

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de Propiedad Industrial

División de Nuevas Creaciones

PCT
SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION



DVN
NOV

07-98979

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO

CIRCUITO DE POTENCIA PARA CONTROLAR UN TRANSDUCTOR ULTRASONICO DE CARGA VARIABLE

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

SULFICO, INC.

DOMICILIO

Reno, Estado de Nevada, E.U.A.

74. APODERADO

LUIS FELIPE CASTILLO GIBSON

22. BOGOTÁ, D. C.,

24 SET. 2007

7-7038

82

PETITORIO

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-098979- -00000-0000

Fecha: 2007-09-24 15:39:21 Dep. 2020 NUECREACIONI
Tra. 11 PATENTEIYII Eve. 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 25

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

PCT

ENTRADA EN FASE NACIONAL

28/09/2007

1

SOLICITUD DE:

☒

Patente de Invención

☐

Patente de Modelo de Utilidad

☒

Capítulo I

☐

Capítulo II

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: **SULPHCO, INC.**

Dirección: 1650 Meadowood Lane

Nacionalidad o domicilio: Reno, Estado de Nevada, E.U.A.

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número Cual

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: **LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE**

Dirección: Carrera 13 No. 37-43 Piso 12

Teléfono: 285 74 60 Fax: 285 92 67

E-mail info@castillograu.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ OTRO ☐

Cual

Número 79.397.879 de TP 68.995 del Bogotá C.S.J.

4

INVENTOR(ES)
(72)

Nombre: Jason MAY - Charles I. RICHMAN - Rudolf W. GUNNERMAN

Dirección: 7964 Tamarron Court, Ap. 203 - 2500 Dickenson Road, Ap. 251 - 6601 Windy Hill Way

Nacionalidad o Domicilio: Memphis, Tennessee - Reno, Nevada - Reno, Nevada (E.U.A.)

5

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2006/002911 Fecha: 27/01/2006

Publicación Internacional No. WO 2006/093602 A2 Fecha: 08/09/2006

6

Título (54) CIRCUITO DE POTENCIA PARA CONTROLAR UN TRANSDUCTOR ULTRASONICO DE CARGA VARIABLE

7

Clasificación Internacional (51) H04N5/228

8

Prioridad

Si ☒ No ☐

(33) País de origen
E.U.A.

(32) Fecha
28.02.2005

(31) Número de Solicitud
11/069,492

9

Comprobante de pago N°:

77157

Fecha:

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

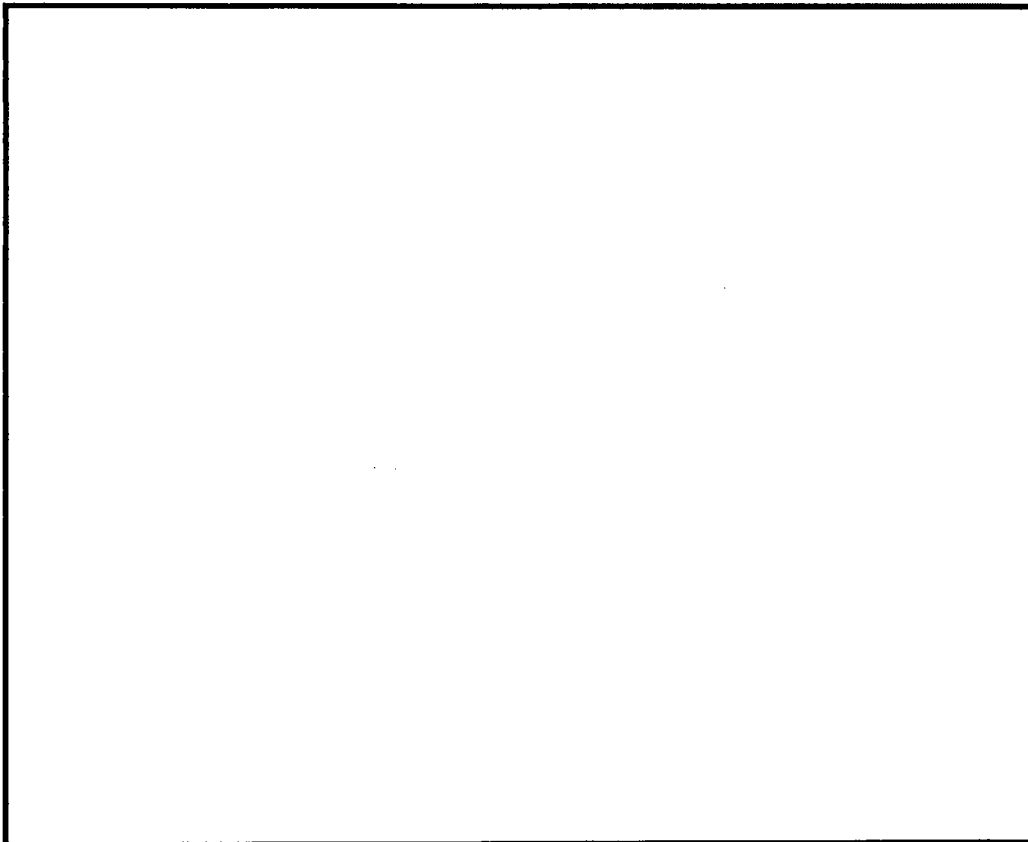
10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☒ Certificado de existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☐ Documento de Cesión del inventor al solicitante o a su acusante
- ☐ Declaraciones
- ☐ Copia de la solicitud Internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito de material biológico.
- ☒ Arte final 12 x 12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ Otros

11

FIGURA CARACTERISTICA

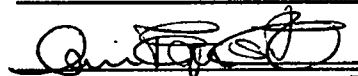


12

Solicito la concesión de patente,

NOMBRE: LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE

FIRMA:


C.C. 79'397.879 T.P. 68.995
de Bogotá del C.S.J.

3

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-098979- -00000-0000

Fecha: 2007-09-24 15:39:21 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONAL
Act. 411 PRESENTACION Folios: 25

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 07 - 77,157
FECHA : SEPTIEMBRE 24 DE 2007

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
*TILLO GRAU Y ASOCIADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	69421668	24/09/2007	3,340,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
1		TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	482,000.00
		TOTAL :	\$ 482,000.00

SON: CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

CIRCUITO DE POTENCIA PARA CONTROLAR UN TRANSDUCTOR ULTRASÓNICO DE CARGA VARIABLE

ANTERIORIDADES

La presente invención se refiere, en general, a sistemas ultrasónicos y en particular, a métodos y circuitos para impulsar un transductor ultrasónico de alta potencia para uso con una carga variable.

La tecnología ultrasonido se utiliza en una variedad de aplicaciones desde fresado y limpieza de joyería, realización de operaciones quirúrgicas hasta procesamiento de fluidos, incluidos hidrocarburos. El concepto básico de los sistemas ultrasónicos implica la conversión de energía eléctrica de alta frecuencia en vibraciones mecánicas de frecuencia ultrasónica utilizando elementos transductores. Por lo general, este tipo de sistemas incluye un circuito impulsor que genera señales eléctricas que excitan un ensamble transductor piezoeléctrico (o magnetostrictivo). Un elemento de transmisión tal como una sonda se conecta al ensamble del transductor y se utiliza para entregar energía mecánica al objetivo.

Los transductores ultrasónicos incluyen resonadores industriales y médicos. Los resonadores industriales entregan densidad de alta energía con el fin de que se afecten sustancialmente los materiales con los que entran en contacto. Usos habituales de resonadores industriales incluyen soldadura de plásticos y metales no ferrosos, limpieza, fresado abrasivo de materiales duros, corte, mejoramiento de reacciones químicas (sonoquímica), procesamiento líquido, antiespumación y atomización. Las frecuencias usuales para este tipo de operaciones son entre 15 kHz y 40 kHz, aunque las frecuencias pueden ser tan bajas como 10 kHz y tan altas como 100+ kHz. Los resonadores médicos incluyen dispositivos para corte, desintegración, cauterización, raspado, cavitación, desencontrado dental, etc.

Un ensamble de transductor para una aplicación ultrasónica industrial se puede referir como una pila ultrasónica industrial y puede incluir una sonda (o sonotrodo o bocina), un propulsor y un transductor (o convertidor). La sonda contacta la carga y entrega energía a la carga. La forma de la sonda depende de la forma de la carga y de la ganancia requerida. Típicamente, las sondas son hechas de titanio, aluminio y acero. El propulsor ajusta la salida vibracional del transductor y transfiere la energía ultrasónica a la sonda. Generalmente, el propulsor provee un método para montar la pila ultrasónica a una estructura de soporte. Normalmente, los elementos activos son cerámicas piezoeléctricas aunque también se usan materiales magnetostrictivos.

La tecnología actual para impulsar sondas ultrasónicas se ha desarrollado para impulsar un sistema a una frecuencia deseada y un nivel de potencia para un proceso específico. Esta tecnología conocida utiliza un sistema eléctrico basado en un Rectificador Controlado de Silicona (sigla en inglés SCR). Típicamente, los SCR requieren un sistema forzado de desactivación con un valor de capacitor en particular que controle y desactive (desconecte) el SCR lo que a la vez limita la frecuencia de operación del sistema eléctrico. También, los sistemas SCR están limitados a niveles de potencia mucho más bajos que no permiten el control efectivo de una sonda ultrasónica a niveles de potencia más altos. Tal como se utiliza en este contexto, un nivel de alta potencia se refiere a niveles de potencia de al menos 500 vatios. Por ejemplo, los generadores ultrasónicos basados en SCR impulsan sondas ultrasónicas las cuales están diseñadas par una carga específica como acero fundido. Sin embargo, cuando se utiliza un generador ultrasónico basado en SCR en un proceso que exponga una sonda ultrasónica a condiciones variadas de carga, tal como el procesamiento de hidrocarburos líquidos, ello limita la eficiencia de la sonda en líquidos diferente. Esta eficiencia limitada se debe al efecto de carga que los diferentes líquidos tendrán en la sonda ultrasónica. Además, aún para un líquido determinado, la densidad y los efectos de cambio de fase pueden variar la carga en la sonda ultrasónica.

Por lo tanto, queda la necesidad de un circuito impulsor de carga variable y de alta potencia para un generador ultrasónico que no tenga los inconvenientes de los generadores ultrasónicos basados en SCR.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención provee un generador ultrasónico para impulsar un sistema dinámico de sonda ultrasónica para uso con cargas variables, a frecuencias de operación hasta de 20 kHz y niveles de potencia hasta de 60kW. El sistema utiliza un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) (*Full Bridge Isolated Gate Bipolar Transistor*) para impulsar sondas ultrasónicas a una frecuencia resonante a niveles de voltaje, frecuencia y corriente diferentes y ajustables. A medida que la sonda ultrasónica experimenta diferentes cargas, los requerimientos de energía eléctrica cambiarán. Por ejemplo, durante varias técnicas de procesamiento de hidrocarburos (como desulfuración), como las que patenta el presente cesionario, muchas cargas diferentes y variadas son vistas por un transductor ultrasónico a medida que se procesan diferentes fluidos (como diferentes tipos de crudo, combustible diesel, etc.). Varias técnicas patentadas de procesamiento de hidrocarburos patentadas por el presente cesionario, se

describen en las publicaciones USP 6,827,844; 6,500,219 y 6,402,939, las cuales se incorporan en esta descripción por referencia. Usando un sistema basado en el transistor de puerta aislada (IGBT), según las realizaciones de la presente invención, se pueden controlar las variables requeridas tales como frecuencia, voltaje y corriente para manejar de manera efectiva el funcionamiento de la sonda ultrasónica en cuanto a cargas variables. Típicamente, las cargas variables incluyen diferentes fluidos hidrocarburos compresibles e incompresibles.

En un aspecto, las realizaciones de la presente invención se dirigen a un generador ultrasónico de alta potencia (como >500 W) para entregar energía ultrasónica de alta potencia a una carga variable. En una realización, el generador ultrasónico incluye un generador de forma de onda triangular de frecuencia variable acoplado con un modulador de duración de impulsos. La salida del modulador de duración de impulsos está acoplada con las puertas de un IGBT, lo cual amplifica la señal y la entrega a una bobina utilizada para impulsar un transductor magnetostrictivo. En una realización, un alto voltaje de 0-600VDC es entregado a través del colector y emisor del IGBT luego de entregar la señal. La salida del IGBT es luego una forma de onda cuadrada con un voltaje de +/- 600V. El voltaje es enviado a una bobina envuelta alrededor del transductor ultrasónico. El voltaje crea un campo magnético en el transductor y las propiedades magnetostrictivas del transductor hacen que el transductor vibre como resultado del campo magnético. El uso del IGBT como dispositivo de amplificación obvia la necesidad de un circuito SCR, el cual se utiliza típicamente en transductores ultrasónicos de baja potencia y el cual puede recalentarse y fallar en una aplicación de carga variada y alta potencia de este tipo.

Para una mayor comprensión de la naturaleza y ventajas de la invención, se debe hacer referencia a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos que la acompañan.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de circuitos simplificado que muestra un modelo de un circuito IGBT de puente completo con un transductor paralelo magneto-constrictivo resonante de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 muestra dos trenes de impulsos, los cuales son invertidos mutuamente y 180 grados fuera de fase que impulsa la expansión y contracción del transductor ultrasónico magneto-constrictivo de la Figura 1.

A

La Figura 3 es un diagrama simplificado de una vista lateral de un transductor magneto-constrictivo de ventana ovalada.

La Figura 4 es un diagrama de circuitos simplificado para un sistema que implementa el circuito impulsor TGBT de puente completo de la Figura 1, donde un microprocesador produce un voltaje correspondiente a la frecuencia de operación del oscilador controlado por voltaje (VCO), de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 5 es una gráfica de una forma de onda de potencia de salida producida por el circuito de potencia de la Figura 4.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Antes de la invención del presente generador ultrasónico, los generadores ultrasónicos de la técnica anterior se basaban en tecnología SCR (rectificador controlado de silicio). En estos generadores, los SCR impulsan corriente a través de una sonda ultrasónica a una frecuencia de aproximadamente 17,5 kHz. A esta rápida frecuencia de conmutación, los SCR se pueden recalentar y fácilmente y fallar. Para abordar este problema de calentamiento, los SCR requieren un sistema forzado de desconexión o desactivación conocido comúnmente en el campo de electrónica de potencia como "Conmutación Forzada". Esto significa que cuando una señal es entregada al sistema para encender el SCR, la señal permanecerá por una cantidad de tiempo específica luego de que se apague o desactive la señal. Por medio de conmutación forzada es posible hacer que el SCR se apague más rápido. Esta conmutación forzada se requiere para una frecuencia de conmutación más rápida de 17,5 kHz. Con frecuencia, debido a este proceso, el SCR se debilita y falla. Otro problema con los sistemas SCR es que se requiere un arreglo de capacitor específico con el fin de que ocurra la conmutación forzada. El resultado de estos capacitores adicionales es una pérdida considerable de potencia. El generador ultrasónico que los inventores han desarrollado en esta invención, requieren una pequeña cantidad de capacitancia y por lo tanto es más confiable que los sistemas SCR utilizados comúnmente. Por ejemplo, los inventores han comparado el novedoso generador IGBT con uno que utiliza la tecnología SCR de la técnica anterior y manifiestan que mientras el sistema basado en SCR para la sonda ultrasónica requirió una entrada total de aproximadamente 3800 vatios, el generador ultrasónico según las realizaciones de la presente invención produce mejores resultados ya que la sonda ultrasónica solo utiliza 2800 vatios. Además de ser más eficiente que los sistemas SCR utilizados

comúnmente, los componentes, es decir los IGBT, en el generador, son más económicos y se consiguen más fácilmente que los SCR.

El generador ultrasónico según las realizaciones de la presente invención utiliza un IGBT en lugar de un SCR. El IGBT sirve como amplificador para magnificar una señal de impulsos enviada a las puertas del IGBT. El impulso enviado a las puertas del IGBT se crea de un generador de duración de impulsos variable. En una realización, este generador de duración de impulsos utiliza un generador de forma de onda triangular de frecuencia variable cuya señal es enviada a un circuito comparador con un voltaje de referencia variable. El resultado es que al ajustar el voltaje de referencia en el circuito comparador, la cambia la duración de impulsos. Esta porción (por ej: el generador de duración de impulsos variable) del generador se utiliza algunas veces con los IGBT para controlar motores A.C. La señal de duración de frecuencia/impulsos variable es enviada a las puertas del IGBT para ser magnificada. El voltaje variable (por ej: entre 0-600 VDC) es entregado a través del colector y emisor del IGBT una vez se haya entregado la señal. La salida del IGBT es entonces una forma de onda cuadrada con un voltaje de +/- 600V. El voltaje es enviado a una bobina envuelta alrededor del transductor ultrasónico. El voltaje crea un campo magnético en el transductor y las propiedades magnetostrictivas del transductor hacen que el transductor vibre como resultado del campo magnético.

El circuito de potencia del transductor ultrasónico según las realizaciones de la presente invención representa una innovación sobre los anteriores circuitos de potencia de transductores ultrasónicos. En el circuito, los componentes eléctricos incluyen IGBT correspondientes en una configuración de potencia de puente completo. Tal como se utiliza en esta descripción, un puente completo incluye dos amplificadores contrafásicos de semipunto. Cada semipunto es impulsado por un tren de impulsos rectangular asimétrico. Los dos trenes de impulsos que impulsan el semipunto están 180 grados fuera de fase y están invertidos. La simetría (por ej: porcentaje de componentes de impulsos positivos y negativos) de los impulsos que impulsan cada sección de semipunto pueden configurarse para cualquier potencia de salida ultrasonido deseada.

A continuación se describe en detalle el circuito de potencia IGBT de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. El circuito IGBT incluye los siguientes componentes principales, a saber: una fuente de alimentación DC; un IGBT; un Circuito Impulsor de Puerta y un Circuito Sensor de Corriente de Bucle Cerrado. Abajo se describe cada uno de estos componentes.

Fuente de alimentación DC

La fuente de alimentación DC tal como se utiliza en esta descripción puede ser cualquier fuente de alimentación que rectifique y filtre el voltaje AC estándar (por ej: 60Hz) para que sea un voltaje DC. Por lo general, esta conversión de potencia se hace aumentando la frecuencia de línea mediante el uso de un tiristor u otro dispositivo de este tipo. El AC de alta frecuencia es luego rectificado y filtrado por medio de un tanque capacitor y/o un choque D C para eliminar la ondulación AC. La fuente de alimentación DC necesita suficiente energía para operar la carga más grande que pueda encontrar la sonda ultrasónica. Típicamente, un voltaje DC hasta de 0.600 V es indicado con una capacidad nominal de amperios de 50A dando un máximo de 30kW. Se pueden utilizar sistemas más grandes que produzcan voltajes hasta de 1200V; sin embargo, debe tenerse en cuenta la máxima capacidad nominal de voltaje del IGBT, que típicamente es de 1200V.

Idealmente, la fuente de alimentación DC se conecta al IGBT a través de un banco capacitor polar de gran valor con el fin de reducir los picos de conmutación debido a frecuencias de operación demasiado altas y voltajes altos. La capacidad nominal del capacitor DC es suficiente como para manejar el máximo voltaje en el sistema y cualquier pico de voltaje que se pueda presentar.

Preferiblemente, la fuente de alimentación DC tiene un control de voltaje variable para permitir ajustar el voltaje durante las diferentes condiciones de carga. También, el ajuste de voltaje dará la oportunidad de correr un transductor ultrasónico a un nivel de potencia más bajo, si se desea. En una realización, la regulación del voltaje puede ser del estilo de un simple potenciómetro con interfaz manual. Alternativamente, la regulación del voltaje se logra por medio de un voltaje análogo o corriente aplicada a un circuito sensor, o una interfaz programada digitalmente. También se prefiere que la fuente de alimentación tenga un control máximo de límite de corriente lo cual evitará que el sistema se recargue.

Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT)

Se usa un IGBT para invertir un voltaje DC en una forma de onda rectangular bipolar por impulsos. Los IGBT se utilizan más comúnmente para control de motor en impulsadores de frecuencia variable. La operación de UN UGBT es similar a la mayoría de los transistores en el sentido de que se aplica un voltaje bus al colector y emisor, mientras una señal se aplica a su puerta. El bus

10

DC es luego impulsado al voltaje y frecuencia bus aplicados y al ciclo de trabajo de la señal de la puerta.

El tamaño de un IGBT para uso con un transductor magnetostrictivo, como el que existe en la tecnología del cesionario puede depender de las cargas en el transductor. Durante la conmutación del IGBT hay grandes picos de corrientes debido a que la carta magnetostrictiva es altamente conductora. Por ello, con frecuencia la capacidad nominal de IGBT utilizado es demasiado alta para estos picos de corriente. Por ejemplo, un típico transductor magnetostrictivo puede requerir de 9-10 Amps RMS. Sin embargo, los picos de corrientes pueden ser tan altos como 300 Amps para solo 1-2 microsegundos durante la conmutación. Por ello, un IGBT adecuado para este tipo de operación debe tener una capacidad nominal de corriente de 300A y una capacidad de corriente pico de 600A.

Circuito Impulsor de Puerta

Un aspecto importante de la operación exitosa del IGBT es el impulso adecuado de su puerta. Los métodos comunes para controlar puertas IGBT utilizadas en control de motor no son suficientes para operar el IGBT en uso con una sonda ultrasónica magnetostrictiva. Generalmente, un circuito impulsor de puerta de control de motor intenta similar una corriente alterna similar a la normal de 50/60 Hz AC que se encuentra en las tomas de pared. Por ello, el IGBT es impulsado con un ciclo de trabajo variable a una frecuencia muy alta. A un ciclo de trabajo bajo (como 10%) hay una pequeña cantidad de corriente, entonces a medida que el ciclo de trabajo aumenta también aumenta la corriente. Cuando se impulse un IGBT para uso con una sonda ultrasónica hay una polarización sesgo DC para que la operación sea exitosa. La cantidad de polarización DC puede ser controlada directamente en un sistema de puente completo variando el ciclo de trabajo de las varias puertas IGBT tal como se muestra en la Figura 2. La cantidad de polarización DC aumentará con un ciclo de trabajo más alto del tren de impulsos A que a la vez disminuye el ciclo de trabajo del tren de impulsos B, de modo que los dos impulsos diferentes no sean altos al mismo tiempo.

Con el fin de producir este tipo de impulsos de puerta se utiliza un generador de forma de onda. El generador de forma de onda puede ser cualquier generador de forma de onda estándar que pueda variar la frecuencia y/o ciclo de trabajo de la forma de onda generada. En una realización del circuito impulsor de puerta se usa un generador de forma de onda triangular. Por ejemplo, la forma de onda triangular es producida por un generador de forma de onda triangular 8038. El chip 8038 permite el control de duración de impulsos de las formas de onda de

control IGBT en fase y de cuadratura, lo cual impacta el manejo de potencia del circuito IGBT de puente completo. En una realización, el circuito impulsor utiliza este circuito con control de frecuencia variable y control de duración de impulsos variable. La onda triangular es enviada a dos comparadores LF 353 que comparan un voltaje predeterminado a las formas de onda triangulares negativas al generador en de las formas de onda de control en fase y de cuadratura para el circuito IGBT de puente completo. Las formas de onda de control de cuadratura para el circuito IGBT de puente completo son generadas de modo que mientras la onda triangular positiva es mayor que el voltaje predeterminado, se genera una onda rectangular controlada con duración de impulsos y mientras la onda que el voltaje predeterminado se forma la onda rectangular de control de cuadratura. En otra realización, el circuito de potencia utiliza el generador de forma de onda Global Specialties 1 MHz. Este generador de forma de onda también puede utilizar el generador básico de forma de onda triangular 8038 con comparadores positivos y negativos.

La Figura 1 es un diagrama de circuito simplificado que muestra un modelo de un circuito IGBT de puente completo con un transductor paralelo magneto-constrictivo resonante de acuerdo con una realización de la invención. Tal como se muestra en la Figura 1, Q1, Q2, Q3, Q4 son los 4 IGBT que componen el circuito de puente completo que se muestra. D1, D2, D3, D4 son cuatro diodos de protección que evitan corriente inversa en el IGBT que podría ser dañina. L1 y L2 es la inductancia de los arrollamientos o bobinados del transductor magneto-constrictivo impulsado por el circuito de puente completo. El diagrama de la Figura 1 solo se muestra un arrollamiento o bobinado de Puente Completo. C1 es una capacitancia paralela que permite que el magneto-constrictivo opere en resonancia. Sin embargo, en la práctica este capacitor puede dejarse fuera debido a las pequeñas capacitancias parasíticas de dispositivo que permiten que el transductor magneto-constrictivo opere a resonancia entre 15 kHz y 20 kHz.

En operación, el circuito de puente completo es impulsado por trenes A y B de impulsos de la puerta, tal como se muestra en la Figura 2. El primer tren de impulsos (Tren A) es aplicado a las puertas IGBT Q1 y Q4 y el segundo tren de impulsos (Tren B) es aplicado a las puertas de IGBT Q2 y Q3.

Tal como se muestra en la Figura 2, los dos trenes de impulsos son invertidos entre sí y a 180 grados fuera de fase para impulsar la expansión y contracción del transductor ultrasónico magneto-constrictivo. Estas señales son ópticas aisladas de las puertas IGBT por el impulsor de puerta optoacoplador.

12

Otros circuitos de protección del impulsador IGBT limitan el voltaje de la puerta y bloquean esta señal cuando el colector del voltaje emisor es demasiado alto. El circuito impulsor de puerta también incluye un amplificador separador que provee varias corrientes impulsoras de amperios.

La Figura 3 es un diagrama simplificado de una vista lateral de un transductor magneto-constrictivo de ventana ovalada. La Figura 3 muestra los dos arrollamientos que impulsan el transductor magneto-constrictivo ultrasónico. Estos arrollamientos son impulsados en paralelo por la fuente de potencia IGBT a la frecuencia óptima de operación. La primera salida del puente completo se conecta a la derivación central de cada semipuerta en Q1 y Q3. La segunda salida del puente completo se conecta a las salidas de la derivación central de los semipuentes Q2 y Q4. Para esta configuración de impulsos de potencia el flujo magnético a través del anillo toroidal magneto-constrictivo está en fase. Para la configuración que se muestra en la Figura 3, los dos arrollamientos están en sentidos opuestos.

En funcionamiento, el circuito de las Figuras 1-3 permite un nuevo método para impulsar el transductor ultrasónico. Las Figuras 1, 2 y 3 muestran el método de puente completo de impulsar el transductor ultrasónico. Cada uno de los dos circuitos semipuerta del sistema IGBT de puente completo impulsan el material magneto-constrictivo del transductor a un estado contraído (impulso negativo) y a un estado expandido (impulso positivo). Otros componentes de seguridad incluidos en el diseño de puente completo y que no se muestran en la Figura 1 son capacitores amortiguadores de entrada a través de la entrada de potencia DC a los circuitos IGBT de semipuerta según se muestra en la Figura 1. En el circuito de la Figura 1, el IGBT es el dispositivo de estado sólido de elección de los aproximados 15 kHz a 20 KHz de Baja Frecuencia. Alternativamente, los dispositivos Mosfet son utilizando entre 200 KHz y 300 KHz para procesamiento químico ultrasónico.

Debido a que el IGBT se basa en impulsos de potencia rectangulares, los rápidos cambios de corriente en el inductor producen picos de voltaje causados por $L \cdot di/dt$. El problema de picos de alto voltaje requiere que el IGBT tenga capacidades de alto voltaje por encima del voltaje de operación promedio en el circuito transductor resonante. Si bien el impulsor resonante paralelo de puente completo es más eficiente en potencia que el transductor ultrasónico impulsado por SCR, es impulsor produce picos, mientras que un sistema basado en SCR no produce picos de voltaje. Esto se debe a que los SCR no solo se disparan

activamente en el estado positivo y se apagan en el modo de conmutación cuando el transductor resuena en el modo de conmutación.

La Figura 4 es un diagrama de circuitos simplificado para un sistema que implementa el circuito impulsor IGBT de puente completo de la Figura 1, donde un microprocesador produce un voltaje correspondiente a la frecuencia de operación del oscilador controlado por voltaje (VCO), de acuerdo con una realización de la invención. El microprocesador explora en el rango de frecuencia de operación y registra a través de la conexión del puerto serial al generador de potencia DC la corriente RMS correspondiente en amperios que pasa al transductor ultrasónico. Luego de explorar el rango de frecuencia (por ej: entre 16 KHz y 18 KHz) y registrar la corriente de potencia en cada paso, el microprocesador selecciona el voltaje correspondiente a la máxima potencia y se cierra en este valor de frecuencia de operación. En cada reactor de lote, este proceso de optimización tiene lugar al comienzo de cada ciclo de lotes. Una vez se fije la frecuencia de operación, se establece el voltaje resonante del pico a un punto por debajo del voltaje de ruptura IGBT subiendo o bajando el ciclo de trabajo del tren de impulsos.

En operación, el circuito de la Figura 4 permite un nuevo método para controlar la frecuencia de operación de un transductor magneto-constrictivo ultrasónico para responder a cambios en las características del material magneto-constrictivo, en respuesta a cambios de temperatura en el reactor ultrasónico. Este esquema de control utiliza un microprocesador con capacidades D/A y A/D. En otra realización, en lugar del microprocesador se utiliza un Controlador Lógico Programable (PLC siglas en inglés). El microprocesador o controlador muestrea (a través del puerto A/D) el voltaje máximo, o el voltaje de envoltura de picos. El voltaje de envoltura de picos es utilizado por el microprocesador para controlar la duración de impulsos de potencia promedio. El tiempo ON de los trenes de impulsos positivos y negativos en la Figura 2 son limitados de modo que los picos de voltaje no pasen por encima del voltaje de ruptura limitante del IGBT. Para fijar la frecuencia del transductor resonante, la corriente de entrada DC promedio es leída a través del puerto serial del generador de potencia DC por el puerto serial del microprocesador o PLC. En una realización, la corriente RMS máxima del transductor de deflexión o elemento magneto-constrictivo pasivo es leída a medida que la frecuencia de operación es explorada para optimizar la frecuencia de vibración ultrasónica. Preferiblemente, el microprocesador o controlador explora la frecuencia de operación entre kHz y 18 kHz aumentando el voltaje controlado por el voltaje de salida del oscilador (a través del puerto d/a). En cada frecuencia de exploración, la corriente RMS en amperios es detectada y registrada a través del

14
puerto serial. Una vez se fije la frecuencia de operación se puede subir o bajar la duración de impulsos de modo que el voltaje resonante no pase por encima del voltaje de ruptura IGBT.

La Figura 5 es un gráfico (500) de un ejemplo de una onda de potencia de salida producida por el circuito de potencia de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Las onda cuadrada (502) muestra los 0 a 400 voltios que se sacan de la alimentación de voltaje DC controlada por procesador. Cada lado del circuito de potencia de puente completo saca +200 y -200 voltios. La onda inferior (504) muestra la forma de onda de real y reactiva total. El componente reactivo de la onda de corriente puede encontrarse por la ecuación $v = L \cdot di/dt$, donde L es la inductancia de las bobinas dobles enrolladas en los magnetos magnetostrictivos en bucle. La corriente RMS total extraída es de 20 amps. Esta corriente da la potencia real total de aproximadamente 4 K vatios. La forma de onda muestra corriente de 0 a 60 amps. La corriente reactiva pasa a la potencia reactiva la cual es utilizada para mantener vibraciones en el núcleo laminado magnetostrictivo y en la base del transductor y punta de desgaste. La pérdida en el núcleo es ocasionada por pérdidas de corriente parásita. Para el núcleo de 2 pulgadas consistente de 500 laminaciones de 4 mil, la pérdida total es de aproximadamente 300 vatios, es decir la pérdida como Calor. Las pérdidas reales en la base del transductor y punta de desgaste ocurren desde la potencia requerida para actuar contra la gravedad y a pérdida mecánica en la base y punta de desgaste, lo que también contribuye al calor perdido.

En una realización, el oscilador controlado por voltaje se basa en un chip 8038 el cual genera una onda cuadrada de ciclo completo con componentes rectangulares positivos y negativos. La salida del oscilador controlado por voltaje es separada en dos trenes de impulsos positivo y negativo según se muestra en la Figura 2 pasando la onda de ciclo completo en amplificadores operacionales de potencia positivos y negativos utilizando dos chips rápidos LF353. La inversión y no inversión de amplificadores elevan el voltaje de impulsos positivos y negativos de pico a los 15 voltios requeridos por los cuatro IGBT. Alternadamente, en lugar del VCO, en un esquema de optimización de potencia se puede utilizar un generador comercial de onda accesible a control de computador por el puerto RS 232.

En otra realización no se utiliza un VCO. En lugar de un VCO, un sensor de efecto Hall detecta los cruces de corriente positivos y negativos que van a cero. En el cruce de corriente positivo un impulso positivo es enviado a la base de Q1 y

Q4 en las Figuras 1 y 4 en el cruce de corriente negativa que va a cero, un impulso negativo es enviado a la base de los IGBT Q2 y Q3.

Como lo entenderán las personas versadas en la técnica, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se pueden prever otros métodos y circuitos equivalentes o alternos para impulsar un transductor ultrasónico de carga variable y alta potencia sin salirse de las características esenciales de la misma. Por ejemplo, las puertas IGBT pueden ser impulsadas por un tren de impulsos producido por cualquier dispositivo o sistema adecuado generador de ondas como se describe antes. Por lo tanto, la anterior descripción pretende ser ilustrativa más no limitante, del alcance de la invención la cual se expone en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES:

1. Un generador ultrasónico para entregar energía ultrasónica de alta potencia a una carga variable, que comprende:

un generador de forma de onda de frecuencia variable;

un modulador de duración de impulsos acoplado con dicho generador de forma de onda y configurado para proveer una señal de salida;

un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) que tiene una puerta acoplada con la salida de dicho modulador de duración de impulsos;

una fuente de voltaje acoplada a través del colector y emisor de dicho IGBT; dicho IGBT está configurado para amplificar la señal de salida de dicho modulador de duración de impulsos para producir una señal amplificada; y

un transductor magnetostrictivo que tiene una bobina configurada para recibir la señal amplificada, con el fin de entregar energía ultrasónica de alta potencia a una carga variable.

2. El generador ultrasónico de la reivindicación 1, en donde el generador de onda de frecuencia variable está configurado para entregar una onda triangular.

3. El generador ultrasónico de la reivindicación 1, en donde dicho IGBT es parte de una mitad de un conjunto correspondiente de dos mitades IGBT en configuración de potencia de puente completo.

4. El generador ultrasónico de la reivindicación 1, en donde cada puerta de cada mitad de dicho IGBT correspondida está configurada para recibir una señal de tren de impulsos, y en donde las dos señales de tren de impulsos están 180 grados fuera de fase e invertidas la una con respecto a la otra.

5. El generador ultrasónico de la reivindicación 1, en donde dicha fuente de voltajes es una fuente DC regulada por voltaje variable.

6. El generador ultrasónico de la reivindicación 1, que además comprende:

un microprocesador configurado para explorar el rango de frecuencia de operación y registrar a través de su conexión de puerto serial a dicha fuente de voltaje la corriente RMS correspondiente en amperios que van al transductor; y

un oscilador controlado por voltaje (VCO) acoplado con dicho microprocesador, en donde dicho microprocesador produce un voltaje correspondiente a la frecuencia de operación del oscilador controlado por voltaje,

explorar el rango de frecuencia y registrar la corriente de potencia en cada paso, el microprocesador selecciona el voltaje correspondiente a la máxima potencia y se cierra en este valor de frecuencia de operación para dicho transductor.

7. Un circuito de potencia para un transductor ultrasónico para entregar energía ultrasónica de alta potencia a un transductor ultrasónico que trabaje contra una carga variable, que comprende

un generador de forma de onda de frecuencia variable;

un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) que tiene una puerta acoplada con la salida de dicho generador de forma de onda,

una fuente de voltaje acoplada a través del colector y emisor de dicho IGBT; dicho IGBT está configurado para amplificar la salida de dicho generador de forma de onda para producir una señal amplificada; y

una bobina para un transductor magnetostrictivo configurado para recibir la señal amplificada con el fin de entregar energía ultrasónica de alta potencia a una carga variable.

8. El circuito de potencia de la reivindicación 7, en donde dicho OGBT forma parte de un conjunto correspondiente de dos mitades IGBT en configuración de potencia de puente completo.

9. El circuito de potencia de la reivindicación 8, en donde cada puerta de cada mitad de dicho IGBT correspondida está configurada para recibir una señal de tren de impulsos, y en donde las dos señales de tren de impulsos están 180 grados fuera de fase e invertidas la una con respecto a la otra.

18

10. El circuito de potencia de la reivindicación 7, en donde dicha fuente de voltaje es una fuente DC regulada de voltaje variable.

11. El circuito de potencia de la reivindicación 7, que además comprende:

un microprocesador configurado para explorar el rango de frecuencia de operación y registrar a través de su conexión de puerto serial a dicha fuente de voltaje la corriente RMS correspondiente en amperios que van al transductor; y

un oscilador controlado por voltaje (VCO) acoplado con dicho microprocesador, en donde dicho microprocesador produce un voltaje correspondiente a la frecuencia de operación del oscilador controlado por voltaje,

en donde luego de explorar el rango de frecuencia y registrar la corriente de potencia en cada paso, el microprocesador selecciona el voltaje correspondiente a la máxima potencia y se cierra en este valor de frecuencia de operación para dicho transductor.

19

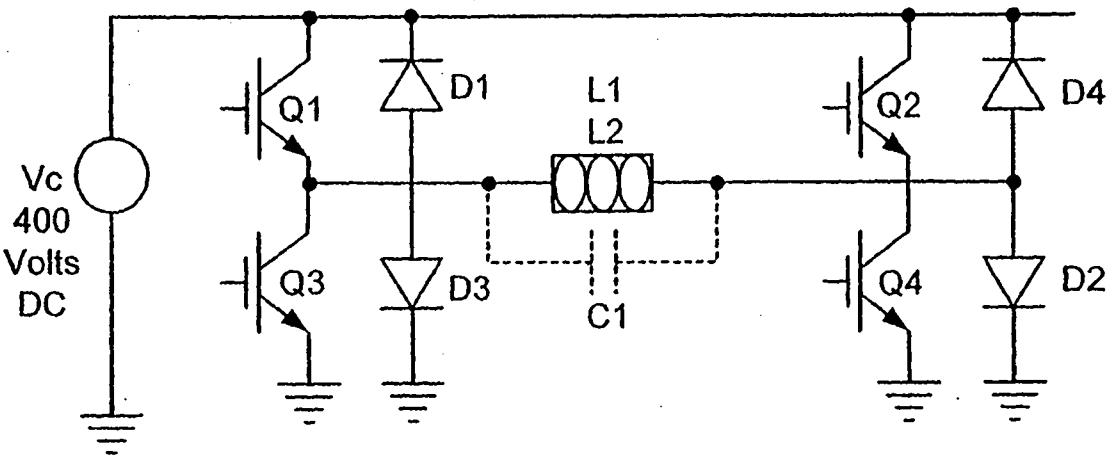


FIG. 1

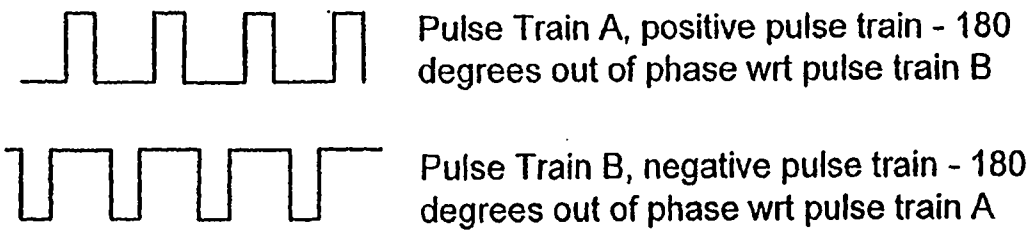


FIG. 2

10

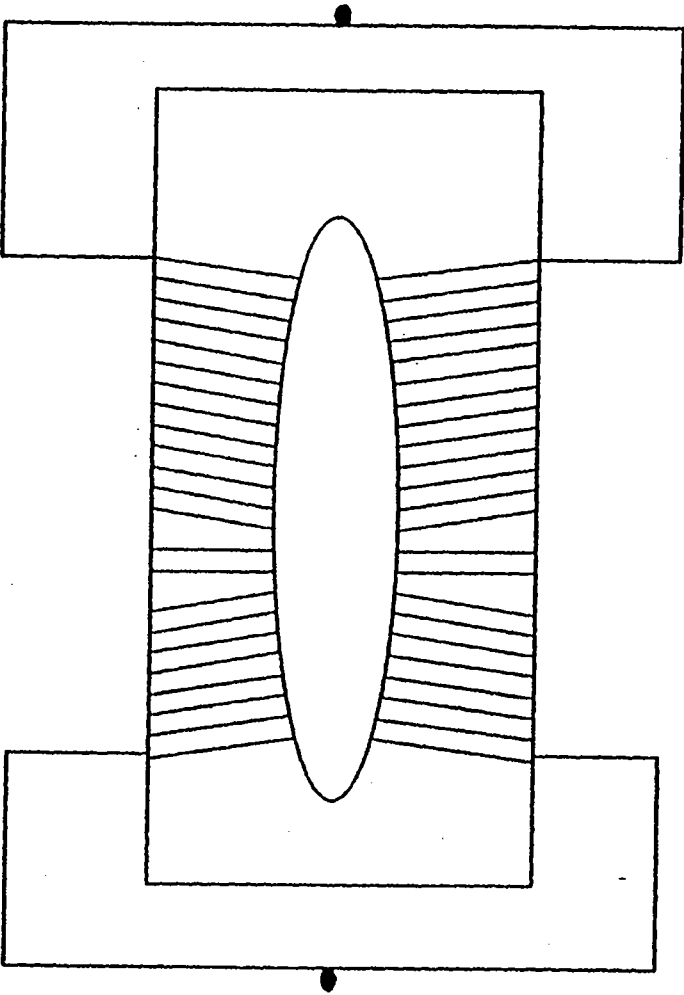


FIG. 3

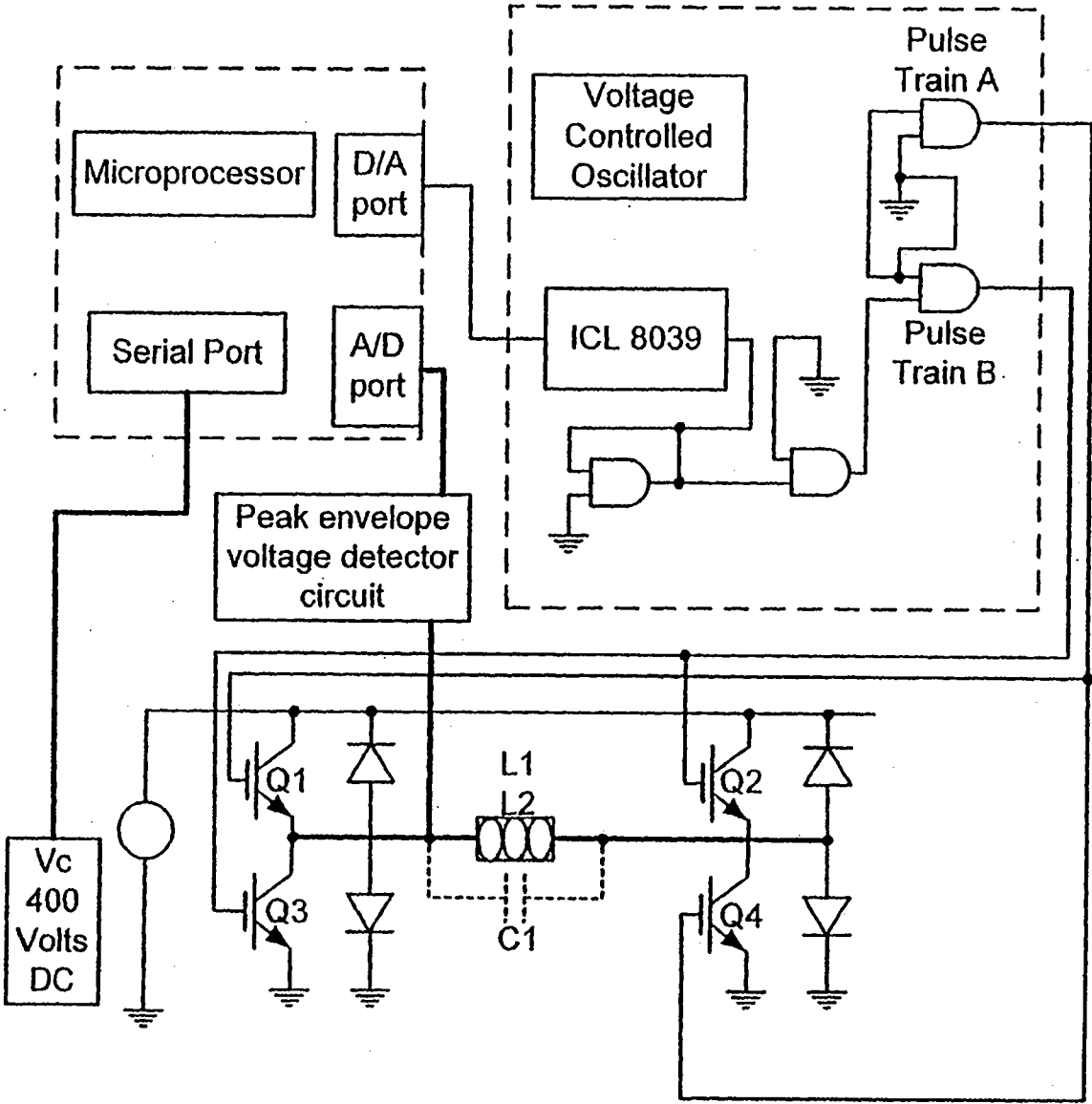


FIG. 4

22

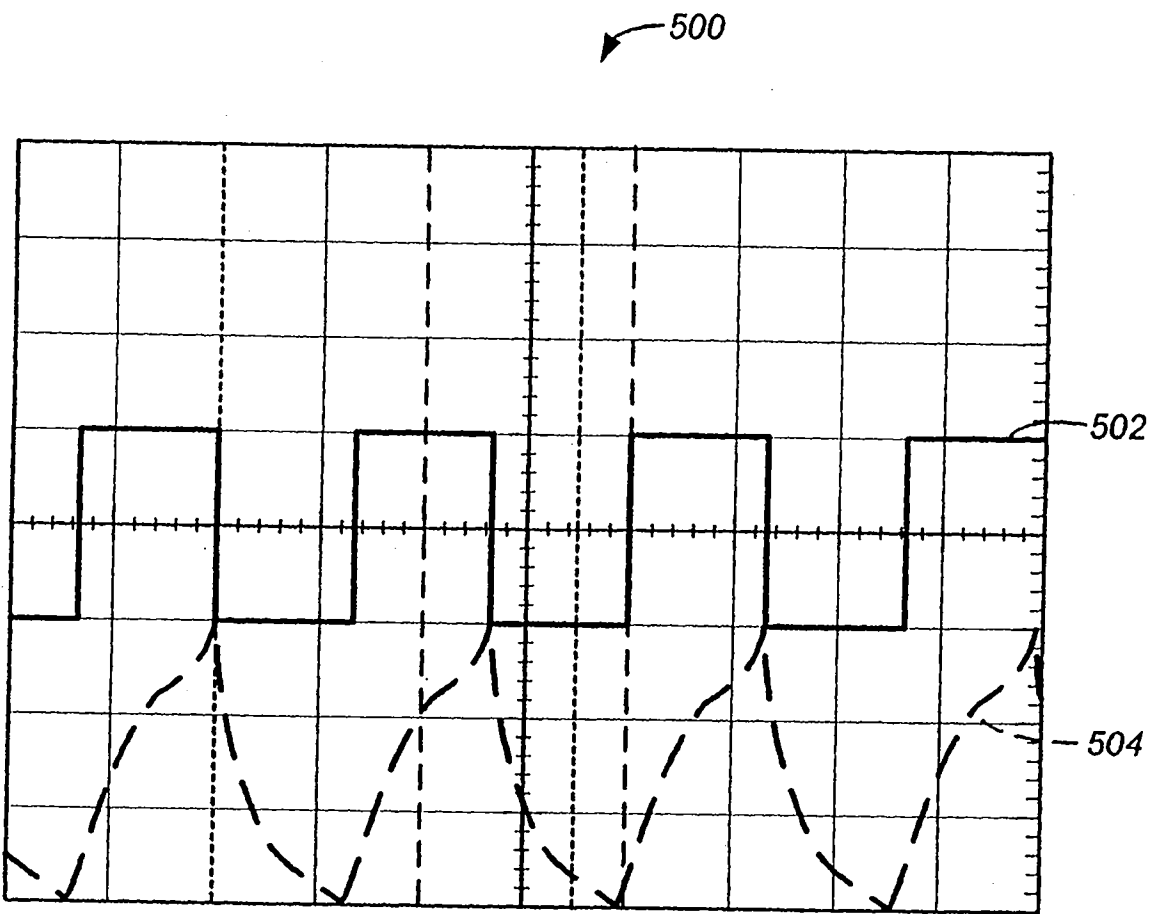


FIG. 5

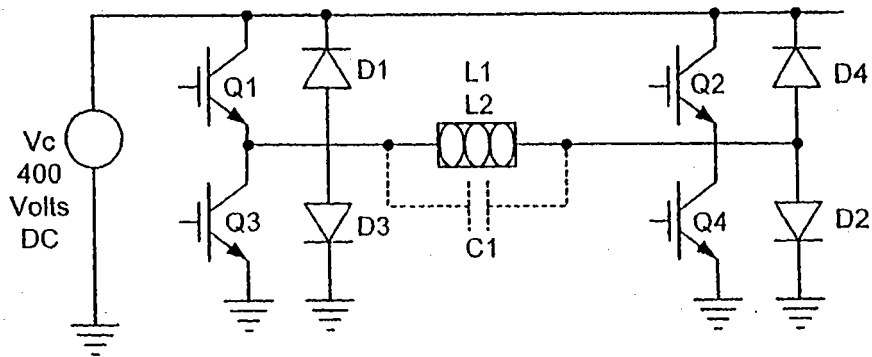


FIG. 1

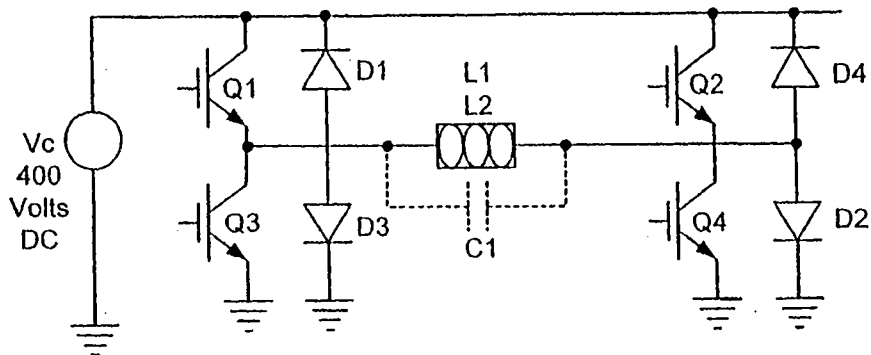


FIG. 1

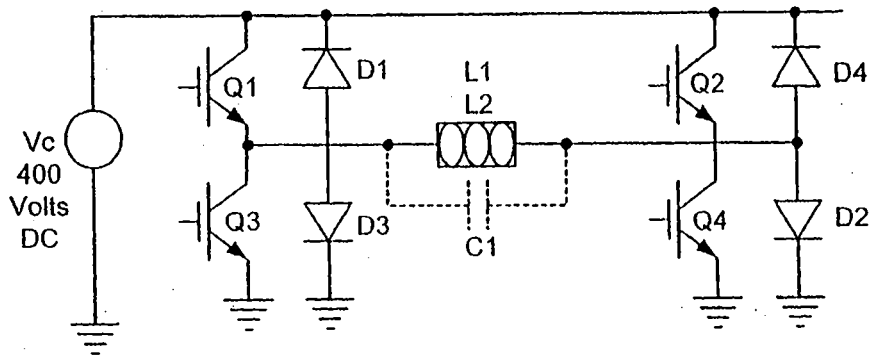


FIG. 1

24



EXTRACTO PARA LA PUBLICACION
SOLICITUD DE PATENTE

.(21).	No. SOLICITUD	07 - 98 979	.(51)	INT.CL:	
.(22)	FECHA DE PRESENTACION		.(71)	SOLICITANTE:	SULPHCO, INC.
.(30)	PRIORIDAD				
.(31)	No. DE SOLICITUD	11/069,492	.(72)	INVENTORES:	Jason MAY Charles I. RICHMAN Rudolf W. GUNNERMAN
.(32)	FECHA DE PRESENTACION	Febrero 28, 2005			
.(33)	PAIS	E.U.A.	.(74)	APODERADO:	Luis Felipe Castillo Gibsone

.(54) TITULO: CIRCUITO DE POTENCIA PARA CONTROLAR UN TRANSDUCTOR ULTRASONICO DE CARGA VARIABLE

.(57) RESUMEN

1. Un generador ultrasónico para entregar energía ultrasónica de alta potencia a carga variable, que comprende:

un generador de forma de onda de frecuencia variable;

un modulador de duración de impulsos acoplado con dicho generador de forma de onda y configurado para proveer una señal de salida;

un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) que tiene una puerta acoplada con la salida de dicho modulador de duración de impulsos;

una fuente de voltaje acoplada a través del colector y emisor de dicho IGBT; dicho IGBT está configurado para amplificar la señal de salida de dicho modulador de duración de impulsos para producir una señal amplificada; y

un transductor magnetostrictivo que tiene una bobina configurada para recibir la señal amplificada, con el fin de entregar energía ultrasónica de alta potencia a una carga variable.



- 2 -

7. Un circuito de potencia para un transductor ultrasónico para entregar energía ultrasónica de alta potencia a un transductor ultrasónico que trabaje contra una carga variable, que comprende

un generador de forma de onda de frecuencia variable;

un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) que tiene una puerta acoplada con la salida de dicho generador de forma de onda,

una fuente de voltaje acoplada a través del colector y emisor de dicho IGBT; dicho IGBT está configurado para amplificar la salida de dicho generador de forma de onda para producir una señal amplificada; y

una bobina para un transductor magnetostrictivo configurado para recibir la señal amplificada con el fin de entregar energía ultrasónica de alta potencia a una carga variable.



No. 07-098979- -00000-0000

Fecha: 2007-09-24 15:39:21 Dep. 2020 NUECREACIONE
 Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
 Act. 411 PRESENTACION Folios: 25

Industria y Comercio
 SUPERINTENDENCIA

REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE PCT

PATENTE DE INVENCION

☒MODELO DE UTILIDAD ☐

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☒
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒
- ◆ Descripción de la invención ☒
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes ☒
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☒

COMPLETA ☒INCOMPLETA ☐DISEÑO INDUSTRIAL ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐INCOMPLETA ☐ESQUEMA DE TRAZADO ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐INCOMPLETA ☐

Firma Responsable

Fecha _____

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
 Conmutador: 3 82 08 40
 Fax: 350 52 20
 E-mail: Info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
 Bogotá, D.C., Colombia