



No. 13-044020-00000-0000

Fecha: 2013-03-05 15:16:32 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 40

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO METODO Y SISTEMA PARA LA
DETECCION Y DIAGNOSTICO DE FALLAS EN
MAQUINAS ELECTRICAS EN OPERACION

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE UNIVERSIDAD NACIONAL

DOMICILIO CRA 45 #26 - 85

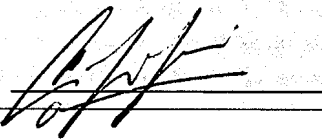
74. APODERADO Julio Cesar Padilla

22. BOGOTÁ, D. C., 05 DE MARZO 2013

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 13-044020- -00000-0000 Fecha: 2013-03-05 15:16:32 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO Act. 411 PRESENTACION Folios: 40
---	---

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención	☐ Patente de Modelo de Utilidad
2	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		3 CIP Clasificación Internacional de Patentes
Método Y Sistema Para La Detección Y Diagnóstico De Fallas En Máquinas Eléctricas En Operación			
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL 1 Universidad Nacional de Colombia		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN 899.999.063-3
TIPO 5			
5	DATOS DEL SOLICITANTE Información a diligenciar por la STCPI		
DIRECCIÓN: CRA 45 N 26 - 85 CIUDAD: BOGOTÁ DC DEPARTAMENTO/ESTADO: BOGOTÁ DC PAÍS DE RESIDENCIA: COLOMBIA		No. TELÉFONO: 316 5000 CORREO ELECTRÓNICO: ofijn_nal@unal.edu.co NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN: COLOMBIA	
6	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. Jiménez Mejía		Raúl Esteban	Colombia
2. Mesa Betancur		Guillermo León	Colombia
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO: ofijn_nal@unal.edu.co			
7	DATOS INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD
1 Colombia		Antioquia	Medellín
2 Colombia		Antioquia	Medellín
DIRECCIÓN		Carrera 80 No 65-223 Bloque M3 – 105	
		Carrera 80 No 65-223 Bloque M3 – 105	
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.			
8	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO Esta información la diligencia la STCPI		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
PADILLA HEREDIA		JULIO CESAR	C.C. 1032429151 T.P. 200453
DIRECCIÓN: CRA 45 No 45 - 85		No. TELÉFONO: 316 5000	
CIUDAD: BOGOTÁ		CORREO ELECTRÓNICO: ofijn_nal@unal.edu.co	
PAÍS: COLOMBIA		No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL	
9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☒ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
1.			(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
2.			
3.			

10	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>			
☐ SI ☒ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.			
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>			
☐ SI ☒ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o número de registro.			
12	REDUCCIÓN DE TASAS		
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐			
Universidades públicas o privadas ☒			
Entidades sin ánimo de lucro ☒			
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos			
13	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☒ SI ☐ NO		
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.			
14	PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:		15 COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO
Si es Patente de Invención ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☒ 18 meses ☐ Otro Cual:		Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:	N° 52942989-1 Fecha 2012-12-18
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL <i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>		
			
17	ANEXOS		
Documentación Técnica 1. ☒ Descripción N° de folios: 14 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 12 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 11 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Documento de Prioridad. 6. ☐ Traducción del documento de prioridad. 7. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 8. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 9. ☐ Arte final 12 x 12. 10. ☐ Anexo formato digital.		Documentación Jurídica 11. ☒ Poderes, si fuera el caso. 12. ☒ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 13. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o numero de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o numero de registro, si fuera el caso. 15. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☒ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 16. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 18. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 19. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.	

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

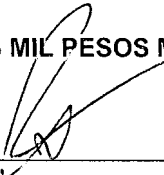
 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 13 - 0022099
		Bogotá D.C., Marzo 05 de 2013 - 14:47:17

RECIBIDO DE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	NI 899.999.063
--	----------------

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	529429891	18/12/2012	650.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	500.000.00 500.000.00
			\$500.000.00

SON: **QUINIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 13-044020- -00000-0000
Fecha: 2013-03-05 15:16:32 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 40

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 13 - 0022100
		Bogotá D.C., Marzo 05 de 2013 - 14:47:17

RECIBIDO DE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	NI 899.999.063
--	----------------

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	529429891	18/12/2012	650.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO Vr. CONCEPTO
5 50005-01-01	SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	30.000.00 150.000.00
			===== \$150.000.00 =====

SON: **CIENTO CINCUENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

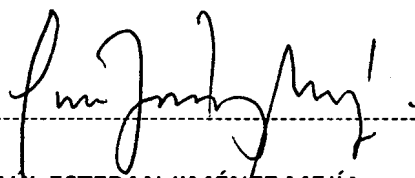
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 13-044020- -00000-0000
Fecha: 2013-03-05 15:16:32 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 40

Declaración de Cesión de Derechos Patrimoniales

RAÚL ESTEBAN JIMÉNEZ MEJÍA, identificado con **C.C. 1.128.280.465**, ciudadano colombiano, domiciliado en la ciudad de **Bello - Antioquia**, y **GUILLERMO LEÓN MESA BETANCUR**, identificado con **C.C. 8.294.884**, ciudadano colombiano, domiciliado en la ciudad de **Sabaneta - Antioquia**, declaramos por el presente documento ser los inventores de la invención titulada **"Método y Sistema para la Detección y Diagnóstico de Fallas en Máquinas Eléctricas en Operación"**, y cedemos en plena propiedad y sin reserva ni limitación alguna, nuestros derechos patrimoniales sobre la misma a favor de la **Universidad Nacional de Colombia** con **NIT 899999063-3** y a favor de **Empresas Públicas de Medellín E.S.P.** con **NIT 890904996-1**, quienes podrán realizar la solicitud ante la Superintendencia de Industria y Comercio para obtener a su nombre, según definan en mutuo acuerdo, la respectiva patente de invención en la República de Colombia.

Para constancia se firma hoy 25 de Septiembre de 2012.



RAÚL ESTEBAN JIMÉNEZ MEJÍA

C.C. 1.128.280.465



GUILLERMO LEÓN MESA BETANCUR

C.C. 8.294.884



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RECTORÍA

1700

Bogotá, D. C. 26 NOV 2012

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Carrera 13 No 27-00

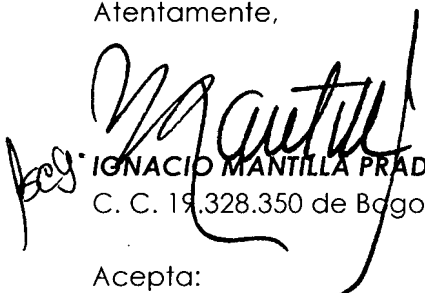
BOGOTÁ, D.C.

Referencia: Poder

IGNACIO MANTILLA PRADA identificado con cédula de ciudadanía 19.328.350 de Bogotá, actuando en nombre y representación de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**, ente universitario autónomo del orden nacional, en mi calidad de Rector, nombrado por Resolución 032 del 29 de Marzo de 2012 y posesionado según consta en el Acta No. 001 del 02 de Mayo del mismo año y por tanto Representante legal de ella, conforme a lo dispuesto en el artículo 13 del decreto 1210 de 1993, a usted me permito manifestar que otorgo poder especial, amplio y suficiente a **JULIO CESAR PADILLA HERRERA**, mayor de edad, domiciliado en Bogotá, con cédula de ciudadanía 1.032.429.151 de Bogotá, Abogado en ejercicio portador de la Tarjeta Profesional No. 200453 del Consejo Superior de la Judicatura, para que adelante el trámite legal de solicitud de patente de invención denominada "*Método y sistema para la detección y diagnóstico de fallas en maquinas eléctricas en operación*", cuyos inventores son Raúl Esteban Jiménez Mejía y Guillermo León Mesa Betancur.

El doctor JULIO CESAR PADILLA HERRERA, queda ampliamente facultado para recurrir, pedir pruebas, tramitar incidentes y demás facultades previstas en la ley para este tipo de mandatos.

Atentamente,


IGNACIO MANTILLA PRADA
C. C. 19.328.350 de Bogotá

Acepta:


JULIO CESAR PADILLA
C. C. 52.235.865 de Bogotá
T. P. 114.316 del C. S. de la J.

Reparto 386 de 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

ACTA DE POSESIÓN No. 001

En Bogotá, D.C., hoy dos (02) de mayo del año dos mil doce (2012), en presencia de la Señora Ministra de Educación Nacional, en su calidad de Presidenta del Consejo Superior Universitario, tomó posesión del cargo de Rector de la Universidad Nacional de Colombia el Doctor **IGNACIO MANTILLA PRADA**, quien fue designado mediante Resolución No. 032 de fecha 29 de marzo de 2012, expedida por el Consejo Superior Universitario.

El posesionado se comprometió ante el Consejo Superior Universitario a cumplir la Constitución de la República, las leyes y los reglamentos de la Universidad Nacional de Colombia, sirviendo con lealtad a la Nación y a la Universidad en el desempeño de la misión que se le encomienda.

Adjunta los siguientes documentos:

- Cédula de Ciudadanía No. 19.328.350 de Bogotá
- Libreta Militar No. 19.328.350 – D.M. No. 1

Para que conste, se refrenda la presente Acta con las firmas de la Presidenta del Consejo Superior Universitario y del posesionado.

MARÍA FERNANDA CAMPO SAAVEDRA
La Presidenta

IGNACIO MANTILLA PRADA
El Posesionado

EL SUBDIRECTOR DE INSPECCION Y VIGILANCIA DEL
VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN
CUMPLIMIENTO DE LAS FUNCIONES ATRIBUIDAS POR EL
DECRETO 5012 DE 2009 Y LA RESOLUCIÓN 7245 DE 2011

RL-0001815-2012

CERTIFICA:

Que el/la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (Código:1101), con domicilio en BOGOTÁ D.C., es una institución de educación superior, OFICIAL, organizada como ente universitario autónomo, con régimen especial, vinculada al Ministerio de Educación Nacional en lo que se refiere a las políticas y la planeación del sector educativo, creada mediante la Ley 66 de 20 de Abril de 1867.

Que mediante Resolución Ministerial No.2513 del 9 de abril de 2010, le fue otorgada a la Universidad Nacional de Colombia. Acreditación de Alta Calidad por un periodo de 10 años.

Que la mencionada institución cuenta con seccional(es) en:

- 1102 MEDELLIN
- 1103 MANIZALES
- 1104 PALMIRA
- 1124 ARAUCA
- 1125 LETICIA
- 1126 SAN ANDRES

Que al folio 534 distinguido con el registro 528 del libro de rectores y representantes legales de las instituciones de educación superior aparece inscrito(a) el/la DOCTOR IGNACIO MANTILLA PRADA, identificado(a) con cédula de ciudadanía No 19328350 expedida en Bogotá D.C. como RECTOR, por un periodo comprendido entre el 2 de Mayo de 2012 y el 1 de Mayo de 2015, que dicha inscripción se efectuó el 7 de Mayo de 2012 de conformidad con lo dispuesto en el/la RESOLUCIÓN 032, del 29 de Marzo de 2012, expedido(a) por el/la CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO.

Que al folio 534 distinguido con el registro 528 del libro de rectores y representantes legales de las instituciones de educación superior aparece inscrito(a) el/la DOCTOR IGNACIO MANTILLA PRADA, identificado(a) con cédula de ciudadanía No 19328350 expedida en Bogotá D.C. como REPRESENTANTE LEGAL, por un periodo comprendido entre el 2 de Mayo de 2012 y el 1 de Mayo de 2015, que dicha inscripción se efectuó el 7 de Mayo de 2012 de conformidad con lo dispuesto en el/la RESOLUCIÓN 032, del 29 de Marzo de 2012, expedido(a) por el/la CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO.

La información consignada en este certificado corresponde a la última reportada por parte de la institución.

De conformidad con lo establecido por la ley 962 de 2005, los actos de registro aquí certificados quedan en firme cinco (5) días hábiles después de la fecha de Inscripción, siempre que no sean objeto del recursos en la vía gubernativa.

El presente documento electrónico tiene validez por cumplir los requisitos de que trata la Ley 527 de 1999, el Decreto Reglamentario 1747 de 2000 y las demás normas que los complementen, modifiquen o reemplacen. Para verificar la autenticidad del presente certificado o ver el documento electrónico, deberá ingresar a www.mineduccion.gov.co, menú de Trámites, opción de Consulta de Certificados e ingresar el número de radicado.

Se expide la presente certificación en Bogotá D.C. a los 14 días del mes de Mayo de 2012, por solicitud de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA UNIVERSIDAD NACIO.

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 19.328.350

MANTILLA PRADA

APELLIDOS

IGNACIO

NOMBRES

FIRMA



INDICE DE DEDITO

FECHA DE NACIMIENTO 12-ABR-1957

LOS SANTOS
(SANTANDER)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.73

ESTATURA

O+

G.S RH

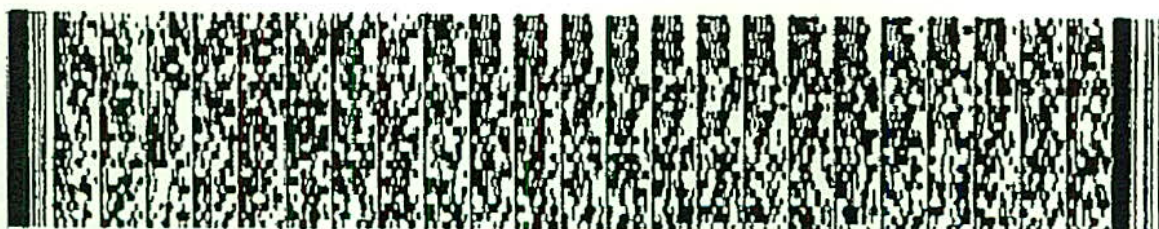
M

SEXO

25-FEB-1977 BOGOTA D.C.

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

Carlos Ariel Sanchez Torres
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES



A-1500100-00027724-M-0019328350 20080721

0001318332A 1

6180001914

Medellín, febrero 21 de 2012

2012013946

Doctor
ALEX CORREA E.
Director de Extensión
Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín
Medellín

Asunto: Manifestación de conformidad de EPM para presentar solicitud de patente para la invención del proyecto ADC II.

Atendiendo la solicitud de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín - UNALMED -, referente al asunto, según comunicación EXTEUN-080 de febrero 16 de 2012 de la Dirección de Extensión, Empresas Públicas de Medellín E.S.P. - EPM - expresa su conformidad con el informe presentado, y por lo tanto, solicita a la UNALMED – Unidad de gestión Tecnológica gestionar la solicitud de patente para la invención obtenida en el desarrollo del proyecto ADC II.

Atentamente,


SERGIO ADOLFO MONTOYA MEJÍA
Subdirector Investigación y Desarrollo Negocios Energía
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

estamos ahí.

• Empresas Públicas de Medellín E. S. P.
Carrera 58 N° 42-125 - AA 940
Conmutador: 3808080 - Fax: 3843940
Medellín-Colombia
www.epm.com.co

Enero 16 de 2013

Doctora

Nancy Stella Cruz Gallego

Directora Comité Propiedad Intelectual
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Cra. 45 No. 26-85 Piso 5 Oficina 515
Edificio Uriel Gutiérrez
Bogotá D.C.

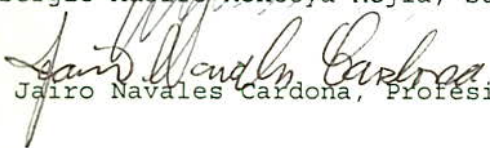
JUAN ESTEBAN CALLE RESTREPO mayor de edad, domiciliado en Medellín, identificado con la cédula de ciudadanía 70.566.038 de Envigado (Antioquia) obrando en mi condición de Gerente General y por tanto como representante legal de las **EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.**, de conformidad con los documentos que acompaño, por medio del presente escrito confiero poder especial, amplio y suficiente a **JULIO CESAR PADILLA HERRERA**, abogado identificado con la tarjeta profesional No. 200453 del Consejo Superior de la Judicatura, para que adelante el trámite legal de solicitud de patente de invención denominada "Método y sistema para la detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas en operación".

El apoderado queda facultado ampliamente para el cabal cumplimiento del presente poder, para efectuar las solicitudes, adelantar los trámites, recibir las notificaciones, interponer los recursos que sean procedentes, recurrir, pedir pruebas, tramitar incidentes, y demás facultades previstas en la ley de este tipo de mandatos.


JUAN ESTEBAN CALLE RESTREPO
c.c. 70.566.038 de Envigado (Antioquia)


Aprobó: Wilson Chinchilla Herrera, Director Energía (e)

Revisó: Sergio Adolfo Montoya Mejía, Subdirector I+D


Preparó: Jairo Navales Cardona, Profesional I+D

estamos ahí.

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
Carrera 58 N° 42-125 - AA 940
Conmutador: 3808080 - Fax: 3569111
Medellín-Colombia
www.epm.com.co

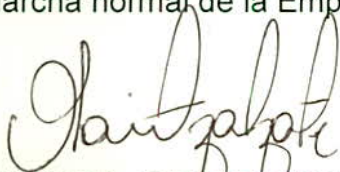
14 ENE. 2013

La Secretaria General de Empresas Públicas de Medellín E.S.P,

CERTIFICA

Que Empresas Públicas de Medellín E.S.P. es una Empresa Industrial y Comercial del Orden Municipal, con personería jurídica y patrimonio independiente, según lo establece el Acuerdo No. 69 de 1997, expedido por el Concejo de esta ciudad.

Que de conformidad con los Estatutos de la Entidad, Acuerdo No. 12 de 1998, su representante legal es el Gerente General, cargo que en la actualidad ocupa el doctor Juan Esteban Calle Restrepo quien está facultado con sujeción a lo dispuesto en el artículo 18 de dichos Estatutos, para disponer lo concerniente a la marcha normal de la Empresa.



MARITZA ALZATE BUITRAGO
Secretaria General

estamos ahí.

• Empresas Públicas de Medellín E. S. P.
Carrera 58 N° 42-125 - A.A 940
Conmutador: 3808080 - Fax: 3569111
Medellín-Colombia
www.epm.com.co

MÉTODO Y SISTEMA PARA LA DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN OPERACIÓN

1. Sector Tecnológico

5

La presente invención se enmarca en el sector tecnológico de instrumentos o dispositivos de medida de variables eléctricas para la detección de fallas mediante la comparación con un valor de referencia y es específicamente aplicada para máquinas eléctricas en operación.

10 2. Estado del arte anterior

La detección de fallas en máquinas eléctricas tales como fallas de origen mecánico y eléctrico, por ejemplo fallas en los devanados de los rotores de los generadores eléctricos, como el generador mostrado en la **Figura 1**, ha sido siempre un tema de gran interés para la industria de la generación de energía eléctrica, puesto que la detección temprana de fallas previene grandes pérdidas de dinero en la reparación de máquinas debido a fallas no detectadas y el lucro cesante asociado al paro no programado de la máquina. Es conocido en el estado del arte previo que la detección de fallas en rotores devanados ha sido abordada desde metodologías que tienen asociadas requerimientos que afectan el funcionamiento normal de las máquinas. Por ejemplo, se requiere el paro de la máquina, intervenciones de circuitos existentes, inyección de señales dentro de los circuitos, entre otras.

25 Típicamente, la detección y diagnóstico de fallas exige el empleo de una gran variedad de sensores para recolectar datos de parámetros de funcionamiento y variables de las máquinas eléctricas. Entre las variables a medir por estos sensores se pueden resaltar los siguientes: voltaje y corriente, vibración de las partes móviles, flujo magnético en el entrehierro, temperatura interna y externa, entre otras.

Dentro de las técnicas de detección de fallas en máquinas eléctricas, comúnmente se requiere un conocimiento previo de las medidas recolectadas con el fin de distinguir situaciones normales de trabajo de las condiciones de operación bajo fallo. Esta exigencia, en cuanto al conocimiento de la operación normal de la máquina se magnifica cuando la detección de fallas se realiza mientras la máquina se encuentra en operación, donde existe una cantidad de factores adicionales que pueden afectar las medidas realizadas. Estas afecciones a las medidas no deben de ser confundidas con fallos existentes en la máquina eléctrica.

En la patente US 4,851,766 se divulga un método para la detección de fallas relacionadas con espiras en corto en el devanado del rotor de una máquina eléctrica. El método consiste en la inyección de una señal de voltaje AC externa en el circuito asociado al voltaje de excitación de la máquina y detecta fallas a partir del valor de la impedancia AC. De esta manera, este circuito utiliza un proceso invasivo de inyección de señales en el circuito de excitación que puede afectar la operación normal de la máquina eléctrica.

En la patente US2011/0234181 se divulga un método para la detección de fallas en rotores de máquinas eléctricas a partir del cálculo de la impedancia del rotor midiendo voltaje y corriente; pero el método sólo considera un análisis en AC.

Otras metodologías propuestas en el arte previo para la detección de fallas recurren a la medida de otro tipo de variables de la máquina, por ejemplo, la medición del flujo magnético, vibraciones del rotor, torque, entre otras variables. Sin embargo, la medición de estas fallas implica la inclusión de elementos adicionales a los de la máquina para la medida de dichas variables, como es el caso de la solicitud de patente US2004/0189279 donde se detecta espiras en corto del rotor durante la operación de la máquina, pero requiere incluir previamente una sonda para medir el flujo magnético, lo cual conlleva a un paro previo de la máquina para el ensamble de la sonda de medición en la máquina.

Existe por tanto una necesidad latente e insatisfecha para proporcionar una solución efectiva para la detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas en operación, sin la necesidad de hacer paradas de la máquina o de la inyección de señales al circuito de excitación de la máquina eléctrica.

3. Descripción de las figuras

La **Figura 1** muestra un esquema de una máquina eléctrica convencional del tipo generador, que se compone de un sistema de excitación estática (1) que energiza el circuito de campo (2) y hace fluir corriente por el devanado del rotor (4) a través de los contactos deslizantes (3). El rotor (4) está acoplado mecánicamente con la turbina (5) mediante el eje (6) que mediante el giro induce voltaje en el devanado del estator (7).

La **Figura 2** muestra un esquema eléctrico del circuito equivalente del rotor (4), este circuito representa los parámetros resistivos (8), que permiten detectar fallas asociadas al empalme mecánico entre devanados y a la resistencia del devanado; y los parámetros inductivo y capacitivo (9), que permiten detectar fallas asociadas al núcleo y el aislamiento

en el devanado. Esta figura representa además la forma de conectar el sistema de medición de fallas (10) de la presente invención.

La **Figura 3** muestra un esquema del sistema de medición de fallas (10). Este sistema está compuesto por: i) tres sondas (a), (b) y (c) que permiten la obtención del voltaje de campo mediante la conexión de dos sondas (a) y (c) y el voltaje shunt V_{sh} mediante la conexión de dos sondas (a) y (b) que es el que está asociado a la corriente de campo I_f ; ii) un módulo para la emulación de fallas (11); iii) un esquema de divisor de voltaje (12); iv) un módulo de separación y amplificación de la señal (13); v) una unidad de memoria (14); y vi) un módulo de procesamiento, análisis y reporte del estado de la máquina (15).

Las **Figuras 4, 4A y 4B** muestran un esquema del sistema electrónico del módulo de sensibilización (13), el cual está configurado con las siguientes etapas: i) primer nivel de separación y amplificación para el valor DC de las señales de corriente y voltaje de campo (17); ii) primer nivel de separación y amplificación para el valor AC de las señales de corriente y voltaje de campo (18); iii) segundo nivel de separación y amplificación DC (19); iv) segundo nivel de separación y amplificación AC (20); y v) tercer nivel de separación y amplificación DC (21). Se presenta además los mismos niveles de separación y amplificación para la señal de voltaje de campo (22), (23), (24), (25) y (26). A partir de los niveles de DC extraídos en cada una de las etapas tanto para corriente de campo como voltaje de campo, se establecen los vectores de valores de DC (27) y (28) respectivamente.

La **Figura 5A** muestra un esquema que describe el método de medición de fallas para máquinas eléctricas en operación.

Las **Figuras 5B a 5G** muestran en detalle cada uno de los pasos del método ilustrado en la **Figura 5A**, el cual consiste de las siguientes etapas: (I) obtención de las señales de corriente y voltaje; (II) emulación de la falla; (III) sensibilización de la señal de entrada; (IV) sensibilización de la señal con falla emulada; (V) almacenamiento de los valores DC y AC; (VI) procesamiento y análisis de los datos almacenados; (VII) reporte de la condición de la máquina.

4. Descripción detallada de la invención

Glosario:

5 **Sistema de excitación estática:** Es el sistema encargado de energizar el devanado del rotor y hacer fluir corriente por él.

Circuito de campo: Es el circuito compuesto por el devanado del rotor y el sistema de excitación.

10 **Sensibilización:** es el proceso aplicado a una señal para detectar pequeños cambios de la misma.

La presente invención divulga un método y un sistema para la detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas en operación a partir de la adquisición, sensibilización y procesamiento de las señales de corriente y voltaje en el devanado de una máquina eléctrica. Debe entenderse en la presente invención que condición de falla se refiere a la variación permanente de las componentes resistivas, capacitivas o inductivas, dentro de valores diferentes a los determinados para la operación de trabajo normal de una máquina eléctrica.

20 Con el propósito de facilitar el entendimiento del alcance del método y sistema de la presente invención, se describirá el funcionamiento de la invención en rotores de generadores eléctricos, pero una persona versada en la materia entenderá que el principio de funcionamiento de la presente invención puede aplicarse a cualquier tipo de máquina eléctrica.

25 Los generadores eléctricos son máquinas que tienen la capacidad de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos denominados bornes mediante la conversión de energía mecánica en energía eléctrica. Esta conversión se realiza mediante el movimiento relativo entre un electroimán y un conductor eléctrico, generándose una fuerza electromotriz (F.E.M.) de acuerdo a la ley de Faraday. En las centrales de generación de energía eléctrica (nuclear, térmica, hidráulica) la energía mecánica que el generador transforma en energía eléctrica proviene del movimiento de una turbina, accionada dependiendo del tipo de central por vapor de agua, aire o agua.

35 La **Figura 1** muestra el esquema de una máquina eléctrica rotatoria del tipo generador eléctrico que convierte energía mecánica en eléctrica. Dicho generador está compuesto por

un sistema de excitación estática (1) que tiene el propósito de energizar el circuito de campo (2) de la máquina y hace fluir corriente por el devanado del rotor (4) a través de los contactos deslizantes (3). El rotor (4) está acoplado mecánicamente con una turbina (5) mediante el eje (6) para inducir voltaje en el devanado del estator (7), que es la parte estática del generador y sobre la que se induce voltaje.

El método y sistema de la presente invención, puede ser implementado para la detección y diagnóstico de fallas en el circuito de campo (2) de los generadores eléctricos, como el mostrado esquemáticamente en la **Figura 1**, y mostrado en esquema circuital en la **Figura 2**. Los circuitos de campo (2) de este tipo de máquinas están compuestos generalmente por un sistema de excitación (1) y un devanado de rotor (4). El devanado del rotor (4) es energizado por medio del sistema de excitación (1) que aplica un voltaje en las terminales del devanado del rotor (4) mediante un sistema de contactos deslizantes (3) y hace circular una corriente eléctrica I_f por el devanado del rotor (4). Debe entenderse que el circuito de campo es el responsable de generar el campo magnético en el rotor para inducir voltaje en el estator.

La **Figura 2** muestra un esquema circuital del devanado del rotor (4), el cual está conformado por un circuito de campo (2) que contiene inductancias y resistencias equivalentes al devanado y al empalme entre devanados y un sistema de excitación (1). La presente invención considera preferiblemente empalmes laminados, entendiéndose por laminado un empalme compuesto por un conjunto de láminas conductoras pegadas en los extremos. La presente invención también puede ser usada para empalmes rígidos, donde los devanados son pegados mediante una pieza conductora sin laminaciones internas. Para efectos de representación eléctrica circuital, el empalme es representado como un componente resistivo, mediante un conjunto de resistencias en paralelo (8).

El sistema de medición, detección y diagnóstico de fallas (10) obtiene la información del rotor a partir de la conexión de tres sondas (a), (b) y (c) al circuito de campo (2). Para la medición de la corriente I_f , se mide la caída de voltaje en la resistencia shunt R_s entre las sondas (a) y (b), y para medir el voltaje de campo V_f asociado al devanado del rotor, se mide la caída de voltaje sobre un divisor de voltaje entre las sondas (b) y (c) que están conectadas a los extremos del sistema de excitación (1).

A continuación se describirá la forma como la presente invención detecta las fallas permanentes de las componentes resistivas, capacitivas o inductivas de los rotores de máquinas eléctricas.

Las fallas asociadas a la componente resistiva (8), se detectan mediante la medición de las variaciones de las porciones de DC de la corriente que circula por el circuito de campo (2).

Las fallas de esta componente resistiva pueden ser: i) ruptura de láminas en empalmes laminados; ii) fisuras en empalmes; iii) espiras en corto; y iv) problemas en el sistema de contactos eléctricos.

Las fallas asociadas a las componentes inductiva y capacitiva (9), se detectan mediante la medición de las variaciones de las porciones de AC de la corriente que circula por el circuito de campo (2). Las fallas de estas componentes pueden ser: i) fallas en el núcleo de los polos; ii) fallas en el aislamiento; y iii) barras de amortiguamiento rotas.

El método para la medición, detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas en operación de la presente invención se describe en la **Figura 5A** y en detalle en las **Figuras 5B a 5G**, y comprende las siguientes etapas:

- I. obtención de las señales de corriente de campo **If** y voltaje de campo **Vf** asociadas al devanado del rotor de la máquina eléctrica;
- II. emulación de una falla en el devanado de la máquina eléctrica;
- 20 III. separación del nivel DC de las señales de entrada de corriente y voltaje de campo **If** y **Vf** respectivamente, y amplificación de las diferencias;
- IV. separación del nivel DC de las señales de corriente y voltaje de campo **If*** y **Vf*** asociadas a una falla emulada en el devanado de campo, y amplificación de las diferencias;
- 25 V. almacenamiento de los valores de DC a diferentes niveles de separación y amplificación tanto para las señales de corriente y voltaje de campo en operación normal (**If** y **Vf**) como las asociadas a una falla emulada (**If*** y **Vf***);
- VI. procesamiento y análisis de los datos almacenados; y
- VII. reporte de condición de la máquina eléctrica.

30

Haciendo referencia a las Figuras **5A** a **5G** se describe en detalle el procedimiento antes mencionado para la medición de fallas para máquinas eléctricas en operación:

Como lo muestra la **Figura 5A** y en más detalle las **Figuras 5B** y **5C**, la primera etapa para la detección de fallas en rotores consiste en: (I) la obtención simultánea de la señal de corriente de campo **If** y señal de voltaje de campo **Vf** del devanado de campo del rotor del generador eléctrico. Para obtener la señal de corriente de campo **If** se hace una medición

35

del voltaje sobre la resistencia shunt R_s del circuito de campo (2) (ver esquema del circuito en la **Figura 2**) y para obtener la señal de voltaje de campo V_f se hace la medición en el divisor de voltaje de tipo resistivo (12) del circuito de campo (2).

- 5 La segunda etapa consiste en: (II) emular una señal de falla en el devanado de la máquina eléctrica (ver **Figura 5D**). Esta etapa se realiza antes, durante o después de la primera etapa de obtención de la señal de corriente de campo I_f y la señal de voltaje de campo V_f del devanado de la máquina eléctrica. La señal de la corriente de campo I_f depende del valor del voltaje de campo V_f y del estado de la máquina. Para la condición normal existe
- 10 un conjunto de relaciones V_f , I_f en un rango definido en un espacio geométrico. Cuando ocurre una falla de empalmes de tipo resistiva el espacio geométrico de las relaciones V_f y I_f cambia de manera que se disminuyen los valores de corriente para los mismos valores de voltaje. En la **Figura 5D** se presenta a manera de ejemplo la correlación de las primeras componentes del vector de valores de DC del voltaje de campo V_f y la corriente de campo
- 15 I_f con sus respectivos valores de fallas emuladas.

- La emulación de fallas consiste en la emulación de un cambio en la señal de la corriente de campo I_f para un mismo valor de voltaje de campo V_f (ver **Figura 5D**), obteniendo los valores I_f^* y V_f^* , que son valores de señales asociadas a una falla emulada. La emulación
- 20 de fallas permite asociar los valores de falla a un punto de operación determinado para que posteriormente (ver **Figura 5D**), dichos valores de falla sean comparados continuamente con las medidas de corriente y voltaje sobre el circuito de campo. La emulación de falla permite asociar los valores de falla a un punto de operación determinado para que en un momento posterior, dichos valores de falla sean comparados con las medidas de operación
- 25 y así el sistema pueda emitir una alarma de falla. El punto de operación al que se refiere la presente invención, es el conjunto de valores de corriente y voltaje de campo de la máquina eléctrica en un instante de tiempo específico.

- El módulo para la emulación de fallas (11) descrito, está compuesto por un bloque de
- 30 componentes eléctricos pasivos seleccionados del grupo que consiste del de tipo resistivo o capacitivo e inductivo, que se conectan en paralelo al módulo de obtención de la señal de corriente.

- La tercera (III) y cuarta (IV) etapa consisten en la sensibilización (13) de las señales de
- 35 voltaje y corriente asociadas al circuito de campo (2). Debe entenderse en la presente invención que el término sensibilización se refiere a la separación de los niveles de DC y/o AC de dichas señales y la amplificación de las diferencias. El módulo de sensibilización

(13) (mostrado en detalle en la **Figura 5E** para separaciones de niveles de DC) realiza una separación del nivel de DC de la señal y amplifica la diferencia, luego repite la separación y amplificación para cada una de las señales resultantes.

- 5 Para la identificación de fallas de las componentes resistivas, cambios térmicos, fallas de las componentes capacitivas y fallas de las componentes inductivas, se dispone el módulo de sensibilización con separaciones y amplificaciones sucesivas de las porciones de DC y/o AC, de manera que se logran determinar los cambios de DC y AC de la señales medidas de voltaje de campo V_f y corriente de campo I_f , y posteriormente asociarlas a al menos a un
- 10 tipo de falla.

El módulo de sensibilización compuesto por etapas de separación y amplificación (13) representado en el circuito electrónico de la **Figura 4A y 4B**, presenta una configuración para identificar los cambios de DC de la señal de corriente de campo y de la señal de

15 voltaje de campo. El módulo mostrado en la **Figura 4A y 4B**, se compone de cinco niveles de amplificación, pero pueden ser usadas un número mayor de niveles para detectar cambios más pequeños en las señales de entrada. En una de las modalidades preferidas del presente invento el circuito electrónico tiene tres niveles de separación de DC seguidos de un proceso de amplificación y dos niveles de separación de AC seguidos de un proceso de

20 amplificación, organizados de la manera como se describe a continuación:

Siguiendo con la **Figura 4A y 4B**, en el primer nivel de amplificación (17) y (22) se separa la porción de DC de la señal medida de voltaje shunt V_{sh} y voltaje de campo V_f respectivamente, para obtener amplificada la porción de AC y la porción de DC que no

25 logró ser separada. La separación de la porción de DC se realiza preferiblemente mediante un amplificador diferencial que tiene un nivel de voltaje DC variable en una de sus entradas y que es ajustado por debajo del nivel de voltaje DC de la señal de entrada.

El segundo nivel de amplificación (18) y (23) separa la porción de AC de la señal resultante de (17) y (22) respectivamente, para obtener amplificada la porción de DC y una porción de AC asociada a la amplificación de la porción de AC que no logró ser separada. La separación de AC se realiza preferiblemente mediante un amplificador diferencial, donde en una de sus entradas tiene implementado un filtro RC paso alto.

30

El tercer nivel de amplificación (19) y (24) separa la porción de DC de la señal resultante de (18) y (23) respectivamente, para obtener amplificada la porción de AC y una porción de DC asociada a la amplificación de la porción de DC que no logró ser separada. La

35

separación de DC se realiza preferiblemente mediante un amplificador diferencial, donde una de sus entradas tiene un nivel de voltaje DC variable a partir de un potenciómetro digital.

- 5 El cuarto nivel de amplificación (20) y (25) separa la porción de AC de la señal resultante de (19) y (24) respectivamente, para obtener amplificada la porción de DC y una porción de AC asociada a la amplificación de la porción de AC que no logró ser separada. La separación se realiza preferiblemente mediante un amplificador diferencial, donde en una de sus entradas tiene implementado un filtro RC paso alto.

10

El quinto nivel de amplificación (21) y (26) separa la porción de DC de la señal resultante de (20) y (25) respectivamente, para obtener amplificada en la salida la porción de señal AC y una porción de señal DC asociada a la amplificación de la porción de señal DC que no logró ser separada. La separación se realiza preferiblemente mediante un amplificador

- 15 diferencial, donde una de sus entradas tiene un nivel de voltaje DC variable a partir de un potenciómetro digital.

La quinta etapa consiste en: (V) el almacenamiento en una unidad de memoria (14) (ver **Figura 3**) los valores de DC y AC de las diferentes etapas de separación y amplificación de la señal de corriente de campo I_f y la señal de voltaje de campo V_f . Los vectores son almacenados tanto para las señales en operación normal como para las asociadas a una falla emulada I_f^* y V_f^* .

20

Con el propósito de facilitar el entendimiento de la detección y diagnóstico de fallas, se describirá la detección de fallas en la componente resistiva a partir de los cambios en valores de los niveles de DC, pero una persona versada en la materia entenderá que puede usar la misma metodología para la detección de fallas capacitivas e inductivas a partir de los cambios en valores de los niveles de AC.

25

Para la detección de fallas en la componente resistiva, la presente invención almacena los valores de DC de las señales en cuatro vectores que se definen de la siguiente manera:

30

- **Vector [X] (27):** vector cuyas componentes (x_1 , x_2 , x_3) corresponden a diferentes niveles de separación y amplificación para el valor DC de la señal de corriente de campo I_f (**Figura 4A y 4B**).

35

- **Vector [Y] (28):** vector cuyas componentes (y_1, y_2, y_3) corresponden a diferentes niveles de separación y amplificación para el valor DC de la señal de voltaje de campo V_f (Figura 4A y 4B).

- **Vector [X*]:** vector asociado a una condición de falla emulada cuyas componentes (x_1^*, x_2^*, x_3^*) corresponden a diferentes niveles de separación y amplificación para el valor DC de la señal de corriente de campo I_f^* .

- **Vector [Y*]:** vector asociado a una condición de falla emulada cuyas componentes (y_1^*, y_2^*, y_3^*) corresponden a diferentes niveles de separación y amplificación para el valor DC de la señal de voltaje de campo V_f^* .

La determinación de las componentes de los vectores [X] y [Y] comprende los siguientes pasos (Ver Figura 4A y 4B):

- extraer los niveles de DC de la medición de voltaje sobre la resistencia shunt, en donde los valores correspondientes son: DC_If1 y DC_Vf1 y obtener las señales $If1$ y $Vf1$ respectivamente. Se amplifica las diferencias resultando dos sub-señales $If2$ y $Vf2$; como se muestra en (17) y (22). Las señales DC_If1 y $If2$, se muestran en detalle para mostrar los resultados de separación y amplificación de la señal;
- determinar la primera componente $n1$ para cada vector de valores de DC, a partir de los niveles de DC DC_If1 y DC_Vf1 ;
- extraer los niveles de AC AC_If2 y AC_Vf2 a las señales $If2$ y $Vf2$ respectivamente, y la amplificación de las diferencias resultando dos sub-señales $If3$ y $Vf3$; como se muestra en (18) y (23);
- extraer los niveles de DC DC_If3 y DC_Vf3 a las señales $If3$ y $Vf3$ respectivamente, y la amplificación de las diferencias resultando dos sub-señales $If4$ y $Vf4$; como se muestra en (19) y (24);
- determinar la segunda componente $n2$ para cada vector de valores de DC, a partir de los niveles de DC DC_If3 y DC_Vf3 ;
- extraer los niveles de AC AC_If4 y AC_Vf4 a las señales $If4$ y $Vf4$ respectivamente, y la amplificación de las diferencias -resultando dos- sub-señales $If5$ y $Vf5$; como se muestra en (20) y (25);
- extraer los niveles de DC DC_If5 y DC_Vf5 a las señales $If5$ y $Vf5$ respectivamente, y la amplificación de las diferencias resultando dos sub-señales $If6$ y $Vf6$; como se muestra en (21) y (26); y
- determinar la tercera componente $n3$ para cada vector de valores de DC, a partir de los niveles de DC DC_If5 y DC_Vf5 .

La determinación de las componentes de los vectores $[X^*]$ y $[Y^*]$ se realiza de igual manera a lo descrito para las componentes de los vectores $[X]$ y $[Y]$, pero se realiza mientras una falla está siendo emulada.

- 5 Para la detección de fallas en la componente inductiva y capacitiva se almacenan los valores de AC de las señales de voltaje de campo y corriente de campo, de la misma manera en que fueron almacenados los valores de DC.

10 La sexta etapa consiste en: (VI) el procesamiento y análisis (15) (ver **Figura 3**) de los datos almacenados en la unidad de memoria (14). El módulo de procesamiento (15) está configurado para la determinación de los vectores $[X]$ y $[Y]$, la identificación de las variaciones en las componentes de los vectores $[X]$ y $[Y]$, y la comparación entre los vectores $[X]$, $[X^*]$ y $[Y]$, $[Y^*]$ para el mismo punto de operación.

- 15 La determinación de la condición de falla se logra a partir de la identificación de la variación en el tiempo de las componentes de los vectores $[X]$ y $[Y]$. Al determinar una variación en las componentes de los vectores se procede a comparar con las componentes respectivas en los vectores asociados a falla emulada $[X^*]$ y $[Y^*]$. Cuando las componentes respectivas son iguales se deduce entonces una falla en la máquina eléctrica donde el tipo
20 de falla dependerá de la componente que refleje un cambio en el vector de corriente de campo para el mismo valor de voltaje de campo.

5. Ejemplo ilustrativo

La presente invención se aplica para la detección de fallas asociadas a la variación de
25 componentes resistivos en el devanado del rotor de una máquina eléctrica aunque puede ser utilizada para detectar fallas asociadas a la variación de componentes inductivas o capacitivas.

El devanado del circuito de campo contiene un componente resistivo asociado a la
30 geometría y conductividad de los conductores, un componente inductivo que se asocia al circuito magnético y una componente capacitiva asociada al aislamiento del devanado del rotor.

El circuito de campo descrito en la **Figura 2** con más de un devanado tiene asociado un
35 empalme entre devanados. La presente invención considera preferiblemente empalmes. El

empalme es representado como un componente resistivo, mediante un conjunto de resistencias en paralelo (8).

- Las fallas en la componente resistiva se detectan mediante variaciones del nivel de DC en la corriente de campo para un mismo nivel de DC en el voltaje de campo. En la mejor manera de ejecutar la presente invención, se utilizó un generador sincrónico como el mostrado en la **Figura 1**, de 70MVA de potencia, **13.2kV** en bornes del estator y con una resistencia de devanado de rotor de **0.1Ω**. La porción de DC del voltaje de campo del sistema de excitación estática puede variar de 0V a 100V y la porción de DC de la corriente de campo puede variar de 0A a 1000A. El circuito de campo tiene una resistencia shunt R_s de $60\mu\Omega$ y por efecto de la circulación de corriente el voltaje shunt V_{sh} varía de 0mV a 60mV. El divisor de voltaje (12) (**Figura 3**) se realizó con dos resistores de $680k\Omega$ y 470Ω , tomando la señal de voltaje de campo sobre el resistor de menor valor. Cada etapa de separación y amplificación del módulo de sensibilización (13) tiene las ganancias que se presentan en la **Figura 4A** y **Figura 4B**, pero puede ser utilizada cualquier otra ganancia. El conjunto de valores de DC V_f , I_f para una condición sin falla, serían **100V**, **1000A**, que transformados a las variables medidas quedan:

$$V_f = 100V \left(\frac{470\Omega}{470\Omega + 680k\Omega} \right) = 69.07mV$$

$$V_{sh} = 1000A(60\mu\Omega) = 60mV$$

- Al utilizar el método de separación y amplificación de la presente invención se tendría: un vector para la señal de corriente de campo representada en el voltaje shunt y un vector para la señal de voltaje de campo, de la forma:

$$Y = [69mV \quad 6,9mV \quad 9,07mV]$$

$$X = [60mV \quad 0mV \quad 0mV]$$

- Si se presenta una falla de tipo resistiva que genere un aumento permanente en las componentes resistivas del orden de $100\mu\Omega$, se presentará en la corriente de campo una disminución del orden 900mA, estas variaciones se ven reflejadas en el voltaje shunt con una disminución de voltaje del orden de $60\mu V$.

- La obtención de los vectores para este caso sería:

$$Y_{falla} = [69mV \quad 6,9mV \quad 9,07mV]$$

$$X_{\text{falla}} = [59\text{mV} \quad 47\text{mV} \quad 0\text{mV}]$$

Comparando los vectores obtenidos:

$$\begin{array}{lcl} Y = & [69\text{mV} & \boxed{6,9\text{mV}} \quad 9,07\text{mV}] \\ X = & [60\text{mV} & 0\text{mV} \quad 0\text{mV}] \\ Y_{\text{falla}} = & [69\text{mV} & 6,9\text{mV} \quad 9,07\text{mV}] \\ X_{\text{falla}} = & [59\text{mV} & \boxed{47\text{mV}} \quad 0\text{mV}] \end{array}$$

- 5 Como se nota, por el efecto de la falla existe una variación entre los vectores de corriente de campo, para el mismo vector de voltaje de campo y se puede deducir una condición de falla de acuerdo a las variaciones de cada una de las componentes de los vectores.

6. Resumen de la invención

La presente invención divulga un método de detección y diagnóstico de fallas para máquinas eléctricas en operación. El método comprende: i) adquirir simultáneamente una
5 señal de corriente y una señal de voltaje asociadas al devanado de la máquina eléctrica; ii) definir un conjunto de vectores cuyas componentes son valores de DC y/o AC a diferentes niveles de separación y amplificación de las señales de corriente y voltaje; iii) adquirir simultáneamente una señal de corriente y una señal de voltaje asociadas a una falla emulada; iv) definir un conjunto de vectores cuyas componentes son valores de DC y/o AC
10 a diferentes niveles de separación y amplificación para las señales de corriente y voltaje asociados a una falla emulada; v) determinar las variaciones de las componentes de los vectores; vi) comparar entre vectores que presenten variaciones en sus componentes con los vectores de falla emulada; vii) analizar las variaciones y comparaciones con el fin de detectar si existe o no al menos un tipo de falla; y viii) reportar la presencia o ausencia de al
15 menos un tipo de falla en la máquina eléctrica.

El presente invento divulga además un sistema para llevar a cabo el método, y se compone de: i) un módulo para la obtención de las señales de corriente y voltaje asociadas al devanado de la máquina eléctrica; ii) un módulo para la emulación de fallas; iii) un módulo
20 sensibilización de señales mediante la separación de niveles de DC y/o AC y la amplificación de la señal resultante; iv) una unidad de memoria para el almacenamiento de los datos de los valores de DC y/o AC ; y v) un módulo de procesamiento, análisis y reporte del estado de la máquina.

22

REIVINDICACIONES

1. Un método para la detección de fallas en máquinas eléctricas en operación, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:
 - 5 a. obtener simultáneamente al menos una señal de corriente (I_f) y una señal de voltaje (V_f);
 - b. emular una falla en la máquina eléctrica, y obtener simultáneamente al menos una señal de corriente (I_f^*) y una señal de voltaje (V_f^*) asociadas a una condición de falla emulada;
 - 10 c. sensibilizar las señales obtenidas para detectar cambios en las señales de corriente (I_f y I_f^*) y voltaje (V_f y V_f^*);
 - d. definir un vector $[X]$ asociado a la señal de corriente (I_f);
 - e. definir un vector $[Y]$ asociado a la señal de voltaje (V_f);
 - f. definir un vector $[X^*]$ asociado a una señal de corriente (I_f^*) con condición de falla
 - 15 emulada;
 - g. definir un vector $[Y^*]$ asociado a una señal de voltaje (V_f^*) con condición de falla emulada;
 - h. identificar las variaciones de las componentes de los vectores $[X]$, para componentes de los vectores $[Y]$ invariantes en el tiempo;
 - 20 i. comparar los vectores $[X]$ con los vectores $[X^*]$, y comparar los vectores $[Y]$ con los vectores $[Y^*]$;
 - j. asociar las variaciones y comparaciones entre las componentes de los vectores $[X]$, $[X^*]$, y $[Y]$, $[Y^*]$; y
 - k. determinar la presencia o ausencia de al menos un tipo de falla en la máquina
 - 25 eléctrica.
2. El método de la reivindicación 1 donde la sensibilización de una señal comprende las siguientes etapas:
 - 30 a. separar el nivel de DC de la señal y amplificar las diferencias resultando una sub-señal;
 - b. separar el nivel de AC de la señal y amplificar las diferencias resultando una sub-señal; y
 - c. repetir los pasos (a) y (b) para cada sub-señal al menos una vez o hasta lograr un
 - 35 nivel de sensibilización suficiente para detectar las señales asociadas a condiciones de falla.

3. El método de la reivindicación 1, donde las componentes de los vectores $[X]$, $[X^*]$, y $[Y]$, $[Y^*]$ se determinan a partir de los valores de los niveles de DC y AC separados en las etapas de la sensibilización.
- 5 4. El método de la reivindicación 2, donde dicho método puede ser usado para las señales de voltaje y corriente en condición de operación de la máquina y para la condición de falla emulada.
- 10 5. El método de la reivindicación 1, donde las variaciones de las componentes de los vectores $[X]$, $[X^*]$, y $[Y]$, $[Y^*]$ para los valores de los niveles de AC y DC determinan el tipo de falla.
- 15 6. El método de la reivindicación 5, donde las fallas asociadas a componentes resistivas se determinan mediante el análisis de las variaciones de los valores de los niveles de DC.
- 20 7. El método de la reivindicación 5, donde las fallas asociadas a componentes inductivas y capacitivas se determinan mediante el análisis de las variaciones de los valores de los niveles de AC.
- 25 8. Un sistema para la detección en máquinas eléctricas en operación, caracterizado porque comprende:
 - a. un módulo para la obtención de señales de corriente (I_f) y voltaje (V_f);
 - b. un módulo para la emulación de fallas en la máquina eléctrica;
 - c. un módulo de sensibilización para detectar cambios en las señales de corriente (I_f y I_f^*) y voltaje (V_f y V_f^*), asociados al menos a un tipo de falla en la máquina
 - d. una unidad de memoria para el almacenamiento de los datos y el procesamiento de las señales; y
 - e. un módulo de procesamiento, análisis y reporte de presencia o ausencia de algún tipo de falla en la máquina eléctrica.
- 30 9. El sistema de la reivindicación 8, donde el módulo para la obtención de la señal de corriente, consiste en dos sondas de medición aisladas galvánicamente y dispuestas preferentemente mediante una resistencia shunt (R_s) conectada en serie al circuito de devanado de la máquina eléctrica.
- 35 10. El sistema de la reivindicación 8, donde el módulo para la obtención de la señal de voltaje consiste en dos sondas de medición aisladas galvánicamente y dispuestas

preferentemente mediante un divisor de voltaje de tipo resistivo conectado en paralelo al circuito de devanado de la máquina eléctrica.

- 5 11. El sistema de la Reivindicación 8, donde el módulo para la emulación de fallas se conecta en paralelo al módulo de obtención de la señal de corriente y consiste en un bloque de componentes eléctricos pasivos seleccionados del grupo que consiste del de tipo resistivo, capacitivo e inductivo.
- 10 12. El sistema de la Reivindicación 8, donde el módulo de sensibilización consiste en un circuito electrónico de sensibilización compuesto por un arreglo de amplificadores operacionales para la separación sucesiva de los niveles de DC y AC de las señales de voltaje y corriente, y la amplificación de las subseñales resultantes.

15

5

FIGURA 1

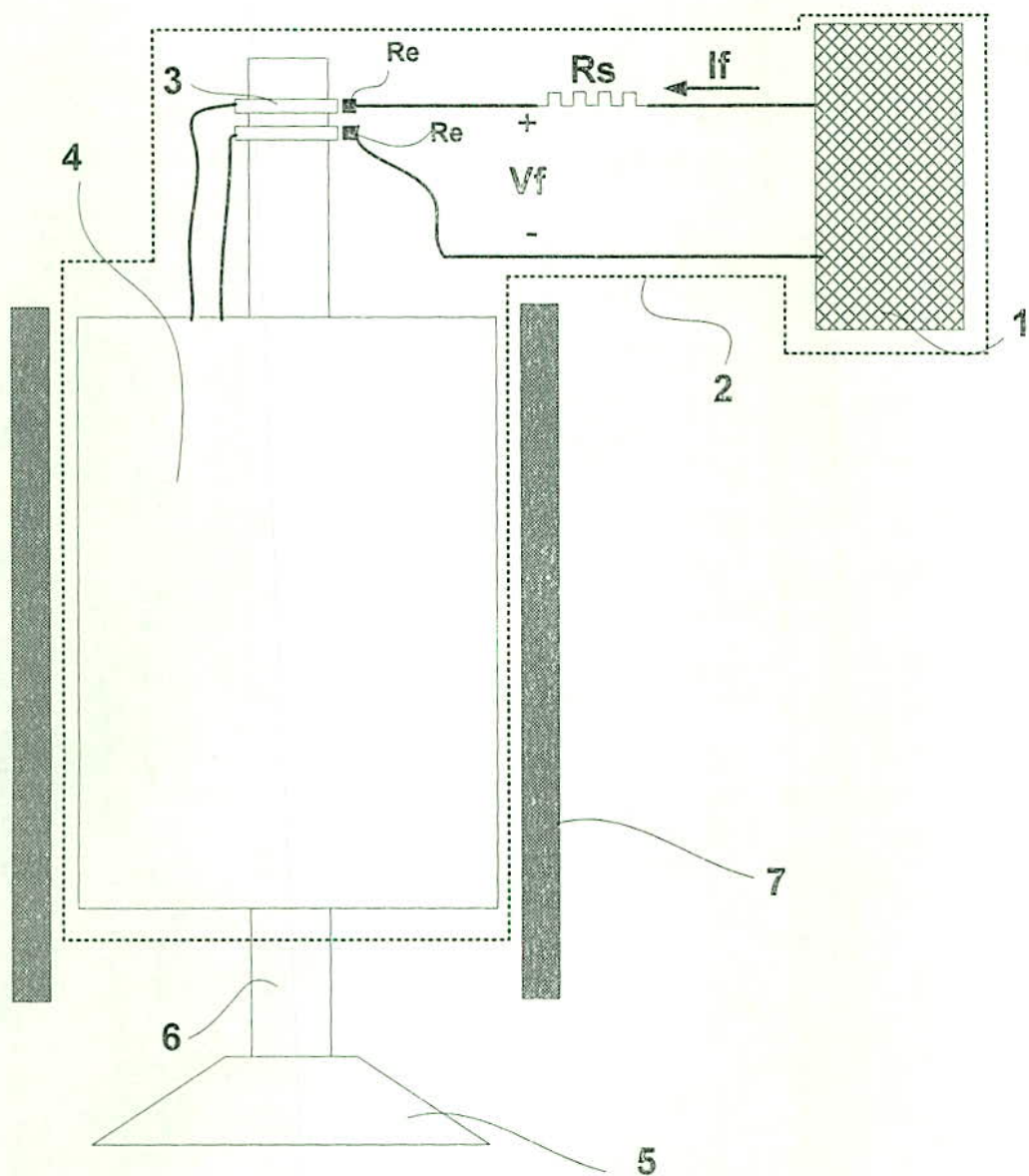


FIGURA 2

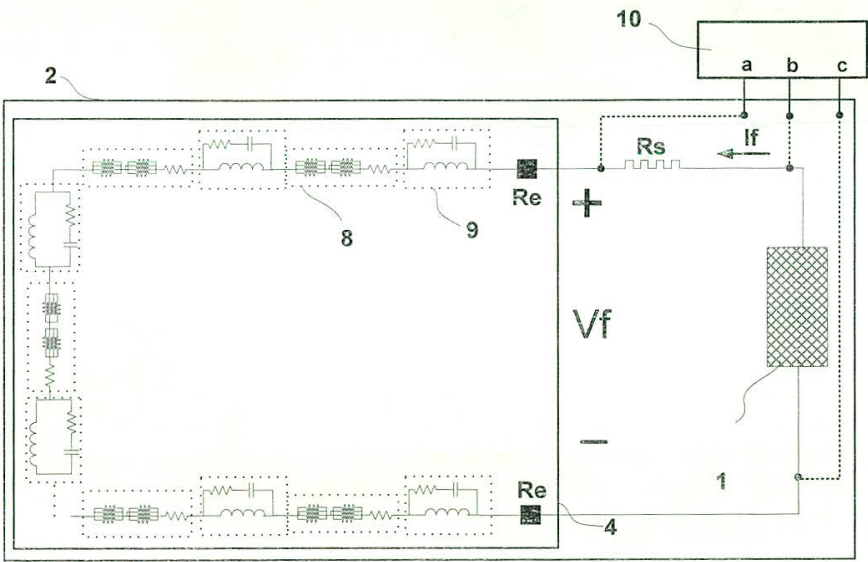


FIGURA 3

Sistema de Medición de Fallas (10)

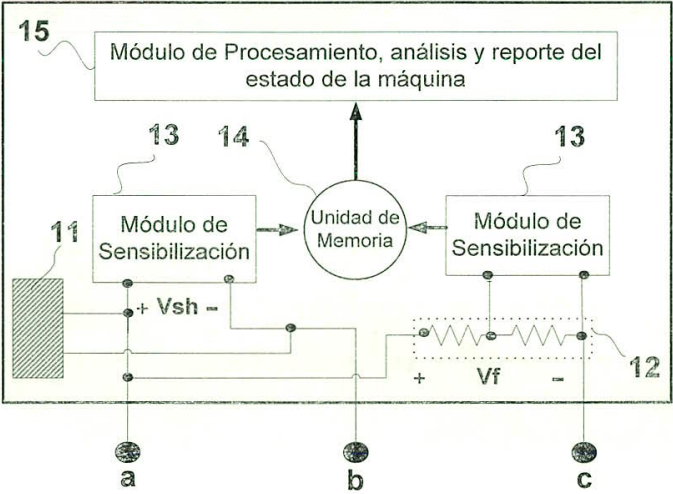
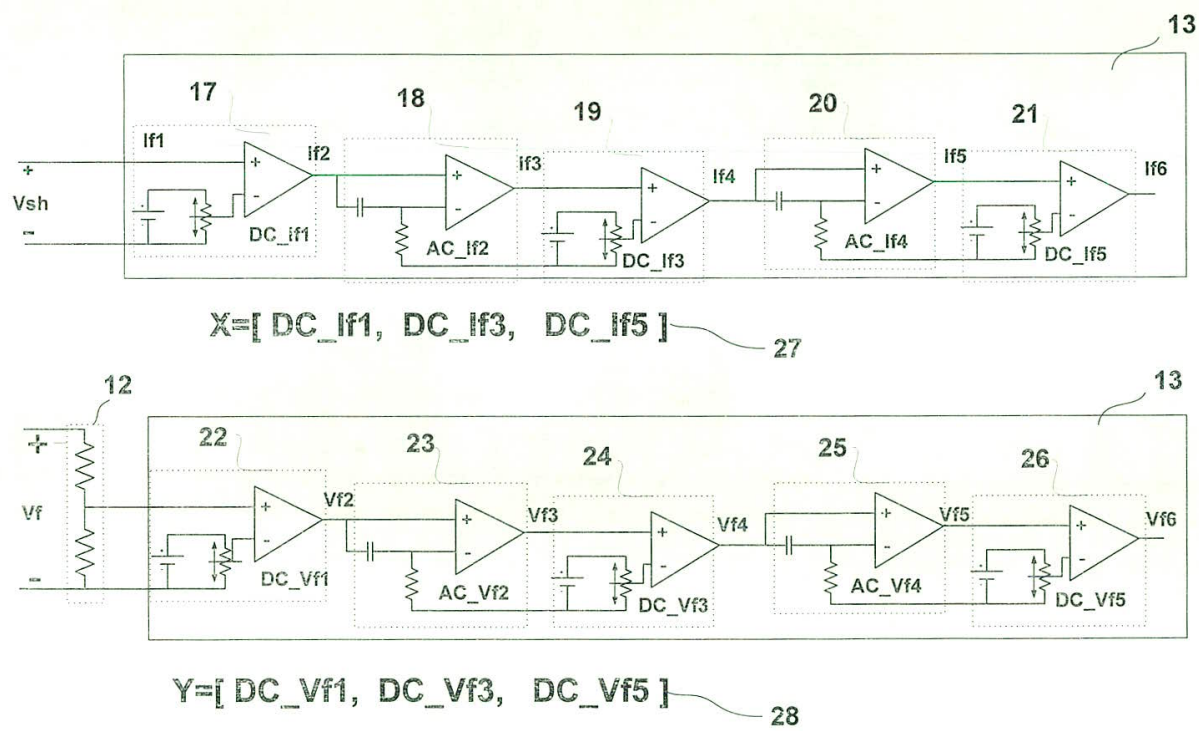


FIGURA 4



33

FIGURA 4A

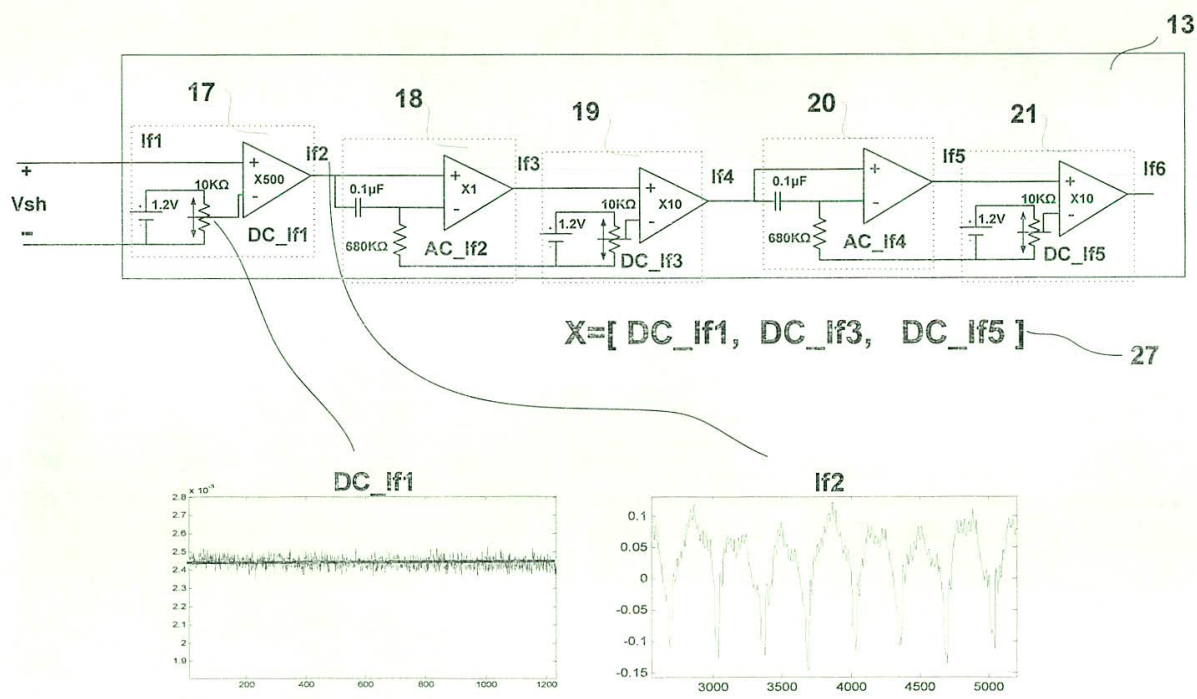
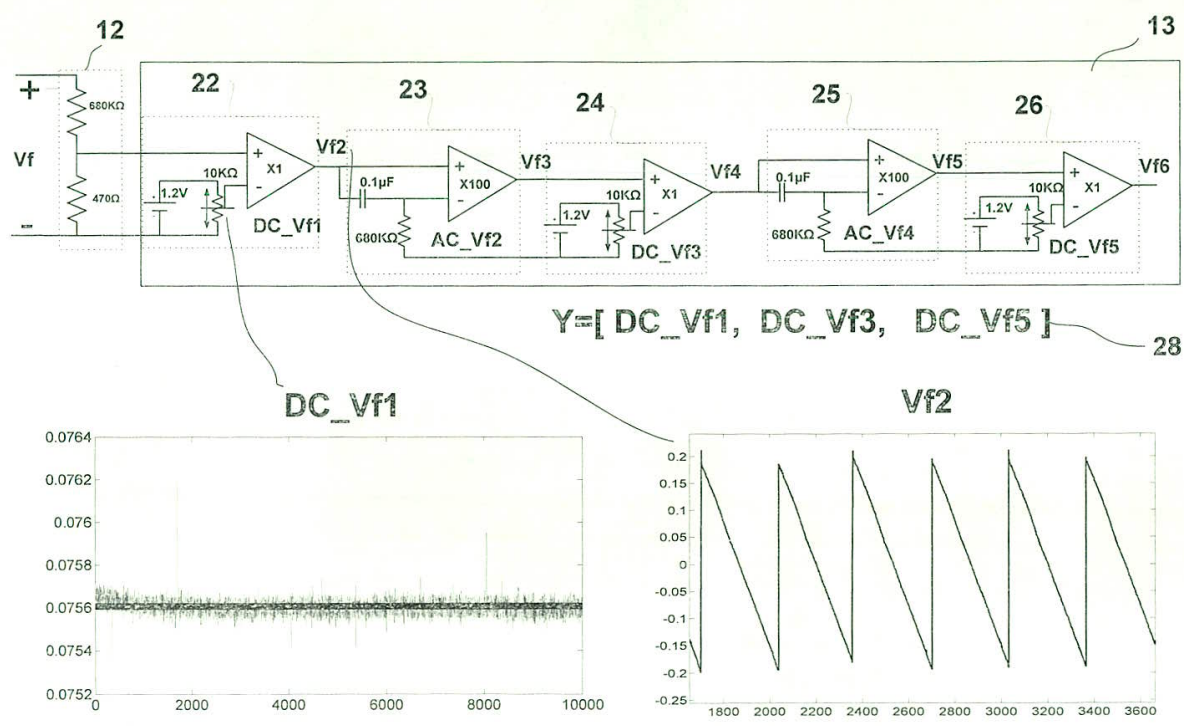


FIGURA 4B



25

FIGURA 5A

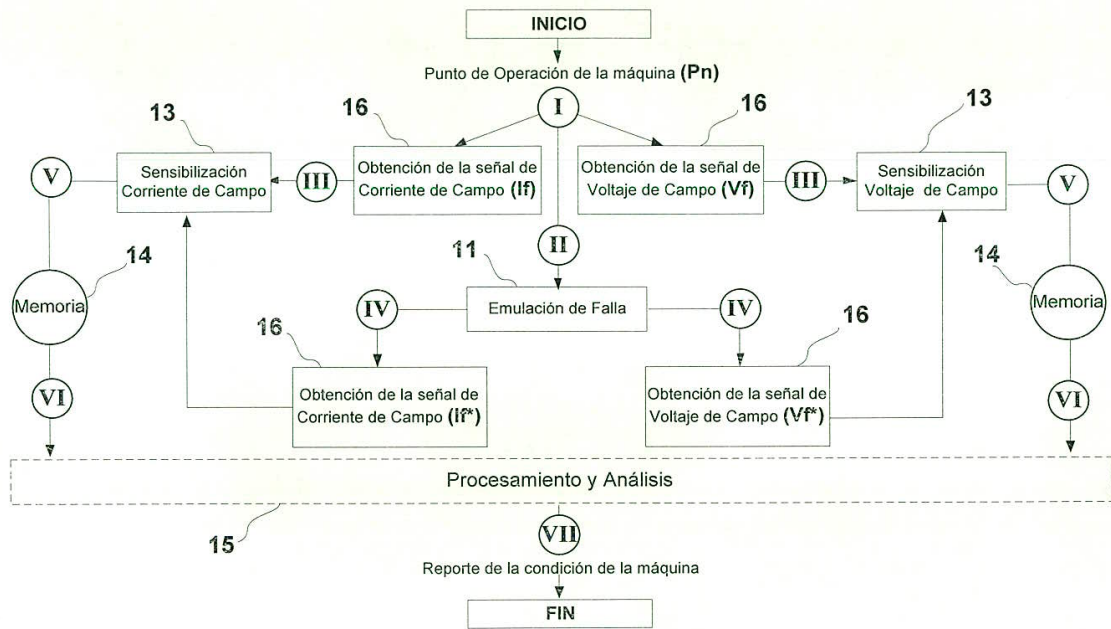


FIGURA 5B

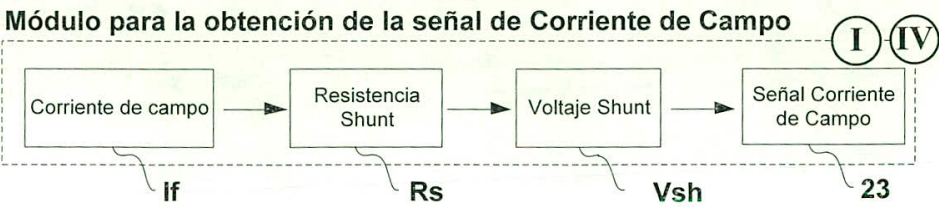
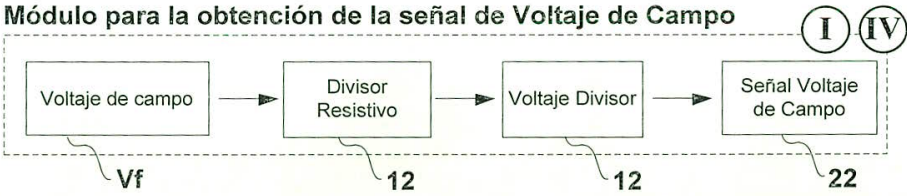


FIGURA 5C



37

1



FIGURA 5E

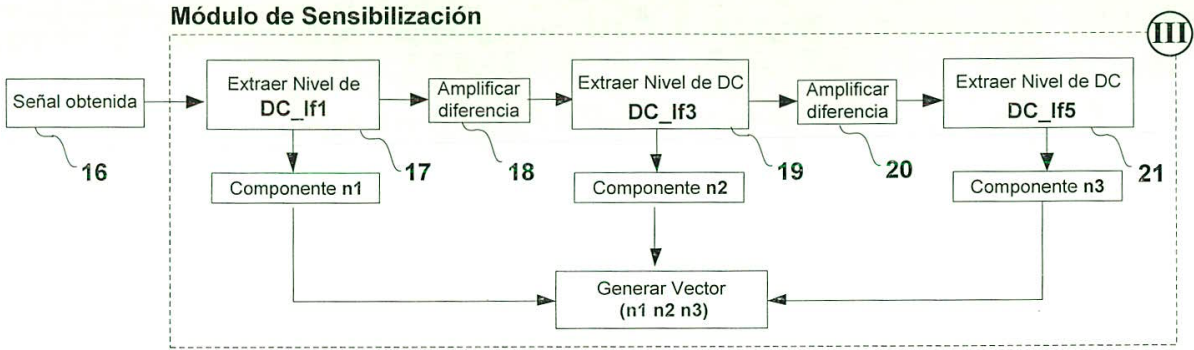
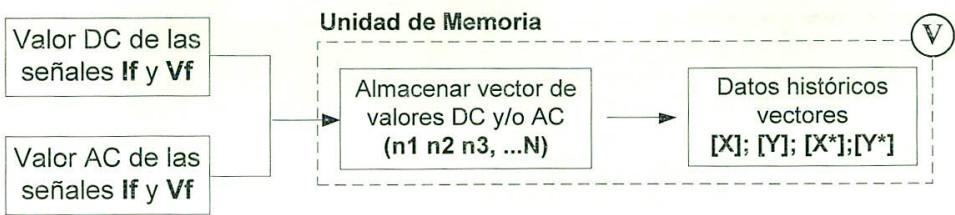
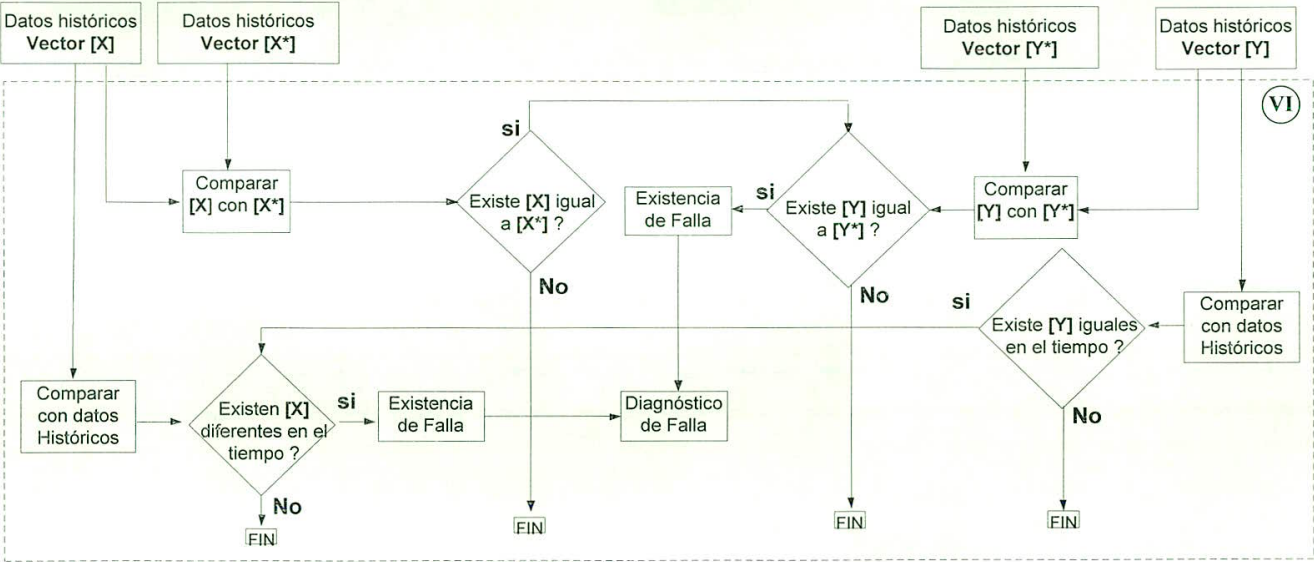


FIGURA 5F



29

FIGURA 5G



Módulo operativo de procesamiento y análisis

40



No. 13-044020- -00000-0000

Fecha: 2013-03-05 15:16:32 Dep. 2020 DIR NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve. 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 40

PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

- ☒ Indicación que se solicita una patente.
- ☒ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☒ Descripción de la invención
- ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
- ☒ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
- Completa ☒ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

- ☐ Indicación que se solicita una PCT
- ☐ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
- ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita 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 ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐