

(19):



(11) No de publicación:

AR 090305 A1

(41) Fecha de publicación:

05.11.2014

(51) Int. Cl.:

H01J 49/02

(12)

Solicitud de Patente Independiente

(22) Fecha de presentación: **12/03/2013**

(71) Solicitante(s):

(21) Número de solicitud: **P130100785**

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA (CNEA)
,AV. DEL LIBERTADOR 8250, (C1429BNP) CDAD. AUT.
DE BUENOS AIRES, AR
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES (UBA) ,VIAMONTE
430, PB., (C1053ABJ) CDAD. AUT. DE BUENOS AIRES,
AR**

(72) Inventor(es):

TACCA, HERNAN EMILIO; KREINER, ANDRES JUAN

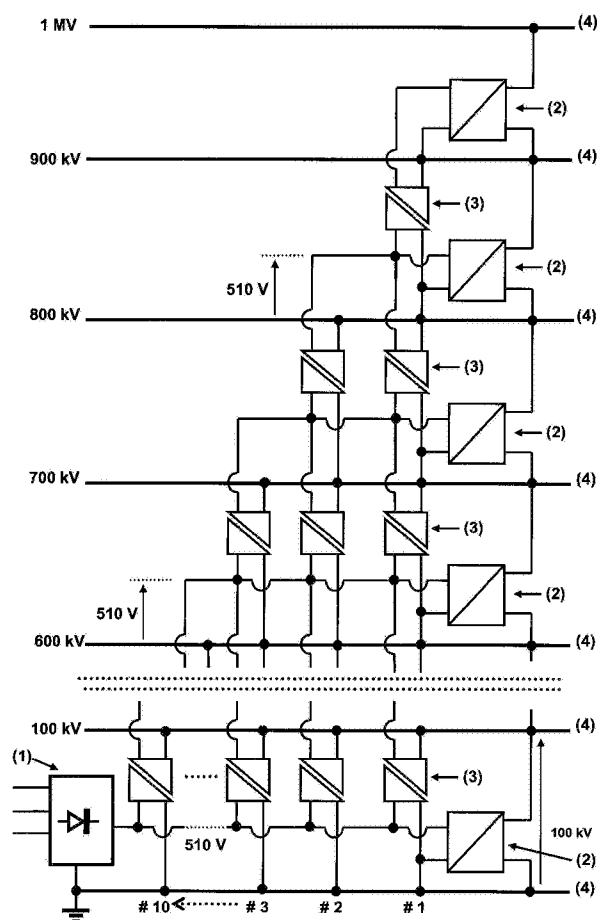
(74) Representante: **1812**

(54) Título:

SISTEMA DE GENERACION DE ALTA TENSION PARA ACELERADOR ELECTROESTATICO

(57) Resumen:

La presente se refiere a un sistema de generación de alta tensión para acelerador electrostático. El sistema aquí propuesto está basado en la asociación en cascada de convertidores de aislación de corriente continua a corriente continua, destinados a alimentar fuentes de alta tensión que se conectan en serie para suministrar todas las tensiones de alimentación requeridas por los electrodos del acelerador electrostático. Los convertidores transfieren la energía eléctrica de un nivel de tensión al nivel de tensión inmediato superior, de modo que cada convertidor de corriente continua solamente deba soportar entre su circuito de entrada y su circuito de salida exclusivamente la tensión correspondiente a la diferencia de tensiones entre niveles del acelerador que se alimenta.



Cód: 311900

En caso de ser Modificatoria

INPI Exp.: **20130100785**

Trámite: 13038358 PATENTES Importe: \$600.-

Fecha/Hora: 12/03/2013 9:47:7.457

Agente: FERNANDEZ JORGE ANIBAL



REPÚBLICA ARGENTINA

**INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL
ADMINISTRACION NACIONAL DE PATENTES**


Hoja

de

CANTIDAD DE SOLICITANTES			
(50%) Comisión de Energía Atómica		C.U.I.T. / C.U.I.L. / C.D.I.:	30-54666021-0
		D.N.I.	---
Personas Físicas:		Estado Civil:	---
		Nupcias	---
Nombre y apellido del cónyuge:	---	DNI	---
Av. del Libertador 8250			
Localidad:	Ciudad Autónoma de Buenos Aires	C. P. N°	1429
		País de Residencia:	AR
Av. del Libertador 8250, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.		1429	
Dirección de e-mail:	patentes.invencion@cnea.gov.ar	Teléfono:	011-4704-1241

Título de la invención	"SISTEMA DE GENERACIÓN DE ALTA TENSIÓN PARA ACELERADOR ELECTROESTÁTICO"		
Cácter de la Patente / Modelo de Utilidad	INDEPENDIENTE		
Adicional a:	Patente N°		Divisional de la Solicitud N°
	Solicitud N°		

PRIORIDAD (LEY 17.011)		
PAIS	NUMERO	FECHA

DEPOSITO DE MICROORGANISMOS	
FECHA DE DEPOSITO	
N° DE ACCESO AL DEPOSITO	

Continúa en hoja anexa:

INPI
Administración Nacional de Patentes
CONTROL ADMISIÓN
INTIMACIÓN ☒ NO ☐ SI

III. SOCIEDADES

SOCIEDAD REPRESENTADA POR

Ing. Jorge Aníbal Fernández

QUIEN

DECLARA BAJO JURAMENTO QUE INVISTE EL CARÁCTER DE

APODERADO

QUE SU

MANDATO SE ENCUENTRA VIGENTE Y LA SOCIEDAD SE HALLA INSCRIPTA EN

Datos de Inscripción en R.P.C. / I.G.J.

Fecha:

Número

Nº Folio

Tomo:

IV. MANDATO

Poder inscripto en el I.N.P.I. bajo el número:

Resolución CNEA 60/96

EN ESTE ACTO SE AUTORIZA A: (Apellido y Nombre y Nº de DNI)

Torres, Paula - DNI: 28.140.254



Para todas aquellas gestiones de mero trámite tales como practicar desgloses, retirar testimonios, certificados, títulos, copias y notificaciones en el expediente.



Contestar vistas, desistir solicitud, realizar peticiones (solamente cuando el Autorizado sea Agente de la Propiedad Industrial)

SE ACOMPAÑA PODER



AGENTE Nº

1812

V. DECLARACION DE DIVULGACION PREVIAA los efectos de lo indicado en el Art. 5º de la Ley 24.481, manifiesta que el presente invento ha sido divulgado previamente: ☐ NO ☐ (SI / NO) En caso afirmativo en fecha: **VI. OBSERVACIONES**

Inventor: Andrés Juan Kreiner, Hernán Emilio Tacca.

Se deja constancia que los datos vertidos en el presente formulario revisten el carácter de declaración jurada; cualquier falsedad inserta en el mismo acarreará las consecuencias legales correspondientes.

NOTA: El pago del arancel correspondiente deberá concretarse al momento de la presentación o durante, las dos primeras horas de atención del subsiguiente día hábil. De no ocurrir el pago en dicho plazo, de pleno derecho de tendrá por no efectuada la presentación, la que no producirá efecto alguno.

Firma del / los autorizado / s

Firma del solicitante o su apoderado o representante legal

Ing. Jorge Aníbal FERNANDEZ
JEFE DEPARTAMENTO
PROPIEDAD INTELECTUAL
Cgla. PLANIFICACION, COORDINACION Y CONTROLLA PRESENTACION CONSTA DE FOJAS

CAMBIO DE DOMICILIO/CORREO ELECTRONICO/TELEFONO:

FECHA

Localidad:

C. P. Nº

País de Residencia:

Dirección de e-mail:

Teléfono:

CAMBIO DE APODERADO / AUTORIZADO:

FECHA

Nuevo Apoderado o Autorizado:

TRANSFERENCIA O CAMBIO DE RUBRO:

INPI Exp.: 20130100785



Trámite: 13038358 PATENTES Importe: \$600.-

Fecha/Hora: 12/03/2013 9:47:7.457

Agente: FERNANDEZ JORGE ANIBAL



REPUBLICA ARGENTINA

**INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL
ADMINISTRACION NACIONAL DE PATENTES**
Hoja de Título de la
invención

"SISTEMA DE GENERACIÓN DE ALTA TENSIÓN PARA ACELERADOR ELECTROESTÁTICO"

Carácter de la Patente /
Modelo de Utilidad

INDEPENDIENTE

(50%) Universidad de Buenos Aires

C.U.I.T. / C.U.I.L. /
C.D.I.:

30-54666656-1

D.N.I.

Personas Físicas:

Estado Civil:

Nupcias

Nombre y apellido del cónyuge:

D.N.I.

Viamonte 430 Pb.

Localidad:

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

C. P. N°

C1053ABJ

País de Residencia:

AR

**Personas Jurídicas: Datos de
Inscripción en R.P.C. / I.G.J.**

Fecha:

Número

N° Folio

Tomo:

Dirección de e-mail:

Teléfono:

Ing. Jorge Anibal Fernández (Gestor de negocios, Agente N°: 1812)
Domicilio: Av. del Libertador 8250, CABA, CP:1429.
mail: patentes.inencion@cnea.gov.ar
tel: 011-4704-1241

Jorge Anibal Fernandez
Agente 1812

Datos del representante legal

Firma del solicitante o su representante legal

		C.U.I.T. / C.U.I.L. / C.D.I.:			
		D.N.I.			
Personas Físicas:		Estado Civil:		Nupcias	
Nombre y apellido del cónyuge:				D.N.I.	
Localidad:		C. P. N°		País de Residencia:	
Personas Jurídicas: Datos de Inscripción en R.P.C. / I.G.J.		Fecha:		Número	
				N° Folio	
				Tomo:	
Dirección de e-mail:				Teléfono:	

Datos del representante legal

Firma del solicitante o su representante legal

Memoria Descriptiva de la Patente de Invención

denominada

**“SISTEMA DE GENERACIÓN DE ALTA TENSIÓN
PARA ACELERADOR ELECTROESTÁTICO”**

Solicitada por

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), residente en
Av. del Libertador 8250, Capital Federal, República Argentina.

Universidad de Buenos Aires (UBA), residente en,
Viamonte 430 Pb, Capital Federal, República Argentina.

Inventores: Hernán Emilio Tacca

Andrés Juan Kreiner

Por el plazo de 20 años

La presente invención se refiere a un sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático. Se propone un nuevo sistema para generar las tensiones elevadas necesarias para alimentar aceleradores de partículas de tipo electroestático. El sistema aquí propuesto está basado en la asociación en cascada de convertidores de aislación de corriente continua a corriente continua, destinados a alimentar fuentes de alta tensión que se conectan en serie para suministrar todas las tensiones de alimentación requeridas por los electrodos del acelerador electroestático.

Los convertidores transfieren la energía eléctrica de un nivel de tensión al nivel de tensión inmediato superior, de modo que cada convertidor de corriente continua debe soportar entre su circuito primario (o de entrada) y su circuito de salida solamente la tensión correspondiente a un nivel (también llamada tensión entre “monedas”) del acelerador que se alimenta.

La estructura de conversión de energía propuesta exige que los convertidores de un nivel, que pueden ser varios asociados en paralelo, transfieran a los del nivel inmediato superior toda la energía necesaria para alimentar a las fuentes de alta tensión de los niveles superiores y a los convertidores de continua a continua a ellas asociados.

Para alimentar aceleradores electroestáticos que operen en modo continuo, se necesitan fuentes estabilizadas de alta tensión. Estas fuentes de alimentación pueden ser generadores electroestáticos (Van de Graaff) o fuentes eléctricas (o electrónicas). Entre las de este último tipo cabe mencionar a las basadas en el rectificador multiplicador capacitivo serie, concebido por Greinacher y empleado por Cockcroft y Walton para realizar uno de los primeros aceleradores de partículas (“Electrostatic Accelerators” R. Hellborg, Springer-Verlag, N. Y., 2005).

Con el fin de reducir el tamaño y peso de la fuente, se desarrolló una estructura derivada del multiplicador capacitivo de tensión, que debe ser alimentada por una fuente de alta frecuencia. Este sistema llamado “dynamitron” se emplea en la actualidad. Su diseño es poco flexible y debe funcionar presurizado con gases aislantes (M. Cleland, and P. Farrell,

"Dynamitrons of the future", IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. No. 3, pp. 227 - 234, 1965; C. Thompson, and M. Cleland, "Design equations for dynamitron type power supplies in the megavolt range", IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 16, No. 3, pp. 124 - 129, 1969).

Para distribuir las tensiones elevadas trabajando con corriente continua y sin necesidad de emplear recipientes estancos de alta presión, se ha propuesto utilizar fuentes de alimentación de tipo conmutado como puede verse en "A Tandem-ESQ for Accelerator-Based Boron Neutron Capture Therapy" (A. J. Kreiner, J. W. Kwan, A. A. Burlon, H. Di Paolo, Henestroza, E., Minsky, D., Valda, A., Debray, M. and Somacal, H. R., Nuclear Instruments & Methods B261 (2007) 751-754) y en "Construction of a novel compact high voltage electrostatic accelerator" (P. Beasley, and O. Heid, Proc. of IPAC'11, San Sebastián, España, 2011) pero como no es posible realizar fuentes conmutadas (en alta frecuencia) que entreguen potencias de varios kW a tensiones mayores que 1 MV, la técnica usual es asociar en serie fuentes que generen tensiones comprendidas entre 50 y 200 kV como es divulgado en "Advances in power supply and control system for electrostatic accelerators" (S. N. Chumakov, A. D. Goncharov, and A. N. Malygin, IEEE Particle Accelerator Conference, Proceedings 1995, Vol. 3, pp. 1979 - 1981, 1995).

Lamentablemente, esto implica tener que alimentar a esas fuentes mediante alternadores impulsados por ejes rotantes aislados o mediante un transformador de aislamiento que sea capaz de soportar la tensión máxima final sobre sus aislantes, lo cual complica notablemente el diseño y fabricación de este transformador, amén de tornarlo voluminoso y pesado.

Otra posibilidad, es emplear transformadores con núcleo de aire y con múltiples bobinados secundarios de alta tensión (componente similar a la bobina de Tesla) como se resuelve en "Conversion of the 2.5 MV super HILAC injector power supply from 5 mA to 50 mA for boron neutron capture therapy" (L. Reginato, W. Chu, J. Galvin, J. Kwan, and B. Ludewigt, IEEE Proceedings of the Particle Accelerator Conference 1999, pp. 2537 - 2539, N. York, 1999) pero

como el acoplamiento electromagnético es débil, el transformador resulta muy voluminoso y también hay una radiación electromagnética de fugas que puede provocar problemas de compatibilidad electromagnética con los sistemas de instrumentación y control asociados.

Otra alternativa propuesta para reducir el peso de los transformadores es emplear transformadores acoplados y alimentados en alta frecuencia divulgado en "Design of the ITER neutral beamsystembeam line, UnitedStates Concept" (P. Purgalis, et al., American Institute of Physics, Review of Scientific Instruments, No. 61, 389, IEEE CH2820-9 (1989) - 1444, (1990)), pero el desarrollo de los circuitos de interconexión y la operación del sistema distribuyendo potencias grandes en alta frecuencia de manera integrada al acelerador y en proximidades de circuitos de instrumentación complica mucho el proceso de desarrollo. (Se entiende así, que lo ideal sería distribuir la energía eléctrica en corriente continua).

Con el fin de facilitar la comprensión del funcionamiento propio de la presente invención, se explican a continuación los dibujos adjuntos a los cuales se hace referencia en el texto y en los ejemplos de aplicación de la invención.

En la figura 1 se muestran las topologías del estado del arte en lo que a transferencia y flujo de energía se refiere:

La figura 1 (a) muestra el arte previo en cuanto a topología de conversión de energía básica con una estructura de transferencia de energía en cascada de alta tensión.

La figura 1 (b) muestra el arte previo en cuanto a topología de conversión de energía básica con una estructura de transferencia de energía en paralelo de alta tensión.

La figura 2 muestra un esquema de principio de los convertidores de aislamiento conocidos en el estado del arte.

La figura 3 ilustra el flujo de energía en la nueva topología de conversión de energía propuesta, empleando una estructura de transferencia de energía en cascada, acoplada en corriente continua de baja tensión.

La figura 4 presenta la estructura básica de la presente invención con una barra por nivel de tensión.

La figura 5 muestra la estructura propia de esta invención, con dos barras de alimentación por cada nivel de tensión.

La figura 6 representa la estructura de la invención con dos barras por nivel de tensión y fuentes de alta tensión de tensiones de salida simétricas, asociadas en serie.

Con el fin de eludir la necesidad de alternadores o transformadores, se propone aquí un sistema de alimentación formado por múltiples convertidores de continua a continua, que pueden ser del tipo conmutado en alta frecuencia para reducir el peso de todo el conjunto. La diferencia entre esta propuesta y los sistemas precedentes puede entenderse analizando las topologías de transferencia energética posibles para el caso de fuentes de alimentación eléctricas (se excluyen de este análisis los generadores electrostáticos). En las figuras 1 (a) y 1 (b) se presentan las alternativas factibles en esta materia. La figura 1 (a) corresponde a la transferencia de energía en cascada, propia de los primeros sistemas de alimentación basados en multiplicadores de tensión capacitivos como los antes mencionados en "Electrostatic Accelerators" de R. Hellborg, o en "Dynamitrons of the future" de M. Cleland, and P. Farrell y/o en "Design equations for dynamitron type power supplies in the megavolt range" de C. Thompson, and M. Cleland. La energía debe fluir desde la fuente primaria hacia los sucesivos niveles de tensión que alimentan al acelerador a través de bloques elevadores que, al tiempo que alimentan el nivel respectivo del acelerador, deben pasar hacia los niveles superiores la energía necesaria para alimentar las etapas restantes del acelerador. De esta manera, la última etapa (#N) recibirá la energía que atravesó N niveles de almacenamiento y transferencia. Así, si el rendimiento de cada etapa elevadora fuese η_c , el rendimiento total de conversión para el nivel N sería η_c^N . Por ejemplo, si fuera $\eta_c = 0,9$ y hubiese 10 etapas multiplicadoras, resultaría el rendimiento total de transferencia hacia el nivel superior $\eta_c^N = 0,348$. Esto limita el número de etapas multiplicadoras que pueden colocarse en cascada para no disipar toda

la energía a transferir en las etapas elevadoras. Esto, a su vez obliga a que las tensiones de cada etapa de elevación sean altas, pues la tensión final de suministro deberá dividirse por un número de etapas limitado.

Como consecuencia, los capacitores empleados almacenarán una energía muy alta (pues es proporcional al cuadrado de la tensión) y no podrán ser de valor de capacidad muy pequeño porque deben transferir corriente hacia los niveles superiores. Esto implica que en caso de una descarga de arco la energía liberada por los capacitores puede ser muy destructiva. Si se desea reducir el tamaño de los capacitores deberá incrementarse la frecuencia de funcionamiento, pero esto no es fácil porque los diodos a emplear deben ser de muy alta tensión y no son tan veloces como los de baja tensión. Por último, si se emplearan en frecuencia alta diodos que no fuesen suficientemente rápidos, se reduciría la eficiencia η_C .

Estas consideraciones limitan en potencia el campo de aplicación de las fuentes basadas en multiplicadores capacitivos.

La segunda alternativa topológica en lo que a la transferencia de energía se refiere, se muestra en la figura 1 (b). Allí puede constatarse que la energía se transfiere en paralelo hacia todos los niveles de tensión que alimentan al acelerador. Esto implica la necesidad de transferir energía eléctrica por algún medio que asegure una elevada aislación eléctrica, puede ser un transformador de alta tensión, o un sistema electromecánico como en "Hydrauliccouplingforgeneratingelectricalpowerinside a high voltaje accelerator terminal" (E. Sumbar, F. E. Vermeulen, and R. P. W. Lawson, American Institute of Physics, Review of Scientific Instruments, No. 56, 626 (1985); doi: 10.1063/1.1138248 , 1985) y en los antecedentes antes mencionados "A Tandem-ESQ forAccelerator-BasedBoronNeutron Capture Therapy" y "Advances in powersupply and control systemforelectrostaticaccelerators". En general, esto implicará un rendimiento menor que la unidad en esa transferencia. Además, como la energía suele acoplarse en corriente alterna, será necesario agregar algún tipo de convertidor de corriente alterna a corriente continua para alimentar al nivel correspondiente del acelerador. Esto implicará

otras pérdidas y otro rendimiento asociado a ese convertidor que usualmente es también elevador de tensión. En consecuencia, el rendimiento del sistema resultará idéntico para todos los niveles de conversión y será: $\eta_A \cdot \eta_E$, donde η_A es el rendimiento del sistema de acoplamiento con aislación y η_E el rendimiento del convertidor elevador de corriente alterna a corriente continua.

Por ejemplo, si el rendimiento del sistema de acoplamiento fuese 0,8 y el de los convertidores elevadores 0,9 el rendimiento total sería mayor que 70 %.

La principal desventaja de esta topología es que los elementos de acoplamiento aislado son por lo general máquinas eléctricas (transformadores o moto-generadores) y resultan pesados y voluminosos como puede observarse en "Successful DC recirculation of a 2 MeV electron beam at currents more than 0.1 Ampere" (Adney, J.R., et al., Particle Accelerator Conference, 1989. Accelerator Science and Technology, Proceedings of the 1989 IEEE Particle Accelerator Conference, Vol. 1, pp. 348-350, 20-23 March 1989). Puede operarse a alta frecuencia o a alta velocidad pero eso origina diversos problemas: En transformadores eso obliga a distribuir corrientes grandes de alta frecuencia en las vecindades del acelerador y de sus circuitos de instrumentación y control. En las máquinas rotantes, la alta velocidad puede generar problemas de vibraciones, resonancias mecánicas y desgaste prematuro.

El desarrollo de la presente invención propone una tercera alternativa, en lo que a la topología de transferencia energética concierne. Se presenta en la figura 3. Allí se observa que la energía se transfiere en cascada, con aislamiento de un nivel de tensión al superior contiguo. Así solamente es necesario que el sistema de acoplamiento soporte una tensión de aislamiento igual a la diferencia de tensión entre niveles. En cada nivel la energía transferida desde el nivel adyacente inferior debe ser suficiente como para alimentar el convertidor de continua a continua de tipo elevador de ese nivel y además alimentar, a través de sucesivos convertidores de aislamiento, a los convertidores de los niveles superiores.

En la figura 3 los bloques señalados como (3) son convertidores de aislamiento (cuyo esquema de principio se muestra en la figura 2), el bloque numerado (1) es la fuente primaria de energía, los bloques funcionales (2) son los convertidores elevadores de tensión que alimentan a las barras de suministro de alta tensión (4) y se indicó como (5) al acelerador electrostático alimentado por el sistema de fuentes propuesto.

De forma similar a lo que acontecía con la topología 1 (a), el rendimiento total para la transferencia de energía hacia el último nivel resulta: $\eta_{CC}^{N-1} \cdot \eta_E$, donde η_{CC} es el rendimiento de los convertidores de aislamiento y η_E es el rendimiento de los convertidores elevadores, siendo N el número de niveles de alimentación del acelerador (también llamado número de “monedas” del acelerador).

Si el rendimiento de los convertidores de aislamiento fuese 0,9 y el de los convertidores elevadores 0,8, para N = 10 el rendimiento con el que se transferiría energía hasta el último nivel sería 0,31. Adviértase que ese sería el peor rendimiento, las eficiencias mejorarían progresivamente al bajar de nivel (o moneda).

Las ventajas de la topología expuesta en la figura 3 respecto de la presentada en la figura 1 (a) radican en que los convertidores pueden ser de continua a continua, del tipo conmutado en alta frecuencia, con lo cual las capacidades de salida se mantienen reducidas y la energía liberada ante fallas puede acotarse a valores más seguros. Además, los diodos de alta tensión a emplear resultan de menor corriente, con lo cual es más fácil conseguir componentes más rápidos para mejorar la eficiencia de rectificación. La potencia se distribuye en corriente continua sin impulsos de corriente que tengan que llevar carga eléctrica de un nivel a otro (lo que mejoraría el desempeño con respecto a eventuales problemas de compatibilidad electromagnética).

Respecto de la topología 1 (b) las ventajas de la propuesta aquí presentada son: Menor peso de los elementos de acoplamiento de energía con aislamiento, pues no sólo las tensiones a soportar son menores, sino que los

convertidores pueden ser del tipo conmutado en alta frecuencia, con lo cual las densidades de potencia alcanzables serían mucho mayores que las correspondientes al empleo de máquinas eléctricas (transformadores o moto-generadores). Mayor facilidad de reparación, pues la estructura modular del sistema permitiría sustituir un convertidor fallado por su remplazo inmediatamente e incluso puede preverse una redundancia de convertidores (3) para que el sistema tenga cierta tolerancia a fallas. Se observan los elevadores de tensión (2) y las conexiones con el acelerador (4).

La citada desventaja de tener múltiples transferencias de energía (como en la topología 1 (a)) puede mitigarse proyectando convertidores que funcionen con conmutación suave, ya fuerende acoplamiento resonante como se divulga en "Resonant power converters" (M. K. Kazimierzczuk, D. Czarkowski, J. Wiley, N.Y., 1995) o cuasi-resonantes como puede verse en "Introducción al estudio de los convertidores cuasi-resonantes" (H. E. Tacca, ISBN No. 987-1104-12-X, Ed. Nueva Librería, Buenos Aires, 2003). Esto permitiría lograr eficiencias cercanas a 0,95 con lo cual el rendimiento de transferencia hacia el nivel 10 (del ejemplo precedente) sería ahora: $0,95^9 \cdot 0,8 = 0,504$ (apreciablemente mejor que la correspondiente a la topología 1 (a)).

En la figura 4 se presenta el esquema de bloques del circuito eléctrico del sistema de fuentes de alimentación propuesto, para el esquema de funcionamiento más sencillo (luego se describirán variantes). Allí se presenta como ejemplo de posible fuente primaria de energía a un rectificador trifásico (1) (aunque podría adoptarse cualquier otro tipo de generador de corriente continua sin modificar el principio de funcionamiento de la presente invención).

En su versión más simple, cada fuente de alta tensión (2) eleva la tensión de una barra (4) (eventualmente, también denominada bus de continua o tensión de moneda) a partir de la cual se eleva la tensión en otra cantidad similar conectando allí otra fuente de alta tensión (2) que queda en serie con la anterior. Así se obtiene finalmente la tensión total de salida, que resulta ser la suma de las tensiones de salida de todas las fuentes de alta tensión conectadas en serie.

Para alimentar las fuentes de alta tensión asociadas en serie es preciso transferir energía eléctrica de un nivel de tensión al inmediato superior. Esto se hace mediante convertidores (3) de tensión continua a tensión continua, que deben soportar entre los circuitos de entrada y de salida una tensión igual o superior a la diferencia de tensión entre barras.

En la figura 2 se presenta un posible diagrama de bloques de un convertidor de aislamiento (3). Allí se muestra, a título de ejemplo, un convertidor en puente H que convierte la tensión continua de entrada en una onda de corriente alterna de alta frecuencia, que puede ser acoplada mediante un transformador de aislamiento de alta tensión, para luego ser rectificadora y filtrada de modo tal de generarse una fuente de corriente continua flotante para alimentar a los convertidores elevadores que a su vez, alimentarán al acelerador. Por otra parte, la estructura en puente H se presta fácilmente para realizar convertidores con conmutación suave que tengan eficiencias de conversión muy elevadas.

Los convertidores intermediarios de continua a continua no necesitan entregar alta tensión a su salida, deben suministrar solamente la tensión requerida para alimentar a las fuentes de alta tensión.

Como desde un nivel de tensión debe transferirse toda la potencia exigida por los niveles superiores, en cada barra deberá preverse la conexión del suficiente número de convertidores de aislamiento en paralelo como para alimentar a las fuentes de alta tensión de los niveles superiores.

Las estructuras propuestas pueden tener redundancia en el número de convertidores y/o fuentes de alta tensión para mejorar la confiabilidad del sistema. O sea, en cada nivel puede preverse una potencia instalada de conversión mayor que la potencia exigida por el nivel inmediato superior, de forma tal que la falla de un convertidor no saque de servicio a toda la instalación. Lo mismo podría hacerse empleando, en cada nivel, fuentes de alta tensión en paralelo.

No es imprescindible que haya una única barra por nivel de tensión. En la figura 5 se presenta un diagrama de bloques en el que se ha previsto

emplear dos barras por nivel: Una barra (A) alimenta a las fuentes de alta tensión (2) (sea una fuente o varias en paralelo) y otra barra (B) se utiliza con exclusividad para transferir energía hacia los convertidores de los niveles superiores (3). Así, por cada nivel habría dos barras, una de alimentación para la fuente de suministro de alta tensión y otra de transferencia de energía hacia los niveles superiores de tensión. Evidentemente, también se podría subdividir el conexionado de suministro de cada nivel de tensión en más de dos barras, de modo tal que el eventual cortocircuito del circuito de entrada de un convertidor (o de una fuente) afecte solamente al suministro del conjunto de convertidores conectados a esa barra (mientras el resto continuaría disponible).

Una variante de la estructura descrita en la figura 5, se presenta en la figura 6. Allí se muestra una estructura que permite alimentar fuentes de alta tensión simétricas conectadas en serie: Una fuente de alta tensión positiva (2[+]) y otra fuente de alta tensión negativa (2[-]) por cada barra (4). El principio de funcionamiento es el mismo pero la tensión de aislamiento requerida para los convertidores de continua a continua será de al menos dos veces el nivel de tensión de salida de cada fuente de alta tensión (al menos 200kV para la figura 6).

Para facilitar la comprensión de la presente invención, se muestra a continuación un ejemplo de realización del sistema de generación de alta tensión para un acelerador electrostático, de la invención, donde se puede observar en la figura 4 un ejemplo básico y sencillo de la manera en que la invención puede llevarse a la práctica.

Los módulos de conversión (3) son convertidores en puente con relación de conversión 1:1 con una aislación de 150 kV, están diseñados para operar en paralelo y a título de ejemplo, podría suponerse que tienen un rendimiento de al menos 0,95.

Suponiendo, como ejemplo, que las fuentes de alta tensión (2) tengan un rendimiento de 0,8, para poder suministrar 30 mA en cada salida de alta tensión se necesitarían 46 módulos convertidores.

Cada fuente de alta tensión suministraría una potencia de 3000 W y consumiría 3750 W.

Se necesitarían en cada nivel:

Nivel 1: 10 módulos

Nivel 2: 8 módulos

Nivel 3: 7 módulos

Nivel 4: 7 módulos

Nivel 5: 6 módulos

Nivel 6: 5 módulos

Nivel 7: 4 módulos

Nivel 8: 3 módulos

Nivel 9: 2 módulos

Nivel 10: 1 módulo

Así, en el ejemplo considerado, la potencia total consumida del rectificador trifásico a diodos sería 47,75 kW. El rendimiento del sistema de módulos sería 0,8 y el del sistema total resultaría 0,63.

Con un procedimiento enteramente similar, es posible inferir que en el ejemplo de realización presentado en la Figura 5 se necesitarían 23 módulos de aislamiento de más de 200kV, con una potencia de salida de 15 kW (Con lo cual, si se emplearan convertidores de 26 kW solamente se necesitarían 15). La potencia total de salida sería de 72 kW y asumiendo un rendimiento de 90% en los convertidores de aislamiento y en las fuentes de alta tensión, resultaría una potencia de entrada de 112 kW, lo que corresponde a un rendimiento total de 64%.

Las fuentes y convertidores de aislamiento pueden ser de cualquier tipo, electromecánicas, tiristorizadas o conmutadas en alta frecuencia. Por ejemplo, los convertidores pueden ser de continua a continua, del tipo conmutado en alta frecuencia, con lo cual las densidades de potencia alcanzables serían

mucho mayores que las correspondientes al empleo de máquinas eléctricas (transformadores o moto-generadores).

En comparación con otras fuentes estáticas, como el multiplicador capacitivo, el sistema de la presente invención basado en convertidores de corriente continua conmutados en alta frecuencia presenta las siguientes ventajas:

1. Menor corriente de cortocircuito.
2. Límite de sobrecarga igual y ajustable para todas las secciones.
3. Ecualización sencilla de las tensiones de cada sección.
4. Estructura modular de reparación sencilla.
5. Posibilidad de introducir fácilmente redundancia de componentes en la estructura para incrementar la confiabilidad.
6. Factibilidad de asociar dispositivos semiconductores de menor tensión y corriente para crear un sistema de fuentes capaz de suministrar elevadas tensiones y corrientes basándose en componentes de uso habitual en electrónica industrial.
7. Posibilidad de utilizar los mismos bloques convertidores básicos (módulos elevadores o de aislamiento) para ensamblar diversos sistemas de fuentes para suministrar diferentes tensiones y corrientes.

Siguen 10 reivindicaciones en página 14.

REIVINDICACIONES

Habiendo descrito y determinado la naturaleza y alcance de la presente invención, y la manera que la misma ha de ser llevada a la práctica, se declara lo que se reivindica como invención y de propiedad exclusiva:

1) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, con fuentes de alimentación y convertidores de aislamiento que pueden ser de cualquier tipo, electromecánicas, tiristorizadas o conmutadas en alta frecuencia, caracterizado por estar formado por la conexión en serie de fuentes de alimentación de altas tensiones, conformando diferentes niveles de tensión intermedios, que son alimentadas por convertidores de aislamiento de corriente continua, conectados en paralelo a las barras alimentadoras de cada nivel de tensión y en cascada para transferir energía eléctrica a los convertidores conectados a las barras de tensión de niveles superiores, de modo tal que en cada nivel se transforma y se envía la energía necesaria a las fuentes de los niveles superiores, resguardando el aislamiento de tensión necesario entre distintos niveles de tensión.

2) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 1, caracterizado porque cada uno de dichos niveles de tensión intermedios de la tensión de salida posee uno o más convertidores de aislamiento.

3) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 2, caracterizado porque cada uno de dichos niveles intermedios de la tensión de salida posee una o más fuente de alta tensión, alimentada por dichos convertidores de aislamiento.

4) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador

electroestático, según la reivindicación 1, caracterizado porque en uno o más de dichos niveles de tensión, la alimentación de las fuentes de alta tensión, y de los convertidores de aislamiento destinados a transferir energía al nivel inmediato superior, se realiza mediante una o más barras eléctricas.

5) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 3, caracterizado porque en uno o más de dichos niveles de tensión, la alimentación de las fuentes de alta tensión, y de los convertidores de aislamiento destinados a transferir energía al nivel inmediato superior, se realiza mediante una o más barras eléctricas.

6) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 1, caracterizado porque el número previsto de dichos convertidores de aislamiento en uno o más nivel de tensión es mayor al mínimo exigido por el nivel de potencia a procesar.

7) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 3, caracterizado porque el número previsto de dichos convertidores de aislamiento en uno o más nivel de tensión es mayor al mínimo exigido por el nivel de potencia a procesar.

8) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 7, caracterizado porque el número previsto de dichas fuentes de alta tensión en uno o más nivel de tensión es mayor al mínimo exigido por el nivel de potencia a procesar.

9) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 5, caracterizado porque el número previsto de dichos convertidores de aislamiento en uno o más

nivel de tensión es mayor al mínimo exigido por el nivel de potencia a procesar.

10) Sistema de generación de alta tensión para un acelerador electroestático, según la reivindicación 9, caracterizado porque el número previsto de dichas fuentes de alta tensión en uno o más nivel de tensión es mayor al mínimo exigido por el nivel de potencia a procesar.



Ing. Jorge Anibal FERNANDEZ
JEFE DEPARTAMENTO

Comisión Nacional de Energía Atómica

Agente N° 1812

ARTE PREVIO

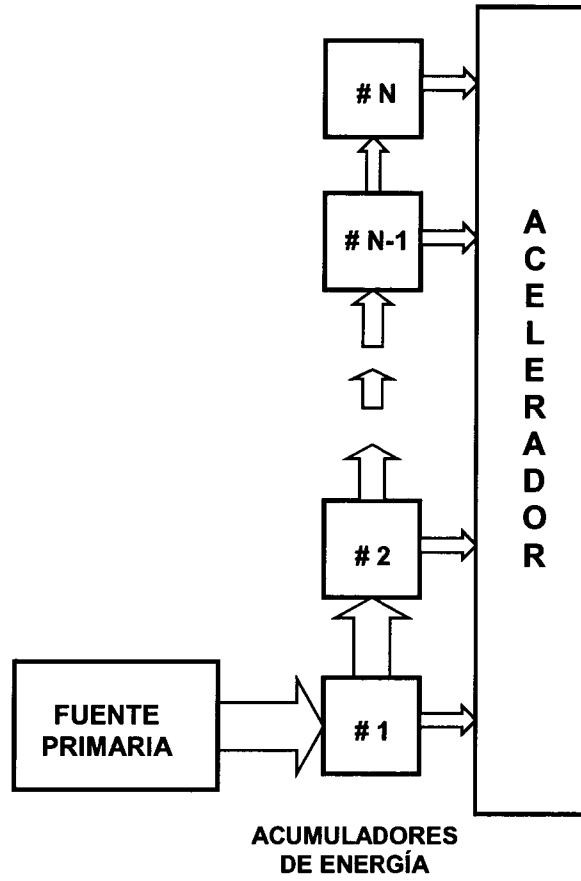


Figura 1 (a)

ARTE PREVIO

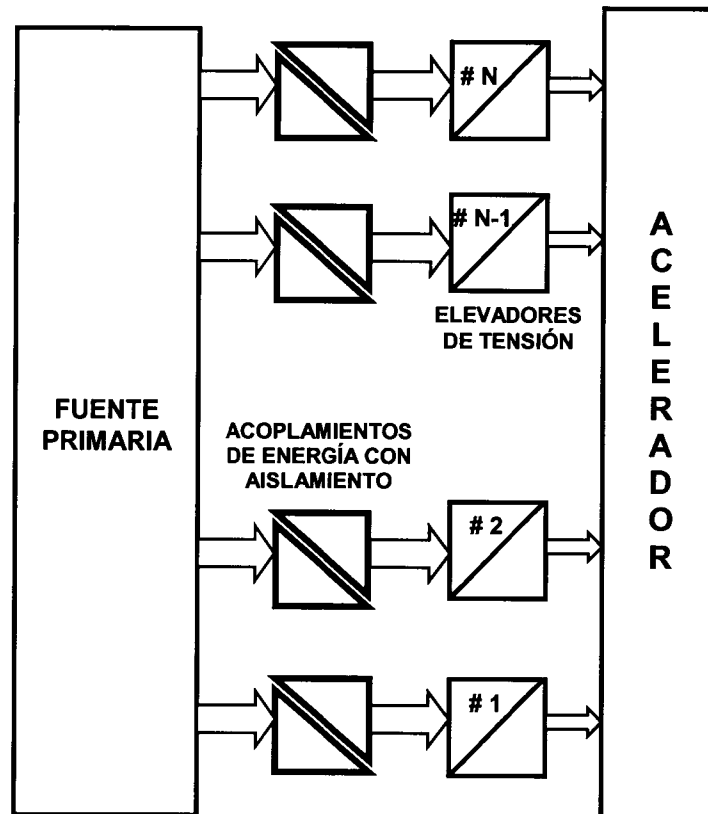


Figura 1 (b)

ARTE PREVIO

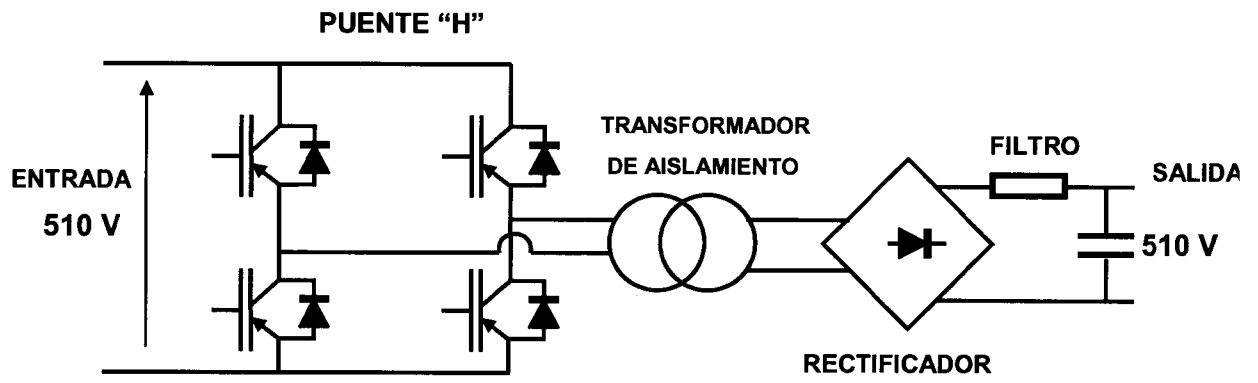


Figura 2

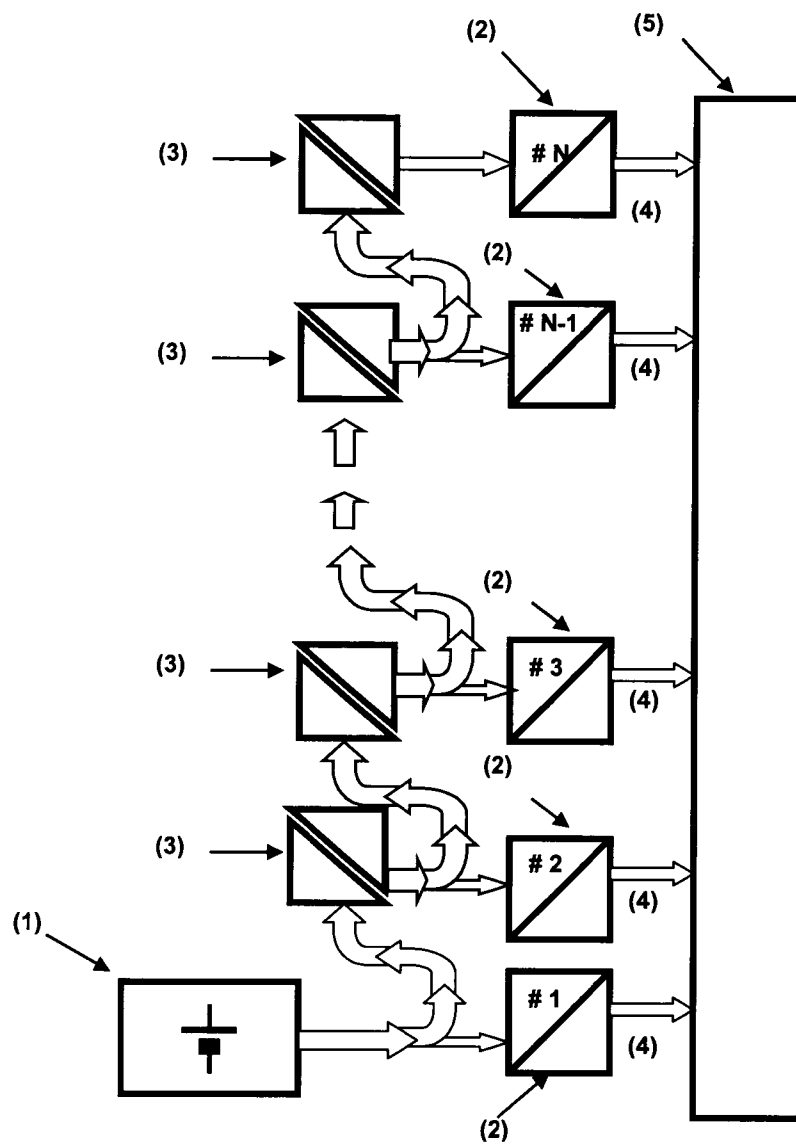


Figura 3

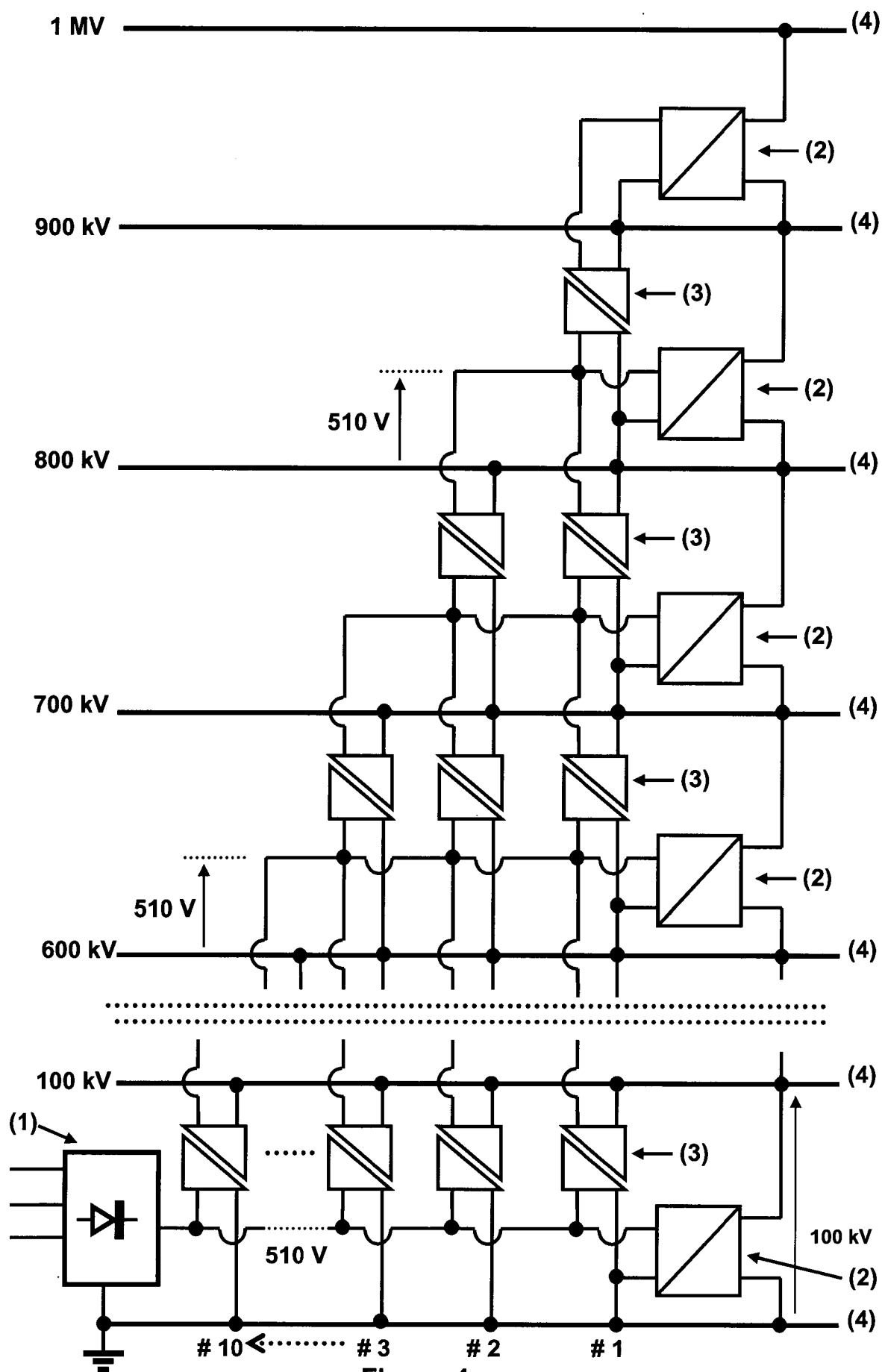


Figura 4

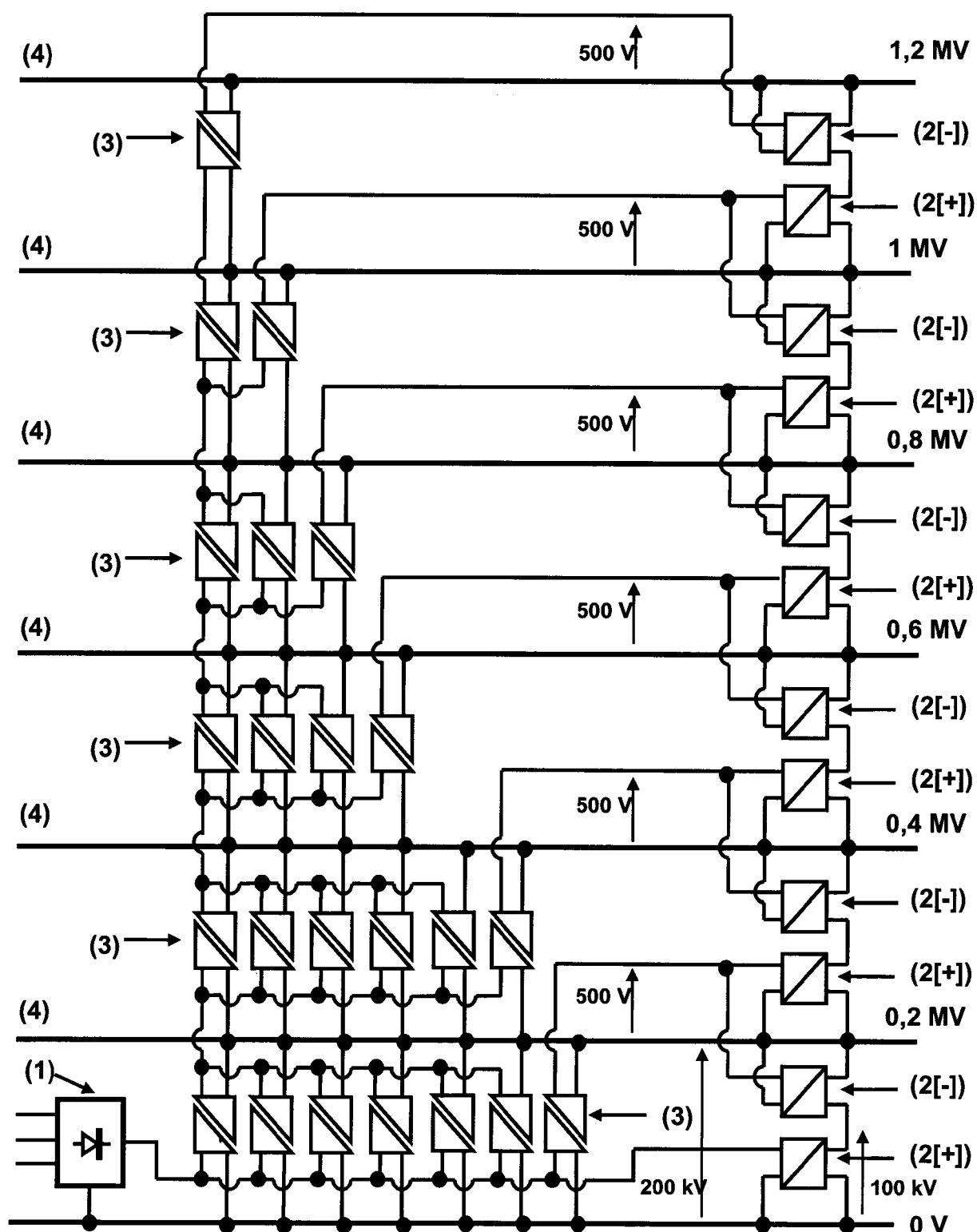


Figura 6

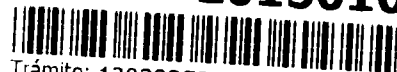
RESUMEN

La invención se refiere a un sistema de generación de alta tensión para acelerador electrostático. El sistema aquí propuesto está basado en la asociación en cascada de convertidores de aislación de corriente continua a corriente continua, destinados a alimentar fuentes de alta tensión que se conectan en serie para suministrar todas las tensiones de alimentación requeridas por los electrodos del acelerador electroestático.

Los convertidores transfieren la energía eléctrica de un nivel de tensión al nivel de tensión inmediato superior, de modo que cada convertidor de corriente continua solamente deba soportar entre su circuito de entrada y su circuito de salida exclusivamente la tensión correspondiente a la diferencia de tensiones entre niveles del acelerador que se alimenta.

INPI Exp.: 20130100785

PAI



Trámite: 13038358 PATENTES Importe: \$600.-

Fecha/Hora: 12/03/2013 9:47:7.457

Agente: FERNANDEZ JORGE ANIBAL



REPUBLICA ARGENTINA

**INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL
ADMINISTRACION NACIONAL DE PATENTES**


(10) PUBLICACION Nº: AR (12) ☒ PATENTE DE INVENCION ☐ MODELO DE UTILIDAD
(21) SOLICITUD Nº (51) INT. CL:

(22) FECHA DE SOLICITUD		(71) SOLICITANTE (S):
(30) DATOS DE PRIORIDAD		(50%) Comisión Nacional de Energía Atómica
(41) FECHA DE PUBLICACION		(50%) Universidad de Buenos Aires
BOLETIN Nº		(72) INVENTOR (ES):
(61) ADICIONAL A:		Andrés Juan Kreiner, Hernán Emilio Tacca.
(62) DIVISIONAL DE:		
(74) AGENTE Nº:		
(83) DEPOSITO DE MICROORGANISMOS		

(54) TITULO DE LA INVENCION "SISTEMA DE GENERACIÓN DE ALTA TENSIÓN PARA ACELERADOR ELECTROESTÁTICO"

(57) RESUMEN:

La invención se refiere a un sistema de generación de alta tensión para acelerador electrostático. El sistema aquí propuesto está basado en la asociación en cascada de convertidores de aislación de corriente continua a corriente continua, destinados a alimentar fuentes de alta tensión que se conectan en serie para suministrar todas las tensiones de alimentación requeridas por los electrodos del acelerador electroestático.

Los convertidores transfieren la energía eléctrica de un nivel de tensión al nivel de tensión inmediato superior, de modo que cada convertidor de corriente continua solamente deba soportar entre su circuito de entrada y su circuito de salida exclusivamente la tensión correspondiente a la diferencia de tensiones entre niveles del acelerador que se alimenta.

FIGURA MAS REPRESENTATIVA Nº:

3

AR