



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

PCT

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

- PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL -

21. EXPEDIENTE Nº

03-107321

54. TÍTULO

"CIRCUITO PARA IMPONER LOS VOLTAJES EN LOS ELECTRODOS DE LAS CUBETAS DEL SISTEMA CHEF DE ELECTRODORESIS DE CAMPOS PULSANTES"

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

G01N 27/447

71. SOLICITANTE

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CNIC)

DOMICILIO

**Ave. 25 No. 15202 esq a 158, Cubanacán, Playa, Ciudad de La Habana
12100, CUBA**

74. APODERADO

DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO

22. BOGOTÁ, D. C.

05 DIC. 2003

202037

03 107321 00

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO

Radicación: 0310/021 00000000

Folios: 04

Fecha (IMP): 2003-12-15 15:11:03

Tramite : 011 PCI-FRONT J/S FRA. NUCI 411 PROC-NING
INSTITUCIONAL EN DIVISION DE NUCI: 0310/021

**FORMULARIO UNICO DE Solicitud DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**

SOLICITUD DE:

①

☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☐ Capítulo I☒ Capítulo II

②

SOLICITANTE (71)

Nombre: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CNIC)

Dirección: Ave. 25 No. 15202 esq a 158,
Cubanacán, Playa, Ciudad de la Habana
12100, CUBA

Nacionalidad o Domicilio: CUBA

Lugar de Constitución: CUBA

Teléfono:

Fax:

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

③

REPRESENTANTE
O APODERADO (74)

Nombre: MARGARITA CASTELLANOS A.

Dirección: CARRERA 9 No. 93-09

Teléfono: 610 74 80 Fax: 610 07 06

E-mail: acastell@impeat.net.co

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐Número 39'778.654 TPA 70.819

④

INVENTOR (ES) (72)

Nombre: (VER ANEXO No. 1)

Dirección:

Nacionalidad o Domicilio (VER ANEXO No. 1)

⑤

PCT (86)

Solicitud Internacional No.

PCT/CU02/00004Fecha 7/6/02

Publicación Internacional No.

WO 02/101374Fecha 19/12/02

⑥

Título (54)

CIRCUITO PARA IMPONER LOS VOLTAJES EN LOS ELECTRODOS DE LAS CUBETAS DEL SISTEMA CHEF DE ELECTROFORESIS DE CAMPOS PULSANTES.

⑦

Clasificación Internacional (51)

G01N 27/447

⑧

Prioridad

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

CU8/8/012001-0133SI ☒NO ☐

⑨

Comprobante de pago No.

03- 89.067

Fecha

Dr. 5/03

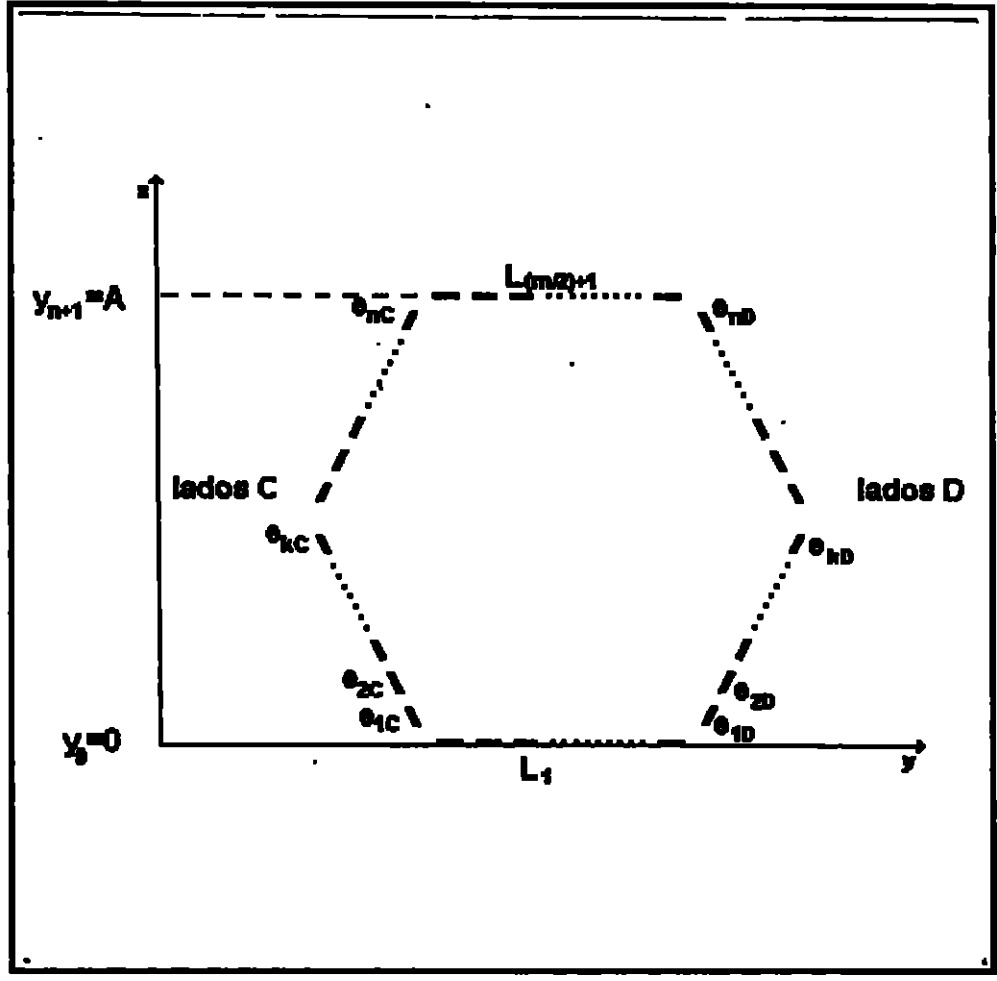
Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

10

Anexos

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☒ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso, junto con la sustitución del mismo a mi favor
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ 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 internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional 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 del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ 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.
- ☒ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☐ Otros

11 FIGURA CARACTERISTICA:



12 Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO
FIRMA: *Margarita Castellanos*
C.C. No. 39.779.654 Uruquén - TPA 70.819 C.S.J.

05 DIC. 2003

ALVARO CASTELLANOS M. & CIA.
ABOGADOS
Carrera 9 No. 83-09
Apartado 8348
Bogotá, D.C. - COLOMBIA

ANEXO No. 1

INVENTORES

NOMBRE

DOMICILIO

1.- JOSE ALFREDO HERRERA ISIDRON

Calle 174 Edif. BBE -2, Apto 14, Rto. Flores,
Playa, Ciudad de la Habana 12100, CUBA

2. ANA MARIA RIVERON ROJAS

PA 126, 130

Calle 21 A No. 20614 entre 206ª y 214, Atabey,
Playa, Ciudad de la Habana 12100, CUBA

3. CARLOS ALBERTO CANINO ROJAS

81105
L> 1er # 125

Calle 192 No. 1991 entre 199 y 201, María del
Carmen, Boyeros, Ciudad Habana 19200,
CUBA

4. LILIA LOPEZ CANOVAS

Calle 21 A No. 20614 entre 206ª y 214, Atabey,
Playa, Ciudad de la Habana 12100, CUBA

5. MARIA DOLORES NOA BLANCO

Calle 10 No. 125 entre 1ra y 5ta, Playa, Ciudad
Habana 10400, CUBA

NIT : 800176089-2

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO

Radicación : 4318/021 00000000 Folios: 64
Fecha (MM/AA): 2003-12-05 13:11:01
Trámite : 011 PCI-PROTEC 3/9 FASE MECI 411 PRESEMI-
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 03 - 89,067
FECHA : DICIEMBRE 5 DE 2003

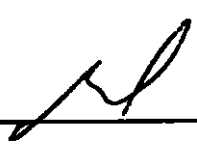
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CANILO RESTREPO	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	9923056	05/12/2003	7,098,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT. CONTABILITICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	400,000.00
	TOTAL :	\$ 400,000.00

SON: CUATROCIENTOS MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ALVARO CASTELLANOS M. & CIA.
A B O G A D O S
Carrera 9 No. 93-09
Apartado 6348
Bogotá, D.C. - COLOMBIA

Señor

Jefe de la División de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

Ministerio de Comercio, Desarrollo, Industria y Turismo

E. S. D.

Ref.: PODER conferido por la sociedad CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CINC)

Yo, XIMENA CASTELLANOS ABONDANO, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al pie de mi firma, atentamente manifiesto a Uds. que sustituyo en la Dra. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO, el poder que me confirió la sociedad CENTR NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CINC), con domicilio en Ave. 25 No. 15819, Cubanacán, Playa, Ciudad de La Habana 12100, CUBA, debidamente legalizado por el Ministerio de Relaciones Exteriores bajo el No. 163355 el día 21 de Julio de 1998, con las mismas facultades que me fueron conferidas, para tramitar la solicitud de Patente de Invención PCT, entrada en Fase Nacional, para: "CIRCUITO PARA IMPONER L S VOLTAJES EN LOS ELECTRODOS DE LAS CUBETAS DEL SISTEMA CHEF DE ELECTROFORESIS DE CAMPOS PULSANTES".

Del Señor Jefe,

Acepto


Ximena Castellanos Abondano
C.C. No. 39.773.330 de Usaquén
T.P.A. No. 58.236 del C.S.J.
Carrera 9 No. 93-09 - Bogotá, D.C.
Teléfonos: 6107420 - 6107480


Margarita Castellanos Abondano
C.C. No. 39.779.654 de Usaquén
T.P.A. No. 70.819 del C.S.J.
Carrera 9 No. 93-09 - Bogotá, D.C.
Teléfonos: 6107420 - 6107480

Bogotá, D.C.
XCA/MCA/4900PCTFN

**AUTENTICACIÓN DE FIRMA
MEDIANTE COMPARECENCIA PERSONAL**
(Art. 84 C.R.C. mod. Decr. 2282 de 1989, art. 1 mod. 38)

Ante el Notario Cuarenta y Uno (41) del círculo
de esta ciudad compareció personalmente:
Ximena Carvajal Alvarado
identificada con C.C. **3.223.433-3**
expedida en: **1996** y tarjeta profesio-
nal de abogado(a) No. **15.873** del Consejo
Superior de la Judicatura, con documento di-
fusiario que la firma puesta en este escrito es
suya.

Ximena Carvajal Alvarado
Firma del declarante

En Bogotá D.C. a **02 de mayo de 2001**
AUTORIZÓ ESTA DILIGENCIA EL SUSCRITO NOTARIO



**AUTENTICACIÓN DE FIRMA
MEDIANTE COMPARECENCIA PERSONAL**
(Art. 84 C.R.C. mod. Decr. 2282 de 1989, art. 1 mod. 38)

Ante el Notario Cuarenta y Uno (41) del círculo
de esta ciudad compareció personalmente:
Notario Cuarenta y Uno
identificado con C.C. **3.223.433-3**
expedida en: **1996** y tarjeta profesio-
nal de abogado(a) No. **15.873** del Consejo
Superior de la Judicatura, con documento di-
fusiario que la firma puesta en este escrito es
suya.

Notario Cuarenta y Uno
Firma del declarante

En Bogotá D.C. a **02 de mayo de 2001**
AUTORIZÓ ESTA DILIGENCIA EL SUSCRITO NOTARIO



PODER

El (los) suscrito (s) Dr. Carlos Gutierrez Calzado,
Director del CENTRO NACIONAL DE INVESTIGA
CIONES CIENTIFICAS (CNIC).

domiciliado (s) en Ave. 25 No. 15819, Cubanacán,
Playa, C. Habana 12100, Cuba.

nombra por el presente a Ximena Castellanos A. y/o
Margarita Castellanos A. abogadas con oficinas en la Carrera 9ª
No. 93-09, Bogotá - COLOMBIA para

y para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad industrial y con este fin autorizamos a dichos apoderados para que nos representen ante cualesquiera autoridades o personas de los órdenes administrativo, contencioso-administrativo y judicial en todo lo relacionado con los siguientes actos y gestiones:

a) Obtención de patentes de invención, modelos y dibujos industriales; registro de marcas de fábrica, de servicio, colectivas o defensivas y de denominaciones de origen; depósito de nombres y enseñanzas comerciales; su renovación prórroga, inscripción de traspaso y cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria y el registro de licencia de uso de esos derechos; b) acciones de oposición, cancelación, nulidad, medidas cautelares y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos que promovamos o se nos promuevan, pudiendo en todos los actos y gestiones arriba determinados sustituir éste mandato, transigir, desistír, recibir, cancelar, renunciar, aceptar notificaciones y nombrar apoderados judiciales y extrajudiciales.

Dado y firmado hoy 05 de Mayo de 1998

en Ciudad de La Habana

Por Dr. Carlos Gutierrez Calzado
Director

(Notary should execute on other side)
(Consular legalization necessary)

LEGALIZA---

POWER OF ATTORNEY

I (we) the undersigned _____

of _____

hereby grant(s) Power of Attorney to Ximena Castellanos A. y/o
Margarita Castellanos A. attorneys residing at Carrera 9ª
No. 93-09 Bogotá - COLOMBIA to

and to obtain the protection of my (our) industrial property, for which purpose we authorize the said attorneys to represent us before any authorities or persons, specially those, administrative, administrative contentious and judicial, in all matters concerning the following:

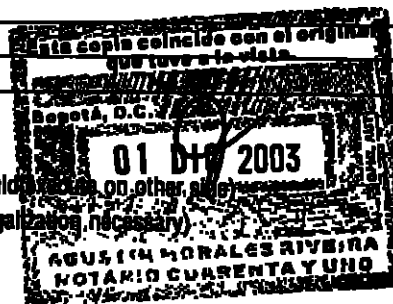
a) Obtainment of patents, models and designs; the registration of trademarks, service, collective and defensive marks, and of designations of origin; the deposit of commercial names and emblems; its renewal, extension, recordal of assignments, change of name or domicile, voluntary cancellation; and the registration of licenses of use of the above rights; b) Actions opposition, cancellation, nullity, infringement, granting of licenses; and in general the civil, penal and administrative suits relating to those rights; actions and suits instituted by us or against us; and that in all the above matters they may substitute this Power of Attorney, compromise, desist, cancel, receive, renounce, accept notifications and appoint attorneys in fact in or out of Court.

Given and signed this _____

In _____

By _____

(Notary should execute on other side)
(Consular legalization necessary)



CERTIFICADO NOTARIAL (Sociedad)

Hoy, _____ de _____ de 19 _____
compareció (eron) personalmente _____

a quien (es) conozco como la (s) persona (s) que firma (n) este
documento en representación de la Sociedad / Compañía denomina-
da _____

Certifico:

a) Que _____
es una Sociedad / Compañía legalmente constituida y existente de
acuerdo con las leyes de _____

b) Que el domicilio de dicha Sociedad / Compañía es _____

c) Que el objeto u objetos para los cuales se otorga el presente poder
están comprendidos dentro del objeto social de la mencionada
Sociedad / Compañía.

d) Que el Sr. _____

está autorizado para otorgar el presente poder. Lo anterior está
probado por medio de los siguientes documentos, que certifico he
visto*: _____

(Ciudad)

(Estado)

Hoy: _____ de 19 _____

(Notario Público)



* Los documentos deben identificarse con fecha y origen.

NOTARIAL CERTIFICATE (Corporation)

On this _____ day of _____ 19 _____
personally appeared _____

whom I know to be the person (s) who signed this documents as
representative (s) of the Corporation / Company named _____

I Certify:

a) That _____
Is a Corporation / Company legally constituted and in existence in
accordance with the laws of _____

b) That the domicile of said Corporation / Company is _____

c) That the purpose or purposes for which the present Power of
Attorney is granted are comprised within the object set forth in the
charter of the mentioned Corporation / Company.

d) That Mr. _____

Is (are) authorized to grant the present Power of Attorney. The
aforementioned was duly proven through the following documents
and I duly certify having seen them*: _____

(City)

(State)

this _____ day of _____ 19 _____

(Notary Public)

* Document must be identified with date and origin.

-----CION-----

LIC. SARA MARTA DIAZ RODRIGUEZ, Directora Jurídica de la Cámara de Comercio de la República de Cuba y funcionario autorizado para certificar autenticaciones de firmas. -----

CERTIFICO: Que la firma que antecede, al parecer es auténtica del funcionario autorizante de este documento por la semejanza que guarda con la que obra registrada en esta Institución como la que el mismo acostumbra a usar en sus actos oficiales. -----

En fe de lo cual autorizo la presente con mi firma y el sello de esta Institución. -----

Ciudad de La Habana, Mayo 26, 1998.

[Handwritten signature]

LIC. Carmen Alicia Piedra
Notario de la Notaría Especial a cargo
de la Dirección de Registro y Notarías
del Minist. de Justicia de la República
de Cuba.

D O Y P E. Que la(n) firma(s) que
antecede(n) me(s) aut. r. a por la
semejanza que guarda(n) con la misma
que acostumbran a usar en todos sus
actos.

La Habana, a los 29 día del mes
de mayo de 199 8

[Handwritten signature]



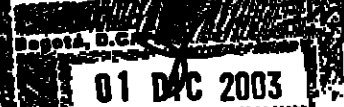
REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
DIRECCION JURIDICA

José D. Perera Chapeau, Jo Julio P. Alvarez
Jo Orlando F. Acosta Paz, Jo María Silvia Pe-
dez Villar, Jo Aida de Puzo Pedraza, Jo M.
Capez Ruiz, Jo Jesús Fernández Ponca. Func-
narios autorizados para certificar Autenticac-
de firma en Documentos expedidos para
actos en el extranjero.

CERTIFICO: QUE AL PARECER ES AUTENTICA
FUNCIONARIO AUTORIZANTE DE ESTE DOCUMENTO
LA FIRMA QUE ANTECEDE, POR LA SEMEJANZA
GUARDA CON LA QUE OBRA REGISTRADA EN
CENTRO COMO LA QUE EL MISMO ACOSTUM-
USAR EN SUS ACTOS OFICIALES.

EN FE DE LO CUAL AUTORIZO LA PRESENTE CON
FIRMA Y EL SELLO DE ESTE MINISTERIO.

LA HABANA 02 Mayo 1998






Consulado General de Colombia

LA HABANA, CUBA

No. 37/98

La Habana, Julio 10 de 1998

La suscrita Cónsul General de Colombia, vistos los documentos presentados por los interesados, **CERTIFICA:**

Que la Señora María Silvia Fernandez Villar, quien como funcionario de la Dirección Jurídica del Ministerio de Relaciones Exteriores de la República de Cuba autenticó la firma del signatario del poder precedente, ejercía en la fecha las funciones indicadas y su firma corresponde a la registrada en este Consulado; que el CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS - CNIC- es una empresa constituida de acuerdo con las leyes de Cuba y cumple su objeto conforme a las mismas; que el Señor Carlos Gutiérrez Calzado, quien en su carácter de Director de la citada empresa confiere el poder precedente, es su representante legal en este país.

La Cónsul General de Colombia no asume responsabilidad alguna por el contenido del documento.

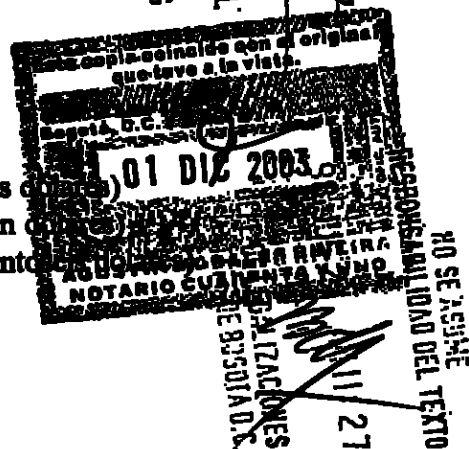


Martha N. de Stand
Martha Nifio de Stand
Consul General

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES
163355
CUMPLIDA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPEÑA
LAS FUNCIONES INDICADAS

PAGADOS
IMPUESTO DE TIMBRE NACIONAL
DERECHOS FONDO ROTATORIO
TOTAL PAGADO

US\$ 6.00 (seis dólares)
US\$ 100.00 (cien dólares)
US\$ 106.00 (ciento seis dólares)



CIRCUITO PARA IMPONER LOS VOLTAJES EN LOS ELECTRODOS DE LAS CUBETAS DEL SISTEMA CHEF DE ELECTROFORESIS DE CAMPOS PULSANTES.

5 MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE LA CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE PATENTES: G01N 27/26.

10 CAMPO O RAMA DE LA TÉCNICA CON LA QUE SE RELACIONA LA INVENCION: La presente invención se relaciona con equipos eléctricos utilizados en electroforesis, en específico con la generación de potenciales eléctricos fijados en el contorno para establecer campos homogéneos que alternan su dirección de aplicación.

15 NIVEL CONOCIDO DE LA TÉCNICA. CARACTERÍSTICAS DE LAS SOLUCIONES TÉCNICAS ANÁLOGAS.

La electroforesis

20 La electroforesis es una técnica que separa [?]✓ moléculas por migración diferencial de las mismas en un campo eléctrico. Las moléculas pueden ser depositadas en un gel y tamizadas en el mismo cuando se aplica el campo eléctrico que las obliga a migrar. Las moléculas cargadas negativamente **25** migran hacia el ánodo y las cargadas positivamente lo hacen hacia el

cátodo. De esta forma las moléculas se van separado y formando bandas en el gel, de acuerdo a su talla. Para la generación del campo eléctrico se suelen disponer paralelamente dos electrodos que se conectan a una fuentes de corriente directa.

5

Las moléculas de ADN se cargan negativamente cuando se preparan en solución tampón a pH neutro o alcalino. Al aplicar el campo eléctrico, las moléculas de ADN se elongan y su relación carga/masa se vuelve independiente de su talla molecular. Lo anterior, unido al hecho que las moléculas de ADN migran a través de los poros del gel de manera similar al movimiento de una serpiente, o sea mediante un mecanismo de reptación, determina que las moléculas mayores de 20000 pares de bases no puedan ser separadas en la electroforesis a campo eléctrico constante, aun cuando están sometidas a tamizaje molecular.

10

15

La electroforesis de campos pulsantes

La electroforesis de campos pulsantes (ECP) fue creada por Schwartz y Cantor en 1984 (Cell, 37, pp 67-75, 1984; Patente US 4,473,452 de Septiembre 25 de 1984) e incrementó el rango de separación de las moléculas de ADN que podían ser separadas en electroforesis. Los autores obtuvieron que las grandes moléculas intactas de ADN, mayores de 20000 pares de bases, se resolvían en los geles de agarosa en patrones de bandas mediante la aplicación de pulsos eléctricos de duraciones seleccionadas que alternaban periódicamente su dirección de aplicación en relación con el gel

20

25

de separación. Los cambios de dirección de aplicación del campo eléctrico provocan reorientación de la migración de las moléculas de ADN, mientras que la duración de dicha reorientación depende del tamaño o talla de cada molécula. Los patrones de bandas obtenidos se han denominado 'patrones electroforéticos', 'cariotipos moleculares', 'cariotipos electroforéticos', etc.

Así, cualquier sistema de electroforesis de campos pulsantes consta de:

1. La cámara de electroforesis con sus accesorios.
2. La electrónica apropiada para alternar los campos eléctricos con la intensidad y duraciones de pulsos deseadas.
3. El método de polarizar los electrodos.

Los campos eléctricos que fueron generados en los equipos iniciales de ECP, tales como los descritos por Schwartz y Cantor (Cell, 37, pp 67-75, 1984; Patente U.S. No. 4,473,452 de Septiembre 25 de 1984) y otros como los descritos por Carle y Olson (Carle G.F., Olson M.V. Nucleic. Acid Res., 12, pp 5647-5664, 1984) no brindaban valores homogéneos de intensidad del campo eléctrico a lo largo del gel, por lo que, la trayectoria y la velocidad de migración de las moléculas de ADN en dichos geles dependía de la posición que ellas ocuparan en el mismo.

Generación de campos eléctricos homogéneos en la ECP

En teoría, un campo eléctrico homogéneo es generado por dos electrodos infinitos que se colocan paralelos y separados cierta distancia. Pero el diseño de tal cámara de electroforesis es impracticable. Para aproximarse a la obtención de un campo eléctrico de intensidad homogénea a lo largo del gel de separación, empleando electrodos finitos, Chu (Chu G., Vollrath D., Davis R.W. Science, 234, pp 1582-1585, 1986) propuso la siguiente variante:

1. Se selecciona un polígono regular (cuadrado, rectángulo o hexágono) como contorno cerrado sobre cuyos lados será colocado un arreglo de electrodos para generar en el interior del polígono un campo eléctrico de valores homogéneos de intensidad.
2. Se hace coincidir el eje X ($y = 0$) de un plano cartesiano imaginario con uno de los lados del polígono regular.
3. En esos electrodos colocados en $y=0$ se aplica el potencial de 0 volts.
4. En los electrodos del lado opuesto del polígono regular, que se encuentran a una distancia $y=A$ del eje 'X', se aplica un valor V_0 de potencial.
5. En los restantes electrodos, situados sobre los otros lados del polígono regular y a una distancia y_i del eje 'X' se aplica un potencial $V(y_i)$, donde $V(y_i) = V_0 \cdot y_i / A$.
6. Así, el potencial generado en el interior del polígono regular es igual al que sería generado por dos electrodos infinitos y paralelos separados entre sí una distancia A.

7. Si se permuta electrónicamente la polaridad entre los electrodos colocados en dos pares opuestos de lados, se formara un ángulo entre las líneas de fuerza de los campos eléctricos resultantes. Ese ángulo es denominado en ECP 'ángulo de reorientación'.

5 8. El ángulo de reorientación obtenido al permutar electrónicamente la polaridad entre los electrodos de dos pares de lados diferentes en el cuadrado será de 90° y en el hexágono de 60° o 120° .

10 La configuración de electrodos en un arreglo hexagonal ha sido la utilizada en los sistemas actuales de ECP. Ese sistema se denomino como campos eléctricos homogéneos fijados en el contorno o CHEF (Contour Clamped Homogeneous Electric Field) y fue introducido por Chu en 1986 (Chu G. Science 234, pp 1582-1585, Diciembre 16, 1986).

15 Una de las deficiencias del sistema CHEF actual es que el contorno cerrado de electrodos esta limitado a los polígonos regulares descritos anteriormente.

20 Métodos para imponer los voltajes en los electrodos del sistema CHEF y obtener campos eléctricos de intensidad homogénea en el gel.

Se han propuesto fundamentalmente tres métodos que fueron ganando en complejidad y componentes electrónicas:

25 1. Un simple divisor de voltaje (Chu G., Vollrath D., Davis R.W. Science, 234, pp 1582-1585, 1986).

2. El divisor de voltaje asociado a juegos de transistores en configuración push-pull (Maule J., Green D. K. Anal Biochem 191, pp 390-395, 1990).
3. El uso de operacionales para controlar mejor los voltajes impuestos en cada electrodo del sistema CHEF (Clark S.M., Lal E., Birren B.W., Hood L. Science 241, pp 1203-1205, 1988).

El simple divisor de voltaje en los sistemas de ECP.

Uno de los métodos para imponer los valores de potencial en los electrodos del CHEF es emplear un anillo de resistores que se conectan en serie. Este anillo forma un divisor de voltaje entre los valores 'cero' y ' V_0 '. Nombraremos nodos al lugar de unión entre dos resistores consecutivos del divisor de voltaje y en cada nodo se une un electrodo del hexágono.

Los electrodos colocados en $y=0$ y $y=A$, o sea en dos lados opuestos del hexágono, se conectan respectivamente a los potenciales '0' y ' V_0 '. A cada lado, quedan otros dos grupos de electrodos, donde cada grupo está compuesto por los electrodos de dos lados consecutivos del hexágono. Cada uno de esos electrodos se conecta a un nodo del divisor de voltaje que define el potencial que debe aplicarse en dicho electrodo. El valor de potencial que se impone se calcula como se mencionó en el acápite anterior. Por eso, los dos electrodos que se encuentren en dos lados diferentes del hexágono, pero a la misma distancia y_i de los electrodos más electronegativos ($y=0$) deben poseer el mismo valor de voltaje dado por $V(y_i) = V_0 \cdot y_i / A$.

Para lograr el cambio de dirección de aplicación del campo eléctrico, lo cual es imprescindible en la ECP, se aplica la diferencia de potencial a otros dos grupos de electrodos diferentes. Esto se realiza con la ayuda de relés y diodos que conectan los electrodos que se deben polarizar con cero volt y V_0 a los bornes de la fuente a través del sistema de conmutación de los campos eléctricos.

Sin embargo, el uso de series de resistores para fijar los voltajes tiene un inconveniente. Cuando se pone en contacto el anillo de resistores con la solución tampón, esta última se comporta como un nuevo resistor conectado en paralelo con los resistores del anillo. Las corrientes que se inyectan desde los resistores hacia los electrodos y viceversa, cambian el valor del potencial en cada electrodo lo que afecta la homogeneidad del campo eléctrico. El cambio de voltaje depende de la cantidad de corriente que se inyecta o se extrae de la solución tampón y esta a su vez depende de cambios en la concentración, temperatura, volumen y pH de la solución tampón, entre otros. Dichos cambios afectan aleatoriamente la conductividad del tampón y por tanto la magnitud de la corriente eléctrica que se intercambia con el circuito resistivo puro (Maule J., Green D. K. Anal Biochem 191, pp 390-395, 1990). Estos cambios aleatorios del patrón de voltaje son incontrolables y por tanto, afectan de manera diferente los resultados y la reproducibilidad de los patrones electroforéticos que se obtienen en cada experimento.

Esos cambios pueden ser reducidos si la corriente que pasa por la serie de resistencias es mucho mayor a la que circula por la solución (Maule, J. and Green, D. K. Anal Biochem 191, pp 390-395 1990). Sin embargo, esa solución tiene la desventaja de que provoca un gasto innecesario de energía eléctrica y obliga a utilizar componentes (especialmente los resistores) de mayor potencia que son más caros.

10 *El divisor de voltaje asociado a juegos de transistores en configuración push-pull.*

Para resolver los problemas planteados para el divisor resistivo de voltaje se propuso el uso de fuentes de corrientes construidas con elementos semiconductores (Maule J., Green D. K. Anal Biochem 191, pp 390-395, 1990). Esas fuentes de corriente separan cada electrodo del nodo correspondiente en la serie de resistores del divisor. Entre cada nodo y su electrodo correspondiente se coloca una pareja de transistores en la llamada configuración 'push-pull', los que inyectan y extraen corriente eléctrica de cada electrodo, con lo cual repiten en los electrodos el voltaje que brinda el nodo del divisor sin que sea afectado por los cambios de conductividad de la solución tampón. El sistema mencionado logra polarizar adecuadamente los electrodos en las dos direcciones de aplicación del campo eléctrico en la ECP. Sin embargo, posee algunas limitaciones:

1. Los pares de electrodos que deben estar polarizadas con igual valor de voltaje, $V(y_i) = V_0 \cdot y_i / A$, obtienen su potencial de nodos diferentes, por lo que, no siempre se logra la igualdad de voltajes en todas los pares de electrodos que se requieren.
- 5 2. Los electrodos que se encuentran más cerca de los electrodos más electropositivos reciben la corriente eléctrica del transistor tipo NPN del push-pull al que están conectados. Mientras que los electrodos que se encuentran más cerca del los electrodos más electronegativos drenan corriente eléctrica hacia el transistor tipo PNP del push-pull al que están
10 conectados. El hecho de que están activos a la vez transistores de polaridades diferentes introduce errores en el patrón de voltajes.
3. Las resistencias que establecen el patrón de potenciales en una de las dos direcciones de aplicación del campo son las mismas que lo hacen en la otra dirección. Por eso, no es posible hacer un ajuste independiente del patrón de potenciales en cada campo. Cualquier variación que se quiera
15 introducir en una de las dos direcciones afecta necesariamente a la otra dirección.
4. El circuito posee tantos pares de transistores en configuración push-pull como electrodos tiene la cubeta CHEF. Los pares de transistores en
20 configuración push-pull se conectan en paralelo. Cuando ocurre rotura de alguno de los transistores es difícil determinar el par dañado.
5. En los pares de transistores configurados en push-pull siempre uno de los transistores está activo mientras el otro se encuentra inactivo. Esto significa que en todo momento la mitad de los transistores está inactiva.
25 Sin embargo, esos transistores no pueden eliminarse del circuito, pues

cuando el campo eléctrico se aplica en la otra dirección, algunos pares cambian el transistor activo. Por tanto, el anillo divisor de voltaje unido a pares de transistores en configuración push-pull es ineficiente, ya que el número total de transistores inactivos en cada campo es excesivo al igual que la cantidad total de transistores.

6. Todos los pares de transistores están conectados a la fuente de poder sin ningún elemento que limite la corriente. El fallo de uno solo de los transistores provoca cortocircuito entre los bornes positivo y negativo de la fuente de poder. Por lo que se puede concluir que el circuito no es seguro.

El uso de operacionales para controlar mejor los voltajes impuestos en cada electrodo del sistema CHEF.

Otros sistemas más complejos utilizan amplificadores operacionales para realizar un control individual del potencial que se impone en cada electrodo del arreglo hexagonal de la cámara (Patente US 5,084,157). Esos sistemas logran variar el ángulo entre las dos direcciones de aplicación del campo eléctrico pero a costa de aumentar la complejidad electrónica de los sistemas, tanto en su construcción como su operación. Adicionalmente, los elementos que realizan el control de los potenciales no pueden ser convenientemente aislados de los elementos de poder. Es necesario la conversión digital lo que implica nuevas complejidades y aumenta el costo del equipo.

Por otra parte, Riverón y cols. (Patente Cubana, No. de solicitud: 306/2000) demostraron que para la obtención de patrones de bandas rectos y reproducibles en ECP es necesario garantizar campos eléctricos de intensidad homogénea en la cámara de electroforesis. Ellos determinaron que la homogeneidad del campo eléctrico aplicado solo puede ser obtenida si, además de poseer un sistema de polarizar adecuadamente los electrodos en el contorno cerrado, se garantiza homogeneidad en la resistencia eléctrica del tampón y del gel. Si describimos la resistencia eléctrica como

$$R = (1 / \sigma) \cdot (d / A)$$

donde: (σ) es la conductividad del electrolito, (d) es la separación entre los electrodos de polaridades opuestas y (A) es el área de sección transversal al paso de la corriente.

Se deduce que para que la resistencia eléctrica sea homogénea en toda la cámara es necesario que no exista turbulencia en la superficie del tampón ni deformaciones o meniscos en el gel que alteren o modifiquen el área de la sección transversal al paso de la corriente.

Por lo tanto, si los sistemas de ECP, aún los que poseen circuitos electrónicos muy complejos para polarizar los electrodos, no tienen en cuenta la homogeneidad de la resistencia eléctrica en el tampón, no pueden garantizar patrones de bandas rectos y experimentos reproducibles. Esta situación se hace mas crítica con cámaras más pequeñas.

ESENCIA DE LA INVENCION

Para explicar adecuadamente el circuito propuesto en esta invención es necesario definir un sistema de referencia.

5

El sistema de referencia

Consideraremos un contorno cerrado de electrodos (de las cámaras de ECP del sistema CHEF) al conjunto de varios electrodos que se colocan sobre los 'm' lados de un polígono regular, donde 'm' es par. En nuestro sistema de referencia (Figura 1) se define el lado L_1 arbitrariamente y se coloca sobre el eje 'X' de un plano cartesiano. El lado opuesto (denominado como $L_{(m/2)+1}$) queda a una distancia 'A' del eje 'X'. De esta forma, los lados restantes del polígono regular quedan distribuidos simétricamente a ambos lados de los lados L_1 y $L_{(m/2)+1}$. Los lados del polígono regular que se encuentran a la izquierda de los lados L_1 y $L_{(m/2)+1}$ se les denominará como lados 'C' y los que se encuentran a la derecha como lados 'D'.

20

Sobre cada lado se colocan 'k' electrodos donde 'k' es un número natural entre 1 y 10. Así quedarán 'k' electrodos colocados sobre el lado L_1 o sea sobre el eje 'X' con ordenadas $y_0 = 0$. También quedarán 'k' electrodos situados sobre el lado $L_{(m/2)+1}$ a una distancia 'A' del eje 'X' con ordenadas $y_{n+1} = A$.

Todos los electrodos situados sobre los lados 'C' y 'D' se denominarán como $E_{1C}, E_{2C}, \dots, E_{nC}$ y $E_{1D}, E_{2D}, \dots, E_{nD}$, donde 'n' es igual a ' $k \cdot (m-2)/2$ '. La denominación de los electrodos se hace en el siguiente orden para los lados 'C' y 'D', partiendo del lado L_1 hasta llegar al lado $L_{(m/2)+1}$. Electrodos, $E_{1C}, E_{2C}, \dots, E_{nC}$, y electrodos $E_{1D}, E_{2D}, \dots, E_{nD}$. Los dos electrodos E_C y E_D se colocan a la misma distancia y_i del eje 'X', donde i es un número natural entre 1 y n. Cada uno de esos ($[E_{1C}-E_{1D}], [E_{2C}-E_{2D}], \dots, [E_{nC}-E_{nD}]$) se denominará par de electrodos P_i .

El circuito de esta invención para lograr campos eléctricos homogéneos en el interior de un contorno cerrado de electrodos

Para explicar el circuito, primero se referirá como lograr un campo homogéneo empleando el sistema de referencia anteriormente descrito. Se parte de la base que todos los electrodos son energizados durante la electroforesis con un voltaje dado entre 0 y V_0 volts que se obtiene de una fuente de poder de la siguiente forma.

1. A los 'k' electrodos colocados sobre el lado L_1 se le aplican 0 volts.
2. A los 'k' electrodos colocados sobre el lado opuesto $L_{(m/2)+1}$ se le aplican V_0 volts.

Sin embargo, al aplicar una diferencia de potencial entre los electrodos colocados en los lados L_1 y $L_{(m/2)+1}$ se establece en el interior de la cámara de

ECP un campo eléctrico cuya intensidad no es homogénea en todas las regiones de la cámara. Esto significa que en los pares de electrodos (P_i) aparece un voltaje dado que no es proporcional a la distancia y_i . Por lo que, en los electrodos restantes deben imponerse valores de voltaje tales que homogeneicen el campo eléctrico en toda la cámara de electroforesis.

Entonces a los electrodos de los pares P_i se le aplica un voltaje $V_i = V_0 \cdot y_i / A$.

Así, los electrodos del contorno cerrado quedan polarizados de forma que generan un campo eléctrico homogéneo en una dirección de aplicación determinada. Un razonamiento similar es aplicable para lograr un campo eléctrico homogéneo de igual magnitud, pero cuyas líneas de fuerza posean otra dirección. Solo es necesario definir como L_i otro lado del polígono regular.

(En esta invención, se propone que los dos campos eléctricos de la ECP pueden ser energizados con dos circuitos de imposición idénticos. Estos circuitos de imposición se conectan entre los bornes positivos y negativos del circuito existente para alternar los campos eléctricos o alternador de forma que solo uno de los circuitos de imposición reciba energía eléctrica a la vez.

Cada uno de esos circuitos impone en los electrodos los voltajes que generan un campo eléctrico de intensidad homogénea en una de las direcciones de aplicación en las cubetas del sistema CHEF. Las conexiones circuitales en una de las dos direcciones donde se aplicará el campo eléctrico se realizan de la siguiente forma:

I. Uno de los bornes negativos del alternador se conecta a través de diodos a todos los 'k' electrodos del lado L_1 (lado colocado sobre el eje 'X'), mientras que el borne positivo correspondiente a ese borne negativo del alternador se conecta a través de diodos a los 'k' electrodos situados sobre el lado $L_{(m/2)+1}$, es decir a los electrodos del lado que se encuentra a la distancia A del eje 'X'.

II. La conexión a través de diodos entre el borne negativo del alternador y los 'k' electrodos del lado L_1 se realiza de la siguiente forma:

a) cada electrodo del lado L_1 del polígono regular se conecta al ánodo de un diodo,

b) los cátodos de esos diodos, uno por cada electrodo, se conectan entre si y al ánodo de un segundo diodo,

c) el cátodo de ese segundo diodo se une al borne negativo del alternador.

III. La conexión a través de diodos entre el borne positivo del alternador y los 'k' electrodos del lado $L_{(m/2)+1}$ se realiza de la siguiente forma:

a) cada electrodo del lado $L_{(m/2)+1}$ del polígono regular se conecta al cátodo de un diodo,

b) los ánodos de esos diodos, uno por cada electrodo, se conectan entre si y al cátodo de un segundo diodo,

c) el ánodo de ese segundo diodo se une al borne positivo del alternador.

IV. A los bornes negativo y positivo del alternador se conectan además los extremos de un divisor de voltaje formado por $n+1$ resistores R_i y una cantidad variable de diodos. Así, se divide el voltaje total (V_0-0) en

valores que son proporcionales a la distancia y_i que separa cada par de electrodos P_i ($E_C - E_D$) del eje 'X'.

- V. Cada nodo N_i que se forma entre los resistores R_i y R_{i+1} del divisor de voltaje se conecta a la entrada de un repetidor de voltaje. La salida de cada repetidor de voltaje se conecta a una de las parejas de electrodos P_i . Los repetidores de voltaje tienen dos funciones, una es repetir en su salida (la pareja de electrodos P_i) el voltaje de su entrada que procede del nodo N_i . La otra función es mantener constante ese voltaje frente a los cambios de conductividad del tampón durante la ECP.

Los repetidores de voltaje son de dos tipos:

- 1- Cuando el repetidor de voltaje se conecta entre un nodo N_i del divisor y un par de electrodos P_i donde 'i' es un número natural entre $[(n/2)+1]$ y n , dicho repetidor de voltaje está formado por los siguientes elementos circuitales:

un transistor de polaridad NPN cuya base se conecta al nodo N_i del divisor de voltaje, su colector al borne positivo del alternador y su emisor a los ánodos de dos diodos, cuyos respectivos cátodos se conectan con los electrodos de la pareja de electrodos P_i , ya mencionada.

2- Cuando el repetidor de voltaje se conecta entre un nodo N_i del divisor y un par de electrodos P_i donde 'i' es número natural entre 1 y $n/2$, dicho repetidor de voltaje está formado por los siguientes elementos circuitales:

5 un transistor de polaridad PNP cuya base se conecta al nodo N_i del divisor de voltaje, su colector al borne negativo del alternador y su emisor a los cátodos de dos diodos, cuyos respectivos ánodos se conectan con los electrodos de la pareja de electrodos P_i ya mencionada.

10

El valor de cada resistor R_i se escoge de forma tal que el voltaje de cada par de electrodos P_i sea proporcional a la distancia que los separa de los electrodos situados sobre el lado L_1 del polígono regular.

15 El otro circuito es idéntico a éste, pero se conecta a los electrodos E_i de forma diferente. Para ello, se redefine como lado L_1 a cualquier otro lado del polígono regular según el ángulo que se desee establecer entre las líneas de fuerza de ambos campos eléctricos que se generarán y se rota el sistema de referencia el ángulo necesario para que el nuevo lado L_1 quede sobre el eje 'X'. A partir de L_1 se redefinen los lados 'C' y 'D', los electrodos E_i y los pares de electrodos P_i .

20

Del razonamiento anterior se deduce que las parejas de electrodos P_i de cada uno de los circuitos son diferentes. Por eso, se requieren diodos y no se pueden conectar directamente a los emisores de los transistores de los

25

repetidores de voltaje. Los diodos permiten unir ambos electrodos de la pareja garantizando que tengan el mismo potencial cuando ese repetidor de voltaje esta activo, pues se aplicó el campo en esa dirección. Cuando el campo eléctrico se establece en la otra dirección los diodos que unen la antigua pareja P_i quedan conectados en serie pero con polaridades opuestas. Así se garantiza que las ramas del circuito entre las antiguas parejas de electrodos, que en ese momento unen electrodos de diferente potencial, tengan al menos un diodo polarizado inversamente. La resistencia de éstos al paso de la corriente eléctrica es muy alta y los electrodos de esa

5

10

rama quedan aislados eléctricamente.

La influencia de los cambios de conductividad de la solución tampón sobre el potencial de cada nodo N_i del divisor se reduce inyectando o extrayendo corriente del electrodo hasta que su voltaje sea igual al de su nodo. Como

15

fuentes de corriente se utilizan transistores en la configuración de "seguidor de emisor". Los pares de electrodos situados más cerca del borne negativo siempre tienen que extraer corriente de la solución puesto que el potencial tiende a ser mas elevado que el de su nodo de referencia correspondiente. Por esta razón se utilizan los transistores de tipo PNP que drenan esta

20

corriente hacia el borne negativo de la fuente. Los pares de electrodos situados más cerca del borne positivo siempre tienen que añadir corriente a la solución puesto que su potencial tiende a ser mas bajo que el de su nodo correspondiente. Para ello se utiliza un transistor de tipo NPN que extrae corriente del borne positivo. De esa forma no se afecta apreciablemente el

25

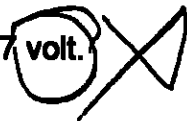
potencial de los nodos de referencia.

Durante la electroforesis ocurren variaciones en la temperatura, concentración, pH, altura, etc. de la solución. Estas perturbaciones tienden a alterar el patrón de voltaje en los electrodos. La corriente necesaria para contrarrestar estos efectos es también manejada por los transistores.

5

El potencial de cada pareja de electrodos es similar al de su nodo de referencia pero se diferencia en cierto valor. La diferencia es provocada por la caída de voltaje entre los terminales base y emisor del transistor y en el diodo asociado a cada electrodo de la pareja. Esta caída es propia de las uniones PN de los elementos semiconductores de silicio y es aproximadamente igual a 0,7 volt.

10



El cambio de polaridad de los transistores y los diodos que ocurre en el centro del divisor introduce un error en el patrón de voltajes. Este error se puede compensar insertando diodos en serie con el resistor central del divisor de voltaje. De esta forma el potencial de los nodos de referencia se modifica en igual magnitud pero sentido contrario al efecto de las caídas en los transistores y diodos de cada pareja.

15

20

Finalmente es necesario añadir un diodo en serie con los diodos que polarizan los electrodos situados sobre los lados L_1 y $L_{(m/2)+1}$ y que se conectan a los bornes negativo y positivo del alternador. Esto es necesario para homogeneizar el número de caídas de voltaje (provocadas por uniones PN directamente polarizadas) en el camino entre los bornes del alternador y

cada uno de los electrodos. Este camino para los electrodos situados sobre los lados 'C' y 'D' presenta dos uniones PN.

Por tanto, el circuito propuesto en esta invención consta de dos partes iguales que se conectan a la fuente de poder a través de otro circuito electrónico apropiado para alternar los campos eléctricos con la intensidad y duración de pulsos deseadas.

males?

Ejemplos de realización:

Los siguientes ejemplos son ilustrativos del circuito que se describe pero en ninguna medida son limitativos del alcance de esta patente.

5

Ejemplo 1. Circuito para polarizar los electrodos de una cámara hexagonal de 18 electrodos.

Arreglo de electrodos.

10

En la Figura 2 se muestra un grupo de electrodos 101 al 118 dispuestos sobre un hexágono regular a razón de tres electrodos por cada lado. En una de las direcciones de aplicación del campo eléctrico (denominada A) los electrodos 101, 102 y 103 (denominados grupo A+) se polarizan con el máximo potencial, cercano al potencial del borne positivo de la fuente de poder. Los electrodos 110, 111 y 112 (denominado grupo A-) se polarizan con el mínimo potencial, cercano a 0 volts. El resto de los electrodos se organizan en parejas (Tabla I). Ambos electrodos de cada pareja serán polarizados al mismo voltaje, el que será proporcional a la distancia desde cada pareja hasta los electrodos del grupo A-.

20

En la otra dirección de aplicación del campo eléctrico (denominada B) los electrodos 113, 114 y 115 (denominados grupo B+) se polarizan con el máximo potencial, cercano al potencial del borne positivo de la fuente de poder. Los electrodos 104, 105 y 106 (denominado grupo B-) se polarizan

25

con el mínimo potencial, cercano a 0 volt. El resto de los electrodos se organizan en parejas (Tabla I). Ambos electrodos de cada pareja serán polarizados al mismo voltaje, el que será proporcional a la distancia desde cada pareja hasta los electrodos del grupo B-.

5

En este arreglo particular de electrodos la distancia 'dist' entre dos electrodos consecutivos es la misma. Sin embargo la distancia entre la pareja de electrodos 118-104 y los electrodos del grupo A+ es la mitad o sea 'dist/2'. Lo mismo ocurre con las parejas 113-109, 116-112 y 103-107 respecto a los electrodos de los grupos A-, B+ y B- respectivamente.

10

Tabla I. Parejas de electrodos y tipo de transistor que posee el repetidor de voltaje al que se conectan.

Dirección A		Dirección B		Tipo de transistor
118	104	116	112	NPN
117	105	117	111	
116	106	118	110	
115	107	101	109	PNP
114	108	102	108	
113	109	103	107	

Las filas muestran el número de los electrodos que deben polarizarse al mismo voltaje para generar un campo eléctrico homogéneo en las dos direcciones de aplicación A y B en una cubeta con una disposición de electrodos similar al de la figura 1.

15

Para generar los potenciales de referencia en esta cámara CHEF de tres electrodos por lado se necesitan siete resistores 201 y 202 conectados en serie (Figura 3). Los resistores 201 son de igual valor, los resistores 202 tiene la mitad de este valor. La cadena de resistores 201 y 202 se conectan a los potenciales positivo (+) y negativo (-) de una fuente de poder a través de conmutadores. Este divisor de voltajes genera los potenciales de referencia que aparecen en los nodos 203 y 204.

Los repetidores de voltaje 205 y 206 toman el voltaje de los nodos de referencia 203 y 204 para polarizar adecuadamente a los electrodos en las direcciones A y B.

En la Figura 4 se muestran con más detalles los repetidores de voltaje 205 y 206. La base del transistor 301 de polaridad NPN se conecta al nodo 203. El colector del transistor 301 se conecta al borne positivo (+) a través de conmutadores. El emisor del transistor 301 se conecta a los ánodos de dos diodos 302, los que a su vez se conectan por el cátodo a los electrodos cuyo potencial corresponde a ese nodo 203 en particular.

La base del transistor 303 de polaridad PNP se conecta al nodo 204. El colector del transistor 303 se conecta al borne negativo a través de conmutadores. El emisor del transistor 303 se conecta a los cátodos de dos diodos 304 los que a su vez se conectan por el ánodo a los electrodos cuyo potencial corresponde a ese nodo 204 en particular.

En la tabla I se señala los electrodos que se polarizan con transistores de tipo NPN (repetidor de voltaje 204) y PNP (repetidor de voltaje 205).

Los electrodos de los grupos A+ y B+ (Figura 5) se conectan al cátodo de diodos 401 que se unen por el ánodo. El ánodo de los diodos 401 se une al cátodo de otro diodo 402 que a su vez se une por el ánodo al borne positivo de la fuente a través de conmutadores.

Los electrodos de los grupos A- y B- se conectan al ánodo de diodos 403 que se unen por el cátodo. El cátodo de los diodos 403 se une al ánodo de otro diodo 404 que a su vez se une por el cátodo al borne positivo de la fuente a través de conmutadores. Los diodos 402 y 404 garantizan que las ramas que alimentan a los electrodos de los grupos A+, A-, B+ y B- tengan las mismas caídas de voltaje provocadas por las uniones PN que el resto de los electrodos del arreglo.

Los diodos 207 (Figura 3) son los que compensan los errores provocados por el cambio de polaridad de los transistores y los diodos en el patrón de voltaje.

20

En la Tabla II se presentan los voltajes teóricos y medidos en los electrodos de una cubeta CHEF. Los electrodos están dispuestos sobre los lados de un hexágono como el de la Figura 2. La separación entre los lados opuestos es 11,6 cm. La cubeta se llenó con 225 ml de solución tampón TBE 0,5x (TBE 1x: Tris 89 mM, Acido bórico 89 mM, EDTA 2 mM, pH 8,4) a 20 °C. Los

25

5 } voltajes se generaron con un circuito similar al presentado. Los resistores utilizados fueron de 470,0 ohm, para lograr la mitad del valor en los resistores 202 se colocaron dos en paralelo. Los transistores utilizados fueron MJE 340 y MJE 350 y los diodos 1N4007. La energía se obtuvo de una fuente de poder Macrodrive I cuya salida se ajustó a un voltaje constante de 120,0 volt entre los bornes positivo (+) y negativo (-) en las direcciones A y B. X

10 2 Tabla II. Valores teóricos y generados por el circuito presentado en los electrodos de una cubeta CHEF de 18 electrodos dispuestos sobre los lados de un hexágono. ?

Voltajes teóricos (Volt)		Voltajes reales (Volt)		
		Dirección A		Dirección B
118,6		101, 102 y 103: 118,7		115, 114 y 113: 118,7
108,8		118: 108,8	104: 108,9	116: 108,8 112: 108,8
89,3		117: 89,2	105: 89,2	117: 89,2 111: 89,2
69,8		116: 69,7	106: 69,7	118: 69,7 110: 69,6
50,2		115: 50,2	107: 50,3	101: 50,4 109: 50,3
30,7		114: 30,8	108: 30,8	102: 30,8 108: 30,8
11,2		113: 11,2	109: 11,2	103: 11,2 107: 11,2
1,4		112, 111 y 110: 1,4		104, 105 y 106: 1,4

El número del electrodo, según la Figura 2, aparece en negrita.

26

El voltaje teórico se calculó considerando una caída típica de 0,7 volt en cada unión PN (en los diodos y entre la base y el emisor de los transistores) de los elementos semiconductores de silicio. Para el cálculo se consideró a los transistores como elementos ideales que no poseen corriente de base.

5

Ejemplo 2. Circuito para polarizar los electrodos puntuales de una cámara hexagonal de 36 electrodos distribuidos no uniformemente.

10 En la Figura 6 se muestra un grupo de electrodos puntuales 501 al 536 dispuestos sobre un hexágono regular a razón de seis electrodos por cada lado. En una de las direcciones de aplicación del campo eléctrico (denominada A) los electrodos 501, al 506 (denominados grupo A+) se polarizan con el máximo potencial, cercano al potencial del borne positivo de la fuente de poder. Los electrodos 519 al 524 (denominado grupo A-) se polarizan con el mínimo potencial, cercano a 0 volts. El resto de los electrodos se organizan en parejas (Tabla III). Ambos electrodos de cada pareja serán polarizados al mismo voltaje, el que será proporcional a la distancia desde cada pareja hasta los electrodos del grupo A-.

20

En la otra dirección de aplicación del campo eléctrico (denominada B) los electrodos 525 al 530 (denominados grupo B+) se polarizan con el máximo potencial, cercano al potencial del borne positivo de la fuente de poder. Los electrodos 507 al 512 (denominado grupo B-) se polarizan con el mínimo potencial, cercano a 0 volt. El resto de los electrodos se organizan en

25

parejas (Tabla III). Ambos electrodos de cada pareja serán polarizados al mismo voltaje, el que será proporcional a la distancia desde cada pareja hasta los electrodos del grupo B-.

5 En este caso las distancias entre dos electrodos contiguos no es la misma. Por ejemplo la distancia entre el electrodo 501 y el 502 es diferente a la distancia entre el electrodo 502 y el electrodo 503.

10 Para generar los potenciales de referencia en esta cámara CHEF de seis electrodos por lado se necesitan trece resistores 601, 602 y 603 conectados en serie (Figura 7). Los valores de resistencia de los resistores 601, 602 y 603 deben ser escogidos de forma tal que el potencial entre de electrodo sea proporcional a la distancia entre cada electrodo y los electrodos de los grupos A- y B- para cada una de las direcciones A y B, respectivamente. En
15 este caso los resistores 601 fueron son de 348 ohm los resistores 602 son de 470 ohm y los resistores 603 son de 235 ohm. La cadena de resistores 601, 602 y 603 se conectan a los potenciales positivo (+) y negativo (-) de una fuente de poder a través de conmutadores. Este divisor de voltajes genera los potenciales de referencia que aparecen en los nodos 604 y 605.
20 Los repetidores de voltaje 606 y 607 toman el voltaje de los nodos de referencia 604 y 605 para polarizar adecuadamente a los electrodos en las direcciones A y B. Los repetidores de voltaje 606 y 607 son idénticos a los repetidores 205 y 206 (figura 3). Se introducen nodos 608 en serie con los resistores para corregir los errores en el patrón de voltajes provocados por el

confundido
no es
claro

?

cambio de polaridad de los transistores que se encuentran dentro de los repetidores de voltaje 606 y 607 activos

Para polarizar los electrodos de los grupos A+, A-, B+ y B- se utilizan diodos (Figura 8) en un circuito similar al presentado en el ejemplo 1. En este caso se utilizan seis diodos 701 y 703 para polarizar los electrodos de los grupos A+ y A- pues este arreglo particular de electrodos presenta seis diodos por cada lado. La función de los diodos 702 y 704 es igual a los del ejemplo 1, garantizar que el potencial de todos los electrodos este afectado por el mismo número de caídas de voltaje.

Tabla III. Valores teóricos y generados por el circuito presentado en los electrodos de una cubeta CHEF de 36 electrodos dispuestos sobre los lados de un hexágono.

Voltajes Teóricos (Volt)		Voltajes reales (Volt)			
		Dirección A		Dirección B	
118,80	501,502,503,504,505,506	118,75	525,526,527,528,529,530	118,75	
113,18	536	113,15	507	113,15	531:113,15
104,85	535	104,70	508	104,70	523:104,75
93,62	534	93,40	509	93,40	522:93,40
85,28	533	85,05	510	85,05	521:85,00
74,05	532	73,90	511	73,85	520:73,85
					535: 73,85

65,72	531:65,65	512: 65,55	519:65,55	536: 65,65
54,48	530:54,40	513: 54,30	518:54,30	501: 54,40
46,15	529:46,15	514: 46,15	517:46,10	502: 46,10
34,92	528:34,90	515: 34,95	516:34,95	503: 34,95
26,58	527:26,60	516: 26,60	515:26,60	504: 26,55
15,35	526:15,35	517: 15,35	514:15,35	505: 15,35
7,02	525:6,95	518: 6,95	513:6,95	506: 6,95
1,4	524, 523, 522, 521, 520, 519: 1,4	512, 511, 510, 509, 508, 507:1,4		

Las filas muestran el número y el voltaje de los electrodos que deben polarizarse al mismo potencial para generar un campo eléctrico homogéneo en las dos direcciones de aplicación A y B. La primera columna muestra el potencial teórico que le corresponde a cada pareja de electrodos. El número del electrodo, según la Figura 6, aparece en negrita. El voltaje teórico se calculó con las mismas consideraciones que en el ejemplo 1.

En la Tabla III se presentan los voltajes teóricos y medidos en los electrodos de una cubeta CHEF. Los electrodos están dispuestos sobre los lados de un hexágono como el de la Figura 6. La separación entre los lados opuestos es 11,6 cm. La cubeta se llenó con 225 ml de solución tampón TBE 0,5x (TBE 1x: Tris 89 mM, Acido bórico 89 mM, EDTA 2 mM, pH 8,4) a 20 °C. Los voltajes se generaron con un circuito similar al presentado. La energía se obtuvo de una fuente de poder Macrodrive I cuya salida se ajustó a un voltaje constante de 120,2 volt entre los bornes positivo (+) y negativo (-) en las direcciones A y B.

Los ejemplos que se han presentado son ilustrativos de la presente invención y no constituyen limitaciones a su alcance. Cubetas de diferente tamaño y forma, número y distribución de electrodos pueden ser polarizadas con circuitos similares al mostrado variando solamente el número de elementos circuitales: transistores, diodos y resistores así como el valor de resistencia de estos últimos y estarían bajo el alcance de la presente invención.

Se adjuntan las siguientes figuras:

Figura 1. Sistema de referencia utilizado para describir la distribución de los electrodos en las cámaras de ECP sistema CHEF que pueden ser polarizadas por el circuito de la presente invención. Los electrodos se disponen sobre un polígono regular de 'm' caras, donde 'm' es un número par entre 4 y 50. En cada lado del polígono se colocan 'k' electrodos, donde 'k' es un número natural entre 1 y 10. Uno de los lados del polígono (denominado L_1) se hace coincidir con el eje 'X' de un sistema de coordenadas. El lado opuesto del polígono (denominado $L_{(m/2)+1}$ se encuentra a una distancia $y=A$ del eje 'X'. A la izquierda de los lados L_1 y $L_{(m/2)+1}$ se encuentra los lados C y a la derecha los lados D.

Figura 2. Esquema de la distribución de los 18 electrodos de una cubeta CHEF hexagonal. Con los símbolos A+ y A- se indican los electrodos que se conectan a borne positivo y negativo de una fuente de poder (a través de un circuito alternador) para establecer un campo eléctrico en la dirección A. Con los símbolos B+ y B- se indican los electrodos que se conectan a borne positivo y negativo de una fuente de poder (a través de un circuito alternador) para establecer un campo eléctrico en la dirección B.

Figura 3. Divisor de voltaje formado por diodos y resistores que se conecta a los bornes de una fuente de poder (a través de un circuito alternador). Este circuito genera los voltajes que polarizan una parte de los electrodos de una

cubeta CHEF hexagonal de 18 electrodos. A los nodos que se forman entre dos resistores se conectan repetidores de voltaje.

Figura 4. Repetidores de voltaje. La base de los transistores se conecta a los nodos del divisor de voltaje y al emisor se conectan dos diodos que a su vez se conectan a una pareja de electrodos que debe ser polarizada al mismo potencial. En la parte superior se encuentra un repetidor de voltaje con un transistor NPN cuyo colector se conecta al borne positivo de una fuente de poder (a través de un circuito alternador). En la parte inferior se encuentra un repetidor de voltaje con un transistor PNP cuyo colector se conecta al borne positivo de una fuente de poder (a través de un circuito alternador).

Figura 5. A la izquierda se muestra el circuito que polariza los electrodos de los grupos A+ o B+ en una cubeta CHEF modelo hexagonal de 18 electrodos. El ánodo del diodo que se encuentra en la parte superior se conecta al borne positivo de una fuente de poder a través de conmutadores. A la derecha se muestra el circuito que polariza los electrodos de los grupos A- o B- en una cubeta CHEF modelo hexagonal de 18 electrodos. El cátodo del diodo que se encuentra en la parte inferior se conecta al borne negativo de una fuente de poder a través de conmutadores.

Figura 6. Esquema de la distribución de los 36 electrodos de una cubeta CHEF hexagonal. Con los símbolos A+ y A- se indican los electrodos que se conectan a borne positivo y negativo de una fuente de poder (a través de un

circuito alternador) para establecer un campo eléctrico en la dirección A. Con los símbolos B+ y B- se indican los electrodos que se conectan a borne positivo y negativo de una fuente de poder (a través de un circuito alternador) para establecer un campo eléctrico en la dirección B.

5

Figura 7. Divisor de voltaje formado por diodos y resistores que se conecta a los bornes de una fuente de poder (a través de un circuito alternador). Este circuito genera los voltajes que polarizan una parte de los electrodos de una cubeta CHEF hexagonal de 36 electrodos. A los nodos que se forman entre dos resistores se conectan repetidores de voltaje.

10

Figura 8. En la parte superior de la figura se muestra el circuito que polariza los electrodos de los grupos A+ o B+ en una cubeta CHEF modelo hexagonal de 36 electrodos. El ánodo del diodo que se encuentra en la parte superior del circuito se conecta al borne positivo de una fuente de poder a través de conmutadores. En la parte inferior de la figura se muestra el circuito que polariza los electrodos de los grupos A- o B- en una cubeta CHEF modelo hexagonal de 36 electrodos. El cátodo del diodo que se encuentra en la parte inferior del circuito se conecta al borne negativo de una fuente de poder a través de conmutadores.

15

20

VENTAJAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

- 1) Se polarizan correctamente los electrodos de cubetas tipo CHEF de diferente forma, tamaño, número y distribución de electrodos.

- 2) El circuito es más sencillo que los sistemas de imposición de voltajes anteriores, sin embargo el patrón de voltajes generado en los electrodos es tan o más exacto que el generado por estos.
- 3) No existe la posibilidad de cortocircuito entre los bornes positivo y negativo de las fuentes de poder empleadas.
- 4) Se logran polarizar igualmente las parejas de electrodos situadas en la misma línea equipotencial teórica.
- 5) Los circuitos que generan el campo eléctrico en las dos direcciones son independientes.
- 6) El número de transistores que emplea es al menos tres veces menor que los sistemas anteriores.
- 7) El circuito es más económico y es más fácil su reparación y mantenimiento.

REIVINDICACIONES

1. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes, el cual requiere de una fuente de poder, de otro circuito existente para alternar los campos eléctricos o alternador que posee dos bornes positivos y dos negativos y de una cámara de electroforesis que se llena con una solución tampón y que posee un arreglo de electrodos colocados sobre un contorno regular cerrado de 'm' lados, existiendo 'k' electrodos sobre cada lado, circuito que está caracterizado por estar formado por dos circuitos de imposición idénticos que se conectan al alternador de forma que solo uno de los dos circuitos de imposición reciba energía eléctrica a la vez.

2. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con la reivindicación No.1 que posee un primer circuito de imposición caracterizado porque: uno de los bornes negativos del alternador se conecta a través de diodos a todos los 'k' electrodos del lado L_1 , el borne positivo correspondiente a ese borne negativo del alternador se conecta a través de diodos a todos los 'k' electrodos situados sobre el lado $L_{(m/2)+1}$ y entre esos bornes negativo y positivo del alternador se conectan además los extremos de un divisor de voltaje formado por $n+1$ resistores R_i y una cantidad variable de diodos, donde 'n' es igual a $k \cdot (m-2)/2$.

3. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1 y No. 2 caracterizado porque: cada electrodo del lado L_i del polígono regular se conecta al ánodo de un diodo, los cátodos de esos diodos se conectan entre si y al ánodo de un segundo diodo y el cátodo de ese segundo diodo se conecta al borne negativo del alternador.

4. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1 y No. 2 caracterizado porque cada electrodo del lado $L_{(m/2)+1}$ del polígono regular se conecta al cátodo de un diodo, los ánodos de esos diodos se conectan entre si y al cátodo de un segundo diodo y el ánodo de ese segundo diodo se conecta al borne positivo del alternador.

5. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con la reivindicación No. 1 y No. 2 caracterizado porque cada nodo N_i que se forma entre los resistores R_i y R_{i+1} del divisor de voltaje se conecta a la entrada de un repetidor de voltaje que contiene un transistor tipo PNP o NPN y la salida de cada repetidor de voltaje se conecta a una de las parejas de electrodos P_i , donde i es un número natural comprendido entre 1 y n .

6. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1, No. 2 y No. 5 caracterizado porque la entrada de los repetidores de voltaje que contienen un transistor tipo PNP se conecta a los nodos N_i y su salida a los pares de electrodos P_i , donde i es un número natural entre 1 y $n/2$.

7. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1, No. 2, No. 5 y No. 6 caracterizado porque el transistor tipo PNP está configurado como seguidor de emisor, su base se conecta al nodo N_i del divisor de voltaje, su colector al borne negativo del alternador y su emisor a los cátodos de dos diodos cuyos respectivos ánodos se conectan con los electrodos del par de electrodos P_i , donde i es un número natural entre 1 y $n/2$.

8. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1, No. 2 y No. 5 caracterizado porque la entrada de los repetidores de voltaje que contienen un transistor tipo NPN se conecta a los nodos N_i y su salida a los pares de electrodos P_i , donde i es un número natural entre $[(n/2)+1]$ y n .

9. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las

reivindicaciones No. 1, No. 2, No. 5 y No. 8 caracterizado porque el transistor tipo NPN está configurado como seguidor de emisor, su base se conecta al nodo N_i del divisor de voltaje, su colector al borne positivo del alternador y su emisor a los ánodos de dos diodos cuyos respectivos cátodos se conectan con los electrodos del par de electrodos P_i , donde i es un número natural entre $[(n/2)+1]$ y n .

10. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1 y No. 2 caracterizado porque se pueden conectar en serie con cada uno de los resistores R_i del divisor de voltaje hasta 10 diodos.

11. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con las reivindicaciones No. 1 el cual requiere de una cámara de electroforesis que posee un arreglo de electrodos colocados sobre un contorno regular cerrado de ' m ' lados, existiendo ' k ' electrodos sobre cada lado caracterizado porque ' m ' es un número natural par comprendido entre 4 y 50 y ' k ' es un número natural comprendido entre 1 y 10.

12. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cubetas del sistema CHEF de electroforesis de campos pulsantes de acuerdo con la reivindicación No. 1 caracterizado porque el segundo circuito de

imposición está unido al primer circuito de imposición a través de los diodos de los repetidores de voltaje.

CIRCUITO PARA IMPONER LOS VOLTAJES EN LOS ELECTRODOS DE LAS CUBETAS DEL SISTEMA CHEF DE ELECTROFORESIS DE CAMPOS PULSANTES.

5 RESUMEN

Circuito para imponer voltajes en los electrodos de cubetas del sistema CHEF de ECP, formado por dos circuitos de imposición idénticos conectados a una fuente de poder a través de un alternador. Solo uno de estos circuitos
10 recibe energía eléctrica cada vez. Cada circuito de imposición posee resistencias y diodos conectados en serie. A los nodos formados en la unión de dos resistencias se conectan repetidores de voltajes. Cada repetidor se conecta a una pareja de electrodos que deben ser polarizados igualmente. Se introducen diodos para corregir pequeños errores en los potenciales
15 aplicados a los electrodos. El circuito mantiene el potencial de cada electrodo frente a variaciones de conductividad que ocurren en la cubeta durante la electroforesis. Así cada circuito de imposición genera un campo eléctrico homogéneo de igual valor y dirección diferente en una cubeta de ECP, sistema CHEF. Cubetas con diferente número, disposición y
20 separación entre electrodos pueden ser polarizadas con este circuito.

**CIRCUITO PARA IMPONER LOS VOLTAJES EN LOS ELECTRODOS DE
LAS CUBETAS DEL SISTEMA CHEF DE ELECTROFORESIS DE
CAMPOS PULSANTES.**

5	José Alfredo Herrera Isidró	70 %
	Ana María Riverón Rojas	13 %
	Carlos Alberto Canino Ramos	10 %
	Lilia López Cánovas	5 %
	María Dolores Noa Blanco	2 %

18

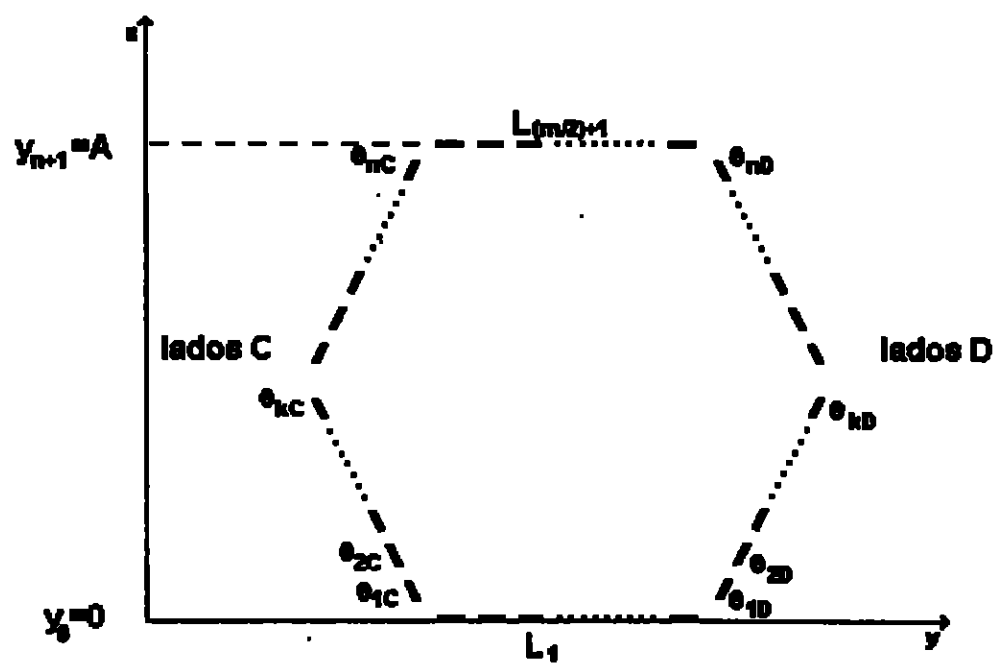


Figura 1

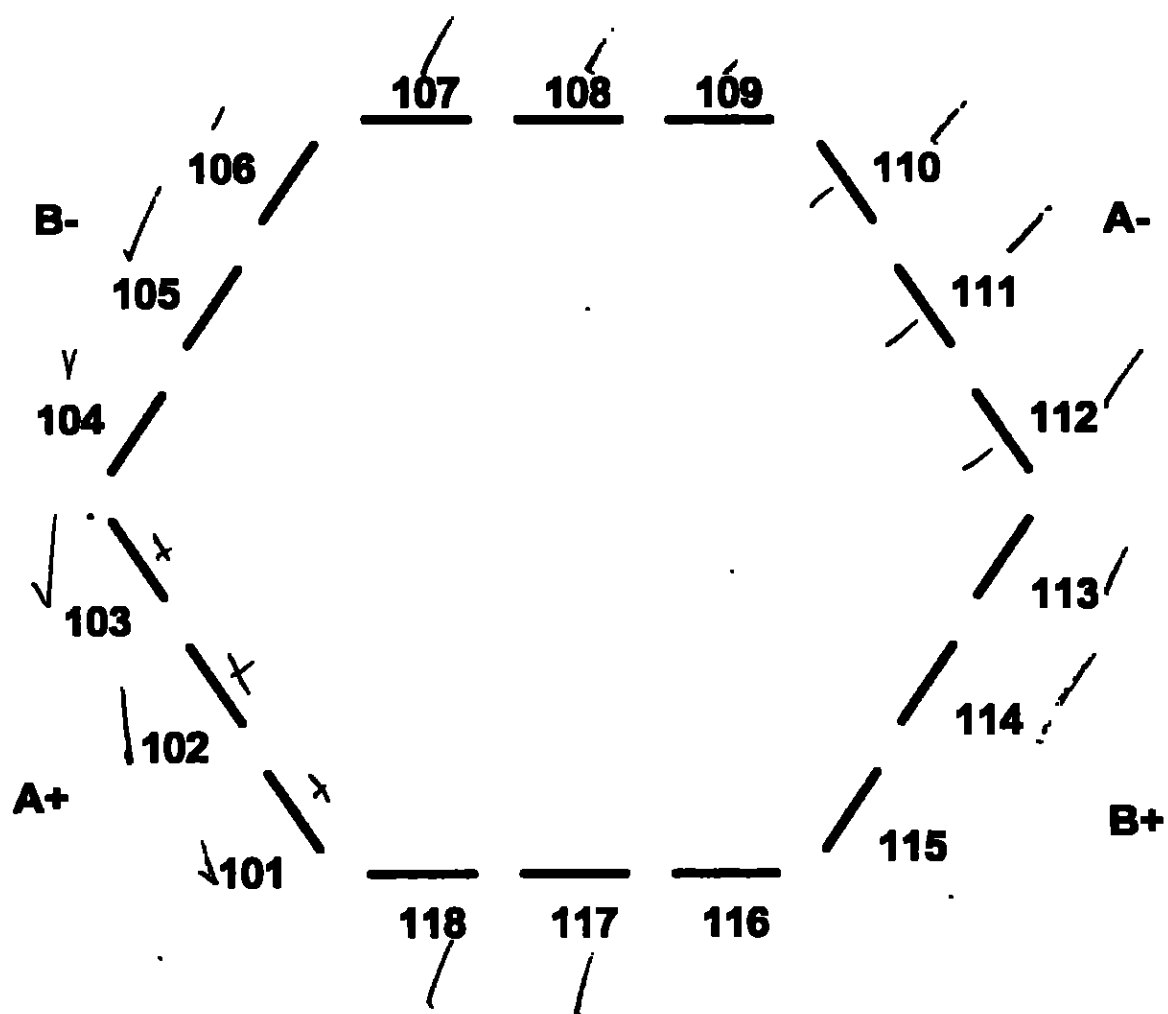


Figura 2

3/8

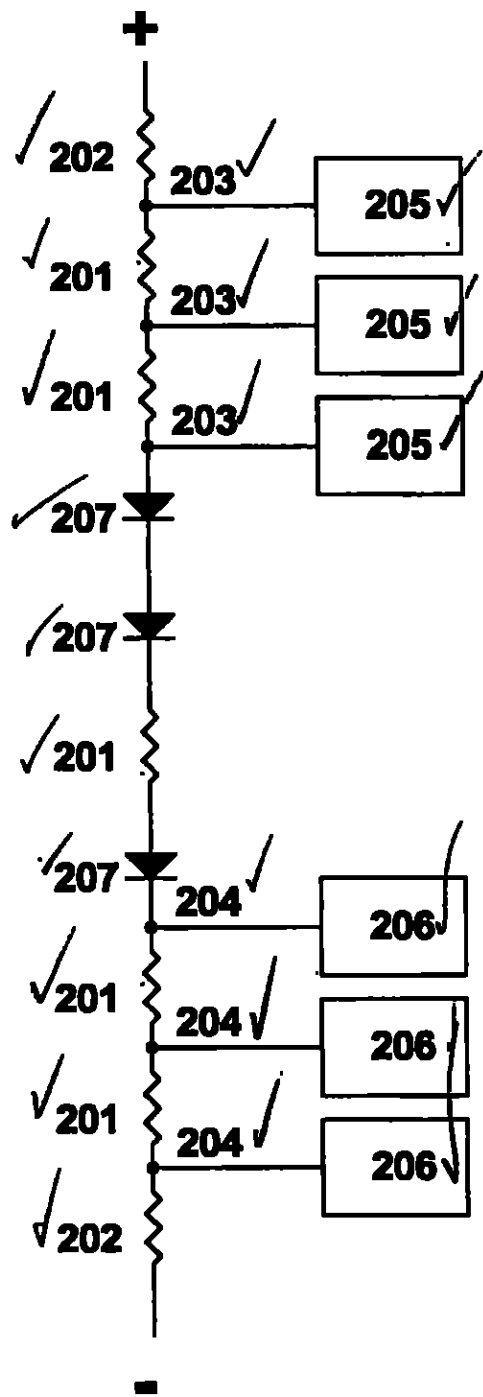
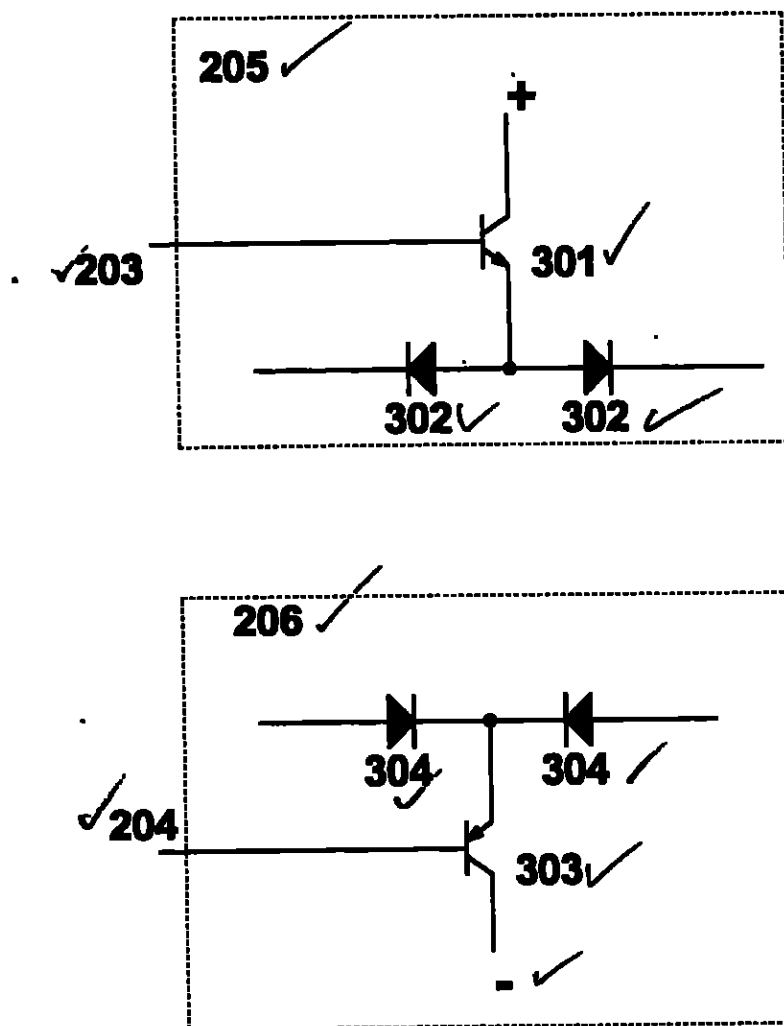


Figura 3

**Figura 4**

5/8

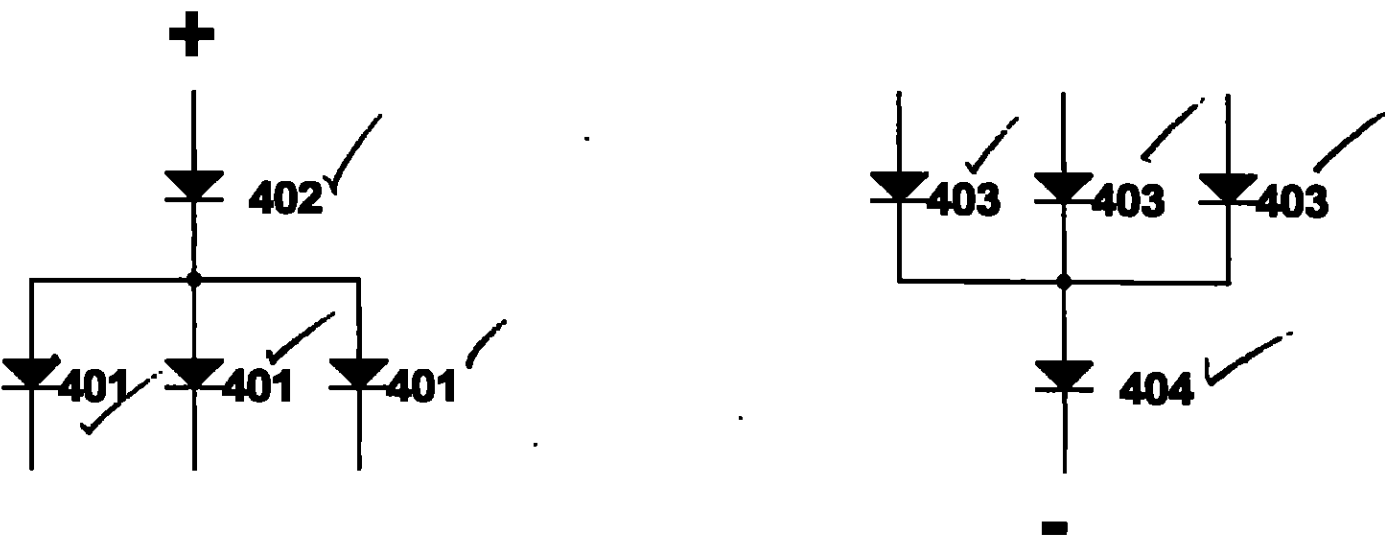


Figura 5

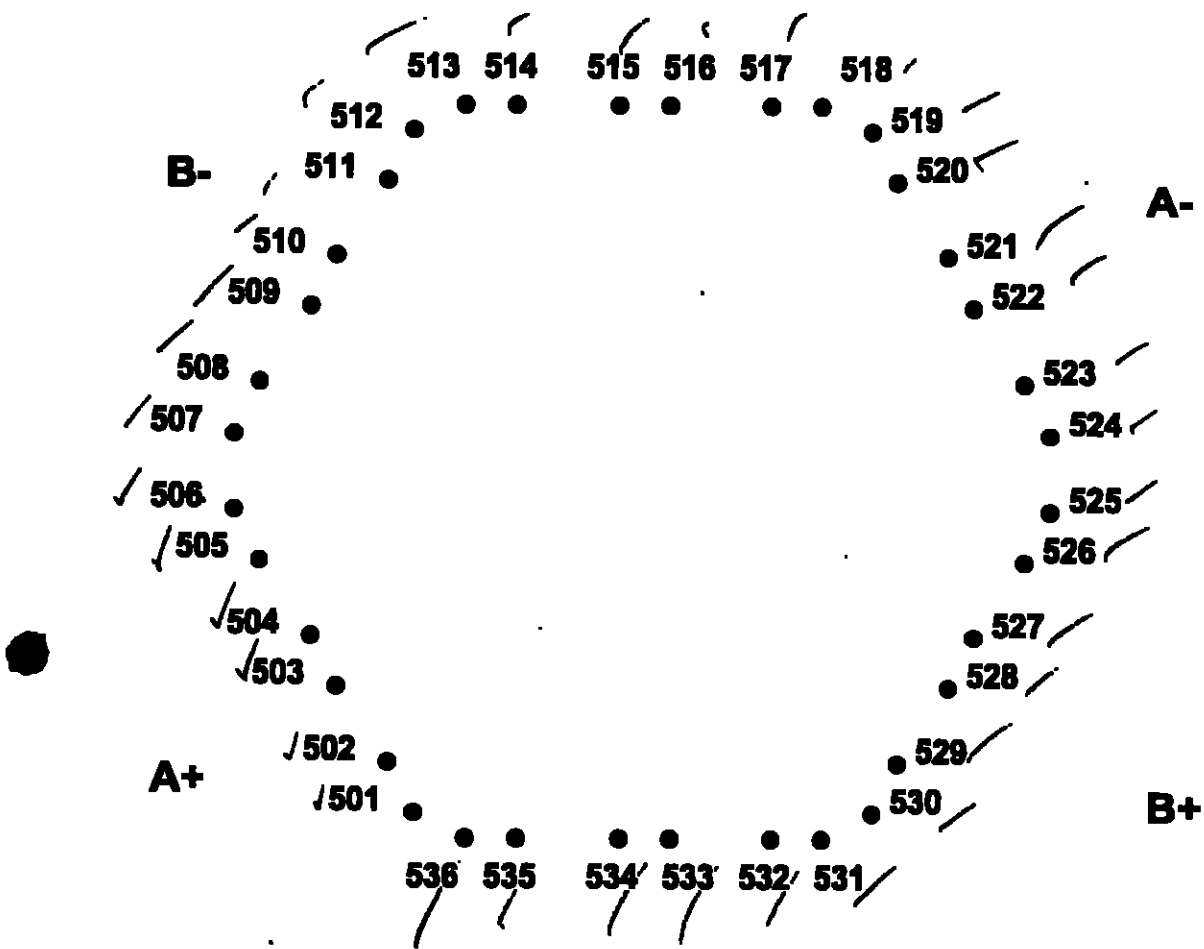


Figura 6

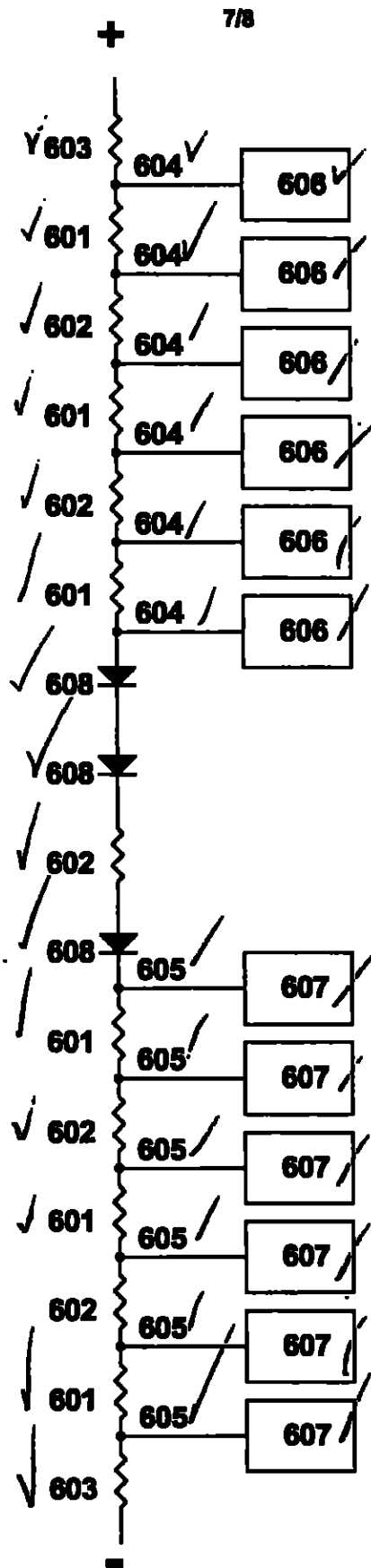


Figura 7

8/8

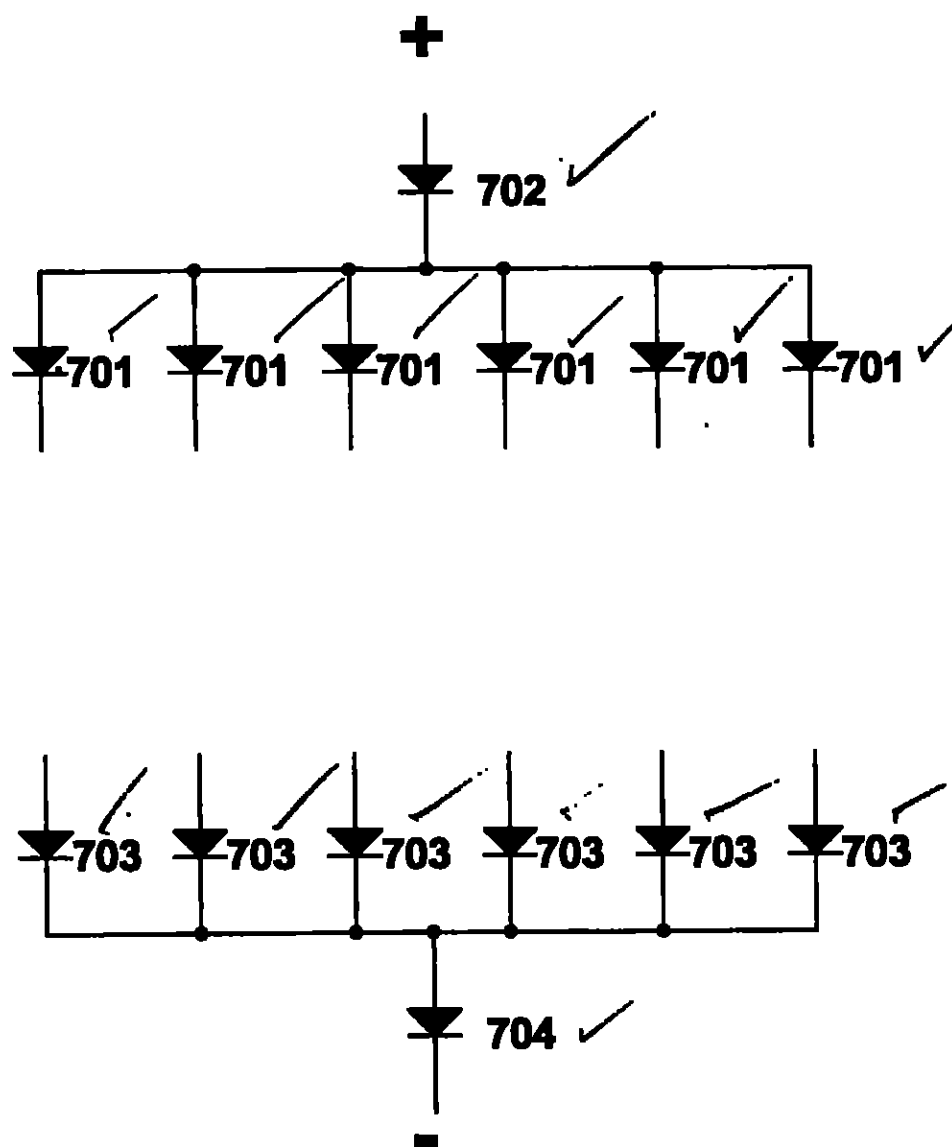


Figura 8

REIVINDICACIONES ENMENDADAS PARA PCT

REIVINDICACIONES

1. Circuito para imponer los voltajes en los electrodos de las cámaras del sistema CHEF de Electroforesis de Campos Pulsantes y generar dos campos eléctricos homogéneos de fuerza idéntica pero orientación diferente, el cual requiere de una fuente de poder, de otro circuito para conmutar los campos eléctricos o alternador con dos bornes positivo y dos bornes negativos y una cámara de electroforesis que contiene solución tampón, cámara que posee un arreglo de electrodos colocados (sobre los 'm' lados de un) contorno regular cerrado a razón de 'k' electrodos por cada lado, donde el lado L_1 se selecciona arbitrariamente y se hace coincidir con el eje 'X' de un plano Cartesiano, el lado $L_{(m/2+1)}$ es paralelo al lado L_1 y los otros lados, nombrados lados 'C' y lados 'D' están localizados a la izquierda y a la derecha de los lados L_1 y $L_{(m/2+1)}$ respectivamente (estando los electrodos (E_C - E_D) igualmente separados a cada lado del polígono, existiendo así 'n' pares P_i de electrodos (E_C - E_D) formados por los electrodos localizados a la misma distancia del lado L_1 , donde 'n' es igual a $k \cdot (m-2)/2$ e 'i' es un número natural entre 1 y 'n', circuito caracterizado porque,

- (está) formado por dos circuitos de imposición idénticos y cada circuito establece independientemente una de las dos posibles orientaciones del campo eléctrico

- proporciona medios para conectar los electrodos colocados sobre los lados L_1 y $L_{(m/2+1)}$ a los bornes negativos y positivos del alternador, respectivamente en cada orientación del campo eléctrico

- proporciona medios para generar referencias de voltaje dentro de cada circuito de imposición para polarizar los electrodos (E_K-E_D) de cada par de electrodos P_i

- proporciona medios para conectar permanentemente los dos electrodos (E_K-E_D) de cada par de electrodo P_i al mismo nodo de la referencia de voltajes y para polarizar estos dos electrodos (E_K-E_D) al mismo potencial en una orientación del campo eléctrico pero para aislar eléctricamente esos dos electrodos (E_K-E_D) en la otra orientación del campo

- proporciona medios para estabilizar los potenciales de los electrodos (E_K-E_D) de cada par de electrodo de P_i contra los cambios de conductividad de solución tampón pero cada uno de estos medios controla dos electrodos y poseen un solo transistor

- proporciona medios para compensar errores en el patrón de voltaje

- proporciona medios para conectar permanentemente los dos circuitos independientes al mismo arreglo de electrodos.

2. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque cada circuito de imposición se conecta al alternador de modo que solo uno de los circuitos de imposición recibe energía eléctrica al mismo tiempo.

3. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque ambos circuitos se conectan al mismo arreglo de electrodos colocados sobre los lados de un contorno regular cerrado, pero el lado seleccionado como lado L_1 para la conexión del primer circuito de imposición es diferente del lado L_1 seleccionado para la conexión del segundo circuito de imposición.

4. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque dichos medios para polarizar los electrodos colocados sobre los lados L_1 y $L_{(m/2+1)}$ son diodos.

5. Circuito de acuerdo con las reivindicaciones No.1 y No.4 caracterizado porque cada electrodo colocado en el lado L_1 está conectado al ánodo de un diodo, los cátodos de estos diodos están unidos y se conectan al ánodo de un segundo diodo y el cátodo de este segundo diodo se conecta a uno de los bornes negativos del alternador.

6. Circuito de acuerdo con las reivindicaciones No.1 y No.4 caracterizado porque cada electrodo colocado sobre el lado $L_{m/2+1}$ está conectado al cátodo de un diodo, los ánodos de estos diodos se unen y se conectan al

cátodo de un segundo diodo y el ánodo de este segundo diodo se conecta a uno los bornes positivos del alternador.

7. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque dichos medios para generar referencias de voltaje son un divisor de voltaje, formado por ' $n+1$ ' resistencias R_i y una cantidad variable de diodos, divisor conectado a los bornes positivo y negativo del alternador, donde ' n ' es igual a $k \cdot (m-2)/2$.

8. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque el transistor está en configuración de seguidor de emisor, su base está conectada a uno de los nodos de la referencia de voltaje, su emisor al par de electrodos P_i respectivo a través de un par de diodos, transistor que es de tipo PNP con su colector conectado a uno de los bornes negativos del alternador cuando ' i ' es un número natural entre 1 y $n/2$ y es de tipo NPN con su colector conectado a uno de los bornes positivos del alternador cuando ' i ' es un número natural entre $[(n/2)+1]$ y n .

9. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque dichos medios para conectar permanentemente los dos electrodos (E_{IC} - E_{ID}) de cada par de electrodos P_i al mismo nodo de la referencia de voltaje a través de un repetidor de voltaje son parejas de diodos.

10. Circuito de acuerdo con las reivindicaciones No.1 y No. 9 caracterizado porque los cátodos de cada pareja de diodos están conectados a la

salida del repetidor de voltaje y sus respectivos ánodos están conectados a los dos electrodos del par de electrodos P_i , cuando 'i' es un número natural entre 1 y $n/2$.

11. Circuito de acuerdo con las reivindicaciones No.1 y No. 9 caracterizado porque los ánodos de cada pareja de diodos están conectados a la salida del repetidor de voltaje y sus respectivos cátodos están conectados a los dos electrodos del par de electrodos P_i , cuando 'i' es un número natural entre $[(n/2)+1]$ y n.

12. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque dichos medios para compensar errores en el patrón de voltaje son los diodos colocados en serie con las resistencias de la referencia de voltaje y se pueden usar hasta 10 diodos para este propósito.

13. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque dichos medios para compensar errores en el patrón de voltaje son el segundo diodo conectado entre el cátodo de los diodos conectados a los electrodos del lado L_1 y uno de los bornes negativos del alternador y dichos medios son también el segundo diodo conectado entre el ánodo de los diodos conectado a los electrodos del lado $L_{m/2+1}$ y uno de los bornes positivos del alternador.

14. Circuito de acuerdo con la reivindicación No.1 caracterizado porque dichos medios para conectar permanentemente los dos circuitos

independientes al mismo arreglo de electrodos son los diodos conectados a los electrodos.

- 5 15. Circuito de acuerdo con la reivindicación No. 1 el cual requiere de una cámara de electroforesis que posee un arreglo de electrodos colocados sobre los 'm' lados de un contorno regular cerrado a razón de 'k' electrodos por lado y caracterizado porque 'm' es un número natural par entre 4 y 50 y 'k' es un número natural entre 1 y 10.

65

SUPERINTENDENCIA Y COORDINACIÓN
Radicación : 8518/221
Fecha (APP): 2006-12-10 15:11:01
Trámite : 011 PCI-PATENTE S/P PREZ NÚM: 411 PRESENTAR
Dependencia: DGEN DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTACION Y AGILIZACION DEL TRAMITE

	USUARIO	RADICADOR
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 se 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 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 de trazado	()	()
- Comprobante de pago de las tasas establecidas.	()	()

COMPLETA () INCOMPLETA () ()

Firma Responsable:


Fecha: