



No. 13-197661- -00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:59:58 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 31



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

13-197661

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO Equipo portátil para el diagnóstico
de fallas en máquinas basado en el análisis
de vibraciones

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE Universidad Tecnológica PereiraDOMICILIO Campus la Solita - Pereira74. APODERADO Pablo Julio Hernández Mastíng22. BOGOTÁ, D. C., 21-Agosto-2013



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-197681-00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:59:58
Tra. 2 PATENTES
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 1 REGDEPOSITO
Folios: 31

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
Equipo portátil para el diagnóstico de fallas en máquinas basado en el análisis de vibraciones					
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE		IDENTIFICACIÓN	TIPO
Universidad Tecnológica de Pereira				891480035-9	NIT
5	DATOS DEL SOLICITANTE				
DIRECCIÓN		No. TELÉFONO		CORREO ELECTRÓNICO	
Campus La Julita-Universidad Tecnológica		(6) 3137114		viceite@utp.edu.co	
CIUDAD		NACIONALIDAD O		LUGAR DE CONSTITUCIÓN	
Pereira		Colombiano		Colombia	
DEPARTAMENTO/ESTADO		LUGAR DE CONSTITUCIÓN			
Risaralda					
PAÍS DE RESIDENCIA		LUGAR DE CONSTITUCIÓN			
Colombia					
6	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS		NOMBRES		NACIONALIDAD	
1. Quintero Riata		Héctor Fabio		Colombiano	
2. Henao Castañeda		Edison de Jesús		Colombiano	
3. Orozco Gutierrez		Alvaro Angel		Colombiano	
4.					
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO: hquinte@utp.edu.co					
7	DATOS INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO		CIUDAD	
1. Colombia		Risaralda		Pereira	
2. Colombia		Risaralda		Pereira	
3. Colombia		Risaralda		Pereira	
4.					
DIRECCIÓN		DIRECCIÓN		DIRECCIÓN	
Campus La Julita UTP		Campus La Julita UTP		Campus La Julita UTP	
Campus La Julita UTP		Campus La Julita UTP		Campus La Julita UTP	
Campus La Julita UTP		Campus La Julita UTP		Campus La Julita UTP	
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				
APELLIDOS		NOMBRES		IDENTIFICACIÓN	
Hernández Martínez		Pablo Julio		C.C. 10.017.555 T.P. 125309	
DIRECCIÓN		No. TELÉFONO		CORREO ELECTRÓNICO	
Campus La Julita UTP Bloque A oficina 316		(6) 3137114		p.hernandez@utp.edu.co	
CIUDAD		NACIONALIDAD O		LUGAR DE CONSTITUCIÓN	
Pereira		Colombiano		Colombia	
PAÍS		LUGAR DE CONSTITUCIÓN			
Colombia					
9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☒ NO				
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS		(31) NÚMERO	
1.					
2.					
3.					
(32) FECHA (AAAA/MM/DD)					

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:		N° 535537 14-4 Fecha 24-06-2013		
Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:				
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			
<table><tr><td>Documentación Técnica 1. ☒ Descripción N° de folios: 14 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 10 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 9 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.</td><td>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 número de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o número 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.</td></tr></table>			Documentación Técnica 1. ☒ Descripción N° de folios: 14 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 10 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 9 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 número de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o número 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.
Documentación Técnica 1. ☒ Descripción N° de folios: 14 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 10 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 9 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 número de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o número 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.			

1	(12) TIPO DE SOLICITUD		NUMERO DE RADICACIÓN	
☐ Patente de invención			FECHA DE PRESENTACIÓN	
☐ Patente de Modelo de Utilidad				
4	(71) SOLICITANTE (S)			
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIPO
2.				
3.				
4.				
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
PAÍS DE RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
2.				
3.				
4.				
TELÉFONO		FAX	E-MAIL	NACIONALIDAD
2.				
3.				
4.				
6	(72) INVENTOR (ES)			
APELLIDOS		NOMBRE	NACIONALIDAD	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN		CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO	PAÍS RESIDENCIA
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
9	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD			
PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	NÚMERO	FECHA (AAAA/MM/DD)
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

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



RECIBO DE CAJA

No. 13 - 0082942

Bogotá D.C., Agosto 21 de 2013 - 09:32:53

RECIBIDO DE : UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA. NI 891.480.035

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR.PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	450131614	14/07/2012	590.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	2249 DTO 50% PTC SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN	250.000.00	250.000.00
				\$250.000.00

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

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-197661- -00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:59:58 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 31

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mai: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Linea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Agosto 21 de 2013 - 09:32:54



Universidad
Tecnológica
de Pereira
Señores
DIVISIÓN NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

Referencia: SOLICITUD DE PATENTE EN COLOMBIA

TITULO: "**EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS
BASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES**"

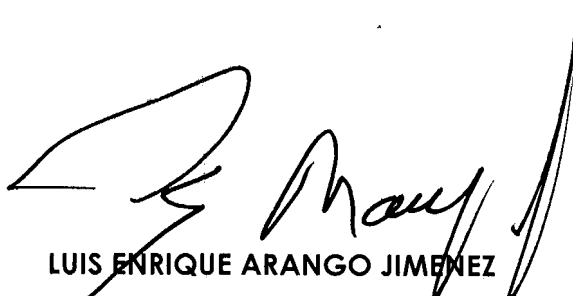
SOLICITANTES: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
INVENTORES: HÉCTOR FABIO QUINTERO RIAZA, EDISON DE JESÚS HENAO
CASTEÑEDA Y ÁLVARO ÁNGEL OROZCO GUTIÉRREZ

LUIS ENRIQUE ARANGO JIMENEZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 10.059.486 de Pereira, actuando en su calidad de Rector y Representante Legal de la Universidad Tecnológica de Pereira, conferimos poder amplio y suficiente al doctor **PABLO JULIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**, identificado con la cédula de ciudadanía 10.017.555 de Pereira, abogado en ejercicio con tarjeta profesional 125309 del C. S. de la J., para que en nuestros nombres solicite, tramite y en general realice todas las actuaciones y gestiones necesarias para la obtención de la patente de invención del denominado "**EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS BASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES**".

El apoderado queda facultado para recurrir, recibir, transigir, conciliar, notificarse, desistir, renunciar al derecho, sustituir y reasumir el presente poder.

Atentamente,

Acepto


LUIS ENRIQUE ARANGO JIMENEZ

C.C. 10.059.486 de Pereira

Universidad Tecnológica de Pereira


PABLO JULIO HERNANDEZ MARTÍNEZ

C.C. 10.017.555 de Pereira

Abogado PI



Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional
NIT: 891.480.035-9 - Apartado Aéreo: 097 - Tel. Conmutador: (57) (6) 313 7300 - Fax: 321 3206
www.utp.edu.co - Pereira (Risaralda) Colombia

5



Universidad
Tecnológica
de Pereira

ACUERDO DE PROPIEDAD INTELECTUAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

ACUERDO SOBRE LA PROPIEDAD INTELECTUAL SOBRE EL DESARROLLO DENOMINADO "EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS BVASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES"

En atención al acuerdo del Consejo Superior de la Universidad Tecnológica de Pereira, número 01 del 30 de enero de 2004, donde se estipula todo lo concerniente a la producción intelectual en la Institución, los abajo firmantes, el día 16 del mes de julio de 2013, acordamos las siguientes condiciones para el desarrollo y posible usufructo del siguiente proyecto y producto "EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS BVASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES"

Materia del acuerdo:

Título del Trabajo de Investigación: "DESARROLLO DE UN SISTEMA PILOTO DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS ASEQUIBLE A LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA"

Los participantes del trabajo de investigación, docentes de la UTP: Héctor Fabio Quintero Ríaza, Edisón de Jesús Henao Castañeda, Alvaro Ángel Orrozco Gutierrez, Identificados como aparece al pie de sus firma y a quienes en adelante se le llamarán "Los Investigadores" manifiestan que:

1.- Que tanto el trabajo de investigación como su producto final denominado **"EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS BVASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES"** se desarrollaron dentro de las funciones de investigación que como docentes de la UTP les corresponden.

2.- Los derechos de paternidad, que como inventores les corresponden a las personas naturales docentes de la UTP, serán respetados en todo momento y de forma permanente.

4.- Los derechos patrimoniales (de llegarse a dar la industrialización o la explotación comercial de la investigación) corresponden a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA por lo cual, los inventores ceden todos los derechos que les puedan corresponder, sin perjuicio de que frente a la explotación del producto denominado **"EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS BVASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES"** se pacten nuevas participaciones económicas.

4.- Los aspectos no contemplados en la presente acta serán definidos en los términos del acuerdo No. 09 del 2012 expedido por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica de Pereira, del cual los participantes del



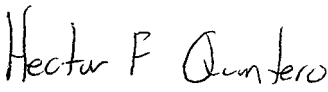
Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional
NIT: 891.480.035-9 - Apartado Aéreo: 097 - Tel. Conmutador: (57) (6) 313 7300 - Fax: 321 3206
www.utp.edu.co - Pereira (Risaralda) Colombia

6

acuerdo aseguran tener pleno conocimiento o por las normas que la
reemplacen, sustituya o complemente la misma.

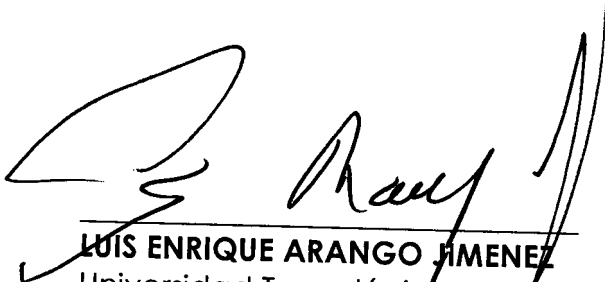
Para constancia se firma en la ciudad de Pereira a los 16 días del mes de
julio del año 2013.

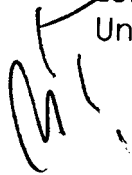
Docentes:


HÉCTOR FABIO QUINTERO RIAZA
C.C. 10.136.060

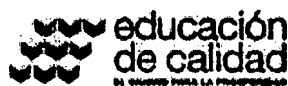
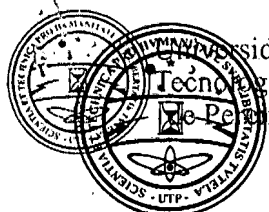

EDISON DE JESÚS HENAO CASTAÑEDA
C.C. 10.137.980


ALVARO ÁNGEL OORZCO GUTIERREZ
C.C 10.110.951


LUIS ENRIQUE ARANGO JIMENEZ
Universidad Tecnológica de Pereira







MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL 14-09-2011 11:09:07 AM
2011ES2357 0 1 Folio Anexo
Destino: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA / CARLOS FERNANDO C
Asunto: SE RESPONDE CON RADICADO RL-0003128-2011
Oficio: C-1 A 31 176, DECRETOS-0703001/10

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-0003128-2011

CERTIFICA:

Que el(la) UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - UTP (Código:1111), con domicilio en PEREIRA, es una institución de educación superior, OFICIAL, y su carácter académico es el de Universidad, creada mediante Ley 41 de 15 de Diciembre de 1958, expedido(a) por el(la) Congreso de la República..

Que mediante Resolución 2550 del 30 de junio de 2005 expedida por el Ministerio de Educación Nacional, le fue otorgada Acreditación Institucional.

Que al folio 403 distinguido con el registro 398 del libro de rectores y representantes legales de las instituciones de educación superior aparece inscrito(a) el(la) DOCTOR LUIS ENRIQUE ARANGO JIMENEZ, identificado(a) con cédula de ciudadanía No 10059488 expedida en Pereira como RECTOR, por un periodo comprendido entre el 1 de Enero de 2009 y el 31 de Diciembre de 2011, que dicha inscripción se efectuó el 5 de Enero de 2009 de conformidad con lo dispuesto en el(la) ACTA 06, del 2 de Septiembre de 2008, expedido(a) por el(la) CONSEJO SUPERIOR.

Que al folio 403 distinguido con el registro 398 del libro de rectores y representantes legales de las instituciones de educación superior aparece inscrito(a) el(la) DOCTOR LUIS ENRIQUE ARANGO JIMENEZ, identificado(a) con cédula de ciudadanía No 10059488 expedida en Pereira como REPRESENTANTE LEGAL, por un periodo comprendido entre el 1 de Enero de 2009 y el 31 de Diciembre de 2011, que dicha inscripción se efectuó el 5 de Enero de 2009 de conformidad con lo dispuesto en el(la) ACTA 06, del 2 de Septiembre de 2008, expedido(a) por el(la) CONSEJO SUPERIOR.

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.mineducacion.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 Septiembre de 2011, por solicitud de 1111_UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA - UTP.

Certificado: JUAN GUILLERMO PLATA PLATA
Propietario: T=SUBDIRECCION DE INSPECCION Y VIGILANCIA, S=PLATA PLATA, STREET=ALLE 43 NO. 57 14 CAN, S=BOGOTA D.C., OU=SIIF NACION, SERIALNUMBER=159778, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.2=8999990017, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.2=91288420, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.1=48, O=MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, L=BOGOTA D.C., G=JUAN, EA=PLATA@MINEDUCACION.GOV.CO, C=CO, CN=JUAN GUILLERMO PLATA PLATA

Calle 43 No. 57-14 Centro Administrativo Nacional, CAN, Bogotá, D.C. Colombia
Conmutador: (057) (1) 222 2800 - Fax: (057) (1) 222 4953



Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional
NIT: 891.480.035-9 - Apartado Aéreo: 097 - Tel. Conmutador: (57) (6) 313 7300 - Fax: 321 3206
www.utp.edu.co - Pereira (Risaralda) Colombia



EQUIPO PORTÁTIL PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS BASADO EN EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES

CAMPO TECNOLÓGICO DE LA INVENCION

El presente invento describe un equipo portátil para el diagnóstico de fallas en máquinas utilizando señales de vibraciones, y también el sistema para analizar la condición de la máquina. El equipo permite almacenar los datos de un equipo o de una planta para su posterior análisis. El equipo también permite el balanceo de máquinas rotativas en uno o dos planos. Específicamente la presente invención describe un equipo de análisis de vibración portable para monitorear las vibraciones de máquinas. La invención también describe el método de operación del sistema.

El análisis de vibraciones es de difícil acceso para la pequeña y mediana industria debido a los altos costos de los equipos analizadores de vibraciones comerciales. Para una pyme no es viable comprar uno de estos equipos. Además, en el mercado existen compañías que realizan este servicio cobrando altos honorarios y muchas veces los resultados no son satisfactorios puesto que la firma contratada no tiene el conocimiento suficiente del historial de mantenimiento de la máquina analizada o no conocen las diferentes partes que componen la máquina debido a que no es posible hacer una parada para desmontar y caracterizar y tampoco existen planos o se han hecho modificaciones a la configuración inicial de la misma. Todo esto se suma a que generalmente el técnico en vibraciones contratado no conoce las características del proceso que se lleva a cabo en la planta y necesita realizar el trabajo en el menor tiempo posible.

En el mercado se encuentran equipos colectores de datos que en una pantalla entregan el valor rms o pico a pico de la señal de vibración de la máquina (generalmente en velocidad y no en aceleración). Dichos equipos aunque relativamente económicos (del orden de los 600 a 3000 dólares sin incluir el valor del flete y la importación) requieren de personal especializado que pueda interpretar los datos obtenidos.

Aún con el personal técnico capacitado estos dispositivos carecen de la capacidad de entregar los datos de origen por su limitada memoria incorporada y no poseen un software especializado para diagnóstico de fallas y establecimiento de niveles de alarma. Otros equipos, que podrían llamarse de alto nivel poseen un costo entre los 5000 y los 10000 dólares sin incluir flete y gastos de importación. Dichos equipos poseen una amplia gama de formas de análisis de onda y del espectro de frecuencias de la señal de vibración en aceleración, velocidad y desplazamiento. La particularidad de estos equipos es que poseen un software elaborado y el dispositivo permite además realizar la adquisición de señales de otros sensores para medir temperatura, ruido o fase. Estos analizadores necesitan un técnico especializado que por lo menos posea un certificado de



analista en vibraciones tipo III para que pueda aprovechar de manera adecuada los recursos del sistema de diagnóstico de fallas.

La capacitación de personal como analista en vibraciones tipo I, II, III, y IV es costosa y puede durar años (Para aprobar el examen de certificación de analista de vibraciones categoría IV es conveniente haber aprobado el examen de categoría III y tener experiencia práctica en estas técnicas al menos de 6 años).

Para implementar un sistema de monitoreo mediante el análisis de vibraciones, se requiere detectar todo tipo de falla que ocurre durante la operación de la máquina rotativa. El rango de frecuencias a analizar cubre vibraciones producidas desde frecuencias bajas (componentes sincrónicos indicando solturas, golpe de aceite, falla en las poleas conducidas) hasta vibraciones a altas frecuencias (frecuencia de engrane en transmisiones dentadas, frecuencia de paso de alabes en máquinas hidráulicas, frecuencias de resonancia estructural, rodamientos). Esto implica que se requiera equipos que se pueden utilizar en el rango completo de las máquinas en la planta, que puede operar desde velocidades bajas hasta altas. El equipo debe estar en capacidad de procesar un rango amplio de frecuencias de las señales de vibración.

Por otro lado, a la fecha, las técnicas utilizadas en dispositivos comerciales de análisis de vibraciones se basan en el análisis de armónicos de la señal en el dominio de la frecuencia, éstas están siendo superadas por transformaciones tiempo-frecuencia y, además, por medio del entrenamiento de máquina se puede realizar un análisis automático de la señales. Los métodos tradicionales para el análisis de vibraciones basado en el estudio de componentes armónicos (FFT (Transformada de Fourier), STFT (Transformada de Fourier enventanada), Cepstrum, PSD (Densidad de Potencia Espectral)) no reflejan los cambios producidos por fallas tempranas presentes en los estados transitorios (arranque, parada), los regímenes variables de carga y velocidad y el régimen permanente de carga.

En los estados transitorios la señal de vibración de la máquina presenta un comportamiento aleatorio y en muchos casos no estacionario, debido a las características mismas de la máquina y el ruido introducido por el entorno de trabajo. El tránsito de la velocidad de rotación de la máquina desde cero hasta el punto de operación, o viceversa, pasando por puntos de resonancia de diferentes piezas de la máquina, además del cambio mismo de velocidad hacen imposible el diagnóstico de falla por medio del espectro obtenido mediante las transformaciones de Fourier. Los regímenes variables de carga y velocidad presentan problemas similares para la identificación y el diagnóstico de fallas, tales como el ruido del entorno, el cambio de velocidad y la señal de vibración la cual en estados tempranos no tiene una componente en la frecuencia definida.



APLICACIÓN INDUSTRIAL

En los últimos años la industria nacional ha implementado planes de mantenimiento basado en el diagnóstico. Hoy en día es común en los ingenios azucareros, la industria petroquímica, Cerrejón, industria papelería, entre otros, la existencia de departamentos de mantenimientos en los que utilizan el análisis de vibraciones para determinar el estado de sus equipos.

Adicionalmente a la adquisición de equipos para el análisis de vibraciones, las empresas requieren la capacitación de su personal en la aplicación de estas técnicas de análisis dentro de su empresa, que entiendan por qué se produce la vibración y la forma en que se manifiesta. El entrenamiento requiere que los operarios diferencien entre niveles de vibraciones normales, aceptables, y los estados en que se requiere atención inmediata o sustituir los equipos con problemas. Para obtener una comprensión a fondo de las diferentes firmas de vibración, los operarios necesitan experimentos controlados en un dispositivo que emule la maquinaria del mundo real. Si bien el análisis de una falla de maquinaria puede ser beneficioso, hay muchas ocasiones en que el análisis es el resultado de la interacción entre la rigidez dinámica, la resonancia, y la velocidad, entre otros tipos de fallas.

Se pretende con el presente desarrollo dar una solución a la industria nacional con el ofrecimiento de tres módulos de entrenamiento para el análisis de vibraciones. Estos módulos a escala de laboratorio permiten realizar experimentos de dinámica de rotores y el aprendizaje de firmas de vibración de las fallas de maquinaria común. Es esencial para los operarios obtener una comprensión de los espectros de vibración real.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

El análisis de vibraciones mecánicas es una de las técnicas de mantenimiento preventivo más utilizada debido al menor costo en relación con las otras técnicas, a la posibilidad de efectuarlo sin necesidad de hacer una parada en el proceso de producción y gracias a sus buenos resultados en el diagnóstico de fallas en máquinas rotativa. En el caso de los equipos rotatorios, la ventaja que presenta el análisis vibratorio con respecto a otras técnicas como tintas penetrantes, radiografía y ultrasonido, es que la evaluación se realiza durante la operación normal de la máquina, evitando con ello la pérdida en la producción que genera una detención. En el plan de mantenimiento adecuado de maquinaria utilizada en la industria, es común emplear equipos para monitorear las variaciones de las características de las vibraciones de la máquina cuando están en operación.

Esta información permite definir intervalos apropiados para el mantenimiento de la máquina, así como generar alarmas de falla inminente en la máquina. Se ha observado que el registro apropiado del mantenimiento puede mejorar la operación eficientemente, y que una



alarma de falla inminente de una máquina puede evitar daños catastróficos de la máquina a la vez que evita riesgos del personal.

En el diagnóstico de fallas en vibraciones mecánicas las transformaciones de Fourier son el método tradicional de análisis, que presenta altos porcentajes de aciertos para fallas con componentes periódicos. Este tipo de análisis, debido a su deficiencia para tratar con señales no estacionarias, se ha venido complementando con variados métodos de procesamiento de señales.

El primer paso en un análisis de la vibración es obtener un registro de datos de vibración. Los datos son entonces analizados utilizando técnicas analíticas de análisis de señales. En los últimos tiempos, una pluralidad de técnicas de análisis han sido implementadas. Las fallas más comunes tienen firmas características que las diferencian de las demás tipos de fallas. Mediante procedimientos de clasificación se pueden identificar las marcas obtenidas en las señales de vibración con el fin de identificar una falla particular.

La creación de la hoja de vida de la máquina en la que se incluya la evolución histórica de las señales de vibración, es una herramienta muy útil en el monitoreo de la condición de operación de la máquina. Un cambio brusco en la señal de la vibración podría utilizarse para detectar a tiempo una falla que está evolucionando y prevenir así una parada repentina de la máquina.

Se han implementado métodos de análisis de señal en diversos dispositivos. La patente número US 6,801,864 B2 por Neil Miller describe un dispositivo y método de medición de las señales de vibración en rodamientos, para la realización de un análisis para identificar las posibles fallas presentes o los defectos de fabricación, mediante la comparación de un nivel de alarma introducido por el usuario con el cociente entre la amplitud de la señal, en frecuencias propias de fallas, y el nivel de señal medido en las otras frecuencias. La señal pasa en principio por un filtro pasa alta, un rectificador y un filtro pasa banda configurados de acuerdo con la velocidad angular de la máquina, antes de ser llevada al dominio de la frecuencia. La mayor desventaja de este sistema es que es una herramienta limitada a rodamientos, que no permitiría el análisis de señales en otras máquinas rotativas, y que además requiere de conocimientos avanzados para el ingreso de los valores límite. Además no se plantea la comunicación con una base de datos de mediciones pasadas, ni la programación de las mediciones y análisis.

En otra patente US 6,789,030 B1 por Sean Coyle, et al., la limitación en el tipo de señales medidas se enfrenta mediante el diseño de un dispositivo único, capaz de utilizar diferentes programas que se le pueden instalar, los cuales le permiten reconocer diversos tipos de transductores conectados y le indican el procesamiento que se les realiza a cada señal. El dispositivo se conecta a un computador principal para recibir los programas requeridos y para transmitir la información medida, para almacenarla o para realizar procesamiento adicional; además el dispositivo puede recibir información



de diversas fuentes (como bases de datos, o el computador principal) que le sirvan en la toma de decisiones para los diagnósticos. La señal se pasa del transductor por un filtrado, un convertidor análogo/digital, un proceso especial de variación de la frecuencia y submuestreo, para luego pasar la señal al dominio de la frecuencia. El dispositivo tiene su propia carcasa y configuración de botones. Es de anotar que esta solución presenta dificultades en cuanto a que se crea una dependencia a un dispositivo adicional (computador principal) para el almacenamiento y procesamiento, lo cual puede resultar ineficiente cuando se utiliza en pequeñas y medianas empresas, además que requiere adicionalmente de los programas adecuados para las necesidades particulares. Tampoco se tiene en cuenta la utilización de la ruta de trabajo.

La ruta de trabajo se ha implementado antes en dispositivos analizadores de vibraciones como en las patentes US 4,612,620 por Dean T. Davis, et al., y US 4,885,707 por Robert E. Nichols, et al., en los cuales el dispositivo recibe, de un computador principal, la hoja de ruta con las máquinas que requieren medición y los datos relevantes para el análisis de cada una, con la diferencia que en la primer patente la ruta es fija y debe ser seguida en orden, mientras que en la segunda la ruta es una lista de las máquinas por medir que el usuario realiza en el orden que prefiera, accediendo a cada máquina mediante una etiqueta con código de barras, que lee con el lector que posee el dispositivo. Sin embargo se mantiene la fuerte dependencia a un computador principal (adicional al dispositivo) para las funciones de almacenamiento, procesamiento y generación de las rutas de trabajo.

Para desligar el almacenamiento de datos y las hojas de ruta del computador central la patente US 6,484,109 B1 por Dean Lofall propone la interacción de varios analizadores de vibraciones dentro de una empresa en una red P2P ("Peer to peer", de igual a igual), es decir una red en que todos los dispositivos están a la par, todos poseen toda la información de la empresa (especificaciones de máquinas, tiempos entre mediciones) y toda la información almacenada en las correspondientes mediciones en toda la empresa, y cada momento que los dispositivos estén conectados comparten entre todos toda la información. Cada uno posee toda la información. Este sistema puede ser muy útil en grandes empresas en las que hayan múltiples dispositivos operando, pero cuando hablamos de pequeñas y medianas empresas, no son tan numerosos los dispositivos (generalmente es solo uno) y las ventajas se ven disminuidas, además que no recurre al uso de una ruta de trabajo sino que se toma las mediciones de las maquinas requeridas, sin llevar un orden necesariamente.

Con la presente invención se pretende proveer un dispositivo y un método para solucionar al menos una de las limitaciones mencionadas previamente o por lo menos ofrecer al público otra opción útil.

RESUMEN DE LA INVENCION





Un primer objeto de la presente invención es presentar un nuevo equipo portable que permita capturar y analizar señales de vibración, y un método para almacenar y analizar los datos de una planta industrial que permita proteger y administrar una planta industrial incluida la maquinaria.

Otro objeto de la presente invención es la de proveer un equipo portátil recolector y analizador que puede recolectar y analizar diferentes tipos de datos en una variedad de formas diferentes.

Otro objeto de la presente invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador, y el método para caracterizar señales que incluye una interfaz para sensores de velocidad y aceleración, y también incluye una interfaz para sensores de propósito general, incluyendo sensores de desplazamiento, velocidad, aceleración, temperatura, presión y de otras variables.

La señal análoga es recibida y acondicionada en un kit de acondicionamiento que tiene conexión por puerto USB con un computador.

Otro objeto de la presente invención es proveer un equipo portable recolector y analizador que procese la señal análoga proveniente de los sensores, convirtiendo esta señal análoga a señal digital teniendo como parámetro de configuración del usuario, la frecuencia de muestreo y la frecuencia máxima esperada. Esta señal es analizada utilizando la Transformada Rápida de Fourier para obtener el espectro de frecuencia y el valor rms de la señal adquirida.

Otro objeto de la invención es proveer un equipo portable recolector y analizador en el que se disponga de un dispositivo de almacenamiento de información, en la que usuario, adicional a la información obtenida de los sensores, guarde parámetros de operación y configuración de la máquina.

Otro objeto de la presente invención es proveer un equipo portable recolector y analizador que determine la presencia de defectos en la máquina basados en el espectro de frecuencia obtenida de las señales provenientes de los sensores y en las características de operación de la máquina.

Otro objeto de la presente invención es proveer un equipo portable recolector y analizador en la que se tenga una interfaz gráfica en la que el usuario pueda visualizar el espectro de frecuencia de la señal proveniente de los sensores, calcule el valor rms, dando información al usuario sobre el estado de la máquina y los resultados de la medición. En el análisis realizado a la señal obtenida del acelerómetro, se puede configurar la interfaz gráfica para visualizar la forma de onda y el espectro de frecuencia de la aceleración, la velocidad o el desplazamiento de la vibración de la máquina.



Otro objeto de la presente invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador que incluye una interfaz para la medición de fase, como sensores ópticos o magnéticos, o encoders.

Otro objeto de la presente invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador que determine la velocidad de giro de un eje mediante el procesamiento de la señal obtenida de un sensor óptico.

Otro objeto de la presente invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador, y el método para recibir y almacenar señales de diferentes sensores y la información adicional que el usuario considere pertinente para su posterior análisis.

Otro objeto de la invención es la proveer un equipo portable recolector y analizador con capacidad para el procesamiento paralelo de la señal de varios acelerómetros, ya que el kit de acelerómetro acondiciona por separado las diferentes señales de los acelerómetros; en el software implementado en el computador, también se puede realizar el procesamiento de las señales de los diferentes acelerómetros por lo que se puede obtener diferentes señales procesadas y analizarlas lo que es muy útil en la detección de fallas de máquinas, reduciendo el tiempo completo de análisis de una planta.

Otro objeto de la presente invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador, y el método que realice el análisis de fase de la señal proveniente de dos acelerómetros que toman medidas en dos puntos diferentes de la máquina.

Otro objeto de la invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador que permita el balanceo de máquinas rotativas. El equipo permite el balanceo de máquinas rotativas en uno o dos planos. Para el balanceo el equipo tiene un sensor óptico el cual se ubica cerca del eje. El sensor óptico genera un pulso cada vez que una cinta reflectiva instalada en el eje, pasa frente al sensor con lo que se puede determinar la frecuencia de giro del motor, y permite determinar la fase del pico de la señal de los acelerómetros comparada con la marca del sensor. El software calcula la frecuencia de giro procesando la señal del sensor óptico. Para el balanceo, el software filtra la señal de los acelerómetros con un filtro pasa banda alrededor de la frecuencia de giro del eje. El pico de la señal del acelerómetro es comparado con la señal del sensor óptico para determinar la fase. El programa computacional determina, basado en las mediciones, las masas correctoras requeridas y su ubicación angular con respecto a la cinta refractiva para el balanceo de la máquina.

Otro objeto de la invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador que permita la configuración de ruta para la captura de señales en una planta. El usuario define previamente el número y tipo de máquinas en la planta, definiendo parámetros de operación como velocidad, potencia, tipo de máquina, tipos de rodamiento, reductores, y demás elementos que considere necesario. En cada máquina el usuario define los puntos en los que se realizarán las mediciones, cada punto se



refiere al sitio en el que se realizarán mediciones para su posterior análisis. En cada punto el usuario define cuantas mediciones y el tipo de señal a tomar (señal de tiempo o frecuencia, valor rms, envolvente, señal de aceleración, velocidad o desplazamiento). Adicionalmente el usuario definirá las alarmas para cada una de las mediciones realizadas. Las mediciones realizadas en toda la planta serán almacenadas en el dispositivo de almacenamiento del equipo portátil para su posterior análisis.

Otro objeto de la invención es la de proveer un equipo portable recolector y analizador que permita el análisis de orbita de un eje basada en la lectura de dos sensores de proximidad en una configuración a 90° del eje.

Reivindicaciones

1. Un equipo para medir, almacenar, procesar y analizar señales de vibración, el equipo comprende:
 - Cuatro sensores de vibración para medir y producir una señal eléctrica correspondiente a la señal de vibración;
 - Un sensor óptico para medir la velocidad del eje;
 - Dos sensores de proximidad
 - Un kit de acondicionamiento que recibe la señal eléctrica correspondiente a la vibración medida por el sensor de vibración, el kit acondiciona, filtra y muestrea la señal eléctrica;
 - Una tarjeta de adquisición que recibe la señal eléctrica con conexión por puerto usb a un computador;
 - Un computador portátil para almacenar, procesar y analizar la señal proveniente de los sensores
2. El equipo de la reclamación 1 que comprende una interfaz gráfica en la que se presentan los resultados concernientes al almacenamiento y análisis de la señal de vibración, integrado a un computador que mediante puerto usb recibe las señales eléctricas correspondientes a la vibración medida, y recibe la señal del sensor óptico que permite el cálculo de la velocidad angular de un eje; esta interfaz gráfica puede ser configurada para mostrar la señal de aceleración, o la señal de la velocidad, o la señal del desplazamiento, con sus respectivos espectros de frecuencia, forma de onda, valor rms, valor pico. En este equipo el usuario puede acceder a la información almacenada en el equipo y elaborar un informe basado en las lecturas obtenidas.
3. El equipo de la reclamación 1 que comprende la unidad de procesamiento para controlar los parámetros de operación del equipo, el cual comprende o contiene los algoritmos de procesamiento tiempo frecuencia de la señal eléctrica proveniente de los sensores de vibraciones y los algoritmos para procesar la señal eléctrica del sensor óptico para calcular la velocidad de un eje. El equipo de cómputo que contiene el algoritmo para que el usuario configure una ruta de trabajo antes de realizar una medición en la planta, y la transfiera al equipo de la reclamación 1, en la que se define
 - Equipos a medir en la planta



- Puntos de medida en cada máquina
 - Tipos de medición en cada punto de medida
4. El equipo de la reclamación 1 que comprende la interfaz gráfica para la presentación de los resultados, por medio de su hardware y software para la recepción y el almacenamiento de las señales medidas; así como el software para el almacenamiento de la señales de salida procesadas
 5. El equipo de la reclamación 1 en el cual los sensores de vibración contienen un transductor de vibraciones que produce una señal eléctrica en respuesta a la vibración y un sensor óptico que detecta la presencia de una cinta reflectiva y que produce una señal eléctrica con la que es posible la medición de fase
 6. Un equipo portátil colector de datos y sistema analizador para medir, analizar y almacenar datos que se producen en una series de máquinas que comprende
 - una carcasa dimensionada y configurada para su portabilidad por un usuario;
 - cuatro acelerómetros para medir vibraciones y que genera una señal análoga correspondiente a la vibración;
 - dos sensores de proximidad
 - una tarjeta acondicionadora de acelerómetros para acondicionar la señal análoga de la vibración desde el acelerómetro que acondiciona la señal análoga;
 - un sensor óptico que produce una señal cada vez que detecta una cinta reflectiva instalada en un eje;
 - un computador que almacena y procesa las señales de los sensores
 - Una ventana de configuración de los parámetros de operación del equipo
 - Una interfaz gráfica que presenta los resultados de procesamiento de las señales
 7. El equipo de esta reclamación, en que existe el software específico para el análisis de orbita de un eje mediante el procesamiento de la señal de dos sensores de proximidad que miden el movimiento del eje en dos ejes perpendiculares; en el cual también, la señal análoga es convertida a digital a diferentes ratas de muestreo configuradas por el usuario
 8. El sistema de la reclamación 6 en la que existe el software que procesa las señales digitales y realiza el análisis de Transformada de Fourier de la señal digital acondicionada para producir un espectro de frecuencia, que también permite calcular el valor rms y el valor pico de la señal proveniente de los sensores y el mismo software permite al usuario especificar el filtro deseado, la frecuencia máxima de muestreo, el número de líneas para el espectro de frecuencia,
 9. El equipo de la reclamación 6 en el que existe el software para el análisis de fase de la señal proveniente de dos acelerómetros que toman lecturas en dos puntos diferentes de la máquina



10. El equipo de la reclamación 1 que permite el balanceo de máquinas rotativas, que comprende

- Dos acelerómetros que capturan la señal de la vibración en dos puntos diferentes;
- Un sensor óptico que genera un pulso eléctrico al detectar una cinta reflectiva instalada en el eje de la máquina rotativa a balancear
- El software que calcula la velocidad angular a partir de la señal del sensor óptico
- El software que realiza la integración de la señal del acelerómetro para obtener la forma de onda de la señal en la variable velocidad de la vibración medida
- El software que filtra la señales de los acelerómetros con un filtro pasa banda alrededor de la frecuencia de giro del eje
- El software que determina la fase entre los acelerómetros y la señal del sensor óptico
- El software que determina el valor rms de la señal de los acelerómetros correspondiente a la frecuencia de giro del eje
- El software que determina las masas correctoras requeridas para el balanceo del eje en uno o dos planos
- La interface gráfica que presenta los resultados de la mediciones
- La interface gráfica en la que el usuario especifica las masas correctoras y la ubicación en el eje respecto al sensor óptico
- El software que elabora un reporte del balanceo realizado

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIG. 1. Diagrama de bloques del sistema para la medición y análisis de señales de vibración.

FIG. 2. Diagrama de bloques de los transductores que se pueden utilizar en el equipo de medición y análisis de señales de vibración.

FIG. 3. Imagen de pantalla de la aplicación para la medición y análisis de señales de vibración.

FIG. 4. Diagrama de bloques de los módulos presentes en la aplicación de medición y análisis de señales de vibración.

FIG. 5. Diagrama de bloques que representa el proceso de manejo de ruta en la aplicación de medición y análisis de señales de vibración.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE VERSIONES DE LA INVENCION

La **FIG. 1.** es el diagrama de bloques de un sistema **100** de medición y análisis de señales de vibración generadas en un equipo vibratorio **104**, el equipo vibratorio **104** puede incluir uno o más elementos rotacionales, y uno o más rodamientos que incluyan uno o más elementos rodantes. La vibración del equipo vibratorio **104** es recibida por los transductores **103**, los cuales envían una señal eléctrica, representativa de la vibración del equipo vibratorio **104**, a un dispositivo de adquisición de datos **102**, el cual envía la señal filtrada y transformada a un equipo de cómputo **101**, el cual posee una aplicación de software que permite la visualización de la señal



de vibración y el análisis solicitado por el usuario. El computador **101** debe incluir uno o varios microprocesadores. El microprocesador puede ser cualquier procesador convencional de propósito general, como por ejemplo los procesadores Pentium®, Core® o Serie A®. El computador **101** puede funcionar bajo el control de un sistema operativo de la familia Windows®, como Windows Vista, Windows 7 o Windows 8. El computador **101** debe poseer la aplicación de software particular que le permita la toma de los datos que recibe del dispositivo de adquisición de datos **102**. El computador **101** debe poseer medios para mostrar imágenes, como por ejemplo en una pantalla, para la visualización de la aplicación de análisis de señales y de los resultados producidos, además debe contar con medios para la entrada de datos e información, como por ejemplo un teclado, un puntero o mouse o una pantalla del tipo táctil. El computador **101** puede ser un computador de escritorio, un computador portátil, una tableta o cualquier otra configuración deseada. En la versión preferida de esta invención, el computador **101** es un computador portátil de bajo costo con una pantalla de entre 11 y 12 pulgadas, funcionando bajo sistema operativo Windows 8, con al menos una entrada de datos tipo USB y al menos una conexión para un cable de red. Las señales capturadas de los sensores pueden ser almacenados en el computador con la información adicional que el usuario considere pertinente para su posterior análisis.

La **FIG. 2**. Es un diagrama de bloques que muestra los posibles transductores **202, 203, 204** que pueden ser utilizados con el dispositivo de adquisición de datos **201**. El dispositivo de adquisición de datos **201** debe ser un dispositivo de toma de señales y de conversión de señal análoga a digital, versátil y con tasas de muestreo apropiadas. Un ejemplo de tal dispositivo de adquisición de datos es el fabricado por National Instruments con referencia NI 9234, acoplado a una interfaz NI cDAQ 9171, Los cuales nos sirve de referencia para la descripción presentada aquí. El dispositivo de adquisición de datos **201** debe poseer medios para la transmisión de datos hacia el computador, y medios de conexión a por lo menos un transductor para la toma de las mediciones de vibración, en la versión preferida de la invención la transmisión de datos al computador se realiza a través de una conexión por puertos de tipo USB y el cable correspondiente, y se cuenta con 4 conexiones a transductores, los cuales pueden llevar señales independientes. El dispositivo de adquisición de datos **201** debe realizar la conversión de las señales adquiridas del tipo análogo a digital, y debe realizar un filtrado inicial para eliminar componentes indeseables mediante filtros pasa banda, pasa alta y anti-aliasing, relacionados con la tasa de datos. El dispositivo de adquisición de datos **201** debe tener una frecuencia de muestreo adecuada para los propósitos de medición y análisis de señales de vibración. Los transductores **202, 203, 204** pueden ser acelerómetros, sensor óptico o sondas de proximidad. La versión preferida de la invención utiliza tres acelerómetros y un sensor óptico, y se apoya de cualquier combinación de los mismos para tomar los datos necesarios para cada tipo de análisis.

El equipo de vibraciones **100**, tras realizar la toma de señales, depende del computador **101** para realizar la visualización de los datos medidos y su



correspondiente análisis, para esto el computador **101** debe poseer una aplicación de análisis de señales. En la **FIG. 3**. Se presenta la imagen de pantalla del menú principal de la aplicación y su apariencia al realizar una medición. La aplicación para el análisis de las señales de vibraciones cuenta con diferentes funciones y módulos accesibles desde el menú principal. Las funciones se encuentran ubicadas a modo de pestañas en la parte superior de la pantalla, para proveer acceso eficiente desde cualquier parte del programa, y en pocos pasos a las diferentes opciones disponibles, se pretende así reducir las dificultades de operación. Al realizar las diferentes mediciones se presenta una imagen semejante a la mostrada en la **FIG. 3**. En la que se presenta, de forma directa, las opciones a las que el usuario tiene acceso para cada tipo de análisis. Estas se encuentran ubicadas justo al lado de los resultados obtenidos, para que cuando el usuario requiera diferentes opciones de visualización u opciones de análisis, estas se puedan modificar rápidamente. Los resultados se presentan de forma gráfica, mediante la forma de onda y el espectro de frecuencia, y de manera numérica mostrando el valor rms, y valor pico. Las representaciones gráficas de los resultados cuentan además con su propio juego de opciones que permiten entre otras cosas manipular el zoom. En la interfaz gráfica el usuario define previamente los parámetros requeridos para la medición, estos parámetros incluyen la frecuencia máxima a analizar, el número de frecuencias, el filtro las características del sensor.

La **FIG. 4**. Presenta el diagrama de bloques de los diferentes módulos de medición y análisis de señales de vibración, a los cuales tiene acceso el usuario mediante el menú principal (**FIG. 3.**), incluyendo los diferentes submenús y opciones particulares a cada módulo. Para todas las pantallas de análisis se presenta también la representación gráfica de los datos tomados en el tiempo. Además, como se puede ver en la **FIG. 4.**, la aplicación cuenta con funciones adicionales, que permiten una integración eficaz del dispositivo, a un ambiente de trabajo industrial común, y a programas de mantenimiento existentes. Esto se consigue principalmente mediante el módulo de manejo de ruta **FIG. 5**.

En la **Fig. 5**. se presenta el diagrama de bloques, que representa las funciones que maneja el módulo de manejo de ruta, de la aplicación generada en la presente invención. Mediante la implementación del manejo de ruta se busca facilitar la labor del área de mantenimiento, con el dispositivo de análisis de vibraciones. El objetivo principal es ordenar el inventario de las máquinas que requieren análisis de vibraciones, y organizar las rutas requeridas, de acuerdo con la importancia de cada máquina y los planes de mantenimiento que el usuario implemente. La aplicación generada en esta invención permite el almacenamiento e identificación de cada punto de medida necesario, bajo un orden jerárquico específico **501**. Se registra e identifica cada punto de medida, de cada máquina, dentro de una ruta particular, en cada planta o área de la empresa a la que pertenece el dispositivo de análisis; en cada punto se especifica las mediciones que se deseen adquirir, en dirección vertical, horizontal y axial. Teniendo organizados cada máquina y punto de medida, no solo se permite tener una única ruta, sino que se puede rediseñar la ruta, seleccionando las mediciones que se requieren hacer,



añadiendo o quitando puntos de medida, o simplemente reordenando la ruta existente. Con el registro de cada máquina y punto de medida, se realiza una correcta identificación de la máquina y se ingresan al sistema los parámetros característicos que afectan el desarrollo del análisis, como por ejemplo la velocidad de rotación de la máquina y tipo de rodamientos, además se registran las características que se consideran como límite en los resultados obtenidos de mediciones y análisis, lo que es conocido como configuración de alarma **502**. Estas alarmas se seleccionan de manera específica para cada tipo de análisis, para cada máquina en particular. El equipo permite configurar alarmas estadísticas, por porcentaje de cambio en el espectro o con envolvente del espectro de frecuencias. Luego se deben incluir las condiciones de realización de cada análisis, las características de la toma de datos **503**, las cuales son las opciones que definen la forma en que se aplicará el análisis a las señales medidas, y la forma en que se presentarán los resultados. La última función del manejo de ruta en la presente invención es la de llevar el registro de las mediciones realizadas hasta la fecha, para poder realizar un análisis de tendencia **504**, que facilite la toma de decisiones y la formulación de juicios de valor al relacionarlas con los análisis de las señales actuales, además de poder detectar otras posibles fallas en la máquina o entorno.

En la versión preferida de la invención, todas las operaciones del sistema de análisis de vibraciones (**FIG. 4.**) son realizadas en el computador **101** (**FIG. 1.**) en la aplicación desarrollada en esta invención. Dependiendo de la versión de la invención diferentes pasos o bloques pueden ser añadidos o retirados de los módulos de análisis y/o de cada uno de sus procesos particulares (**FIG. 4. 5. 6. 7. 8.**), y el orden de los mismos puede ser modificado. Dentro de las funciones principales del sistema de análisis de vibraciones (**FIG. 4.**) se encuentra el módulo que se encarga del análisis espectral de las señales medidas en el tiempo. Este módulo es la principal herramienta que se utiliza para la determinación de las condiciones de operación del componente que es analizado, incluyendo la detección de fallos, defectos o condiciones de operación inadecuadas.

En la **FIG. 6.** Se presenta un diagrama de bloques que representa los pasos que conforman la ejecución del módulo de análisis FFT (Transformada rápida de Fourier, por sus siglas en inglés). La principal característica de este análisis es que toma la señal medida en el tiempo **601**, y entrega la representación de la señal en el dominio de la frecuencia o espectro **605**. Antes de realizar la transformación **603**, se hace uso de la herramienta ventana **602** que puede ser del tipo Hanning, Flat top o Rectangular, dependiendo del tipo de análisis requerido y el número de promedios empleados en la visualización final del espectro. También se ajusta el traslape entre ventanas que por defecto se sitúa en el 50%, todo esto permite eliminar datos indeseados en la toma de la señal de vibración. Dichas condiciones son introducidas desde el manejo de ruta **FIG. 5.** para garantizar concordancia de los datos en el análisis de tendencias, o se pueden introducir a través del menú particular del módulo. Igualmente la realización del cálculo de la FFT **603** y el promedio en frecuencia **604** se ejecutan con base en las condiciones ingresadas por el usuario particulares para cada caso. Realizadas todas las operaciones se entrega



el resultado del espectro **605**, el cual puede ser almacenado para cálculos adicionales (en otros módulos de análisis por ejemplo) o puede ser presentado de forma gráfica por el computador **101** (**FIG. 1.**) en la pantalla del equipo.

En la **FIG. 7.** se presenta el diagrama de bloques que representa el módulo de análisis de envolvente. El proceso de análisis comienza con la toma de la señal en el tiempo de la vibración **701**, desde la máquina **104** (**FIG. 1.**). La señal obtenida se pasa por un filtro pasa banda **702**, cuyos límites están determinados de acuerdo con el tipo de componente que se está midiendo (La identificación del componente se realiza a través del manejo de ruta **FIG. 5.** O se ingresan las características de forma independiente a través del menú propio del módulo). Inicialmente se realiza un filtrado pasa banda que depende del tipo de falla a localizar, generalmente este filtro es pasa alta y se entiende alta frecuencia a partir de 1000 Hz para una velocidad de rotación de la máquina de 1800 rpm. Posterior al filtrado se aplica un detector de envolvente **703**. Con base en un filtro pasa baja. Con la señal de la envolvente se aplica el módulo de análisis FFT **704** (Descrito con ayuda de la **FIG. 6.**) para obtener la señal final del espectro de la envolvente de la señal **705**. Este espectro puede ser almacenado para posteriores análisis en el computador **101** (**FIG. 1.**) y/o visualizado en pantalla.

La **FIG. 8.** Es el diagrama de bloques del módulo de análisis "Peak Vue" ("Peak Value", en inglés valor pico), el cual sigue el siguiente proceso: La señal en el tiempo **801**, medida en la máquina **104** (**FIG. 1.**), entra a un filtro pasa alta **802**, luego en el proceso **803** la señal filtrada pasa por un proceso de segmentación en el tiempo, posteriormente en **804** se determina el valor máximo para cada segmento y submuestreo. La señal procesada es analizada en el módulo FFT **805** (Descrito con ayuda de la **FIG. 6.**) y el espectro obtenido puede ser almacenado para procesos posteriores por el computador **101** (**FIG. 1.**) y/o mostrado en la pantalla del dispositivo.

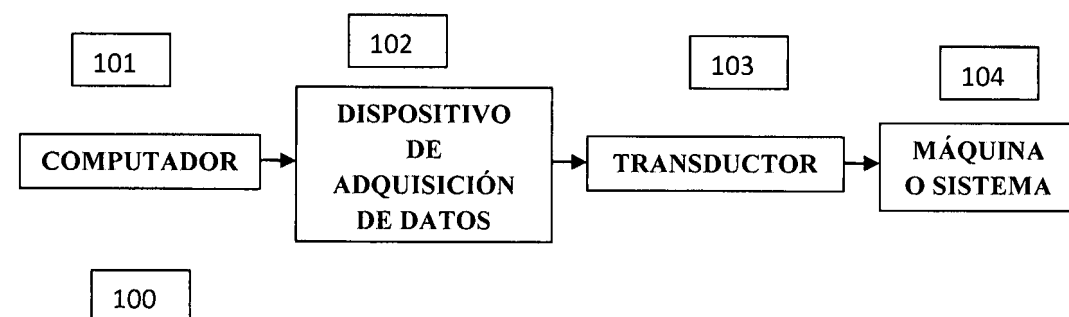


FIG. 1.

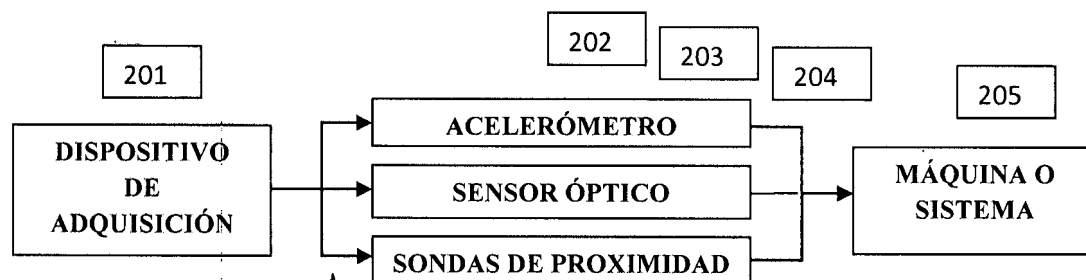


FIG. 2.

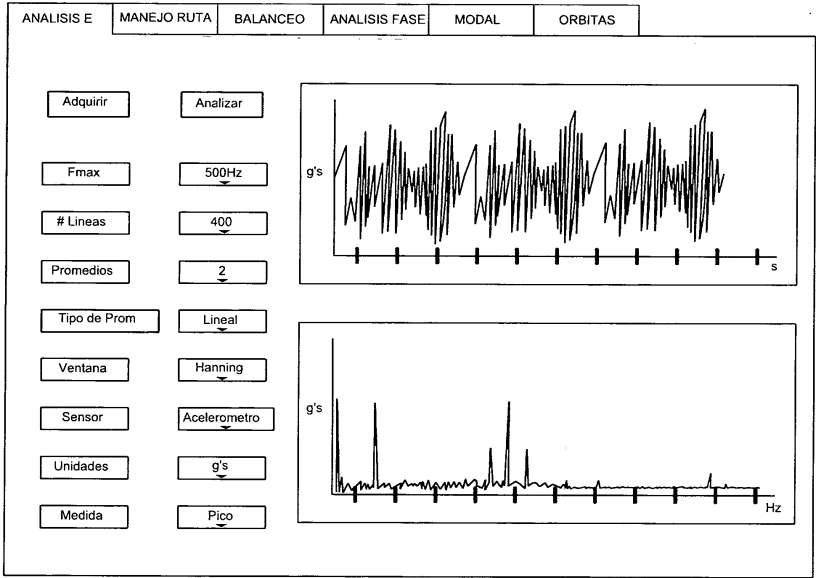


FIG 3.

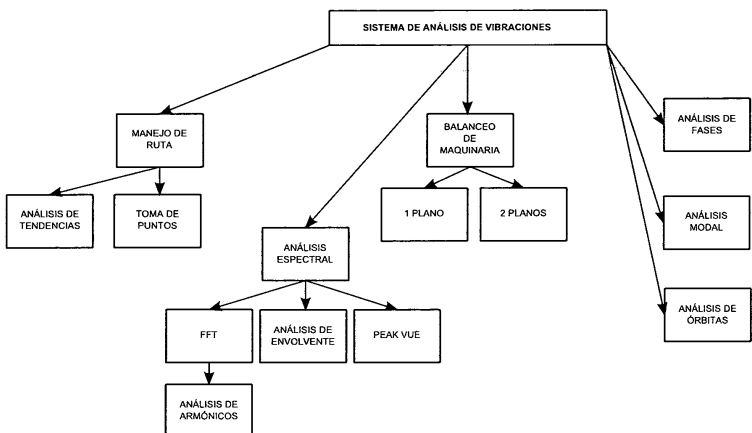


FIG. 4.

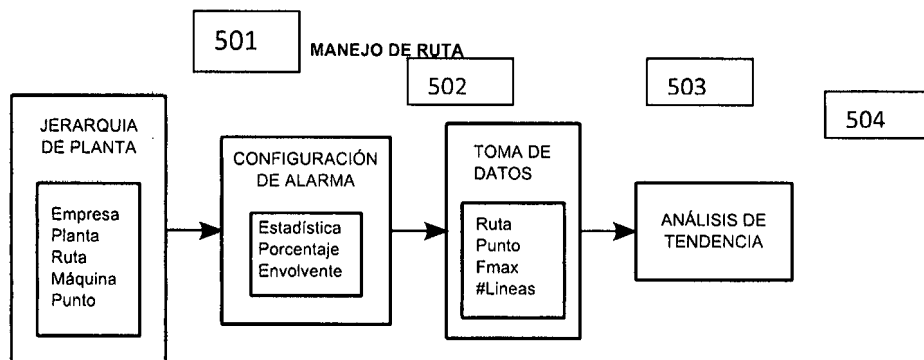


FIG. 5.

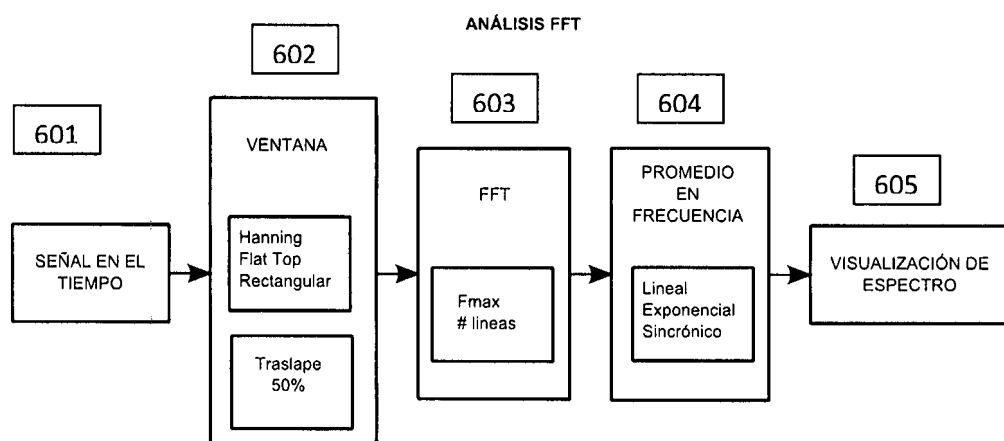
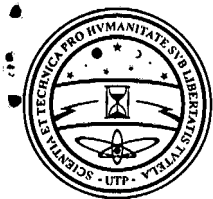


FIG. 6.

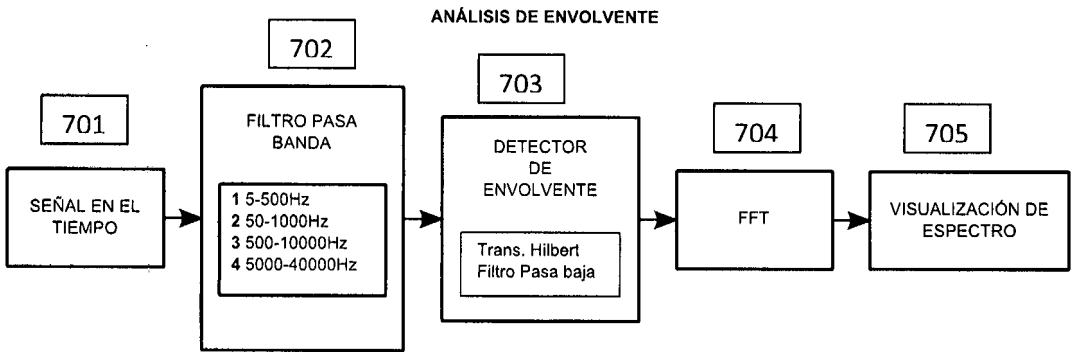


FIG. 7.

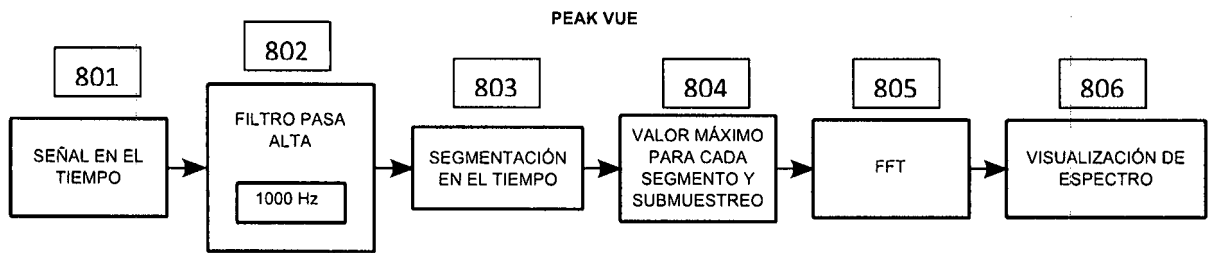
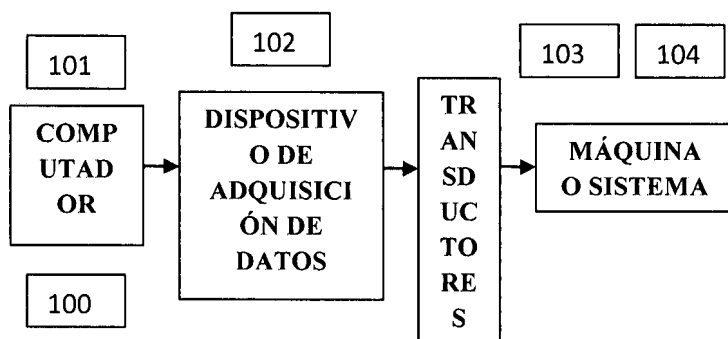
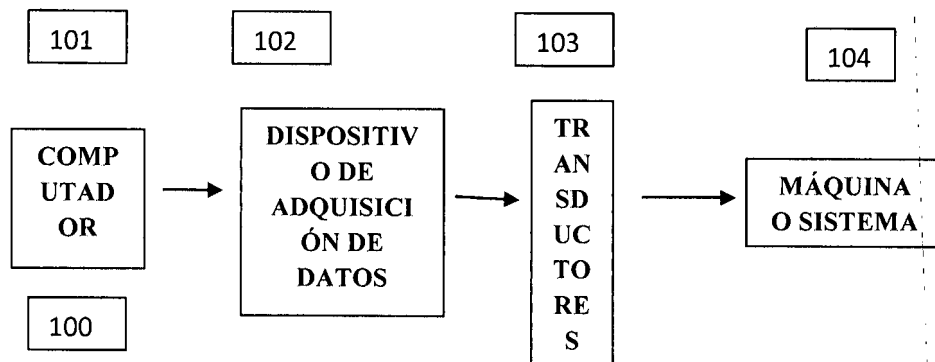
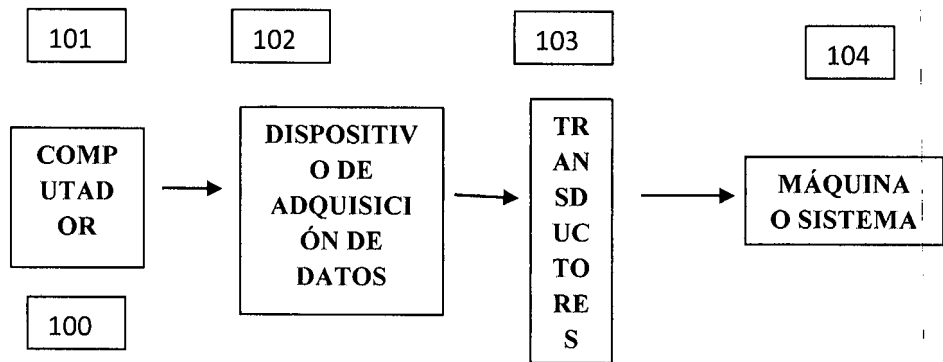


FIG. 8.







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 ☐	

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-197861- -00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:59:58 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 31

PI02-F08 (2009-11-18)