

413621



P. - 53.969

W. E. Case 43.516

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados Uni-
dos de América

por "UN APARATO PARA CALENTAR UN UTEN-
SILIO DE COCINA ELECTRICAMENTE CON-
DUCTOR POR INDUCCION MAGNETICA"
(Clase Internacional F24c)



Esta invención está relacionada generalmente con aparatos para cocinar y, más particularmente, con aparatos para cocinar que utilizan calentamiento por inducción.

5 El principio del calentamiento por inducción es conocido desde hace mucho tiempo, y ha encontrado un uso extensivo principalmente en la industria. Sin embargo, los intentos para aplicar el mismo principio al campo de la preparación de alimentos ha tropezado con problemas tales como los relacionados con el tamaño, seguridad, conveniencia de control e interferencia por radiación, y como no se encuentran en la misma medida en campos de aplicación industrial.

10 El principal objeto de la invención es proporcionar un aparato para cocinar que está destinado al uso práctico del principio del calentamiento por inducción.

15 En consecuencia la invención reside en líneas generales en un aparato para calentar un utensilio para cocinar eléctricamente conductor por inducción magnética, caracterizado por medios de alimentación de corriente continua que incluyen líneas de corriente continua para suministrar corriente
20 continua; y por un oscilador que comprende unos medios de circuito de carga que incluyen un circuito resonante en serie que incluye una bobina de trabajo de inducción destinada a calentar el utensilio para cocinar eléctricamente conductor cuando está colocado en relación inductiva con la bobina, y medios
25 conmutadores accionados por una corriente derivada de la co-



5 corriente de oscilación en los medios de circuito de carga para conectar alternativamente las líneas de alimentación de corriente continua a los citados medios de circuito de carga con polaridad alternante a la frecuencia de resonancia del circuito en serie.

10 Más específicamente, la bobina de inducción de trabajo está en resonancia por medio de un condensador, y la combinación bobina - condensador está siempre excitada en resonancia con independencia de las características de la carga del utensilio de cocina. Poniendo la bobina en resonancia, el valor de los voltios - amperios de los medios conmutadores, siendo semiconductores, es reducido al mínimo y las pérdidas de conmutación se hacen despreciables. La corriente casi sinusoidal de la bobina de trabajo reduce
15 la interferencia de radiofrecuencia.

20 La tensión de entrada de corriente continua del sistema es controlada en respuesta a una referencia de control seleccionable y a una realimentación sensible a la corriente de carga así como sensible al Q , derivada del circuito de carga. Esto permite que la disposición opere sin daños con una carga de Q elevado, tal como ocurre cuando utensilios de cocina hechos de cobre o de aluminio son colocados sobre la bobina de trabajo o en ausencia de cualquier utensilio.

25 Hay dispuesta una carga simulada o artificial que impide que el circuito de control disminuya la tensión de ali-



mentación de corriente continua a un nivel tan bajo que detu-
viera al oscilador. La respuesta al Q del circuito resonante
reduce la corriente de la bobina en vez de solamente mantener
la constante para reducir la intensidad del campo magnético
para reducir los problemas de interferencia de radiación.
Una alimentación de circuito de arranque independiente facilita
arrancar de nuevo incluso con baja tensión de alimentación
de corriente continua.

Ahora se describirá una realización preferida de la
invención, a título de ejemplo solamente, con referencia a los
dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es un esquema de un sistema para cocinar
de calor por inducción que muestra una realización preferida
de la invención;

La Fig. 2 muestra la disposición física general de
los elementos de la cocina económica; y

La Fig. 3 es un esquema mostrando una conexión
alternativa para el transformador de realimentación.

El sistema de calentamiento por inducción de la Fig.
1 incluye una bobina de inducción de trabajo 10 que es parte
de un circuito resonante en serie 12 en el circuito de carga 14
de un oscilador de alta frecuencia 16 (por ejemplo, 27 KHz)
alimentado desde una fuente de alimentación de corriente con-
tinua 18 controlable. Además de la bobina de trabajo 10, el
circuito resonante en serie 12 incluye los condensadores 20 y



y 22 que están en resonancia con la bobina de trabajo.

La bobina de trabajo 10 forma parte de una cocina económica 17 que también incluye una placa de cocinar 24 convenientemente soportada (Fig. 2) hecha de material no magnético adecuado, por ejemplo, un vidrio cerámico, y sobre la cual descansa un utensilio 26 eléctricamente conductor y preferiblemente magnético, para el calentamiento del mismo por inducción electromagnética desde la bobina de trabajo 10, que está montada bajo la placa de cocinar 24. La bobina de trabajo 10 se muestra como una bobina plana, arrollada espiralmente, de espiras múltiples (por ejemplo 30 espiras) bobinada en espiral, que puede estar montada en la parte inferior de la placa de cocinar 24 ó puede estar soportada independientemente en relación fija con la placa de cocinar, por lo que los utensilios colocados en la placa de cocinar sobre la bobina de trabajo estarán estrechamente acoplados electromagnéticamente a la bobina para el calentamiento por inducción por ésta.

A título de ejemplo, la placa para cocinar de vidrio cerámico 24 puede tener un espesor de 5 milímetros aproximadamente. En la Fig. 2, la bobina de trabajo 10 se muestra soportada por una ménsula cerámica 27 asegurada al bastidor de la cocina 17.

El circuito de carga 14 también incluye un circuito de carga simulada 28 para asegurar que el oscilador tendrá



al menos una carga mínima predeterminada sobre él en el caso de una carga de Q elevado, por ejemplo, cuando un utensilio de cobre está acoplado inductivamente a la bobina de trabajo. La tensión de salida de corriente continua de la alimentación de corriente 18 y en consecuencia la corriente de salida del oscilador 16 está controlada por un circuito de control 30 en respuesta a las señales de referencia y realimentación. La señal de realimentación es derivada del circuito de carga 14 del oscilador.

El oscilador 16 se muestra como un oscilador del tipo de puente. Aunque el tipo de puente específicamente mostrado es un oscilador de medio puente, puede también emplearse un oscilador de puente completo y le serán de aplicación los mismos principios generales de operación. Más específicamente, de acuerdo con la invención, el oscilador 16 se muestra como un oscilador del tipo de puente, accionado por corriente, resonante en serie. El oscilador incluye un primer bloque conmutador 34 que tiene un circuito de alimentación conectado entre una barra colectora positiva de corriente continua 36 y un extremo 38 del circuito de carga 14. Un segundo bloque de conmutación 40 tiene un circuito de alimentación conectado entre el terminal 38 y la barra colectora negativa de corriente continua 42.

Los respectivos bloques conmutadores 34 y 40 están provistos de terminales de control 44 y 46 a través de los



5 cuales unas señales de excitación controlan la función con-
mutadora de los respectivos bloques. Cada uno de los blo-
ques conmutadores incluyen uno o más dispositivos conmu-
tadores semiconductores, preferiblemente transistores
10 como se muestra. Los dos transistores conectados en para-
lelo mostrados en cada bloque conmutador son el símbolo
de uno de cualquier pluralidad deseada de transistores, de-
pendiendo de las necesidades de corriente. A título de ejem-
plo, los transistores son montados como del tipo NPN con el cir-
15 cuito de alimentación a través de los mismos entre los elec-
trodos colector y emisor. Los circuitos de alimentación de
los transistores en cada bloque conmutador son colectivamente
el circuito de alimentación para el bloque.

15 Los electrodos de base o control de los transistores
del bloque 34 están conectados al terminal 44 de control del
bloque, mientras que los electrodos de base de los transisto-
res del bloque 40 están conectados al terminal 46, de control
del bloque. Los colectores de los transistores del bloque
conmutador 34 están conectados a la barra colectoras positiva
20 de corriente continua 36, mientras que sus emisores están
conectados a través de respectivas resistencias de emisores
a un conductor 47 y al terminal 38. Los colectores de los
transistores del bloque conmutador 34 están conectados a la
barra colectoras positiva de corriente continua 36, mientras
25 que sus emisores están conectados a través de respectivas



-4

resistencias de emisores a un conductor 47 y al terminal
38. Los colectores de los transistores del bloque conmutador 40 están conectados al terminal 38, mientras que sus emisores están conectados a través de respectivas resistencias de emisores a una línea 48 y a la barra colectora negativa de corriente continua 42.

Un circuito excitador de conmutador 50 para excitar los bloques conmutadores 34 y 40 incluye un transformador de corriente 52 que tiene un devanado o arrollamiento primario 54 acoplado a los devanados o arrollamientos secundarios 56 y 58. Las relaciones de polaridad de los devanados del transformador están indicadas por la convención de puntos que se explica por sí misma. El devanado primario 54 está conectado en serie con el circuito de carga 14, por lo que es excitado por la corriente de carga oscilante. Por lo tanto, las salidas de los secundarios 56 y 58 (desfasadas 180°) son corrientes derivadas del circuito de carga del oscilador. El devanado secundario 56 está conectado al terminal de control 44 del bloque conmutador 34 para proporcionar excitación a este bloque conmutador. Más específicamente, el extremo superior del devanado 56 está conectado a través de diodos 60 a los electrodos de base de los transistores en el bloque conmutador 34, mientras que el extremo inferior del devanado 56 está conectado a la línea 47 en los extremos inferiores de las resistencias de los emisores en el bloque conmutador 34. Por



lo tanto, el devanado 56 está conectado a través del circuito de entrada de control del bloque conmutador 34. De modo análogo, el devanado secundario 58 está conectado a través del circuito de entrada de control del bloque conmutador 40.

5 El oscilador 16 está provisto de un circuito de arranque 64 conectado a través del circuito de entrada de control del bloque conmutador 40. Incluye un condensador 66 en serie con una resistencia de carga 68 conectada a través de las barras colectoras de corriente continua 36 y 42, por lo
10 que el condensador es cargado a través de la resistencia. Un dispositivo interruptor de tensión 70, por ejemplo un diodo diac o Shockley, está conectado en serie con un diodo 72, entre el terminal de control 46 del bloque conmutador 40 y la unión 74 entre el condensador 66 y la resistencia 68. Un diodo 75
15 está conectado desde la unión 74 al extremo superior del circuito de potencia del bloque conmutador 40, esto es, a los electrodos colectores de los transistores en este bloque conmutador. La combinación condensador - resistencia - diodo Shockley forman un oscilador de relajación para disparar inicialmente el oscilador 16.
20

El oscilador 16 opera desde la situación de reposo como sigue. En la situación de reposo, los dos bloques conmutadores 34 y 40 están DESCONECTADOS. Cuando inicialmente es aplicada corriente a las barras colectoras de corriente continua 36 y 42, los condensadores 20 y 22 toman una carga, y
25



5 el condensador 66 se carga a través de la resistencia 68
hasta que se alcanza la tensión de perforación o ruptura
del diodo Shockley 70 y el diodo corta. Esto aplica un impulso
al terminal de control 46 del bloque conmutador 40, poniendo
10 en conducción a los transistores de este bloque conmutador.
La corriente de carga comienza, y es impulsada a través de
los condensadores 20 y 22, pasando a través de la bobina de
trabajo 10, el primario 54 y los transistores en conducción
del bloque conmutador 40. Debido a los sentidos de los deva-
nados de los transformadores 54, 56 y 58, las tensiones indu-
cidas desfasadas 180° en los devanados 56 y 58 aplican tensio-
nes en el sentido de poner en conducción el circuito de entrada
de control del bloque conmutador 40 y en el sentido de interrumpir
15 la conducción del circuito de entrada de control del bloque
conmutador 34. Por lo tanto, durante este medio ciclo de ope-
ración, una realimentación regenerativa es aplicada a la línea
de control 46 del bloque conmutador 40, mientras que la exci-
tación de base a los transistores del bloque conmutador 34 es
efectivamente cero.

20 Al final del semiciclo de la frecuencia de resonancia,
la corriente de carga en el circuito resonante se invierte (debido
a la oscilación resonante). Al invertirse, la corriente de base
a los transistores del bloque conmutador 40 ha alcanzado el
nivel de interrupción, y las salidas de los devanados de trans-
formador 56 y 58 son invertidos para aplicar una tensión de
25



interrupción a la línea de entrada de control 46 del bloque conmutador 40 y una tensión de conducción a través de la línea de entrada de control del bloque conmutador 34. Durante este semiciclo, el devanado 56 aplica una realimentación regenerativa para reforzar el estado de conducción del bloque conmutador 34, mientras que al mismo tiempo el bloque conmutador 40 está sin excitación de base. Al final de este semiciclo, la corriente de carga y los estados de conductividad de los bloques conmutadores respectivos 34 y 40 se invierten de nuevo y se mantienen invertidos cuando el oscilador 16 oscila a la frecuencia natural del circuito resonante en serie 12. Una vez que el oscilador está funcionando, el diodo 75 asegura que el condensador 66 es mantenido descargado por debajo del nivel de perforación del diodo Shockley 70.

En un circuito resonante en serie, la corriente es máxima en resonancia, y por lo tanto, con corriente de realimentación como la suministrada por el transformador 52, la realimentación será máxima en resonancia. Como resultado, el oscilador 16 tiene una tendencia natural a operar a la frecuencia natural de la carga resonante en serie, es decir, sigue la frecuencia natural de la carga, y produce una corriente de bobina casi sinusoidal. La operación con una corriente de bobina casi sinusoidal reduce los problemas de interferencia de radiofrecuencia. La operación en resonancia es deseable para reducir al mínimo las pérdidas de conmutación



y el auto - seguimiento de la resonancia es deseable ya que la inductancia de la bobina de trabajo 10 varía con cargas diferentes, es decir, diferentes tamaños y materiales de los utensilios de cocina.

5 Aunque el oscilador 16 tiende a operar en resonancia, operaría a cierta frecuencia por debajo de la resonancia si se emplean transistores lentos. El retardo debido a los tran
sistores lentos puede ser compensado por la adición de una inductancia en derivación 76 a través del primario 54 de trans
10 formador, avanzando así la fase de la corriente de base, o más simplemente por el uso de un transformador 52 que tenga la inductancia adecuada. Este último accesorio es preferible-
mente en la forma de un transformador 52 de núcleo de aire que tenga el parámetro de inductancia requerido compatible
15 con la velocidad de los transistores empleados. Por el contrario, si se emplean transistores muy rápidos, puede ser deseable emplear una estructura de núcleo de hierro para el transformador 52. Las velocidades de conmutación de los transistores pueden ser mejoradas trabajando ligeramente
20 por encima de la tensión de saturación. Esto es efectuado por los diodos 77 y 78 que están referenciados a un potencial superior a las tensiones de base por los diodos 60 y 73. Por lo tanto, cuando la tensión del colector se aproxima demasiado a la tensión de base, la corriente de excitación es desviada
25 desde las bases a los colectores de los transistores para man-



tener las polarizaciones inversas de las uniones base - colec
tor. Los condensadores 79 y 80 proporcionan circuitos
para las corrientes de base inversas al final de cada semiciclo.
Las resistencias de emisor separadas mostradas están dis-
5 puestas para asegurar la distribución de corriente por los
transistores en paralelo. La efectividad de estas resistencias
equilibradoras de corriente está mejorada también por la ope-
ración de los transistores por encima de la tensión de satu-
ración.

10 El principio de calentamiento por corriente parásita
es usado para transferir energía desde la bobina de trabajo 10
al utensilio 26. Más específicamente, las alternancias de alta
frecuencia del campo electromagnético establecidas por la bo-
bina de trabajo 10 inducen corrientes parásitas en el fondo
15 del utensilio 26 y por lo tanto calientan al mismo. La corriente
al utensilio 26 es controlada variando la corriente de la bobina
de trabajo 10. Ya que la combinación de oscilador y utensilio
es semejante a una carga resistiva a la corriente continua, el
control de la corriente de bobina puede ser efectuado variando
20 la tensión de alimentación de corriente continua al oscilador
16. El circuito de control 30, sensible a la corriente de carga
como se describe posteriormente, mantiene la corriente de
carga deseada ajustando la tensión de alimentación de corriente
continua para compensar las fluctuaciones de la tensión de
25 alimentación.

-4 JUN 21 1973

5 La "resistencia" o carga presentada a la bobina de trabajo 10 por el utensilio 26, es relativamente elevada en operación normal, por ejemplo, con un utensilio hecho de hierro. El factor de calidad Q del circuito es por lo tanto bajo. El Q del circuito se hace elevado cuando se quita el utensilio o cuando es sustituido por un utensilio de metal de baja resistencia tal como aluminio o cobre. Con un Q elevado, la impedancia efectiva del circuito sintonizado disminuye. Para evitar que esta baja impedancia dañe a los transistores de potencia, el circuito de control 30 es sensible a esto, como se describe posteriormente y reduce la tensión de alimentación de corriente continua al oscilador 16.

15 Aunque el circuito de la mayor parte de la corriente de la bobina de trabajo o carga pasa a través de los condensadores 20 y 22, una porción en cantidad y en tiempo, pasa a través del circuito de carga simulada 28. Este circuito incluye una carga simulada 81 en la forma de una resistencia conectada entre el punto medio 82 del circuito resonante en serie 12 y las barras colectoras de corriente continua positiva y negativa 36 y 42 a través del devanado primario 83 de un transformador de corriente 84 y diodos 85 y 86.

20 Durante las alternancias del oscilador 16, cuando la tensión V_1 en la unión 82 es más positiva que la barra colectoras de corriente continua positiva 36, una corriente de carga circulará desde el circuito resonante en serie a través de la



carga simulada 81, el primario 83, diodo 85, y los transistores de potencia en conducción, disipando así energía. En el otro semiciclo, cuando la tensión V_1 es más negativa que la línea negativa de corriente continua 42, la corriente de carga circulará desde el circuito sintonizado a través de los transistores de potencia en conducción diodo 86, primario 83, carga simulada 81, hasta la unión 82. La carga simulada 81 consume corriente solamente en la porción del ciclo en que la tensión en la unión 82 en sus alternancias excede de la tensión de las barras colectoras positiva y negativa 36 y 42. Para cualquier carga dada del circuito de carga, la corriente a través del primario 83 es proporcional a la corriente de carga total, es decir, la corriente a través del circuito resonante en serie. Por lo tanto el secundario 87 del transformador de corriente proporciona una señal que es proporcional a la corriente de carga total. La salida del transformador 84 es suministrada como una señal de realimentación al circuito de control 30.

La tensión V_1 en la Unión 82 es una función del Q del circuito resonante en serie 12, y la salida del transformador 84 es proporcional al Q del circuito resonante, o a las excursiones de tensión de V_1 por encima y por debajo de la tensión de alimentación. Ya que lo último es una función inversa de la carga de la bobina de trabajo, la carga simulada consume más corriente cuando se quita el utensilio que cuando



5 está colocado. Esto proporciona un forzamiento suplementario al circuito de control 30 en el caso de una carga de Q elevado, tal como cuando se ha quitado el utensilio. La acción a este respecto es regenerativa acelerando así la respuesta a la elevación del Q. Como es bien conocido, el factor de calidad Q de un circuito resonante en serie es

$$Q = \frac{X_c}{R} = \frac{X_L}{R},$$

donde Xc es la reactancia capacitativa y XL es la reactancia inductiva, y R es la resistencia.

10 La fuente de alimentación de corriente continua de tensión variable 18 incluye un rectificador 90 y un circuito de entrada de corriente alterna 92 para alimentar el rectificador. El circuito de entrada 92 comprende un par de líneas 94 y 96 conectadas a los terminales de entrada de corriente alterna 98 y 100, que están conectados a un par de líneas 102 y 104

15 que son conectables a través de un interruptor bipolar 106 a las líneas de alimentación de corriente alterna 108 y 110 que a su vez están conectadas a una fuente de corriente alterna 112. Puede haber insertados en 114, en las líneas de corriente alterna 108 y 110, diversos dispositivos protectores para limitar

20 las crestas de alta tensión de la línea al equipo y para atenuar las interferencias de la línea de equipo y viceversa. Dichos dispositivos pueden incluir dispositivos limitadores de subida brusca y un filtro de paso bajo.

25 A título de ejemplo, la fuente de alimentación de corriente continua 18 se muestra como controlada en fase con



referencia a la corriente alterna suministrada al circuito de entrada de corriente alterna 92. Para este objeto, el rectificador 90 es un rectificador del tipo de puente que incluye los elementos rectificadores 120 y 122 y los rectificadores controlados 124 y 126 (por ejemplo SCR) derivados por circuitos de supresión protectores 128 y 130. La entrada del puente está conectada a las líneas 94 y 96, mientras que la salida del puente aparece en las líneas 132 y 134. Los terminales de salida de corriente continua de la fuente 18 están indicados en 136 y 138 y están conectados respectivamente a las líneas de salida de corriente continua 132 y 134 del rectificador 90 con elementos adecuados de filtro y sangradores interpuestos entre las mismas. Estos elementos pueden incluir las resistencias 140 y 142, los condensadores 144 y 146 y una reactancia 148. Los terminales 136 y 138 están conectados a la barra colectora positiva de corriente continua 36 y la barra colectora negativa de corriente continua 42 respectivamente.

El circuito de control 30 incluye generalmente un generador de error 150 y un circuito de disparo o de puerta de control de fase 152 para disparar los rectificadores controlados 124 y 126 de acuerdo con la salida de señal de error del generador de error. El generador de error 150 desarrolla una señal de error proporcional a la diferencia entre la corriente deseada de la bobina de trabajo y la corriente real de



la bobina de trabajo en respuesta a señales que representan
estos elementos suministrados al generador de error de una
manera que se describe posteriormente. Adicionalmente, el
generador de error responde al factor de calidad Q del cir-
cuito de carga como se describe posteriormente.

Un rectificador de puente de onda completa 154
alimentado desde las líneas de corriente alterna 102 y 104
proporciona una tensión continua para el circuito de control
30. Una resistencia 155 baja la tensión de cresta apreciada
por el circuito de control y limita la corriente del circuito
de control. Unos diodos Zener 156 y 158 conectados en un
circuito a través de la salida del rectificador 154 establecen
dos carriles o barras de diferente nivel de tensión 160 y 162,
por ejemplo a los niveles de 20 voltios y 10 voltios usando
Zeners de 10 voltios. Estos dos carriles bajan a cero voltios
cada semiciclo de la línea de 60 Hz. Esto sincroniza el cir-
cuito de control con la línea de 60 Hz. Unas resistencias 164
y 166, y un potenciómetro de control 170 forman un divisor
de tensión que proporciona una tensión variable en el brazo
de contacto 172 del potenciómetro 170 para proporcionar una
señal de referencia seleccionable proporcional a y que repre-
senta la corriente deseada de la bobina de trabajo y la alimen-
tación en el utensilio de cocina 26. Como se apreciará, la
corriente en el utensilio de cocina está determinada por el
ajuste del potenciómetro de control 170. Un diodo 174 entra



en función, cuando de carril 160 de 20 voltios empieza a disminuir; impide que la capacitancia incluida en el circuito se alimente de carril 160 de 20 voltios lo que perturbaría la sincronización con la línea de corriente alterna.

5 El interruptor de línea 106 y el brazo 172 del potenciómetro de control están calibrados de modo que solo es necesario que el interruptor de línea establezca y corte valores de corriente relativamente bajos.

Una realimentación desde el oscilador 16 que representa la corriente de carga y que también es sensible a los cambios del Q del circuito de carga, es suministrada al generador de error 150 en el circuito de control 30 alimentando la salida del transformador 84 a la entrada de un puente rectificador 176 que forma parte del generador de error 150.

10

15 Una resistencia 178 está conectada a través de los terminales de salida de corriente continua 180 y 182 del puente 176. El brazo de potenciómetro 172 está conectado al terminal 180 para suministrar al generador de error 150 una señal de referencia que representa la corriente de la bobina de trabajo o potencia del circuito de carga deseados. Una resistencia 184 está conectada entre el terminal 182 y una unión 186, que está conectada a través de una resistencia 187 a la entrada de un amplificador de tensión 188. Un condensador 189 y una resistencia 190 están conectados en serie entre la unión 186 y el

20

25 carril de 10 voltios 162. La resistencia 190 está derivada



por un condensador 192.

5 El rectificador 176 y la resistencia 178 proporcionan una tensión de realimentación que es sumada algebraicamente con la tensión de referencia del brazo de potenciómetro 172, proporcionando así una tensión en la unión 186 proporcional a su diferencia o error entre las mismas. Por lo tanto, la tensión en la unión 186 es proporcional a la diferencia entre la corriente o energía deseada y la corriente real en el circuito de carga 14.

10 En el ejemplo mostrado, la tensión de realimentación es restada de la tensión de referencia para así disminuir la tensión a la cual se carga la unión 186. Cuanto mayor sea la tensión de realimentación, menor será la tensión en la unión 186, y viceversa.

1 5 El circuito de disparo 152 y la fuente de corriente o energía 18 responden y están controladas de acuerdo con la señal de error en la unión 186. Los elementos 184, 187, 190 y 192 forman un circuito que tiene una característica de transferencia de retardo - adelanto - retardo y que proporciona estabilización del circuito y una función de arranque suave.

20 La corriente es suministrada al amplificador 188 por las líneas 194 y 196. La salida del amplificador 188 en una línea 198 es suministrada a la entrada de control del circuito de disparo 152, que emplea la bien conocida técnica de control de fase de Rampa y Pedestal. Más específicamente, la línea

25



5 de salida del amplificador está conectada a través de una resistencia 200 limitadora de corriente y un par de iodos 202 y 204 a una unión 206 que está conectada a un extremo de un condensador 208 y al ánodo de un PUT (transistor de mono-unión programable) 210. El electrodo de mando del PUT está conectado a una unión 211 para unirlo a una fuente de tensión de referencia formada por un circuito que incluye las resistencias 212, 214 y 216 y un diodo 218, conectado entre el carril positivo 160 y la línea negativa 220. La unión 211 está entre el diodo 218 y la resistencia 216.

10 El devanado primario 222 de un transformador de impulsos 224 y una resistencia en serie 226 están conectados entre el cátodo del PUT y la línea negativa 220. Los devanados secundarios 228 y 230 del transformador de impulsos están respectivamente conectados a los circuitos de mando o puerta de los SCR 126 y 124.

15 El condensador 208 del amplificador se carga a la tensión de salida del amplificador 188 (menos dos caídas de diodo) en un tiempo relativamente corto comparado con el período del semiciclo de la línea de 60 Hz. La resistencia 200 limita la corriente y por lo tanto retarda el tiempo de carga del condensador 208, para así retrasar la respuesta de todo el sistema y con ésto obtener una estabilidad de circuito cerrado adicional. La salida de tensión del amplificador menos las dos caídas de los diodos es la tensión en el condensador 208.

20

25



Este nivel de tensión es el denominado tensión de pedestal.

5 La línea de salida positiva 221 del rectificador
154 está conectada a través de una resistencia 232 a la
unión 206 y por ello al condensador 208. Durante un semi-
ciclo, un aumento de tensión cosinusoidal por encima de la
10 tensión de pedestal aparece en el condensador 208, ya que
la corriente de carga varía según la mitad positiva de una
onda sinusoidal. Este aumento de tensión es denominado
tensión de rampa. Como se ha descrito anteriormente, el
condensador 208 está unido al ánodo del PUT 210. Cuando
la tensión en ánodo del PUT excede de la tensión de puerta
o mando en un cierto valor pequeño, se produce un impulso
positivo en el circuito del cátodo y por lo tanto a través del
transformador de impulso 224. Este impulso de disparo
15 aparece a través del electrodo de mando y el cátodo de ambos
SCR en el puente rectificador 90. Pero solo un SCR tiene
polarización directa y este SCR dispara entonces. En el si-
guiente semiciclo, la generación de la rampa y pedestal y del
impulso se repiten para disparar el otro SCR en el rectifica-
20 dor 90, que está con polarización directa en este momento.

 La tensión de ánodo del PUT 210 está determinada
por la suma de la tensión de pedestal y la tensión de rampa.
Cuando esta suma excede de la tensión de puerta del PUT, que
está determinada por las resistencias 212 y 214 (por ejemplo,
25 nominalmente 16 voltios), se produce el impulso de disparo.



5 Por lo tanto puede verse que aumentando la tensión de pedestal con el potenciómetro de control 172, la suma de las tensiones de pedestal y de rampa alcanzarán la tensión de desbloqueo en el PUT 210 antes en el semiciclo y más tensión y corriente de línea serán suministrados por la fuente de corriente continua 18 al oscilador 16, resultando más potencia de salida. Lo mismo sucede si se reduce la realimentación. Disminuyendo la tensión de pedestal por medio del potenciómetro de referencia o aumentando la realimentación se hace que la suma de las tensiones de pedestal y de rampa necesaria se produzca más tarde en el semiciclo de la línea de 60 Hz y por lo tanto reduce la salida de potencia del oscilador 16.

15 Un diodo 234 asegura que la tensión en el condensador 208 nunca desciende más que una caída de diodo por debajo de un nivel predeterminado, por ejemplo 10 voltios, antes de disparar. Esto garantiza que el PUT "dispara" cada semiciclo y, por lo tanto, se refuerza la estabilidad de circuito cerrado. El diodo 204 impide que la corriente de rampa alimente al circuito más allá del condensador 208. La disposición de diodos 202, 204, 218 y 238, y la caída de tensión de ánodo a cátodo del PUT 210 actúan para impedir la inestabilidad de circuito cerrado cuando la tensión de línea cae por debajo de su valor mínimo especificado. Juntamente con la resistencia 216, el diodo 218 también actúa como un circuito compensador

20

25



de temperatura para el PUT. De esta descripción, será evidente que el circuito regulador que incluye la realimentación que representa la corriente y potencia del circuito de carga operará para regular la potencia real del circuito de carga al valor deseado (pedido) de potencia, según es representado por la señal de referencia seleccionada por la posición del brazo 172 del potenciómetro. Si con una carga dada del utensilio, la potencia real aumenta sobre el valor pedido, la señal de realimentación aumentará para reducir la tensión de suministro de corriente continua de salida de la fuente 18. Lo contrario es cierto si la potencia real cae por debajo de la potencia pedida. El sistema alcanza el equilibrio cuando la potencia real iguala al valor de la potencia pedida. La operación de circuito cerrado protege a los transistores de potencia de las corrientes excesivamente elevadas ocasionadas por la retirada de la carga (utensilio). La retirada completa de la carga puede hacer que la tensión de alimentación caiga a un valor demasiado bajo para mantener la oscilación. Cuando el oscilador arranca de nuevo, el circuito cerrado ha permitido que la tensión de alimentación suba hasta un valor que hace que la corriente inicial del transistor sea excesiva, y el ciclo se repetiría por sí mismo si no fuera por la carga simulada 81 y los diodos 85 y 86. Como se ha explicado anteriormente, la carga simulada consume más potencia cuando el utensilio es retirado que cuando está



colocado. En otras palabras, la carga simulada disipa más energía con un Q elevado.

5 La realimentación también responde al Q del
circuito resonante de modo que si la carga en la bobina de trabajo
cambia de modo que varíe el Q del circuito, la realimenta-
ción aumentará cuando el Q es aumentado, y disminuirá
cuando el Q es disminuído. Estos efectos son regenerativos,
tendiendo a acelerar la respuesta. Alternativamente, la
realimentación sensible a la corriente y a la potencia puede
10 ser obtenida insertando el primario 83 del transformador
de corriente 84 entre la bobina de trabajo 10 y la unión 82,
como se muestra en la Fig. 3. Sin embargo, en el sistema
con la conexión como en la Fig. 3, la realimentación será
sensible y representará a la corriente y potencia solamente.
15 No será sensible al Q del circuito. En el sistema que usa
la conexión alternativa de la Fig. 3, la carga simulada desa-
rolla la misma función que la anteriormente descrita. En
el caso de una carga de Q elevado la operación de la carga
simulada impide que el circuito de control 30 disminuya la
20 tensión de alimentación de corriente continua a un valor tan
bajo que parara al oscilador 16.

25 Una ventaja de la realimentación sensible al Q es
que reduce la corriente de bobina en vez de mantenerla
constante solamente para reducir la intensidad del campo
magnético con el fin de reducir los problemas de interferen-



cia por radiación.

5 Ya que la tensión V_1 en el punto medio 82 del
circuito resonante en serie es una función del Q, de este
circuito, la realimentación sensible al Q también puede
ser proporcionada, si de desea, por un transformador de
tensión conectado a través de la carga artificial 81.

10 Un circuito de alimentación diferente para el
arrancador 64 se muestra en 240, y puede estar conectado al
arrancador moviendo los interruptores acoplados SW1 y SW2
para cerrar los circuitos en los contactos S2 y S4 y abrir los
circuitos en los contactos S1 y S3. Cuando es conectado en
el circuito por los interruptores SW1 y SW2, el circuito de
alimentación 240 se conecta a través de la salida de un rec-
tificador de puente 90 e incluye una resistencia en serie 140,
15 un diodo 244, y un condensador 246. La unión entre el diodo
244 y el condensador 246 está conectada al contacto de inte-
ruptor S2.

20 El condensador 246 se carga a través del diodo 244
para proporcionar una fuente de energía o corriente indepen-
diente para el circuito de arranque 64, para facilitar que el
oscilador 16 arranque de nuevo e incluso si la alimentación
de corriente continua al oscilador 16 cae hasta un valor bajo.

25 Debe entenderse que pueden ser empleados otros
tipos de circuitos generadores de error o totalizadores sensi-
bles a las señales de referencia y de realimentación para



generar la señal para controlar el circuito de disparo 152.
El particular circuito de disparo se muestra solamente como
un ejemplo, ya que pueden ser empleados otros tipos de cir-
cuits de disparo de control de fase relacionados con la ali-
5 mentación de corriente alterna. Puede apreciarse que los
circuitos de disparo de control de fase del tipo de pedestal
y rampa son conocidos en la técnica, describiéndose un
ejemplo en la Patente de los Estados Unidos nº 3.584.282.

10 El interruptor de línea 106 se muestra acoplado
con el brazo de potenciómetro de control 172, de modo que
sólo es necesario que el interruptor establezca y corte valo-
res de corriente relativamente bajos.

15 Un ejemplo práctico para la frecuencia de opera-
ción de la corriente del oscilador 16 y de la bobina de trabajo
es aproximadamente 27 KHz, aunque pueden elegirse otras
frecuencias adecuadas. Para proporcionar la frecuencia
deseada, los componentes del circuito, por ejemplo, los
elementos del circuito resonante en serie, son elegidos de
acuerdo con las técnicas de diseño conocidas.

20 A la frecuencia del ejemplo, el material preferible
para el utensilio de cocina 26 es un metal magnético de re-
sistencia elevada, tal como hierro o acero. El aluminio o
el cobre, a no ser que sean muy delgados, no se calentarán
lo suficiente para garantizar su uso a la frecuencia del
25 ejemplo.



Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 13 de Abril de 1972, bajo el número 243715, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre la Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

1^a. - Un aparato para calentar un utensilio de cocina eléctricamente conductor por inducción magnética, caracterizado por medio de alimentación de corriente continua que incluyen líneas de corriente continua para suministrar potencia en corriente continua; y por un oscilador que comprende medios de circuito de carga que incluyen un circuito resonante en serie que incluye una bobina de trabajo de inducción destinada a calentar el utensilio de cocina eléctricamente conductor cuando es colocado en relación inductiva con la bobina y medios conmutadores excitados por una corriente derivada de la corriente de oscilación en los medios de circuito de carga para conectar alternativamente las líneas de alimentación de co-



corriente continua a los citados medios de circuito de carga con polaridad alternante a la frecuencia resonante del circuito en serie.

5 2^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 1^a, en el cual los medios conmutadores citados comprenden conmutadores semiconductores.

10 3^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 1^a ó 2^a, en el cual los citados medios conmutadores comprenden unos primeros medios conmutadores semiconductores para conectar el citado circuito resonante a través de las citadas líneas de alimentación de corriente continua en una polaridad; unos segundos medios conmutadores semiconductores para conectar el circuito resonante a través de las líneas de alimentación de corriente continua en la polaridad opuesta, teniendo cada uno de dichos medios primero y segundo de conmutador un circuito de control; y un circuito de excitación de conmutador que incluye un transformador que tiene un devanado o arrollamiento primario conectado en serie en dicho circuito resonante, un primer devanado secundario conectado en el circuito de control de los primeros medios conmutadores, y un segundo devanado secundario conectado en el circuito de control de los otros medios conmutadores, estando conectados los devanados del transformador para poner en conducción alternativamente los citados medios conmutadores primero y
25 segundo en respuesta a los semiciclos opuestos de la oscilación



del circuito resonante.

4^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 3^a, en el cual cada uno de los medios conmutadores comprende un transistor.

5 5^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 3^a ó la 4^a en el cual el citado circuito de excitación de conmutador incluye una reactancia suficiente para avanzar la fase de la corriente de control para compensar la lentitud de las velocidades de conmutación de dichos conmutadores.

10 6^a. - Un aparato según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los citados medios de alimentación de corriente continua tienen asociados con los mismos unos medios de control destinados a controlar los medios de suministro de corriente en respuesta a las diferencias entre el valor real de la corriente de carga y un valor de referencia deseado.

15 7^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 6^a, en el cual los citados medios de control comprenden medios de referencia para proporcionar una señal de referencia que representa la corriente de carga deseada, medios acoplados a los citados medios de circuito de carga para derivar de los mismos una señal de carga que es sensible a y que representa la corriente de carga real, y medios que utilizan dichas señales de referencia y de carga para controlar la alimentación de corriente como una función de la diferencia entre el valor real

20

25



de la corriente de carga y el citado valor deseado de la corriente.

5 8^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 7^a, en el cual los citados medios de control comprenden medios totalizadores, en los cuales las citadas señales de referencia y de carga son combinadas para producir una señal de control para los medios de alimentación de corriente citados.

10 9^a. - Un aparato según se reivindica en las reivindicaciones 6^a, 7^a y 8^a, en el cual los medios de alimentación de corriente incluyen un rectificador y un circuito de entrada de corriente alterna para alimentar el rectificador y está controlado por fase con referencia a la corriente alterna suministrada al circuito de entrada, estando la salida de dicho rectificador conectado a las citadas líneas de corriente continua.

15 10^a. - Un aparato según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los citados medios de circuito de carga incluyen una carga simulada conectada de modo que proporcione al menos una carga mínima en el oscilador cuando la bobina de trabajo es sometida a una carga de Q elevado, y para disipar menos energía cuando la bobina de trabajo está sometida a una carga de Q bajo.

20 11^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 10^a, que incluye medios para controlar a los citados medios de alimentación de corriente continua en respuesta a



la realimentación desde los citados medios de circuito de carga.

5 12^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 11^a, en el cual la citada realimentación comprende una componente que es una función no lineal del Q del citado circuito resonante en serie.

10 13^a. - Un aparato según se reivindica en la reivindicación 11^a ó la 12^a, en el cual la citada realimentación comprende una componente que es una función de la energía en los medios de circuito de carga.

15 14^a. - Un aparato según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye un circuito de arranque para disparar los citados medios conmutadores para arrancar el oscilador, y medios de almacenamiento de energía para suministrar energía a dicho circuito de arranque, siendo cargados dichos medios de almacenamiento desde una línea derivada conectada a las citadas líneas de alimentación de corriente continua.

20 15^a. - Un aparato para calentar un utensilio de cocina eléctricamente conductor por inducción magnética.

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

25



Esta Memoria consta de treinta y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

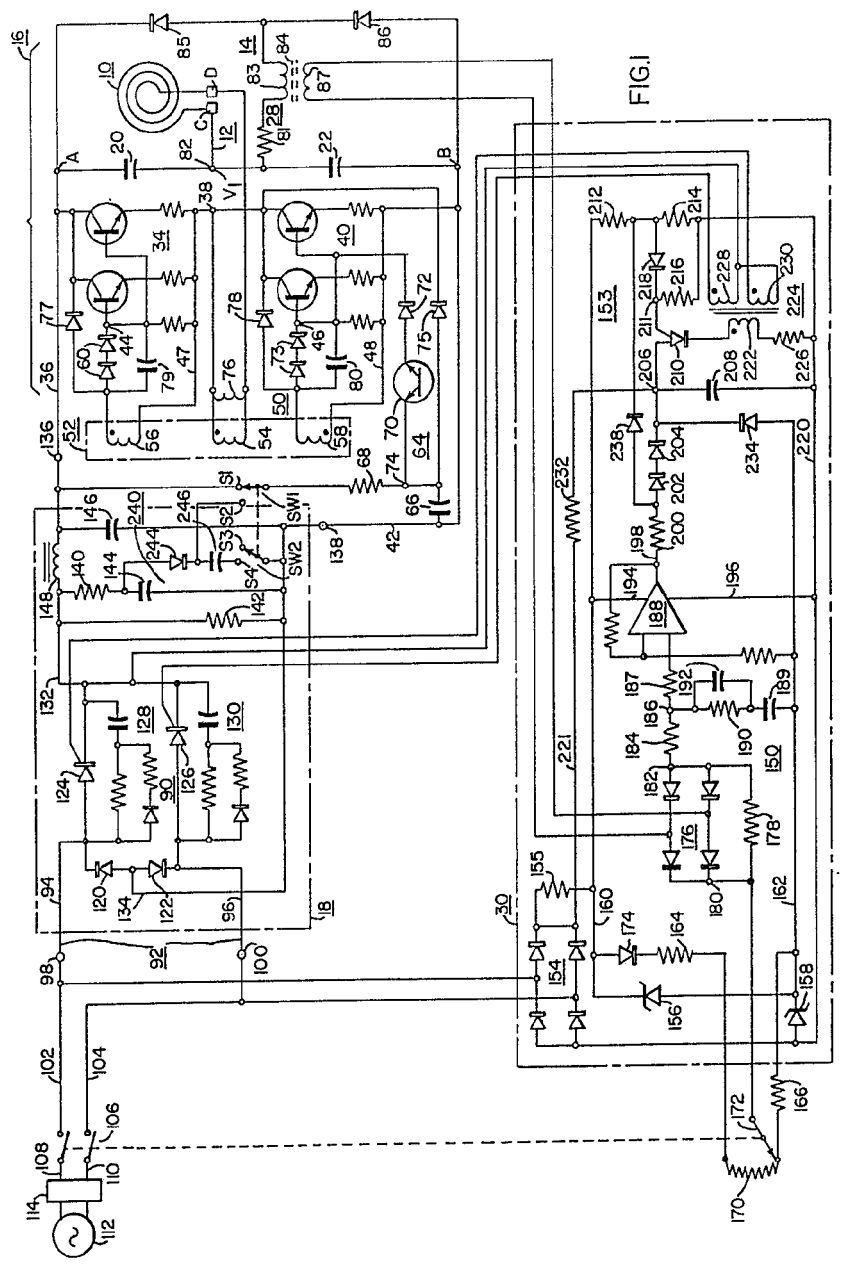
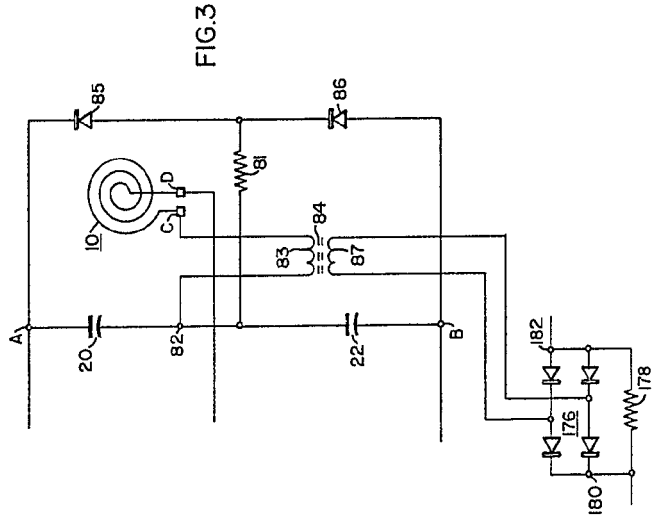
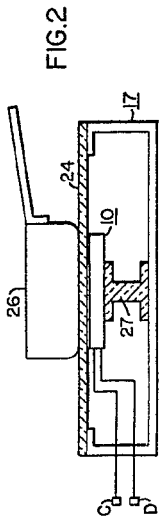
Madrid,

-4 JUN. 1973

P. A.

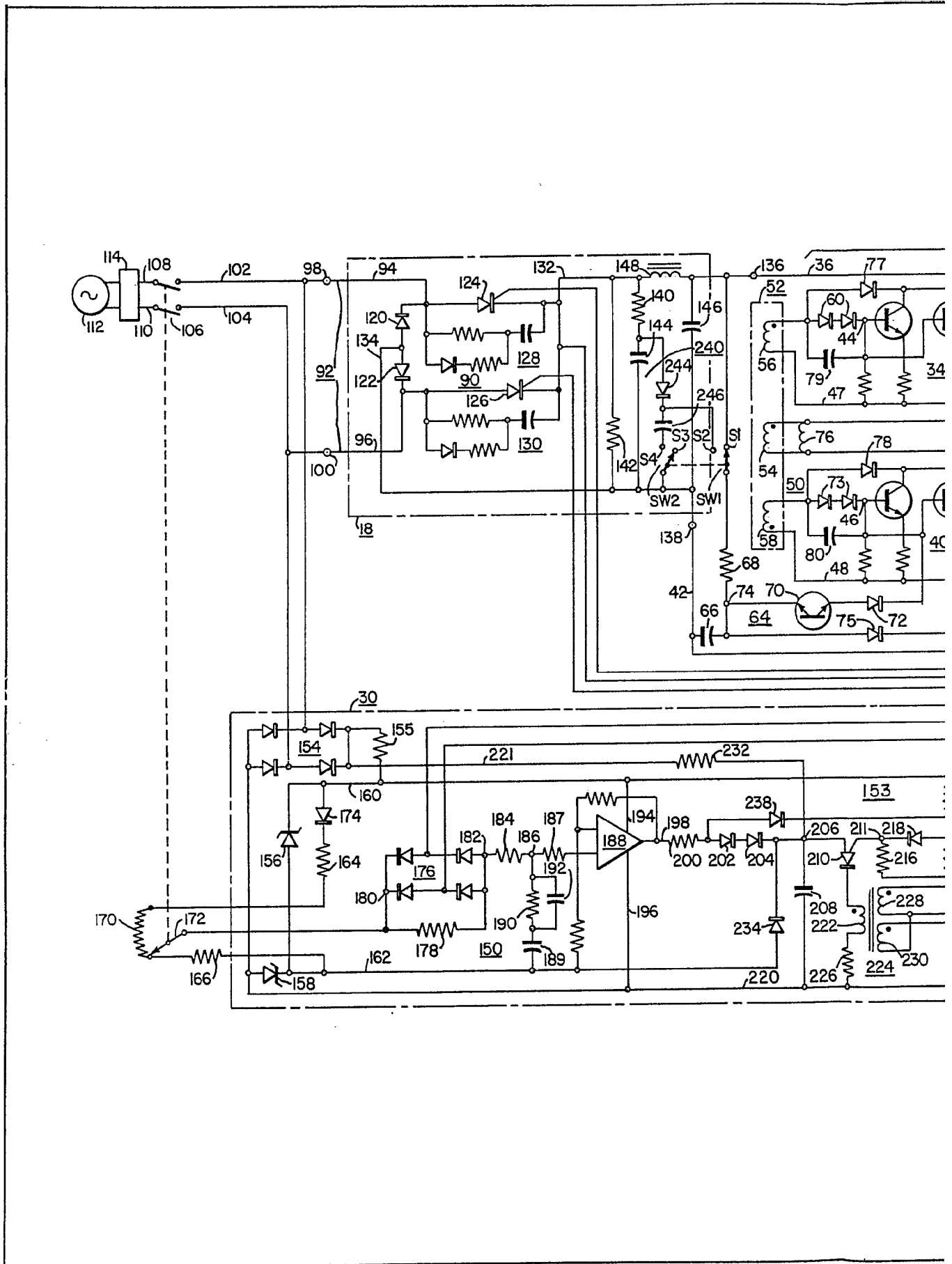
5

Alberto de ~~Alvarez~~
For Peder



Signature
Date

DESCRIPTION OF DRAWING SCHEMATIC
I/I



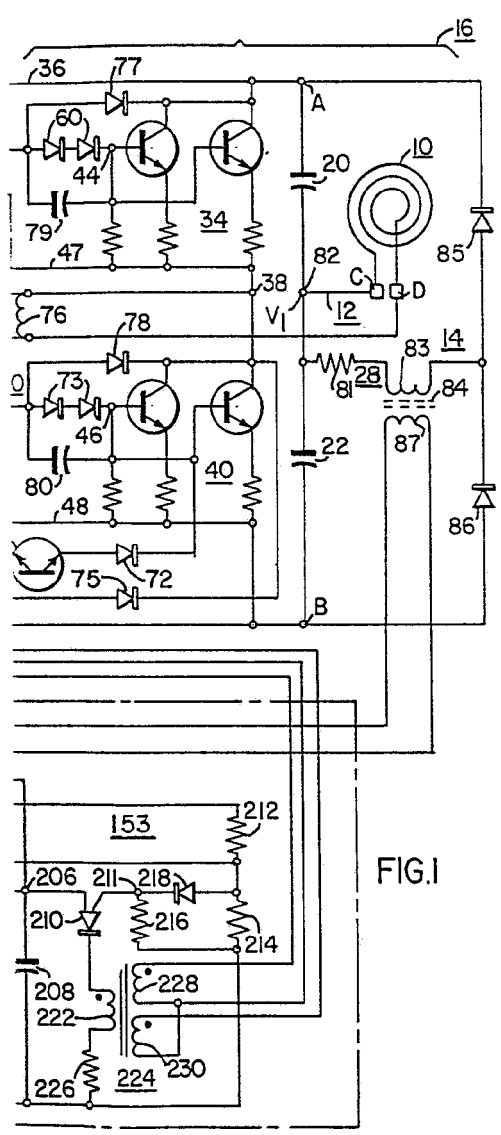


FIG. 1

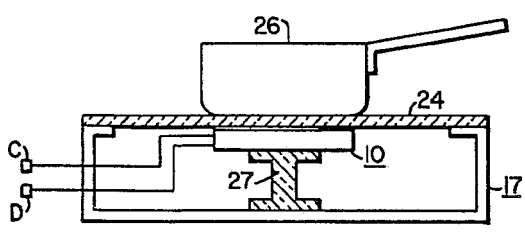


FIG. 2

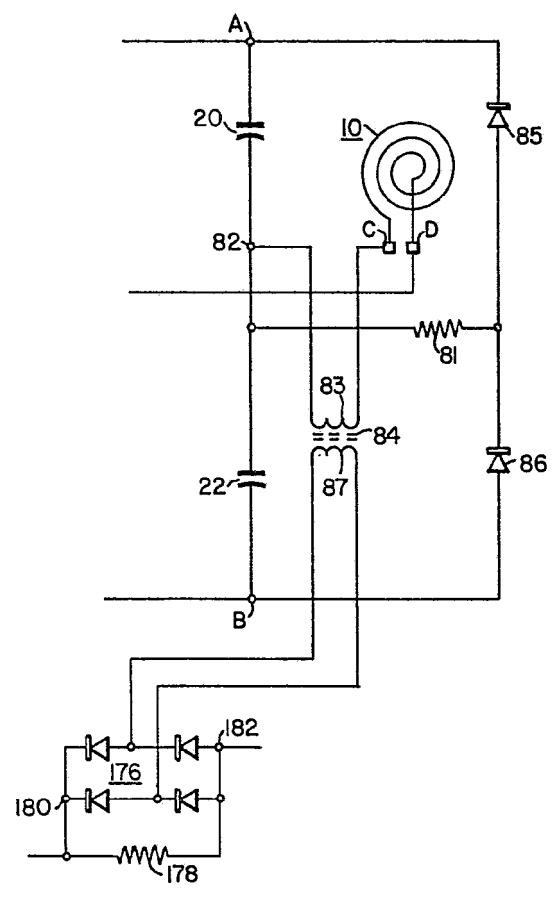


FIG. 3

Alberto de Lincuro
Per Feder