



No. 13-197652-00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:56:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 38

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

13-197652

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO Banco de pruebas para simulación
y diagnóstico de fallas en maquina rotativa

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE Universidad Tecnológica de PereiraDOMICILIO Campus La Juliana - PEREIRA74. APODERADO Pablo Julio Hernández Martínez22. BOGOTÁ, D. C., 21-agosto-2013



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-197652- -00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:56:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 38

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad	
2	TÍTULO DE LA INVENCION (200 caracteres o espacios máximos)	3	CIP Clasificación Internacional de Patentes
Banco de pruebas para simulación y diagnóstico de fallas en máquinas rotativas			
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Universidad Tecnológica de Pereira			891490035-9 NIT
5	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		No. TELÉFONO	
Campus La Julita Universidad Tecnológica		(6) 313 7114	
CIUDAD	CORREO ELECTRÓNICO		
Pereira	viceiie@utp.edu.co		
DEPARTAMENTO/ESTADO	NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN		
Risaralda	Colombia		
PAÍS DE RESIDENCIA			
Colombia			
6	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1 Quintero Riaza	Héctor Fabio		Colombiano
2 Angel Orozco	Alvaro		Colombiano
3 Henao Castañeda	Edison		Colombiano
4 Lopez Lopez	Juan Fernando		Colombiano
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	DIRECCIÓN
1 Colombia	Risaralda	Pereira	Campus La Julita UTP
2 Colombia	Risaralda	Pereira	Campus La Julita UTP
3 Colombia	Risaralda	Pereira	Campus La Julita UTP
Colombia	Risaralda	Pereira	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	
Campus La Julita UTP Bloque A ofic 316		(6) 313 7114	
CIUDAD	CORREO ELECTRÓNICO		
Pereira	p.hernandez@utp.edu.co		
PAÍS	No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL		
Colombia			
9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☒ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
			(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:		Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:		
		N° 45013161-4 Fecha 14-07-12		
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: 15 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 3 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.</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: 15 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 3 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 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: 15 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 3 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 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. Castellanos		6. Germán	6. Colombiano	
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN		CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO	PAÍS RESIDENCIA
6. Campus la Julita - urp		6. Pereira	6. Risaralda	6. Colombia
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 - 0082944

Bogotá D.C., Agosto 21 de 2013 - 09:33:59

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	535537144	24/06/2013	250.000.00

*** 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. 13-197652- -00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:56:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Follos: 38

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 - 09:33:59



Universidad
Tecnológica
de Pereira

DIVISIÓN NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E.

S.

D.

Referencia: SOLICITUD DE PATENTE EN COLOMBIA

TITULO: "**BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS**"

SOLICITANTES: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

INVENTORES: HECTOR FABIO QUINTERO - ALVARO ANGEL OROZCO - EDISON HENAO CASTAÑEDA – JUAN FERNANDO LÓPEZ LÓPEZ Y GERMAN CASTELLANOS

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 "**BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS**".

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 Pl



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 "BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS"

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 "BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS"

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 "**BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS**" 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 "**BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS**" 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 acuerdo aseguran tener pleno conocimiento o por las normas que la replacen, sustituya o complemente la misma.

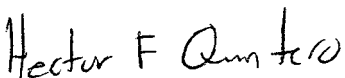


Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional
NIT: 891.480.035-9 - Apartado Aéreo: 097 - Tel. Conmutador: (57) (6) 313 7300 - Fax: 321 3206
www.utp.edu.co - Pereira (Risaralda) Colombia

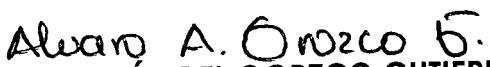
6

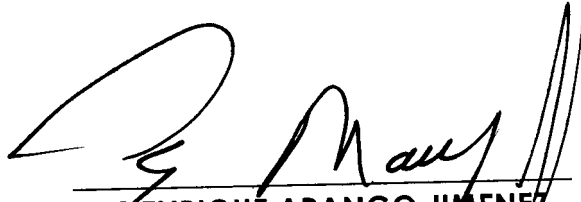
Para constancia se firma en la ciudad de Pereira a los 16 días del mes de julio del año 2013.

Docentes:


HÉCTOR FABIO QUINTERO RIAZA
C.C. 10.136.060

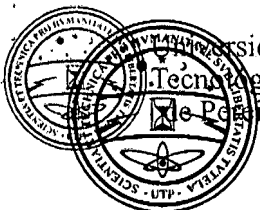

EDISON DE JESÚS HENAO CASTAÑEDA
C.C. 10.137.980


ALVARO ÁNGEL OORZCO GUTIERREZ
C.C. 10.110.951

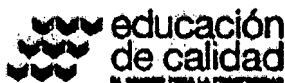

LUIS ENRIQUE ARANGO JIMENEZ
Universidad Tecnológica de Pereira







Universidad
Tecnológica
de Pereira



MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL 14-09-2011 11:09:00 AM
2011EE52357 0 1 Folio: 1 Anexo: 0
Destino: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA / CARLOS FERNANDO C
Asunto: SE RESPONDE CON RADICADO RL-0003128-2011
Oficio: OF 14 176 PEREIRA-DYCARH/16

Ministerio de
Educación Nacional
República de Colombia



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 862 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 complementan, 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-SN-PLATA PLATA, STREET-CALLE 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.1.3.6.1.4.1.23267.2.2-91208420, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.1-48, O-MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, L=BOGOTA D.C., G=JUAN, E=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

7



Universidad
Tecnológica
de Pereira

BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS

CAMPO TECNOLÓGICO DE LA INVENCION

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 un pequeño display 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



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

8



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 las 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 papelera, 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.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

ESTADO DEL ARTE

El mantenimiento es una práctica común en la industria porque permite corregir, en el caso del mantenimiento correctivo, los desperfectos o fallas que ocurren en las máquinas. Con el paso del tiempo se ha observado que corregir las fallas no es suficiente, que una rutina programada de mantenimiento preventivo es mucho más eficiente que la corrección momentánea de un problema que en la mayoría de las veces es periódico. Incluso se ha llegado a la conclusión, y con base en esto se derivan las técnicas modernas de mantenimiento, que el mantenimiento preventivo malgasta recursos y tiempo de producción de la planta. Por lo anterior se han desarrollado técnicas de mantenimiento predictivo que pretenden predecir o anticiparse a la falla de un componente de máquina sacando el mayor provecho, en tiempo de duración, de las partes al mismo tiempo que se evita una falla catastrófica que implique una parada de producción.

Las últimas tendencias en mantenimiento predictivo tienden a la integración de técnicas de monitoreo con técnicas estadísticas para el manejo de la información y por medio de simulaciones muestran como una ligera mejora en la calidad del mantenimiento puede mejorar el tiempo de sustitución de las partes del sistema, además, que se observa una disminución en el tiempo de inactividad del sistema, realizando una actualización secuencial del mantenimiento predictivo desarrollando un modelo de costos eficaz y se propone un esquema para la toma de decisiones de mantenimiento en tiempo real y se emplean técnicas de inteligencia artificial para optimizar las rutinas de mantenimiento predictivo. Entre las más modernas técnicas de mantenimiento predictivo contamos con el análisis de termografías, ultrasonido, análisis de vibraciones y análisis de aceites.

En el caso de los equipos rotativos, la ventaja que presenta el análisis vibratorio 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 parada no programada.

Frente a algunos métodos actuales, se estudian las señales de vibración de un motor de inducción de 35kW para detectar fallas en rotores rotos con análisis de Fourier, Cepstrum y modelos Autoregresivos (AR). Gary G. Yen y Phayung Meesad - proponen la aplicación de una red neurodifusa como clasificador junto a la extracción de características usando la transformada rápida de Fourier (FFT) para detectar fallas en señales de vibración provenientes de un helicóptero CH-46E de la NASA, obteniendo resultados del orden del 90%. En otros trabajos, se emplea la FFT en el diagnóstico de ellas en entornos industriales y bancos de prueba.

En trabajos recientes con transformaciones de Fourier se observa la tendencia a la implementación de sistemas combinados en tiempo real. Se aprovecha el reducido tiempo computacional de las transformaciones de Fourier junto con algún clasificador de inteligencia artificial para la clasificación de fallas. Se implementan también, sistemas de este tipo. Las señales de vibración se adquieren en tiempo real y se analizan con la transformada rápida de Fourier obteniendo un control del estado de operación de la máquina en cada instante de tiempo con porcentajes de acierto del orden de 90 %.

Entre los métodos de análisis con base en la transformada de Fourier, el análisis cepstrum, por su capacidad de hallar periodicidades en el espectrograma, ha sido principalmente usado en la detección de fallas en rodamientos.

Con el análisis cepstrum se utilizan sistemas expertos para diagnóstico de fallas en cojinetes de rodillos. Teniendo en cuenta que el cepstrum es un método permanentemente utilizado en el análisis de señales sonoras, podemos encontrar aplicaciones en el diagnóstico de fallas en máquinas por medio de ultrasonidos.

Debido a la necesidad en el análisis de vibraciones mecánicas, de estudiar fallas que producen componentes no estacionarios en la señal de vibración y por la falta de robustez en el análisis de Fourier para tratar este tipo de perturbaciones, se tomaron diferentes transformaciones tiempo-frecuencia que tradicionalmente se habían utilizado en el procesamiento





de imágenes, voz y sonar. Entre dichas transformaciones encontramos la transformada wavelete y distribuciones como la Wigner Ville y Choi Williams.

La transformada wavelete siendo un método de procesamiento de señales e imágenes encuentra un importante campo de aplicación en el diagnóstico de fallas en máquinas rotativas. Se pueden observar los resultados de la comparación del análisis efectuado vía transformada de Fourier y vía transformada Wavelete para las señales obtenidas de las fallas en motores eléctricos DC y que evidencian los beneficios de usar la transformada Wavelet como método de análisis.

Se puede observar cómo la transformada wavelet presenta excelentes resultados en la predicción de fallas en rodamientos, incluso minutos antes de ocurrir la falla. Además máquinas rotativas como ventiladores, motores eléctricos AC, cajas de transmisión, bombas hidráulicas, son otros ejemplos del empleo de la Transformada wavelet como método de análisis de vibraciones. Trabajos en detección temprana donde se emplean técnicas de procesamiento de señales no estacionarias complementado con un sistema de diagnóstico con base en máquinas de soporte vectorial (S.V.M.)

Por otra parte, durante el registro de las señales de vibración y la conformación de las respectivas bases de datos, como insumo básico en el entrenamiento y desarrollo de sistemas automatizados de soporte al diagnóstico del operador, técnico o experto, se puede evidenciar un comportamiento de cambio propio en la estructura de aleatoriedad en el tiempo (comportamiento estocástico) en la mayoría de los rasgos con alto poder discriminante. El análisis tradicional de valores puntuales, por ejemplo mediante la extracción de características utilizando FFT o wavelets, y su posterior detección usando redes neuronales o redes neurodifusas, no refleja este cambio y elimina información importante para la identificación de los estados de falla de la máquina en cuestión. Es decir, no es suficiente con emplear una herramienta poderosa para extraer los rasgos adecuados de la señal en análisis, sino que es necesario describir la estructura de aleatoriedad y el orden en el que esta estructura se desarrolla con el transcurrir del tiempo.

Uno de los métodos de caracterización de cambio dinámico de la estructura de aleatoriedad de las señales en análisis más empleados son los procesos de Markov. En este caso, de manera natural se analiza la



variabilidad del proceso estocástico. En la práctica, el modelo más empleado de descripción de aleatoriedad corresponde a las cadenas de Markov. Sin embargo, el ajuste estadístico de las mismas es una pregunta abierta, en la medida en que existen diferentes técnicas de estimación, cuyo uso efectivo depende de la estructura y orientación de proceso de las señales. En particular, para las señales de vibración se han considerado los modelos ocultos de Markov [MOM] que modelan el comportamiento dinámico de una secuencia de datos temporales y han sido usados con éxito en aplicaciones tales como reconocimiento de voz y modelado de secuencias de ADN. Específicamente, se emplean como modelos generativos que representan el comportamiento de máquinas en rotación. Por cada una de las clases presentes normal y falla, y para cada una de las condiciones de monitoreo consideradas (fallas en dientes adyacentes en ruedas dentadas, falla distribuida del diente y condiciones normales), se estima un MOM. La clasificación se realiza en dos etapas: en la primera etapa se selecciona entre las clases normal y falla. Si en la primera etapa se detecta una falla, se continúa en una segunda etapa en la que se detecta la condición de la máquina usando el mismo procedimiento que en la etapa 1. Los porcentajes de acierto alcanzan el 93% para una base de datos reducida usando un MOM discreto.

Se emplean MOM discretos para realizar la clasificación entre múltiples fallas en elementos de cojinetes de bolas, tales como la pista externa, pista interna y elementos rodantes. Por cada falla se entrena un modelo usando secuencias de observación pertenecientes a esa falla y la detección se realizando empleando el paradigma de clasificación bayesiano. Los autores aseguran obtener porcentajes de acierto del 99%. No se especifica cómo se seleccionan los parámetros del MOM.

En la actualidad un equipo de análisis de vibraciones tiene la capacidad de realizar análisis FFT de alta resolución, pudiendo llegar hasta 1'000.000 líneas de resolución, traen configurados las frecuencias de falla para un amplio rango de tipos de rodamientos, permiten visualizar diferentes parámetros de medición como desplazamiento, velocidad, aceleración, envolvente de aceleración y demodulación de las señales, permiten realizar análisis de resonancias, permiten realizar análisis modales, permiten realizar análisis de órbitas, tiene una poderosa herramienta de interpretación y diagnóstico y adicionalmente permiten que el usuario programe los niveles de alarma para la lectura de vibración de un equipo





determinado Todo lo mencionado anteriormente se conoce de primera mano en el grupo de trabajo debido a que el grupo de investigación en instrumentación y control lleva unos 10 años trabajando en procesamiento de señales y creando nuevo conocimiento en técnicas de vanguardia aplicadas a señales de todo tipo. Y el grupo de procesos de manufactura de la facultad de ingeniería mecánica cuenta con más de 10 años en trabajo de análisis de vibraciones y de brindar servicios a la industria en procesos de alineación, balanceo, y análisis de vibraciones mecánicas en máquinas rotativas. Además, la Universidad Tecnológica cuenta con un laboratorio de vibraciones mecánicas, único en la región, en donde se ponen a prueba las metodologías de análisis mencionadas y que es producto de proyectos de investigación realizados y aprobados por Colciencias.

ESTADO DEL ARTE EN PATENTES

No obstante todo lo anterior, en materia de patentes a nivel mundial, confrontando el desarrollo solicitado en patente la presente solicitud, encontramos y cotejamos:

- Walter C Hernandez. Method and apparatus for analyzing and detecting faults in bearings and other rotating components that slip. United States Patent No 5,511,422. Apr 30, 1996

Hernandez presenta un método y un sistema para analizar señales de máquinas rotativas que contienen componentes rotativos que deslizan; el sistema detecta las fallas de estos componentes. El autor se centra en la detección de fallas en rodamientos con miras a detectar fallas tempranas e impedir la falla. En los módulos diseñados en la presente patente, se utilizan diferentes técnicas de análisis tiempo frecuencia, en los que se realiza la clasificación de las diferentes tipos de falla. El modulo permite inducir diferentes tipos de falla comunes en los rodamientos con miras a clasificar cada tipo de falla, comparando la respuesta del sistema con un tipo de falla en el rodamiento, con la respuesta del sistema con rodamientos sin fallas. Permite modificar las condiciones de operación, par resistivo y velocidad angular, para estudiar el efecto de las condiciones de operación.

- Hwa N Shen, Rick a Verhaalen. Dynamically configurable process for diagnosis faults in rotating machines. United States Patent 6,560,552 B2. May 6, 2003





Shen y Verhaalen presentan una técnica para detectar problemas en máquinas rotativas mediante análisis de vibraciones en la que el usuario configura los componentes específicos y las funciones características de una instalación particular de una máquina rotativa.

COMENTARIO PROPIO

El método propuesto en nuestro trabajo se diferencia en que realiza el análisis de vibraciones en régimen variable en la que se puede detectar con mayor facilidad las fallas incipientes, para el desarrollo del algoritmo se utilizó algoritmos propios implementados en Matlab para diagnosticar la falla del elemento. En el régimen permanente se puede determinar las fallas una vez que estas fallas hayan evolucionado. El régimen variable se obtiene mediante un variador de velocidad que acciona un motor universal de 2 hp. La señal de control del regulador es programada desde Matlab enlazado con Labview, que envía la señal de control a los puertos de salida analógica de una tarjeta de adquisición National Instruments NI USB 6009

- Coy L Hays, Gary A Lenz. Method and apparatus for diagnosing a pump system, United States Patent US 6,330,525 B1. Dec 11, 2001.

Hays y Lenz presentan un aparato y un método para el diagnóstico de equipo rotativo usado en la industria, y en los procesos de control industrial. Concretamente se utiliza en el diagnóstico de turbinas, compresores, ventiladores, sopladores y bombas. Se centra principalmente en el diagnóstico de bombas centrífugas. El método se basa en la comparación de firmas de las curvas actuales de la bomba, obtenidas en el proceso de adquisición desde los sensores con las curvas originales o las curvas previas obtenidas en un análisis previo.

COMENTARIO PROPIO

La principal diferencia con el modulo que se desarrolla por nosotros, es que el análisis de las señales se utilizan diferentes técnicas tiempo frecuencia que permiten la detección de las fallas incipientes a frecuencias altas. En el análisis de la señal se analiza los tiempos transitorios, paradas y arranques de la máquina, en las que se puede detectar las fallas incipientes.





- Naresh S Iyer, Jhon E Hershey, James K Aragonés, Kai F Göebel, Weizhong Yang, Pierro P Bonissone, Charles T Hatch. Method and apparatus for signal signature analysis for event detection in rotating machinery. United Patent Number US 2007/0038392 A1. Feb 15, 2007.

Iyer y otros presentan un método para analizar vibraciones que incluye: adquirir la señal de la vibración; aislamiento de los eventos en la señal de vibración en la señal adquirida, determinar la frecuencia natural de un evento de la señal, utilizando un senoide amortiguada correspondiente a la frecuencia natural para caracterizar el evento de la señal de la vibración, utilizar la características de la senoide amortiguada para identificar la ocurrencia del evento de la señal de la vibración.

COMENTARIO PROPIO

La principal diferencia con este trabajo, está en que nuestras herramientas de análisis incluyen transformadas tiempo frecuencia utilizando algoritmos propios programados en Matlab, la adquisición de datos de los acelerómetros se realiza por una tarjeta de adquisición National Instruments NI USB 6009, mediante el software Labview, enlazado con Matlab en los que se realiza el procesamiento de datos. El modulo es una unidad de entrenamiento para formar personal capacitado para el análisis de vibraciones, y asimilar las técnicas actuales de análisis. En el modulo se puede inducir problemas de: balanceo, desalineación, fallas en rodamientos, fallas en ruedas dentadas. Adicionalmente se pueden capturar la señal del voltaje y corriente del motor utilizando la tarjeta de adquisición. Se diseño una tarjeta de acondicionamiento para ajustar las lecturas de corriente y voltaje de motor a una señal entre 0 y 5 V.

- Liming Song. System and methodology for vibration analysis and condition monitoring. United States Patent No US 2007/0032966 A1. Feb 8, 2007.

Song presenta un sistema y metodología para monitoreo continuo de equipos rotativos empleando técnicas de procesamiento adaptativo de la señal para determinar la frecuencia de giro de la máquina rotativa a partir de los datos de la vibración en el tiempo. La frecuencia de giro es determinada basado en la entrada de una muestra secuencial basada en el tiempo digitalizado de los datos de vibración adquiridos directamente





desde un transductor de vibraciones en tiempo real de la máquina. Una vez que la frecuencia de giro es determinado, análisis de la vibración en línea para la frecuencia de giro es realizado. El paso siguiente es la extracción de las características de la vibración presentes en la señal de vibración y utilizar estos valores para detectar la condición y diagnosticar fallas en la máquina.

COMENTARIO PROPIO

El trabajo nuestro se diferencia que la frecuencia de operación es un parámetro que se puede modificar para tener regímenes de operación transitorios, que permitan determinar características que en régimen de operación en estado estable no se identifican.

- Burton R Clarke, Ryan P Allgaier. Vibration analysis system and method for a machine. United States Patent NO US 7,194,383 B2. Mar 20, 2007.

Clarke y Allgaier proponen un sistema para detectar y analizar anomalías en una máquina durante la operación. El sensor incluye al menos un sensor de vibraciones, al menos otro sensor que detecten características diferentes a las vibraciones, una red neuronal para procesar los datos de la vibración, una red neuronal para procesar los datos del sensor diferente al de vibraciones, y un sistema experto para recibir los datos de salida de las redes neuronales y analizar la operación de la máquina para anomalías.

COMENTARIO PROPIO

En el módulo propuesto por nosotros se puede incorporar otro tipo de análisis en paralelo con la señal de vibración, análisis de señal acústica, análisis termográfico, análisis de la corriente y voltaje del motor, y correlacionarlo con la señal de la vibración. Adicionalmente, el programa computacional desarrollado en Matlab es abierto, en el que se puede implementar sistemas expertos para el procesamiento y análisis de las señales obtenidas.

Hidemichi Komura, Kazuo Shibata, Kazuhiro Shimomura. Fault diagnosis method and apparatus. United States Patent No US 6,625,058 B2. Sep. 30, 2003.

Komura y otros proponen una aparato para diagnosticar fallas que comprende de un sensor de vibración para detectar la forma de onda de la vibración que es generada por la maquinaria o el equipo, un equipo de





computo para obtener la distribución de frecuencia acumulativa of la forma de ondas de la vibración detectadas por el sensor de vibración, un equipo que detecta el valor máximo de la señal de vibración detectada, un equipo que calcula la relación de picos, y un equipo que diagnostica el grado de las fallas de la maquinaria o del equipo a partir de la relación de picos para las diferentes frecuencias.

COMENTARIO PROPIO

En el procesamiento de señal implementado por nosotros, se tienen técnicas tiempo frecuencia, con los que se puede inducir el tipo de falla presente en el equipo.

Carl J Dister, Frederick M Discenzo, Kenneth A Loparo. Machine diagnostic system and method for vibration analysis. United States Patent No US 6,289,735 B1. Sep. 18, 2001

Dister y otros proponen un sistema de diagnóstico que incluye un sensor de vibraciones instalado sobre una máquina para medir vibraciones. La señal de vibraciones del sensor es procesada y analizada por el sistema. Desde la frecuencia crítica conocida de un componente generando vibración, el sistema mide la amplitud de la señal de la vibración a más de una frecuencia armónica de la frecuencia crítica conocida y compara la amplitud con las amplitudes a las frecuencias armónicas adyacentes. Cuando una amplitud relativamente grande es encontrada a la frecuencia armónica, que es una frecuencia armónica cercana a la frecuencia de resonancia de la física entre el sensor de vibración y el componente que genera la vibración, el sistema analiza la forma y magnitud de la señal de la vibración alrededor de la frecuencia armónica para evaluar la condición de la máquina.

COMENTARIOS PROPIOS

El módulo diseñado por nosotros permite definir diferentes condiciones de operación: i) par resistivo variable accionado por un servomecanismo que ejerce una fuerza de fricción regulable sobre un freno instalado sobre el eje, la señal de control del servomecanismo es programada desde Matlab enlazado con Labview, utilizando los puertos de salida análogos de la tarjeta de adquisición NI USB 6008, ii) velocidad angular variable controlado por un variador de velocidad que controla un motor universal de 2 hp, la señal de control del variador es programado igualmente desde





Matlab, iii) régimen de operación constante o variable configurable mediante un archivo ejecutable elaborado en un programa computacional. De esta manera se puede observar la influencia de estos parámetros sobre la señal de la vibración. El configurar el módulo para operar a diferentes velocidades de operación permite observar si a diferentes velocidades se observan los mismos armónicos que se observan a una velocidad de operación.

RESUMEN DE LA INVENCION

DESCRIPCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS.

Los bancos de prueba para análisis de vibraciones se componen de: Sistema compuesto por una estructura de soporte en aluminio, motor eléctrico, variador de velocidad, eje, acople, volante.

Estos bancos de prueba se encuentran instrumentados por medio de acelerómetros y sensores de voltaje y corriente. Dicho hardware se complementa con un sistema de adquisición y procesamiento de las señales en tiempo-frecuencia, además de un software de diagnóstico y clasificación de fallas de desarrollo propio.

El hardware de los módulos desarrollados tiene arquitectura abierta por lo que permiten implementar nuevas técnicas de análisis, enriquecer la base datos para la clasificación de fallas, utilizar otras técnicas de análisis como señales acústicas, señales termográficas, medición de fuerzas, deformaciones o las que en un futuro se requieran incluir.

Todo el sistema anterior, está complementado o trabaja en asocio de un software de desarrollo propio, que permite la utilización de diferentes técnicas de análisis tiempo-frecuencia diferentes de la FFT, tales como Wavelets, Cepstrum, redes neurodifusas. Adicionalmente permite implementar métodos de análisis para implementar técnicas de diagnóstico de falla temprana, estimación de la vida útil de rodamientos.





Los módulos de entrenamiento permiten implementar ensayos controlados en los que se varíen las condiciones de operación como: grado de desbalanceo, velocidad de operación, grado de desalineación, estado de los rodamientos, que permiten al usuario determinar las firmas características de cada tipo de falla independiente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIO

DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

DESCRIPCIÓN DE LA FIGURAS

En la figura 1 se muestra el módulo de análisis de alineación y balanceo. En la figura 2 se muestra la vista de explosión del módulo de análisis de alineación y balanceo. La figura 3 muestra el módulo de análisis de rodamiento, y en la figura 4 se muestra la vista en explosión de este módulo. La figura 5 muestra el módulo análisis de falla en transmisiones dentadas, la figura 6 muestra la vista en explosión de este módulo.

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS DIBUJOS

En la figura 1, se muestra la estructura del módulo de análisis de fallas en balanceo y alineación. La estructura, marcada como 1, sirve de soporte a los elementos del módulo. Sobre la estructura se tiene una bandeja inferior en la que se encuentra la caja de control del módulo, marcada como 2, que en su interior tiene la tarjetas de adquisición de las señales de control y de medición del módulo, y la tarjeta acondicionadora, amplificadora y de filtrado de la señales de control y medición. El variador de velocidad, marcada como 3, regula la velocidad del motor, marcada como 5. El computador, marcado como 4, tiene la interfaz de programación del usuario; en esta interfaz el usuario especifica la velocidad de operación del motor, esta señal es enviada por puerto USB a la tarjeta de adquisición y de allí es enviada al variador de velocidad. La tarjeta de adquisición, contenida en la caja de control, recibe la señal de los sensores después de



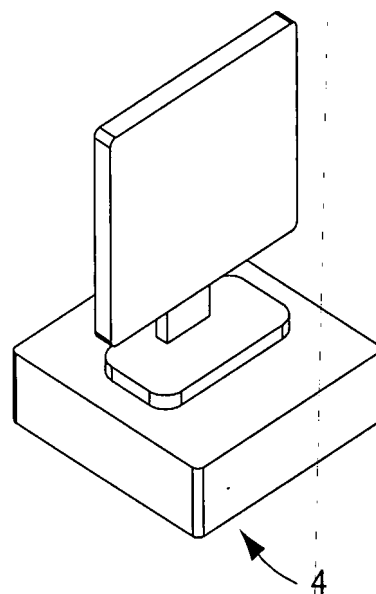
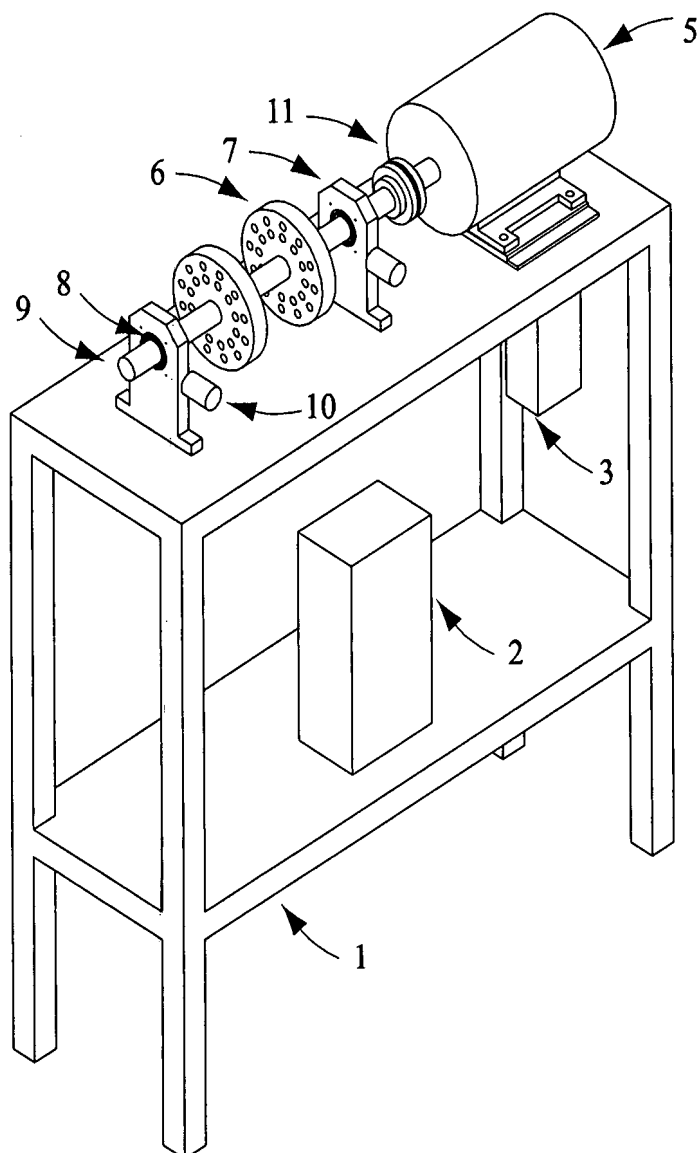
su acondicionamiento, y la envía por puerto USB al computador para su almacenamiento y procesamiento. En la interfaz gráfica el usuario visualiza la señal de los acelerómetros y los parámetros de la señal tales como el valor rms, el espectro de frecuencia, la forma de onda, y las que el usuario desee visualizar. En la interfaz se visualiza la señal de ambos acelerómetros.

El motor 5, se encarga del accionamiento del eje 9, en la que se tiene un acople rígido 11 entre el motor y el eje. Sobre el eje se tiene los volantes 6, los rodamientos 8 que se apoyan sobre el soporte de rodamiento 7, estos están unidos mediante tornillos a la mesa 1. Los volantes 6 disponen de agujeros para la instalación de masas con fines de inducir desbalanceo en el sistema. Los acelerómetros 10 se instalan sobre los soportes de los rodamientos para la medición de la vibración en el plano horizontal o vertical. Este módulo cuenta con dos volantes para inducir desbalanceo en un plano o en dos planos. La señal de los acelerómetros son llevadas a la caja de control del módulo 2, en las que se acondicionan y se llevan a la tarjeta de adquisición para luego ser enviada al computador. El estudio de fallas debido a desalineamiento se obtiene adicionando calzos entre la placa del motor 12, y el motor 5, o desplazando el motor horizontalmente sobre la placa 12.

En la figura 3 se presenta el módulo de análisis de falla en rodamientos. Este módulo se diferencia del módulo de análisis de desbalanceo y desalineación en que se tiene un acople flexible 111 entre el motor 105 y el eje 109. Adicionalmente se tiene un solo volante para la adición de contrapesos.

En la figura 5 se presenta el módulo de análisis de falla en una transmisión dentada. El motor 205 se une a la transmisión 208 mediante el acople flexible 206. Los acelerómetros 207 permite la medición de las vibraciones horizontales y verticales en el chasis de la transmisión. La transmisión cuenta con un conjunto de combinaciones dentadas con diferentes números de dientes, de dientes helicoidales y rectos para su análisis. Se dispone de ruedas en buen estado y con fallas inducidas para estudiar las vibraciones generadas por las fallas.







Universidad
Tecnológica
de Pereira

FIGURA 1. Módulo de alineación

- 1: Estructura
- 2: Caja de control
- 3: Variador de velocidad del motor
- 4: Computador
- 5: Motor
- 6: volante
- 7: Apoyo rodamientos
- 8: Rodamientos
- 9: eje
- 10: Acelerómetro
- 11: Acople Rígido



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

24

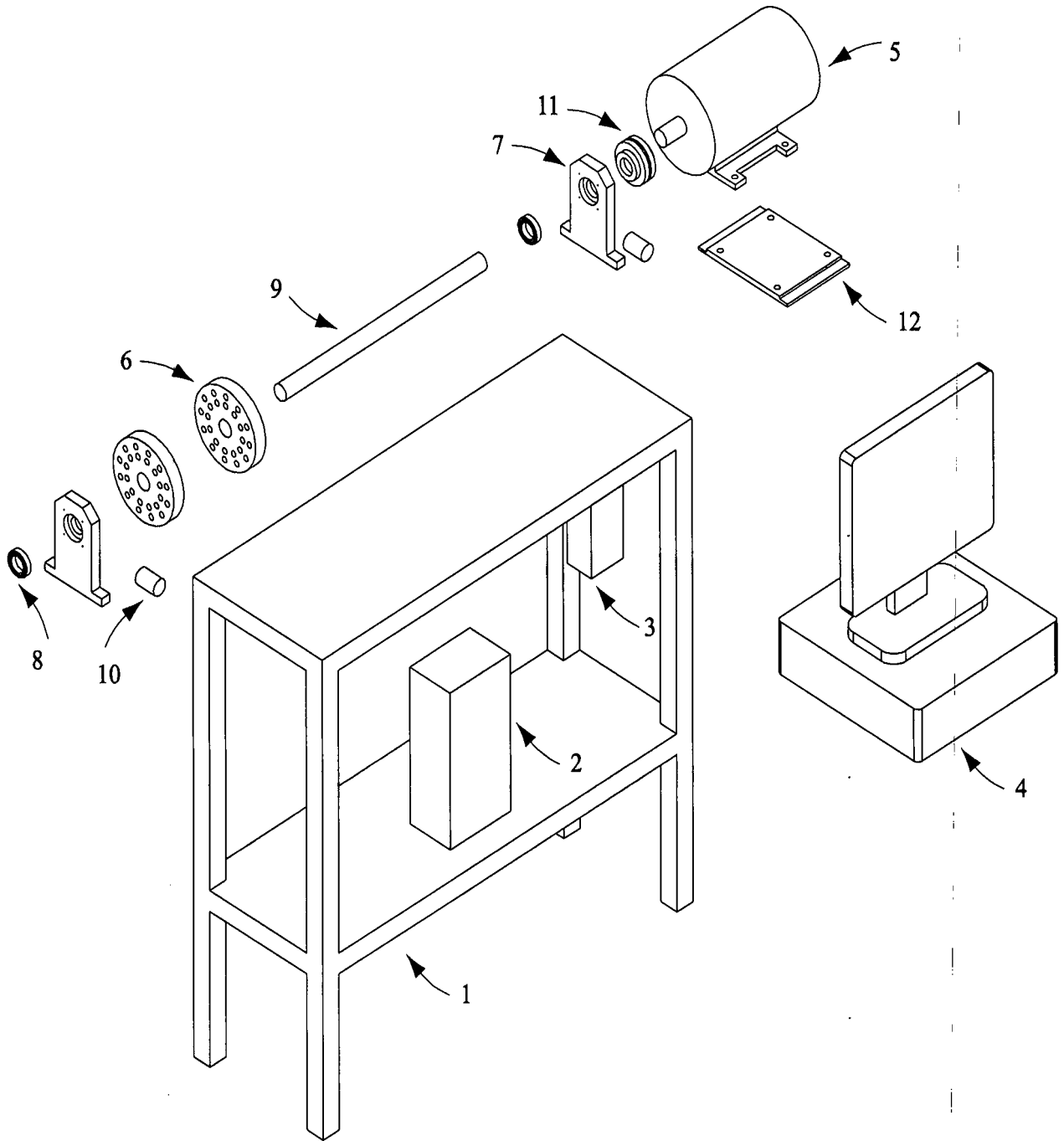




Figura 2. Módulo de alineación en explosión

- 1: Estructura
- 2: Caja de control
- 3: Variador de velocidad del motor
- 4: Computador
- 5: Motor
- 6: volante
- 7: Apoyo rodamientos
- 8: Rodamientos
- 9: eje
- 10: Acelerómetro
- 11: Acople Rígido
- 12: Placa motor

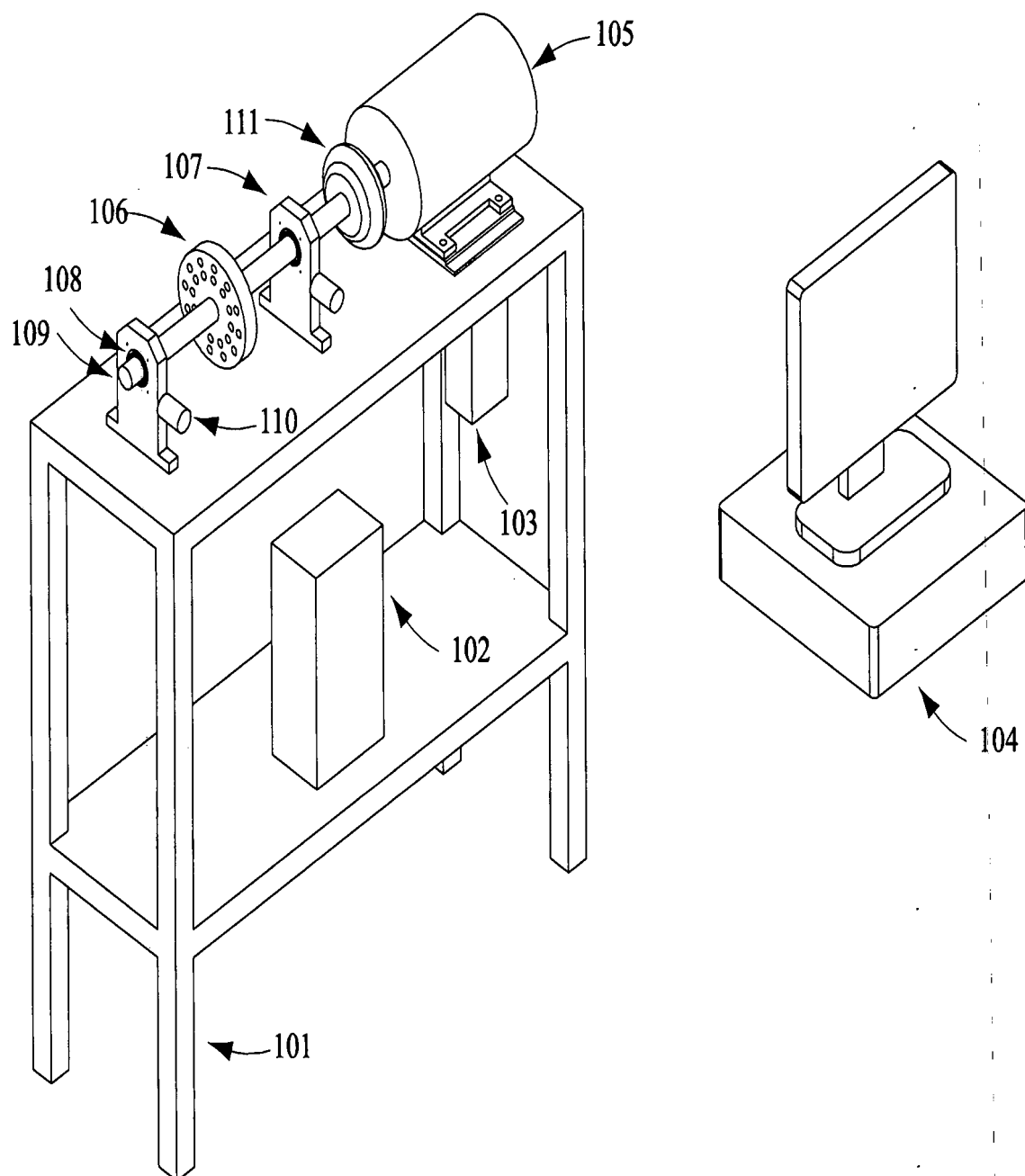




Figura 3. Módulo de rodamiento

101: Estructura

102: Caja de control

103: Variador de velocidad del motor

104: Computador

105: Motor

106: volante

107: Apoyo rodamientos

108: Rodamientos

109: eje

110: Acelerómetro

111: Acople flexible

112: Placa motor

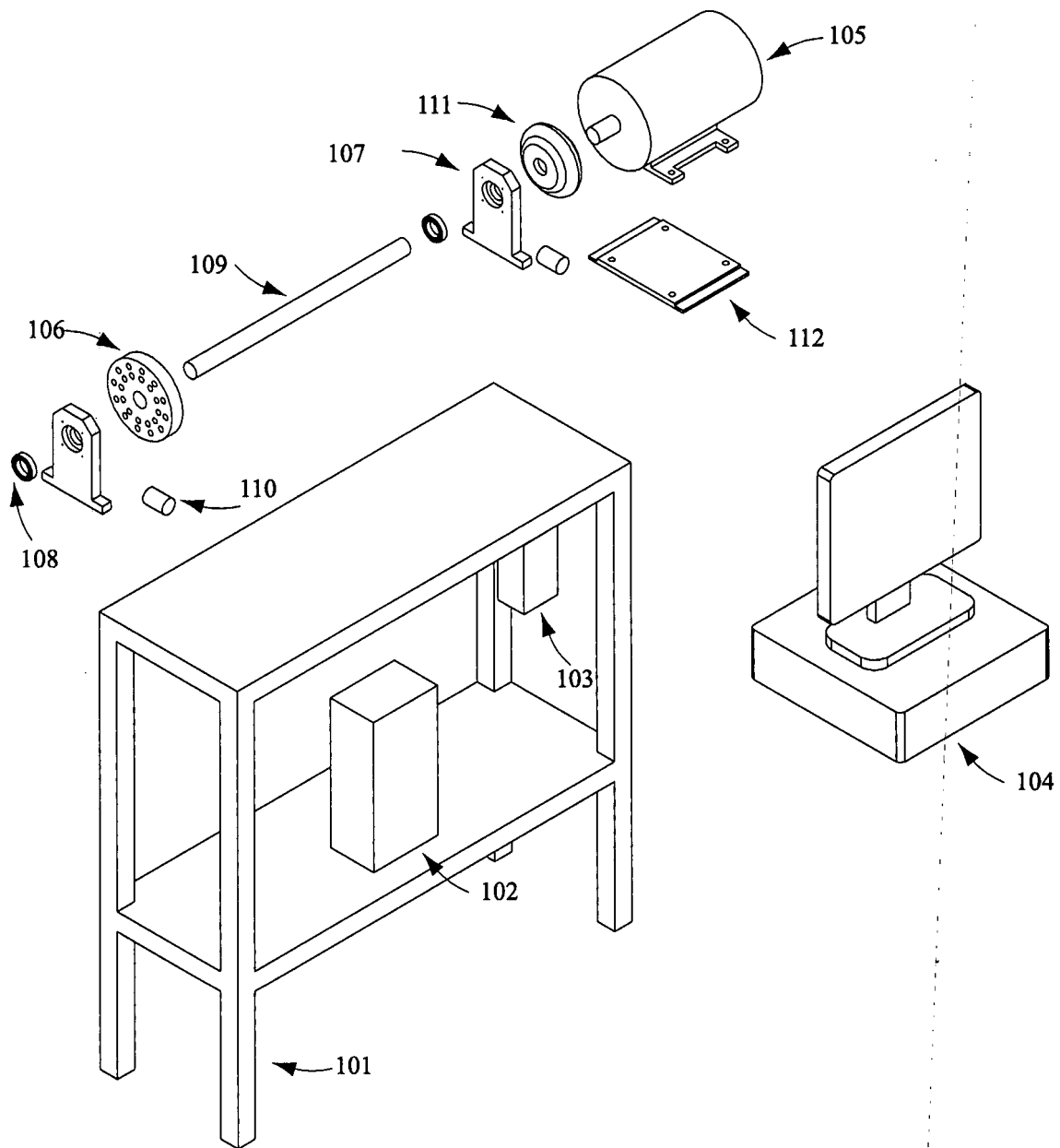




Figura 4. Módulo de rodamiento en explosión

101: Estructura	107: Apoyo rodamientos
102: Caja de control	108: Rodamientos
103: Variador de velocidad del motor	109: eje
104: Computador	110: Acelerómetro
105: Motor	111: Acople flexible
106: volante	112: Placa motor

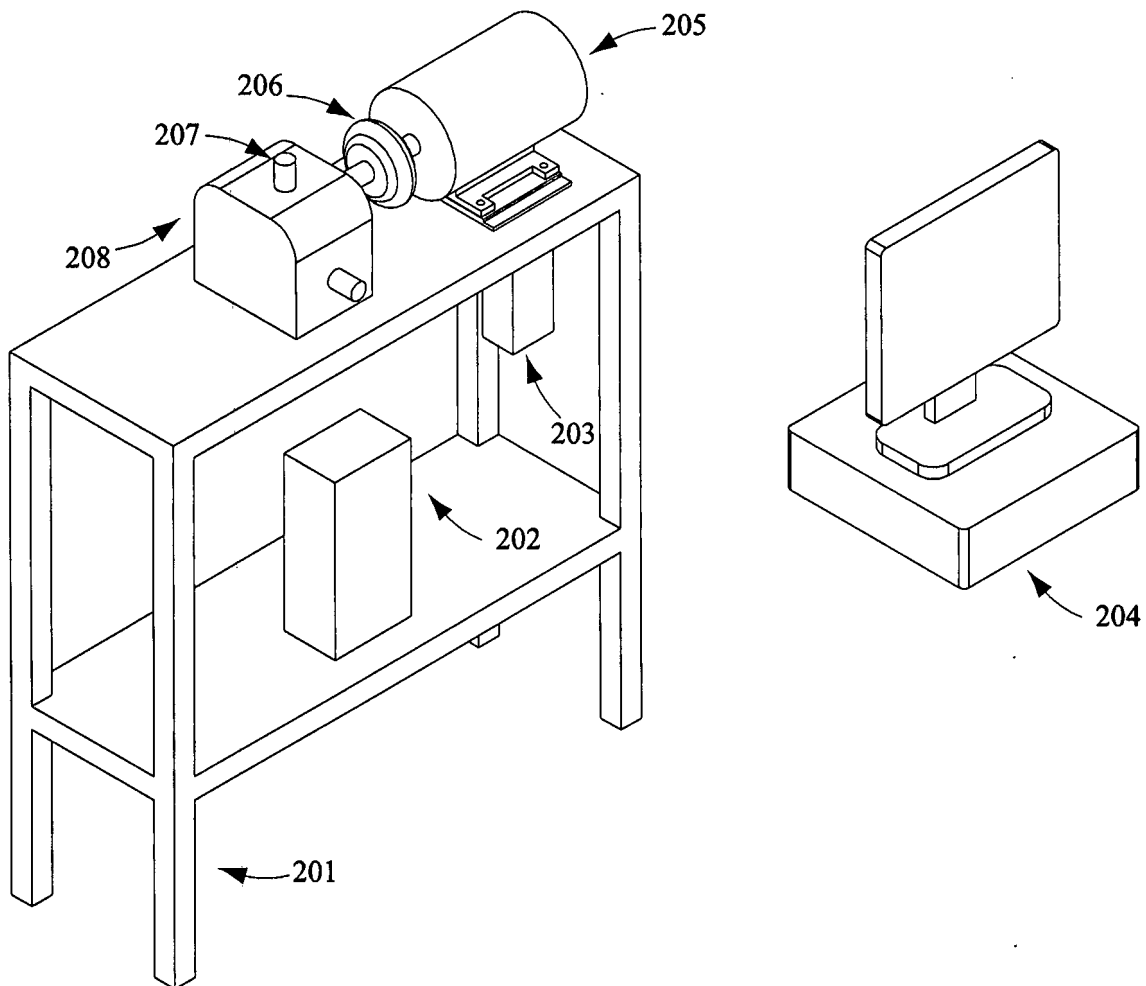


Figura 5. Módulo de transmisión

- 201: Estructura
- 202: Caja de control
- 203: Variador de velocidad del motor
- 204: Computador
- 205: Motor
- 206: Acople flexible
- 207: Acelerómetro
- 208: Transmisión dentada

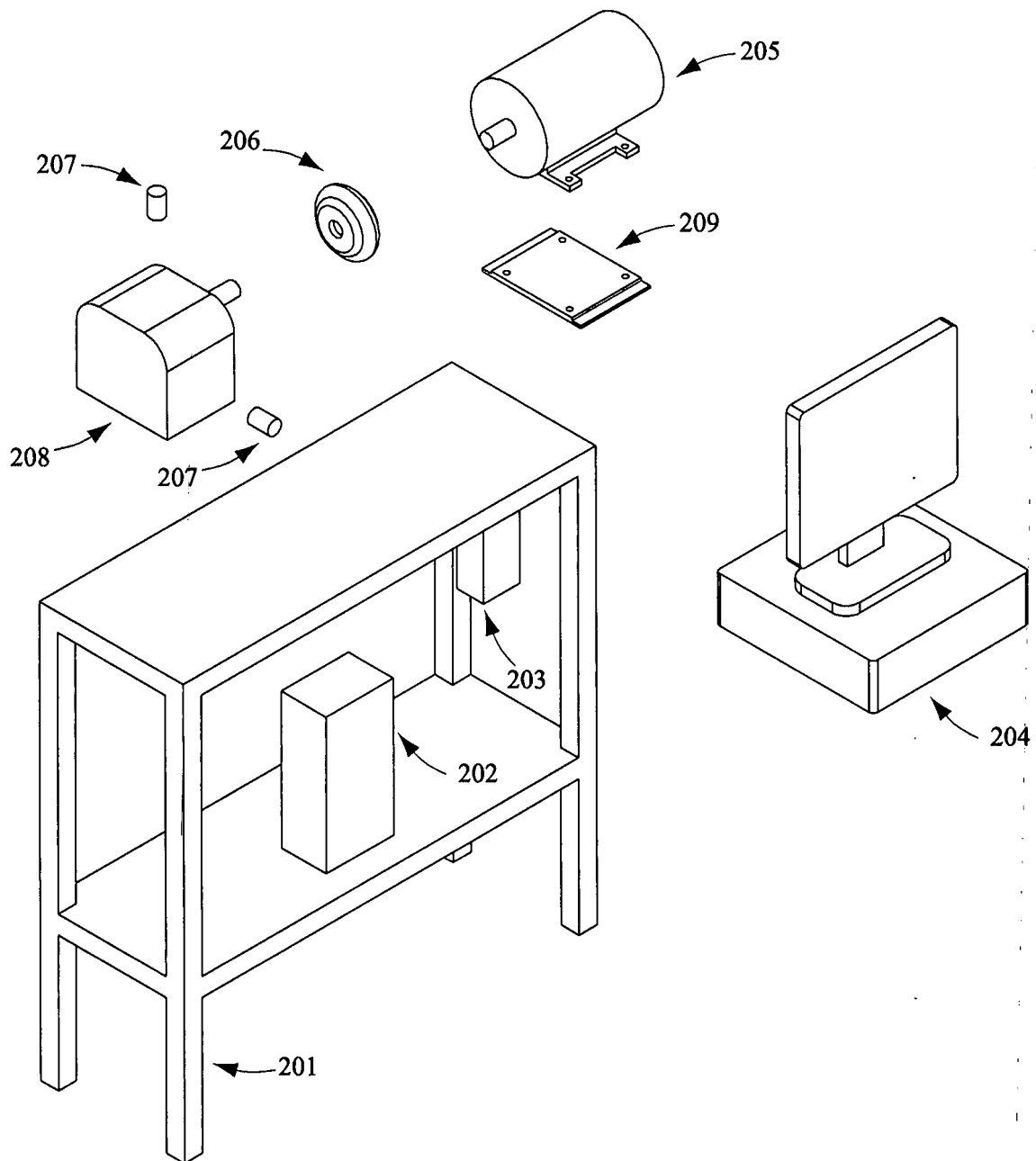




Figura 6. Módulo de transmisión en explosión

201: Estructura

202: Caja de control

203: Variador de velocidad del motor

204: Computador

205: Motor

206: Acople flexible

207: Acelerómetro

208: Transmisión dentada



REIVINDICACIONES

Respecto del "**BANCO DE PRUEBAS PARA SIMULACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN MÁQUINAS ROTATIVAS**", caracterizado por comprender:

1. Estructura
2. Caja de control
3. Variador de velocidad del motor
4. Computador
5. Motor
6. Volante
7. Apoyo rodamientos
8. Rodamientos
9. Eje
10. Acelerómetro
11. Acople Rígido
12. Acople flexible
13. Placa motor
14. Acople flexible
15. Transmisión dentada

Se reclaman o reivindican, según lo anterior, lo siguiente:

Reivindicación 1. Estructura del Banco de Pruebas, que comprende:

Una Estructura - Una Placa motor

- a) Dependiente de la reivindicación 1. Caracterizada por una estructura e forma de banco, en material y estructura resistente a desbalanceo, daño y desnivel. La estructura, marcada como 1, sirve de soporte a los elementos del módulo. Sobre la estructura se tiene una bandeja inferior
- b) Dependiente de la reivindicación 1, una placa metálica de alta resistencia y ranurada debidamente para recibir y asegurar el motor que se ubicara en la parte superior.

Reivindicación 2. El sistema de Control del Banco de Pruebas, el cual comprende:

1. Caja de control
 2. Variador de velocidad del motor
- a) Dependiente de la reivindicación 2. Caracterizada por una caja de control que en su interior tiene la tarjetas de adquisición de las señales de





control y de medición del módulo, y la tarjeta acondicionadora, amplificadora y de filtrado de la señales de control y medición.

b) Dependiente de la reivindicación 2. Caracterizada por un Variador de Velocidad del Motor que regula la velocidad del motor (describir partes técnicas del sistema variador de velocidad).

Reivindicación 3. El sistema de Simulación y Diagnostico de Fallas, la cual comprende:

1. Motor
2. Volante
3. Apoyo rodamientos
4. Rodamientos
5. Eje
6. Acelerómetro
7. Acople Rígido
8. Acople flexible
9. Transmisión dentada

a) Dependiente de la reivindicación 3. Motor caracterizado por ser un motor simple de corriente alterna, que se encarga del accionamiento del eje (complementar la descripción de forma simple y técnica esta parte)

b) Dependiente de la reivindicación 3. Volante caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

c) Dependiente de la reivindicación 3. Apoyo rodamientos caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

d) Dependiente de la reivindicación 3. Rodamientos caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

e) Dependiente de la reivindicación 3. Eje caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

f) Dependiente de la reivindicación 3. Acelerómetro caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

g) Dependiente de la reivindicación 3. Acople Rígido caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

h) Dependiente de la reivindicación 3. Acople flexible caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte y momento en que actúa)

i) Dependiente de la reivindicación 3. Transmisión dentada caracterizado por (describir de forma simple y técnica esta parte)

Queda claramente establecido que, el computador tiene la interfaz de programación del usuario; en esta interfaz el usuario especifica la

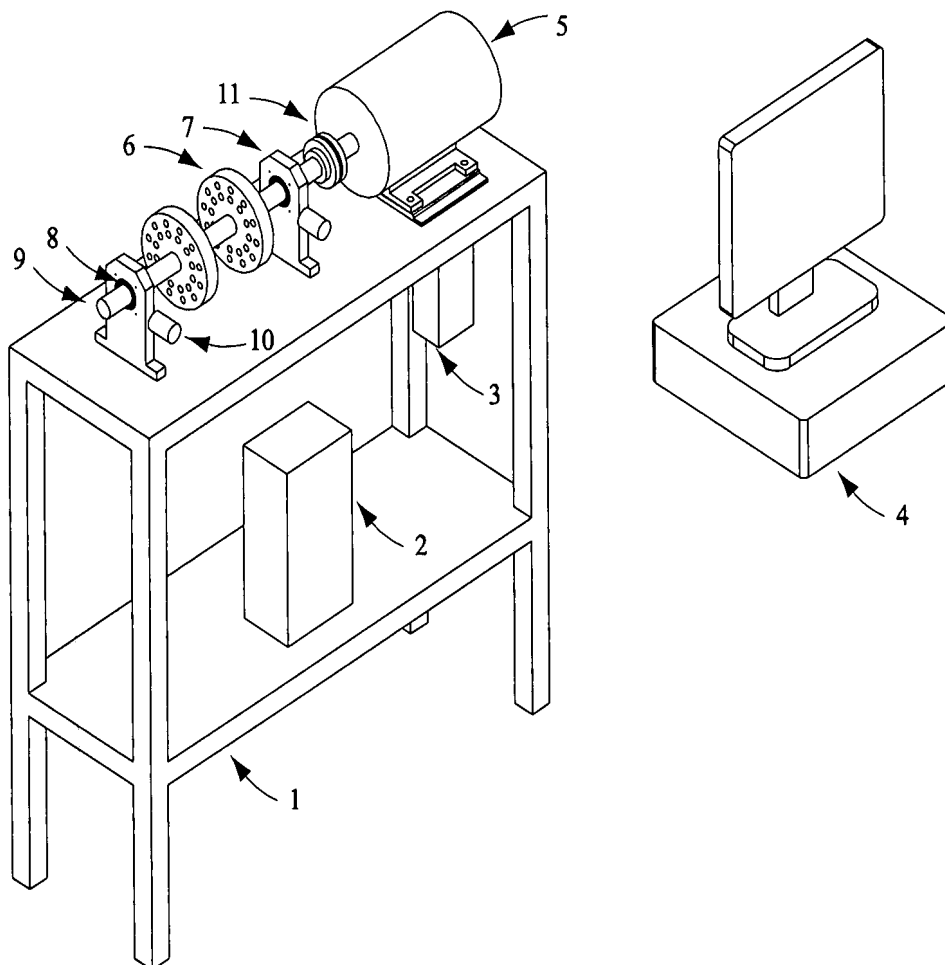


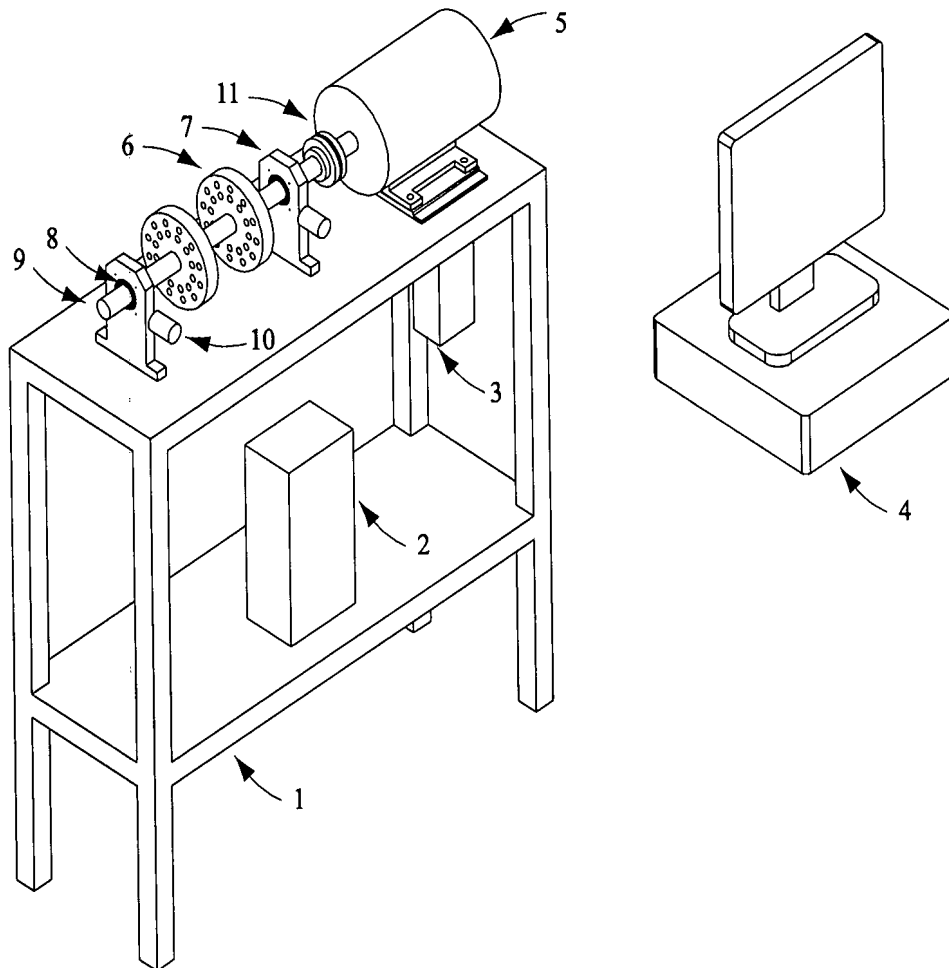


velocidad de operación del motor, esta señal es enviada por puerto USB a la tarjeta de adquisición y de allí es enviada al variador de velocidad. La tarjeta de adquisición, contenida en la caja de control, recibe la señal de los sensores después de su acondicionamiento, y la envía por puerto USB al computador para su almacenamiento y procesamiento. En la interfaz gráfica el usuario visualiza la señal de los acelerómetros y los parámetros de la señal tales como el valor rms, el espectro de frecuencia, la forma de onda, y las que el usuario desee visualizar. En la interfaz se visualiza la señal de ambos acelerómetros.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Las patentes ya mencionadas y citadas de forma debida.





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

PI02-F08 (2009-11-18)



No. 13-197862- -00000-0000

Fecha: 2013-08-21 09:56:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 38