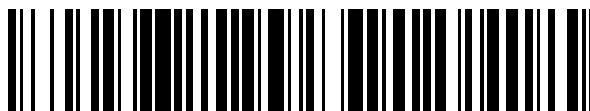


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 691**

51 Int. Cl.:
H05B 6/68

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08750774 .5**
96 Fecha de presentación: **30.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2163131**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2010**

54 Título: **Suministro de potencia para un aparato de calentamiento por radiofrecuencia**

30 Prioridad:
08.06.2007 GB 0711094

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
**E2V TECHNOLOGIES (UK) LIMITED
106 WATERHOUSE LANE
CHELMSFORD ESSEX CM1 2QU, GB**

72 Inventor/es:
RICHARDSON, Robert

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 384 691 T3

DESCRIPCIÓN

Suministro de potencia para un aparato de calentamiento por radiofrecuencia

Esta invención se refiere a un suministro de potencia para un aparato de calentamiento por radiofrecuencia.

El término “energía de RF” se utiliza aquí para energía electromagnética en cualquier parte del espectro desde LF hasta microondas inclusive.

La aplicación de energía de RF a materiales para producir calor o algún otro efecto deseado es una técnica bien conocida utilizada en procesos domésticos e industriales.

La figura 1 muestra una disposición típica de un horno de microondas doméstico bien conocido 100 que comprende un generador de microondas. En un horno de microondas 100, un magnetrón 11 es alimentado a través de un transformador T1, en donde un primer extremo de un devanado secundario 121 del transformador T1 se conecta a través de un condensador C1 a un cátodo 111 del magnetrón 11 y un segundo extremo del devanado secundario 121 del transformador T1 se conecta a un ánodo 112 del magnetrón 11. El ánodo 112 del magnetrón es usualmente puesto a tierra. Un diodo D1 está conectado entre el cátodo y el ánodo del magnetrón 11. Se aplica un voltaje de red monofásica a través de un interruptor S1 a un devanado primario 123 del transformador T1. En un semiciclo positivo de un suministro de red monofásica, entre los instantes T_1 y T_2 en un primer contacto de voltaje 101 de la figura 1, el condensador C1 se carga hasta $+V_{pk}$, sustancialmente igual a una salida de voltaje positivo máximo del devanado secundario del transformador T1. En un semiciclo negativo del suministro de red monofásica, entre los instantes T_0 y T_1 y entre los instantes T_2 y T_3 en el contacto 102 de la figura 1, se suman el voltaje de condensador en C1 y un voltaje negativo del devanado secundario que tienen un valor máximo $-V_{pk}$, para proporcionar un voltaje variable con un valor máximo de $-V_k$, y esto da como resultado un flujo de corriente variable hacia el magnetrón, mostrado en el contacto 103, con un valor máximo de I_{pk} y un valor medio I_{media} . La corriente variable es una semionda senoidal recortada y usualmente tiene una relación de corriente pico I_{pk} a corriente media I_{media} de aproximadamente tres.

El transformador T1 incorpora usualmente una reactancia de fuga no lineal para proporcionar una facilidad de conformación de corriente y un grado de regulación contra variaciones del voltaje de la red. Un segundo devanado secundario 122 está dispuesto también usualmente en el transformador T1 para alimentar un calentador de magnetrón 113, como se muestra en la figura 1.

El control de potencia del generador de RF es efectuado usualmente por cierre del interruptor S1 utilizando un sistema de control 13 conectado al mismo, típicamente por conexión de potencia durante un periodo de varios segundos seguido por desconexión de potencia durante varios segundos en ciclos repetidos.

Los sistemas en esta forma básica son bien conocidos y se comportan de manera satisfactoria para potencias moderadas, típicamente de hasta 1,5 kW de entrada eléctrica media, suministrando el magnetrón un pulso de potencia RF con un valor pico de 3 kW y un valor medio de 1 kW.

Para potencias muy altas, por ejemplo una potencia media de 50 kW, es normal utilizar un suministro de red trifásica como fuente de potencia principal. Un ejemplo de tal sistema de alta potencia conocido típico 200 se muestra en la figura 2. Un suministro de red trifásica es introducido a través de un disyuntor 20 en un transformador de red 22 y entregado a un rectificador 23 de 6 impulsos. Esta disposición produce un voltaje relativamente suave con baja ondulación. Sin embargo, cuando un magnetrón 21 tiene un tipo de carga de diodo polarizado, un pequeño cambio en el voltaje debido a un voltaje ondulado produce un cambio mucho mayor en la corriente. Para producir corriente regular en el magnetrón 21 se utiliza una bobina de reactancia grande 24 como filtro entre una primera salida 231 del rectificador 23 de 6 impulsos y un cátodo K del magnetrón 21.

Un voltaje de arranque del magnetrón 21 es función de una resistencia de campo magnético aplicada al mismo. Modificando un campo magnético, el voltaje de funcionamiento del magnetrón puede elevarse o reducirse, y así puede variarse una demanda de potencia del magnetrón sin ninguna característica de control del suministro de potencia principal. El campo magnético se modifica utilizando un suministro de potencia controlable, tal como un controlador SCR 29, para variar una corriente suministrada a un solenoide 28 dispuesto para aplicar el campo magnético al magnetrón 21. Con magnetrones de alta potencia es también usual variar un voltaje aplicado a un calentador H del magnetrón 21 para optimizar una temperatura del cátodo K, y esto se lleva a cabo por un controlador SCR 27 del calentador que opera sobre un devanado primario de un transformador 26 del calentador, estando conectado un devanado secundario del transformador del calentador entre el cátodo K y el calentador H del magnetrón 21.

Con ambos sistemas conocidos estándar previamente descritos es posible una pluralidad de variaciones. Por ejemplo, se conoce el uso de un solo suministro de potencia en modo conmutado (SMPS) en ambas aplicaciones de

baja potencia y de alta potencia.

Una desventaja con las disposiciones conocidas es que si un generador de RF chisporrotea internamente, es bastante considerable una cantidad de energía que puede pasar a través de la chispa hacia el dispositivo generador de RF y el riesgo de daños al tubo 11, 21 es alto. Ningún circuito es muy adecuado para la interrupción rápida o el restablecimiento de potencia en el generador de RF. Esto se debe a una lenta respuesta de un contactor S1, 20 al interrumpir la potencia y a la energía almacenada en un filtro 24 y en componentes de alisamiento asociados con el proceso de rectificación.

Un solo suministro de potencia en modo conmutado consigue reducción de ondulación con mucha menos energía almacenada en los filtros, pero la energía puede ser todavía significativa y la parada del sistema y el arranque pueden llevar todavía varios segundos, dando así como resultado una interrupción indeseable de un proceso que utiliza el generador de RF.

La mayoría de generadores de RF y, particularmente, los magnetrones, producen una conversión óptima de energía eléctrica en energía de salida de RF sobre un pequeño rango de funcionamiento de corriente y voltaje. Así, es deseable un método de control de potencia que mantenga el generador de RF en su eficiencia óptima, pero permita que se obtenga todavía un control de potencia media de amplio rango.

Es deseable que la demanda de potencia de la instalación eléctrica sea de buena calidad. El factor de potencia más deseable es 1. Esto implica que una potencia de absorción de carga tenga características de un resistor lineal. Con los rectificadores, descritos inexactamente como cualquier dispositivo que convierte CA en CC, la distorsión armónica de la red es un efecto secundario bien entendido y un problema gradualmente creciente para las compañías eléctricas, ya que se toma un porcentaje mayor de potencia por parte de dispositivos electrónicos que da como resultado un contenido armónico alto del suministro de potencia. Como ejemplo, un rectificador trifásico de 6 pulsos comúnmente utilizado tiene un factor de potencia de alrededor de 0,95, pero produce alrededor del 25% de distorsión armónica en el suministro de la red. Un SMPS apropiadamente diseñado tendría un factor de potencia de 0,99 y una distorsión armónica adicional de la red puede estar sólo en 1% o 2%. Un suministro de potencia para un generador de RF requiere así un factor de potencia muy bueno ($>0,98$) y una distorsión armónica muy baja, preferiblemente de menos de 4%. El sistema 100 ilustrado en la figura 1 puede ser bastante aceptable, pero podría mejorarse. El sistema de alta potencia 200 de la figura 2 deja mucho que desear y en muchas situaciones no cumple los requisitos regulatorios.

El sistema 100 de la figura 1 proporciona impulsos de energía, pero sólo como subproducto de su método de funcionamiento. Un sistema que pudiera proporcionar una entrada de energía de RF de una potencia media (Pave), pero con una potencia pico especificada (Ppk), puede aportar beneficios añadidos a un proceso dado.

Es un objeto de la presente invención al menos mejorar las desventajas antes mencionadas de la técnica anterior.

Según la invención, se proporciona un suministro de potencia para un generador de RF, comprendiendo el suministro de potencia: unos primeros medios de suministro de potencia en modo conmutado (SMPS) y unos segundos medios SMPS conectados en serie a los primeros medios SMPS por unos medios de bus de CC con unos medios de condensador conectados entre salidas de los primeros medios SMPS y entre entradas de los segundos medios SMPS, estando conectadas las salidas de los segundos medios SMPS a una entrada de unos medios transformadores elevadores, conectándose una salida de los medios transformadores elevadores a una entrada de unos medios rectificadores y pudiendo conectarse una salida de los medios rectificadores a los medios generadores de RF, en donde una entrada del primer SMPS puede conectarse a una entrada de potencia principal para ajustar un nivel de voltaje y de corriente pico de funcionamiento para el generador de RF y el segundo SMPS está dispuesto para alimentar los medios transformadores elevadores y para funcionar con una ciclo de servicio variable y/o una frecuencia variable a fin de proporcionar un control de potencia media del generador de RF.

Ventajosamente, una salida de los medios rectificadores está conectada a los medios generadores de RF sin medios de filtrado o medios de alisamiento entre ellos, de modo que se almacene energía mínima por el suministro de potencia para que los segundos SMPS puedan desconectarse rápidamente.

Preferiblemente, los segundos SMPS pueden desconectarse en menos de dos microsegundos.

Convenientemente, el suministro de potencia comprende además unos medios de control dispuestos para vigilar una corriente que pasa a través del generador de RF y para controlar los medios SMPS primeros y segundos.

Ventajosamente, el suministro de potencia tiene un factor de potencia de al menos 0,98.

Ventajosamente, el suministro de potencia está dispuesto para dar como resultado una distorsión armónica de la entrada de potencia principal de menos del 4%.

Convenientemente, el suministro de potencia está dispuesto para alimentar un generador de RF de un magnetrón y comprende unos medios de suministro de calentador para alimentar un calentador del magnetrón, en donde los medios de control están dispuestos para controlar los medios de suministro del calentador.

- 5 Ventajosamente, los medios de control están dispuestos para desconectar los segundos medios SMPS al detectarse por los medios de control un aumento repentino de potencia a través del generador de RF y, en consecuencia, para conectar los segundos medios SMPS.

Convenientemente, los medios de control están provistos de medios de control de amplitud y medios de control del ciclo de servicio.

- 10 Convenientemente, el suministro de potencia comprende además medios de generación de campo magnético para aplicar un campo magnético al generador de RF, en donde los medios de control están dispuestos para controlar los medios de generación de campo magnético.

Ventajosamente, el suministro de potencia comprende además medios contactores para conmutar la entrada de potencia principal a los primeros SMPS, en donde los medios contactores están dispuestos para ser controlado por los medios de control.

- 15 Convenientemente, el suministro de potencia está dispuesto para una entrada de potencia principal trifásica.

Ventajosamente, el suministro de potencia está dispuesto para funcionar con una relación de potencia pico a media en un rango de 1 a 100.

La invención se describirá ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es un diagrama de circuito de un sistema de magnetrón de baja potencia conocido;

- 20 La figura 2 es un diagrama de circuito de un sistema de magnetrón de alta potencia conocido;

Las figuras 3(a1) a 3(c2) son una serie de diagramas útiles para la comprensión de aplicaciones de la invención, que muestran el efecto sobre las variaciones de temperatura de un material de irradiación del material con diferentes ciclos de servicio de impulsos de radiación de RF;

- 25 La figura 4a es una diagrama de circuito de un suministro de potencia según la invención para un generador de RF de alta potencia;

La figura 4b es un diagrama de circuito de un suministro de potencia según la invención para un generador de RF de baja potencia;

La figura 5 muestra trazas de formas de onda generadas entre dos lumbreras de salida de un segundo SMPS del circuito de la figura 4a para diferentes ciclos de servicio;

- 30 La figura 6 muestra trazas de formas de onda generadas entre diferentes combinaciones de lumbreras de salida trifásica de los segundos SMPS;

La figura 7 muestra trazas de formas de onda generadas entre diferentes combinaciones de lumbreras de salida trifásica del segundo SMPS, mostrando la recuperación a partir de la formación de arco de un magnetrón que utiliza un suministro de potencia según la invención; y

- 35 La figura 8 muestra trazas de formas de onda generadas entre dos salidas de una salida de monofásica de los segundos SMPS, mostrando la recuperación a partir de la formación de arco de un magnetrón que utiliza un suministro de potencia según la invención.

En las figuras los números de referencia iguales denotan partes iguales.

- 40 Haciendo referencia a la figura 3(a1), si se suministra una potencia P_{ave} a un material, se elevará inicialmente una temperatura del material como se muestra en la figura 3(a2) hasta que se alcance el equilibrio, y una temperatura pico T_{max} del material será la misma que un estado continuo T_{media} .

- 45 Si se introduce potencia como se muestra en la figura 3(b1) en forma de impulsos de magnitud P_{pk} , en donde el ciclo de servicio es alto, como en el sistema 100 ilustrado en la figura 1, entonces puede ocurrir alguna pequeña ondulación de temperatura, pero una vez que se alcance el equilibrio, una temperatura máxima T_{max} será sustancialmente la misma que una temperatura media T_{media} , como se muestra en la figura 3(b2).

Haciendo referencia a la figura 3(c1), si, no obstante, un sistema de suministro de potencia proporciona un ciclo de

servicio muy bajo de modo que una potencia pico Ppk sea mucho mayor que una potencia media Pave, por ejemplo 100 veces mayor como se muestra en la figura 3(c1), una temperatura del material puede experimentar un ciclo térmico significativo después del ciclo de servicio de suministro de potencia. En este caso, como se muestra en la figura 3(c2), una temperatura máxima Tmax puede ser mucho más alta que una temperatura media Tmedia y el cambio rápido en la temperatura durante el impulso térmico (dt) puede introducir bien efectos deseables adicionales en el material que se irradia.

En una pluralidad de circunstancias de suministro de una potencia media requerida en forma de potencia pico alta, los impulsos de ciclo de servicio bajos pueden tener significativos beneficios del proceso. Utilizando potencia de RF como una fuente que tiene características específicas de potencia que se acoplan a los materiales, pueden producirse efectos muy útiles. Estos incluyen, aunque no están limitados a ellos:

- Golpe térmico localizado que debilita el material, haciendo que los procesos posteriores tales como corte y amolado sean mucho más fáciles de implementar;
- Iniciación de reacciones químicas; y
- Destrucción de bacterias sin provocar daños a un cuerpo principal de material.

Haciendo referencia a la figura 4a, en un suministro de potencia de un magnetrón según la invención un primer suministro de potencia en modo conmutado (SMPS1) 42 interactúa con una potencia principal de red a través de un contactor 41. Una salida CC del primer suministro de potencia 42 en modo conmutado es introducida en un segundo suministro de potencia en modo conmutado (SMPS2) 44. Un condensador C1 43 está conectado a través de la salida de CC del SMPS1 42 y la entrada de CC del SMPS2 44.

El segundo suministro de potencia en modo conmutado (SMPS2) 44 tiene tres salidas P1, P2 y P3 y funciona como un convertidor de CC a CA trifásica con una salida a un transformador T1 45 que tiene una salida a un rectificador BR1 46, de tal manera que una transformación de voltaje por el transformador T1 45 y el rectificador BR1 46 coincida con un voltaje requerido de un magnetrón 48 a una corriente de funcionamiento óptima. Un voltaje de la salida de CC del primer suministro de potencia de modo conmutado SMPS1 42 es controlado por un panel de control principal 413 para proporcionar este voltaje requerido en el magnetrón 48.

Una corriente a través del magnetrón 48 es vigilada por una resistencia R1 410 entre una salida de voltaje positivo del rectificador 46 y un ánodo del magnetrón 48. Un voltaje de funcionamiento del magnetrón 48 puede ajustarse a un valor predeterminado ajustando una corriente a través de un solenoide 49 que es controlado por un suministro de solenoide 411 para ajustar un campo magnético que se aplica al magnetrón 48. Sobre un rango usual de funcionamiento, el voltaje del magnetrón es directamente proporcional de manera virtual a la corriente del solenoide.

El panel de control principal 413 tiene una entrada de señal de la resistencia R1 410 a través de una línea de control c4 y una salida para una señal de control del SMPS 42 por una línea de control c1 y para el suministro de solenoide 411 por una línea de control c5. Todas estas funciones pueden ser controladas por un módulo de control de amplitud 412 con una entrada al panel de control principal 413 que permite que el voltaje y la corriente requeridos del magnetrón se ajusten con un único control, de modo que el voltaje y la corriente pico del magnetrón y así el valor pico de potencia de RF se ajusten de esta manera para el sistema.

El SMPS2 44 está diseñado para producir una forma de onda de excitación por impulsos, nominalmente rectangular, trifásica y compatible con el transformador, que puede utilizarse para variar la corriente media del magnetrón por técnicas de modulación de anchura de impulso. En las figuras 5 y 6 se muestran tipos de forma de onda generados.

La figura 5 muestra formas de onda entre las salidas P1 y P2 del SMPS2 44 de la realización de la figura 4a. Para el 100% de los impulsos, la forma de onda generada 51 proporciona dos impulsos 511, 512 por cada mitad de ciclo centrados en 60° y 120° en cada mitad de ciclo en los instantes T1 y T2 para la mitad de ciclo positiva e impulsos 513, 514 en los instantes T4 y T5 para la mitad de ciclo negativa. En la figura 5 se muestran también ejemplos de formas de onda 52 y 53 para ciclos de servicio reducidos a 66% y 33%, respectivamente. Para conseguir ciclos de servicio muy bajos puede desconectarse un impulso en cada mitad de ciclo en T2 y T5. El aumento del tiempo periódico de la forma de onda (T_0 a T_{0+1}) reducirá adicionalmente el ciclo de servicio. La anchura de impulso deberá seguir siendo la misma que en el nivel de ciclo de servicio máximo para evitar efectos de saturación en el transformador T1 45.

La figura 6 muestra la relación de fase básica entre las combinaciones de las tres salidas trifásicas P1, P2 y P3 del SMPS2 44 de la realización de la figura 4a, mostrando la salida trifásica.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 4a, una corriente de ánodo es vigilada por la resistencia R1 410 y una señal es introducida a través de la línea de control c4 en el panel de control principal 413, y una señal de salida es

enviada al SMPS2 44 a través de la línea de control c2. La modificación del ciclo de servicio del SMPS2 varía la salida de servicio de impulso y así la potencia media del SMPS2. Una entrada de control 414 del ciclo de servicio al panel de control principal 413 permite que se ajuste un ciclo de servicio requerido. Los magnetrones, a diferencia de al menos algunos otros generadores de potencia de microondas, requieren que el voltaje del calentador se reduzca cuando aumenta la potencia media. El panel de control principal 413 realiza también esta función emitiendo una señal de control sobre la línea de control c3 para controlar el suministro de calentador 414 que tiene una salida a un transformador T2 47 de calentador eléctricamente acoplado a un calentador del magnetrón 48.

En el caso de un fallo de carga, que se detecta como un incremento brusco de la corriente vigilada por la resistencia R1 410, la salida del SMPS2 44 está dispuesta para desconectarse inmediatamente por el panel de control principal 413. La figura 7 muestra el efecto de esto, con un fallo que ocurre en T_f , en que los impulsos en los que ocurre el fallo se terminan inmediatamente como se muestra por las líneas continuas en el momento T_f . Este proceso puede ocurrir dentro de un periodo de tiempo tan corto como 1 a 2 μ s. La terminación rápida del impulso y el hecho de que no se utilice ningún componente de filtrado sobre la salida rectificadora de BR1 46 aseguran que la energía transmitida a través del magnetrón 48 por el fallo sea muy baja y no produzca ningún efecto dañino en el magnetrón. El restablecimiento del funcionamiento normal puede intentarse sobre el que habría sido el siguiente impulso Tr_1 , si se requiere. Alternativamente, puede transcurrir un pequeño retardo Tr_2 hasta volver a arrancar en una misma posición en un ciclo de servicio y/o puede intentarse un re arranque en un pico o potencia media inferior. El re arranque en una misma posición en un ciclo de servicio asegura que se mantenga una relación de fase para evitar la saturación del transformador. Ambas opciones permiten un restablecimiento más rápido de potencia que cualquier método establecido. Permiten también una vinculación de la recuperación del fallo con el proceso final de tal manera que la operación del proceso no se vea significativamente interrumpida.

El transformador T1 45 está diseñado preferiblemente de una manera típica para transformadores de alta frecuencia que alimentan a rectificadores. Al igual que los requisitos de diseño de transformador usuales para cifras bajas de pérdida en el núcleo y en el cobre, una baja inductancia de fugas es también una característica deseable.

Para un sistema de alta potencia, un conjunto típico de valores para una aplicación son un voltaje C1 de 800 V para un magnetrón que funciona a 20 kV con un pico de 4A para 65 a 70 kW de salida de RF pico. El ciclo de servicio es de 50% para una potencia de salida media de 35 kW. La frecuencia de funcionamiento para SMPS1 y SMPS2 es de 4000 pps.

La figura 4b muestra una realización de baja potencia de la invención que comprende de nuevo dos suministros de potencia en modo conmutado (SMPS1 y SMPS2) en serie. Esta realización requiere sólo una única entrada de red monofásica al SMPS1 42 y el SMPS2 44 entrega una forma de onda de impulso rectangular monofásica. Los magnetrones más pequeños utilizan frecuentemente un imán permanente en el magnetrón 48, en cuyo caso no se requieren un solenoide L1 49 ni su suministro de potencia acompañante 411. En todos los demás aspectos, el principio de funcionamiento es el mismo que para el sistema de potencia más alta descrito con respecto a la figura 4a.

La forma de onda acompañante de los terminales Pa a Pb del SMPS2 de la realización de potencia baja 4b es mucho más simple que la versión trifásica de la figura 4a y se muestra en la figura 8, y el comportamiento en condiciones de fallo de carga se muestra también en la misma figura.

Para un sistema de potencia baja, un conjunto típico de valores para una aplicación sería un voltaje C1 de 400 V para un magnetrón que funcione a 2kV con un pico de 0,15 A durante alrededor de 200 W de salida de RF pico. El ciclo de servicio sería el 25% para una potencia de salida media de 50 W. La frecuencia de funcionamiento para el SMPS1 es preferiblemente de 100.000 pps y para el SMPS2 es preferiblemente de 50000 pps.

Así, esta aplicación concierne particularmente a un equipo de muy alta potencia, que requiere un suministro de red trifásico como el que se utilizaría generalmente sólo en un entorno industrial. Sin embargo, se ha discutido también la aplicación de las técnicas a potencia inferior. El generador de RF podría ser un magnetrón o un tubo de vacío de alta potencia, tal como de un triodo a un tetrodo, pero no está restringido a estos dispositivos. La invención utiliza técnicas de modulado de impulsos para producir energía de RF con cualquier grado requerido de relación de pico a media (típicamente no más de 50:1). Una característica clave de la disposición es una energía almacenada muy baja en el sistema de modo que cualquier ruptura del voltaje provoca daños muy pequeños y el proceso puede recuperarse muy rápidamente, si se requiere.

El concepto es utilizar dos suministros de potencia en modo conmutado (SMPS) individuales, vinculados en serie íntimamente por un bus de CC. El primer SMPS se conecta a una entrada de potencia principal y mantiene un alto factor de potencia con bajo contenido de armónicos, mientras que se ajustan el voltaje de funcionamiento del magnetrón y los niveles de corriente pico. El segundo SMPS alimenta un transformador elevador, monofásico o trifásico, y funciona con un ciclo de servicio variable y/o una frecuencia variable para proporcionar control de

potencia media. La salida rectificadora es alimentada directamente al tubo de carga (se considera un magnetrón en la descripción detallada) sin filtrarla. Si el tubo forma arco, el segundo SMPS puede pararse muy rápidamente y arrancarse de nuevo en el siguiente ciclo, minimizando así el tiempo de paro del proceso. Son nuevos la manera en que se controlan las dos unidades SMPS y el uso de rectificación sin ningún componente de filtro o de alisamiento.

- 5 En un moderno sistema de electrónica conectado a una instalación de red, una cuestión es optimizar una amplia variedad de parámetros. Para el segundo puente SMPS que ha de tener una amplia variedad de ajustes para el dispositivo de carga, el mantenimiento de su entrada constante es útil para optimizar sus prestaciones de salida. Análogamente, la optimización del primer SMPS para hacer frente a irregularidades de potencia de la red, manteniendo su salida constante, es también útil. Con una salida del primer SMPS actuando como entrada al
- 10 segundo SMPS, un punto intermedio entre el primer SMPS y el segundo SMPS es un punto de referencia y funcionamiento estable para cada una de las unidades SMPS. La conexión entre SMPS1 y SMPS2 tiene un condensador que suministra energía de impulsos requerida para el segundo SMPS y actúa como un condensador de alisamiento para el primer SMPS1. Esta disposición supera el hecho de que tomar impulsos de corriente de la red esté prohibido de acuerdo con las normas de las compañías eléctricas de casi todos los países.

15

REIVINDICACIONES

1. Suministro de potencia para un generador de RF, comprendiendo el suministro de potencia: unos primeros medios (42) de suministro de potencia en modo conmutador, SMPS, y segundos medios SMPS (44) conectados en serie a los primeros medios SMPS por unos medios de bus de CC con unos medios de condensador (43) conectados entre salidas de los primeros medios SMPS y entre entradas de los segundos medios SMPS, estando conectadas las salidas de los segundos medios SMPS a una entrada de unos medios transformadores elevadores (45), estando conectada una salida de los medios transformadores elevadores a una entrada de unos medios rectificadores (46) y pudiendo conectarse una salida de los medios rectificadores a los medios generadores de RF (48), en donde una entrada del primer SMPS (42) puede conectarse a una entrada de potencia principal para ajustar un nivel de voltaje y corriente pico de funcionamiento para los medios generadores de RF (48) y el segundo SMPS (44) está dispuesto para alimentar los medios transformadores elevadores (45) y para funcionar con un ciclo de servicio variable y/o una frecuencia variable a fin de proporcionar un control de potencia media del generador de RF (48).
2. Suministro de potencia según la reivindicación 1, en el que una salida de los medios rectificadores (46) está conectada a los medios generadores de RF sin medios de filtrado o medios de alisamiento entre ellos, de modo que se almacene sólo una energía mínima por el suministro de potencia para que el segundo SMPS pueda desconectarse rápidamente.
3. Suministro de potencia según la reivindicación 2, en el que los segundos medios SMPS (44) pueden desconectarse en menos de dos microsegundos.
4. Suministro de potencia según las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además unos medios de control (413) dispuestos para vigilar una corriente que pasa a través del generador de RF y para controlar los medios SMPS primeros y segundos (42, 44).
5. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un factor de potencia de al menos 0,98%.
6. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, concebido para dar como resultado una distorsión armónica de la entrada de potencia principal de menos del 4%.
7. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, concebido para alimentar un generador de RF (48) de un magnetrón y que comprende medios de suministro (47) de calentador para alimentar un calentador del magnetrón, en donde los medios de control (413) están dispuestos para controlar los medios de suministro del calentador.
8. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que los medios de control (413) están dispuestos para desconectar los segundos medios SMPS (44) al detectarse por los medios de control un aumento repentino de potencia a través del generador de RF (48) y posteriormente para conectar los segundos medios SMPS.
9. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que los medios de control están provistos de medios de control de amplitud y medios de control de ciclo de servicio.
10. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, que comprende además unos medios de generación de campo magnético (49) para aplicar un campo magnético al generador de RF (48), en donde los medios de control (413) están dispuestos para controlar los medios de generación de campo magnético.
11. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, que comprende además unos medios contactores (41) para conmutar la entrada de potencia principal al primer SMPS (42), en donde los medios contactores están dispuestos para ser controlados por los medios de control (413).
12. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, concebido para una entrada de potencia principal trifásica.
13. Suministro de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, concebido para funcionar con una relación de potencia pico a media en un rango de 1 a 100.

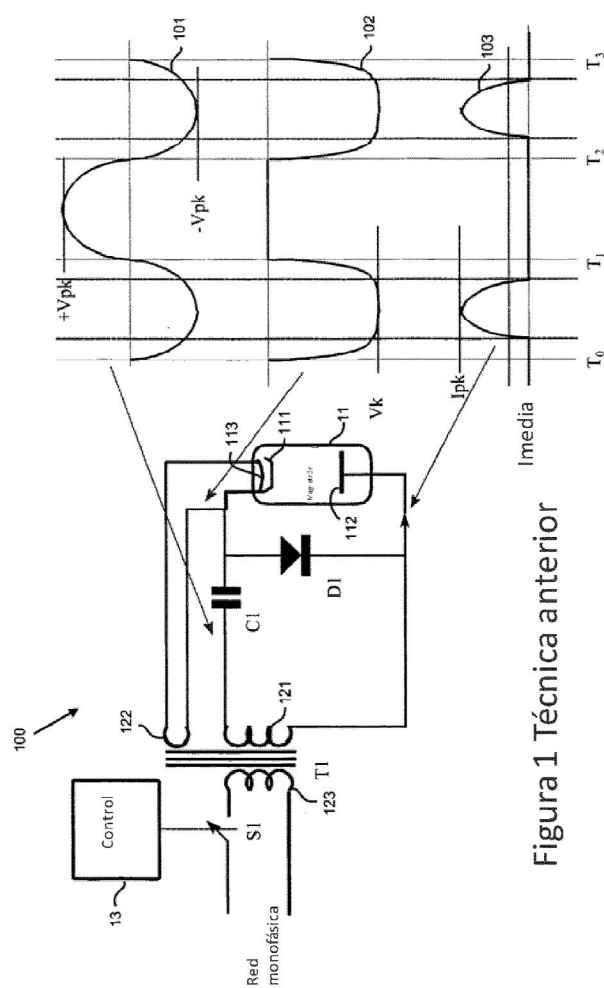


Figura 1 Técnica anterior

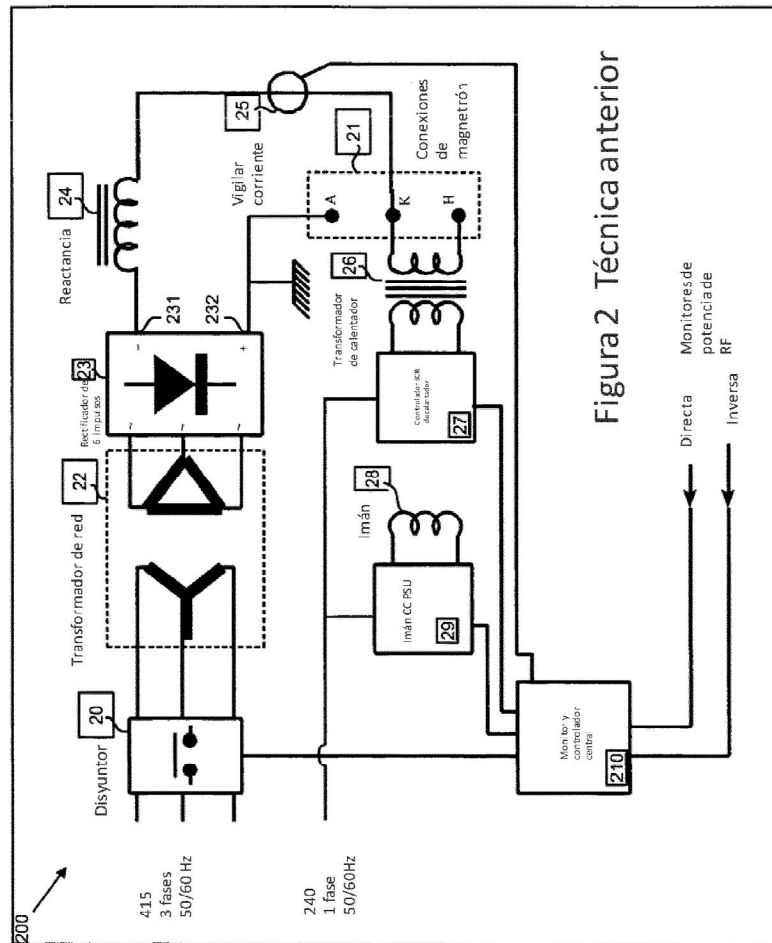


Figura 2 Técnica anterior

Figura 3

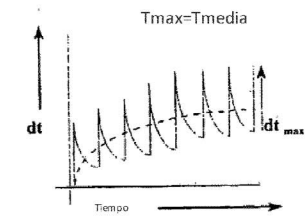
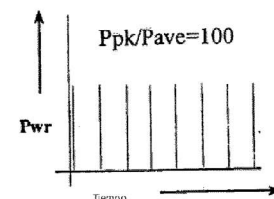
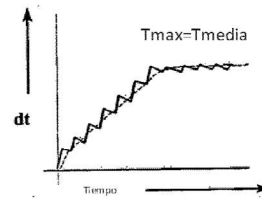
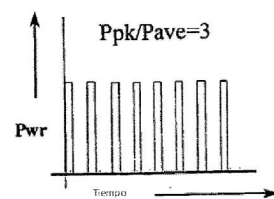
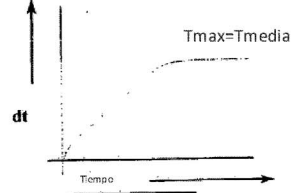
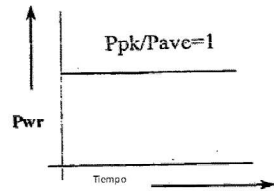


Figura 4a

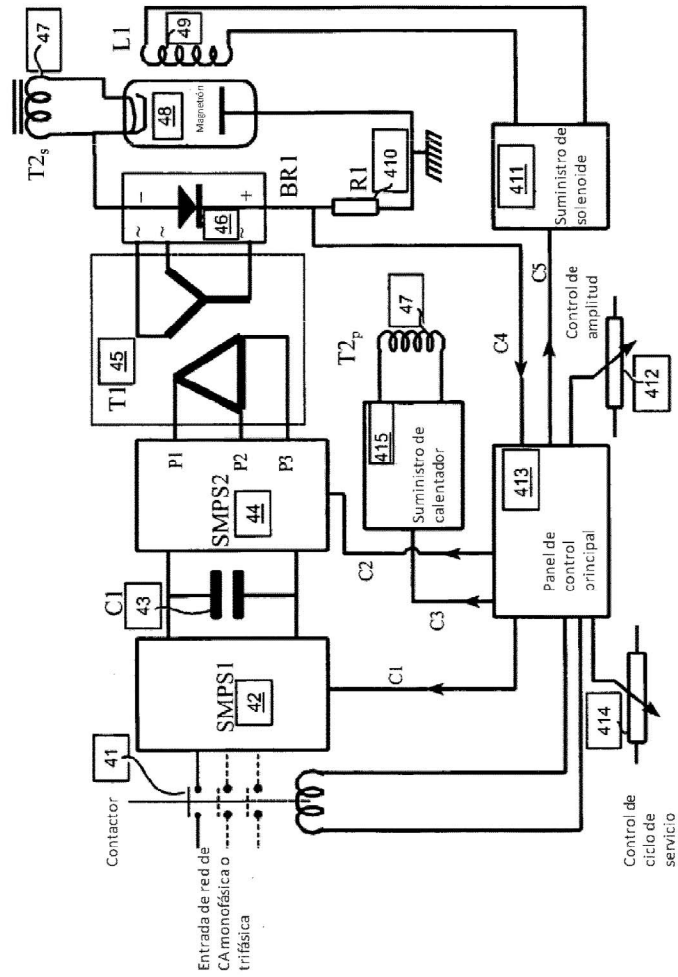
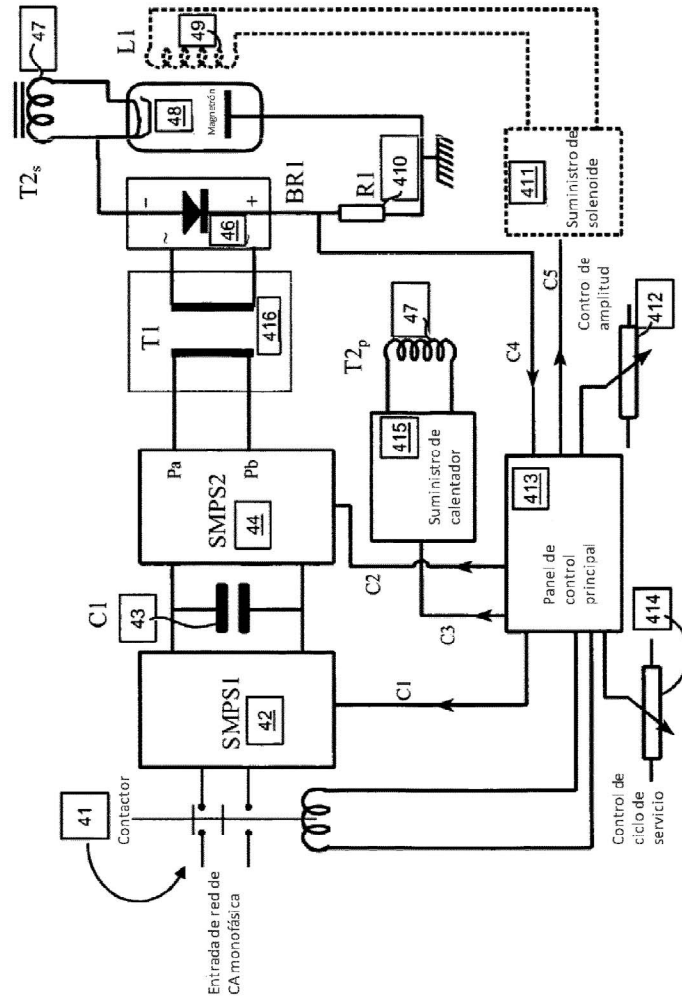


Figura 4b



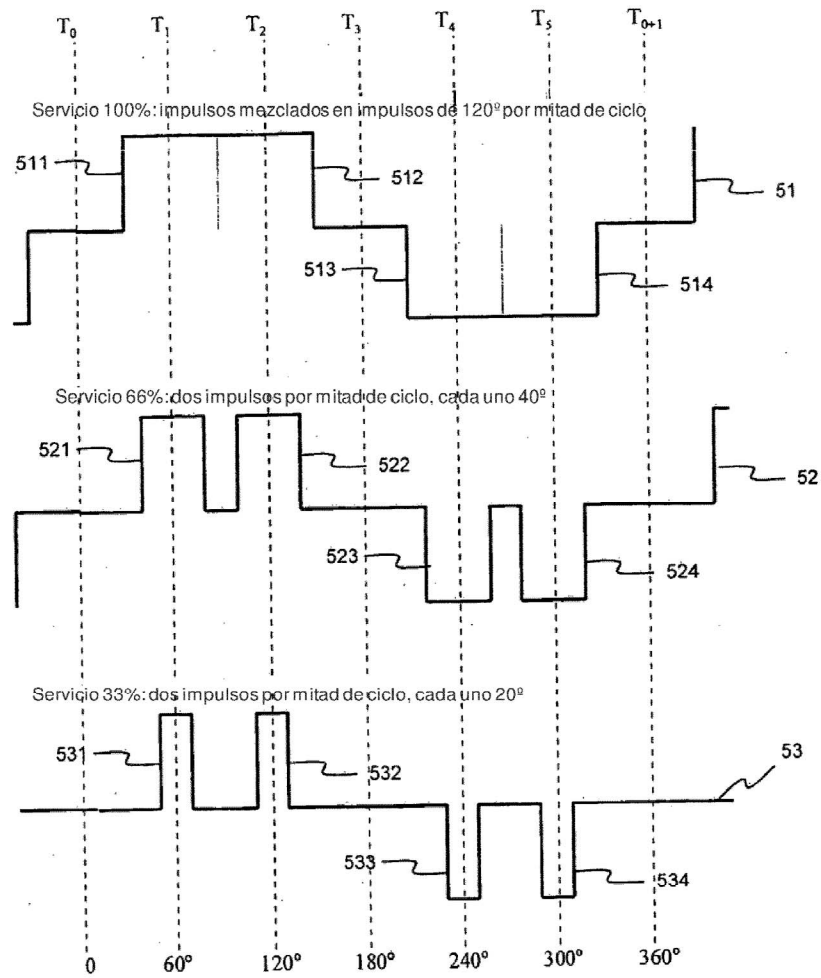


Figura 5

Diagrama de formas de onda de salida P1-P2 de SMPS2

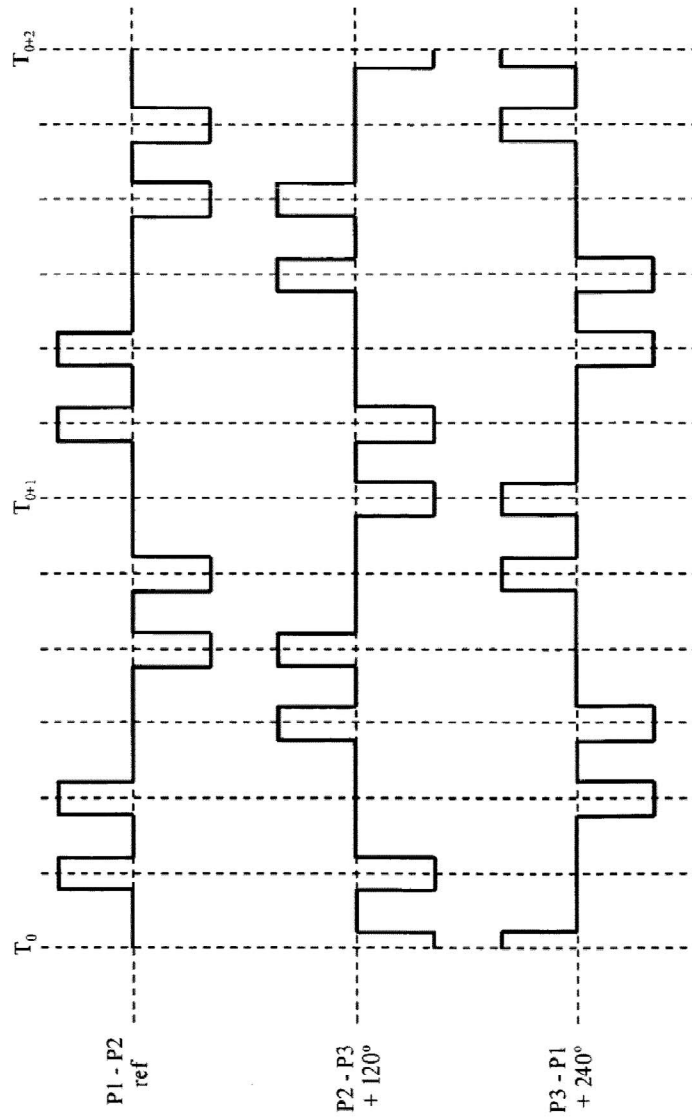
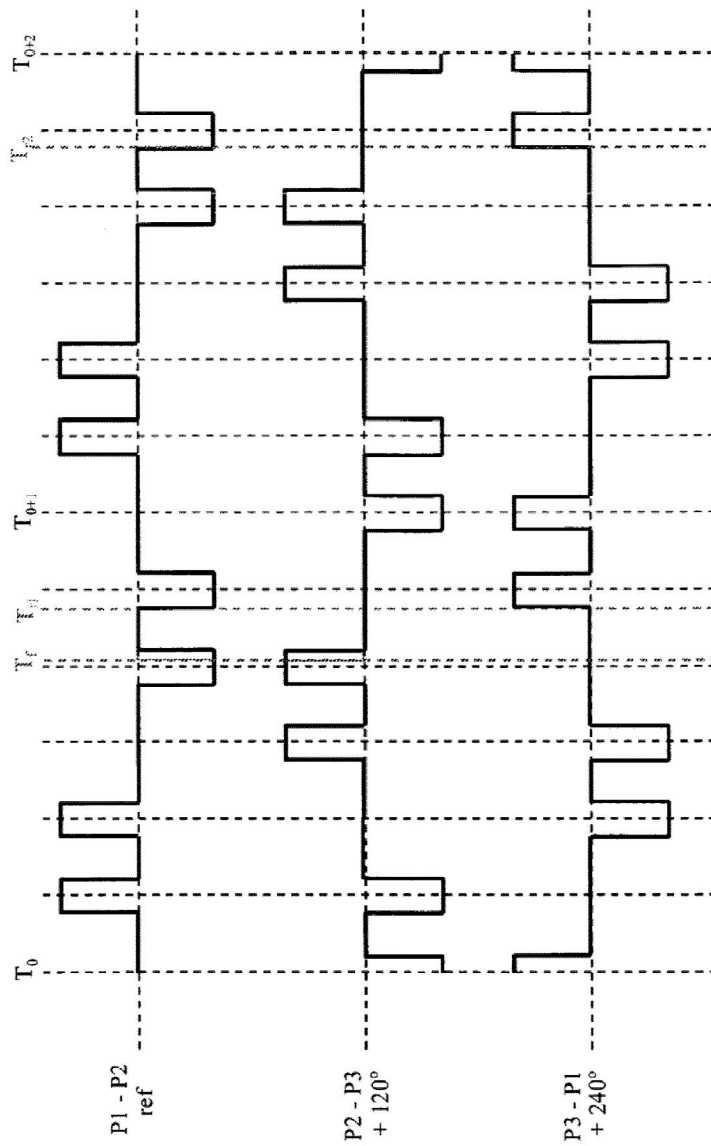


Figura 6

Salida trifásica de SMPS2



Respuesta de SMPS2 al arco de carga y recuperación de éste

Figura 7

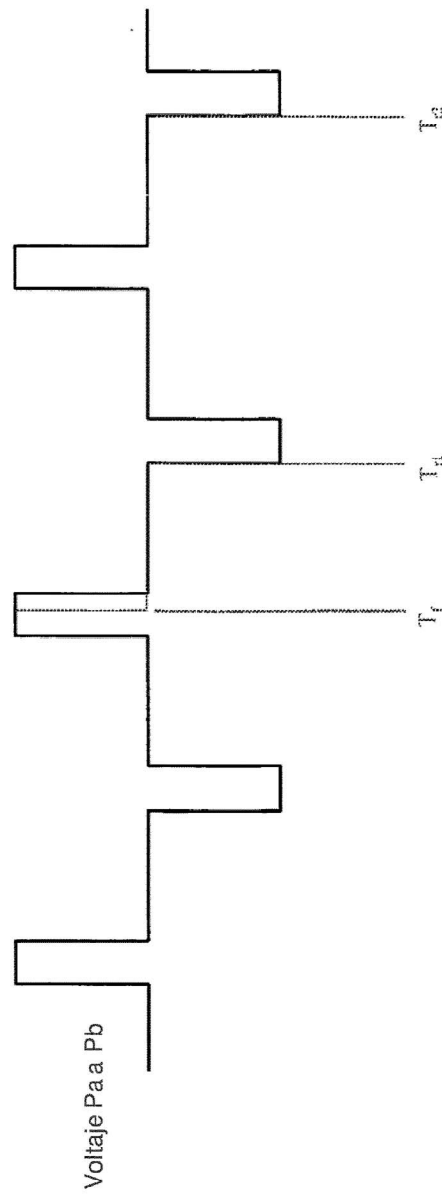


Figura 8

T_f , T_r y T_{r+1} tienen todas el mismo significado y definición que para el sistema de alta potencia