acumulación capacitivo y para poder
15 así restablecer la condición no conductiva del circuito de
descarga para el ciclo siguiente de funcionamiento.

La forma de la invención representada en la fi-
gura 12 está destinada a poder trabajar a frecuencias nota-
blemente más altas que las previstas para el funcionamiento
20 de las realizaciones antes descritas. No obstante, se verá
por la descripción que sigue que esta realización permite
asimismo el funcionamiento con fuentes a menores frecuencias
también. Refiriéndonos especialmente a la figura 12, se ob-
servará que a los fines de mayor sencillez de representación
25 se han omitido los elementos de control tales como los rele-
vadores 125, 135 y 140, que el intervalo disruptivo G, se ha
representado esquemáticamente por dos puntas de flecha opues-



234978

tas entre sí. Además, como no se prevé cambio alguno de forma ni de funcionamiento en la parte del circuito de relajación del dispositivo, éste ha sido también omitido en el dibujo.

5 Esta realización del presente invento comprende de dos circuitos de mecanización por chispas de alta energía, dispuestos para ser alternativamente cargados y disparados a través del intervalo disruptivo G. Cada uno de estos circuitos comprende a su vez un rectificador de media
10 onda, una inductancia de carga, medios de acumulación capacitivos, un ignitrón y el intervalo descargador G. Estos elementos están dispuestos de manera que se utilizan semiperíodos alternativos de la tensión de alimentación para cargar los respectivos sistemas de acumulación capacitivos.
15 Después de su carga, los sistemas de acumulación capacitivos son descargados a través del intervalo disruptivo manipulando alternativamente los respectivos medios de los ignitrones. Como el semiperíodo sucesivo de la fuente de corriente alterna se utiliza para cargar el sistema de acumulación
20 capacitivo del otro circuito, durante el tiempo en que esto ocurre se produce un cero de tensión en el circuito en cuestión. Como resultado de ello, al ignitrón de este circuito en cuestión se le deja tiempo para desionizarse, restableciéndose su condición no conductiva y dejando con ello dicho
25 circuito dispuesto para el próximo semiperíodo sucesivo procedente de la fuente de corriente alterna.

Refiriéndonos más especialmente al dibujo se ve-



18 ABR 1951

234978

rá que es utilizado un transformador 177 para derivar de la fuente de alimentación una tensión de carga. El transformador 177 tiene un secundario con toma central. Un extremo de este secundario está conectado a un rectificador de media onda 175A cuya salida se aplica a una inductancia de carga 176A, de manera tal que es suministrado un potencial positivo unidireccional al conductor 171 de la línea de mecanización por chispas 171A, 172. A dicha línea de mecanización por chispas se le conecta en derivación el sistema de acumulación capacitivo 170A. La línea 172 se conecta de retorno a la toma central del devanado secundario del transformador 177 mediante el conductor 179, cerrándose así el primero de los dos circuitos de carga. El circuito de descarga del sistema de acumulación capacitivo 170A comprende un ignitrón 180A y el intervalo disruptivo G. estando este último adecuadamente derivado sobre una resistencia de amortiguamiento 206. El ignitrón y el descargador de chispas están dispuestos en un circuito serie que se intercala entre los conductores de línea del mecanizado por chispas 171A y 172.

Al otro extremo del secundario del transformador 177 se conecta un segundo rectificador de media onda 175B. En serie con éste hay una inductancia de carga 176B, que se utiliza como fuente de carga para suministrar un potencial unidireccional al conductor 171B de la línea de mecanización por chispas 171B, 172. Entre estos conductores de línea de mecanización por chispas está conectado el sis-



234978

5 tema de acumulación capacitivo 170B. El circuito de descarga del sistema de acumulación capacitivo 170B incluye en un circuito serie el ignitrón 180B y el descargador de chispas G con su resistencia derivada 206. Este circuito de descarga se cierra mediante la conexión del otro lado del descargador de chispas, como antes, al conductor 172 de línea de mecanización por chispas.

10 Suponiendo una tensión de alimentación sinusoidal y uniforme, el mismo perfil de onda aparecerá en el secundario del transformador 177, como se ve en la figura 13. Esta tensión alterna es rectificadora mediante los rectificadores de media onda 175A y 175B, cuyas salidas comprenden una serie de semiperíodos positivos unidireccionales espaciados, indicados, respectivamente, en las figuras 14 y 16.

15 Así, al aplicar un semiperíodo positivo procedente del circuito de carga 175A, 176A, será cero la tensión aplicada desde el circuito de carga 175B, 176B. Alternativamente, al suministrar un semiperíodo positivo desde el circuito de carga 175B, 176B, es suministrada una tensión cero por el

20 circuito de carga 175A, 176A.

Como sucede con la primera forma de la invención ilustrada y descrita, en esta otra forma se proveen asimismo medios para relacionar la frecuencia de repetición de las descargas de chispas procedentes del sistema de acumulación capacitivo 170A y 170B a través del descargador G con la frecuencia de la alimentación de energía eléctrica en corriente alterna. Más particularmente, los ignitrones

25



234978

180A y 180B están continuamente conectados a una fuente de energía periódica unidireccional, y el circuito está dispuesto de modo que los ignitrones se hacen conductivos descargando alternativamente los sistemas de acumulación capacitivos 170A y 170B y volviendo a hacerse no conductivos antes de la llegada del ciclo siguiente de sus respectivos circuitos de carga. Así, al comienzo de un ciclo de los respectivos circuitos de carga, los ignitrones se mantienen respectivamente en estado no conductivo de manera que los medios de acumulación capacitivos 170A y 170B quedan cargados; entonces se hacen conductivos alternativamente los electrodos de ignición de modo que se produce la descarga del sistema de acumulación capacitivo; y después se deja a los ignitrones desionizarse mediante la ausencia del semiperíodo positivo para volverlos al estado no conductivo antes de que comience el ciclo siguiente de la fuente de energía periódica. Con referencia a las figuras 14 y 16 se verá que, según se aplican a cada uno de los circuitos iniciadores de chispas, la salida rectificad

5

10

15

20

25

da en media onda procedente de los respectivos circuitos de carga 175A, 176A y 175B, 176B son fuerzas electromotrices periódicas unidireccionales que comprenden dos series de semiperíodos positivos de una onda sinusoidal separados en 180 grados eléctricos. Como ejemplo, si la frecuencia de la corriente alterna de alimentación es de 600 períodos por segundo, habrá un semiperíodo positivo de aproximadamente 830 microsegundos de duración, seguido de un período de



234978

5 tensión nula de igual duración, a la salida de cada uno de los circuitos de carga. La carga del sistema de acumulación capacitivo 170A y 170B está representada por los perfiles de onda indicados en las figuras 15 y 17, respectivamente. Como se indica, el régimen de carga de cada uno de los sistemas de acumulación capacitivos aumenta con la tensión procedente de los respectivos circuitos de carga, pero no decrece hasta cero cuando la carga en tensión llega a ser igual a la tensión de la fuente, sino que en lugar de ello los choques respectivos de carga 176A y 176B
10 tienden a impedir el cambio de intensidad de corriente mediante la anulación de sus campos respectivos, esto es, descargando la energía almacenada en los mismos. La tensión acumulativa de las fuentes y de las cargas acumuladas, resultante del efecto de las autoinducciones de los respectivos choques de carga 176A y 176B, es esencialmente el doble de las tensiones de las fuentes, como antes se explicó en relación con la primera forma del invento mencionada como ejemplo.

20 Para cargar y descargar efectivamente los sistemas de acumulación capacitivos 170A y 170B, los ignitrones 180A y 180B se hacen conductivos esencialmente al final de los respectivos ciclos de carga, permitiendo de ese modo a dichos sistemas de acumulación capacitivos adquirir una
25 carga máxima y descargarse luego a través del intervalo disruptivo. Con lo cual durante el tiempo en que la tensión suministrada por los circuitos de carga es cero se deja tiempo

234978



a los ignitrones para desionizarse y restablecer una condición no conductiva de los mismos antes de la llegada del siguiente cambio de tensión positivo para que se carguen de nuevo los respectivos sistemas de acumulación capacitivos. En el ejemplo que se ha empezado a exponer más arriba, se observará que el tiempo durante el que la alimentación de tensión procedente de los respectivos circuitos de carga es cero asciende aproximadamente a 830 microsegundos. Como, según se ha hecho notar antes, la observación de un gran número de ignitrones de los disponibles en el comercio ha demostrado que un amplio tiempo de desionización del ignitrón es el de 500 microsegundos a los niveles de energía que aquí intervienen, se verá que este período de tensión nula proporciona un tiempo más que suficientemente amplio para la desionización del ignitrón. Además, se deja también un tiempo amplio para la descarga de los respectivos sistemas de acumulación capacitivos 170A y 170B.

Para hacer conductivos los ignitrones en adecuada relación de tiempo con respecto a la carga de los medios de acumulación capacitivos, la realización de este ejemplo utiliza un circuito de manipulación que incluye un circuito cambiador de fase y limitador de crestas para producir impulsos de energía positivos alternados y aplicarlos entre los electrodos de ignición y los cátodos de los ignitrones 180A y 180B. Como se indica, el circuito de manipulación comprende un transformador separador 190 que tiene su primario conectado a la línea de alimentación de energía y su



234978

secundario aplicado a un circuito cambiador de fase y limitador de tiempo. Más particularmente el circuito cambiador de fase del circuito de manipulación incluye una autoinducción o choque de carga 192 y un condensador 194. Esto puede denominarse la primera etapa del circuito de manipulación, y es la etapa de iniciación de impulsos y regulación de tiempos. El choque de carga 192, juntamente con la inductancia de dispersión del transformador 190, asociados al condensador 194 producen un perfil de onda de tensión tal como el representado con la línea llena en la figura 5. Las etapas segunda y tercera del circuito de manipulación del ejemplo constan de inductancias saturables 196 y 198 y de un condensador 199, pudiendo estas etapas ser adecuadamente denominadas etapas de compresión de impulsos, y dan por resultado la producción de breves impulsos de elevada energía. La tensión que aparece en bornes del transformador separador 190 se halla en exacta relación de fase y tiempo con la tensión de alimentación, resultando de ello que se produce al final del circuito de manipulación una serie de impulsos positivos y negativos exactamente regulados en tiempo con respecto a los semiperíodos positivos derivados de la tensión de alimentación por medio de los circuitos de carga 175A, 176A y 175B, 176B. Los impulsos positivos que aparecen al final del circuito de manipulación se aplican mediante conductores 203A y 204A entre el electrodo de ignición y el cátodo del ignitrón 180A, comprendiendo dichas líneas diodos separadores 200A y 200A'



234978

que dejan pasar solamente los impulsos positivos y rechazan los negativos. Cuando llegan los impulsos negativos, la línea superior del circuito de manipulación se hace esencialmente más negativa que la línea inferior del mismo. Como se verá, la línea inferior es entonces la más positiva.

5 Aplicando estos impulsos entre el electrodo de ignición y el cátodo del ignitrón 180B, este electrodo de ignición se hace positivo con respecto a este cátodo, y se efectúa la ionización del interior del ignitrón 180B haciéndose éste

10 conductivo. Así, la línea inferior del circuito de manipulación es conectada por medio de un conductor a línea 203B y del diodo separador 200B al electrodo de encendido del ignitrón 180B, y la línea superior del circuito de manipulación es conectada al cátodo del ignitrón 180 B por medio

15 de un conductor 204B que incluye el diodo separador 200B'. A los fines de representación gráfica de lo que ocurre al progresar el impulso de etapa en etapa por el circuito de manipulación adelante, se han incluido en los dibujos las

20 figuras 18, 19, 20 y 21. La figura 18 es representativa de la tensión aplicada al condensador de la segunda etapa del circuito de manipulación, designada E199. La figura 19 representa el perfil de onda de la tensión que aparece al final del circuito de manipulación, entre los conductores de

25 línea superior e inferior del mismo, y las figuras 20 y 21 representan los perfiles de onda de tensión que aparecen entre los conductores de línea 203A, 204A y 203B, 204B, respectivamente. Dichos perfiles de onda se han representa-

234978



do esencialmente en la misma escala con fines comparativos,
y por ellos se verá que los ignitrones son encendidos alter-
nativamente y en relación apropiada a las tensiones de carga
que respectivamente se derivan de los circuitos de carga
5 175A, 176A y 175B, 176B.

Por cuanto precede podrá apreciarse que el fun-
cionamiento de los circuitos de iniciación de chispas que
comprenden los sistemas de acumulación capacitivos 170A y
170B, y la iniciación de los impulsos en el circuito de ma-
10 nipulación para hacer que conduzcan los ignitrones 180A y
180B están directamente relacionados con la frecuencia de
la línea de alimentación. Se desprende que la frecuencia
de repetición de las descargas de chispas a través del in-
tervalo disruptivo G_1 tal como se deriva de estos circuitos,
15 se halla asimismo directamente relacionada con la
frecuencia de alimentación. Se observará además que son
aplicadas descargas de chispas de energía enormemente ele-
vada a través del intervalo disruptivo o descargador G_1 y
que esta particular construcción y disposición permite uti-
20 lizar el presente invento con frecuencias de línea de ali-
mentación notablemente más elevadas, sin sacrificar por ello
energía de chispas.

Esta solicitud que corresponde a las presenta-
das en los Estados Unidos de América el 20 de Abril de 1956,
25 bajo el núm. 579623 y el 11 de Marzo de 1957 bajo el num.
643691, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vi-
gente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



234978

- 0 - N O T A - 0 -

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

5 1ª.- Aparato para mecanización por chispas de una pieza a trabajar mediante la aplicación de breves descargas de chispas, espaciadas en el tiempo, a través de un intervalo descargador existente entre un útil-electrodo y la pieza a trabajar, caracterizado por la combinación de
10 medios de acumulación capacitivos, medios de suministro de una tensión de carga periódica unidireccional a dichos medios de acumulación capacitivos, un circuito de descarga de dichos medios de acumulación capacitivos que incluye
15 el intervalo descargador de chispas, y medios para hacer periódicamente conductivo dicho circuito de descarga para efectuar la descarga de dichos medios de acumulación capacitivos a través del intervalo descargador de chispas para proporcionar paso de corriente de salto de chispas desde
20 la pieza a trabajar al útil electrodo.

20 2ª.- Aparato conforme a la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dichos medios para hacer periódicamente conductivo el citado circuito de descarga están dispuestos de modo que hacen alternativamente conduc-



234978

tivo y no conductivo a dicho circuito, en relación regulada en tiempo con respecto a la tensión periódica de carga.

5 3a.- Aparato conforme a la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dichos medios de suministro de una tensión periódica unidireccional de carga a dichos medios de acumulación capacitivos comprende un circuito resonante de corriente alterna.

10 4a. - Aparato conforme a la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado por el hecho de que dicho circuito de descarga incluye un ignitrón para hacer el circuito alternativamente conductivo y no conductivo.

15 5a. - Aparato conforme a la reivindicación 4, caracterizado además por la disposición de un circuito de manipulación para dicho ignitrón, incluyendo medios para derivar un impulso de manipulación desde una fuente de corriente alterna, en relación regulada en tiempo con respecto a la tensión de carga aplicada a dichos medios de acumulación capacitivos.

20 6a. - Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por el hecho de que dicho circuito de descarga incluye una bobina de reactancia saturable intercalada entre el útil-electrodo y dichos medios de acumulación capacitivos.

25 7a. - Aparato conforme a la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que dicha bobina de reactancia saturable está dispuesta de modo que efectúa un retardo en

18 ABR 1911



234978

la conducción de fenómenos transitorios manifestados en dicho circuito a la descarga de dichos medios de acumulación capacitivos a través del intervalo descargador de chispas, de modo que impidan la conducción del ignitrón en sentido inverso.

5

8a. - Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por el hecho de que dicho circuito de descarga incluye una resistencia no inductiva derivada sobre dicho intervalo descargador de chispas para amortiguar los fenómenos transitorios manifestados en dicho circuito de descarga a la descarga de dichos medios de acumulación capacitivos.

10

9a. - Aparato conforme a la reivindicación 5, caracterizado además por el hecho de que dicho circuito de carga incluye un rectificador de onda completa y un choque de carga, estando dispuesto el circuito de manipulación para hacer que dicho ignitrón conduzca en relación regulada en fase y tiempo con la tensión de carga rectificada de onda completa aplicada a dichos medios de acumulación capacitivos para efectuar la descarga de los citados medios de acumulación capacitivos esencialmente a la carga de tensión de cresta y antes de un ciclo sucesivo de la tensión de carga para permitir que dicho ignitrón vuelva a hacerse no conductivo antes del comienzo del ciclo sucesivo de tensión de carga.

15

20

25

10a. - Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por un primer cir-

234978



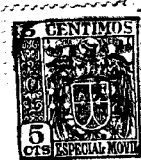
5 cuito de iniciación de descarga de chispas, incluyendo un primer elemento de acumulación capacitivo, un segundo circuito de iniciación de descarga de chispas incluyendo un segundo elemento de acumulación capacitivo, y medios para conectar alternativamente dichos circuitos primero y segundo de iniciación de descarga de chispas a dicho circuito de descarga que incluye el intervalo descargador de chispas.

10 11a. - Aparato conforme a la reivindicación 10, caracterizado por una fuente de carga resonante de corriente alterna para dicho primer elemento de acumulación capacitivo, comprendiendo dicha fuente de carga resonante de corriente alterna y dicho primer elemento de acumulación capacitivo una alimentación de corriente sustancialmente constante para cargar dicho segundo elemento de acumulación capacitivo.

15 12a. - Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por un primer circuito que incluye un elemento de acumulación de capacidad relativamente elevada y medios para descargar periódicamente dicho elemento para iniciar descargas de chispas de elevada energía, un segundo circuito que incluye un elemento de acumulación de capacidad relativamente baja y medios para descargar periódicamente dicho segundo elemento para iniciar descargas de chispas de energía reducida y medios para conectar alternativamente dichos circuitos primero y segundo al mencionado circuito de descarga que comprende el

20

25 intervalo descargador de chispas.



234978

5 13º.- Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por dos circuitos de iniciación de descarga de chispas, incluyendo el primero un elemento de acumulación capacitivo relativamente grande, y medios para descargar periódicamente dicho elemento a una frecuencia de repetición relativamente baja, incluyendo el segundo un elemento de acumulación capacitivo relativamente pequeño y medios para descargar periódicamente dicho elemento a una frecuencia de repetición relativamente alta, y medios para conectar alternativamente dichos circuitos primero y segundo de iniciación de descargas de chispas a dicho circuito de descarga que comprende el mencionado intervalo descargador de chispas.

15 14º .- Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado además por el hecho de que el circuito de carga se halla continuamente conectado a cada uno de dichos elementos.

20 15º.- Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por un primer circuito de iniciación de descargas de chispas incluyendo un elemento de acumulación capacitivo relativamente grande y un dispositivo de descarga del tipo de baja resistencia y actuado por manipulación externa, un segundo circuito de iniciación de descargas de chispas del tipo de relajación
25 incluyendo un elemento de acumulación capacitivo relativamente pequeño, y medios para conectar alternativamente dichos circuitos primero y segundo de iniciación de descarga



234978

de chispas al citado circuito de descarga que comprende el mencionado intervalo descargador de chispas.

5 16^a.-Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por un par de elementos de acumulación capacitivos, un circuito de carga que incluye dos rectificadores de media onda e inductancias de carga para derivar tensiones periódicas unidireccionales de carga de forma rectificadas a media onda a partir de una fuente de corriente alterna y aplicarlas respectivamente a dichos
10 elementos de acumulación capacitivos, un ignitrón asociado con cada uno de dichos elementos de acumulación capacitivos en el circuito de descarga que comprende el intervalo descargador de chispas, y un circuito de manipulación para derivar impulsos espaciados de la fuente de corriente alterna,
15 para su aplicación alternativa a dichos ignitrones haciendo a los mismos conductivos en relación de fase y tiempo con las tensiones de carga rectificadas a media onda aplicadas a dichos elementos de acumulación capacitivos para efectuar la descarga alternativa de dichos elementos esencialmente
20 a la carga de tensión de cresta y antes de un ciclo sucesivo de la tensión de carga.

17^a.- Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, caracterizado por el hecho de que dicho primer circuito de iniciación de descargas de chispas
25 comprende un ignitrón conectado en serie con dicho primer elemento, habiendo un circuito de manipulación previsto para derivar impulsos de energía de una fuente de corriente

18 ABR



234978

5 alterna para hacer conductivo periódicamente dicho ignitrón de modo que se descargue periódicamente dicho primer elemento de acumulación capacitivo a una frecuencia de repetición relativamente baja relacionada con la frecuencia de la fuente de corriente alterna.

10 18a. - Aparato conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por un par de circuitos de iniciación de descargas de chispas, incluyendo el primero de ellos un elemento de acumulación capacitivo relativamente grande y un dispositivo de descarga del tipo de baja resistencia y actuado por manipulación externa, siendo el
15 segundo del tipo de relajación e incluyendo a su vez un elemento de acumulación capacitivo relativamente pequeño, estando los medios de suministro de una tensión de carga periódica unidireccional conectados a dicho primer elemento de acumulación capacitivo, comprendiendo dichos medios y el primer
20 elemento de acumulación capacitivo un suministro de tensión de carga sustancialmente constante para el segundo elemento de acumulación capacitivo.

25 19a. - Aparato conforme a la reivindicación 18, caracterizado además por tener un circuito para derivar un impulso de manipulación desde una fuente de corriente alterna, y por tener medios para conectar alternativamente dicho circuito de manipulación con objeto de descargar dicho primer elemento de acumulación capacitivo a través del intervalo descargador de chispas y para conectar dicho circuito del

18



234978

5 tipo de relajación a dicho intervalo descargador de chispas, proporcionando con ello alternativamente descargas de chispas de energía relativamente elevada a una frecuencia de repetición relativamente baja así como descargas de chispas de energía relativamente reducida a una frecuencia de repetición relativamente alta.

20º.- Aparato para mecanización por chispas.

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

Esta Memoria consta de sesenta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

18 ABR 1957

P. A.

ANTONIO DE ELIZABETH
 [Handwritten signature]

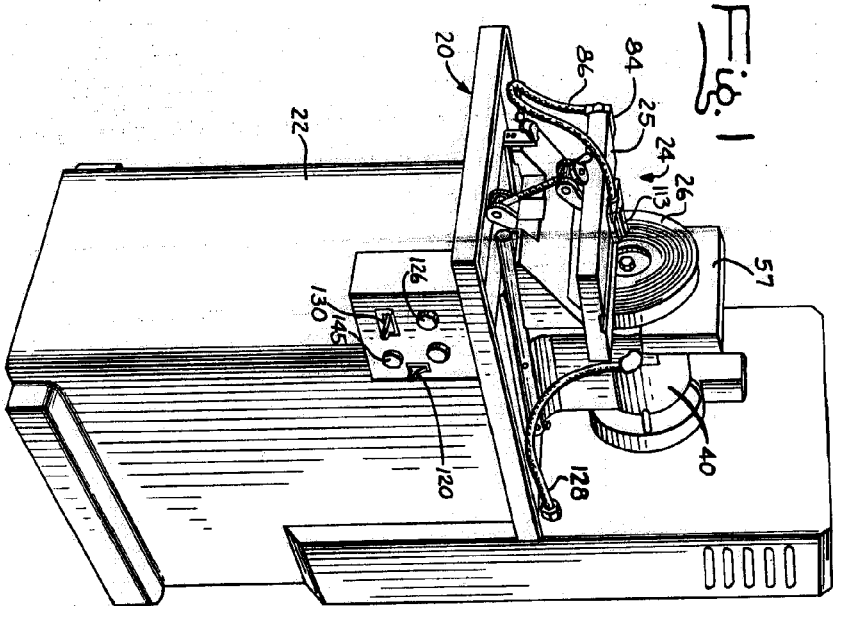


Fig. 1

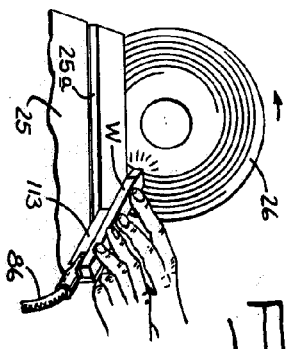
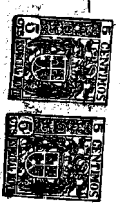


Fig. 2

234978



Handwritten signature or mark.

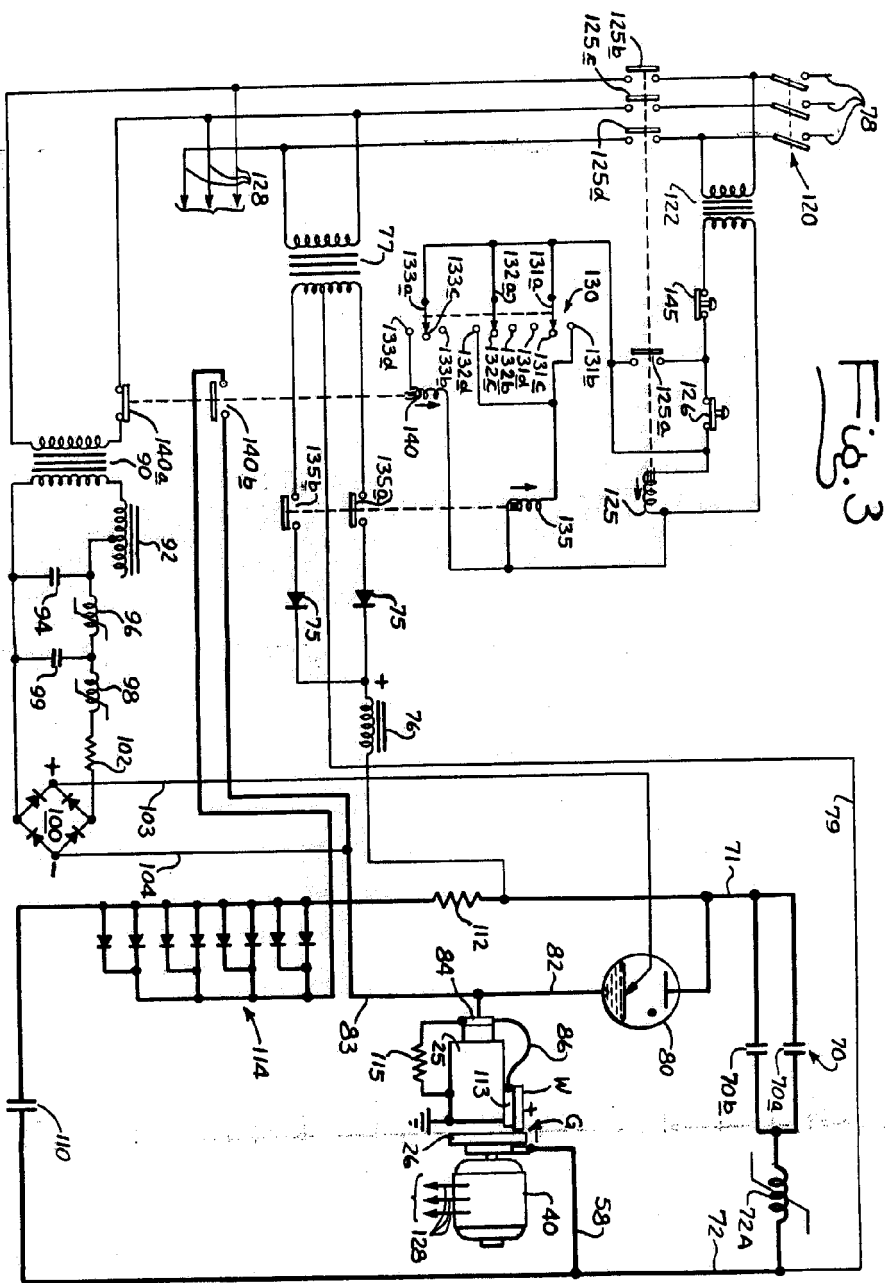
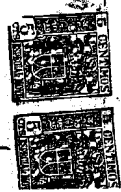


Fig. 3

234978



File

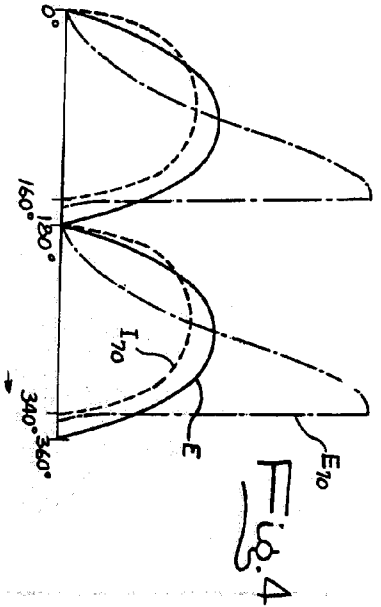


Fig. 4

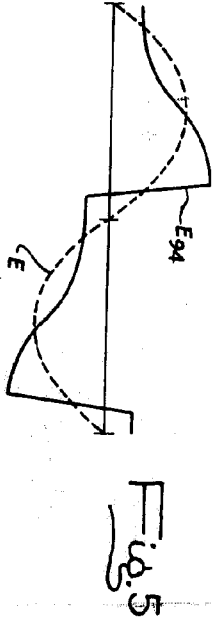


Fig. 5

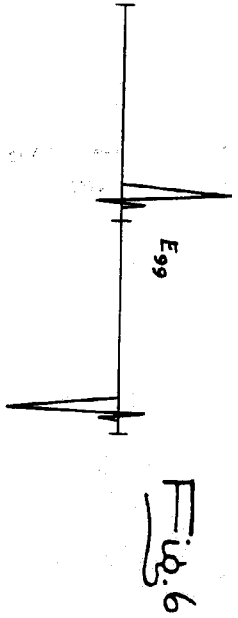


Fig. 6

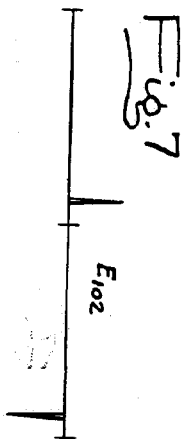


Fig. 7

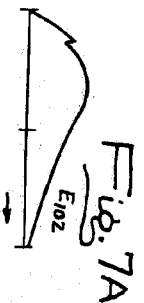


Fig. 7A

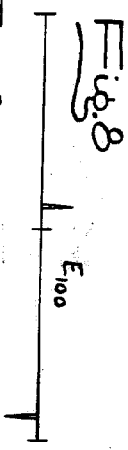


Fig. 8

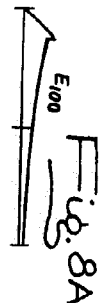


Fig. 8A

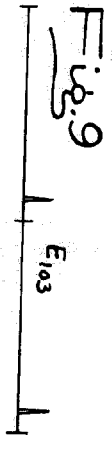


Fig. 9

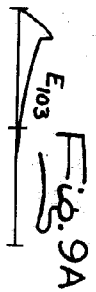


Fig. 9A

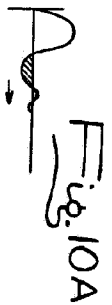


Fig. 10A

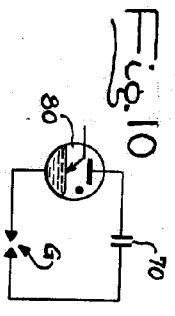
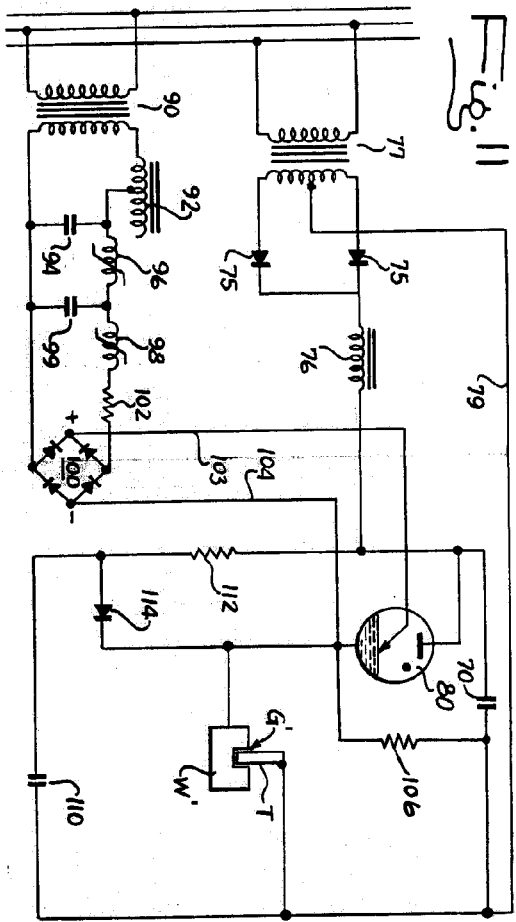


Fig. 10

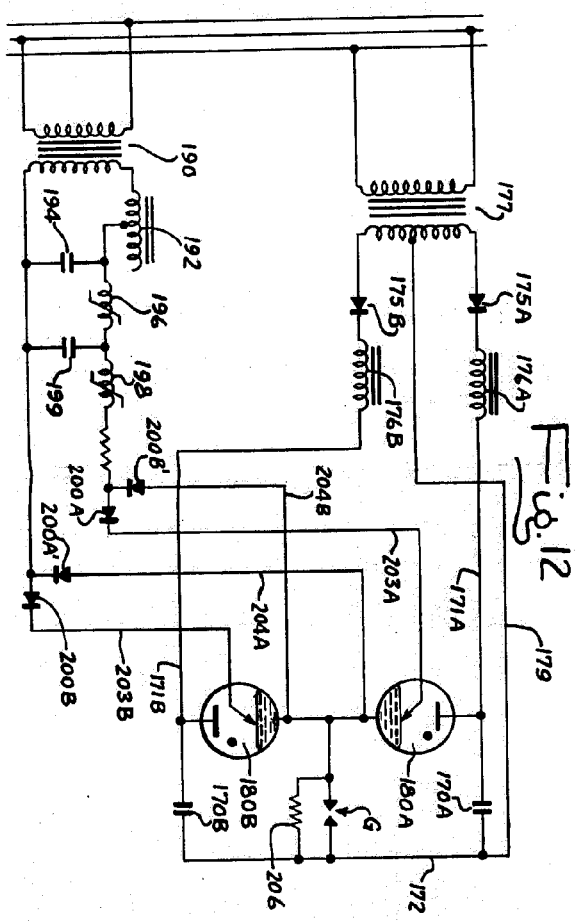
234978



Handwritten signature or initials.



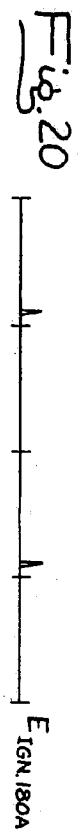
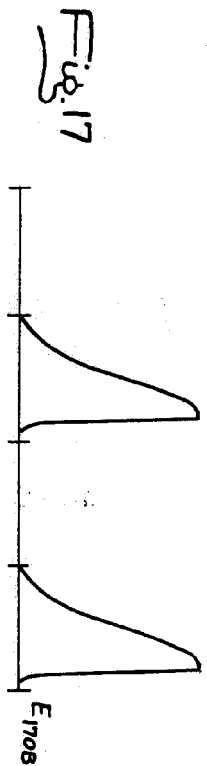
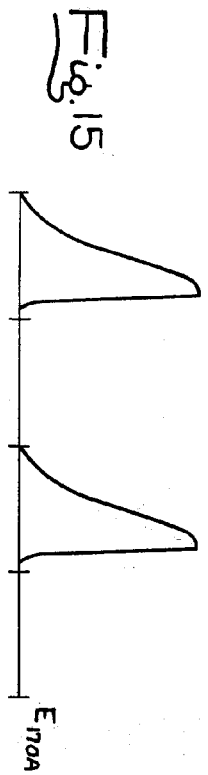
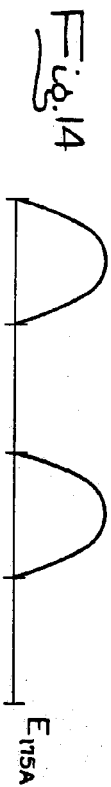
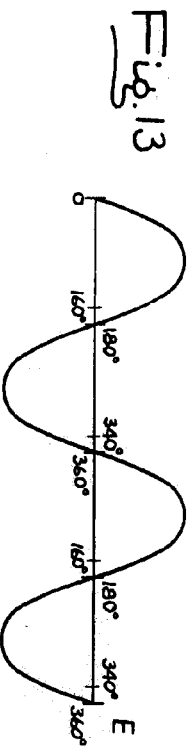
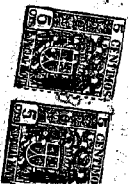
234978



Handwritten signature or initials.



234978



Handwritten signature