

334912

Docket Nº J-212Sp
U.S. Serial Nº 351.856



334.912

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 ELOX CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en 1830 Stephenson Highway, Troy, Michigan, Estados Unidos de América, por:

"UN APARATO PARA MECANIZAR UNA PIEZA DE TRABAJO CONDUCTORA POR DESCARGA ELECTRICA"

=====

Esta invención se refiere a un circuito de alimentación de corriente para fines de mecanizado por descargas eléctricas y, más en particular, a un sistema perfeccionado de protección contra cortocircuitos en el intersticio o distancia disipativa para dicho circuito.

La mecanización por descargas eléctricas, denominada a veces en la técnica MDE, mecanización por chispa o mecanización por arco, se ejecuta haciendo pasar una serie de descargas eléctricas de gran densidad de corriente a través de un intersticio o intervalo entre un electrodo herramienta y una pieza de



trabajo conductora a frecuencias sónicas o ultrasónicas en presencia de un fluido dieléctrico para quitar material de la pieza de trabajo.

5 En la mecanización por descargas eléctricas, el electrodo herramienta se mantiene en posición próxima a la pieza de trabajo gracias a una alimentación subordinada automática y es hecho avanzar hacia o dentro de la pieza de trabajo a medida que el material es retirado de ella.

10 Un refrigerante fluido, usualmente un líquido, es hecho circular a través del intersticio de trabajo para lavar el intersticio llevándose las partículas de la pieza de trabajo. El refrigerante es suministrado a veces a presión por una bomba a través de uno o más agujeros del electrodo. Una característica definidora de la mecanización por descarga eléctrica es la de
15 que el refrigerante es un dieléctrico, tal como keroseno, aceite de transformadores o agua destilada, y es fragmentado en zonas diminutas y localizadas por la acción de la alimentación de corriente de mecanización entre los puntos más próximos del electrodo herramienta y la pieza de trabajo.

20 Al ser activado el suministro de corriente para dar impulsos de mecanización al intersticio a alta frecuencia (frecuencias sónicas o ultrasónicas) se produce a veces una condición de cortocircuito en el intersticio, cuya condición dá por resultado un calor localizado extremado y puede dar por resultado averías en el electrodo herramienta, en la pieza de trabajo o en
25 ambos. Este problema se hace particularmente importante cuando la alimentación de corriente proporciona impulsos de mecanización de corriente extremadamente alta en la gama de los 300 amperios.

30 Por consiguiente, el principal objeto de esta invención es crear un sistema de protección contra cortocircuitos para un



circuito de alimentación de corriente de mecanización por descargas eléctricas, en el que los impulsos de mecanización son proporcionados al intersticio por uno o más conmutadores electrónicos de factor de servicio variable, en los que está conectado un circuito perceptor al intersticio para proporcionar una salida en respuesta a una condición anormal del circuito del intersticio y en los que están incluidos unos medios de corte mejorados para enviar impulsos al conmutador a una frecuencia sustancialmente reducida durante el tiempo que dure esa condición habiéndose previamente ajustado la duración del impulso de corte de acuerdo con el factor de servicio del conmutador.

Un objeto adicional de esta invención es crear un sistema de protección contra cortocircuitos para aparatos de mecanización por descargas eléctricas, en el que el sistema de corte incluye un circuito perfilador eficaz para proteger el interruptor de corte contra transitorios de la tensión de línea y fallo de los componentes.

En la memoria siguiente, se emplea frecuentemente el término conmutador electrónico. Por "conmutador electrónico" se da a entender cualquier dispositivo de control electrónico que tenga tres o más electrodos que comprendan al menos dos electrodos principales o de potencia que actúan para controlar el paso de corriente en el circuito de energía o potencia, siendo controlada la conductividad entre los electrodos principales por un electrodo de control dentro del conmutador, controlándose así estática o eléctricamente la conductividad del circuito de potencia sin movimiento de los elementos mecánicos dentro del conmutador, Dentro de esta definición están incluidos los tubos de vacío y los transistores, en los que la activación se logra mediante una tensión de control aplicada al electrodo de control



y en los que la desactivación se logra automáticamente en res-
puesta a la eliminación de esta tensión de control. En la de-
finición están incluidos también dispositivos del tipo de barre-
ra en los que la activación se logra gracias a una tensión de
5 control aplicada al electrodo de control, cuya tensión de con-
trol puede ser eliminada después, y en los cuales la desactiva-
ción se logra mediante la aplicación de una tensión de control
subsiguiente al electrodo de control. Una clase adicional de
10 conmutadores electrónicos denominados dispositivos disparado-
res electrónicos cae dentro de esta definición e incluye igni-
trones, tiratrones y rectificadores controlados de semiconduc-
tor. Por "dispositivo disparador electrónico" se dá a entender
en esta memoria cualquier conmutador electrónico del tipo que sea
15 activado en su electrodo de control por un impulso y sea desac-
tivado por una tensión inversa aplicada durante un tiempo sufi-
ciente a través de sus electrodos principales.

Otros objetos y ventajas de la presente invención se
describen en la memoria siguiente que, tomada en unión de los di-
bujos que se acompañan, muestra una forma preferida del aparato
20 para poner en práctica la invención.

En los dibujos, en los que se han utilizado los mismos
números de referencia para designar las partes iguales citadas en
esta memoria:

La figura 1 muestra en forma esquemática un circuito
25 generador y amplificador de impulsos eléctricos que tiene una re-
lación variable de activación-desactivación a varias frecuencias
diferentes de repetición de impulsos; y

La figura 2 es un dibujo esquemático que muestra el de-
talle del sistema mejorado de protección contra cortocircuitos.

30 Haciendo ahora referencia al dibujo de la figura 1,



un multivibrador estable que incluye un par de tubos electróni-
cos 10, 12 polarizados y acoplados para funcionar de modo alter-
no general una señal activadora pulsatoria. Los tubos 10 y 12
están conectados, respectivamente, a través de unas resistencias
5 14 y 16 de carga de placa al terminala positivo de la fuente de
alimentación 18 de ánodo. El terminal negativo de la fuente 18
de corriente continúa está, a su vez, conectado al terminal po-
sitivo de la fuente de alimentación 20. Las fuentes de corrien-
10 te 18 y 20 comprenden juntas la fuente de corriente de ánodos pa-
ra el multivibrador y el primer paso de amplificación. Una to-
ma de corriente 22 está conectada entre las fuentes 18 y 20 pa-
ra proporcionar una tensión de pantalla para los diversos pasos
de amplificación de pentodo. La rejilla pantalla del tubo 10
15 está conectada a través de una resistencia 24 a la toma común de
pantalla del circuito del multivibrador. La rejilla pantalla del
tubo 12 está conectada a través de una resistencia 26 a la toma
común que, a su vez, está conectada a través de una resistencia
20 a la toma 22 de pantalla de la fuente principal. Un conden-
sador de derivación 30 conecta la unión común de las resisten-
cias 24, 26 y 28 a la masa común del sistema, que está represen-
tada por un conductor 32.

Unos condensadores típicos 34 y 36 de acoplamiento -
transversal son seleccionados por unos conmutadores selectores
25 de frecuencia 38 y 40 que acoplan transversalmente los ánodos de
los tubos 10 y 12 a la rejilla opuesta. La rejilla de control
del tubo 12 es llevada al terminal positivo de la fuente de co-
rriente de ánodo a través de una resistencia limitadora 42 y una
parte 44 de un reóstato 46. La rejilla de control del tubo 10
30 es llevada de manera similar a través de una resistencia limi-
tadora 48 y una parte 50 del reóstato 46, completando así la co-
nexión del propio circuito multivibrador.



La salida de señal del tubo 12 del multivibrador generada a través de la resistencia 16 se acopla a través de un diodo de referencia 52 y un condensador 54 conectado en derivación al circuito de la rejilla de control de un amplificador de pentodo 56. El terminal negativo del diodo de referencia 52 y del condensador 54 está conectado a la unión entre las resistencias 58 y 60 como se representa. La resistencia 58 lleva la rejilla del tubo 56 a una fuente de polarización negativa 62 y durante los periodos de tiempo de desactivación del tubo 50 mantiene este tubo en estado no conductor. La resistencia 60 limita la corriente de rejilla durante los periodos de tiempo de activación, desacoplando así la rejilla de control del tubo 56 del circuito del multivibrador. Un condensador de pequeña magnitud 64 está conectado a través de la resistencia 60 para proporcionar una activación de borde delantero abrupto al tubo 56, asegurando así unas características de conmutación abrupta de este tubo. La salida del tubo 56 se desarrolla a través de una resistencia 65 de carga de placa que lleva el ánodo del tubo 56 a la fuente 18 de corriente de ánodo. Un condensador de acoplamiento 66 acopla la salida de señal del tubo 56 a la rejilla del tubo de activación 68. La rejilla del tubo 68 está ligada a la fuente de polarización 62 a través de un diodo 70, Una resistencia 72 está conectada en paralelo con el diodo 70 para proporcionar al tubo 68 una polarización de desactivación durante los periodos de su estado no conductor. Una resistencia 72 limita la corriente de rejilla al tubo 68 de manera similar a la resistencia 60 del tubo 56.

La rejilla de control de un tubo 76 es llevada por un conductor 78 al terminal negativo del diodo de referencia 52, Una resistencia 80 limita la corriente de rejilla procedente del



tubo 76 y una resistencia 82 proporciona un retorno de polarización localizado para este tubo. Los tubos 68 y 76 del amplificador están compuestos generalmente de un grupo de varios tubos para proporcionar a pasos sucesivos una energía de activación suficiente. El ánodo del tubo 68 está conectado a través de un conductor 84 a un circuito que comprende una resistencia 86 y un condensador 88 conectado en derivación. El lado opuesto de este circuito está conectado a un lado de un primario 90 de un transformador 92 de acoplamiento de activación. Un conductor 94 proporciona una conexión de toma central para el primario de este transformador y conecta el circuito del ánodo del tubo 68 al terminal positivo de una fuente 96 de corriente de activación. El tubo 76 está conectado a un conductor 98 y a una resistencia 100 que lleva el ánodo del tubo 76 a través de una parte 102 del primario del transformador 92. Así, los tubos 68 y 76 obtienen corriente de ánodo procedente de la fuente 96 de corriente continúa a través del conductor común 94. La rejilla pantalla del tubo 56 es llevada a través de una resistencia limitadora 104 a la toma 22 de la pantalla. De igual manera, la pantalla del tubo 68 es llevada a través de una resistencia 106 y la pantalla del tubo 76 es llevada a través de una resistencia 108 a la toma 22 de la pantalla en el terminal negativo de la fuente de corriente de ánodo del multivibrador.

El secundario del transformador 92 está conectado para activar un grupo de transistores 110 alternativamente conductores y no conductores para proporcionar impulsos de mecanización a través del intersticio o intervalo. Aunque los conmutadores electrónicos empleados en la realización de esta invención son transistores, la invención no está limitada a ellos, sino, que, con un nuevo diseño apropiado del circuito por un experto



en la materia puede sustituirse cualquier conmutador electrónico como anteriormente se ha definido. Un lado del secundario del transformador 92 está conectado al terminal positivo de un circuito que consta de un condensador 112 y unos diodos 114 conectados en derivación. El terminal negativo de este circuito está conectado a la masa de referencia 32. El lado opuesto del secundario del transformador 92 está conectado a través de un diodo 116 a la base del transistor 110. En paralelo con el diodo 116 está conectada una resistencia 118 y un condensador 120.

El transistor 110 es un dispositivo PNP y el ánodo del diodo 116 está conectado a la base del transistor 110. Los diodos 114 son dispositivos de silicio o de germanio y tienen una tensión de conducción mínima de aproximadamente 0,6 a 0,8 voltios cada uno. El cátodo de esta cadena de diodos está conectado al terminal negativo del condensador 112 y el número de diodos conectados en serie en la cadena se escoge para determinar la tensión de polarización mínima deseada a través del condensador 112.

El emisor del transistor 110 está conectado a través de una resistencia equilibradora 122 al conductor de masa de referencia 32. El colector del transistor 110 está conectado a través de un grupo 124 de resistencias de potencia variable. El extremo opuesto de este circuito está conectado a una pieza de trabajo 128 en este ejemplo. El electrodo 130 está mantenido en proximidad espaciada respecto a la pieza de trabajo por un sistema de alimentación subordinado adecuado como es conocido en la técnica de mecanización por descargas eléctricas. El electrodo 130 está conectado al terminal negativo de una fuente 132 de corriente de mecanización. El terminal positivo de la fuente 132 de corriente de mecanización está conectado a la masa de referen-

24011.101

cia 32, completando con ello el circuito de descarga.

El funcionamiento de este circuito es controlado por los tubos 10 y 12 del multivibrador de la manera previamente descrita. El retorno de rejilla de este multivibrador es importante en un circuito de corriente de mecanización por descargas electrónicas moderno debido al amplio margen de relación de activación-desactivación o de factor de servicio requerido a una frecuencia particular para controlar la velocidad de retirada del metal. Esto se logra llevando la toma ajustable del reóstato 46 a la tensión fija de corriente continua que, en este caso, es el terminal positivo de la fuente 18 del ánodo.

A medida que la toma ajustable se mueve de un lado a otro, una disminución de la resistencia 34, por ejemplo, produce un aumento correspondiente de la resistencia 50, manteniendo con ello una resistencia de rejilla total constante, aún cuando varíe ampliamente cada circuito de rejilla.

Es bien sabido en el diseño de multivibradores que el periodo de trabajo de un multivibrador pueden representarse por la fórmula:

$$T = K \sqrt{C_{34}(R_{42} + R_{44}) + C_{36}(R_{48} + R_{50})}$$

Si los condensadores de acoplamiento 34 y 36 son iguales, la fórmula puede simplificarse a:

$$T = K_1 \sqrt{R_{42} + R_{46} + R_{48}}$$

De esta fórmula simplificada, puede verse que a medida que la toma del reóstato 46 es movida de un extremo a otro, se mueve de manera similar la resistencia de un retorno de rejilla al retorno opuesto. Por tanto, se mantiene una frecuencia constante independientemente de la posición de la toma ajustable en el reóstato



46, obteniendo así un amplio margen en la relación de activación-desactivación a una frecuencia fija.

5 El funcionamiento de los tubos 10 y 12 del multivibrador es bien conocido en la industria electrónica para condensadores de acoplamiento dados 34 y 36. Para seleccionar una frecuencia de trabajo diferente, los conmutadores 38 y 40 que normalmente están acoplados entre sí, como control de frecuencia, seleccionan condensadores diferentes en los respectivos circuitos de rejilla. En este ejemplo, se muestran seis tomas de frecuencia. La salida del tubo 12 del multivibrador se produce a través de la resistencia 16 de carga de placa y es una señal sustancialmente rectangular que tiene una frecuencia determinada por la resistencia compuesta del circuito de rejilla en unión de los condensadores 34 y 36 y un factor de servicio determinado por el ajuste de la toma ajustable en el reóstato 46.

10 Otra red de circuito requerida para obtener este factor de servicio ampliamente ajustable es la red para acoplar la salida de la señal desde el multivibrador a los sucesivos pasos del amplificador. El análisis de este circuito mostrará que el tubo 12 del multivibrador y el grupo de transistores de potencia 110 están activados o son conductores en fase con una descarga a través del espacio libre entre el electrodo 130 y la pieza de trabajo 128. Para un factor de servicio extremadamente bajo, se transfiere una potencia insuficiente a través de un condensador de acoplamiento para la activación apropiada de los pasos sucesivos de amplificación y, por tanto, se requiere un circuito para acoplar apropiadamente la salida del multivibrador al tubo 56 del amplificador.

25 Se obtiene el circuito de acoplamiento apropiado por 30 el uso del diodo de referencia 52 y el diodo en derivación 54



para referenciar una salida rectangular o de impulsos desarrollada a través de la resistencia de señal 16 hacia abajo a medida que se necesita para el control apropiado de la rejilla del tubo 56 del amplificador. La resistencia 58 de retorno de polarización mantiene el tubo 56 en estado no conductor durante los periodos de no conducción del tubo 56. Esto se logra a medida que el tubo 12 del multivibrador se hace conductor, generando con ello una caída de tensión a través de la resistencia 16. Un valor típico de las tensiones 18 y 20 de alimentación de placa es de aproximadamente 250 voltios en total. La caída a través del tubo 12 del multivibrador durante la conducción es de aproximadamente 100 voltios, generándose, por tanto, una señal de aproximadamente 150 voltios a través de la resistencia 16.

Mientras la tensión regulada del diodo de referencia 52 es mayor que la caída de tensión a través del tubo 12, la rejilla de control del tubo 56 será en este momento negativa. En el ejemplo dado, el diodo de referencia 52 tendría una magnitud de regulación de aproximadamente 200 voltios y la rejilla de control del tubo 56 estaría, por tanto, polarizada aproximadamente a menos 100 voltios. El diodo de referencia 52 y el condensador 54 forman un circuito para producir una tensión flotante de corriente continua carente casi de pérdidas capacitivas durante la conmutación tales como las que se encontrarían si se emplearan en este punto una fuente de corriente continua de características normales producidas a partir de un devanado del transformador y rectificadores. La menor capacidad de derivación o fugas resultante de este circuito mejorado que está flotando sobre el ánodo del tubo 12 hasta el conductor 32 u otros componentes de circuito, da por resultado pérdidas de derivación menores que las que se producirían con un afuente convencional



da corriente continua conectada en este punto.

5 A medida que el tubo 12 del multivibrador se hace no conductor, desaparece la señal de tensión a través de la resistencia 16, llevando con ello el circuito del diodo de referencia al estado positivo. En este ejemplo, con una alimentación de placa de 250 voltios y un diodo de referencia de 220 voltios, se desarrollan aproximadamente 50 voltios a través de la resistencia 60 conectada a la rejilla de control del tubo 56, ya que la rejilla de control limita la amplitud de la señal a aproximadamente la misma tensión que el cátodo del tubo 56. Un condensador de avance extremadamente pequeño 64 está conectado a través de las resistencias 60 está conectado a través de las resistencias 60 para mejorar las características de elevación y descenso bruscos de esta señal, haciendo con ello que el amplificador 56 amplifique, haga de nuevo cuadrada la señal y desacople el multivibrador de los pasos sucesivos de amplificación.

10

15

Por lo tanto, se genera una señal pulsatoria rectangular de potencia amplificada a través de la resistencia de carga 65 conectada en el circuito del ánodo del tubo 56 y se acopla a través del condensador 66 al circuito de la rejilla de control del tubo 68. El diodo 70 fija esta señal pulsatoria a la fuente de polarización 62 y a la resistencia 74 y limita la corriente de rejilla durante los periodos de conducción del tubo 68, ya que la señal desarrollada a través de la resistencia 72 está en exceso de la tensión de polarización 62.

20

25

Generalmente, el tiempo de desactivación o duración entre los impulsos del grupo de transistores de salida es de al menos el 20% de la señal total. En otras palabras, el factor de servicio máximo es aproximadamente el 80% en comparación con un factor de servicio mínimo de aproximadamente el 1%. Por tanto,

30



como el tubo 56 es conductor durante al menos el 20% del ciclo, se transfiere suficiente potencia a través del condensador de acoplamiento 66 para activar la rejilla de control al tubo 68 y puede emplearse un circuito de acoplamiento normal en el circuito de la rejilla de control del tubo 68.

El circuito de la rejilla de control del tubo 76 es activado por la misma fuente de señal que el tubo 56 y, por tanto, está conectado al circuito 52, 54 del diodo de referencia por el conductor 78. Las características de activación de este tubo son muy similares a las del tubo 56, excepto en que puede emplearse una pluralidad de tubos en paralelo en lugar del tubo 76.

El grupo 68 de tubos de potencia es llevado a estado activado o conductor en fase con la conducción del transistor de potencia 110. La circulación de electrones durante la activación del transistor 110 es del conductor 32, a través del tubo 68, al conductor 84 del ánodo. Durante el instante de activación, la circulación de electrones pasa a través del condensador 88, ya que hay una tensión cero a través del condensador 88 en el instante de activación. El primario 90 del transformador 92 completa el circuito al terminal positivo de la fuente de corriente de activación 96, completando así el circuito de potencia del tubo 68.

La circulación de electrones en el primario 90 del transformador 92 produce una circulación correspondiente de electrones en su secundario haciendo que la corriente de activación al transistor 110 circule a través del diodo 116, la base-emisor del transistor 110, la resistencia de compensación 112 y el condensador de polarización 11 hasta el terminal positivo del arrollamiento secundario. Durante este estado de excitación directa



al transistor 110, la tensión en exceso a través del condensador 112 es limitada por el circuito del diodo en derivación, como se ha descrito anteriormente, a aproximadamente 2 voltios en este ejemplo.

5 La corriente de activación hace que el transistor 110
pase a ser conductor. Si el intersticio entre la pieza de trabajo 128 y el electrodo 130 es suficientemente pequeño para permitir una descarga en el intersticio, la circulación de electrones va del terminal negativo de la fuente 132 de corriente de descarga, el electrodo 130, la pieza de trabajo 128, la resistencia 124,
10 el colector-emisor del transistor 110 y la resistencia de compensación 112 al terminal positivo de la fuente 132.

 Después de un período de conducción del transistor 110, el grupo de transistores es desactivado bajo corriente por conducción del grupo 76 de tubos. La circulación de electrones de desactivación tiene lugar en el circuito primario del transformador 92 del conductor 32, el tubo 76, el conductor 98, la resistencia de limitación 100, el primario 102 y el conductor 94 al terminal positivo de la fuente 96 de corriente de activación. La
15 conducción de la corriente de electrones en este devanado es de fase opuesta y provoca un paso inverso de corriente en el secundario del transformador 92. Durante el período de desactivación, la circulación de electrones va del secundario del transformador 92, a través del condensador 112, la resistencia de compensación 122, el emisor-base del transistor 110 y el condensador 120 al
20 lado opuesto del secundario del transformador 92. Después de que el transistor 110 ha dejado de ser conductor, la unión de emisor-base ejerce una acción de bloqueo en esta polaridad y retarda el paso ulterior de corriente. Si este transistor es un dispositivo
25 de unión de aleación o de otro tipo de gran capacidad de acepta-
30



ción de tensión inversa entre el emisor y la base, la circulación de electrones no continuará, excepto en las exiguas cantidades resultantes de las fugas inversas de la unión. Sin embargo, los transistores típicos empleados en este grupo son los del tipo de unión formada por difusión y son de tal construcción que una tensión inversa relativamente baja a través de la unión de base-emisor provoca una conducción inversa. La magnitud de esta conducción inversa viene limitada por la resistencia 118, ya que la circulación de electrones está bloqueada por el diodo 116 y limitada a un valor que es seguro o que no daña al transistor 110 y no satura al transformador 92.

Independientemente del tipo de transistor, este circuito de activación, en particular el transformador de activación 92 y los circuitos limitadores de corriente, está sujeto a consideraciones particulares. Como se ha mencionado anteriormente, el factor de servicio a una frecuencia particular puede variar ampliamente, y en un circuito de mecanización de avance típico variará de un mínimo de aproximadamente el 1% del factor de servicio a una frecuencia particular a un máximo de aproximadamente el 80 a el 90% del factor de servicio o periodo de conducción del ciclo de mecanización. Por otra parte, un transformador es un dispositivo de corriente alterna en el que la zona de tensión positiva del secundario o del primario tiene que ser exactamente igual a la zona de tensión negativa. Por ello es virtualmente imposible y ciertamente nada práctico hacer funcionar el transformador 92 en contrafase sin saturar su núcleo de hierro durante los breves periodos de tiempo de activación, prescindiendo del tipo de transistor utilizado. Se precisa un apropiado diseño del circuito para impedir la saturación durante los largos periodos de tiempo de activación en que se utiliza el transformador para ac-



tivar un transistor de unión formada por difusión de límite de tensión inversa de emisor-base relativamente bajo.

La figura 2 es una representación equemática del sistema de represión de cortocircuitos previamente mostrado en forma de bloques en la figura 1. En el sistema está incluido un circuito perceptor de máximos de tensión en el intersticio, que incluye un diodo 150 y un condensador 152 conectados en serie a través del intersticio. A través del espacio libre están conectados también una resistencia 154 y un circuito RC variable que incluye la resistencia 156 y el condensador 158. Como se ha explicado anteriormente, el proceso de mecanización puede llevarse a cabo a frecuencias relativamente bajas o relativamente altas, según venga predeterminado por el ajuste de los comutadores de toma 38, 40 del multivibrador. Puede hacerse una variación en el valor del condensador 158 para dar una constante de tiempo diferente durante el funcionamiento del circuito perceptor. A altas frecuencias, es deseable un valor más bajo del condensador 158 para dar un tiempo de respuesta más breve. A frecuencias más bajas, se precisa un valor más alto del condensador 158 para dar tiempo de respuesta más lento. Están previstos también unos medios en el sistema de control para proporcionar un corte inmediato del multivibrador en respuesta a la percepción de una condición de cortocircuito en el intersticio de mecanización. Estos medios comprenden un conmutador electrónico incorporado como transistor 160. El transistor 160 es un transistor NPN conectado, como se representa, a una fuente de tensión positiva proporcionada por la fuente 162 de corriente continua y las resistencias 164-170, como se representa. El colector del transistor 160 está aclopadado además a la rejilla del tubo 10 del multivibrador a través de unos diodos aislantes 172, 174 para proporcionar el corte del multivibrador y la



interrupción de los impulsos de mecanización al intersticio. -

5 Durante la operación de corte normal, el transistor 160 se mantiene en estado no conductor. Para mantener desactivado el transistor 160, se toma una tensión de la fuente 132 de corriente continua, con la resistencia variable del potenciómetro 176 y la resistencia fija 178 conectadas a su través. La resistencia 180 está conectada en serie con el contacto deslizable del potenciómetro 176 para proporcionar la tensión negativa requerida a la base del transistor 160 para mantenerlo en su estado no conductor. El potenciómetro 176 es ajustable selectivamente para fijar el nivel de la tensión de referencia para dar un corte estable. Se ha visto que una fijación adecuada del corte es la del orden de 22 voltios. Los diodos 182 y 184 están conectados en serie con la salida del circuito receptor de máximos de tensión en el intersticio y conectados a la base del transistor 160, como se representa. El transistor 160 se mantendrá desactivado hasta que la tensión en el intersticio disminuya hasta por debajo de 22 voltios indicando una condición anormal en el intersticio, es decir, una condición que se aproxima a un cortocircuito en el intersticio de mecanización. En ese punto, la tensión en la base del transistor 160 lo activará y pondrá una tensión negativa del orden de 70 voltios en la rejilla del tubo 10 suficiente para desactivar el multivibrador.

25 Se preven también medios para enviar impulsos al multivibrador a una frecuencia sustancialmente más baja durante el período de cortocircuito en el intersticio indicado por el circuito receptor. Se ha visto que este método muy satisfactorio de reducir la corriente que se suministra al intersticio durante la continuación de la condición de cortocircuito. Para



obtener estos impulsos de menor frecuencia del multivibrador durante la condición de cortocircuito en el intersticio, se emplea una fuente de corriente alterna que comprende el transformador 186. Un oscilador de relajación empleado como generador de impulsos está conectado a la fuente 186 a través de un
5 rectificador de media onda 188. El oscilador incluye un dispositivo de perforación electrónico, tal como un diodo de cuatro capas, comprendiendo el circuito RC un condensador 192 y unas resistencias 194,196. Por dispositivo de perforación se dá a
10 entender en esta memoria cualquier dispositivo que sea llevado a conducción brusca por imposición a su través de una tensión de activación igual a su tensión de perforación. Un potenciómetro 198 está conectado a través de los devanados del secundario del transformador 186, como se representa, para dar un
15 ajuste selectivo de la tensión de activación del diodo 190 de cuatro capas. La salida rectificada del transformador 186 es estrechada por el circuito RC que comprende el condensador 192 y la resistencia 194 conectados a los cátodos negativos del diodo 190 de cuatro capas. El ánodo del diodo 190 de cuatro
20 capas está conectado a un potencial cero que puede ser terminado por la fuente de tensión principal sobre un circuito RC ajustable. En este circuito RC ajustable están incluidos el condensador 199, las resistencias 200,204 y el potenciómetro 202, cuyo potenciómetro puede ajustarse para regular la anchura del impulso activador de corte. El punto P representa un
25 potencial cero. La anchura del impulso activador determina la corriente de cortocircuito deseable para cada ajuste de toma, es decir, en ajustes mínimos y máximos del control del régimen o velocidad de retirada. Para obtener esta característica, el potenciómetro 202 tiene sus contactos móviles acoplados en
30



tandém para funcionar en un potenciómetro 46 del circuito de la figura 1. El potenciómetro 46 se utiliza para reponer selectivamente el tiempo de activación de impulsos de mecanización en el espacio libre o factor de servicio. Como se ha explicado anteriormente, de acuerdo con el movimiento del cursor del potenciómetro 46, se varían inversamente unos con relación a los otros los tiempos de activación-desactivación de impulsos. El potenciómetro 202 está acoplado con el potenciómetro 46 de modo que medida que se aumenta el tiempo de desactivación de impulsos, se aumenta relativamente la anchura del impulso activador de corte. Para ajustes de tiempo de desactivación relativamente breves se estrecha correspondientemente la anchura del impulso activador de corte. Esto asegurará la desactivación de impulsos de baja frecuencia y de tiempo de desactivación grande.

Cada vez que la tensión rectificada a través del diodo 190 de cuatro capas alcanza su punto de perforación, dicho diodo conducirá rápidamente y transmitirá una punta de tensión perfilada a la altura y anchura correctas por el circuito perfilador RC en serie que incluye el condensador 206 y la resistencia 208,210. Este circuito es particularmente importante en el caso de avería del diodo 190 de cuatro capas. Si el diodo 190 de cuatro capas queda cerrado, el circuito limitará la corriente de cortocircuito que puede pasar y que podría ocasionar daños en el transistor 110. El circuito RC en serie desarrolla también la importante función de proteger el circuito contra el efecto de las variaciones en la tensión de la línea. Si fallará cualquier parte del circuito generador de impulsos asociado al oscilador de relajación, entonces, en cualquier cortocircuito siguiente, se activará el transistor 160 y mantendrá de-

24 DIC 1961

5 sactivado al multivibrador. Esta señal es suministrada a través del diodo 212 a la base del transistor 160 para desactivarlo. Mientras prevalezcan las condiciones de cortocircuito en el espacio libre, el transistor 160 será desactivado otra vez por la salida del oscilador de relajación. Cuando la tensión en el intersticio percibida asciende a una cantidad predeterminada, el transistor 160 permanecerá desactivado y se permitirá que el multivibrador trabaje de su manera normal para proporcionar al espacio libre impulsos de mecanización de alta frecuencia.

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

15 El circuito de alimentación de corrientes, como se muestra en la figura 1 tiene la capacidad de proporcionar impulsos de mecanización al intersticio a frecuencia predeterminada y a relación de activación-desactivación selectivamente variable de modo que la velocidad de retirada de metal y el acabado superficial son controlables precisamente por el operador. Al aparecer una condición de cortocircuito en el intersticio, es imperativo que la corriente que se está suministrando al intersticio sea reducida inmediatamente de una manera controlable. Se ha visto que un circuito protector muy mejorado es uno en el que los impulsos suministrados por los tubos 10,12 del multivibrador son interrumpidos primero por un interruptor de corte, el transistor 160.

20 El transistor 160 está normalmente desactivado hasta que la tensión máxima en el espacio libre percibida por el circuito que comprende el diodo 150 y el condensador 152 desciende hasta por debajo de la referencia prefijada que puede ser, por ejemplo, del orden de 22 voltios. En este punto, la tensión en la base del transistor 160 activa a éste. Este pro-

25

30



porciona inmediatamente una alta tensión negativa a la rejilla del tubo 10 del multivibrador para desactivarlo e interrumpir el funcionamiento de los tubos 68,76 y del transistor 110. De esta manera, los impulsos de mecanización suministrados al intersticio son interrumpidos. El circuito de relajación de la figura 2 constituye un medio generador de impulsos que funciona continuamente. La frecuencia de disparo del diodo 190 de cuatro capas es controlada y prefijada por la fuente de corriente alterna 186. Aunque se proporciona una baja frecuencia de 60 periodos por segundo a través del rectificador de media onda 188, la invención no está limitada a ese valor, sino que valores de baja frecuencia de 15 o incluso 120 periodos por segundo pueden dar también un funcionamiento aceptable. Los impulsos suministrados a la base del transistor 160 desde el diodo 190 de cuatro capas a través del circuito perfilador previsto son de polaridad negativa para desactivarlo y de duración extremadamente breve como se ha descrito anteriormente. Por tanto, los impulsos de control suministrados a los tubos del multivibrador y al transistor 110 que hace de medio conmutador del intersticio son no solo de muy baja frecuencia, sino de tiempo de activación sustancialmente reducido para disminuir más el contenido de corriente de los impulsos suministrados al intersticio durante una condición de cortocircuito. Mientras la salida del circuito perceptor permanece a un nivel indicativo de una característica anormal en el intersticio, el transistor 160 será activado y desactivado alternativamente. Cuando la salida del circuito perceptor aumenta por encima del nivel de referencia, el transistor 160 se mantendrá desactivado, la alta tensión negativa de la rejilla del tubo 10 será eliminada y el multivibrador trabajará a su velocidad normal prefijada.



5 jada por los conmutadores de condensador 34, 36. El tiempo de respuesta del sistema puede fijarse, según se desee, mediante el ajuste del condensador 158 del intersticio. Para frecuencias de funcionamiento relativamente altas, es deseable un bajo valor del condensador 158.

Se verá así que esta invención ha proporcionado unos medios nuevos y mejorados de protección contra cortocircuitos en la mecanización por descargas eléctricas.

10 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 4 de Marzo de 1.966, bajo el n.ºm. 531.856, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

N O T A

20

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:

25

1.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo caracterizado porque comprende una fuente de corriente, un conmutador electrónico que tiene un electrodo de control y un par de electrodos principales, estando dichos electrodos principales conectados a dicha fuente y a dicho intersticio unos primeros medios conectados operativamente a dicho elec-

30



trodo de control de dicho conmutador para alimentarlo con impulsos de tiempo de activación y desactivación variable para dar descargas discontinuas en el intersticio, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica normal en el intersticio, unos medios de corte conectados operativamente a dichos medios perceptores y a dicho electrodo de control de dicho conmutador para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida, unos segundos medios para dar impulsos de corte de duración variable a dichos medios de corte y a dicho conmutador a una frecuencia sustancialmente más baja en respuesta a dicha salida y medios operables conjuntamente para variar directamente la duración en tiempo de dichos impulsos de corte con relación al tiempo de desactivación de dichos impulsos primeramente mencionados.

2.- El aparato de la reivindicación 1, en el que dichos primeros medios generadores de impulsos comprenden un multivibrador que comprende un par de conmutadores electrónicos acoplados para el funcionamiento alternado y en la que dichos medios de corte comprenden un interruptor de corte electrónico que contiene un electrodo principal conectado operativamente al electrodo de control de uno de dichos conmutadores de multivibrador.

3.- El aparato de la reivindicación 1, en el que dichos segundos medios generadores de impulsos comprenden un oscilador de relajación que incluye un diodo de cuatro capas.

4.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo de herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, un conmutador electrónico que tiene un electrodo de control y un par de electrodos principales, estando dichos electro-



dos principales conectados a dicha fuente y a dicho intersticio, unos primeros medios conectados operativamente a dicho electrodo de control de dicho conmutador para dar a una frecuencia pre-determinada impulsos de tiempo de activación y desactivación variable con el fin de proporcionar descargas discontinuas en el intersticio, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica anormal en el intersticio, unos segundos medios operables en respuesta a dicha salida de señal para dar impulsos de corte de duración variable a dichos primeros medios generadores de impulsos a una frecuencia sustancialmente reducida para interrumpir su funcionamiento, y unos medios para variar directamente la duración en tiempo de dichos impulsos de corte con relación al tiempo de desactivación de dichos impulsos primeramente mencionados.

5.- El aparato de la reivindicación 4, en el que dichos segundos medios generadores de impulsos incluyen un dispositivo electrónico de perforación o ruptura y una fuente de corriente alterna conectada operativamente a él para activarlo y un circuito RC en serie conectado en la salida de dicho dispositivo de perforación.

6.- El aparato de la reivindicación 4, en el que dichos primeros medios generadores de impulsos comprenden un multivibrador que comprende un par de conmutadores electrónicos acoplados para funcionamiento alternado a través de un circuito de resistencia variable-capacidad en la que dichos segundo generador de impulsos incluye un circuito de resistencia variable-capacidad para controlar dicha duración del impulso de corte, y el que dichos medios últimamente mencionados comprenden medios para variar conjuntamente dicha resistencia.

7.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo con-



ductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, unos medios conmutadores electrónicos que tienen un electrodo de control y un par de electrodos principales, estando dichos electrodos principales conectados a dicha fuente y a dicho intersticio, unos primeros medios conectados operativamente a dicho electrodo de control de dichos medios conmutadores para alimentarle a una frecuencia predeterminada con impulsos de tiempo de activación y desactivación variable para dar descargas discontinuas en el intersticio, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica anormal en el intersticio, un interruptor de corte electrónico que tiene un electrodo de control y está conectado operativamente entre dichos medios perceptores y dichos primeros medios generadores de impulsos para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida, un dispositivo electrónico de perforación o ruptura periódicamente operable manipulado a una frecuencia sustancialmente más baja y un circuito RC conectado operativamente entre dicho dispositivo y dicho electrodo de control de dicho interruptor de corte para proporcionarle impulsos de corte, y medios para variar directamente la duración de dichos impulsos de corte con relación al tiempo de desactivación de dichos impulsos primeramente mencionados.

8.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, unos medios conmutadores electrónicos que tienen un electrodo de control y un par de electrodos principales, estando



dichos electrodos principales conectados operativamente a dicha fuente y a dicho intersticio, unos primeros medios conectados operativamente a dicho electrodo de control de dicho conmutador para alimentarle a una frecuencia predeterminada con impulsos de activación y desactivación variable con el fin de dar descargas discontinuas en el intersticio, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica normal en el intersticio, un interruptor de corte electrónico que tiene un electrodo de control y está conectado operativamente entre dichos medios perceptores y dichos primeros medios generadores de impulsos para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida un dispositivo electrónico de perforación o ruptura periódicamente operable manipulando a una frecuencia sustancialmente más baja, y un circuito RC conectado entre dicho dispositivo y dicho electrodo de control de dicho interruptor de corte.

9.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, unos medios conmutadores electrónicos que tienen un electrodo de control y un par de electrodos principales, estando dichos electrodos principales conectados operativamente a dicha fuente y a dicho intersticio, unos primeros medios conectados operativamente a dicho electrodo de control de dicho conmutador para alimentarle a una frecuencia predeterminada con impulsos de tiempo de activación y desactivación variable con el fin de dar descargas discontinuas en el intersticio, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica anormal en el intersticio, un interruptor de corte elec-



trónico que tiene un electrodo de control ^{4.016} está conectado operativamente entre dichos medios perceptores y dichos primeros medios generadores de impulsos para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida, un oscilador de relajación para suministrar impulsos de corte a dicho interruptor de corte a una frecuencia sustancialmente reducida y un circuito RC en paralelo conectado en serie entre la salida de dicho oscilador de relajación y dicho electrodo de control de dicho interruptor de corte.

10 10.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, unos medios conmutadores electrónicos que tienen un electrodo de control y un par de electrodos principales, estando dichos electrodos principales conectados operativamente a dicha fuente y a dicho intersticio, unos primeros medios conectados operativamente a dicho electrodo de control de dichos medios conmutadores para alimentarle a una frecuencia determinada con impulsos de tiempo de activación y desactivación variables con el fin de dar descargas discontinuas en el intersticio, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica anormal en el intersticio, un interruptor de corte electrónico que tiene un electrodo de control y está conectado operativamente entre dichos medios perceptores y dichos primeros medios generadores de impulsos para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida, medios para suministrar impulsos de corte a dicho electrodo de control de dicho interruptor de corte a una frecuencia sustancialmente más baja, y un circuito RC en paralelo conectado en serie entre dichos medios últimamente mencionados y dicho electrodo de control de dicho interrup-



tor de corte.

5 11.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de intersticio lleno de refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, unos medios conectados operativamente a dicha fuente y a dicho intersticio para proporcionar a éste último descargas eléctricas discontinuas, unos primeros medios generadores de impulsos para iniciar el funcionamiento de dichos medios con impulsos de tiempo de activación y desactivación variable a una frecuencia predeterminada, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica anormal en el intersticio, unos medios de corte conectados operativamente entre dichos medios perceptores y dichos primeros medios generadores de impulsos para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida, unos segundos medios generadores de impulsos conectados operativamente a y que controlan el funcionamiento de dichos medios de corte para alimentar a estos medios y a dichos primeros medios generadores de impulsos con impulsos de corte de duración variable a una frecuencia sustancialmente reducida, y medios para variar directamente la duración de dichos impulsos de corte con relación al tiempo de desactivación de dichos impulsos primeramente mencionados.

25 12.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica a través de un intersticio lleno de un refrigerante dieléctrico entre un electrodo herramienta y la pieza de trabajo, caracterizado porque comprende una fuente de corriente, unos medios conectados operativamente a dicha fuente y a dicho intersticio para proporcionar a éste último descargas eléctricas discontinuas, unos primeros medios para iniciar el

30



funcionamiento de dichos medios con impulsos de tiempo de activación y desactivación variable a una frecuencia predeterminada, unos medios perceptores para dar una salida de señal en respuesta a una característica anormal en el intersticio, unos medios de corte conectados operativamente entre dichos medios perceptores y dichos primeros medios generadores de impulsos para interrumpir su funcionamiento en respuesta a dicha salida, unos segundos medios generadores de impulsos conectados operativamente a y que controlan el funcionamiento de dichos medios de corte para alimentar estos medios y dichos primeros medios generadores de impulsos con impulsos de corte a una frecuencia sustancialmente reducida, y un circuito RC conectado entre dichos medios de corte y la salida de dichos segundos medios generadores de impulsos.

15. 13.- Un aparato para mecanizar una pieza de trabajo conductora por descarga eléctrica.

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

20. Esta Memoria consta de veintinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

24 JUL 1953

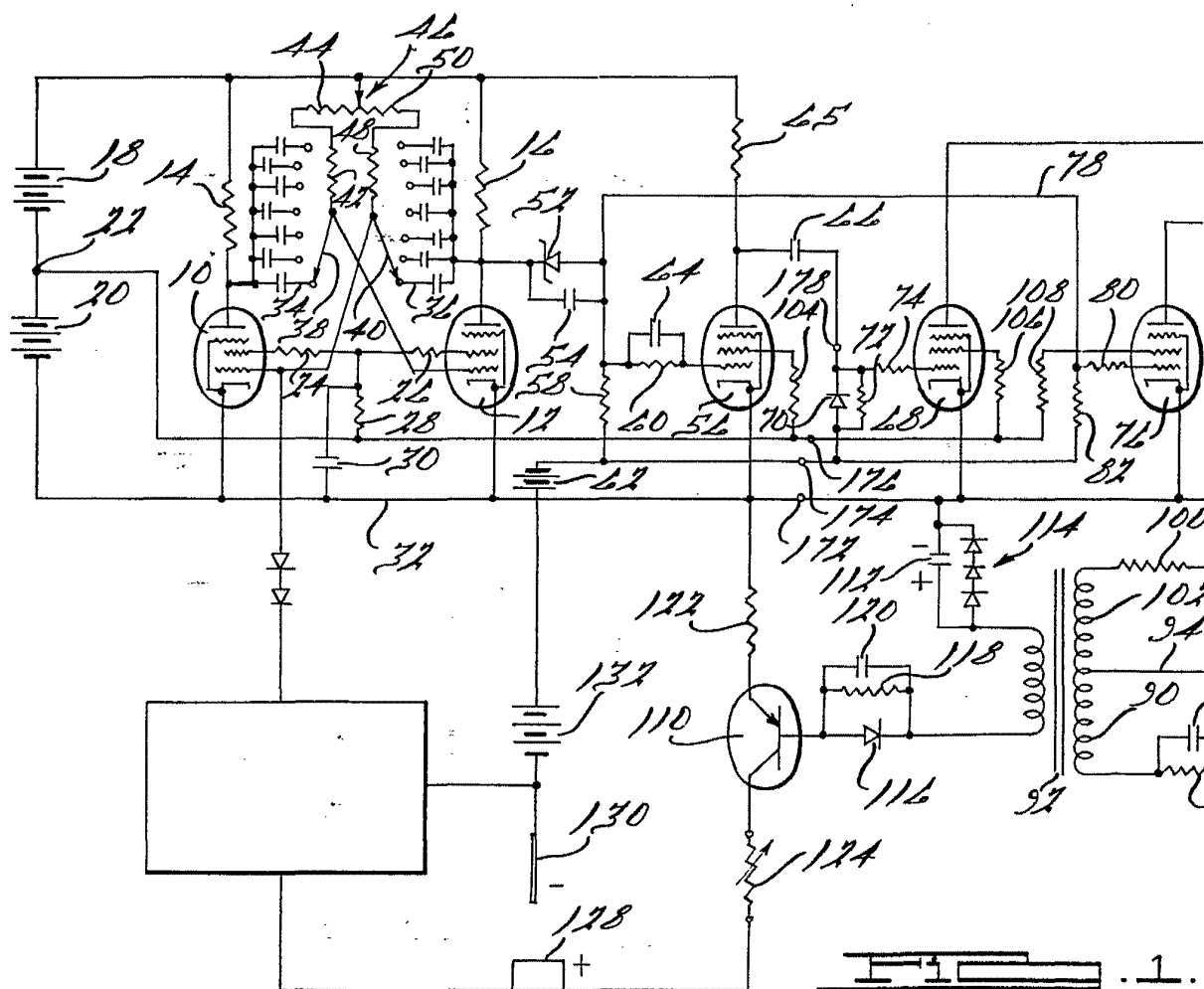
Madrid,

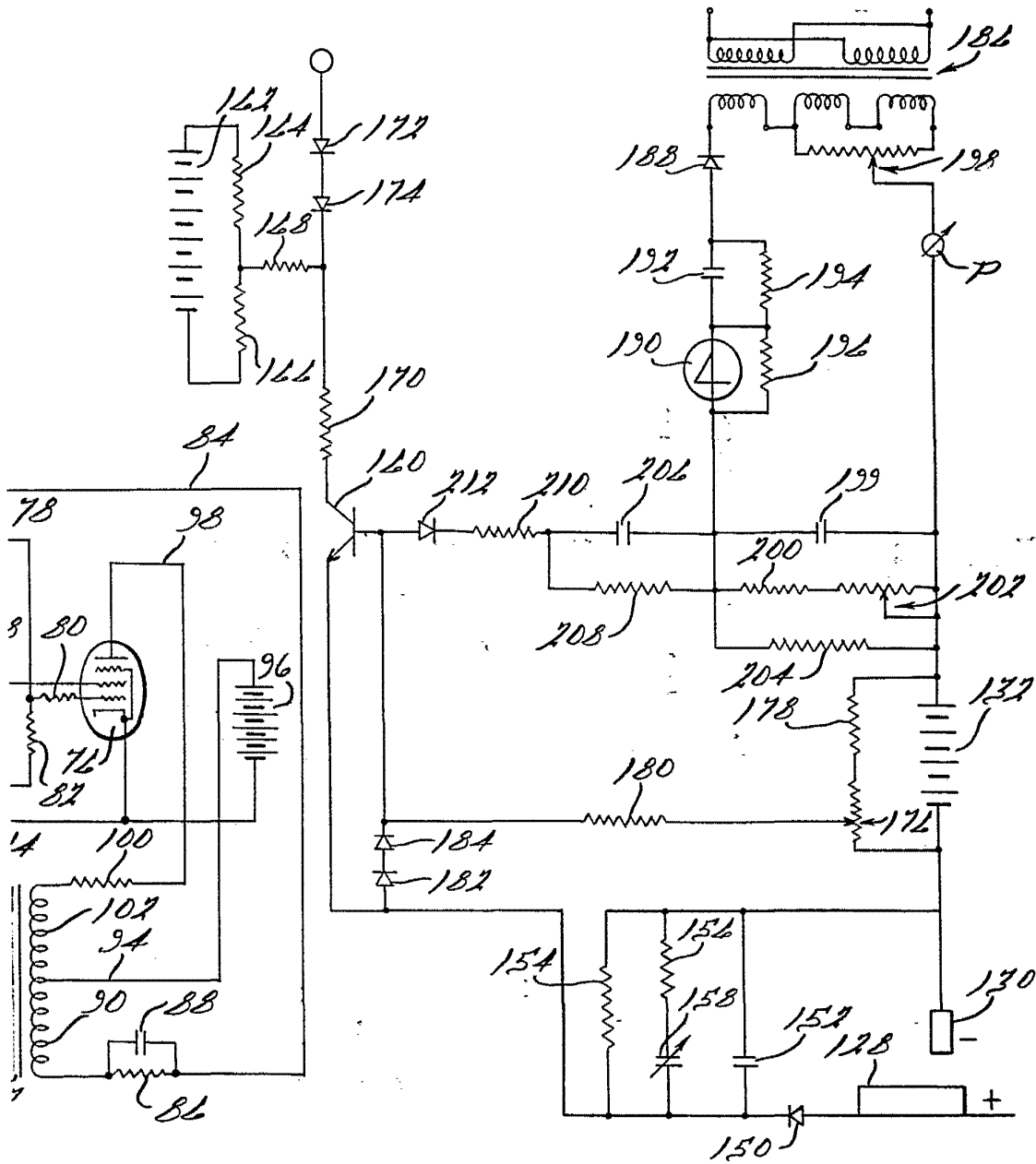
P.A.

Alberto de Eizaguirre
Por Eizaguirre

MGM/-

LOGIC DIAGRAM I, I





1.

FIG. 2.

Amk