



353497

M E M O R I A D E S C R I P T I V A
DE UNA PATENTE DE INVENCION, POR VEINTE AÑOS EN ESPAÑA,
A FAVOR DE LIBBEY OWENS FORD GLASS COMPANY, DE NACIONA-
LIDAD NORTEAMERICANA, RESIDENTE EN 811 MADISON AVENUE,
TOLEDO - OHIO - U.S.A.

s o b r e

"METODO Y APARATO PARA REGULAR LA ENERGIA SUMINISTRADA A
UNO O MAS CAÑONES ELECTRONICOS"



El presente invento se refiere, en general, a suministros de energía y de modo más concreto, a un método mejorado y su aparato para regular la energía de uno o más cañones de electrones empleados en un horno de electrones de alto vacío.

5.-

El empleo de los sistemas de horno de haz de electrones en diversos procesos de materiales tales como fusión, formación de películas metálicas por deposición de vapores de sales metálicas, etc, ha llegado a imponerse cada vez más. Un sistema de horno de haz de electrones típico comprende un cañón de electrones, que es activado de modo adecuado para suministrar un haz de electrones de alta intensidad. El cañón de electrones está dispuesto por lo general en una cámara vaciada junto con el material

10.-

a ser tratado y se proveen medios para dirigir el haz de electrones al material. El cañón de electrones por lo general comprende una fuente de electrones tal como un cátodo calentado o filamento y un ánodo acelerador, mantenido a un alto potencial positivo con respecto al cátodo, de

15.-

manera que se establezca un alto campo electrostático para acelerar los electrones. También se utiliza un electroimán adecuado, por lo general, para dirigir los electrones al material objetivo. Cuando el rayo de electrones tropieza con el material objetivo, éste último es calentado, es-

20.-

tando la cantidad de calor desarrollada relacionada con la corriente del haz de electrones y la velocidad de los electrones afectada por el campo electrostático de aceleración a través del cual son dirigidos los electrones.

25.-

Durante el bombardeo del material por el haz de electrones, son emitidos diversos materiales vaporosos,

30.-



y además, pueden ser liberados diversos gases ocluidos, en especial cuando el material objetivo es de condición relativamente impura. La presencia de dichos materiales gaseosos efectúa a menudo un descenso esencial en la resistencia entre las diversas partes del cañón de haz de

- 5.- electrones y los cables conductores y los elementos de alrededor. Esto puede dar como resultado la formación de arco entre dichas partes y los conductores y elementos, produciendo un incremento notable en la corriente del cañón
- 10.- de electrones y dando como resultado, posiblemente, un peligro para la estructura del cañón de electrones y los elementos de alrededor. Para reducir al mínimo los efectos perjudiciales de la formación de arco, se han desarrollado diversos generadores de energía de cañón de electrones
- 15.- regulados en tensión y corriente.

- Algunos generadores de energía para cañón de electrones, conocidos con anterioridad, para los sistemas de horno de haz de electrones, han limitado los efectos perjudiciales de la formación de arco al limitar la corriente. Limitando la elevación de corriente en presencia
- 20.- de un arco a un valor máximo determinado de antemano, el arco se termina rápidamente, a menudo, y puede reanudarse el funcionamiento normal. Los generadores de energía limitadores de corriente que utilizan la regulación de la tensión se han utilizado con éxito en muchos casos. Algunos
- 25.- de tales generadores de energía, sin embargo, son de la variedad monocíclica y exigen circuitos protectores amplios para impedir la sobrecarga de los diversos elementos de la red, y exigen además elementos reactivos muy grandes.

- 30.- Para los niveles altos de energía, tales como de



10 a 20 KW, operando con corriente de haz de tres o más amperios, los arcos tienden a autosostenerse. Por consiguiente, algunas veces es imposible eliminar un arco existente, a menos que la corriente del cañón de electrones

5.- sea reducida o desconectada. Además, a menos que la corriente sea reducida o disminuída en una longitud de tiempo considerable, por ejemplo del orden de medio segundo, los arcos pueden restablecerse coincidiendo con el restablecimiento de la corriente del cañón de electrones.

10.- Los períodos excesivos en los cuales la corriente es disminuída o cortada pueden tener un efecto perjudicial sobre la eficacia del horno y producir una variación inconveniente en la temperatura del material que se calienta.

15.- Un objeto del invento es aportar un método mejorado y aparato para regular la energía de un cañón de electrones empleado en un sistema de horno de haz de electrones.

20.- También es un objeto del presente invento aportar un método y un aparato para hacer funcionar de forma eficaz a niveles relativamente altos de energía uno o más cañones de haz de electrones empleados en un sistema de horno de haz de electrones de alto vacío.

25.- Es otro objeto del invento aportar un método mejorado y aparato, para uso en un sistema de horno de haz de electrones, que regula el voltaje aplicado al cañón de haz de electrones y que regula la corriente de haz de electrones.

30.- Otro objeto es la aportación de un método y aparato para un cañón de haz de electrones que reduce de modo automático y esencial la corriente del cañón de elec-



tronos al producirse el arco en el cañón de electrones.

Otro objeto más es aportar un método y aparato que permitan a la corriente del cañón de electrones ser restablecidas con rapidez sin que coincida con el restablecimiento de los arcos.

5.-

Otro objeto más es la aportación de un generador de energía de cañón de electrones que sea adaptable para generar energía para más de un cañón de electrones y que reduzca la corriente suministrada a un cañón determinado durante la formación de arcos a través del cañón, sin tener efecto sobre el funcionamiento de los otros cañones.

10.-

Otro objeto del presente invento es la aportación de un generador de energía de cañón de electrones que sea relativamente sencillo de manejar, duradero en uso y relativamente alto de eficacia.

15.-

En los dibujos que se acompañan:

La figura 1ª es un diagrama esquemático de circuito, en el que se muestran en forma de bloque algunos de los elementos de una realización de un generador de energía regulada según el invento.

20.-

La figura 2ª es un diagrama esquemático de circuito de las formas preferidas de las redes de percepción y conmutación adaptables al circuito que se muestra en la figura 1ª.

25.-

La figura 3ª es un gráfico que ilustra las características de tensión contra corriente del generador de energía de la figura 1ª.

30.-

Y la figura 4ª es un gráfico en el que se ilustra una variación típica corriente, con el tiempo, bajo condiciones de arco, del generador de energía de la figura 1ª.



- De conformidad con el presente invento, se aporta un método para regular la energía de un cañón de electrones empleado en un sistema de horno de haz de electrones, en el que la corriente del cañón es susceptible de elevarse con rapidez desde un nivel de funcionamiento a la formación de un arco, comprendiendo dicho método la percepción de una elevación en la corriente suministrada al cañón de electrones a un nivel de circuito excitador, la reducción de la corriente suministrada a un nivel suficiente para delimitar el arco dentro de un período de tiempo que sea menor de 15 milisegundos a partir del momento en que la corriente alcanza el nivel de circuito excitador y después, el restablecimiento de la corriente al cañón de electrones.
- 5.-
- 10.-
- 15.- También, de conformidad con el invento, se aporta un aparato para regular la energía de un cañón de electrones utilizado en un sistema de horno de haz de electrones en el que la corriente del cañón es susceptible de elevarse con rapidez desde un nivel de funcionamiento hasta la producción de un arco, comprendiendo este aparato medios para percibir una elevación en la corriente suministrada al cañón de electrones a un nivel de circuito excitador, medios acoplados a dichos medios de percepción para reducir el flujo de corriente al cañón de electrones a un nivel suficiente para delimitar el arco dentro de un período de tiempo que sea menor de 15 milisegundos desde el momento en que la corriente alcanza el nivel de circuito excitador y medios para restablecer después la corriente al cañón de electrones.
- 20.-
- 25.-
- 30.- En general, el suministro de energía ilustrado



aporta un voltaje de corriente continua a un cañón de electrones 12 en un horno de haz de electrones 14. La corriente suministrada al cañón de electrones 12 es percibida por un medio sensible a la corriente 24. Si la corriente asciende a un nivel seleccionado previamente (indicando que se desarrolla un arco) se produce una señal eléctrica la cual pasa al dispositivo de control de corriente 15, el cual reduce la corriente a través del dispositivo de control de corriente. La corriente dirigida al cañón de electrones 12 es así disminuída para reducir los efectos perjudiciales de la formación del arco. Aportando una reducción de corriente muy rápida, con preferencia dentro de los 15 milisegundos desde el comienzo del desarrollo de un arco, éste es debilitado y puede restablecerse el funcionamiento normal con mucha rapidez, por ejemplo 30 milisegundos aproximadamente.

En favor de la sencillez, el presente sistema se describe aquí, empleando sólo un cañón de electrones. Sin embargo, puede verse perfectamente que el suministro de energía es adaptable en particular para activar una pluralidad de cañones de electrones simplemente aportando medios de control de corriente adicionales y los circuitos de control asociados en paralelo con los mostrados, utilizando terminales de salida comunes sobre los medios de generación de energía 10. Este es el resultado de la configuración particular de circuito ilustrada en la que un extremo del medio de suministro de energía 10 está puesto a tierra como lo está el cañón de electrones 12, aportando así una puesta a tierra común para una pluralidad de cañones de electrones acopladas eléctrica y parale-



lamente a través de sus circuitos de control asociados a terminales de salida comunes en el medio suministrador de energía 10. Debe entenderse, sin embargo, que el invento, en su más amplio sentido, es aplicable a otros sistemas,

5.- por ejemplo, un sistema en el que el lado positivo del cañón de electrones no esté directamente conectado a una puesta a tierra común sino que esté conectado al lado positivo del medio de suministro de energía 10 a través de un dispositivo de control de corriente 16.

10.- De manera más concreta, con referencia a la figura 1ª de los dibujos, el medio suministrador de energía 10 comprende un generador de energía de corriente continua de voltaje relativamente alto adaptable para aportar una tensión deseada y una corriente deseada. Como es evidente,

15.- si se utilizasen dos cañones de electrones, la corriente requerida del generador de energía 28 sería el doble, mientras que si se utilizaran tres cañones la corriente sería triple, etc. El generador de energía se aporta con preferencia con un transformador de entrada con aislamien-

20.- to de alto voltaje en sus bobinados de modo que se aisle de manera adecuada la salida de la señal de entrada. El generador de energía 28 comprende también un rectificador puente convencional trifásico, de onda completa, y un filtro de salida que está proyectado para aportar la fluctua-

25.- ción mínima evitándo así dificultades para lograr el enfoque deseado de electrones. El generador de energía 28 es activado por una fuente adecuada de energía de corriente alterna trifásica (no mostrada).

30.- En la realización ilustrada, la salida del generador de energía 28 se conecta a través del dispositivo



de control de corriente 16 al cañón de electrones 12. A este respecto, el terminal de salida positivo del generador de energía 28 está conectada a tierra, y el terminal de salida negativo está conectado al dispositivo de control de corriente 16.

- 5.- El dispositivo de control de corriente ilustrado es un triodo al vacío 16, que comprende un cátodo calentado directamente 30, un ánodo 32 y un elemento de control por rejilla 20. El cátodo 30 es calentado por medio
- 10.- de un transformador de filamento 34 adecuado provisto con aislamiento de alto voltaje en su arrollamiento primario 36 y en su arrollamiento secundario 38. A este respecto, el arrollamiento primario 36 y el transformador de filamento 34 están conectados a una fuente adecuada 39 de corriente
- 15.- alterna. El segundo arrollamiento 38 está provisto de una derivación central 40 y está conectado al cátodo 30. Además, entre los extremos del arrollamiento secundario 38 y la derivación central 40 hay acoplados un par de condensadores 42 y 44. El terminal negativo del generador de
- 20.- energía 28 está acoplado a la derivación central 40 del transformador de filamento 34 a través de una resistencia perceptora de corriente 46 (el propósito se describe posteriormente) y una resistencia de cátodo 48 aportadora de reacción negativa para impedir las oscilaciones del circui-
- 25.- to y ayudar a la desconexión del triodo.

- 30.- El ánodo 32 del triodo 16 está acoplado a través de un conductor 50 al cañón de electrones 12, que puede ser del tipo convencional. En la realización ilustrada, el cañón de electrones 12 estaba dispuesto en el horno adecuadamente puesto a tierra 14 y comprende un cátodo



- calentado directamente 54 y un ánodo acelerador puesto a tierra 56. El haz de electrones emitido por el cátodo 54 es acelerado por el potencial de aceleración establecido entre el cátodo 54 y el ánodo puesto a tierra 56 y es des-
- 5.- viado por un campo transversal producido por un electroíman 58 adecuadamente situado en la superficie de un material objetivo 60. El cátodo 54 es calentado por un transformador 62 de filamento adecuado provisto con un aislamiento de alto voltaje en sus arrollamientos. El arrollamiento primario 64 del transformador de filamento 62 está
- 10.- conectado a la red de ajuste de corriente 26 (que se describe con más detenimiento después) mientras que su segundo arrollamiento 66 está conectado al cátodo 54. El arrollamiento 66 comprende también una derivación central 68
- 15.- que está conectada al conductor 50 y de aquí al triodo 16. Además, un par de condensadores 70 y 72 están acoplados entre los extremos del arrollamiento secundario 66 y la derivación 68.
- Por consiguiente, se aporta un circuito en serie
- 20.- completo que se proyecta desde el terminal positivo a tierra del generador de energía 28, a través del terminal negativo, a través del triodo 16 y el conductor 50 y a través del haz de electrones emitido por el cátodo 54 al ánodo de aceleración puesto a tierra 56 y el material
- 25.- objetivo 60. El triodo 16 está así en relación eléctrica en serie con la corriente del haz de electrones y está controlado para limitar la intensidad de haz de electrones según se describe después. De manera alternativa, el triodo 16 puede estar conectado en otra posición en serie con
- 30.- el cañón, por ejemplo entre el terminal positivo del



generador de energía 28 y el lado positivo del cañón, estando el cátodo a potencial de tierra.

5.- Por lo general es conveniente impedir que se produzcan oscilaciones parásitas en el circuito, que puedan interferir la regulación. Esto se logra de manera conveniente empleando una resistencia de enrollamiento inductivo 76 conectado en serie con el ánodo 32 del triodo 16.

10.- El voltaje que se desarrolla a través del cañón de electrones 12, por lo general se mantiene con tacto, o regulado por medio de la utilización de la red de percepción de tensión 18. La función de regulación de tensión se efectúa conectando una red divisora de tensión 78 a través del cañón de electrones 12. El divisor de voltaje 78 comprende una primera resistencia 80 con un extremo conectado, entre el ánodo 32 del triodo 16 y el cátodo 54 del cañón de electrones 12. Una segunda resistencia 82 está conectada en serie al extremo opuesto de la primera resistencia 80 en un extremo y puesto a tierra su otro extremo, que es un punto de potencial eléctrico común con el ánodo 56 del cañón de electrones 12 y el generador de energía 28.

15.- Una proporción determinada previamente de tensión desarrollada a través del cañón de electrones 12, dependiendo de los valores relativos de las resistencias 80 y 82, aparece a través de la resistencia 82 y se equilibra con el voltaje de salida de una fuente de tensión de referencia ajustable 84 por medio de una red de comparación de tensión convencional 86. La tensión de diferencia se utiliza para mantener el nivel de tensión deseado a través del cañón de electrones 12. Así, el control o ajuste de

20.-

25.-

30.-



la tensión del cañón de electrones se obtiene variando la salida de la fuente de tensión de referencia ajustable 84.

- La señal de tensión de diferencia, que está relacionada con la señal de salida aportada por el triodo
- 5.- 16, es hecha retroceder a la rejilla 20 del triodo 16 para obtener la regulación de voltaje deseada. A este respecto, el voltaje de diferencia es amplificado por medio de un amplificador 88 conectado a la salida de comparación de voltaje 86. La señal amplificada es convertida en
- 10.- una señal de corriente alterna por medio de un convertidor convencional de corriente continua a corriente alterna 90 conectado a la salida del amplificador 88 y se aplica a través del arrollamiento primario 92 de un transformador de aislamiento 94 provisto con aislamiento de alta tensión
- 15.- en sus arrollamientos. La señal producida en el arrollamiento secundario 96 del transformador 94 es suministrada a un convertidor convencional de corriente alterna en corriente continua 98 conectado a través del arrollamiento secundario 96. La señal de corriente continua resultante
- 20.- se suministra entonces a través de un conductor 100 a un regulador de tensión en serie convencional 102, que tiene su salida acoplada a la rejilla 20 del triodo 16 a través de los medios interruptores normalmente encerrados 22.
- El regulador de voltaje en serie 102 es activado
- 25.- conectando su entrada a un primer generador de energía 104 aportador de potencial de polarización. A este respecto, el terminal de salida positivo del suministro de potencial de polarización 104 está conectado al regulador 102 a través de un conductor 106, mientras que su terminal negativo de salida está acoplado al terminal de salida nega-
- 30.-



- tivo del generador de energía 28. El primer generador de energía de potencial polarizador 104 también tiene su entrada conectada a la fuente de corriente alterna trifásica. Durante el funcionamiento normal del cañón de electrones, el terminal positivo del generador de potencial polarizador 104 está acoplado a la rejilla 20 del triodo 16 a través del regulador 102 y del medio interruptor normalmente cerrado 22. El regulador de voltaje 102 recibe la señal de realimentación del convertidor 98 y regula el voltaje positivo suministrado por el generador de potencial de polarización 104. Con preferencia, el regulador en serie 102 es de la variedad convencional de transistores provisto de los adecuados circuitos de fijación de amplitud y de prevención de oscilación para impedir que se produzcan impulsos altos de corriente resultantes de las perturbaciones transitorias de conmutación generadas por el disparo del medio interruptor 22. Durante el funcionamiento normal, la salida positiva del regulador 102 está acoplada a través del medio interruptor cerrado 22 a una resistencia de rejilla 108 conectada a la rejilla 20 del triodo 16 para mantener el triodo 16 en un estado altamente conductor. La resistencia de rejilla 108 se sitúa con preferencia cerrada relativamente a la rejilla 20 para ayudar a la supresión de las oscilaciones parásitas en el circuito.
- 25.- La rejilla 20 se acopla también a una resistencia 110 que cuando el flujo de corriente a través del triodo se eleva debido al desarrollo de un arco, efectúa la aplicación de un potencial de polarización negativo a la rejilla 20. La resistencia 110 tiene su salida conectada a la conexión de la salida del medio interruptor 22 y el



extremo uno la resistencia de rejilla 108, mientras que su entrada está conectada al terminal de salida negativo de un segundo generador de energía 112 que aporta potencial polarizador. Un segundo generador de energía 112 apor-

5.- tador de potencial polarizador tiene un terminal de salida positivo que está conectado al terminal de salida negativo del generador de energía 28 y tiene su entrada acoplada a la fuente de energía de corriente alterna. La salida del medio interruptor 22 es de más alto voltaje que

10.- la tensión en el extremo de salida de la resistencia 110 y así, cuando el medio interruptor 22 está cerrado, se aplica tensión positiva a la rejilla 20. Pero cuando se produce un estado de arco, que efectúa la abertura del medio interruptor 22 como se explica después, este potencial

15.- polarizador positivo ya no se aplica a la rejilla 20. En cambio, se aplica un potencial polarizador negativo del segundo generador 112 de potencial polarizador a través de la resistencia 110 haciendo al triodo 16 mucho menos conductor. Cuando el triodo 16 es hecho menos conductor,

20.- la corriente suministrada al cañón de electrones 12 es reducida, lo que impide automáticamente que se mantenga el arco en el cañón de electrones.

En general, la resistencia perceptora de corriente 46, que está conectada en serie al triodo 16 percibe o

25.- indica la corriente que pasa a través de sí misma desarrollando una tensión relacionada con la corriente. El circuito perceptor 24 está conectado a través de la resistencia perceptora de corriente 46 y recibe así esta señal de voltaje en sus terminales de entrada. El circuito perceptor

30.- 24 está ajustado para generar una señal eléctrica cuando



el voltaje a través de la resistencia perceptora 46 ascienda a un nivel seleccionado previamente. Dicha elevación de voltaje ocurre cuando se produce un arco en el cañón de electrones debido a un incremento en la corriente que se extrae a través del triodo 16. La señal del circuito perceptor está acoplada al medio interruptor 22 haciendo que este se abra, efectuando así la eliminación del potencial polarizador positivo del triodo 16 y haciendo que se aplique un potencial polarizador negativo a la rejilla 20, del generador 112 del potencial polarizador. Esto hace al triodo, 16 mucho menos conductor.

El circuito perceptor 24 es activado de manera adecuada por un tercer generador de potencial polarizador 113 que está acoplado a su entrada. A este respecto, el terminal de salida negativo del generador 113 del potencial polarizador está acoplado al terminal de salida negativo del generador de energía 28, mientras que el terminal de salida positivo del generador de potencial polarizador 113 está conectado al circuito perceptor 24 para suministrar a aquel energía de funcionamiento.

El circuito de percepción 24 está acoplado a un circuito de re arranque 114, así como al interruptor 22. El circuito de re arranque 114 está adaptado para efectuar el cierre del medio interruptor 22 después de que el medio citado ha sido abierto con la presencia de un voltaje excesivo a través de la resistencia 46. El circuito de re arranque 114 es disparado por el circuito perceptor 24 cuando este es activado. Después de un retardo de tiempo adecuado seleccionado previamente, el circuito de re arranque 114 aplica un impulso de señal al interruptor abierto



22 que efectúa el cierre del interruptor 22, permitiendo así que un potencial polarizador positivo vuelva a ser aplicado a la rejilla 20. Así, el triodo 16 se hace otra vez plenamente conductor y se reanuda el funcionamiento normal del suministro de energía.

5.-

Pueden ocurrir corrientes transitorias relativamente altas en la iniciación del arco resultante en el desarrollo de voltajes a través de la resistencia perceptora 46 excedentes en mucho de lo necesario para la respuesta del circuito perceptor adecuada. Para impedir daños al

10.-

circuito perceptor 24 por las tensiones transitorias excesivas, es conveniente aportar un circuitor limitador de voltaje 116 conectado a través de la resistencia perceptora 46. El circuito limitador 116 comprende una pluralidad

15.-

de diodos polarizados hacia delante 118, conectados en serie uno con otro a través de la resistencia 46. Los diodos 118 se muestran como rectificadores de silicio convencionales, aunque pueden utilizarse diodos de Zener si se dispone de los mismos con capacidad portadora de corriente adecuada. En la realización ilustrada se utilizan siete diodos.

20.-

El circuito limitador 116 comprende también un diodo polarizado inverso 120 conectado a través de los diodos 118. Ese diodo 120 protege a los diodos 118 de la discontinuidad en el caso de una señal transitoria inversa relativamente alta.

25.-

A la iniciación de un arco en el cañón de electrones, la caída de voltaje a través del cañón de electrones se acerca al nivel 0, por lo que todo el voltaje en esencia debe tender a aparecer a través del diodo 16.

30.-



Dicho resultado es completamente indeseable y por lo general se impide que se materialice por medio de un inductor 121 conectado en serie entre el ánodo 32 y el cátodo 54 del cañón de electrones. A este respecto, el inductor 121

5.- tiende a limitar la incidencia de crestas de tensión abruptas en el circuito incrementando el tiempo de elevación de la cresta de voltaje, es decir haciendo que la cresta se suavice sobre un intervalo de tiempo determinado por las características del inductor. Como resultado, el circuito limitador de corriente tiene tiempo para reaccionar

10.- reduciendo la corriente que se suministra al cañón de electrones 12 y detiene así el arco.

Durante el funcionamiento normal del sistema de horno de electrones de alto vacío, puede ocurrir de manera periódica la formación de arco entre los diversos elementos del cañón de haz de electrones y los conductores y los diversos elementos del horno. Aunque las condiciones precisas que producen el arco no está totalmente comprendidas, se cree que los puntos calientes locales producen un

15.- incremento en el nivel de la emisión termoiónica y la presencia de cantidades importantes de iones positivos en una región particular pueden contribuir a la formación de un arco. Cuando se produce la formación del arco, es necesario por lo general reducir de manera considerable la energía

20.- suministrada al cañón de haz de electrones y mantenerla a nivel reducido durante un período de cuatro décimas de segundo más, antes de que la energía pueda ser restablecida sin restablecimiento coincidente del arco. Se cree que este retraso permite que el gran número de iones en la región

25.- de la formación del arco se disipe a través del horno de

30.-



vació y permita enfriarse a las regiones que han sido calentadas a una alta temperatura y que pueden tener un alto nivel de emisión termoiónica. Un retardo de cuatro décimas de segundo o más, es considerable y puede contribuir a un nivel relativamente alto de ineficacia en el funcionamiento del horno y a la fluctuación en la energía entregada al material que se calienta. El último fenómeno puede tener un efecto perjudicial particular en el caso de las operaciones de depósito por vapores, ya que puede producir una variación intolerable en la velocidad de deposición de vapor.

Un arco puede describirse por lo general formado por dos fases: una fase incipiente que se manifiesta por una rápida elevación en la corriente al cañón de electrones y una fase de estado firme en la que la corriente se estabiliza en un punto en el que el arco pasa la energía máxima. Limitando la corriente a un nivel inferior a la fase de estado firme de corriente más alta, puede impedirse el daño, pero el arco continúa al nivel de corriente más bajo y puede elevarse al nivel de corriente más alto de fase firme, al cesar la limitación de corriente. Sin embargo, si el arco es debilitado en su fase incipiente, reduciendo la corriente del cañón de electrones lo suficiente, puede restablecerse la corriente de funcionamiento completo muy rápidamente, sin el restablecimiento correspondiente del arco. Aunque no se comprende totalmente, se cree que el restablecimiento rápido es posible porque se evita la amplia ionización de las partículas de vapor en la región del arco, o porque no ocurre un supercalentamiento local amplio de las superficies emisoras de electro-



nes o por ambas cosas.

- Con el fin de obtener el beneficio de la rápida conexión, según se ha mencionado con anterioridad, la corriente del cañón de electrones es reducida mientras que el arco es incipiente. Hasta que punto del estado firme debe producirse la reducción de corriente, en cambio, depende de las características del circuito particular y de los valores componentes, del grado de vacío en el horno de haz de electrones, cantidad y clase de vapores presentes alrededor del cañón de electrones y de la geometría particular del propio cañón de electrones y de la estructura del horno que rodea. Con los hornos de niveles de energía excedentes de 10 KW, si la corriente del cañón de electrones es reducida a menos de 15 milisegundos después de iniciarse un arco, es por lo general posible restablecer la corriente del cañón de electrones dentro de un espacio de 200 milisegundos sin restablecimiento coincidente del arco. Para muchas operaciones, es demasiado largo un retardo de 200 milisegundos, pero se puede conseguir un retardo más corto utilizando tiempos de reducción más cortos de 15 milisegundos, según se indica abajo.
- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-

- La experiencia indica que, para la mayoría de las configuraciones del sistema de horno que operan con energía de haz superior a 10 KW y corrientes de haz de 3 amperios, la corriente del cañón de electrones debe ser reducida a un nivel de corriente mínimo con el fin de debilitar el arco.
- 25.-

- El nivel requerido para el funcionamiento satisfactoria es por lo general menos de 2 amperios, y para una alta confiabilidad es preferible que sea reducido a menos
- 30.-



de un amperio. Se han obtenido resultados satisfactorios en grado sumo con una corriente de funcionamiento de 5 amperios cuando la corriente es reducida a menos del 5% de la corriente de régimen, aproximadamente a 0.1 amperios.

- 5.- En el último caso, y con un tiempo de reducción de 10 microsegundos es posible por lo general restablecer la corriente de cañón de electrones con mucha rapidez, en algunos casos con tanta como 100 microsegundos desde la reducción, sin el restablecimiento coincidente de un arco.
- 10.- Hay otra ventaja más en favor de la rápida desconexión de la corriente del cañón de electrones en el estado incipiente de un arco. Esta ventaja parte del hecho de que la presencia de un arco va acompañada por lo general de un alto nivel de transistores de radiofrecuencia (RF).
- 15.- El circuito de suministro de energía puede ser sensible a dichos transistores y pueden desarrollarse complicaciones durante su presencia. Se pueden incluir en el circuito eliminadores de radiofrecuencia en puntos adecuados para eliminar el efecto de los transistores de radiofrecuencia, pero esto conduce como es natural a un incremento en el coste del circuito. A causa de la reducción de los transistores de radiofrecuencia, debido al hecho de que los arcos son debilitados en su incipencia, el diseño de circuito se simplifica a este respecto.
- 20.-
- 25.- Según se ha mencionado con anterioridad, la corriente de haz de electrones emitida por un cañón de electrones 12 se ajusta por medio de la utilización de un red de ajuste de corriente 26. En relación con esto, la corriente suministrada al cañón de electrones 12 es percibida con preferencia por un receptor transductor 122, que está acopla-
- 30.-



do en serie entre el triodo 16 y el cañón de electrones 12. El transductor 122 puede comprender un amplificador magnético o un dispositivo de tipo de reactor saturable. Un amplificador de dispositivo de tipo de reactor saturable satisfactorio puede comprender un conductor individual que se proyecte a través de un par de núcleos toroidales cada uno con un arrollamiento de corriente alterna, estando conectados dichos arrollamientos en oposición.

- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-
- En la red de ajuste de corriente 26. la salida del arrollamiento de corriente alterna 126 del amplificador magnético 122 se compara con la salida de un medio de referencia de corriente ajustable 128 a través de una red de comparación de corriente convencional 130. La diferencia entre estas dos señales es amplificada por un amplificador convencional 132. La salida del amplificador 132 se aplica entonces a los terminales de entrada de un controlador de corriente de filamento 134. El controlador de corriente comprende por lo general una fuente de energía de corriente alterna (no mostrada) cuya salida está acoplada a través de un circuito discriminador rectificador controlado de silicio (no mostrado) al primario 64 del transformador de filamento 62. El rectificador controlado de silicio es activado cuando hay una diferencia suficiente entre la señal provista por el medio de referencia 128 y la corriente percibida por el amplificador magnético 122. Dicha condición produce un cambio en la corriente suministrada al arrollamiento primario 64 del transformador de filamento 62 del cañón, el cual controla el calentamiento del cátodo 54. Así, la corriente suministrada al cañón de electrones se mantiene a un nivel deseado. Este nivel de



calentamiento del cátodo 54 se ajusta de modo conveniente variando la salida del medio de referencia de corriente 128. Si se desea, puede utilizarse cualquier otro medio receptor de corriente adecuado tal como la velocidad de evaporación, temperaturas, objetivo, etc, en lugar del receptor transductor.

- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-

En la figura 2ª se ilustra un diagrama esquemático de circuito de una realización preferida del medio receptor 24, medio de rearranque 114 y medio interruptor 22. Para ayudar a la comprensión del circuito, se dará primero una breve descripción de su funcionamiento. La señal de corriente, que es percibida por la resistencia receptora de corriente 46, es acoplada a un circuito excitador 140, a través de un potenciómetro 142. Cuando la señal de corriente alcanza un nivel seleccionado previamente, según se determina por el ajuste del potenciómetro 142 y según se explica de manera más concreta abajo, el circuito de excitación 140 es disparado, aportando así un impulso de corriente a su salida. El impulso de corriente es amplificado por un amplificador 144 y es suministrado a un discriminador 145 de un rectificador controlado de silicio 146 para hacer que éste se encienda. Cuando el rectificador controlado de silicio 146 se enciende, se acopla a un condensador 147 (de aquí en adelante se mencionará como condensador desactivador) a través del arrollamiento primario 148 de un transformador de entrada 150. El condensador desactivador 147 que ha sido cargado previamente, se descarga a través del arrollamiento primario 148 y el impulso de corriente resultante es acoplado a través del arrollamiento secundario 152 del transformador 150 a un medio in-



- 5.- interruptor controlado discriminador 154 del medio interruptor 22. Como resultado, el medio interruptor 22 se hace no conductor y se interrumpe la corriente de funcionamiento al cañón de electrones 12. Al mismo tiempo, el impulso de corriente aportado por la descarga del condensador desactivador 147 a través del rectificador controlado de silicio conductor 146 activa al circuito de re arranque 114. Después de un período de tiempo determinado previamente, el circuito de re arranque 114, aplica un impulso de corriente a través del transformador de entrada 150 en una dirección opuesta a la provista por el circuito perceptor 24. La corriente en la dirección opuesta hace que el medio interruptor discriminador controlado no conductor 154 se haga conductor, es decir que el medio interruptor 22 se cierre y se suministra de nuevo corriente al cañón de electrones 12.
- 10.-
- 15.-

De modo más concreto, en la realización ilustrada, la resistencia perceptora de corriente 46 es acoplada al potenciómetro ajustable 142 a través de un diodo polarizado 164 y un filtro de entrada resistencia condensador 166. Se conecta un diodo de Zener 174 a través del potenciómetro 142 para proteger al circuito de excitación 142 de los transistores de alto voltaje.

20.-

La derivación del potenciómetro 142 está acoplada a la entrada del circuito de excitación 140 que, en la realización ilustrada es un circuito excitador de Schmitt convencional. Cuando el voltaje desarrollado en la derivación excede del voltaje de excitación del circuito de excitación 140, se genera un impulso de salida en la salida de éste. El impulso es amplificado por el amplificador 144

25.-

30.-



- que es un transistor conectado en un circuito seguidor emisor convencional. El impulso amplificado se acopla entonces al discriminador 145 del rectificador controlado de silicio 146 a través de una resistencia de acoplamiento 176 y un diodo de Zener 178. El diodo de Zener 178 impide que el rectificador controlado de silicio 146 se encienda hasta que el impulso exceda de una amplitud seleccionada previamente. El discriminador 145 es acoplado a través de una resistencia de polarización 180 al voltaje negativo provisto por el generador de energía 28. El cátodo 182 del rectificador controlado de silicio 146 también es conectado a la tensión negativa.
- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-
- El ánodo 184 del rectificador controlado de silicio 146 es polarizado acoplando el mismo a través de un diodo de polarización hasta delante 186 y una resistencia de caída de voltaje 188 a la salida positiva del generador de energía 104. Además, el condensador desactivador 147 y el arrollamiento primario 148 están ambos conectados en serie a través del circuito ánodo-cátodo del rectificador controlado de silicio 146. El condensador desactivador 147 es así cargado a través del diodo de bloqueo 186 mientras que el rectificador controlado de silicio 146 no es conductor. Al ejercerse el rectificador controlado de silicio 146, el condensador desactivador 147 descarga a través del arrollamiento primario 148, El rectificador controlado de silicio 146 permanece en su estado, conductor hasta que la corriente que fluye a través de su circuito ánodo-cátodo es inferior a su corriente de retención y la señal del amplificador 144 ha desaparecido.
- El circuito de rearmado 114 está adaptado para



ser activado por la descarga del condensador desactivador 147. El circuito de rearranque 114 suministra una corriente continua en general de pulsación a través del arrollamiento primario 148 en una dirección opuesta a la aplicada por el condensador desactivador 147.

- 5.- El circuito de rearranque 114 está acoplado al generador de energía 104 a través de la resistencia de caída de voltaje 188, y comprende un interruptor semiconductor 196 que en la realización ilustrada comprende un semiconductor de silicio de dos terminales y cuatro capas, conocido por lo común como tiristor de diodo. El interruptor semiconductor 196 es conectado por un voltaje a través de sus terminales excedente del voltaje de conmutación o de distribución y es desconectado por una reducción en el flujo de corriente a través del dispositivo a un valor inferior a su corriente de recepción. El ánodo 198 del interruptor semiconductor 196 está conectado a través de una resistencia en serie con bobina de voltímetro 200 y un reostato 192 a la resistencia de caída de voltaje 188. El cátodo 202 del interruptor semiconductor 196 está acoplado al arrollamiento primario 148 y al condensador desactivador 147. Un condensador excitador 204 está conectado a través del interruptor semiconductor 196 conectado en serie a la resistencia en serie con bobina de voltímetro 200 y al arrollamiento primario 148.

- 10.-
15.-
20.-
25.-
30.- Como el condensador 204 está conectado al generador de energía 104, el voltaje a través de aquél excede al voltaje de disyunción del interruptor semiconductor 196. El condensador 204 es cargado continuamente por el generador de energía 104, y cuando el interruptor semiconductor



- 196 es hecho conductor, el condensador 204 descarga a través del interruptor 196. El interruptor semiconductor 196 se hace no conductor cuando la corriente suministrada por la descarga del condensador 204 se reduce a un nivel inferior a su corriente de retención. El tiempo constante de carga del condensador 204 se ajusta regulando el reostato 192. Por consiguiente, en la realización ilustrada se aplica continuamente una señal en general de diente de sierra con una frecuencia determinada previamente, a través del arrollamiento primario 148 en una dirección opuesta a la provista por el medio receptor 24. Además, se acopla de modo preferente un condensador de desvío de alta frecuencia 206 a través del interruptor 196 para impedir la conexión inadvertida como resultado de los transitorios de conmutación. Un diodo de Zener 208 está conectado a través de la entrada del circuito de rearmado 114, según se muestra, para aportar una tensión constante a través del circuito y un diodo de bloqueo 210 está conectado a través del condensador de excitación 204.
- 20.- Cuando el rectificador controlado de silicio 146 se enciende la carga almacenada en el condensador desactivador 147 aplica una tensión alta negativa al cátodo 202 del interruptor semiconductor 196. Esto hace que el interruptor 196 se conecte y descargue el condensador 204. La resistencia en serie con bobina de voltímetro 200, sin embargo, reduce esta corriente de forma que su efecto sobre el impulso de corriente producido por el condensador desactivador 147 es mínimo. Como resultado de esta descarga prematura del condensador 204, la modalidad normal de la forma de onda en diente de sierra que se aplica a
- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 25.-
- 30.-



través del arrollamiento primario 148 se interrumpe, y se inicia de manera instantánea un nuevo ciclo debido a la conexión del interruptor 196. El impulso de diente de sierra siguiente suministrado por el circuito de reárranque 114 al arrollamiento primario 148 reárranca al cañón de electrones 12 ya que está en una dirección opuesta a la suministrada por el condensador desactivador 147.

- 5.-
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- 25.-
- 30.-
- Para resumir realmente el funcionamiento de los circuitos de percepción y, reárranque, el condensador de excitación 204 junto con el interruptor semiconductor 196 es activado por el generador de energía 104 y aplica en forma continua una forma de onda en diente de sierra a través del arrollamiento primario 148. Cuando se aplica un impulso de corriente al discriminador 145 del rectificador controlado de silicio 146 haciendo que se encienda, el condensador desactivador 147 anteriormente cargado, descarga a través del rectificador controlado de silicio 146 y suministra un impulso a través del primario 148 en una dirección desde "a" a "b". Al mismo tiempo, el lado cargado negativo del condensador desactivador 147 aplica una tensión negativa alta al interruptor semiconductor 196, haciendo que se encienda e iniciando así el reárranque de la forma de onda en diente de sierra que se aplica a través del arrollamiento primario 148. Después de un intervalo de tiempo determinado previamente, la carga del condensador excitador 204 es suficiente para hacer que el interruptor semiconductor 196 establezca el circuito pulsando así al primario 148 en una dirección de "b" a "a".

La señal de reárranque no solo se emplea para reárrancar el cañón de electrones después que es activado



- por el medio perceptor 24, sino que se emplea también para hacer al medio interruptor 22 conductor cuando se aplica primero energía al circuito. La señal de re arranque suministrada por el circuito de re arranque 114 es acoplada
- 5.- por el par de arrollamiento secundarios 152 a través de los circuitos eliminadores de sobretensión de transformador 212 a los discriminadores 214 de los dos interruptores controlados por discriminador 154. Esta señal conecta los rectificadores controlados por discriminador 154 o los
- 10.- hace conductores, acoplando así el regulador de voltaje 102 a la resistencia de potencial polarizador 108. Como resultado, se aplica un potencial polarizador positivo a la rejilla 20 del triodo 16 y se incrementa la energía de funcionamiento al cañón de electrones 12.
- 15.- En la realización ilustrada se utiliza un par de interruptores controlados por discriminador 154 y están conectados en serie uno con otro entre un conductor de entrada 216, conectado al regulador de voltaje 102 y un conductor de salida 218 conectado a la resistencia de potencial
- 20.- polarizador 108 ya que el régimen de tensión de un dispositivo individual puede ser insuficientemente alto para ciertas aplicaciones. Los interruptores 154 comprenden con preferencia rectificadores controlados de discriminador de silicio, cada uno de los cuales tiene un discriminador 214,
- 25.- un cátodo 220 y un ánodo 222.
- Un par de resistencias de discriminador 224 y 226 está acopladas respectivamente a través de la conexión discriminador-cátodo de cada rectificador controlado de discriminador de silicio 154. El potencial polarizador
- 30.- para el cátodo 220 del rectificador controlado de discrimi-



minador de silicio 154 superior y para el ánodo 222 del
rectificador controlado de discriminador de silicio infe-
rior 154 es aportado por la resistencia de potencial pola-
rizador 228 y 230, conectados en serie entre los conducto-
res de entrada y salida 216 y 218. La conexión entre las
resistencias conectadas en serie 228 y 230, es acoplado
al enlace entre el cátodo 220 del rectificador 154 superior
y el ánodo 222 del rectificador 154 inferior. Además; se
conecta con preferencia una red de supresión transitoria
232 a través de las resistencias de potencial, polarizador
228 y 230 para proteger a los rectificadores 154. El me-
dio interruptor 22 comprende además un par de resistencias
de entrada 234 y 236 conectados a través de los arrolla-
mientos primarios 148.

La desconexión de los rectificadores controlados
de discriminador de silicio 154, según se ha mencionado
antes, se efectúa acoplando un impulso desde el condensa-
dor receptor 147 a través del transformador 150 en una
dirección desde "a" a "b". Esta señal hace que los dis-
crimnadores 214 de los rectificadores controlados de
discriminador de silicio 154 se hagan negativos con respec-
to a los cátodos 220. Como resultado, los rectificadores
154 son hechos no conductores hasta que se aplica una se-
ñal desde el circuito de arranque 114 a sus discriminadores
214 haciendo que se hagan conductores, según se ha expli-
cado anteriormente.

El circuito ilustrado puede ser diseñado para
alcanzar tiempos de reducción de corriente según se ha des-
crito con anterioridad por medio de la selección apropiada
de los valores componentes, tal como se dan en el ejemplo



establecido abajo. El potenciómetro 142 es ajustado de forma que el nivel de tensión al que el circuito excitador de Schmitt 140 se encienda corresponda a una elevación de corriente suficiente para indicar que se está desarrollando un arco. Este nivel de corriente se selecciona previamente para que esté por debajo del nivel de corriente en un arco en estado firme, para un funcionamiento de cañón normalmente a 5 amperios, siendo un nivel de excitación satisfactorio de 5'3 a 5'5 amperios aproximadamente. Por lo general no es necesario disminuir el nivel de excitación aun trabajando a 3 o 4 amperios, ya que el tiempo de elevación de corriente al nivel de excitación es normalmente menor de un microsegundo.

Consultando la figura 3ª pueden observarse las características generales de trabajo del circuito ilustrado. La figura 3ª indica la variación de tensión a través del cañón de electrones contra la corriente disponible en el cañón de electrones. El voltaje en A representa el circuito abierto o voltaje sin carga del generador de energía 28. La línea A-B representa la regulación de la tensión característica, del generador de energía 28 más la caída a través del triodo, 16 con potencial polarizador de voltaje positivo constante aplicado a la rejilla 20. La línea C-D representa el voltaje real regulado visto por el cañón de electrones. La inclinación de la línea C-D es reducida con respecto a la línea A-B por el circuito regulador incluyendo el regulador de voltaje 102. El punto D representa el punto de corte de reducción de corriente. Este es el punto en el que el cañón de electrones extrae la máxima cantidad de corriente permitida a través del sistema de



- control del triodo. El nivel de corriente máximo se establece previamente en el medio perceptor de corriente 24 y cuando se excede, el circuito actúa según se ha descrito arriba reduciendo la corriente a lo largo de la línea de guiones D-E al punto E. El punto E según se ha mencionado antes es, con preferencia, menor de un amperio. La corriente de trabajo puede ser aproximadamente el 90% del punto de corte D.
- 5.-
- Con referencia a continuación a la figura 4ª
- 10.- el funcionamiento del circuito puede ser observado comparando la corriente en el cañón de electrones con el tiempo. Durante el intervalo $t_0 - t_1$, el cañón está funcionando normalmente a la corriente de trabajo I_0 . En el momento t_1 se empieza a desarrollar un arco y la corriente aumenta
- 15.- muy rápidamente, de manera típica, en el grado de 10 a 100 amperios por microsegundo. El intervalo de tiempo $t_1 - t_2$ es por lo tanto muy pequeño, característicamente sólo una fracción de un microsegundo. Cuando la corriente alcanza el nivel de excitación representado por I_t en el momento t_2 , el medio perceptor de corriente 24 reacciona y hace que el medio interruptor 22 se abra. El retraso de tiempo implícito en esto está representado por el intervalo $t_2 - t_3$, y los intervalos entre 10 y 500 microsegundos son fácilmente alcanzables. Una vez que el medio interruptor 22 se ha abierto, y el potencial polarizado inverso consiguiente de la rejilla 20 en el triodo 16 ha ocurrido, la corriente cae con rapidez al nivel mínimo I_m
- 20.- dentro del intervalo de tiempo $t_3 - t_4$. Según se ha mencionado con anterioridad, el nivel de corriente mínimo I_m
- 25.- es con preferencia menor de 1 amperio, y se han obtenido
- 30.-



resultados satisfactorios en sumo grado con 0'1 amperios.

- Según se ha señalado anteriormente, cuando el intervalo de tiempo t_1-t_4 se hace lo suficientemente corto, puede ser hecho considerablemente más corto que las 4 décimas de segundo típicamente requeridas para el restablecimiento de la energía después de que se ha permitido que se desarrolle un arco en estado firme. El intervalo t_1-t_2 , al ser solamente una fracción de microsegundo, puede ser ignorado prácticamente. Por consiguiente, los componentes de circuito están seleccionados para mantener el intervalo de tiempo t_2-t_4 dentro de las limitaciones anteriormente establecidas.
- En el tiempo t_5 el circuito de re arranque 114 cierra el medio interruptor 122 y la corriente sube al valor I_0 , restableciendo la plena energía al cañón de electrones según indican las líneas sólidas de la figura 4ª. De modo ocasional, las condiciones de arco pueden no haberse disipado por completo en el tiempo t_5 y como resultado, la corriente continúa elevándose pasado el nivel de I_0 , según indica la línea de puntos. Si esto ocurre, el medio perceptor de corriente 24 de nuevo producirá una reducción de corriente y el intervalo de tiempo t_5-t_7 corresponderá en general al intervalo de tiempo t_1-t_4 . El circuito de re arranque continuará para reducir la corriente en intervalos t_5-t_8 hasta que la condición de arco se haya disipado.
- El intervalo, según se ha mencionado arriba, puede ser hecho muy corto debido a la rápida operación de reducción del circuito. En la práctica, el valor posible mínimo no está seleccionado, ya que contra más corto es el intervalo de reducción, mayores son las posibilidades de



que la condición de arco no se haya disipado y el circuito reduzca energía de nuevo. En cambio, el intervalo t_4-t_5 es seleccionado, para poner al máximo la entrada de energía en el objeto que se calienta en el crisol en el

- 5.- cañón de electrones. De manera típica, este intervalo de tiempo, aproximadamente de 30 a 50 milisegundos, depende de las condiciones de trabajo. Las constantes de tiempo del circuito de rearmado son comprobadas ajustando el potenciómetro 192 de forma que el tiempo de carga del condensador 204 mande al intervalo t_4-t_5 . Tan pronto como el condensador está cargado, un impulso en el arrollamiento primario 148 hará girar en redondo a los interruptores controlados por discriminador para restablecer la corriente al cañón de electrones. El intervalo de tiempo t_5-t_6 es típicamente muy corto, siendo del orden de menos de un microsegundo. El tiempo de retardo del arrollamiento primario 148 y los interruptores controlados por discriminador 154 también deben ser considerados al reglar el intervalo de tiempo t_4-t_5 .

20.- Se ha logrado el funcionamiento satisfactorio bajo condiciones de producción, de conformidad con los criterios antecedentes utilizando un circuito del tipo ilustrado y con los siguientes tipos y valores componentes:

25.-	Resistencias:	46	-	1	Ohm
		48	-	5	Ohms
		76	-	50	"
		108	-	10	"
		110	-	2'5	K
		142	-	650	Ohms
30.-		166	-	51	"



1500

		176	-	390	Ohms
		180	-	1	K
		188	-	100	K
		192	-	300	K
5.-		200	-	10	Ohms
		224	-	100	"
		226	-	100	"
		228	-	100	K
		230	-	100	K
10.-		234	-	100	Ohms
		236	-	100	"
	CONDENSADORES	42	-	0'005	μ f
		44	-	0'005	μ f
		147	-	0'47	μ f
15.-		204	-	0'1	μ f
		206	-	0'01	μ f
	TRIODO	16	-	nº ML 6426 P	
	TRANSISTORES	TODOS	-	G.E. 7A-32	
	INDUCTORES	76	-	100 vueltas en 50'8 mm.	
20.-				de diámetro alambre. nº 14.	
		121	-	406'4 mm. de largo,	
				76'2 mm de diámetro	
				alambre nº 14 con doble	
				factor de espacio.	
25.-	TRANSFORMADORES	34	-	8 V	
		62	-	17 V	
		150	-	Pulse Engineering nº 5258	
	TRANSDUCTOR	122	-	Transductor de corriente	
				de baja inductancia.0 a	
30.-				5 amperios.	



	DIODOS	118	-	IN1191
		120	-	IN1191
		164	-	Diodos Inc.SD-2
		186	-	Diodos Inc.SD-2
5.-		210	-	Diodos Inc.SD-2
		en 212	-	Motorola MR 1337-2
	DIODOS DE ZENER	174	-	Diodos Inc. ZD-6,2B
		178	-	Diodos Inc. ZD-6,2B
		208	-	Diodos Inc. ZD-56B
10.-		en 212	-	Diodos Inc. ZD-6'2B
	TIRISTOR	196	-	Clevite 4E40-28
	RECTIFICADOR CON- TROLADO	146	-	Motorola MCR-160'-3
	INTERRUPTORES CON- TROLADOS; POR DIS- CRIMINADOR	154	-	Texas Instruments TIC-15
15.-				

Así, se ha aportado un nuevo y mejorado método y aparato que regula la tensión desarrollada a través del cañón de electrones, y permite que la corriente sea ajustada de manera selectiva entre límites seleccionados previamente y regulada a los niveles deseados. Al mismo tiempo, se aporta una característica protectora para reducir la corriente suministrada al cañón de electrones para evitar que se produzcan efectos perjudiciales que puedan ocurrir debido a la formación de arco, y para facilitar el rápido restablecimiento de la energía, además, el generador de energía es adaptable para activar una pluralidad de cañones de electrodos conectados en paralelo y limitar la corriente suministrada a un cañón particular durante la formación de arco, sin afectar a la corriente suministrada a los otros cañones.

20.-

25.-

30.-



N O T A

En resumen, la presente solicitud recaerá sobre las siguientes reivindicaciones.

- 1ª.- Método y aparato para regular la energía
- 5.- suministrada a uno o más cañones electrónicos, empleado en un sistema de horno de haz de electrones, en el que la corriente del cañón es susceptible de elevarse rápidamente desde un nivel de operación al producirse un arco, caracterizado por comprender la percepción de una elevación
- 10.- en la corriente suministrada al cañón de electrones a un nivel de circuito excitador, la reducción de la corriente suministrada a un nivel suficiente para debilitar el arco dentro de un período de tiempo menor de 15 milisegundos desde el momento en que la corriente alcanza el nivel de
- 15.- circuito excitador y a continuación, el restablecimiento de la corriente al cañón de electrones.
- 2ª.- Método y aparato para regular la energía suministrada a uno o más cañones electrónicos, según la reivindicación primera, caracterizado porque el nivel de
- 20.- circuito excitador es tres veces menor que el nivel de funcionamiento.
- 3ª.- Método y aparato para regular la energía suministrada a uno o más cañones electrónicos, según la reivindicación primera, caracterizado porque el flujo de
- 25.- corriente al cañón de haz de electrones es reducido dentro de un período de tiempo que es menor de 100 microsegundos, y en el que el flujo de corriente al cañón de haz de electrones es restablecido a su nivel original en menos de 10 milisegundos.
- 30.- 4ª.- Método y aparato para regular la energía



1962

suministrada a uno o más cañones electrónicos, según la reivindicación primera, caracterizado porque el flujo de corriente a un cañón de haz de electrones es reducido dentro de un período de tiempo que es del orden de 10 microsegundos y en el que el flujo de corriente al cañón de haz de electrones es restablecido a su nivel original en menos de un milisegundo.

5.-

5ª.- Método y aparato para regular la energía suministrada a uno o más cañones electrónicos, según las reivindicaciones primera a cuarta, en el que la corriente del cañón es susceptible de elevarse rápidamente desde un nivel de funcionamiento al producirse un arco, caracterizado por comprender medios para percibir una elevación en la corriente suministrada al cañón de electrones a un nivel de circuito excitador, medios acoplados al medio de percepción para reducir el flujo de la corriente al cañón de electrones a un nivel suficiente para debilitar el arco dentro de un período de tiempo que es menor de 15 milisegundos a partir del momento en que la corriente alcanza el nivel excitador y medios para establecer a continuación la corriente al cañón de electrones.

10.-

15.-

20.-

6ª.- Método y aparato para regular la energía suministrada a uno o más cañones electrónicos, según la reivindicación quinta, caracterizado porque los medios de reducción de corriente están adaptados para conectar el cátodo para reducir electrones que incluye el cañón de electrones a una fuente de corriente continua negativa.

25.-

7ª.- Método y aparato para regular la energía suministrada a uno o más cañones electrónicos, según la reivindicación sexta, caracterizado porque los medios de

30.-

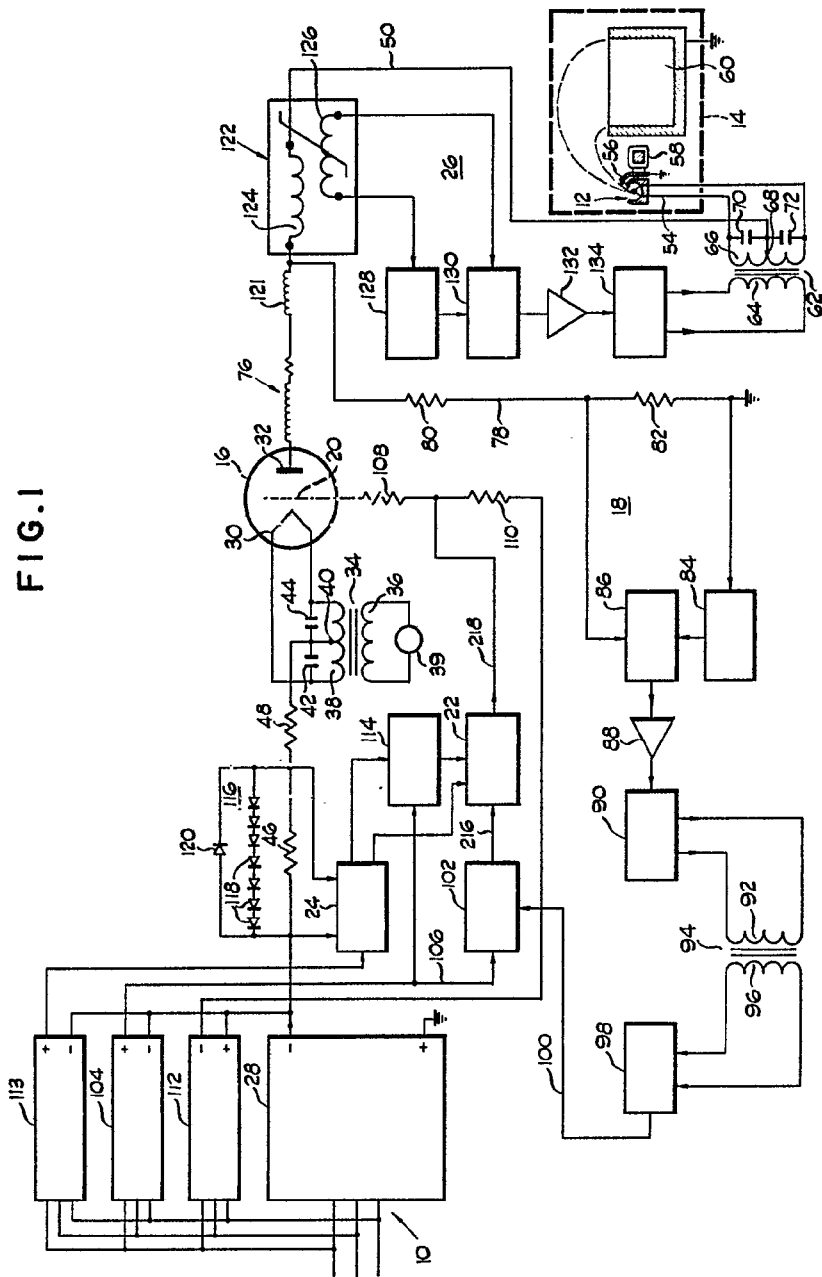


reducción de corriente comprenden un triodo con su ánodo conectado al cátodo del cañón de haz de electrones.

8ª.- METODO Y APARATO PARA REGULAR LA ENERGIA SUMINISTRADA A UNO O MAS CAÑONES ELECTRONICOS.

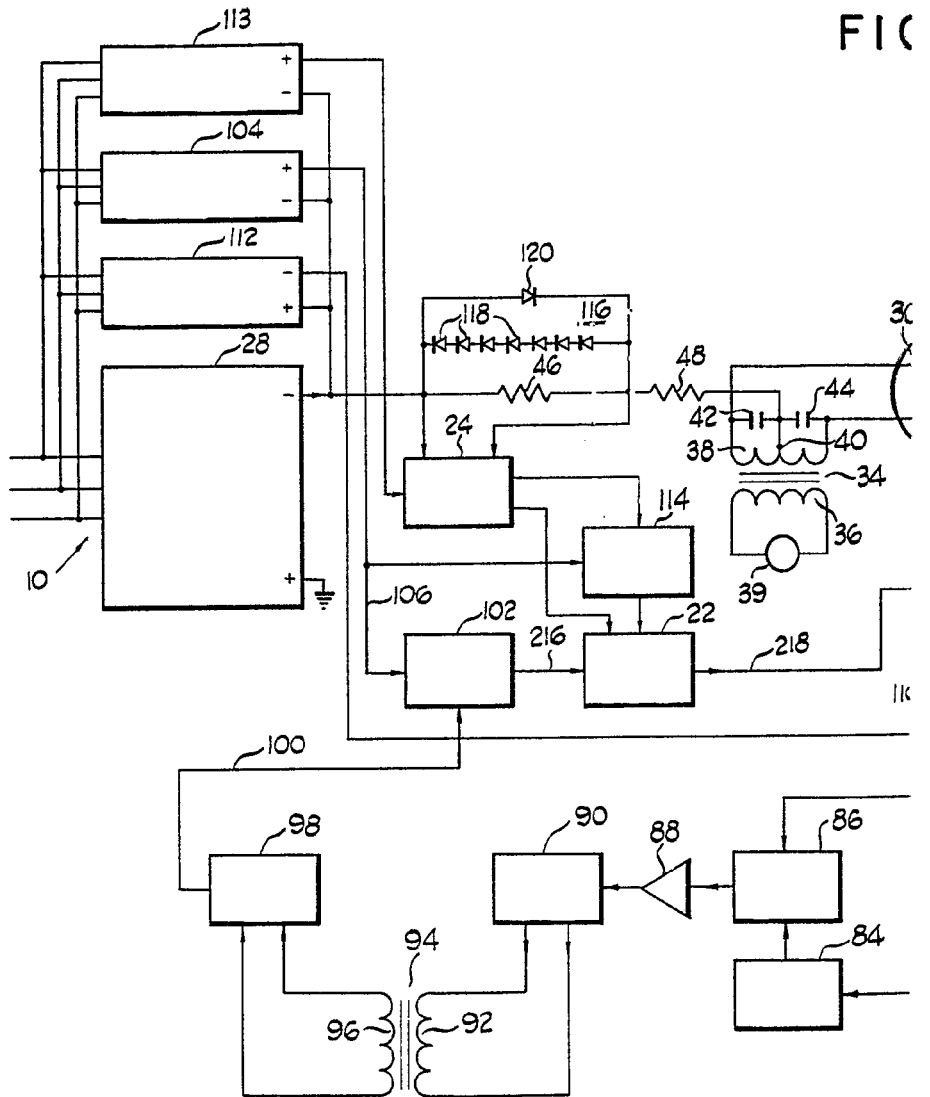
Según se describe en la presente memoria que consta de treinta y ocho folios mecanografiados por una sola cara y dibujos.

Madrid, 3 de mayo de 1968



No. 2,811,111
 3 MAY 1958

FIG



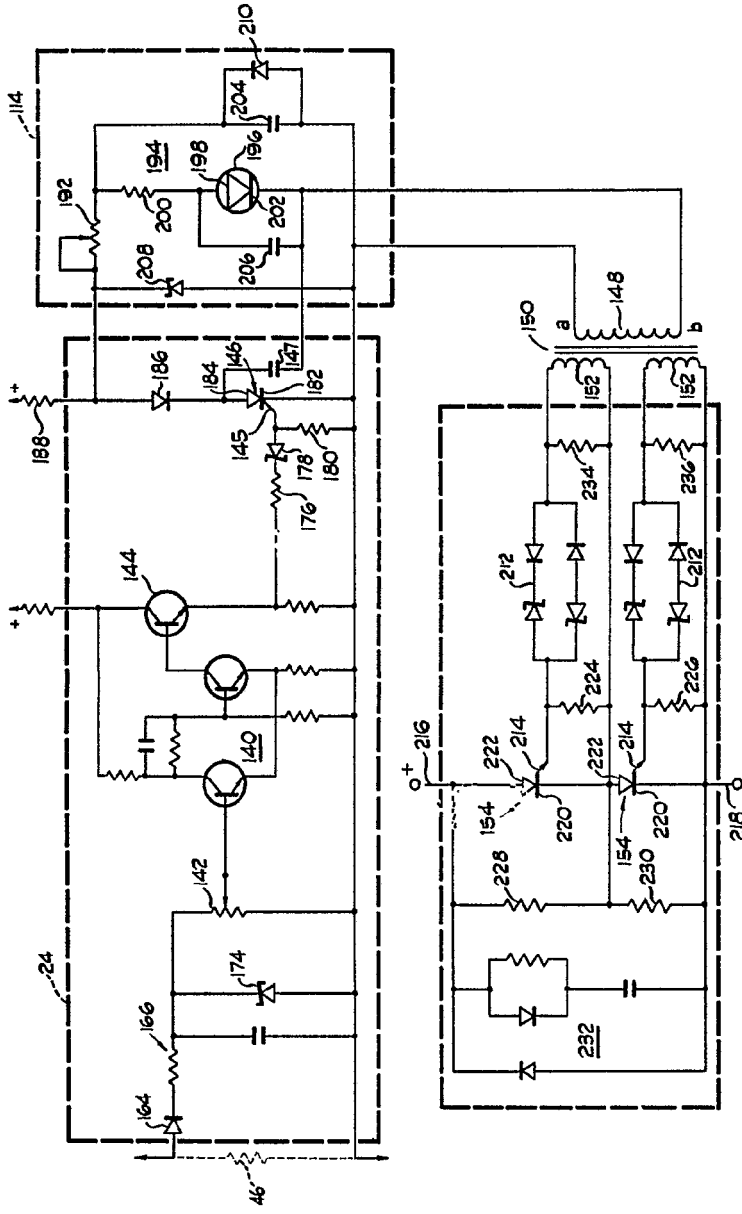


FIG. 2

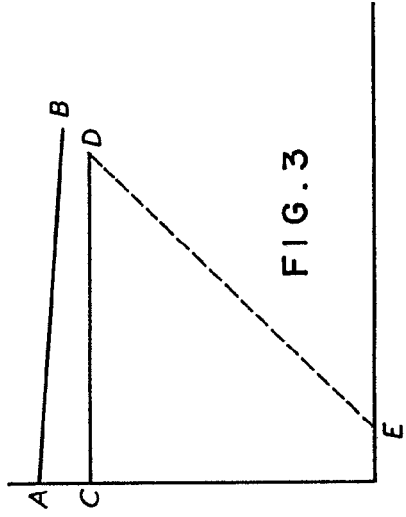


FIG. 3

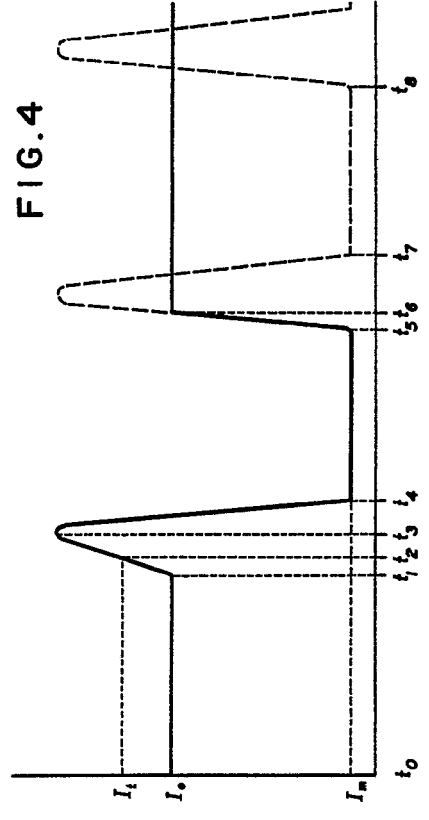


FIG. 4

Handwritten notes and a signature at the top right of the page.

FIG. 2

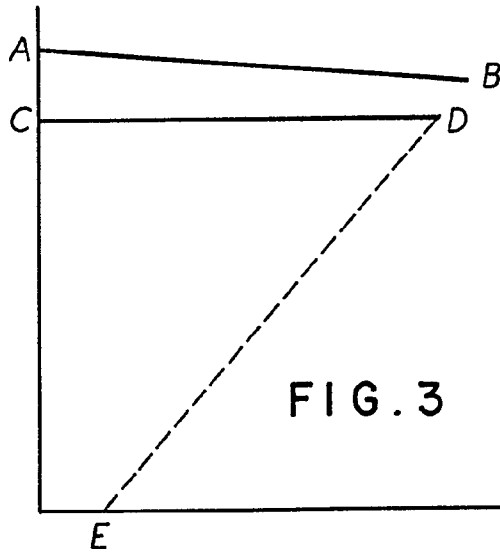
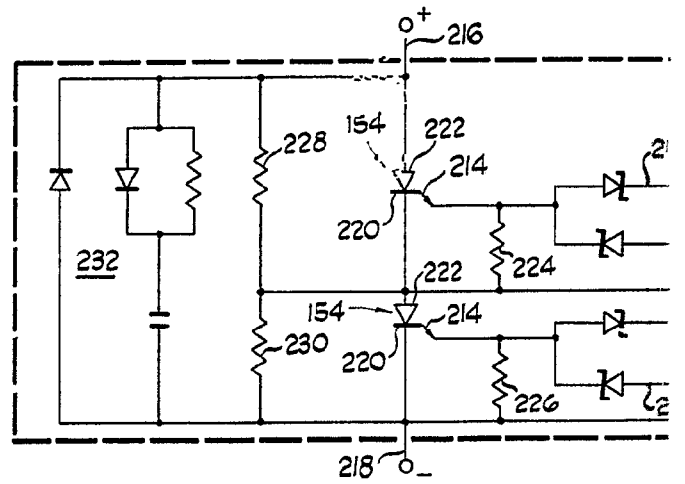
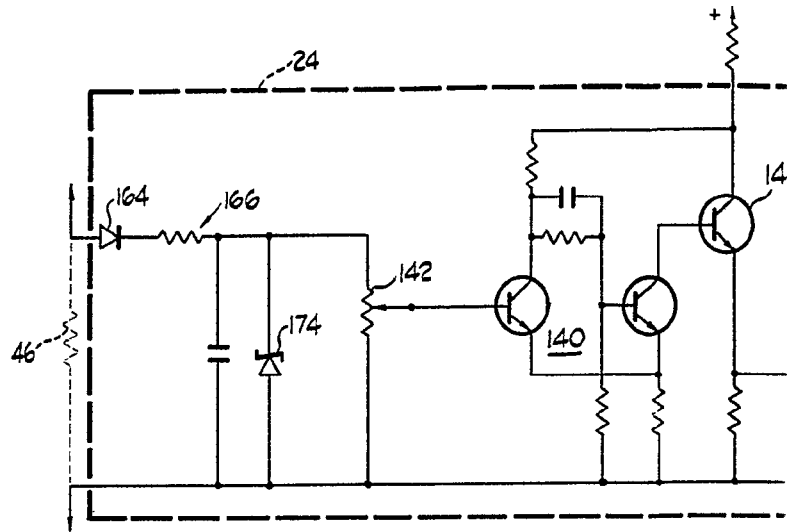
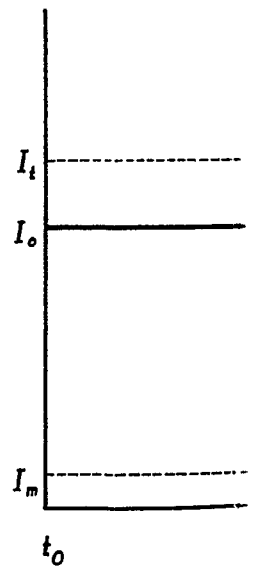


FIG. 3



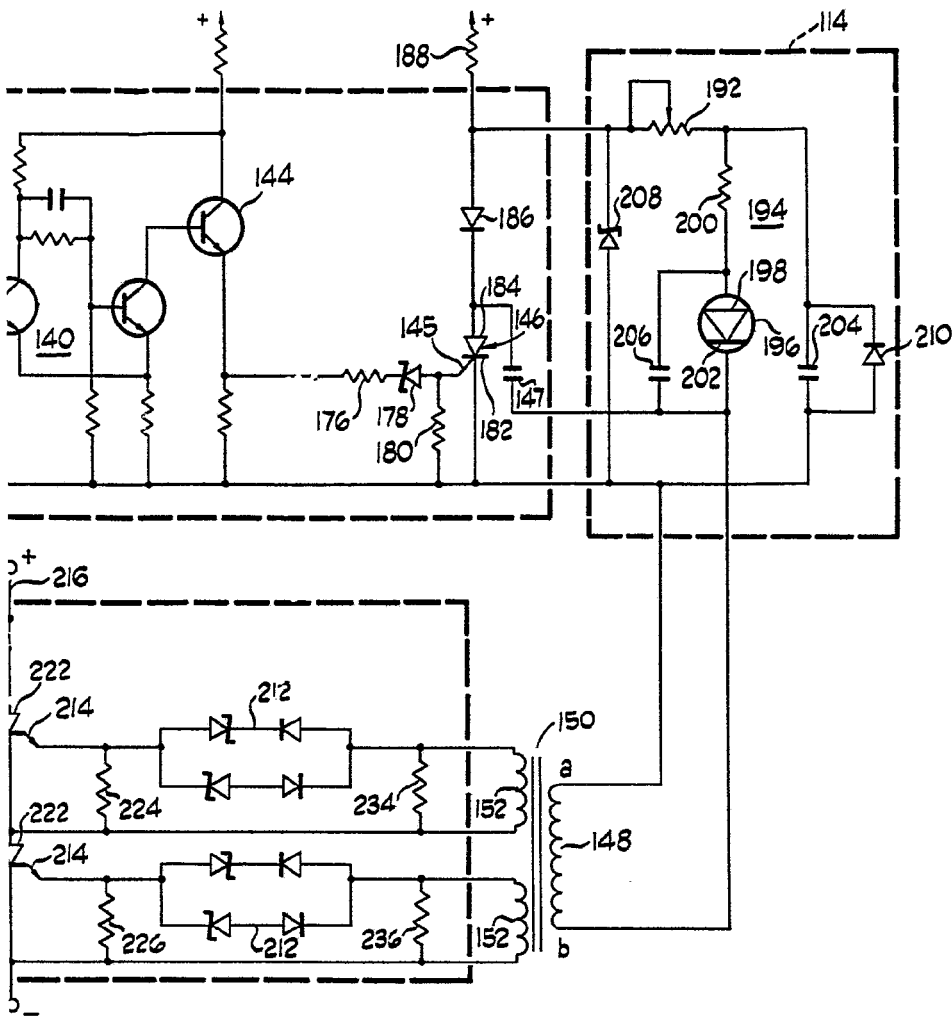
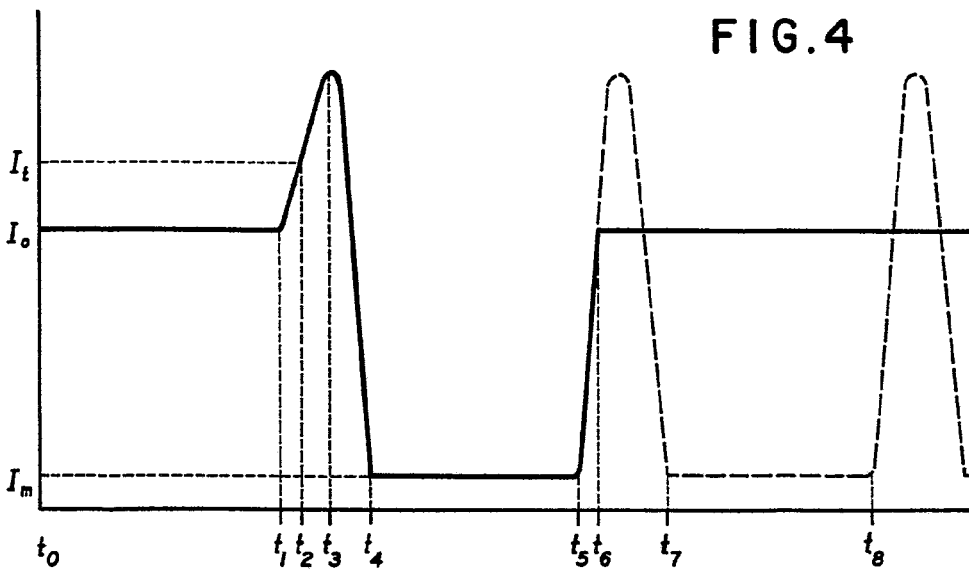


FIG. 4



[Handwritten signature and notes]