



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LÁSER EN LOS
EQUIPOS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO
IMPLASTIC DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

TESIS DE GRADO

LUIS ANTONIO PIÑALOZA HARO

XAVIER ENRIQUE CAMACHO QUIJIJE

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

28 – Junio – 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

LUIS ANTONIO PIÑALOZA HARO

Titulada:

**“ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LÁSER EN LOS
EQUIPOS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC
DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Almendáriz
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Freire
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

28 – Junio – 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

XAVIER ENRIQUE CAMACHO QUIJIJE

Titulada:

**“ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LÁSER EN LOS
EQUIPOS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC
DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Almendáriz
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Freire
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LUIS ANTONIO PIÑALOZA HARO

TÍTULO DE LA TESIS: “ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LÁSER EN LOS EQUIPOS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC DE LA CIUDAD DE AMBATO”

Fecha de Examinación: 28 – Junio – 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Almendáriz (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Jorge Freire (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: XAVIER ENRIQUE CAMACHO QUIJIJE

TÍTULO DE LA TESIS: “ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LÁSER EN LOS EQUIPOS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC DE LA CIUDAD DE AMBATO”

Fecha de Examinación: 28 – Junio – 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Almendáriz (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Jorge Freire (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICACIÓN

Ing. MARCO ALMENDÁRIZ, Ing. JORGE FREIRE en su orden Director y Asesor del tribunal de tesis de grado desarrollado por el señor egresado:

LUIS ANTONIO PIÑALOZA HARO

CERTIFICAN:

Que luego de revisada la tesis de grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Marco Almendáriz

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Freire

ASESOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

Ing. MARCO ALMENDÁRIZ, Ing. JORGE FREIRE en su orden Director y Asesor del tribunal de tesis de grado desarrollado por el señor egresado:

XAVIER ENRIQUE CAMACHO QUIJIJE.

CERTIFICAN:

Que luego de revisada la tesis de grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Marco Almendáriz

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Freire

ASESOR DE TESIS

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Luis Antonio Piñaloza Haro

Xavier Enrique Camacho Quijije

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado principalmente a Dios a mi familia y en especial a mis padres Vicente y Bethy, ya que siempre supieron inculcar valores como respeto y responsabilidad, empleando el mejor método de enseñanza.

Y también a mis hermanos Daniel y Diego que me supieron apoyar en todo momento De igual manera dedicarle este trabajo al amor de mi vida Jessy, Y así como también de manera muy especial a mi querida y preciosa Emily Sarahí.

A mis demás familiares, amigos y compañeros.

Luis Antonio Piñaloza Haro

El presente trabajo es dedicado a mis padres por su esfuerzo, dedicación, paciencia y amor que me brindaron durante tantos años de formación en la primaria, en la secundaria y finalmente en la universidad para ser un profesional.

También a toda mi familia, conocidos y amigos que estaban siempre apoyándome para seguir adelante en esos momentos en los que tenía problemas también cuando me acompañaron en mis momentos buenos de alegría en los cuales compartimos vivencias y logramos una buena amistad.

Xavier Enrique Camacho Quijije

AGRADECIMIENTO

La gratitud es uno de los sentimientos más nobles que posee los seres humanos, por ello mis más sinceros agradecimientos a Dios y mis padres que siempre estuvieron apoyándonos en los momentos difíciles y por permitirme alcanzar las metas que me he propuesto.

De igual forma agradezco a la Facultad de Mecánica, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por haberme acogido en sus aulas y por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad.

A mis profesores por todos los conocimientos impartidos durante mi ciclo de estudio.

Mi agradecimiento también al Ing. Jaime Alvarado Gerente propietario de IMPLASTIC por darnos la apertura en su empresa para realizar nuestro proyecto.

Luis Antonio Piñaloza Haro

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, mis Padres y hermanos. A la facultad de mecánica a su vez a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento perteneciente a Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme acogido en sus aulas, porque en sus aulas viví experiencias muy gratas que siempre voy a recordar. Y a todos los profesores de la escuela que han sabido impartirme sus conocimientos y experiencias contribuyendo con mi crecimiento personal, formación académica y profesional.

A la vez quiero extender mi agradecimiento y gratitud al Ing. Marco Almendáriz, al Ing. Jorge Freire y al Ing. Manuel Morocho que supieron guiarnos en la realización de este presente trabajo.

Xavier Enrique Camacho Quijije

CONTENIDO

		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	2
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Análisis vibracional en máquinas industriales.....	3
2.1.1	<i>Vibración simple</i>	4
2.1.2	<i>Vibración compuesta</i>	4
2.1.3	<i>Frecuencia natural y resonancias</i>	5
2.2	Selección de transductores.....	6
2.2.1	<i>Transductores de proximidad</i>	6
2.2.2	<i>Transductores de velocidad</i>	7
2.2.3	<i>Acelerómetros</i>	8
2.3	Análisis de los espectros FFT.....	9
2.3.1	<i>La serie de Fourier</i>	10
2.3.2	<i>La transformada rápida de Fourier</i>	10
2.4	Espectros tipo utilizados en el análisis vibracional.....	11
2.4.1	<i>Desbalance</i>	11
2.4.1.1	<i>Desbalance estático</i>	11
2.4.1.2	<i>Desbalance dinámico</i>	11
2.4.1.3	<i>Rotor colgante</i>	12
2.4.2	<i>Desalineación</i>	13

2.4.2.1	<i>Desalineación angular</i>	13
2.4.2.2	<i>Desalineación paralela</i>	13
2.4.2.3	<i>Desalineación entre chumaceras</i>	14
2.4.3	<i>Holgura mecánica eje – agujero</i>	14
2.4.4	<i>Soltura estructural</i>	15
2.4.5	<i>Rotor excéntrico</i>	15
2.4.6	<i>Rotor o eje pandeado</i>	16
2.4.7	<i>Fallas en engranajes</i>	17
2.4.7.1	<i>Desgaste en los dientes</i>	17
2.4.7.2	<i>Sobrecarga en engrane</i>	17
2.4.7.3	<i>Excentricidad y/o backlash</i>	18
2.4.7.4	<i>Engranaje desalineado</i>	19
2.4.7.5	<i>Problemas de hunting</i>	19
2.4.8	<i>Fallas en bandas y poleas</i>	20
2.4.8.1	<i>Distensión</i>	20
2.4.8.2	<i>Desalineación en poleas</i>	21
2.4.8.3	<i>Excentricidad de poleas</i>	21
2.4.8.4	<i>Resonancia de bandas</i>	22
2.4.9	<i>Flujo de líquidos</i>	22
2.4.9.1	<i>Frecuencia de aspas</i>	22
2.4.9.2	<i>Cavitación</i>	23
2.4.10	<i>Fallas en rodamientos</i>	24
2.4.10.1	<i>Falla en la pista interna</i>	24
2.4.10.2	<i>Falla en la pista externa</i>	24
2.4.10.3	<i>Falla en los elementos rodantes</i>	25
2.4.10.4	<i>Deterioro de la jaula</i>	25
2.5	Reglas para el análisis de espectros.....	26
2.6	Normas para la medición y evaluación de los niveles de	27

	vibración.....	
2.6.1	<i>Tabla rathbone.....</i>	28
2.6.2	<i>Norma ISO 2372.....</i>	28
2.6.3	<i>Normas comerciales DLI.....</i>	29
2.6.4	<i>Normas ISO 10816.....</i>	30
2.7	Niveles aceptables de vibración.....	31
2.8	Alineamiento laser.....	31
2.8.1	<i>Características y ventajas.....</i>	32
2.8.2	<i>Características técnicas.....</i>	33
2.8.3	<i>Técnica laser de corrección de angularidad y desalineamiento en bandas y poleas.....</i>	34
2.8.4	<i>Manual de instrucciones y mantenimiento.....</i>	34
2.8.4.1	<i>Uso del equipo.....</i>	35
2.8.4.2	<i>Ajuste del haz Láser.....</i>	35
2.8.4.3	<i>Mantenimiento del alineador láser.....</i>	35
2.8.4.4	<i>Ejemplo de la alineación de una polea.....</i>	35
3.	EVALUACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC	
3.1	Estado técnico de los equipos de la industria plástica del centro IMPLASTIC.....	37
3.2	Organización actual del mantenimiento.....	45
3.3	Plan de mantenimiento empleado actualmente.....	45
3.4	Planificación actual de materiales, repuestos y herramientas para llevar el mantenimiento.....	46
3.5	Programa de mantenimiento empleado actualmente.....	46
3.6	Documentación actual de trabajo.....	46
3.7	Conclusión de la gestión actual del mantenimiento.....	47
.		
4.	ANÁLISIS VIBRACIONAL DE LOS EQUIPOS DE LA	

INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC.

4.1	Equipo de diagnóstico vibracional utilizado.....	48
4.1.1	<i>Descripción del equipo.....</i>	48
4.1.2	<i>Principio de funcionamiento del Detector II.....</i>	49
4.1.3	<i>Conexión del Detector II al software Trendline 2.....</i>	50
4.2	Diseño de fichas de datos, características y diagramas de ubicación de los puntos de medición de los equipos de la industria plástica del centro IMPLASTIC.....	52
4.3	Configuración del sistema.....	59
4.4	Creación de rutas de medición.....	64
4.5	Sentidos de medición.....	65
4.6	Análisis de los espectros obtenidos en los equipos de la Industria plástica del Centro IMPLASTIC.....	66
4.6.1	<i>Espectros de la sopladora 1 del motor 1.....</i>	66
4.6.1.1	<i>Espectros del punto M1SOP 1R.....</i>	66
4.6.1.2	<i>Espectros del punto M1SOP 1T.....</i>	67
4.6.1.3	<i>Espectros del punto M1SOP 1A.....</i>	68
4.6.1.4	<i>Espectros del punto M1SOP 2R.....</i>	69
4.6.1.5	<i>Espectros del punto M1SOP 2T.....</i>	70
4.6.1.6	<i>Espectros del punto M1SOP 2A.....</i>	71
4.6.2	<i>Espectros de la sopladora 1 del motor 2.....</i>	72
4.6.2.1	<i>Espectros del punto M2SOP 3R.....</i>	72
4.6.2.2	<i>Espectros del punto M2SOP 3T.....</i>	73
4.6.2.3	<i>Espectros del punto M2SOP 3A.....</i>	75
4.6.2.4	<i>Espectros del punto M2SOP 4R.....</i>	76
4.6.2.5	<i>Espectros del punto M2SOP 4A.....</i>	77
4.6.2.6	<i>Espectros del punto M2SOP 4T.....</i>	79
4.6.3	<i>Espectros de la sopladora 2.....</i>	80
4.6.3.1	<i>Espectros del punto MSOP 1R.....</i>	80

4.6.3.2	<i>Espectros del punto MSOP 1T</i>	81
4.6.3.3	<i>Espectros del punto MSOP 1A</i>	82
4.6.3.4	<i>Espectros del punto MSOP 2R</i>	83
4.6.3.5	<i>Espectros del punto MSOP 2T</i>	84
4.6.3.6	<i>Espectros del punto MSOP 2A</i>	85
4.6.4	<i>Espectros del enfriador</i>	86
4.6.4.1	<i>Espectros del punto BENF 1R</i>	86
4.6.4.2	<i>Espectros del punto BENF 1T</i>	87
4.6.4.3	<i>Espectros del punto BENF 1A</i>	88
4.6.4.4	<i>Espectros del punto BENF 2R</i>	89
4.6.4.5	<i>Espectros del punto BENF 2T</i>	90
4.6.4.6	<i>Espectros del punto BENF 2A</i>	91
4.6.4.7	<i>Espectros del punto BENF 3R</i>	92
4.6.4.8	<i>Espectros del punto BENF 3T</i>	93
4.6.4.9	<i>Espectros del punto BENF 3A</i>	94
4.6.5	<i>Espectros del chillers</i>	95
4.6.5.1	<i>Espectros del punto BCHIL 1R</i>	95
4.6.5.2	<i>Espectros del punto BCHIL 1T</i>	96
4.6.5.3	<i>Espectros del punto BCHIL 1A</i>	97
4.6.5.4	<i>Espectros del punto BCHIL 2R</i>	98
4.6.5.5	<i>Espectros del punto BCHIL 2T</i>	99
4.6.5.6	<i>Espectros del punto BCHIL 3R</i>	100
4.6.5.7	<i>Espectros del punto BCHIL 3T</i>	101
4.6.5.8	<i>Espectros del punto BCHIL 3A</i>	102
4.6.6	<i>Espectros del enfriador externo</i>	103
4.6.6.1	<i>Espectros del punto BENFEX 1R</i>	103
4.6.6.2	<i>Espectros del punto BENFEX 1T</i>	104
4.6.6.3	<i>Espectros del punto BENFEX 2R</i>	105

4.6.6.4	<i>Espectros del punto BENFEX 2T</i>	107
4.6.6.5	<i>Espectros del punto BENFEX 3R</i>	108
4.6.6.6	<i>Espectros del punto BENFEX 3T</i>	109
4.6.6.7	<i>Espectros del punto BENFEX 3A</i>	110
4.6.7	<i>Espectros del molino triturador</i>	111
4.6.7.1	<i>Espectros del punto MMOT 1R</i>	111
4.6.7.2	<i>Espectros del punto MMOT 1T</i>	112
4.6.7.3	<i>Espectros del punto MMOT 1A</i>	113
4.6.7.4	<i>Espectros del punto MMOT 2R</i>	114
4.6.7.5	<i>Espectros del punto MMOT 2T</i>	115
4.6.7.6	<i>Espectros del punto MMOT 2A</i>	116
4.7	Creación de reportes.....	117

5. ALINEAMIENTO LÁSER DE LOS EQUIPOS

5.1	Determinación de los conjuntos de medición.....	118
5.1.1	<i>Posicionamiento de las marcas de referencia</i>	118
5.1.2	<i>Alineación vertical</i>	118
5.1.3	<i>Alineación horizontal</i>	119
5.2	Medición mediante la técnica láser.....	119
5.3	Determinación de los problemas existentes.....	119
5.4	Corrección de problemas.....	122

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	124
6.2	Recomendaciones.....	125

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Norma Rathbone.....	28
2 Norma ISO 2372.....	29
3 Norma comercial DLI.....	29
4 Niveles aceptables de vibración.....	31
5 Datos técnicos del equipo.....	33
6 Estado técnico de la sopladora 1 Motor 1.....	37
7 Estado técnico de la sopladora 1 Motor 2.....	38
8 Estado técnico de la sopladora 2.....	39
9 Estado técnico del enfriador.....	40
10 Estado técnico del chillers.....	41
11 Estado técnico del enfriador externo.....	42
12 Estado técnico del molino triturador.....	43
13 Estado técnico del compresor industrial.....	44
14 Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la sopladora 1 del motor 1.....	52
15 Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la sopladora 1 del motor 2.....	53
16 Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la sopladora 2.....	54
17 Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del enfriador.....	55
18 Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del chillers.....	56

19	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del enfriador exterior.....	57
20	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del molino triturador.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Sistema vibratorio masa – resorte.....	4
2 Vibración compuesta.....	4
3 Frecuencia natural y resonancias.....	5
4 Transductor de proximidad.....	6
5 Transductor de velocidad.....	7
6 Acelerómetro.....	8
7 Desbalance estático.....	11
8 Desbalance dinámico.....	12
9 Rotor colgante.....	12
10 Desalineación angular.....	13
11 Desalineación paralela.....	13
12 Desalineación entre chumaceras.....	14
13 Holgura mecánica eje - agujero.....	14
14 Soltura estructural.....	15
15 Rotor excéntrico.....	16
16 Rotor o eje pandeado.....	16
17 Desgaste en los dientes.....	17
18 Sobrecarga en engrane.....	18
19 Excentricidad y/o backlash.....	18
20 Engrane desalineado.....	19
21 Problemas de hunting.....	20

22	Distensión.....	20
23	Desalineación en poleas.....	21
24	Excentricidad de poleas.....	21
25	Resonancia de bandas.....	22
26	Frecuencia de aspas.....	23
27	Cavitación.....	23
28	Falla en la pista interna.....	24
29	Falla en la pista externa.....	25
30	Falla en los elementos rodantes.....	25
31	Deterioro de la jaula.....	26
32	Norma DLI.....	30
33	Norma ISO 10816.....	30
34	FAG Top laser SMARTY 2.....	32
35	Ejemplo de la alineación de una polea.....	35
36	Ajuste de las marcas en las referencias.....	36
37	Equipo de medición Detector II.....	48
38	Conexión del Detector II al PC.....	51
39	Configuración IMPLASTIC.....	60
40	Configuración sección de, soplado, enfriado y trituración.....	60
41	Configuración de la sopladora1 del motor 1 y 2.....	61
42	Configuración de la sopladora 2.....	61
43	Configuración del enfriador.....	62
44	Configuración del chillers.....	62
45	Configuración del enfriador externo.....	63

46	Configuración del molino triturador.....	63
47	Sentidos de medición.....	65
48	Espectro obtenido en el punto M1SOP 1R.....	66
49	Espectro obtenido en el punto M1SOP 1T.....	67
50	Espectro obtenido en el punto M1SOP 1A.....	68
51	Espectro obtenido en el punto M1SOP 2R.....	69
52	Espectro obtenido en el punto M1SOP 2T.....	70
53	Espectro obtenido en el punto M1SOP 2A.....	71
54	Espectro obtenido en el punto M2SOP 3R.....	72
55	Espectro obtenido en el punto M2SOP 3T.....	73
56	Espectro obtenido en el punto M2SOP 3A.....	75
57	Espectro obtenido en el punto M2SOP 4R.....	76
58	Espectro obtenido en el punto M2SOP 4A.....	77
59	Espectro obtenido en el punto M2SOP 4T.....	79
60	Espectro obtenido en el punto MSOP 1R.....	80
61	Espectro obtenido en el punto MSOP 1T.....	81
62	Espectro obtenido en el punto MSOP 1A.....	82
63	Espectro obtenido en el punto MSOP 2R.....	83
64	Espectro obtenido en el punto MSOP 2T.....	84
65	Espectro obtenido en el punto MSOP 2A.....	85
66	Espectro obtenido en el punto BENF 1R.....	86
67	Espectro obtenido en el punto BENF 1T.....	87
68	Espectro obtenido en el punto BENF 1A.....	88
69	Espectro obtenido en el punto BENF 2R.....	89

70	Espectro obtenido en el punto BENF 2T.....	90
71	Espectro obtenido en el punto BENF 2A.....	91
72	Espectro obtenido en el punto BENF 3R.....	92
73	Espectro obtenido en el punto BENF 3T.....	93
74	Espectro obtenido en el punto BENF 3A.....	94
75	Espectro obtenido en el punto BCHIL 1R.....	95
76	Espectro obtenido en el punto BCHIL 1T.....	96
77	Espectro obtenido en el punto BCHIL 1A.....	97
78	Espectro obtenido en el punto BCHIL 2R.....	98
79	Espectro obtenido en el punto BCHIL 2T.....	99
80	Espectro obtenido en el punto BCHIL 3R.....	100
81	Espectro obtenido en el punto BCHIL 3T.....	101
82	Espectro obtenido en el punto BCHIL 3A.....	102
83	Espectro obtenido en el punto BENFEX 1R.....	103
84	Espectro obtenido en el punto BENFEX 1T.....	104
85	Espectro obtenido en el punto BENFEX 2R.....	105
86	Espectro obtenido en el punto BENFEX 2T.....	107
87	Espectro obtenido en el punto BENFEX 3R.....	108
88	Espectro obtenido en el punto BENFEX 3T.....	109
89	Espectro obtenido en el punto BENFEX 3A.....	110
90	Espectro obtenido en el punto MMOT 1R.....	111
91	Espectro obtenido en el punto MMOT 1T.....	112
92	Espectro obtenido en el punto MMOT 1A.....	113
93	Espectro obtenido en el punto MMOT 2R.....	114

94	Espectro obtenido en el punto MMOT 2T.....	115
95	Espectro obtenido en el punto MMOT 2A.....	116
96	Molino triturador.....	120
97	Compresor industrial.....	120
98	No existe desalineación en el molino triturador.....	121
99	Desalineación existente en el compresor industrial.....	121
100	Marcas de referencia en el compresor industrial.....	122
101	Alineación horizontal y vertical.....	123

LISTA DE ABREVIACIONES

FFT	Transformada rápida de Fourier.
TDF	Transformada discreta de Fourier
RPM	Revoluciones por minuto
FN	Frecuencia natural.
GMF	Frecuencia de engrane.
HT	Fórmula de hunting.
BPF	Frecuencia de paso de aspas.
BPFI	Frecuencia de paso de bola, anillo interior.
BPFO	Frecuencia de paso de bola, anillo exterior.
BFS	Frecuencia de rotación de bola.
FTF	Frecuencia fundamental del tren o jaula.
VdB	Decibeles de velocidad.
ISO 2372	Norma de análisis vibracional que se aplica a máquinas que operan en rangos de 600 a 12000 RPM.
DLI	Norma de análisis vibracional que se aplica en equipos rotativos y se basa en la frecuencia de trabajo.
ISO 10816	Norma de análisis vibracional que se aplica en equipos rotativos y se basa en la potencia de trabajo.
HP	Caballo de fuerza (Horse Power).
Hz	Hertz.

LISTA DE ANEXOS

- A** Documentos utilizados en la gestión del mantenimiento
- B** Problemas de transmisiones por bandas o correas.
- C** Reportes de medición.
- D** Estado técnico mediante la rapidez de cambio del valor de la variable
- E** Estado técnico

RESUMEN

El presente estudio de análisis vibracional y alineamiento laser con los equipos DETECTOR II y el TOP SMARTY 2 respectivamente, en la industria plástica del centro IMPLASTIC de la ciudad de Ambato, se realiza con el fin de conocer en qué estado se encuentran los motores de las máquinas pertenecientes a las áreas de soplado, enfriado y triturado para tener en cuenta el estado real de los mismos y aplicar sus respectivas correcciones mejorando su eficiencia y fiabilidad de esta manera reducir costos y por ende aumentar la producción.

En el análisis vibracional procedemos verificar el estado técnico en que se encuentran los equipos además de esto saber cuántos motores existen y cuantos puntos de medición existen para proceder a la configuración del detector una vez configurado se realizan las mediciones respectivas con su carga normal para tener mediciones exactas. Una vez obtenido los espectros se analiza y detectar que problemas poseen para indicar las posibles correcciones.

En la técnica de alineación laser procedemos a la desconexión total de los equipos y retiramos las protecciones de las poleas y realizar las comprobaciones de alineación de las poleas de forma angular y paralela luego de ello si existen procedemos a sus respectivas correcciones en el caso de existir, ya corregidas volver a comprobar su correcta alineación. Evitando de esta manera problemas futuros.

SUMMARY

The present study of vibration analysis and laser alignment equipment with DETECTOR II and TOP SMARTY 2 respectively, in the plastics industry IMPLASTIC center of the city of Ambato, is performed in order to know in what condition are the engines of machines in areas of blowing, cooled and ground to take into account the actual state of the same and apply their corrections to improve efficiency and reliability in this way reduce costs and thereby increase production.

.

In the vibration analysis we verified the equipment technical condition and the engine and measurement points numbers to align the detector, once it is configured the measurements are performed with their normal load to get exact measurements. After obtaining spectra we analyze and detect problems to indicate possible corrections.

In the technique of laser alignment we proceed to complete equipment disconnection and remove the pulleys protections and make angular and parallel pulleys alignment after that we do the respective corrections, once corrected we re-verify the correct alignment, thus avoiding future problems.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se pretende resolver inconvenientes en los equipos de la industria plástica “IMPLASTIC”. Por medio de análisis vibracional y alineamiento laser, con estos métodos de predicción se pretende encontrar la fuente de los problemas para poder eliminarlos y que los equipos sean más fiables, ya que estos equipos tienen paros imprevistos y se retrasa la producción y generan pérdidas.

1.1 Antecedentes

La producción en la industria plástica del centro IMPLASTIC de la ciudad de Ambato se ve afectada por los paros imprevistos y los tiempos de reparación de la maquinaria, lo que se refleja en pérdidas económicas, por lo que los objetivos de la empresa no se cumplen en su totalidad, y por lo cual es necesario incrementar la disponibilidad y fiabilidad de los mismos, mediante técnicas modernas de mantenimiento predictivo.

1.2 Justificación

La industria Implastic a través del mantenimiento predictivo monitorea los equipos en operación, de forma que detecte cualquier anomalía. La determinación del estado de los equipos en operación constituye una de las técnicas más importantes dentro del Mantenimiento predictivo por lo que será utilizada para la estimación y seguimiento en consecuencia, Implastic contará con un confiable análisis de tendencias o cambios de condición de sus equipos mediante el análisis vibracional y a la vez corregirá los problemas mediante la tecnología láser.

En el presente trabajo se realizará una determinación de los diferentes problemas que se presentan en los equipos de Implastic, para que mediante acciones correctivas se obtengan resultados positivos que lograrán disminuir considerablemente el tiempo improductivo de las maquinas junto con ello pérdidas productivas perjudiciales para la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Realizar el análisis vibracional y alineamiento láser en los equipos de la industria plástica del centro IMPLASTIC de la ciudad de Ambato.

1.3.2 Objetivos específicos.

Analizar la situación actual de los equipos de la fábrica IMPLASTIC en cuanto a sus características técnicas, régimen de producción y mantenimiento.

Elaborar fichas de datos y características de los equipos existentes en la fábrica.

Determinar los puntos de medición.

Efectuar las mediciones de vibración existente.

Interpretar los espectros vibracionales obtenidos.

Aplicar la técnica de alineación láser.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Análisis vibracional en máquinas industriales [1]

Una vibración es un movimiento oscilatorio de pequeña amplitud. Todos los cuerpos presentan una señal de vibración en la cual plasman cada una de sus características. De acuerdo a esto, las máquinas presentan su propia señal de vibración y en ella se encuentra la información de cada uno de sus componentes.

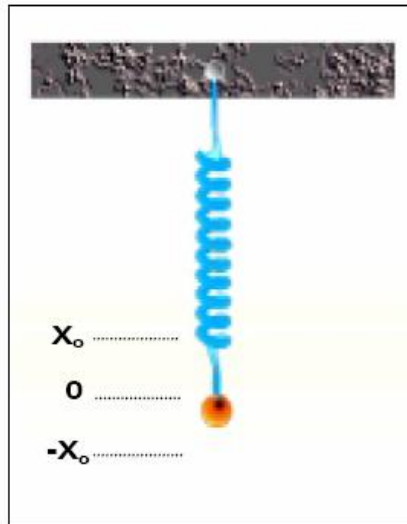
Por tanto, una señal de vibración capturada de una máquina significa la suma vectorial de la vibración de cada uno de sus componentes. Resulta de gran interés, puesto que la mayoría de máquinas están sometidas a algún tipo de vibración, y no resulta difícil, en general, establecer relación medible e interpretable raciones y algún aspecto del estado del equipo.

El hecho más significativo y de interés para evaluar el estado de un equipo sometido a una o varias actividades que dan lugar a vibraciones, es que procesos mecánicos diferentes de una máquina relacionados con aspectos a controlar, por ejemplo desbalanceo, desalineamiento, o fallos en rodamientos, producen energía a diferentes frecuencias.

Si esas frecuencias diferentes son separadas una de otra con el análisis espectral, entonces se puede identificar el fallo y su desarrollo.

2.1.1 Vibración simple. La base principal de las señales de vibración en el dominio del tiempo son las ondas sinusoidales. Estas son las más simples y son la representación de las oscilaciones puras.

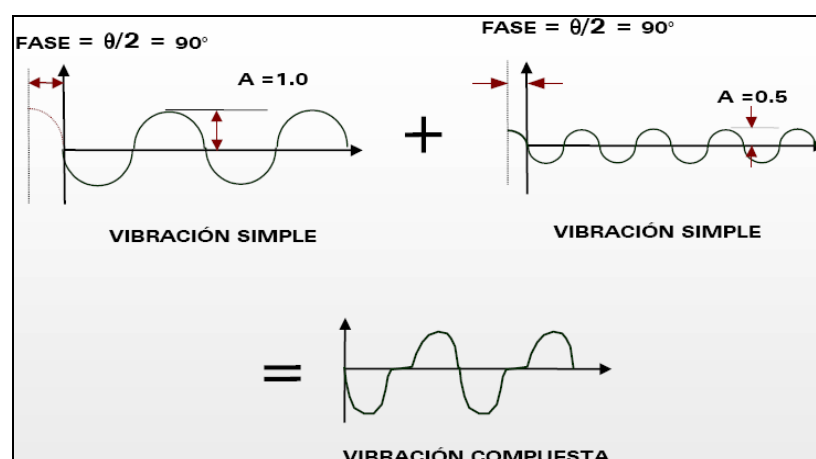
Figura 1. Sistema vibratorio masa – resorte



Fuente: [<http://seech.net/analisis%20de%20vibraciones%20en%20sistemas%20de%20potencia.html>]

2.1.2 Vibración compuesta. Una señal compuesta es una sumatoria de varias señales sinusoidales que comprenden cada uno de los componentes que se encuentran en la máquina, más todos los golpeteos y vibraciones aleatorias.

Figura 2. Vibración compuesta



Fuente: [<http://seech.net/analisis%20de%20vibraciones%20en%20sistemas%20de%20potencia.html>]

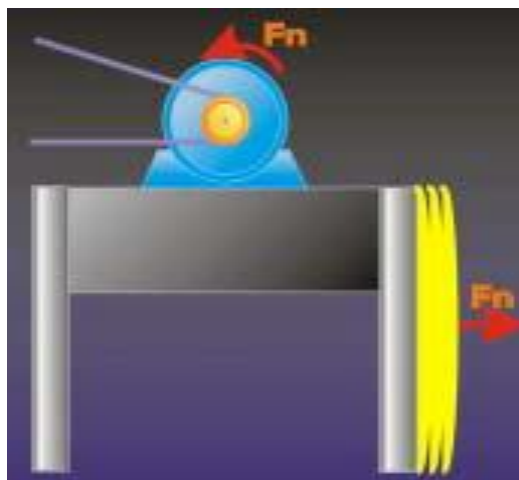
2.1.3 Frecuencia natural y resonancias. La frecuencia natural presenta un carácter muy diferente a las anteriormente nombradas, debido a que depende de las características estructurales de la máquina, tales como su masa, su rigidez y su amortiguación, incluyendo los soportes y tuberías adjuntas a ella. No depende de la operación de la máquina, a no ser que la rigidez sea función de la velocidad.

Si la frecuencia natural es excitada por un agente externo, la amplitud de vibración de la máquina se incrementará enormemente causando perjuicios que acorto o mediano plazo pueden llegar a ser catastróficos. Esto es lo que se conoce con el nombre de resonancia.

Cuando una resonancia es detectada, es necesario identificar el agente externo que la está produciendo e inmediatamente debe aislarse estructuralmente o cambiar su velocidad de operación.

La figura 3 muestra un motor que gira a una velocidad similar a la frecuencia natural de su estructura de soporte. Lo que incrementa abruptamente los niveles de vibración de la máquina.

Figura 3. Frecuencia natural y resonancias



Fuente: [<http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>]

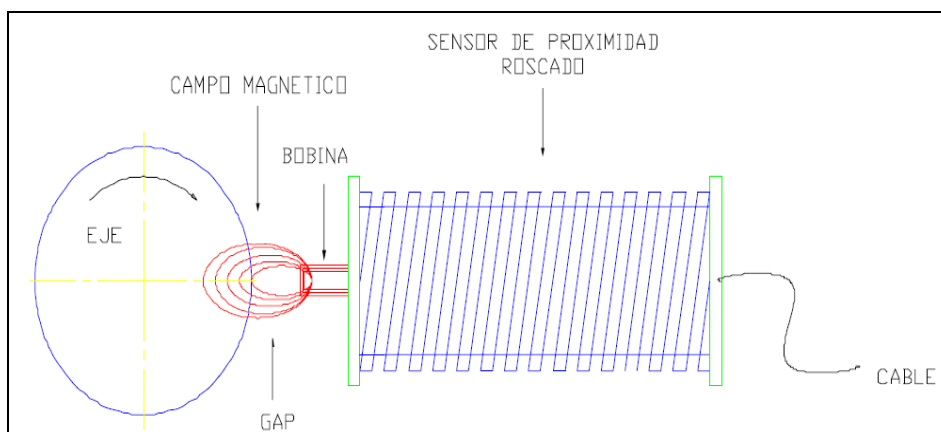
2.2 Selección de transductores. [2]

El transductor de vibraciones es un aparato que produce una señal eléctrica que es una réplica o análogo del movimiento vibratorio al cual está sujeto. Un buen transductor no debe agregar falsos componentes a la señal, y debería producir señales uniformes en todo el rango de frecuencias que nos interesa. Los diferentes tipos de transductores responden a parámetros diferentes de la fuente de vibración.

2.2.1 Transductores de proximidad. Los sensores de proximidad son también llamados sensores de no contacto. Consisten en una bobina alrededor de un núcleo ferroso que crea un campo magnético entre la punta del transductor y el eje, un cambio del espacio (gap) entre el transductor y el eje produce un cambio en el campo magnético por la generación de corrientes inducidas o parásitas de Eddy que modifican la señal proporcionalmente al desplazamiento del objeto medido. El eje debe ser electromagnético. Este tipo de sensor posee una bobina en la punta del transductor. La fuente genera una señal AC de muy alta frecuencia (señal portadora). Esta señal hace que la bobina produzca un campo magnético en la punta del transductor.

Cuando una superficie metálica se acerca o se aleja del transductor, el campo magnético se verá afectado y se producirá un cambio en la señal portadora. Este cambio instantáneo de la señal portadora es detectado produciendo en el instrumento una señal de salida que es proporcional a la amplitud de vibración.

Figura 4. Transductor de proximidad

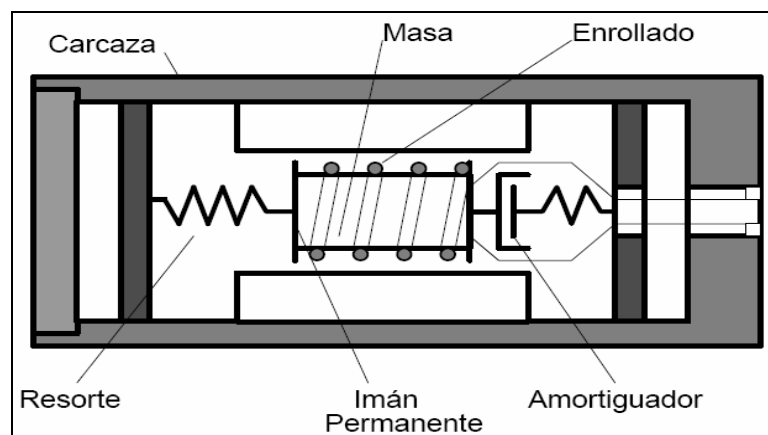


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

Es comúnmente usado en cojinetes hidrodinámicos, de baja velocidad, la medición se realiza directamente sobre el eje. Requieren calibración y una fuente externa de energía para su funcionamiento. Tienen muy buena respuesta en baja frecuencia, de 0 a 400 Hz generalmente.

2.2.2 Transductores de velocidad. Son también llamados sensores sísmicos. Está compuesto de una bobina cilíndrica y un imán permanente suspendido en resortes en la mitad en un medio fluido. Al colocarse el transductor en los soportes de rodamientos (chumaceras), la vibración transmitida produce oscilación en el magneto que induce una corriente eléctrica y diferencia de potencial en la bobina que es proporcional a la amplitud de vibración.

Figura 5. Transductor de velocidad



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

Es de uso muy común, especialmente para mediciones en soportes de rodamientos (chumaceras), no requiere de fuente externa. Puede tener problemas de interferencia del campo magnético.

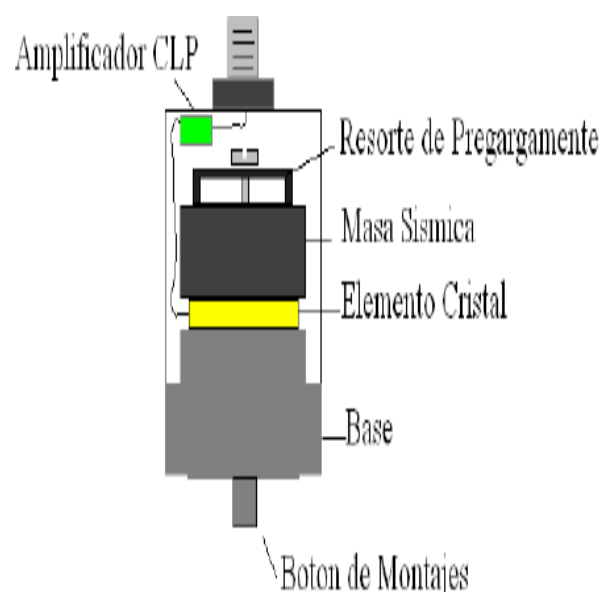
Su aplicación está especialmente en el rango de 2 Hz a 1 KHz, no es aplicable para altas frecuencias por su baja frecuencia natural. La masa del sistema es una bobina soportada por resortes. Estos transductores son diseñados para medir vibraciones preferentemente a frecuencias mayores a la frecuencia natural del sistema masa - resorte.

Un imán está firmemente unido a la carcasa del sensor y provee un campo magnético alrededor de la bobina suspendida. Cuando un conductor es movido a través de un campo magnético, o un campo magnético es movido a través de un conductor, se inducirá un voltaje en el conductor.

La cantidad de voltaje generado dependerá de la rapidez (velocidad) con la cual el conductor es desplazado en el campo magnético. Cuando la carcasa del sensores adherida a la superficie vibrante el voltaje generado es directamente proporcional a la velocidad de la parte vibrante. La señal de este sensor es bastante fuerte y puede ser transmitida típicamente, sin amplificación, hasta 30 metros.

2.2.3 Acelerómetros. Un acelerómetro es un instrumento auto generativo que produce una señal de salida proporcional a la aceleración de la vibración, consiste en un pedazo de cristal piezoeléctrico que se encuentra en contacto con una masa. Cuando se pone en contacto la armadura del sensor con el medio vibrante (chumaceras) la fuerza de excitación intenta de formar al cristal y este por sus propiedades piezoeléctricas genera una señal eléctrica como respuesta.

Figura 6. Acelerómetro



Son muy comunes, operan en una muy amplia gama de frecuencias, desde 0 hasta más de 400 KHz, son recomendables para maquinaria de alta velocidad y para detectar vibraciones de alta frecuencia en general.

El desarrollo tecnológico presenta ahora en el mercado transductores llamados acelerómetros triaxiales que tienen la capacidad de hacer mediciones en tres direcciones sin mover el transductor, con esto se logra ahorro de tiempo durante la medición

2.3 Análisis de los espectros FFT [3]

El análisis de espectros se define como la transformación de una señal representada en el dominio del tiempo hacia la representación de la misma en el dominio de la frecuencia, tiene sus raíces a principio del siglo XIX, cuando varios matemáticos lo investigaron desde una base teórica. Pero él fue un hombre práctico, un ingeniero con una educación matemática, que desarrolló la teoría en que están basadas casi todas nuestras técnicas modernas de análisis de espectros.

Este ingeniero era Jean Baptiste Fourier. El estaba trabajando para Napoleón, durante la invasión de Egipto en un problema de sobrecalentamiento de cañones, cuando dedujo la famosa Serie de Fourier para la solución de la conducción de calor. Puede parecer que hay una gran distancia entre cañones sobrecalentados y análisis de frecuencia, pero resulta que las mismas ecuaciones son aplicables en los dos casos.

Fourier más tarde generalizó la Serie de Fourier en la Transformada Integral de Fourier. La llegada del análisis de las señales digitales naturalmente llevó a la llamada Transformada Discrecional de Fourier y la Transformada Rápida de Fourier o FFT.

2.3.1 *La serie de Fourier.* La operación de la Serie de Fourier está basada en una señal de tiempo que es periódica. Esta es una señal de tiempo cuya forma se repite una cantidad infinita de veces. Fourier demostró que una señal de este tipo es equivalente a una colección de funciones senos y cosenos cuyas frecuencias son múltiplos del recíproco del período de la señal de tiempo.

El resultado un poco inesperado es que cualquier forma de onda, siempre y cuando no sea infinita en longitud, se puede representar como la suma de una serie de componentes armónicos, y la frecuencia fundamental de la serie de armónicos es uno entre la longitud de la forma de onda. Las amplitudes de los varios armónicos se llaman los coeficientes Fourier, y sus valores se pueden calcular fácilmente si se conoce la ecuación para la forma de onda. También se puede calcular gráficamente la forma de onda.

2.3.2 *La transformada rápida de Fourier.* Para adaptar la TDF para uso con computadoras digitales, la llamada Transformada Rápida de Fourier fue desarrollada. La FFT es un algoritmo para calcular la TDF de manera rápida y eficaz.

Son Cooley y Tuckey que fueron acreditados con el descubrimiento de la FFT en 1967, pero ya existía desde antes, aunque sin las computadoras que se necesitaban para explotarla. El algoritmo pone algunas limitaciones en la señal y en el espectro resultante. Por ejemplo: la señal de la que se tomaron muestras y que se va a transformar debe consistir de un número de muestras igual a un poder de dos.

La mayoría de los analizadores FFT permiten la transformación de 512, 1024, 2048, 4096 muestras. El rango de frecuencias cubierto por el análisis FFT depende de la cantidad de muestras recogidas y de la proporción de muestreo.

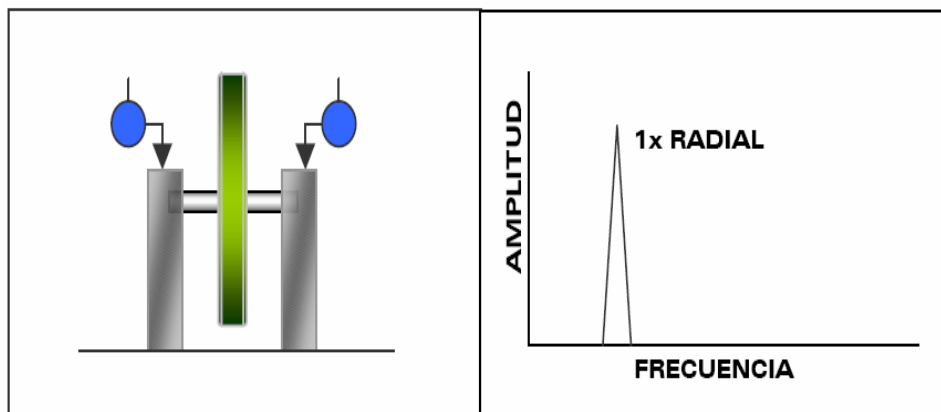
2.4 Espectros tipo utilizados en el análisis vibracional [4]

2.4.1 Desbalance.

2.4.1.1 Desbalance estático. Producido generalmente por desgaste radial superficial no uniforme en rotores en los cuales su largo es despreciable en comparación con su diámetro. El espectro presenta vibración dominante con una frecuencia igual a 1 X RPM del rotor.

Se recomienda para corregir la falla balancear el rotor en un sólo plano (en el centro de gravedad del rotor) con la masa adecuada y en la posición angular calculada común equipo de balanceo.

Figura 7. Desbalance estático

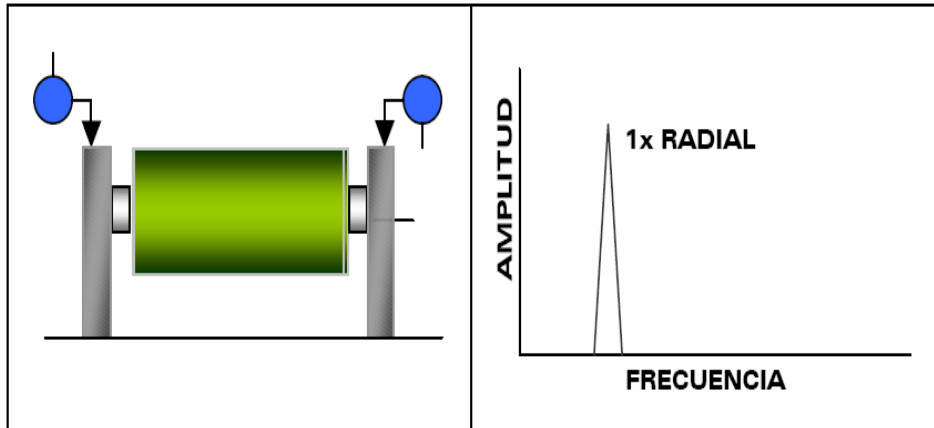


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.1.2 Desbalance dinámico. El desbalance dinámico ocurre en rotores medianos y largos. Es debido principalmente a desgastes radiales y axiales simultáneos en la superficie del rotor. El espectro presenta vibración dominante y vaivén simultáneo a frecuencia igual a 1X RPM del rotor.

Se recomienda para corregir la falla balancear el rotor en dos planos con las masas adecuadas y en las posiciones angulares calculadas con un equipo de balanceo dinámico.

Figura 8. Desbalance dinámico

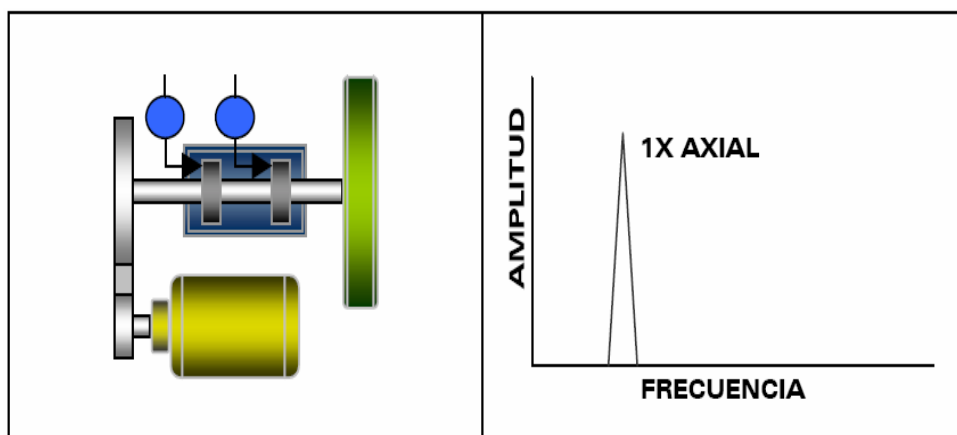


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.1.3 Rotor colgante. Ocurre en rotores que se encuentran en el extremo de un eje. Es producido por desgaste en la superficie del rotor y doblamiento del eje. El espectro presenta vibración dominante a 1X RPM del rotor, muy notoria en dirección axial y radial.

Para corregir la falla, primero debe verificarse que el rotor no tenga excentricidad ni que el eje esté doblado. Luego debe realizarse el balanceo adecuado. El desbalance dinámico ocurre en rotores.

Figura 9. Rotor colgante

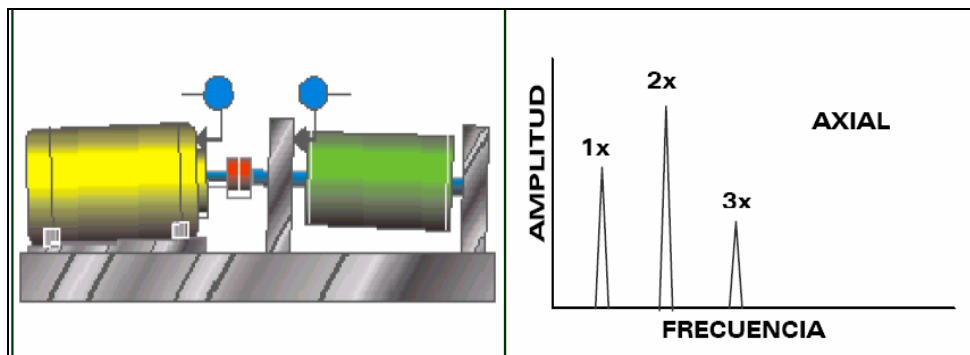


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.2 Desalineación.

2.4.2.1 Desalineación angular. Ocurre cuando el eje del motor y el eje conducido unidos en el acople, no son paralelos. Caracterizado por altas vibraciones axiales. 1X RPM y 2X RPM son las más comunes, con desfase de 180 grados a través del acople. También se presenta 3X RPM. Estos síntomas también indican problemas en el acople.

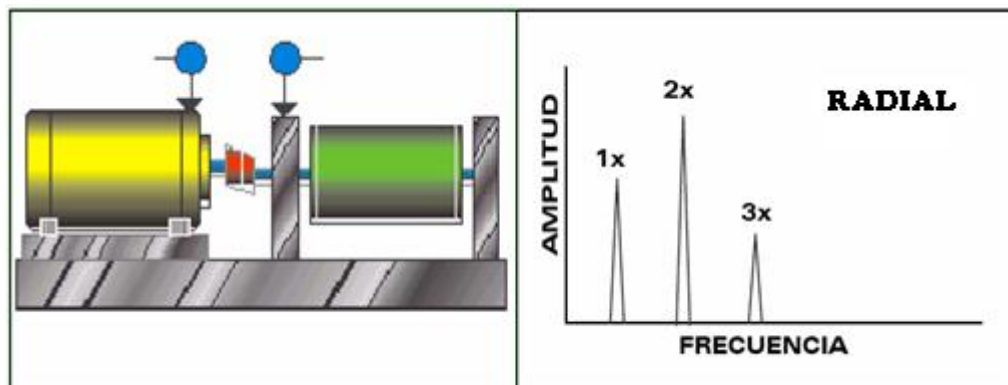
Figura 10. Desalineación angular



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.2.2 Desalineación paralela. Los ejes del motor y del rotor conducido están paralelos, pero no son colineales. Se pueden detectar altas vibraciones radiales a 2X RPM, predominante, ya 1X RPM, con desfase de 180 grados a través del acople. Cuando aumenta la severidad, genera picos en armónicos superiores (4X, 8X).

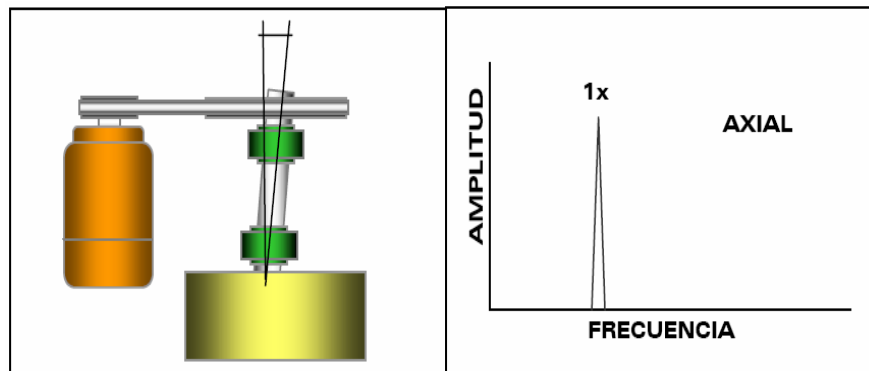
Figura 11. Desalineación paralela



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.2.3 Desalineación entre chumaceras. En una máquina con transmisión de poleas, la mala posición de las chumaceras puede evitar que el eje se acomode correctamente, lo cual genera vibraciones anormales en sentido axial y radial. Excitación del pico representativo de la velocidad (1X RPM), especialmente en sentido axial. Es necesario hacer una verificación de que las chumaceras queden completamente paralelas entre sí.

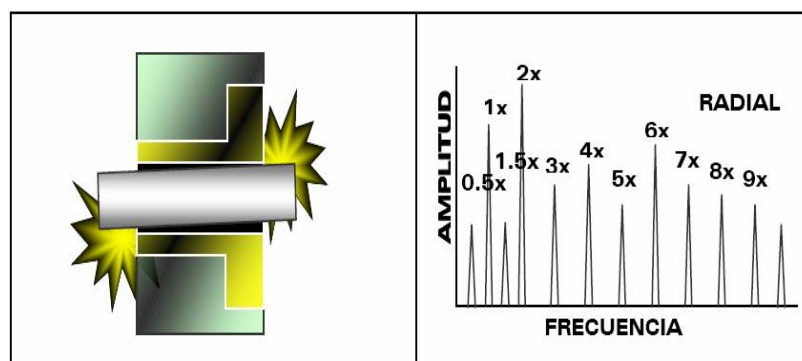
Figura 12. Desalineación entre chumaceras



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.3 Holgura mecánica eje – agujero. Aflojamiento de manguitos, tolerancias de manufactura inadecuadas (con juego), y holgura entre el impulsor y su eje en bombas. Causa un truncamiento en la forma de onda en el dominio del tiempo. La falla genera múltiples armónicos y sub armónicos de 1X RPM, destacándose los armónicos fraccionarios 1/2 X, 1/3 X, 1.5 X, 2.5 X,... Frecuentemente la fase es inestable y el nivel máximo tiende a una dirección notable realizando lecturas radiales espaciadas 30 grados entre sí.

Figura 13. Holgura mecánica eje – agujero

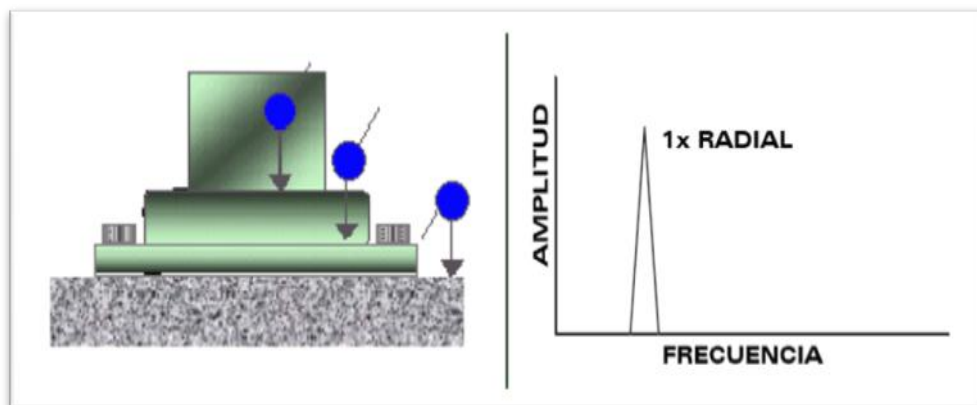


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.4 Soltura estructural. Ablandamiento o desplazamiento del pié de la máquina, por holgura en los pernos de la base o por deterioro de los componentes de la sujeción. El espectro presenta vibración a 1X RPM en la base de la máquina con desfase a 180 grados entre los elementos sujetos en el anclaje. Altamente direccional en la dirección de la sujeción.

Se recomienda primero revisar el estado de fatiga del pié de máquina (rajaduras, corrosión). Luego debe verificarse el estado de los sujetadores y por último el estado de la cimentación.

Figura 14. Soltura estructural



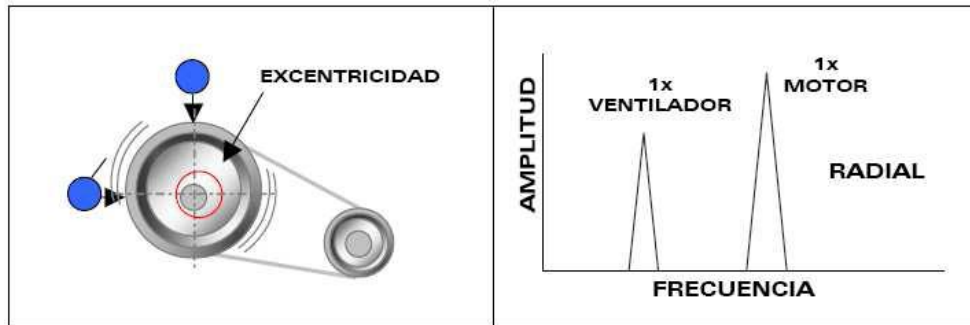
Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.5 Rotor excéntrico. Fácilmente confundible con desbalance. Ocurre cuando el centro de rotación no coincide con el centro geométrico en una polea o engranaje.

La mayor vibración ocurre a 1 X RPM del elemento con excentricidad, en dirección de la línea que cruza por los centros de los dos rotores.

Para corregir la falla, el rotor debe ser reemplazado. (Tratar de balancear el rotor excéntrico resulta en una disminución del nivel de vibración, en una dirección, y un aumento considerable en la otra).

Figura 15. Rotor excéntrico

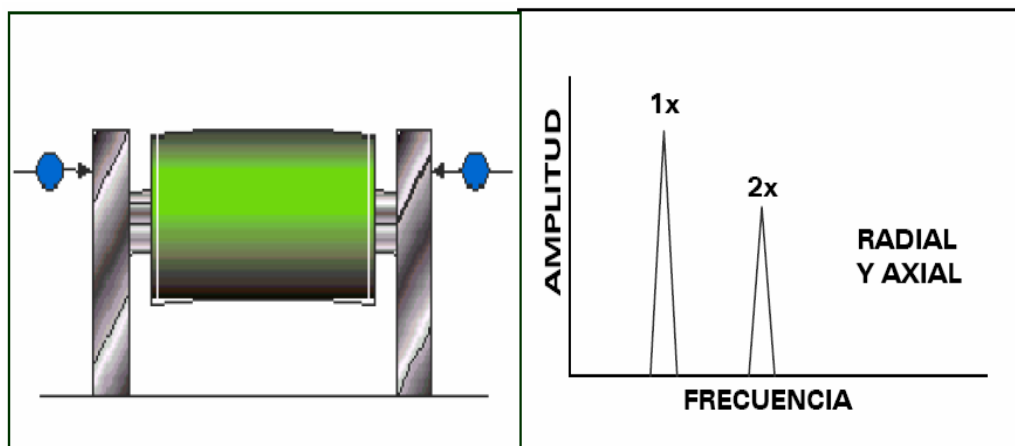


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.6 Rotor o eje pandeado. Más común en ejes largos. Se produce por esfuerzos excesivos en el eje. Genera vibración axial alta con diferencia de fase de 180 grados medida en los dos soportes del rotor.

La vibración dominante es de 1X RPM si el pandeo está cercano al centro del eje, y es de 2X RPM si el pandeo está cerca del rodamiento. Para corregir la falla, el eje debe rectificarse o cambiarse.

Figura 16. Rotor o eje pandeado



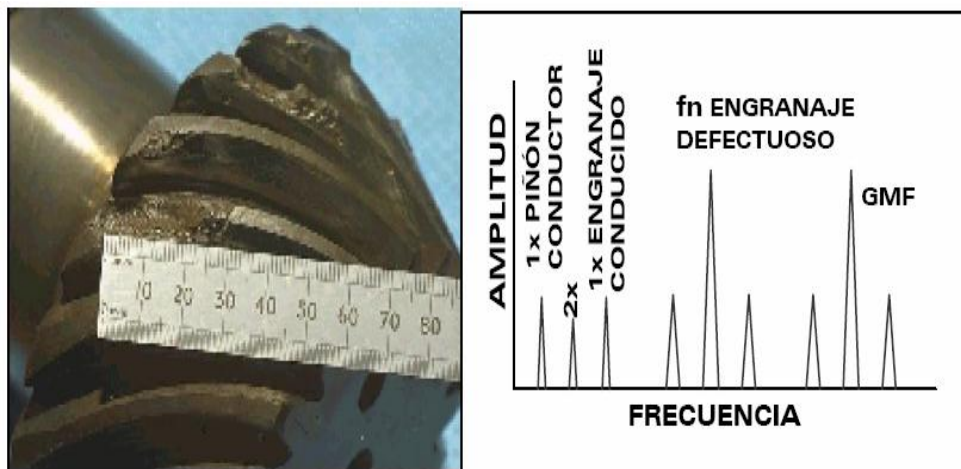
Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.7 Fallas en engranajes.

2.4.7.1 Desgaste en los dientes. Ocurre por operación más allá del tiempo de vida del engranaje, contaminación de la grasa lubricante, elementos extraños circulando en la caja del engrane o montaje erróneo. Su espectro se caracteriza por la aparición de bandeamiento lateral alrededor de la frecuencia natural de vibración (f_n) del engrane defectuoso. El espaciamiento de las bandas laterales es 1X RPM del engrane defectuoso. Si el desgaste es avanzado, hay sobreexcitación de la GMF.

Para solucionar el problema debe cambiar o rectificar el engranaje (sólo si este no está sometido a grandes cargas y la urgencia lo amerita). Si el desgaste es prematuro inspeccione desalineación en el eje o excentricidad en el engranaje.

Figura 17. Desgaste en los dientes

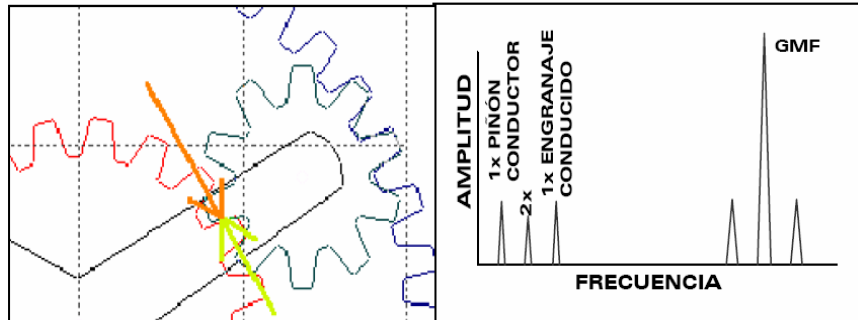


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.7.2 Sobrecarga en engrane. Todos los dientes están recibiendo sobrecarga continua. La amplitud de la GMF es altamente excitada, pero esto no suele representar un problema si las bandas a su alrededor se mantienen bajas. Este análisis es efectivo si se realiza siempre a la máxima carga de operación de la máquina.

Debe buscarse algún elemento que esté aumentando el torque transmitido más allá de lo normal (rodamiento o buje defectuoso, fallas en lubricación y anomalías en general en el rotor conducido que dificulten el movimiento).

Figura 18. Sobrecarga en engrane

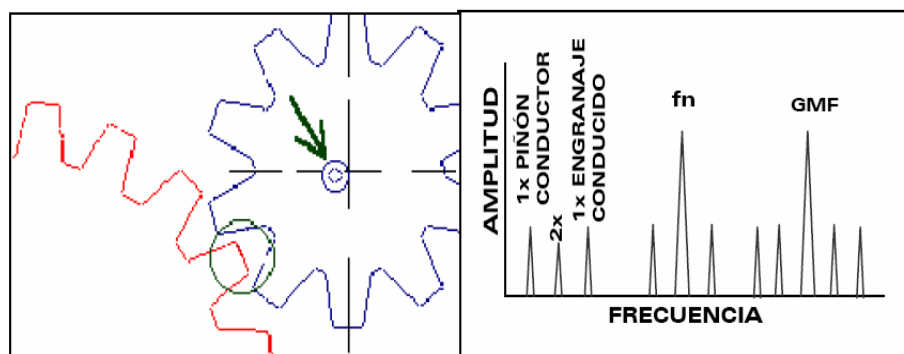


<http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.7.3 Excentricidad y/o backlash. La excentricidad ocurre cuando el centro de simetría no coincide con el centro de rotación. El backlash se produce cuando, al terminar el contacto entre dos dientes, los dos siguientes no entran inmediatamente en contacto. El espectro muestra aumento considerable de las bandas laterales.

El engranaje con problemas es indicado por el espaciado de las bandas laterales. Si el problema es backlash, la GMF debe disminuir con el aumento de la carga. Para corregir el problema, el engranaje debe ser re ensamblado o reemplazado si se encuentran problemas de manufactura.

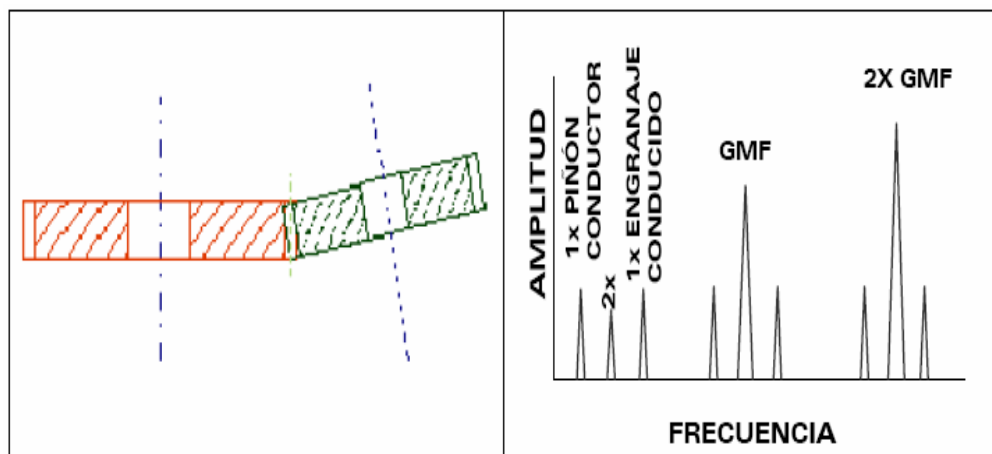
Figura 19. Excentricidad y/o backlash



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.7.4 Engranaje desalineado. Se presenta cuando las ruedas dentadas fueron ensambladas con errores de alineación o cuando sus ejes no están paralelos. Casi siempre se excitan los armónicos de 2do o mayor orden de la GMF, con bandeamientos laterales a la 1 XRPM del piñón o la rueda. 2 X GMF y 3 X GMF dominan el espectro. El conjunto debe ser alineado nuevamente.

Figura 20. Engrane desalineado



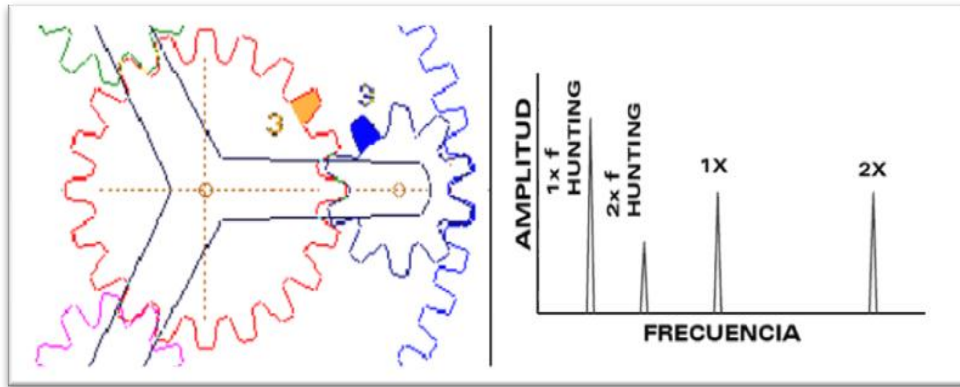
Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.7.5 Problemas de hunting. Problemas leves en la manufactura o manipulación indebida producen que, cuando dos dientes específicos del piñón y el engranaje conducido se encuentren, generen vibraciones de choque.

Esta falla genera altas vibraciones a bajas frecuencias por debajo de los 10Hz. La máxima vibración ocurre cada 10 o 20 revoluciones del piñón dependiendo de la fórmula de HT (y suele escucharse como un gruñido).

Si se determina que el problema es severo, deben reemplazarse el par de engranajes y debe tenerse más precaución en la manipulación.

Figura 21. Problemas de hunting



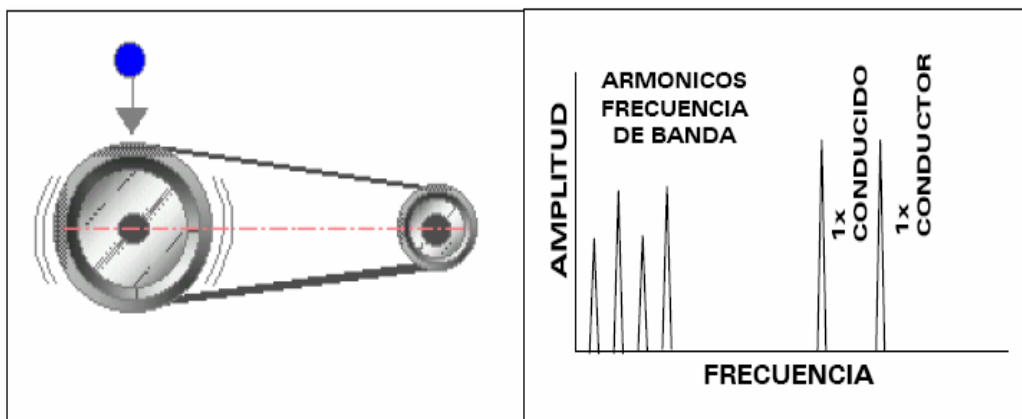
Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.8 Fallas en bandas y poleas.

2.4.8.1 Distensión. Ocurre por sobrepaso de la vida útil de la banda, o por desgaste excesivo de la misma. Las frecuencias de bandas siempre están por debajo de la frecuencia del motor o máquina conducida.

Normalmente se encuentran cuatro picos y generalmente predomina el de $2X$ frecuencia de banda. Tienen amplitudes inestables. Para corregir el problema, si la banda no presenta demasiado desgaste intente tensionarla, de lo contrario reemplácela.

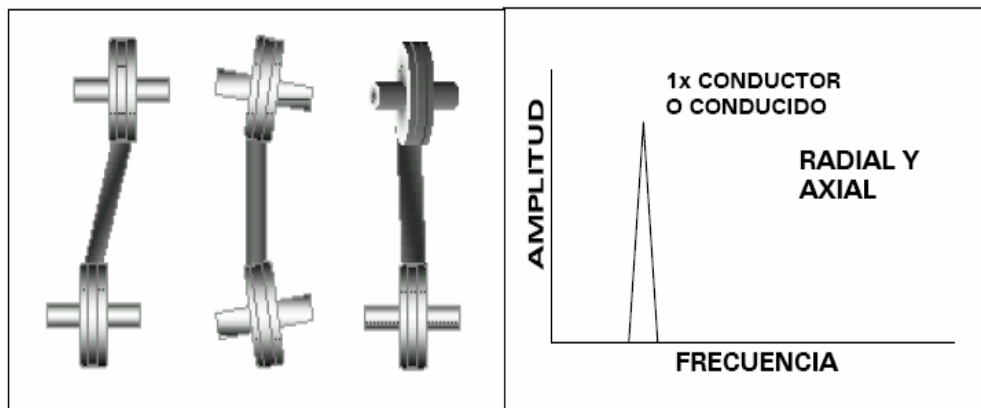
Figura 22. Distensión



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.8.2 Desalineación en poleas. Puede ocurrir porque los ejes de las poleas no están alineados o porque las poleas no están paralelas. También pueden ocurrir ambos casos simultáneamente. Produce alta vibración axial a 1x RPM de la conductora o la conducida, generalmente la conducida. La buena medida de las amplitudes de las vibraciones depende de donde sean tomados los datos. Para solucionar el problema deben alinearse las poleas tanto angular como paralelamente.

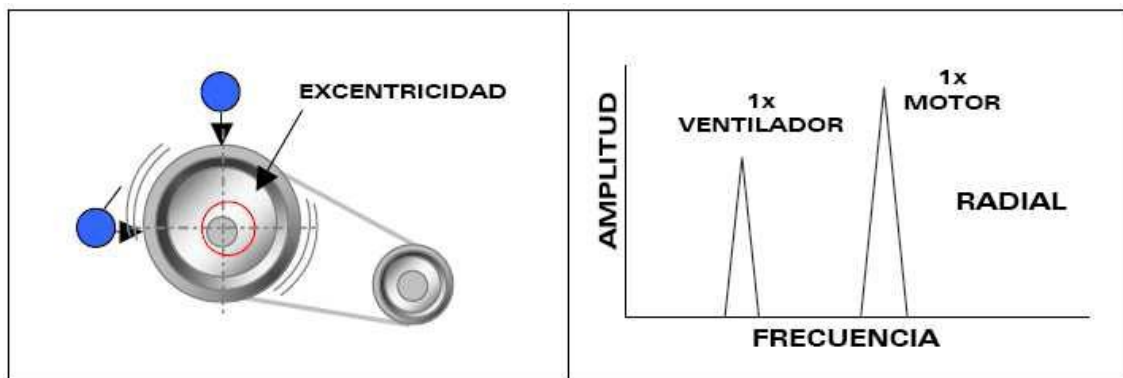
Figura 23. Desalineación en poleas



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.8.3 Excentricidad de poleas. Ocurre cuando el centro de rotación no coincide con el centro geométrico en una polea. Produce alta vibración a 1x RPM de la polea excéntrica. Su amplitud está por encima de las amplitudes de las frecuencias de las bandas. Aunque es posible balancear poleas gracias a la adición de pesas.

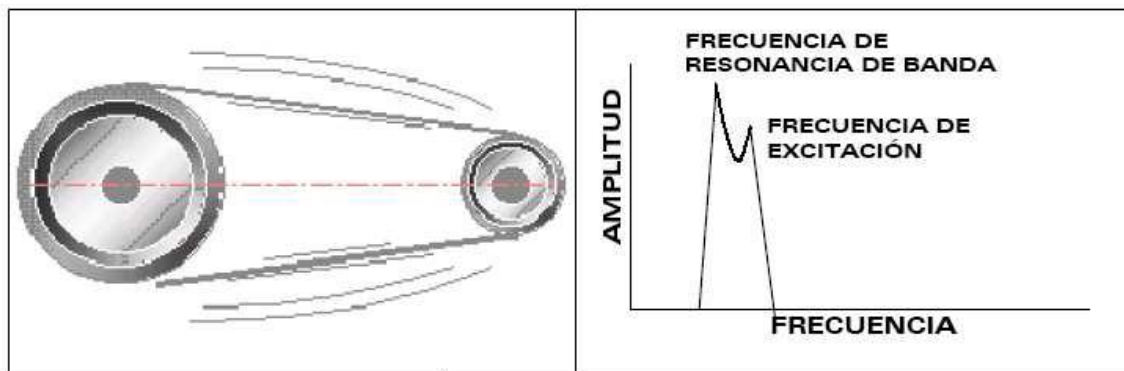
Figura 24. Excentricidad de poleas



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.8.4 Resonancia de bandas. Sucede si la frecuencia natural de la banda coincide o se aproxima a las RPM del motor o de la máquina conducida. El espectro muestra altas amplitudes de la frecuencia de resonancia y la frecuencia de excitación de banda, siendo la frecuencia de resonancia la predominante. La frecuencia natural puede ser alterada cambiando la tensión de la banda o su longitud.

Figura 25. Resonancia de bandas



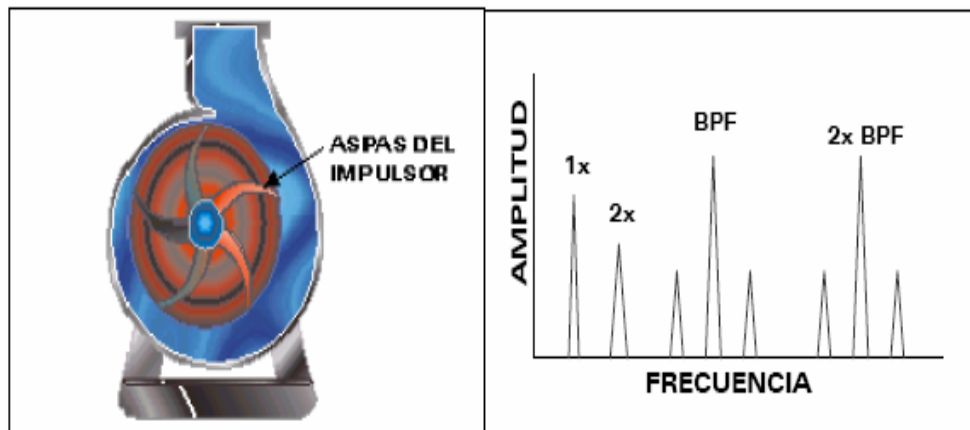
Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.9 Flujo de líquidos

2.4.9.1 Frecuencia de aspas. Frecuencia a la cual, cada aspa pasa por un punto de la carcasa. Producida por obstrucciones, cambios abruptos de direcciones o desgastes de juntas. La BPF (Frecuencia de paso de aspas) es excitada en sus primeros dos armónicos con bandeamientos laterales.

La BPF es igual al número de aspas por la frecuencia. La BPF algunas veces coincide con la frecuencia natural lo cual causa altas vibraciones. En caso de aumentos en la BPF deben revisarse cambios abruptos de dirección del fluido y posibles obstrucciones parciales en la descarga de la bomba.

Figura 26. Frecuencia de aspas

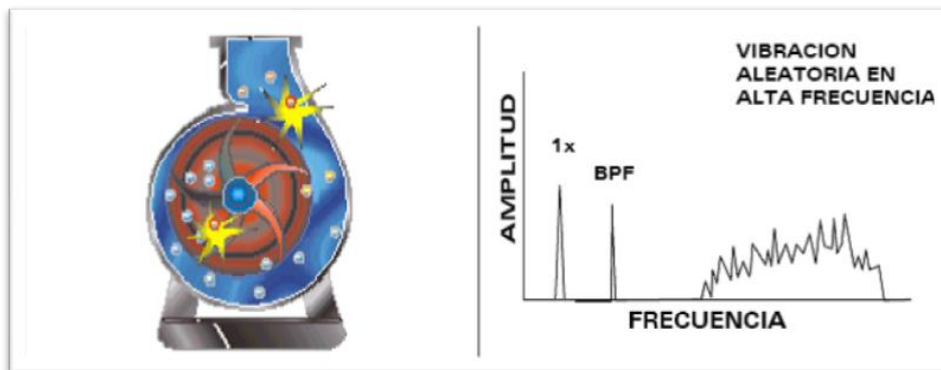


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.9.2 Cavitación. Es la entrada de aire o vaporización de un fluido dentro de la bomba. Ocurre cuando la presión de fluido es menor que la presión de vapor a esta temperatura. La cavitación causará erosión a las partes internas de la bomba. El espectro muestra una vibración caótica que se presenta a altas frecuencias (del orden de 2000 Hz).

Para solucionar el problema debe controlarse con más rigor la presión de succión y tenerse cuidado con el proceso para cebar la bomba.

Figura 27. Cavitación



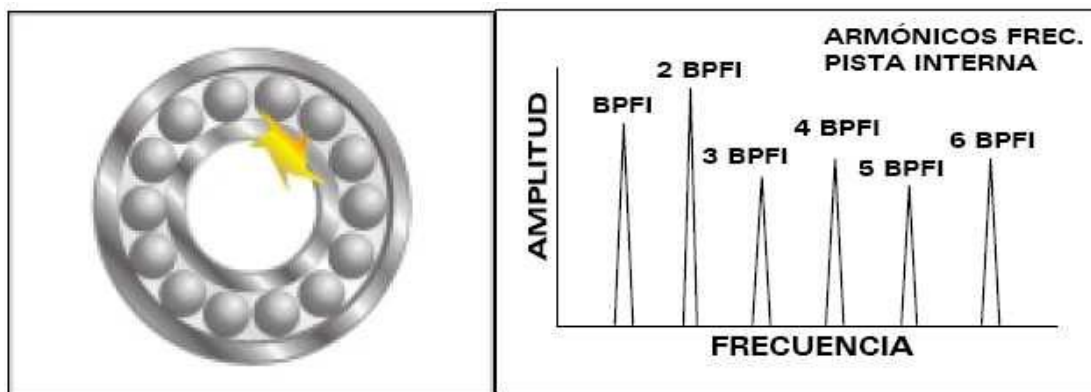
Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.10 Fallas en rodamientos

2.4.10.1 Falla en la pista interna. Agrietamiento del material en la pista interna, producido por errores de ensamble, esfuerzos anormales, corrosión, partículas externas o lubricación deficiente. Se produce una serie de armónicos siendo los picos predominantes 1X y 2X RPM la frecuencia de falla de la pista interna, en dirección radial. Además el contacto metal - metal entre los elementos rodantes y las pistas producen pulsos en el dominio del tiempo del orden de 1-10 KHz. El rodamiento debe ser reemplazado, debido a que la falla seguirá incrementándose.

Antes revise el estado de lubricación del rodamiento, generalmente la medida más confiable es en dirección de la carga.

Figura 28. Falla en la pista interna

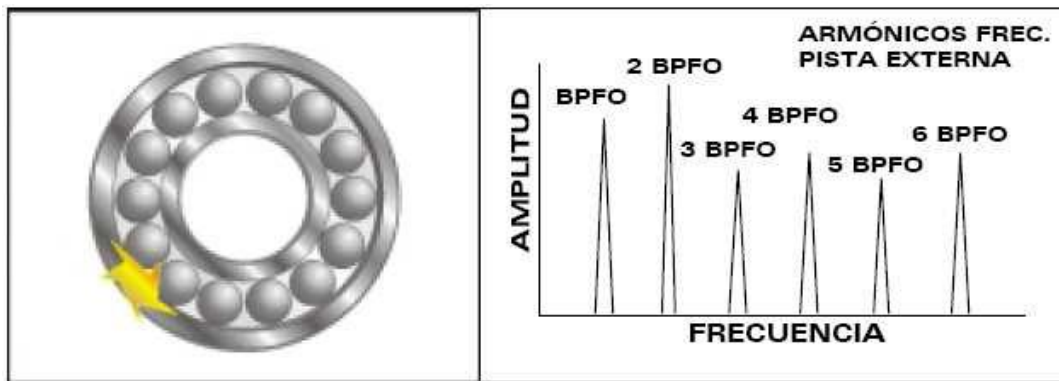


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.10.2 Falla en la pista externa. Agrietamiento del material en la pista externa, producido por errores de ensamble, sobre esfuerzos, corrosión, partículas externas o lubricación deficiente.

Se produce una serie de armónicos siendo los picos predominantes 1X y 2X RPS la frecuencia de falla de la pista externa, en dirección radial.

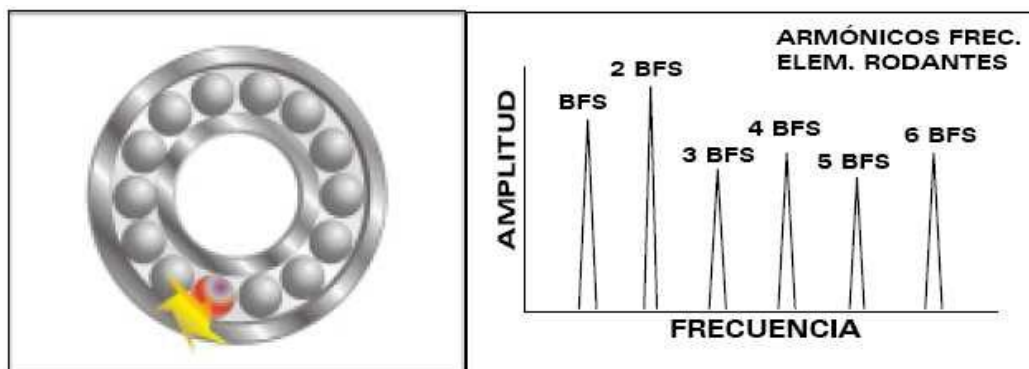
Figura 29. Falla en la pista externa



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.10.3 Falla en los elementos rodantes. Agrietamiento del material en los elementos rodantes, producido por errores de ensamble, esfuerzos anormales, corrosión, partículas externas o lubricación deficiente. Se produce una serie de armónicos siendo los picos predominantes 1X y 2X RPM la frecuencia de falla de los elementos rodantes, en dirección radial. Además el contacto metal – metal entre los elementos rodantes y las pistas producen pulsos en el dominio del tiempo del orden de 1-10 KHz.

Figura 30. Falla en los elementos rodantes

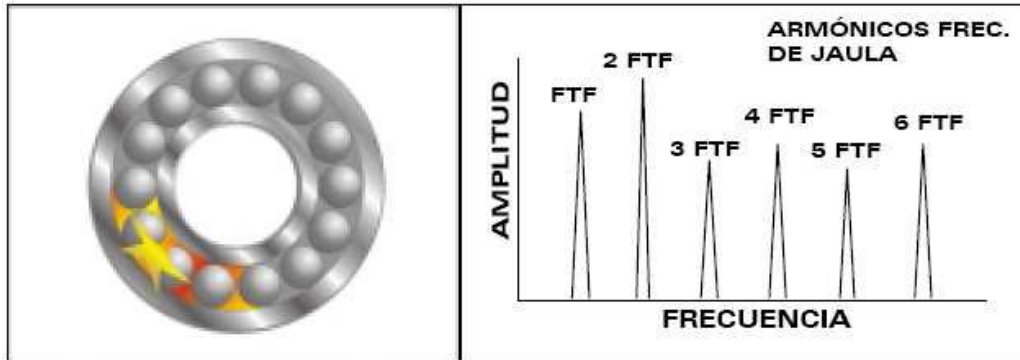


Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.4.10.4 Deterioro de la jaula. Deformación de la jaula, caja o cubierta que mantiene en su posición a los elementos rodantes. Se produce una serie de armónicos de la frecuencia de la jaula siendo los picos predominantes 1X y 2X RPM de la frecuencia de falla en jaula, en dirección radial o axial.

El rodamiento debe ser reemplazado, debido a que la falla seguirá incrementándose. Revise la posible causa que está dando origen a la falla.

Figura 31. Deterioro de la jaula



Fuente: <http://www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico>

2.5 Reglas para el análisis de espectros [5]

➤ DESBALANCE

Ejes soportados en ambos lados = 1XR y 1XT altos en ambos lados.

Eje en voladizo = 1XA mayor que 1XR o 1XT.

➤ RODAMIENTO DESALINEADO

2X mayor que 1X en cualquier lado

➤ DESALINEAMIENTO ANGULAR

1XA mayor que 1XR o 1XT en ambos lados del motor.

➤ DESALINEAMIENTO PARALELO

2XR o 2XT mayor que 1XR o 1XT en cualquier lado del motor.

➤ PIE COJO

1XR alto

➤ FLEXIBILIDAD TRANSVERSAL

1XT mayor que 1XR en los dos lados del motor.

➤ **EJE PANDEADO**

1XA alto en ambos lados del motor.

➤ **ROZAMIENTOS**

Picos menores a 1X altos.

➤ **FALLAS DE ACOPLES**

Picos en 3X altos.

➤ **FALLA DE RODAMIENTOS**

Armónicos no síncronos.

Bandas laterales.

➤ **HOLGURA MECÁNICA**

Picos altos desde 3X.

➤ **FASE ELÉCTRICA**

Pico alto a 120 Hz.

2.6 Normas para la medición y evaluación de los niveles de vibración [6]

El estado de una máquina se determina mejor por una serie de mediciones de vibración hecho en un largo tiempo. Normas absolutas se pueden usar como guía sino hay datos históricos. A través de los años, se hicieron varios intentos para establecer niveles de vibración absolutos, o normas de niveles para una operación aceptable en diferentes tipos de máquinas. Los primeros de esos intentos fueron mediciones generales del desplazamiento de vibración. Las mediciones de velocidad fueron agregadas después. Todavía más tarde fue introducido el concepto de nivel de vibración como función de la frecuencia.

2.6.1 Tabla Rathbone. La tabla Rathbone, inventada por T.C. Rathbone en 1939, compara la velocidad general de vibración con varios grados de suavidad de la máquina. Rathbone no hizo inferencias al contenido de frecuencias de la vibración o al tamaño de la máquina.

Tabla 1. Norma Rathbone

Fuente: Fuente: [<http://www.azimadli.com/vibman-spanish/tablarathbone.htm>]

2.6.2 Norma ISO 2372. La norma ISO 2372 proporciona guías para aceptación de la amplitud de vibración, para maquinaria rotativa operando desde 600 hasta 12000 RPM.

Especifica niveles de velocidad general de vibración en lugar de niveles espectrales, y puede ser muy engañosa. ISO 2372 especifica los límites de la velocidad de vibración basándose en los caballos vapor de la máquina y cubre un rango de frecuencias desde 10 Hz hasta 1000 Hz, debido al rango limitado de alta frecuencia, se puede fácilmente dejar pasar problemas de rodamientos con elementos rodantes.

Tabla 2. Norma ISO 2372

Level, VdB	Menos que 20 HP	20 a 100 HP	Más que 100 HP
125	No Permissible	No Permissible	No Permissible
121	No Permissible	No Permissible	Apenas Tolerable
117	No Permissible	Apenas Tolerable	Apenas Tolerable
113	Apenas Tolerable	Apenas Tolerable	Permissible
109	Apenas Tolerable	Permissible	Permissible
105	Permissible	Permissible	Bueno
101	Permissible	Bueno	Bueno
97	Bueno	Bueno	Bueno

Fuente: Fuente: [<http://www.azimadli.com/vibman-spanish/normaiso2372.htm>]

2.6.3 Normas comerciales DLI. La tabla que enseñamos aquí se puede aplicar a un gran número de máquinas rotativas con una confianza razonable.

Es una destilación de datos de un rango importante de maquinaria industrial, y se considera que está más al día y más útil que las normas mencionadas.

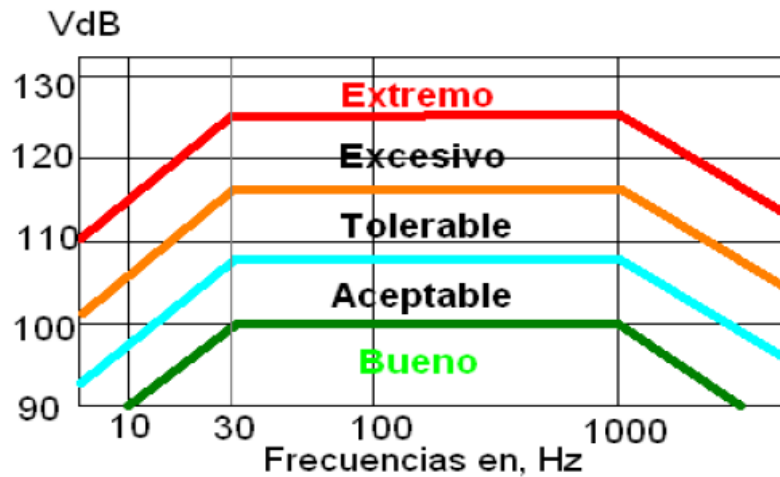
Tabla 3. Norma comercial DLI

Nivel de Vibración	< 30 Hz	30 Hz - 1000 Hz	> 1000 Hz
Extremo	10 mils p-p	125 VdB rms	11.2 G rms
Excesivo	4.2 mils p-p	117 VdB rms	4.46 G rms
Tolerable	1.5 mils p-p	108 VdB rms	1.58 G rms
Aceptable	0.6 mils p-p	100 VdB rms	0.630G rms

Fuente: [<http://www.azimadli.com/vibman-spanish/normascomercialestablalidegravedaddevibracinemaquinaria.htm>]

La misma información se encuentra en forma gráfica.

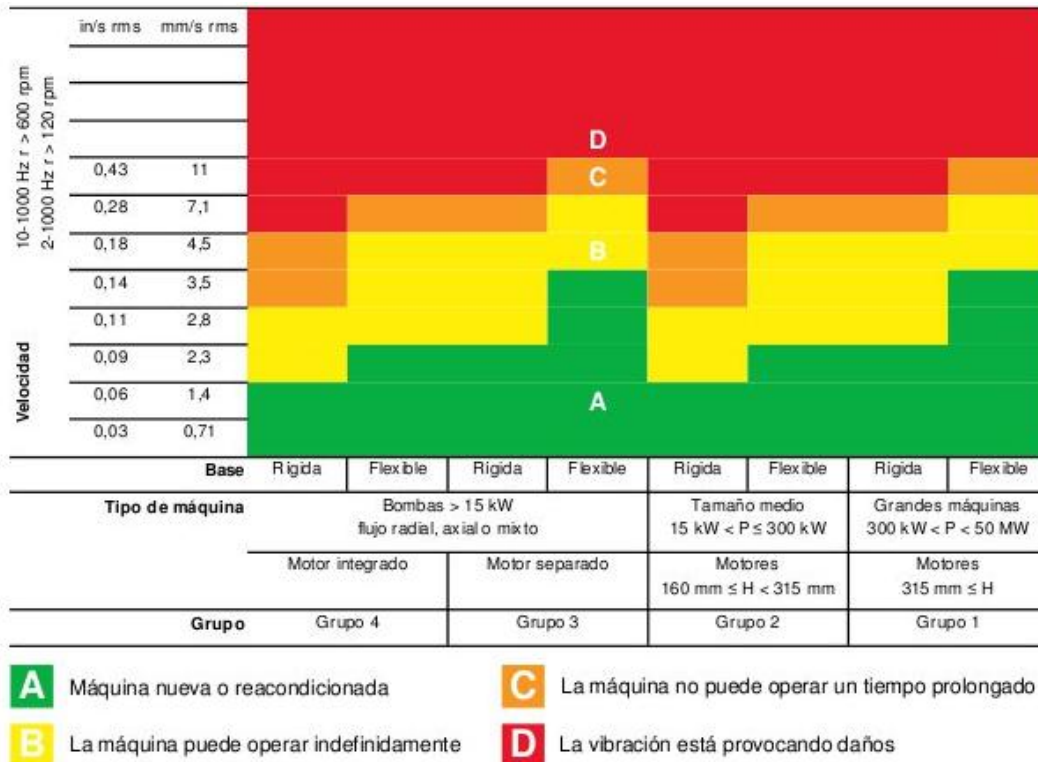
Figura 32. Norma DLI



Fuente: [<http://www.azimadli.com/vibman-spanish/normascomercialestabladiidegravedaddevibracinemaquinaria.htm>]

2.6.4 Normas ISO 10816. Norma internacional que clasifica a las máquinas en grupos de acuerdo a la potencia del motor. Mientras más grande es la máquina, mayor es su capacidad de soportar vibración. La norma ISO 10816 es aplicable para máquinas, con registros de vibración tomados en la carcasa.

Figura 33. Norma ISO 10816



Fuente: [<http://www.sinais.es/normativa/iso10816.html>]

2.7 Niveles aceptables de vibración. [7]

Los niveles de vibración nos ayudarán a determinar la intensidad de vibración, puesto que nos permitirá comparar los datos obtenidos con el monitoreo al momento de medir e inmediatamente hacernos una idea de cómo se encontrarían los diferentes activos.

Los diferentes tipos de activos tienen de acuerdo a las normas, diferentes valores admisibles de vibración.

Tabla 4. Niveles aceptables de vibración

MÁQUINAS Y ELEMENTOS	VALORES ADMISIBLES
Turbinas de gas, de vapor o hidráulicas	2.5 mm/s
Motores eléctricos, bombas, ventiladores asentados en el piso (Equipos comunes)	4.5 mm/s
Ventiladores asentados en resortes	7.1 mm/s
Motores de combustión interna	12.5 mm/s
Llanta de un auto	40 mm/s

2.8 Alineamiento laser [8]

El top láser SMARTY2 es un aparato que puede montarse en unos segundos, este instrumento emite una línea láser que puede verse claramente en las referencias, las bandas y poleas se encuentran correctamente alineadas cuando la línea está ajustada a los centros de referencia. Este instrumento pesa muy poco, por lo que el emisor y las referencias pueden colocarse en poleas no magnéticas con una cinta adhesiva de doble cara, fuerte.

El haz de láser emitido por el aparato está ajustado paralelo a las referencias magnéticas. Si se observa alguna desviación, el usuario puede comprobarlo en una superficie plana y ajustarlo si fuese necesario.

Se puede hacer su mantenimiento preventivo más fácil El alineado con el equipo significa “buenas vibraciones “ya que sus niveles son bajos y el desgaste sufrido por las correas, poleas, rodamientos y obturaciones es menor. Esto significa mayor vida y seguridad de máquinas, menor costo de energía y, resumiendo, mayor efectividad de costos.

Figura 34 FAG Top laser SMARTY 2.



Fuente: [Autores]

2.8.1 Características y ventajas.

- Muestra la desalineación angular y paralela entre dos poleas.
- Trabaja considerablemente rápido y con más precisión que los métodos convencionales.
- Adecuado tanto para máquinas verticales como horizontales.
- El alineado puede efectuarlo un solo operario.

- El sistema también es adecuado para ruedas o poleas no magnéticas

2.8.2 Características técnicas. A continuación se muestra una tabla donde se muestran las características técnicas del alineador láser (top láser SMARTY 2).

Tabla 5. Datos técnicos del equipo

DATOS TÉCNICOS	
Emisor Láser	
Diámetro de polea	≥ 60 mm
Ángulo haz láser	78°
Distancia medición	6 m
Baterías	1x AA R6(1.5 V)
Duración baterías	8 h (servicio continuo)
Láser, clase	2
Potencia salida	<1 MW
Longitud de onda del láser	635nm - 670 nm
Materiales de los soportes	plástico ABS, aluminio
Gama de temperaturas	-10°C - +50°C
Peso	270g
Dimensiones (LxAlxA)	145x86x30 mm
Marcas de referencias ópticas	
Resolución indicada	mm o pulgadas
Precisión de calibrado	Nivel de láser y referencia
Paralelismo	< 0,1°
Valor del desplazamiento paralelo	< 0,5 mm
Precaución	
No mirar el haz láser. No proyectar el haz láser a los ojos de otras personas.	

2.8.3 Técnica laser de corrección de angularidad y desalineamiento en bandas y poleas.

- Es aquella técnica más rápida y precisa empleada en la actualidad para la alineación de poleas.
- Se fija en pocos segundos y cuando el haz de láser proyectado coincide con las muescas de los blancos, las poleas estarán alineadas.
- El alineamiento láser nos permite reducir el desgaste en poleas, correas y rodamientos.
- Reduce el nivel de vibraciones.
- Logra evitar paradas imprevistas.
- Incrementa el tiempo de vida útil de la máquina.
- Alcanza un gran ahorro en los costes energéticos.

2.8.4 Manual de instrucciones y mantenimiento. FAG Top Láser SMARTY2. Este equipo de medición sirve para la alineación de accionamientos por correa, el Top Láser sirve para la alineación de poleas, poleas de reenvío y ruedas dentadas con un diámetro de más de 60mm y hasta una distancia de medición de hasta 6m.

Peligro, no mire nunca hacia el rayo láser, no dirija nunca el rayo láser hacia los ojos de otras personas, no utilice el láser en zonas con riesgos de explosión. Antes de comenzar la medición, hay que asegurarse de que la máquina en la cual se va a realizar la medición para que la misma no se ponga en marcha accidental hasta que se finalice la medición.

2.8.4.1 Uso del equipo. El aparato puede montarse en unos segundos. La línea láser puede verse claramente en las referencias. Su máquina está correctamente alineada cuando la línea está ajustada a los centros de referencia.

2.8.4.2 Ajuste del haz Láser. El haz láser emitido por el aparato está ajustado paralelo a las referencias magnéticas. Si se observa alguna desviación, el usuario puede comprobarlo en una superficie plana y ajustarlo si fuese necesario.

2.8.4.3 Mantenimiento del alineador láser. Limpiar ocasionalmente el orificio del láser con un paño seco. Se debe sacar la batería al almacenarlo.

2.8.4.4 Ejemplo de la alineación de una polea.

Figura 35. Ejemplo de la alineación de una polea

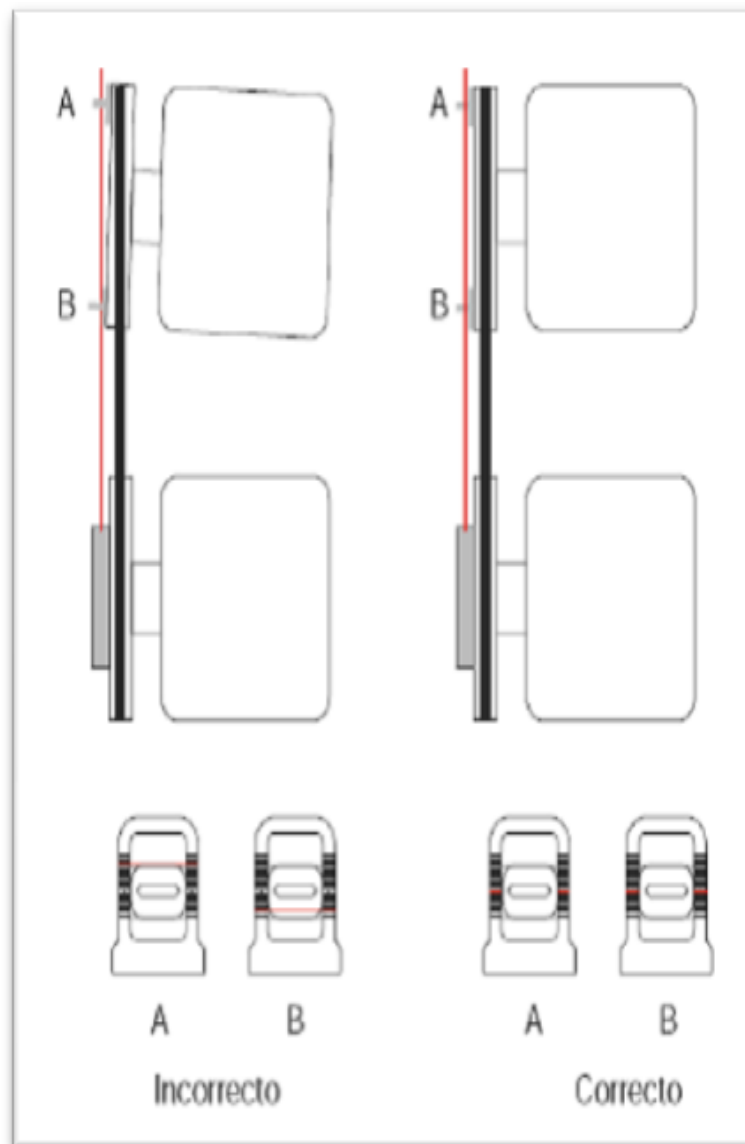
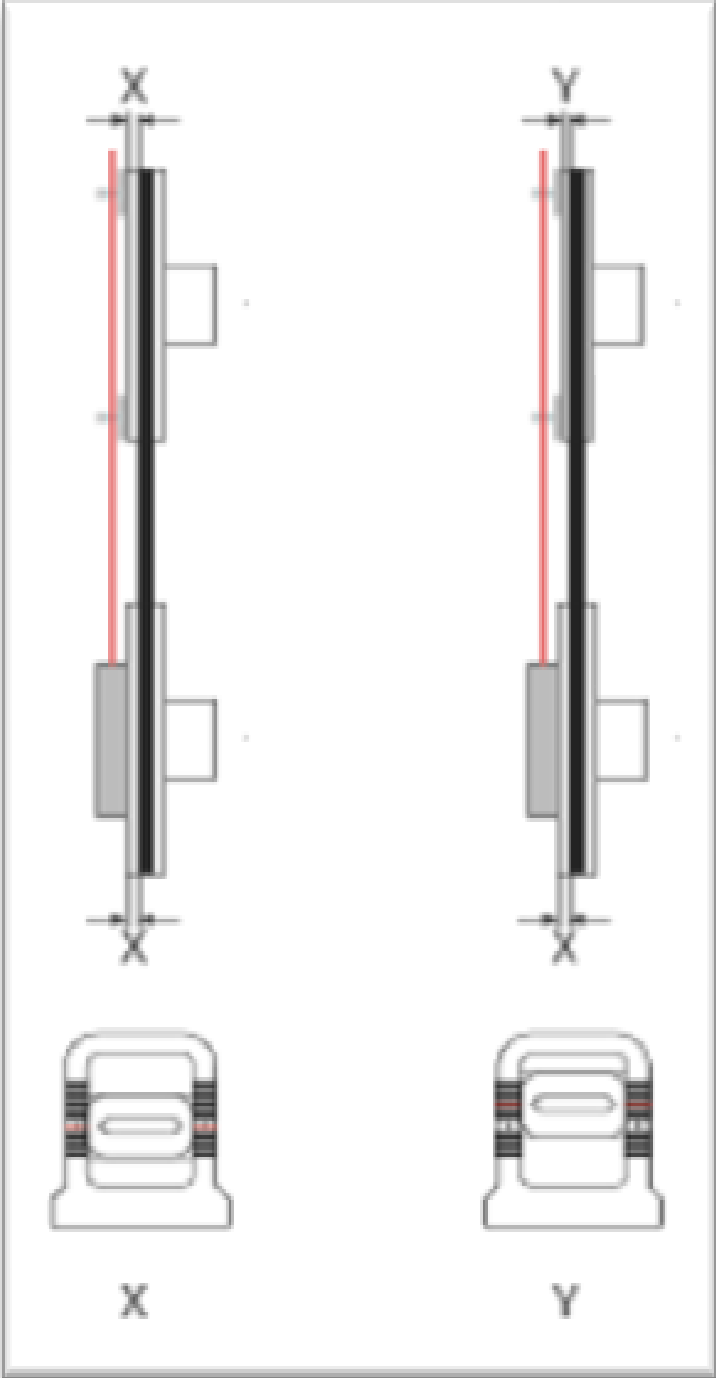


Figura: 36. Ajuste de las marcas en las referencias



CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC

3.1 Estado técnico de los equipos de la industria plástica del centro IMPLASTIC

Tabla 6. Estado técnico de la sopladora 1 Motor 1

MÁQUINA: SOPLADORA 1			
MARCA: SAFIMO	Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo		
Código técnico:	Significado:		
Código activo fijo:	Significado:		
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
DATOS DE PLACA DEL MOTOR 1: RPM = 1200 HP = 20 V = 220 Hz = 60			
ESTADO TÉCNICO:	Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje		X	
➤ Estado de la carcasa			X
➤ Mecanismos de la bomba		X	
➤ Estado de las conexiones eléctricas		X	
➤ Motor eléctrico		X	
➤ Estado de las tuberías			X
➤ Estado de las conexiones de tuberías		X	
➤ Lubricación			X
➤ Estado de Acoples		X	
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR			
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN PEQUEÑA			

Tabla 7. Estado técnico de la sopladora 1 Motor 2

MÁQUINA: SOPLADORA 1				
MARCA: SAFIMO		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo		
Código técnico:		Significado:		
Código activo fijo:		Significado:		
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
DATOS DE PLACA DEL MOTOR 2: RPM = 1460 HP = 30 V = 220 Hz = 60				
ESTADO TÉCNICO:		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje			X	
➤ Estado de la carcasa				X
➤ Mecanismos de la bomba			X	
➤ Estado de las conexiones eléctricas			X	
➤ Motor eléctrico			X	
➤ Estado de las tuberías				X
➤ Estado de las conexiones de tuberías			X	
➤ Lubricación				X
➤ Estado de Acoples			X	
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN PEQUEÑA				

Tabla 8. Estado técnico de la sopladora 2

MÁQUINA: SOPLADORA 2				
MARCA: LUXBER		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo		
Código técnico:		Significado:		
Código activo fijo:		Significado:		
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
DATOS DE PLACA DE LA BOMBA: RPM = 1200 HP = 30 V = 220 Hz = 60				
ESTADO TÉCNICO:		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Mecanismos de la bomba ➤ Estado de las conexiones eléctricas ➤ Motor eléctrico ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado de las conexiones de tuberías ➤ Lubricación ➤ Estado de Acoples 			X X X X X X X X	X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN PEQUEÑA				

Tabla 9. Estado técnico del enfriador

MÁQUINA: ENFRIADOR				
MARCA:		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo		
Código técnico:		Significado:		
Código activo fijo:		Significado:		
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
DATOS DE PLACA DE LA BOMBA: RPM = 3450 HP = 1 V = 110 Hz = 60				
ESTADO TÉCNICO:		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Mecanismos de la bomba ➤ Estado de las conexiones eléctricas ➤ Estado de las tuberías ➤ Motor eléctrico ➤ Lubricación ➤ Estado de Acoples 			X X X X X	X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN PEQUEÑA				

Tabla 10. Estado técnico del chillers

MÁQUINA: CHILLERS			
MARCA: ECOCHILLERS Green technology for life		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo	
Código técnico:		Significado:	
Código activo fijo:		Significado:	
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:
DATOS DE PLACA DE LA BOMBA: RPM = 3500 HP = 1.5 V = 220 Hz = 60			
ESTADO TÉCNICO:	Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Mecanismos de la bomba ➤ Estado de las conexiones eléctricas ➤ Motor eléctrico ➤ Estado de las tuberías ➤ Lubricación ➤ Estado de Acoples 		X X X X X	 X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR			
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN PEQUEÑA			

Tabla 11. Estado técnico del enfriador externo

MÁQUINA: ENFRIADOR EXTERNO				
MARCA:		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo		
Código técnico:		Significado:		
Código activo fijo:		Significado:		
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
DATOS DE PLACA DE LA BOMBA: RPM = 3450 HP = 7-1/2 V = 220 Hz = 60				
ESTADO TÉCNICO:		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje		X		
➤ Estado de la carcasa		X		
➤ Mecanismos de la bomba			X	
➤ Estado de las conexiones eléctricas		X		
➤ Motor eléctrico		X		
➤ Estado de las tuberías			X	
➤ Lubricación		X		
➤ Estado de Acoples			X	
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO MALO				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN GENERAL				

Tabla 12. Estado técnico del molino triturador

MÁQUINA: MOLINO TRITURADOR			
MARCA:		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo	
Código técnico:		Significado:	
Código activo fijo:		Significado:	
MANUALES: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	PLANOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
DATOS DE PLACA DEL MOTOR: RPM = 1715 HP = 3.7 / 5 V = 220 Hz = 60			
ESTADO TÉCNICO:	Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Mecanismos del motor ➤ Estado de los elementos de molienda ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de la polea ➤ Estado de las conexiones eléctricas ➤ Lubricación ➤ Estado de Acoples 	X	X X X X X X	X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR			
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REPARACIÓN PEQUEÑA			

Tabla 13. Estado técnico del compresor industrial

MÁQUINA: COMPRESOR INDUSTRIAL			
MARCA: SCHULZ		Responsable del mantenimiento: Tlgo: Gustavo	
Código técnico:		Significado:	
Código activo fijo:		Significado:	
MANUALES: SI <u>X</u> NO _____ CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: SI <u>X</u> NO _____ CÓDIGO: SIGNIFICADO:	
REPUESTOS: SI _____ NO <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:			
DATOS DE PLACA DEL MOTOR: RPM = 1750 HP = 15 V = 220 Hz = 60			
ESTADO TÉCNICO:		Malo	Regular
		Bueno	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de los sistema de medición y control ➤ Estado de las conexiones eléctricas ➤ Nivel de ruido y vibración ➤ Lubricación ➤ Estado de Acoples 		 	
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO			
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REVISIÓN			

3.2 Organización actual del Mantenimiento

La fábrica "IMPLASTIC" de la ciudad de Ambato no poseen un plan específico de mantenimiento, básicamente lo que se hace es reparación o cambio cuando los equipos fallan por lo que no se cuenta con un stock de repuestos o equipos en stand – by para ser reemplazados, lo que crea problemas en la producción.

De igual manera se realiza algún tipo de mantenimiento preventivo basado en inspecciones visuales y engrases cada que se piensa que la situación lo amerita pero no en todos los equipos.

No se lleva registros de fallos, paradas o estado de los equipos con mayor desgaste o mayor probabilidad de fallo, la fábrica poseen un inventario y registro de los equipos estos documentos no satisface para que exista una adecuada organización del mantenimiento.

3.3 Plan de Mantenimiento empleado actualmente

Un plan de mantenimiento nos permitirá cumplir con las tareas a realizarse en la maquinaria o equipos de una forma sistemática y organizada; pero como se describió anteriormente que en la fábrica IMPLASTIC, no cuenta con los parámetros necesarios que se utiliza en un plan de mantenimiento preventivo planificado.

De la misma forma no se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo en ninguno de sus equipos, lo cual ha traído como resultado diversas fallas que han perjudicado la producción, en vista que es imposible determinar los cambios de las condiciones físicas que estén sucediendo dentro de los equipos.

3.4 Planificación actual de materiales, repuestos y herramientas para llevar el mantenimiento

Es indudable que para brindar un buen servicio de mantenimiento es necesario contar con la infraestructura adecuada en cada caso, herramientas, repuestos, y materiales que deban ser garantizadas en el espacio adecuado de Planta Física (Talleres) y de almacenamiento respectivamente. Tampoco se cuenta con stock de repuestos por lo que cuando falla un equipo su parada es indeterminada hasta que se consigan los repuestos

La fábrica "IMPLASTIC" no cuenta con talleres de mantenimiento mecánico y eléctrico específicos para los equipos que posee, con lo que cuenta es con algunas herramientas, materiales, grasas y lubricantes.

3.5 Programa de mantenimiento empleado actualmente

Debemos empezar conociendo lo que significa la Programación "Es la determinación de cuando debe realizarse cada una de las tareas planificadas teniendo en cuenta los programas de producción la cantidad de materiales, y la mano de obra disponible".

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa no cuenta con una planificación, lo que repercute debido a que no existe un programa de mantenimiento implementado.

3.6 Documentación actual de trabajo

Actualmente la fábrica no posee documentación de trabajo como registros o fichas de mantenimiento predictivo, lo que se tiene es ciertos manuales, por lo que se hace necesario elaborar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo.

En el **ANEXO A** se muestra algunos modelos de documentos de trabajo que pueden ser utilizados en la fábrica, haciendo lógicamente algún cambio o adaptación requerido según las necesidades.

3.7 Conclusión de la gestión actual del mantenimiento

La gestión de mantenimiento en la fábrica "IMPLASTIC" no se emplea en vista que no cuenta con el presupuesto necesario, no existe un departamento de mantenimiento, no cuenta con una política de mantenimiento adecuada y no existe coordinación para la compra de materiales y repuestos.

De igual manera no cuenta con un registro u hojas de vida de los equipos de todos los años de funcionamiento, es decir no tienen un registro de los fallos más frecuentes, tiempo entre fallos, tiempo de reparaciones, quedando de lado la gestión de mantenimiento.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS VIBRACIONAL DE LOS Equipos DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA DEL CENTRO IMPLASTIC.

4.1 Equipo de diagnóstico vibracional utilizado

4.1.1 Descripción del equipo. El equipo utilizado para el diagnóstico vibracional en la maquinaria rotativa es el DETECTOR II.

1. El Detector II es un instrumento de medición portátil, de fabricación Estadounidense de la marca FAG Industrial Services, desarrollada con el software de PC Trendline 2. Es fácil usar y es ideal para controlar áreas grandes de la producción donde las distancias largas tienen que ser cubiertas para una ronda de medición.

Figura 37. Equipo de Medición Detector II



2. El software Trendline 2 es el programa del servidor para el Detector II. El propio Detector se diseña para grabar los datos que se midió. Toda la administración de los datos y las tareas de la evaluación se llevan a cabo por el software Trendline 2. El software configura el monitoreo de un sistema y evalúa, analiza y almacena los datos medidos al sistema. Además, el software Trendline 2 controla los datos que se intercambian entre el Detector y el computador.

3. Se necesita una computadora como mínimo Pentium 3 para cargar el software Trendline 2 donde se establece el nombre de la planta, área y las máquinas a medir, sus puntos respectivos, las tolerancias de acuerdo a los equipos que se analizará; las rutas de medición y se configura el sensor a utilizar en este caso el Acelerómetro Rainger IP-M con una sensibilidad de 100 mV/g

4.1.2 Principio de funcionamiento del Detector II. El Detector II es un instrumento de mantenimiento predictivo, su principal función es la de medir la intensidad de vibración total o global y así como de la medición portátil con los datos de la función grabados para el monitoreo desconectado de sistemas y maquinaria. Para este propósito, el instrumento mide los sentidos de las vibraciones en puntos predeterminados usando un sensor llamado acelerómetro y trabaja con valores de velocidad, aceleración y demodulación, los valores característicos, o la condición del componente. Además, el Detector II puede medir temperaturas usando un sensor o pirómetro.

Una vez finalizada una ronda de medición, los valores característicos medidos pueden ser grabados, se transfieren a una computadora dónde son evaluados y analizados gráficamente. La situación exacta del punto de la medición dentro del sistema para ser supervisado es guardada en la configuración. Allí, la sensibilidad del sensor para cada punto de la medición y el umbral valora para la alarma principal o preliminar y también se guarda.

La configuración es creada usando el Trendline 2 y transferido al Detector II antes de la medición. Para medir, el sensor de vibración es fijado a un punto de la medición predeterminado con la ayuda de un pegado de imán. Si éste no puede ser fijado

mediante el pegado magnético debido al material. Este tiene que ser pegado al punto de medición con la ayuda de un súper glue duro (por ejemplo los acrílicos azules).

La configuración del punto de la medición se selecciona en el Detector II y se empieza la medición. El Detector II y el sensor señalan con banda ancha los valores característicos. Estos valores característicos se guardan y se transfieren a la computadora una vez terminada la ronda de medición.

Para cada punto de la medición Trendline 2 compara el remedido de los valores característicos contra los valores límites puestos para este punto de la medición para la alarma principal o preliminar respectivamente. Cualquier pico que se exceda será desplegado.

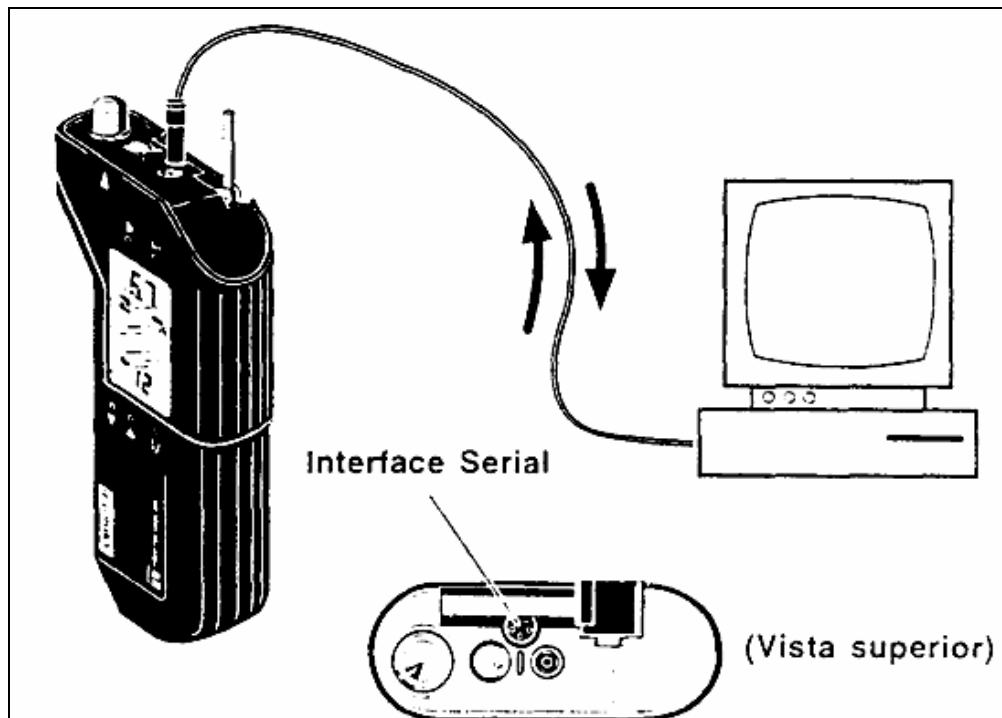
Los valores característicos establecidos son guardados. Ellos pueden pintarse gráficamente dependiendo de la medición del punto en el tiempo.

4.1.3 Conexión del Detector II al Software Trendline 2. El Detector II está diseñado para trabajar conjuntamente con el Software Trendline 2, previamente se deberá establecer una base de datos y fijar la ruta de medición creada, con lo que se estará en condiciones de poder empezar a trabajar con el Detector II de la siguiente manera:

- Instalar el software en la PC.
- Crear la configuración de la planta en el Software (base de datos).
- Conectar el Detector II al PC y encenderlo.
- Enviar la configuración al Detector II.
- Enviar la ruta(s) de medición al Detector II.
- Tomar mediciones con el Detector II a lo largo de la ruta.
- Importar las mediciones a Trendline 2.

Detector II puede ser fácilmente conectado a la interface serial del PC estándar si se usa el cable suministrado en el paquete de Trendline 2.

Figura 38. Conexión del Detector II al PC



Con el Trendline 2 se podrá continuar verificando las mediciones con respecto a excesos de alarma y desplegar a su vez gráficamente las mediciones para un análisis de tendencia.

El software del equipo nos permite observar los valores de cada medición de dos maneras:

- De forma gráfica (en un espectro)
- Y de forma numérica (en una tabla). La forma numérica es más exacta ya que nos entrega un valor exacto.

4.2 Diseño de fichas de datos, características y diagramas de ubicación de los puntos de medición de los equipos de la industria plástica del centro IMPLASTIC

Tabla 14. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la sopladora 1 del motor 1

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA SOPLADORA 1 DEL MOTOR 1	
DATOS GENERALES	
MARCA: SAFIMO	NÚMERO DE SERIE: 138P-11
MODELO: SHD-1000	AÑO DE ADQUISICIÓN: 1997
DATOS DEL MOTOR 1	
MARCA:	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 20 HP	RPM: 1200 RPM
VOLTAJE: 220 V	AMPERAJE: 78 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <input checked="" type="checkbox"/> AMORTIGUADO: <input type="checkbox"/>	VdB: <input type="checkbox"/> mm / s: <input checked="" type="checkbox"/>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 15. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la sopladora 1 del motor 2

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA SOPLADORA 1 DEL MOTOR 2	
DATOS GENERALES	
MARCA: SAFIMO	NÚMERO DE SERIE: 138P-11
MODELO: SHD-1000	AÑO DE ADQUISICIÓN: 1997
DATOS DEL MOTOR 2	
MARCA:	MODELO: 180 L4
SERIE: 5F 9114	Hz: 60
POTENCIA: 30 HP	RPM: 1460 RPM
VOLTAJE: 220 V	AMPERAJE: 78 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <input checked="" type="checkbox"/> AMORTIGUADO: <input type="checkbox"/>	VdB: _____ mm / s: <input checked="" type="checkbox"/>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 16. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la sopladora 2



DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA SOPLADORA 2	
DATOS GENERALES	
MARCA: LUXBER	NÚMERO DE SERIE: 90P-09
MODELO: TIN 631	AÑO DE ADQUISICIÓN: 1998
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: ELECTRICAL MOTOR	MODELO: 365USC
SERIE: 4101854	Hz: 60
POTENCIA: 30 HP	RPM: 1200 RPM
VOLTAJE: 440 V	AMPERAJE: 39 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <input checked="" type="checkbox"/> AMORTIGUADO: <input type="checkbox"/>	VdB: <input type="checkbox"/> mm / s: <input checked="" type="checkbox"/>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	

Tabla 17. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del enfriador

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DEL ENFRIADOR	
DATOS GENERALES	
MARCA: Construcción Artesanal	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN: 2010
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: RONG LONG	TIPO: W 3360
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 1 HP	RPM: 3450 rpm
VOLTAJE: 110 V	AMPERAJE: 14A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <input checked="" type="checkbox"/> AMORTIGUADO: <input type="checkbox"/>	VdB: <input type="checkbox"/> mm / s: <input checked="" type="checkbox"/>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

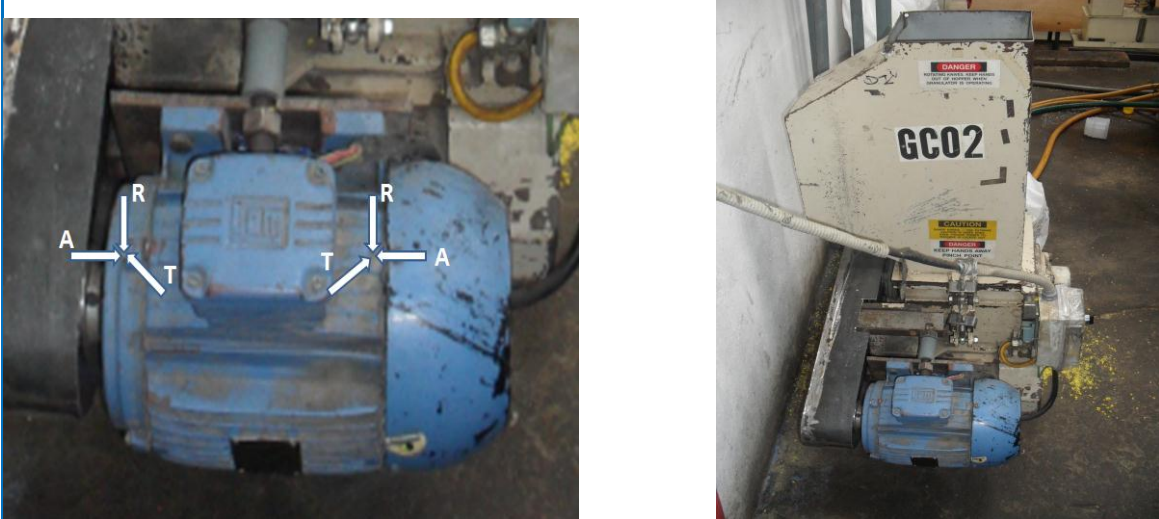
Tabla 18. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del chillers

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DEL CHILLERS	
DATOS GENERALES	
MARCA: ECOCHILLERS Green technology for life	NÚMERO DE SERIE: ECL1-4789
MODELO: ECCLAP120	AÑO DE ADQUISICIÓN: 2010
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: SIEMENS	TIPO: 1RF3 257-2YC44
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 1,5 CP	RPM: 3500 RPM
VOLTAJE: 220 V	AMPERAJE: 9.7 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <input checked="" type="checkbox"/> AMORTIGUADO: <input type="checkbox"/>	VdB: <input type="checkbox"/> mm / s: <input checked="" type="checkbox"/>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 19. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del enfriador exterior

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DEL ENFRIADOR EXTERIOR	
DATOS GENERALES	
MARCA: Construcción Artesanal	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN: 1986
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: BALDOR	MODELO: JMM3219TSB
SERIE: 36G210 – 194	Hz: 60
POTENCIA: 7-1/2 HP	RPM: 3450 RPM
VOLTAJE: 220 V	AMPERAJE: 19 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <input checked="" type="checkbox"/> AMORTIGUADO: <input type="checkbox"/>	VdB: <input type="checkbox"/> mm / s: <input checked="" type="checkbox"/>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 20. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición del molino triturador

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DEL MOLINO TRITURADOR	
DATOS GENERALES	
MARCA: Construcción Artesanal	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN: 1991
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: WEG	TIPO: NBR. 7094
IP: 55	Hz: 60
POTENCIA: 3.7 / 5 HP	RPM: 1715 rpm
VOLTAJE: 220 V	AMPERAJE: 14 / 8.11 A
MOTOR JAULA DE ARDILLA	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u> X </u> AMORTIGUADO: <u> </u>	VdB: <u> </u> mm / s: <u> X </u>
EQUIPO DE MEDICIÓN: DETECTOR II	RESPONSABLE: Antonio Piñaloza y Xavier Camacho
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

4.3 Configuración del sistema

Utilizando un computador y el software del Detector II se crea una base de datos con toda la información disponible de las máquinas como por ejemplo:

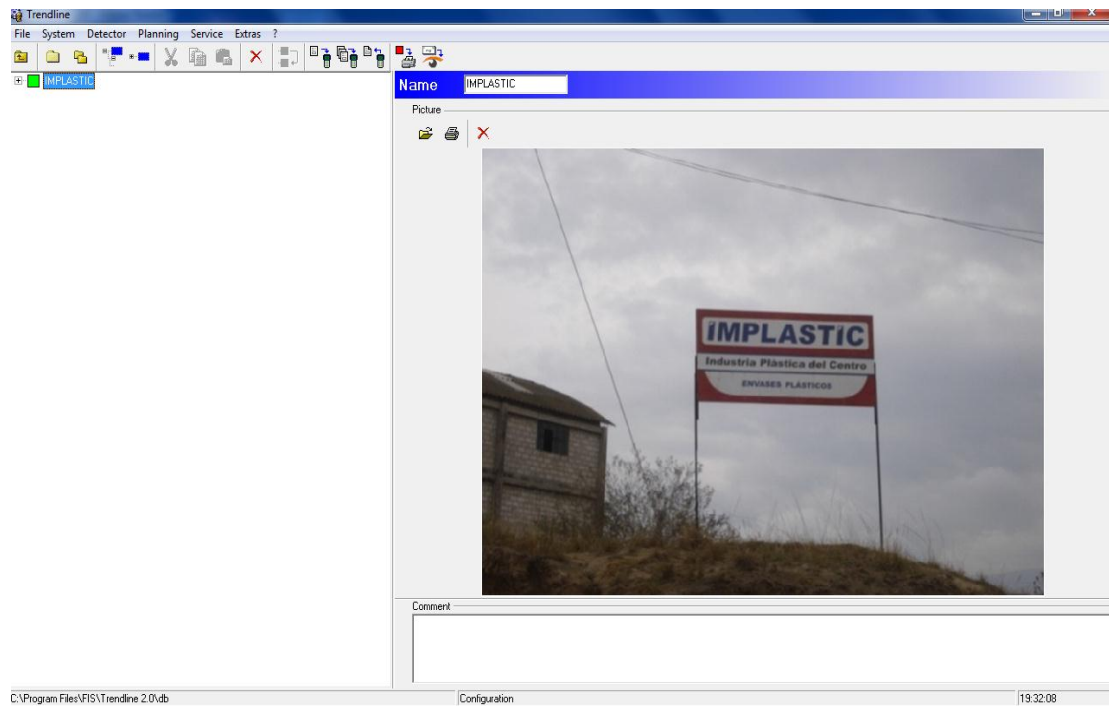
- Información de las máquinas a ser monitoreadas.
- Dibujo o fotografía de la máquina.
- RPM de placa y medidas reales.
- Temperatura de operación normal.
- La frecuencia de las máquinas.
- Descripción de sus principales componentes.
- Tipos de acoples de las máquinas.
- Tipo de rodamientos.
- Puntos de medición.
- Localización de los puntos de medición.

Para la configuración del sistema se debe seguir los siguientes pasos:

Damos clic en la carpeta para poder crear y establecer códigos para nuestras máquinas, en esta pantalla nos da la posibilidad de cambiar nombres de acuerdo a los requerimientos de la empresa en este caso es IMPLASTIC.

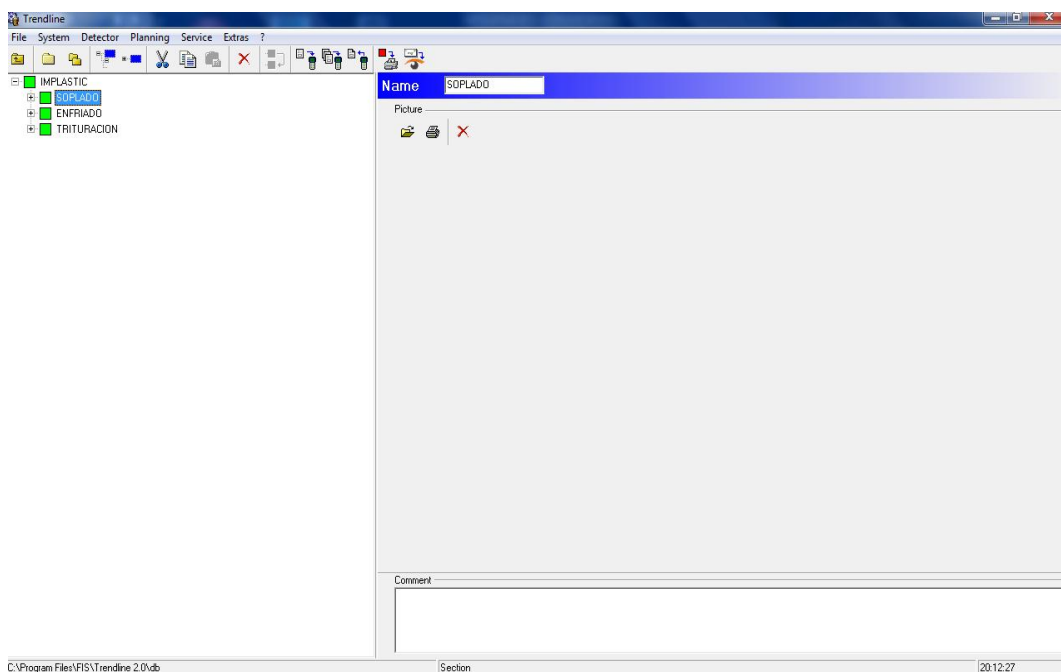
Tomando en cuenta que hay varios equipos que son de construcción artesanal no contamos con una marca del equipo peor aún con un número de serie.

Figura 39. Configuración IMPLASTIC



- Después se crea un sub ítem, que en este caso es la sección de, SOPLADO, ENFRIADO Y TRITURACIÓN donde vamos a tomar las mediciones en los diferentes equipos.

Figura 40. Configuración sección de, soplado, enfriado y trituración



- Señalando en la sección SOPLADO volvemos a dar un clic para crear un nuevo sub ítem donde van cada uno de los equipos que se va a medir.

Figura 41. Configuración de la sopladora1 del motor 1 y 2

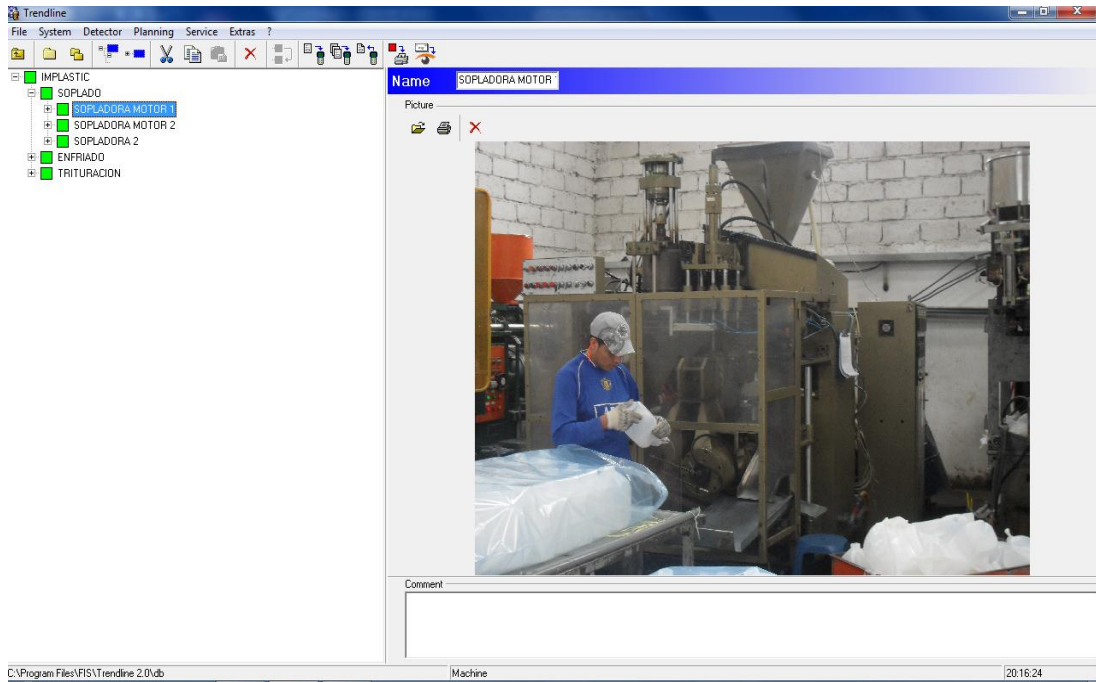
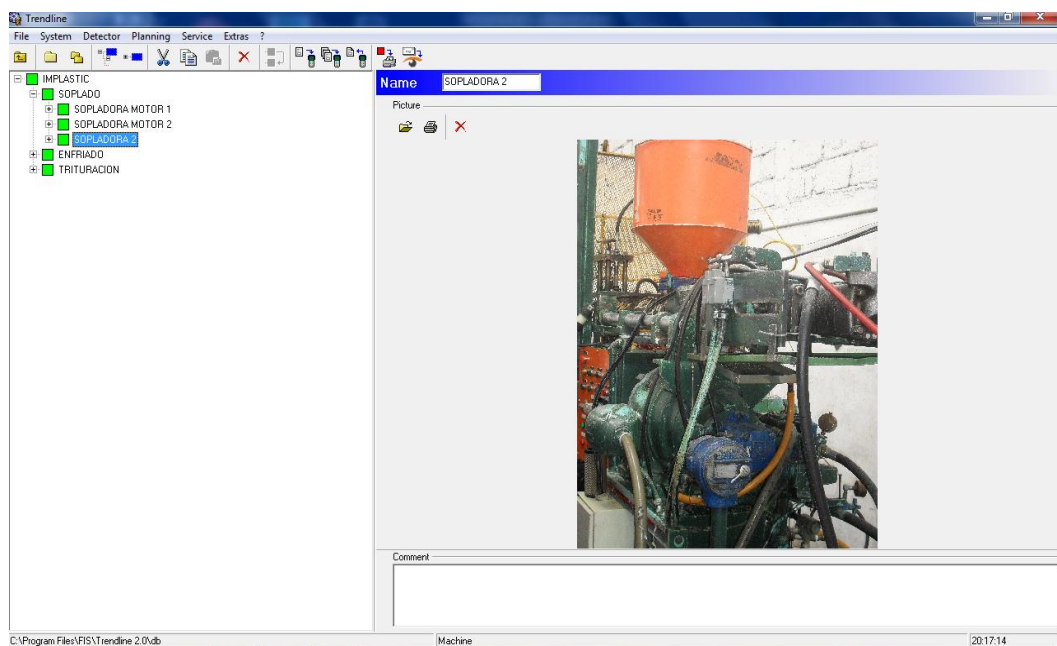


Figura 42. Configuración de la sopladora 2



- Señalando en la sección ENFRIADO volvemos a dar un clic para crear un nuevo sub ítem donde van cada uno de los equipos que se va a medir.

Figura 43. Configuración del enfriador

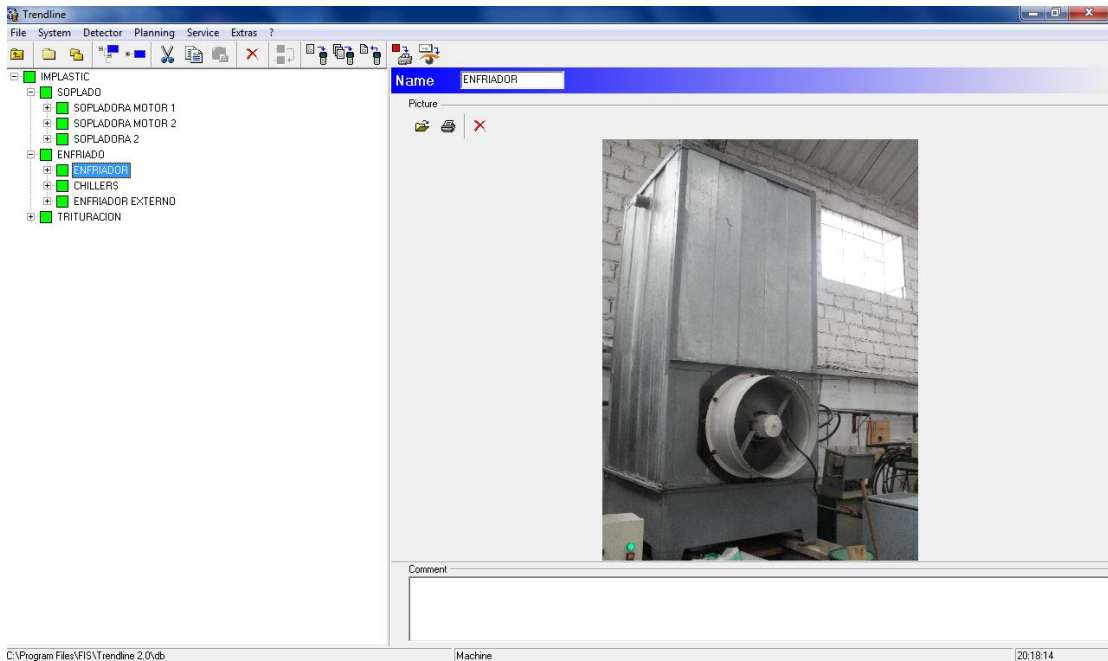


Figura 44. Configuración del chillers

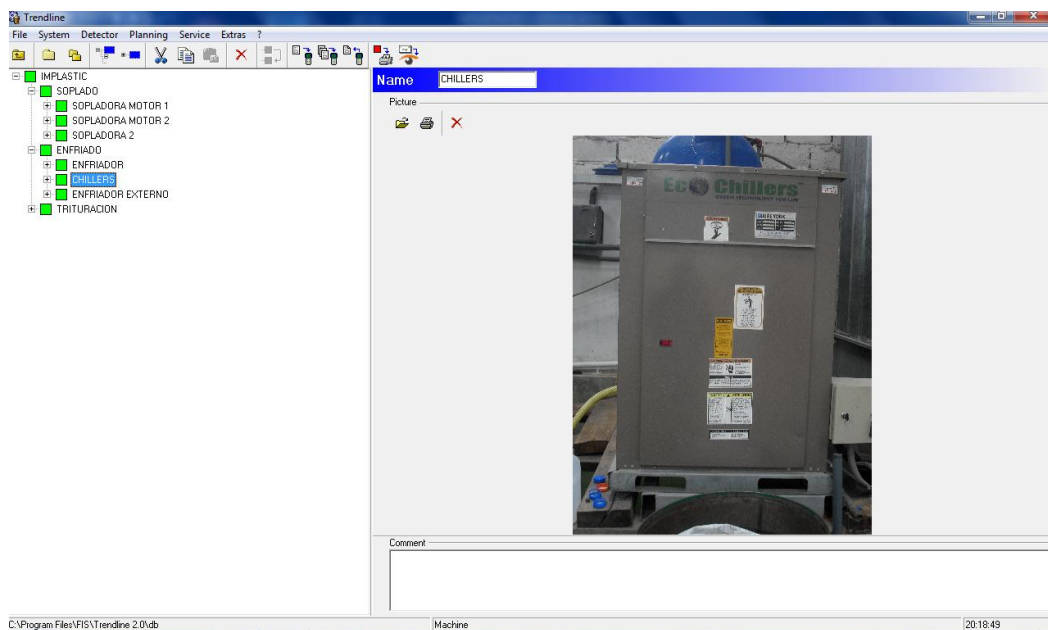
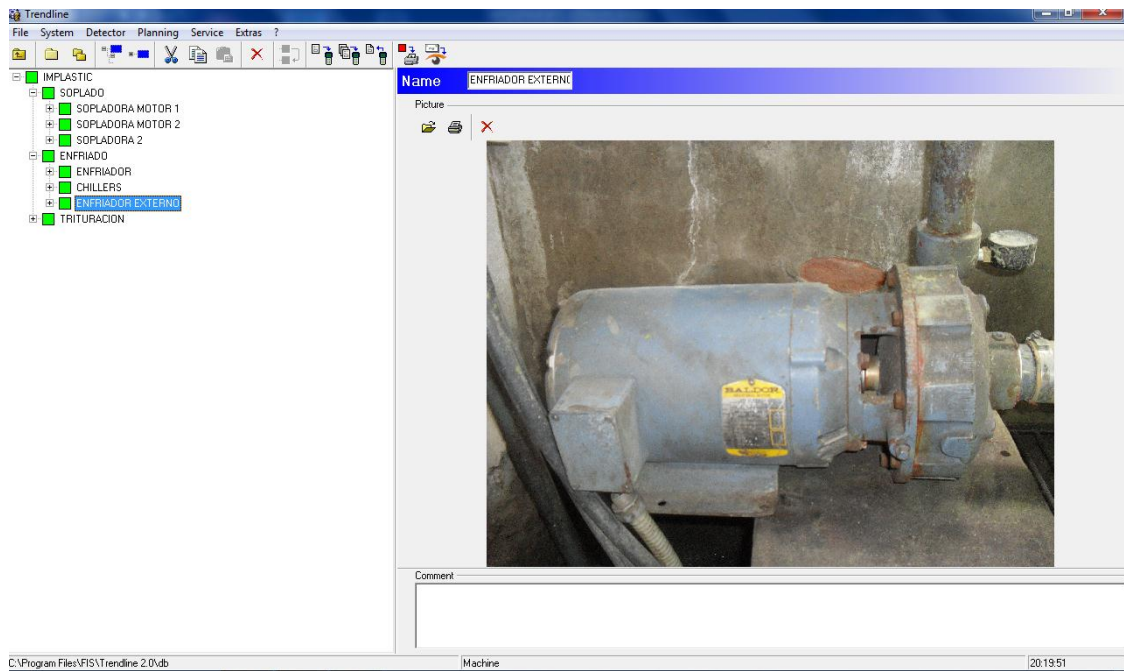
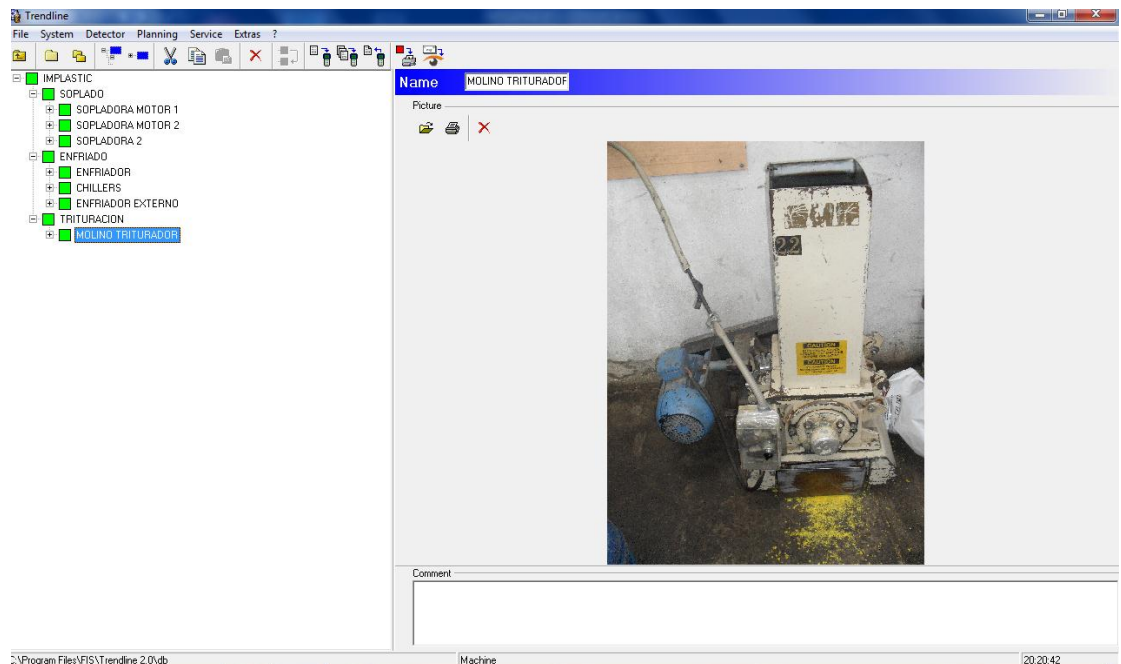


Figura 45. Configuración del enfriador externo



- Señalando en la sección EXTRUCCIÓN volvemos a dar un clic para crear un nuevo sub ítem donde van cada uno de los equipos que se va a medir.

Figura 46. Configuración del molino triturador



En cada uno de los equipos una vez que hemos establecido los diferentes puntos y direcciones de medición, se procede a definir los diferentes parámetros que se va a analizar los cuales son:

- Primero la norma que vamos a usar y en este caso es la norma ISO 10816.
- Segundo la aceleración.
- Tercero la velocidad.
- Cuarto la temperatura

Y en el equipo queda configurado de la siguiente forma:

- ISO 10816
- Aeff
- Deff TP 1000 Hz
- Temp

4.4 Creación de rutas de medición

Para la creación de las rutas tenemos que tomar en cuenta algunos factores tales como:

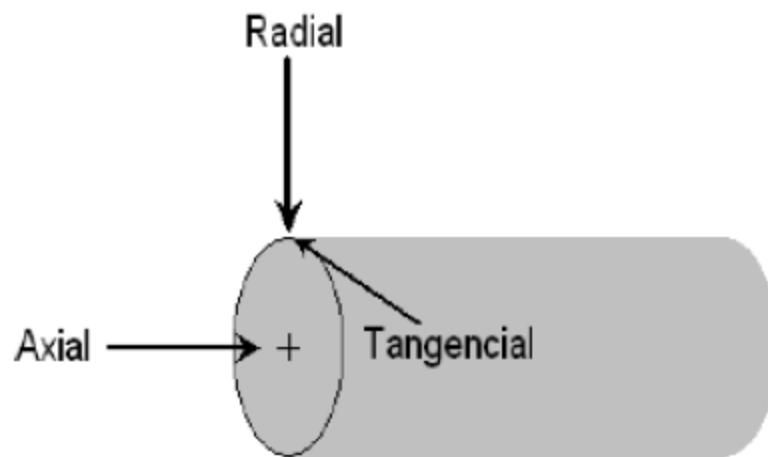
1. Posicionamiento.- Recorra el área de la planta donde se encuentran los equipos a ser monitoreados, determinando su ubicación, los puntos de medición y secuencia de las mismas (rutas), particularidades y opciones de rutas, aspectos de seguridad, accesibilidad, identificaciones.
2. Desarrollo de las planillas de datos.- Establecer qué máquinas van a ser monitoreadas, y completar una planilla de datos para cada una de ellas.

La planilla de datos provee información necesaria sobre cada elemento rotante, a fin de identificar las frecuencias características, los puntos de medición y los datos de reparaciones.

4.5 Sentidos de medición

Es recomendable montar el sensor de vibración orientado en los sentidos radial, tangencial y axial.

Figura 47. Sentidos de Medición



Hay que evitar las posiciones con variaciones de temperaturas o excesiva condensación y en el caso de acelerómetros, el flujo de aire / fluidos sobre el sensor.

Dado que conocemos cómo los problemas crean vibraciones en cada plano, la lectura en tres sentidos puede ayudarnos a interpretar el origen de las mismas.

- Radial.- Normalmente es menor que en el plano horizontal, debido a la diferencia de rigidez y a la acción de la gravedad.

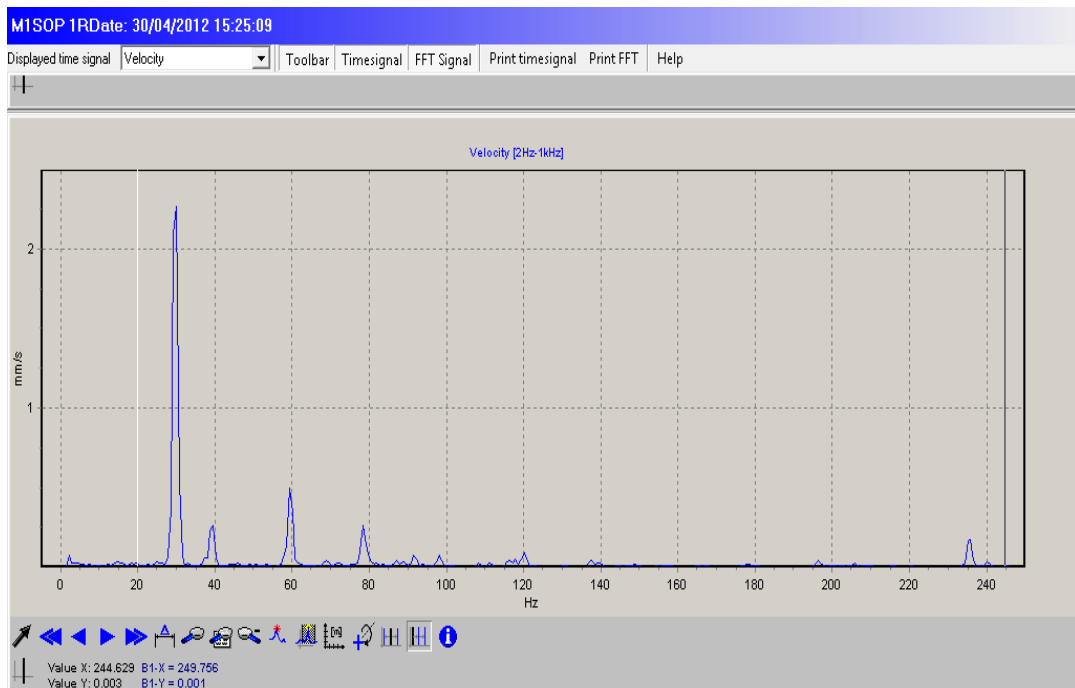
- Tangencial.- El desbalance es la causa más común de vibraciones en el plano radial (horizontal y vertical). Normalmente las máquinas son más elásticas en el plano horizontal, por lo tanto el desbalance se manifiesta generalmente en este sentido.
- Axial.- En condiciones ideales presenta valores más bajos que las radiales, dado que las fuerzas generalmente son perpendiculares al eje. Sin embargo, los problemas de desalineaciones crean vibraciones en este sentido.

4.6 Análisis de los espectros obtenidos en los equipos de la industria plástica del centro IMPLASTIC.

4.6.1 *Espectros de la sopladora 1 del motor 1.* La determinación de los espectros se establecen en los siguientes puntos.

4.6.1.1 *Espectros del punto M1SOP 1R*

Figura 48. Espectro obtenido en el punto M1SOP 1R



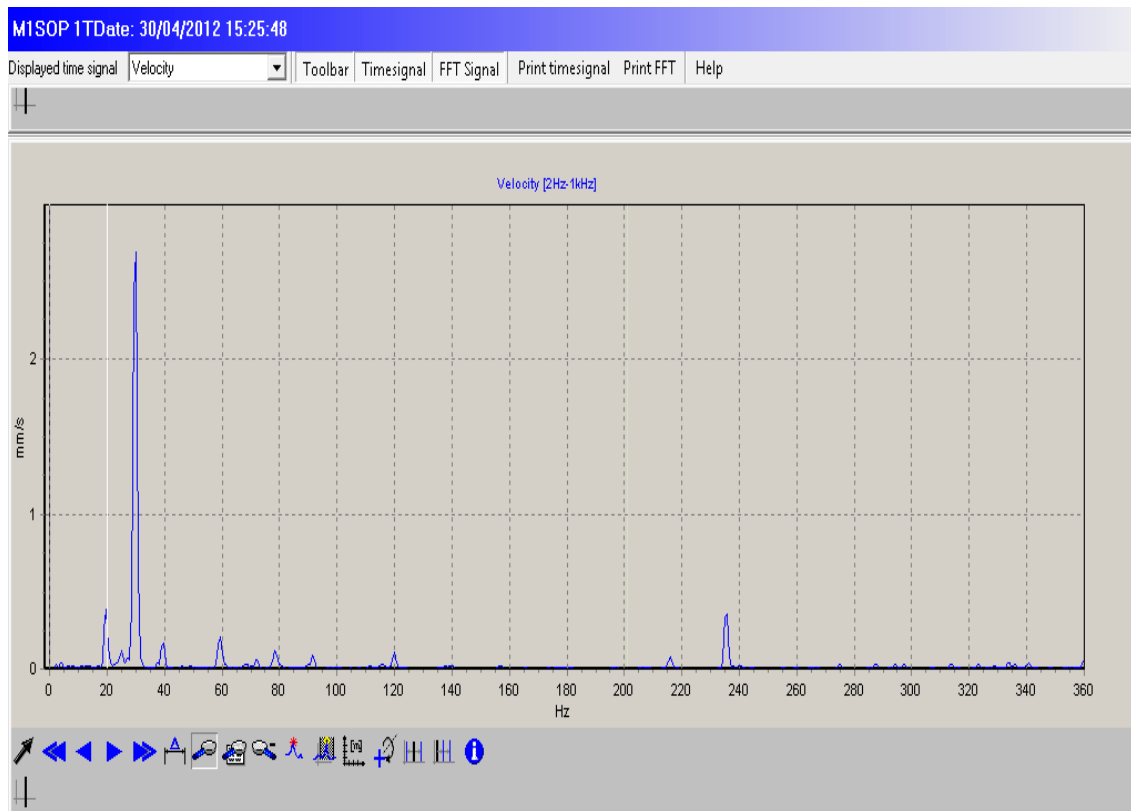
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.00 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Realizar el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.1.2 Espectros del Punto M1SOP 1T

Figura 49. Espectro obtenido en el punto M1SOP 1T



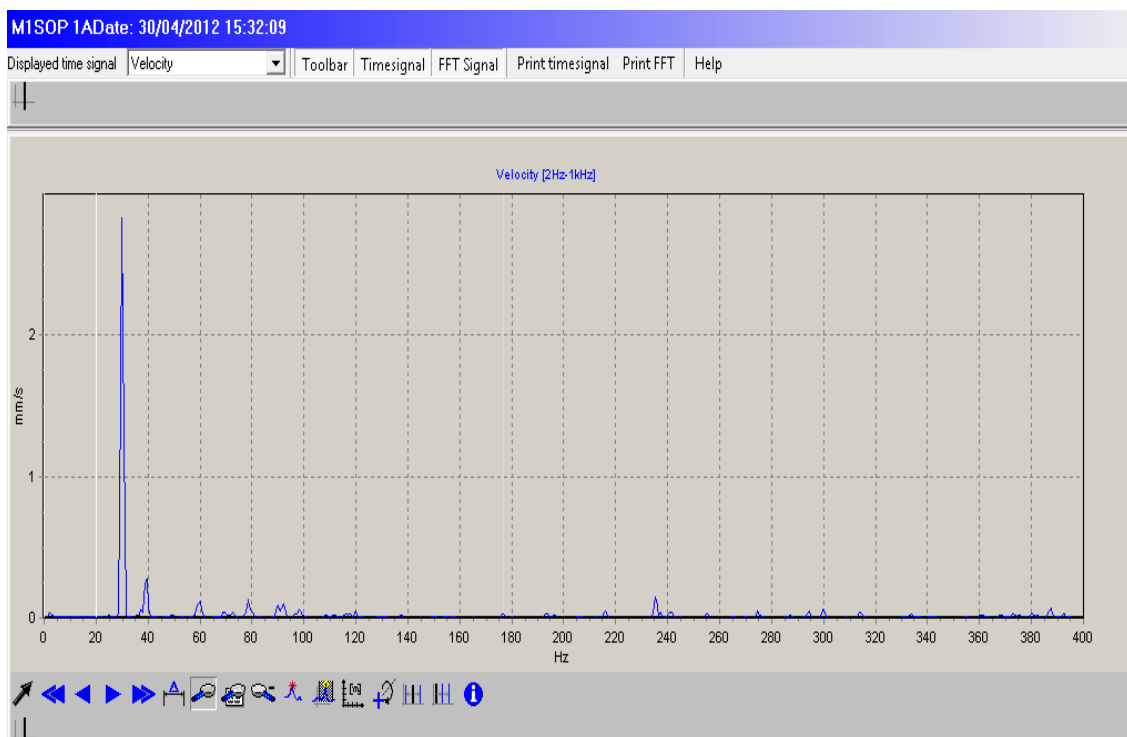
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.37 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.1.3 Espectros del punto M1SOP 1A. Se observa en la figura 50.

Figura 50. Espectro obtenido en el punto M1SOP 1A



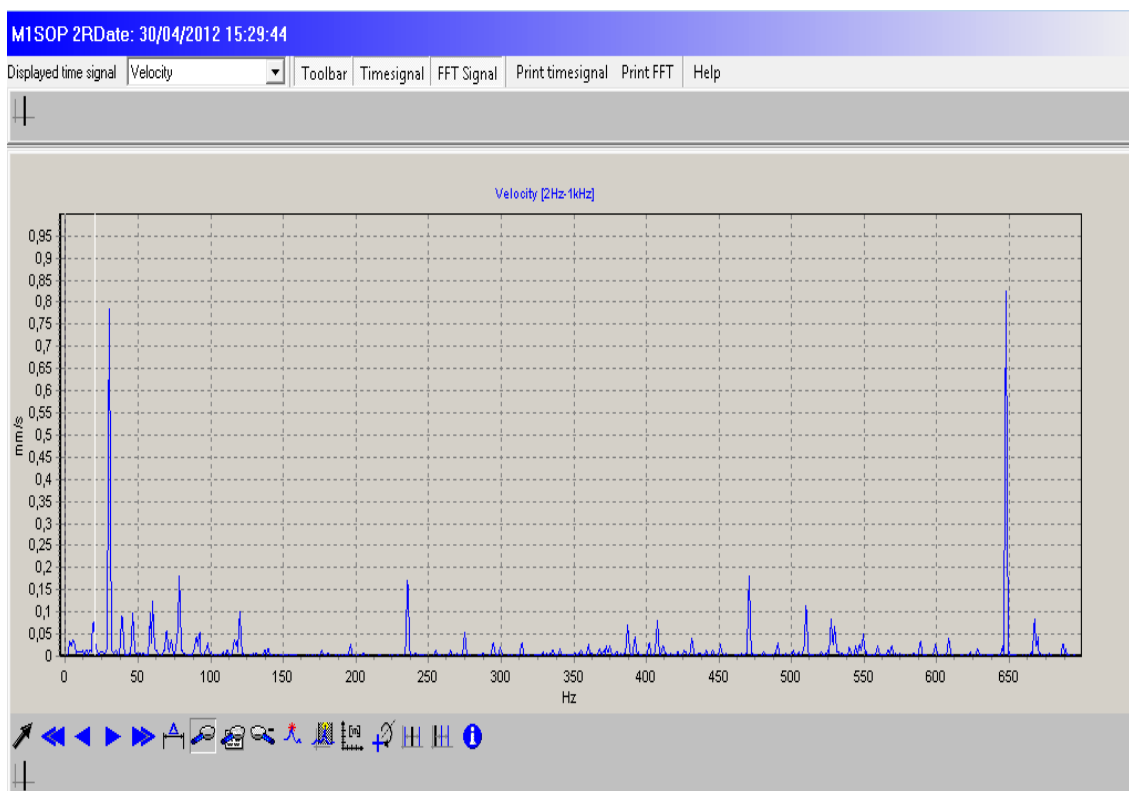
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.27 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.1.4 Espectros del Punto M1SOP 2R. Se observa en la figura 51.

Figura 51. Espectro obtenido en el punto M1SOP 2R



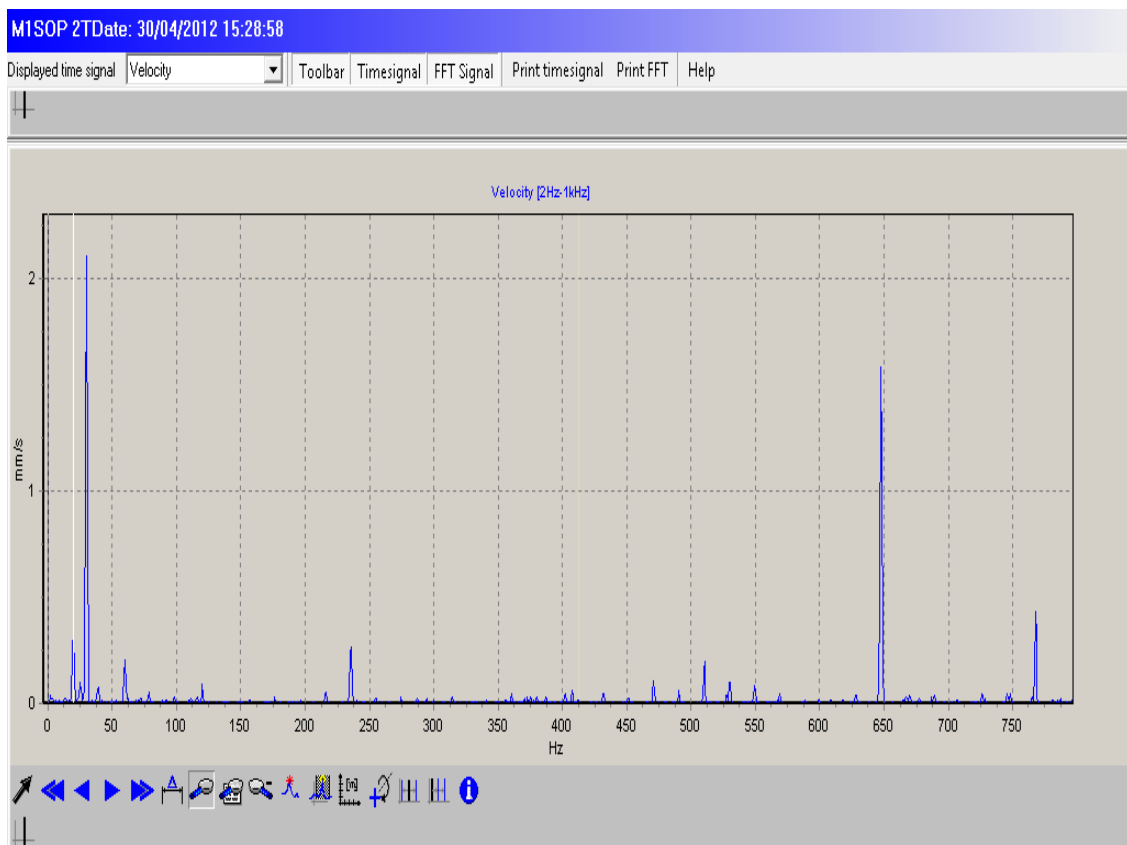
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.77 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.1.5 Espectros del Punto M1SOP 2T

Figura 52. Espectro obtenido en el punto M1SOP 2T



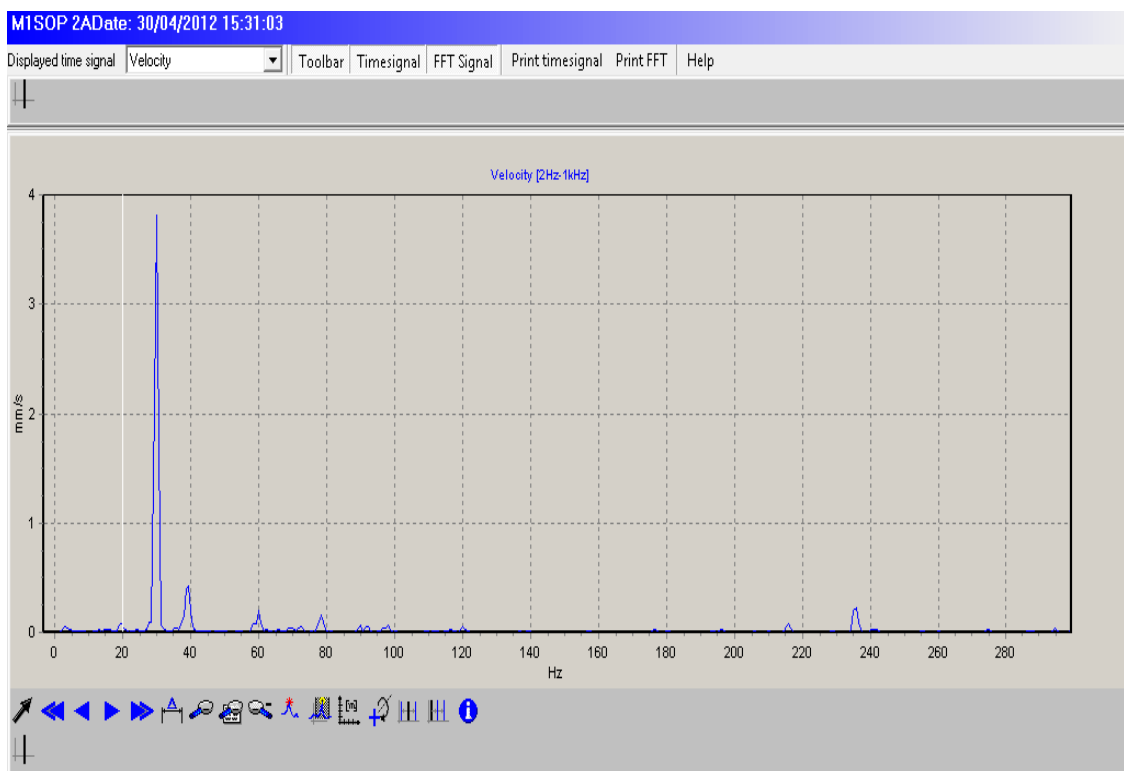
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.95 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.1.6 Espectros del punto M1SOP 2A

Figura 53. Espectro obtenido en el punto M1SOP 2A



Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.83 mm/seg.

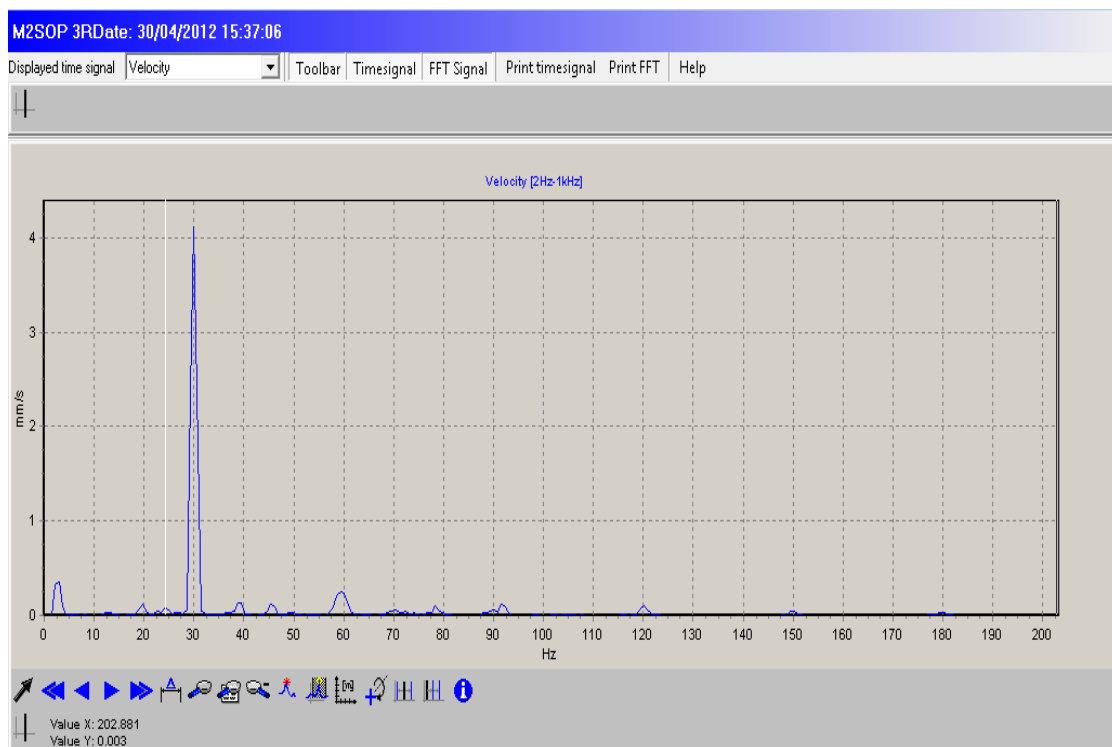
Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.2 Espectros de la sopladora 1 del motor 2.

4.6.2.1 Espectros del punto M2SOP 3R

Figura 54. Espectro obtenido en el punto M2SOP 3R



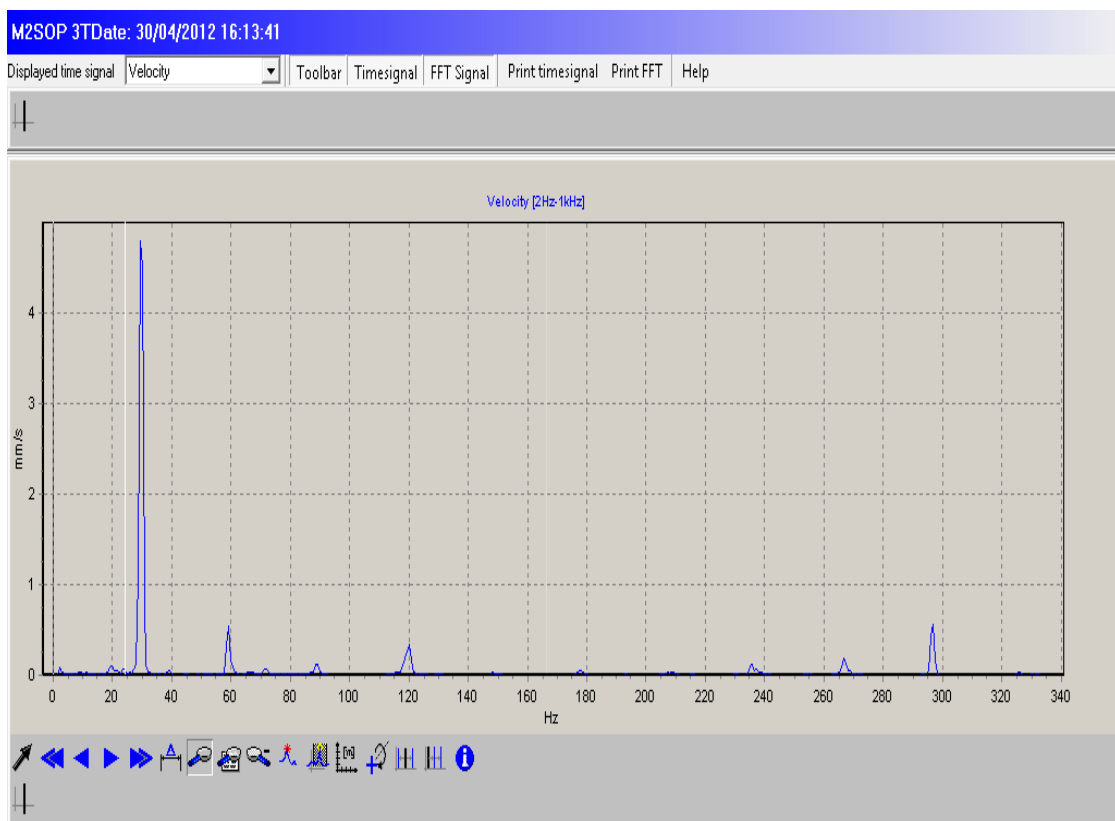
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 3.00 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.2.2 Espectros del punto M2SOP 3T

Figura 55. Espectro obtenido en el punto M2SOP 3T



Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos un pico elevado en 1XT con una medida de 4.32 mm/seg que nos indican un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816., ya que la medida está por debajo de 4.5 mm/seg que es el valor máximo permitido según la norma ya mencionada.

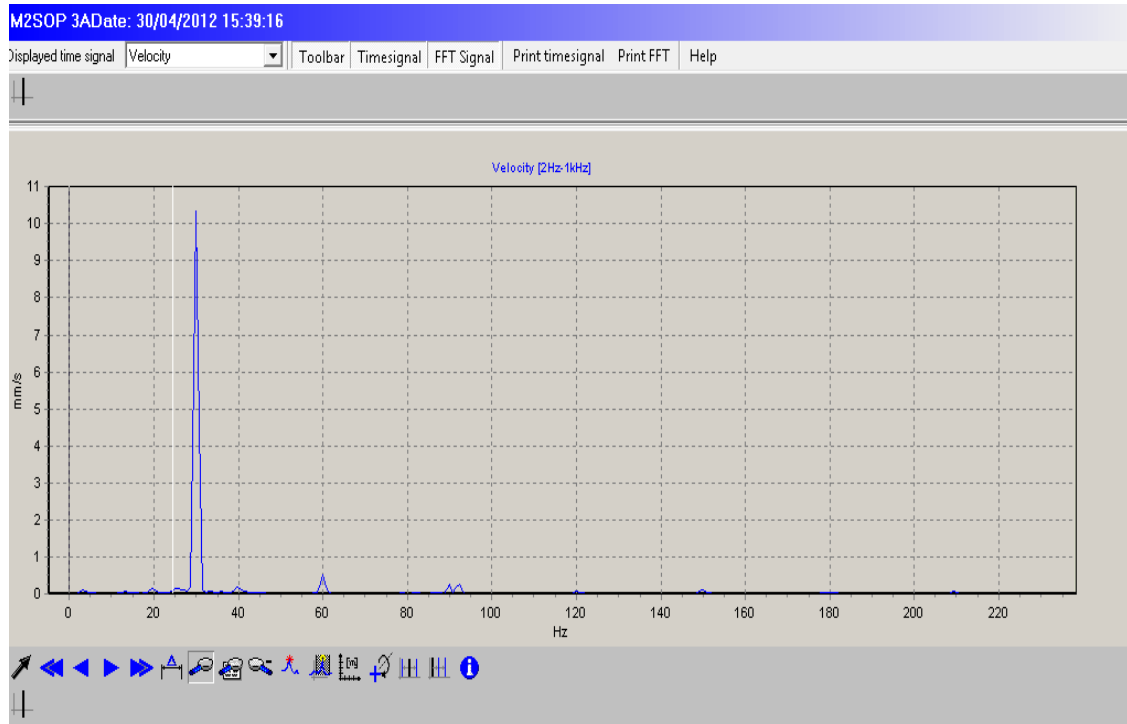
Diagnóstico. El pico elevado en 1X en la dirección tangencial, nos advierte la presencia de un problema futuro el cual se denomina **holgura de base o flexibilidad transversal.**

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado y para prevenir la holgura de base se recomienda revisar si existe:

- Pernos flojos o anclaje incorrecto.
- Cuarteaduras en la estructura de montaje.
- Anclaje incorrecto.
- Corrosión.

4.6.2.3 Espectros del punto M2SOP 3A

Figura 56. Espectro obtenido en el punto M2SOP 3A



Análisis. En el espectro tenemos un pico elevado de 7.66 mm/seg. en 1XA, acompañado de un pico en 2XA, los mismos que no son admisibles y nos indican un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El componente axial 1XA, nos indica que existe un **problema de desalineación angular.**

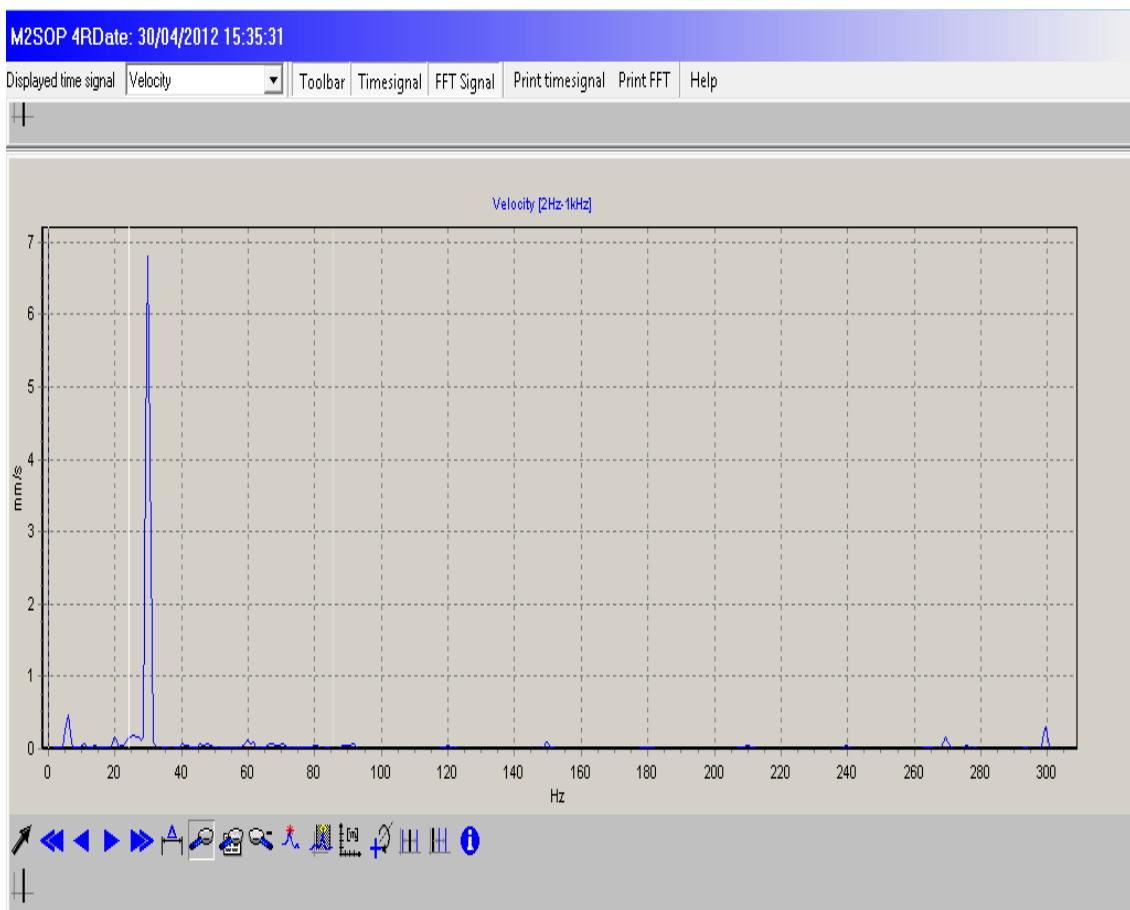
Recomendación. La desalineación angular se puede evitar analizando las siguientes causas:

- Ensamblado impreciso de los componentes principalmente de los rodamientos
- La posición relativa de los componentes se altera después del montaje.

- Distorsión debido a fuerzas y distorsión en soportes flexibles debido a torque.
- Expansión de la estructura de la máquina debido a altas temperaturas.
- Para corregir, eje conducido debe alinearse. Debe emplearse un equipo de alineación adecuado.
- Se debe balancear el eje.

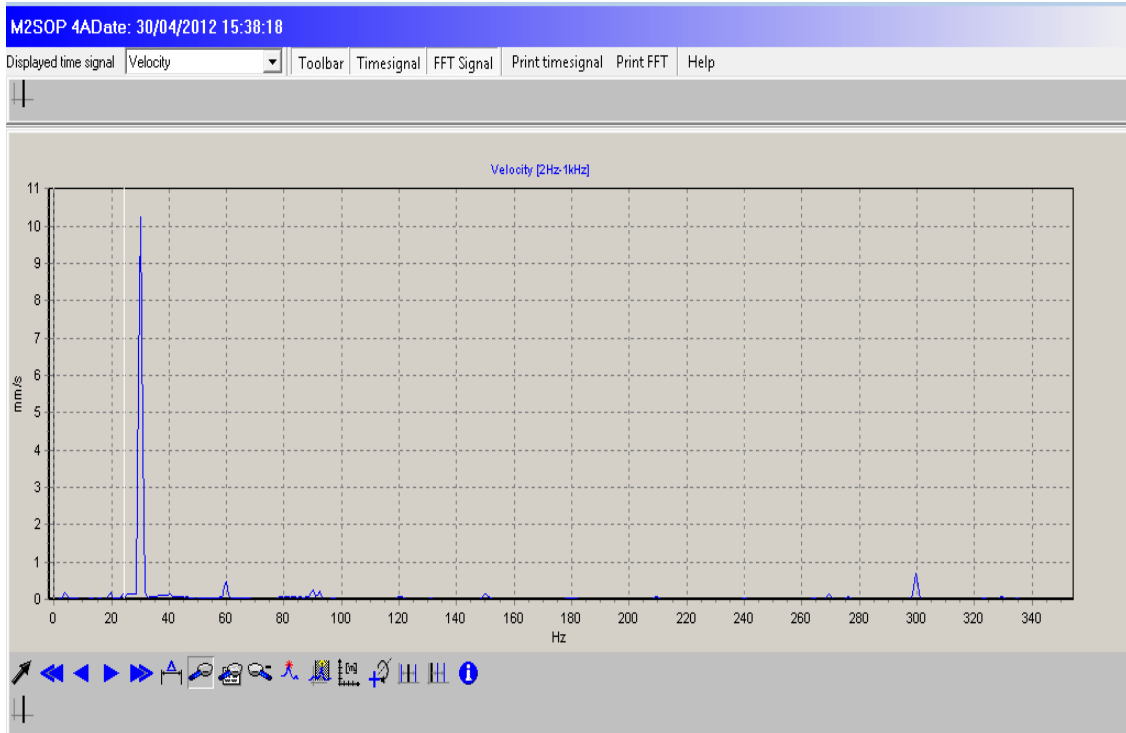
4.6.2.4 Espectros del punto M2SOP 4R

Figura 57. Espectro obtenido en el punto M2SOP 4R



4.6.2.5 Espectros del punto M2SOP 4A

Figura 58. Espectro obtenido en el punto M2SOP 4A



Análisis. En el espectro tenemos un pico elevado 1XR de 5.01 mm/seg y otro de 7.71 mm/seg en 1XA, acompañado de un pico en 2XR Y 2XA, los mismos que no son admisibles y nos indican un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El componente axial 1XA, nos indica que existe un **problema de desalineación combinada**.

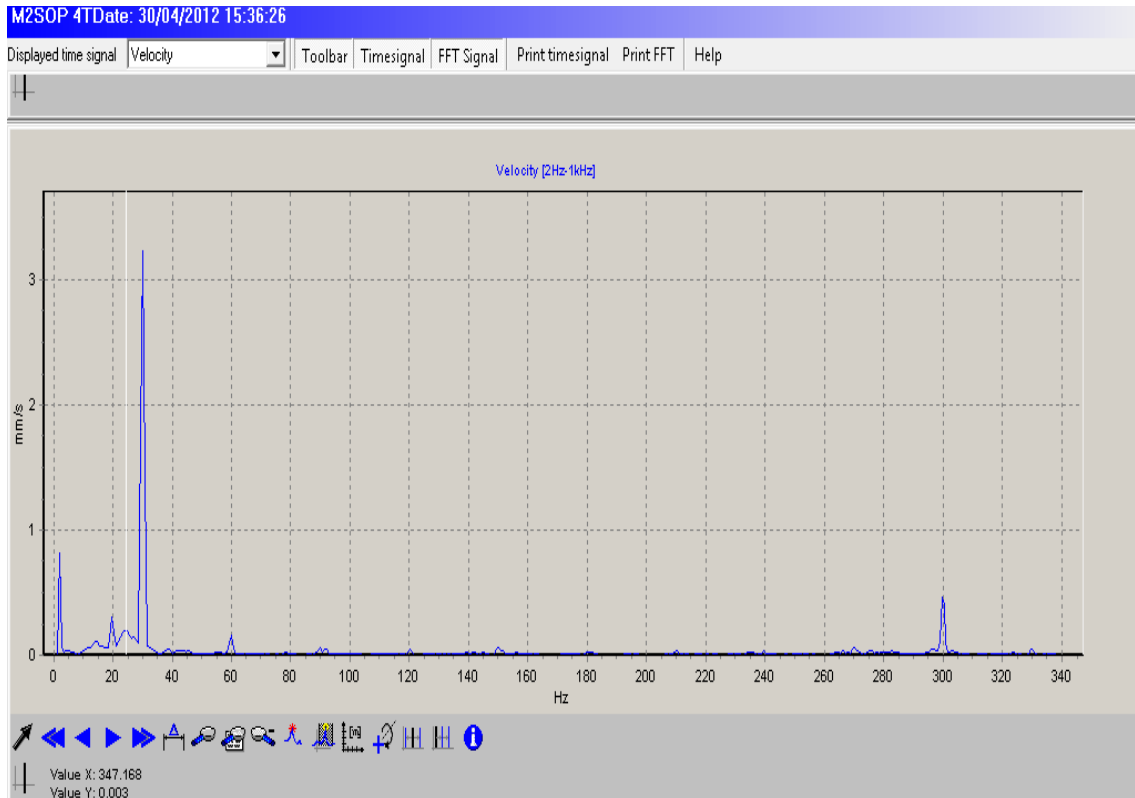
Recomendación. La desalineación combinada se puede evitar analizando las siguientes causas:

- Revisar si existe juego en los componentes.

- Revisar si el eje se encuentra pandeado
- Revisar la posición relativa de los componentes ya que esta se altera después del montaje.
- Para corregir, eje conducido debe alinearse y se debe emplearse un equipo de alineación adecuado.
- Ensamblado impreciso de los componentes.
- La posición relativa de los componentes se altera después del montaje.
- Fallas prematuras de rodamientos, sellos, acoplamiento o ejes.
- Altas temperaturas en la carcasa cerca de los rodamientos o altas temperaturas del aceite de lubricación.
- Excesiva fuga de aceite lubricante por los sellos de los rodamientos.
- Soltura de los pernos de anclaje (problemas de “pie flojo”).
- Calentamiento del acoplamiento mientras está funcionando.
- Rotura de los ejes (o agrietamiento) en o cerca a los asientos de los rodamientos o de las masas del acoplamiento.
- Consumo de energía más alto del normal.

4.6.2.6 Espectros del punto M2SOP 4T

Figura 59. Espectro obtenido en el punto M2SOP 4T



Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.34 mm/seg.

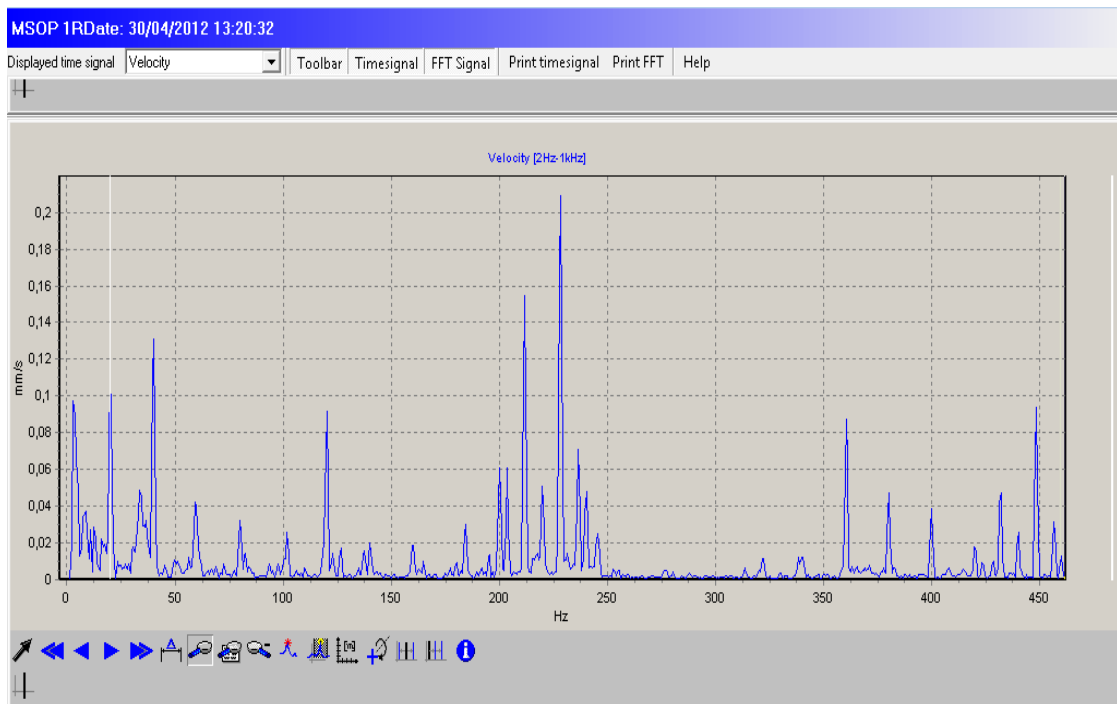
Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.3 Espectros de la sopladora 2

4.6.3.1 Espectros del punto MSOP 1R

Figura 60. Espectro obtenido en el punto MSOP 1R



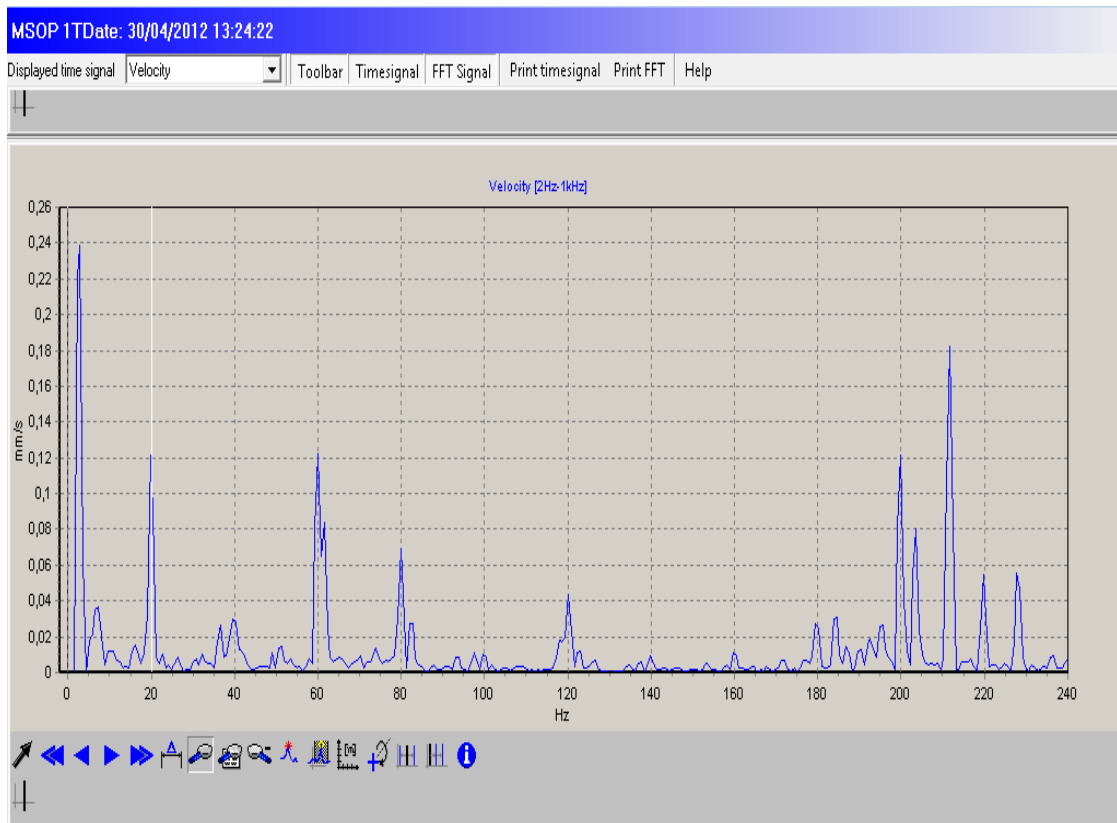
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.23 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.3.2 Espectros del punto MSOP 1T

Figura 61. Espectro obtenido en el punto MSOP 1T



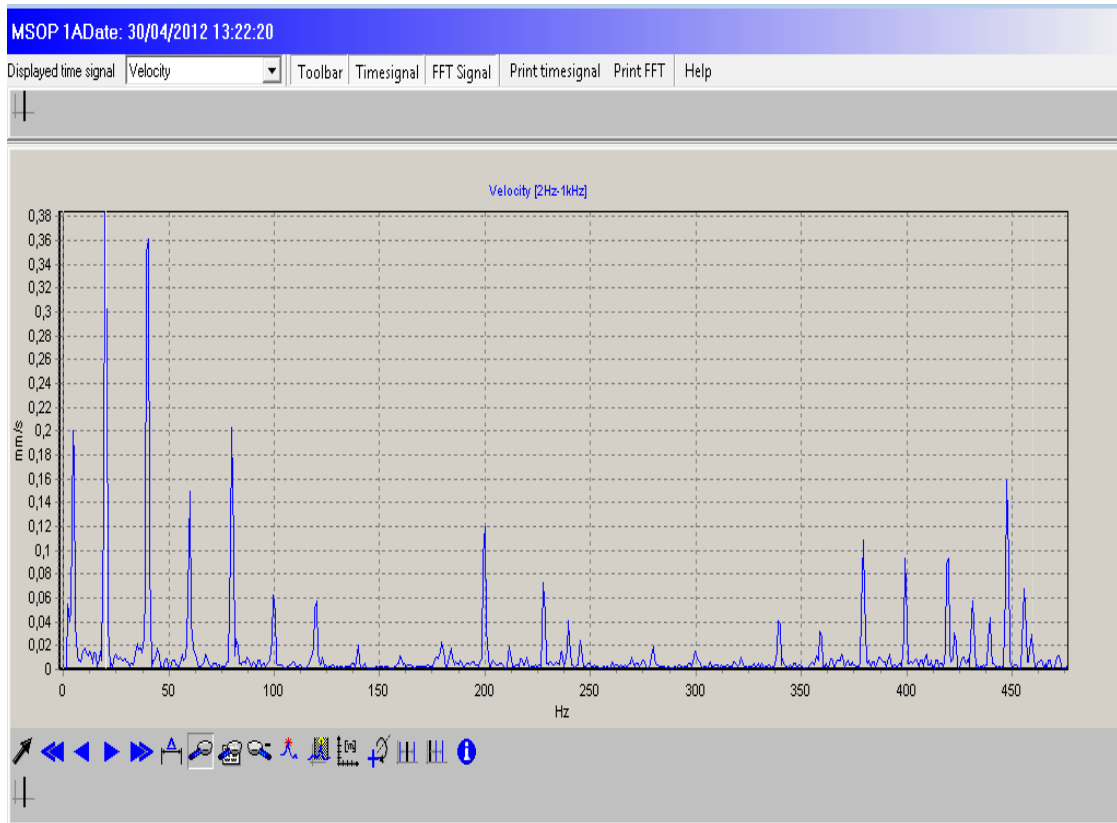
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.23 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.3.3 Espectros del punto MSOP 1A

Figura 62. Espectro obtenido en el punto MSOP 1A



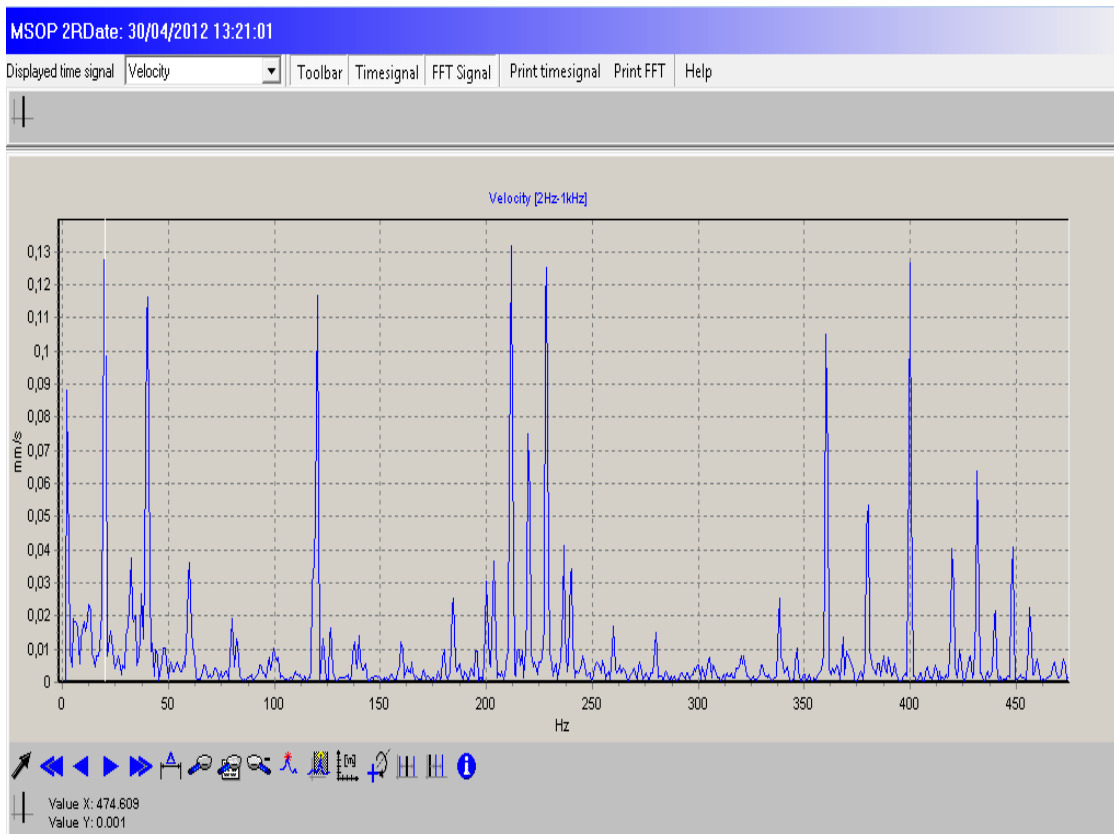
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.47 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.3.4 Espectros del punto MSOP 2R

Figura 63. Espectro obtenido en el punto MSOP 2R



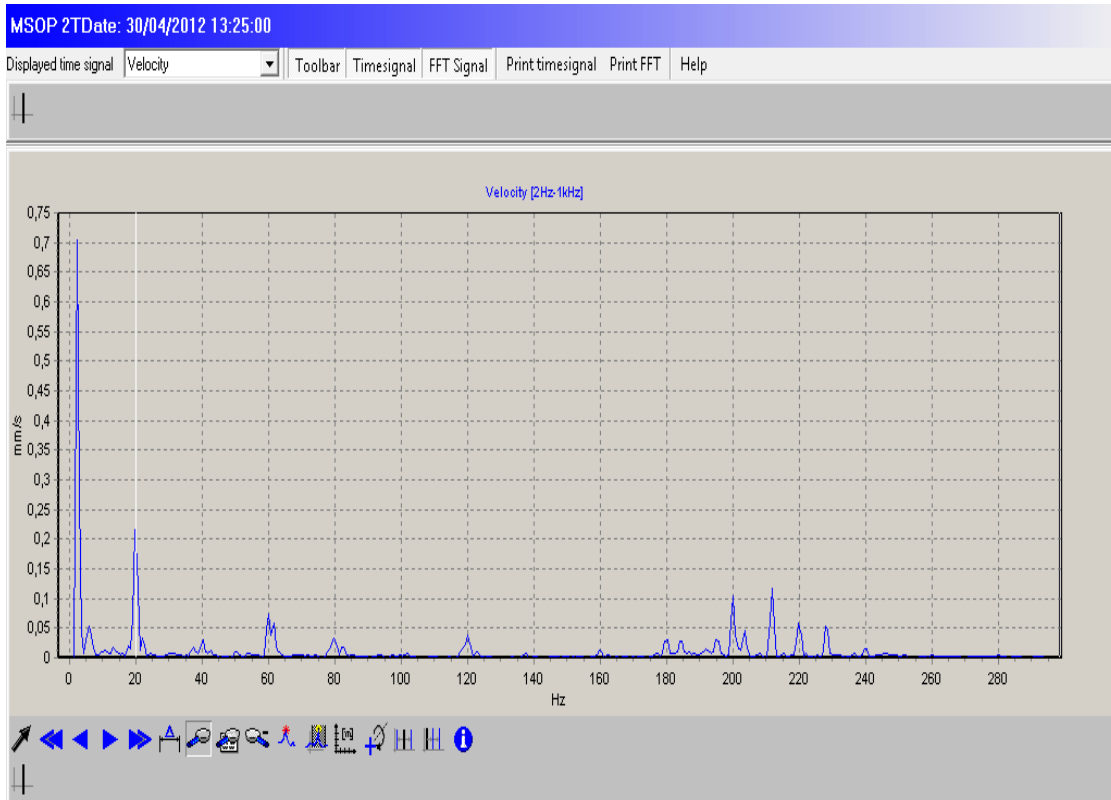
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.23 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.3.5 Espectros del punto MSOP 2T

Figura 64. Espectro obtenido en el punto MSOP 2T



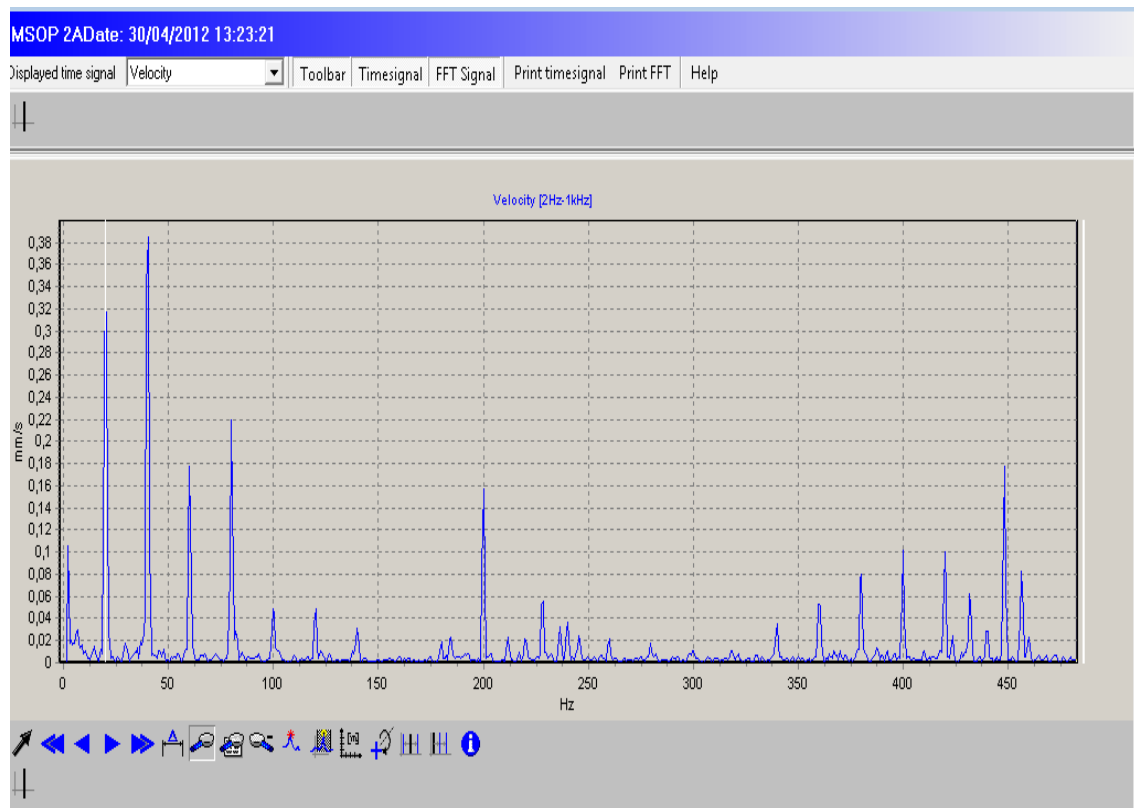
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.21 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales

4.6.3.6 Espectros del punto MSOP 2A

Figura 65. Espectro obtenido en el punto MSOP 2A



Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.50 mm/seg.

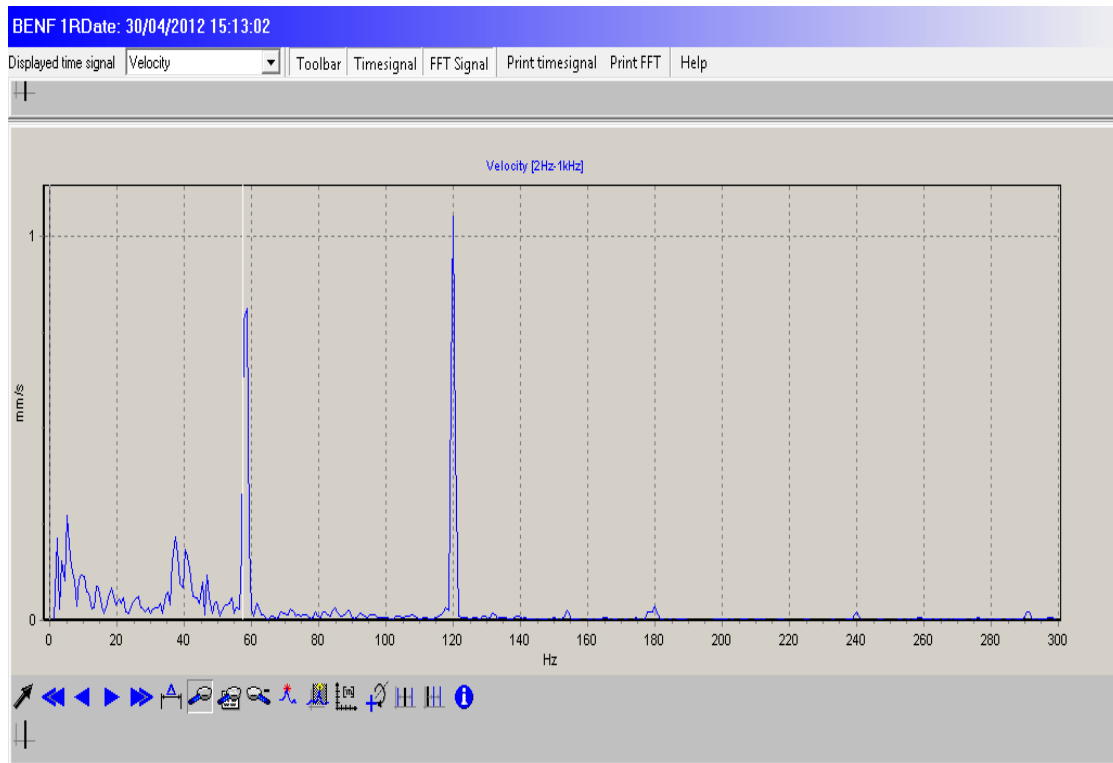
Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales

4.6.4 Espectros del enfriador.

4.6.4.1 Espectros del punto BENF 1R.

Figura 66. Espectro obtenido en el punto BENF 1R



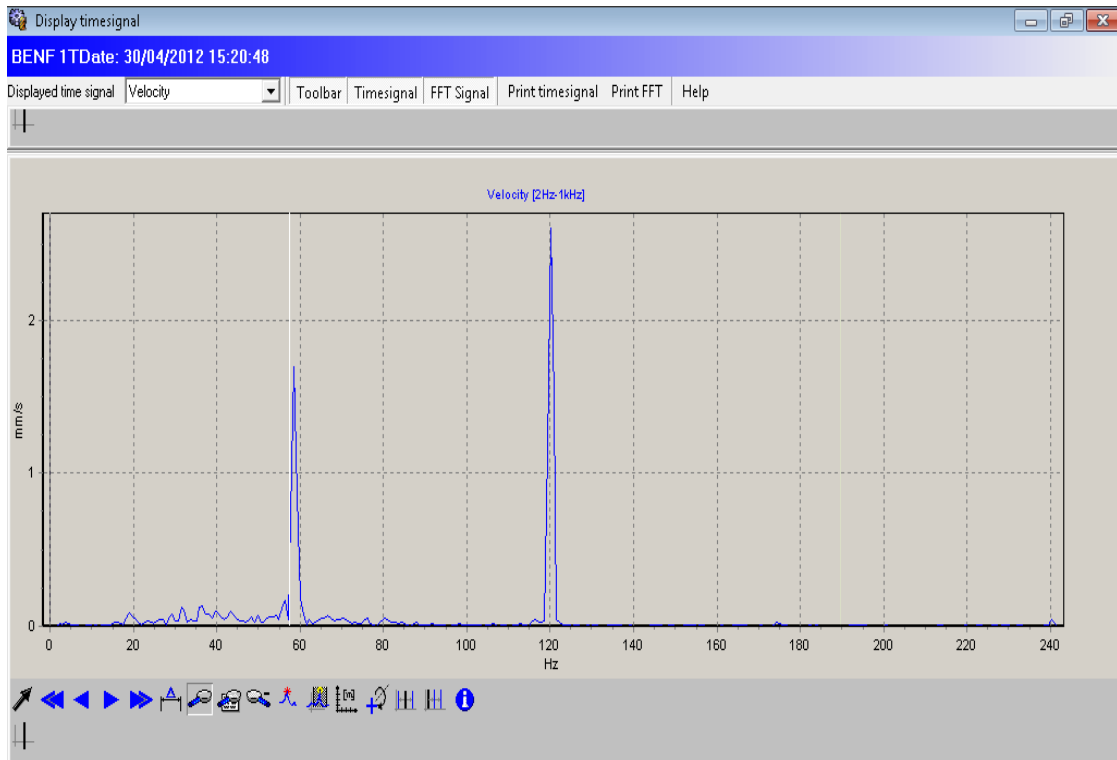
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.06 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.2 Espectros del punto BENF 1T

Figura 67. Espectro obtenido en el punto BENF 1T



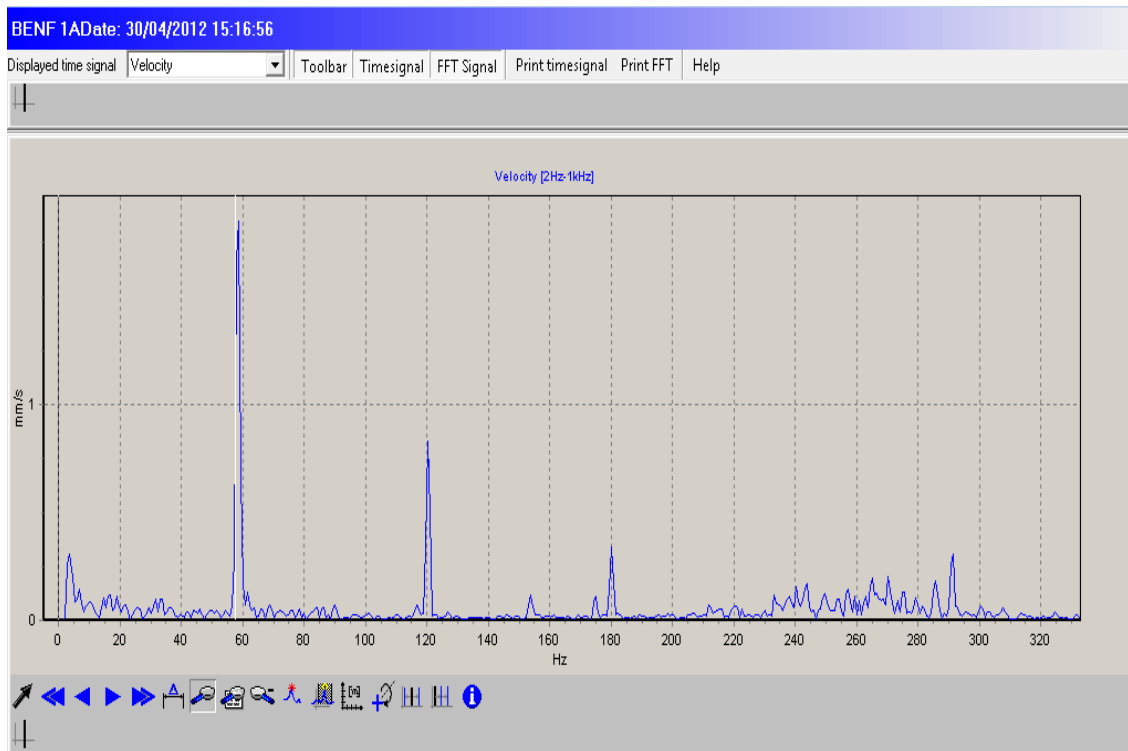
Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos valor pico de 2.30 mm/seg. en 120 Hz, el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El pico en 120 Hz, nos mostrará a futuro un problema de **fase eléctrica**.

Recomendación. El problema de fase eléctrica se debe a que en esta frecuencia, la atracción entre el rotor y el estator es variable y las dimensiones del hierro cambian un poco en presencia de un campo magnético variable, por lo que resulta necesario revisar el estado del estator ya que éste es el más afectado en el motor.

4.6.4.3 Espectros del punto BENF 1A

Figura 68. Espectro obtenido en el punto BENF 1A



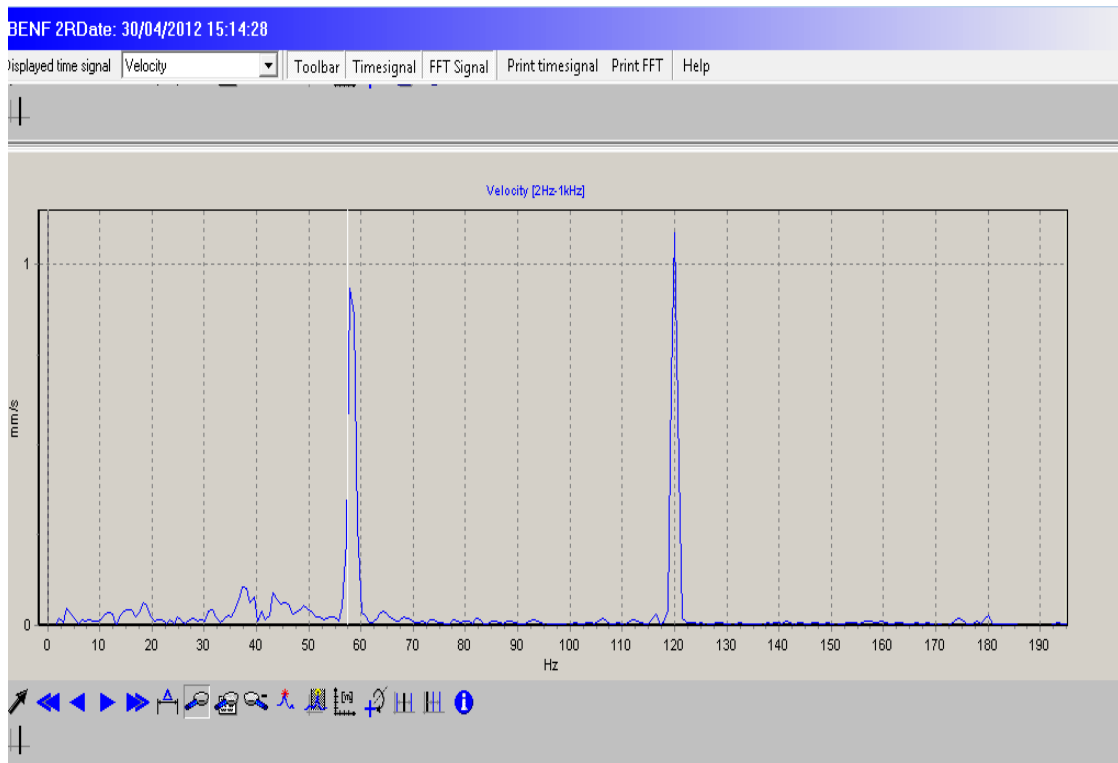
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.77 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.4 Espectros del punto BENF 2R

Figura 69. Espectro obtenido en el punto BENF 2R



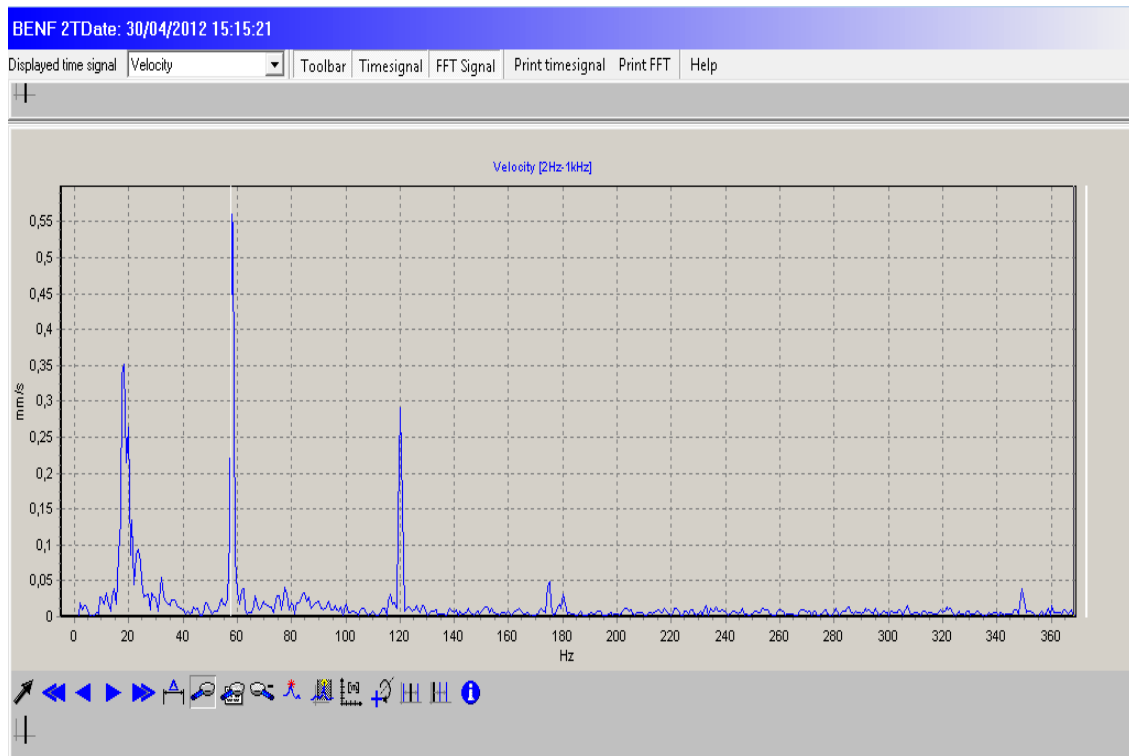
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.12 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.5 Espectros del punto BENF 2T

Figura 70. Espectro obtenido en el punto BENF 2T



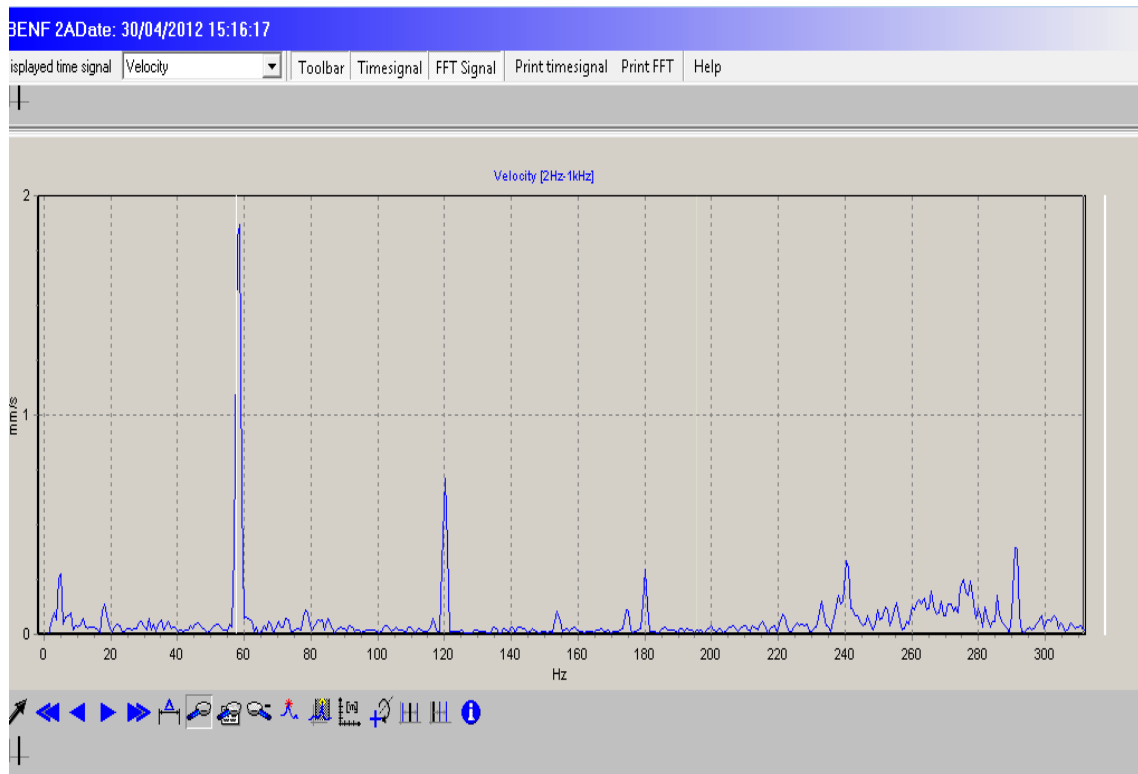
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.59 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.6 Espectros del punto BENF 2A

Figura 71. Espectro obtenido en el punto BENF 2A



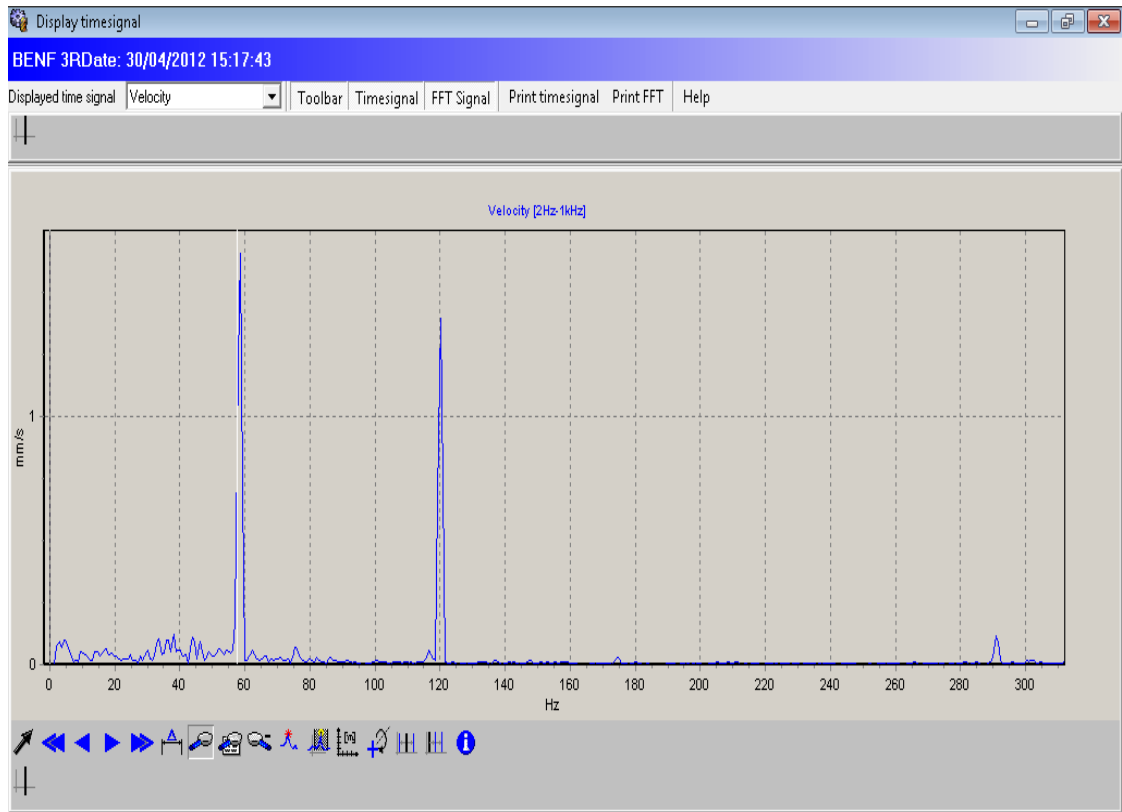
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.87 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.7 Espectros del punto BENF 3R

Figura 72. Espectro obtenido en el punto BENF 3R



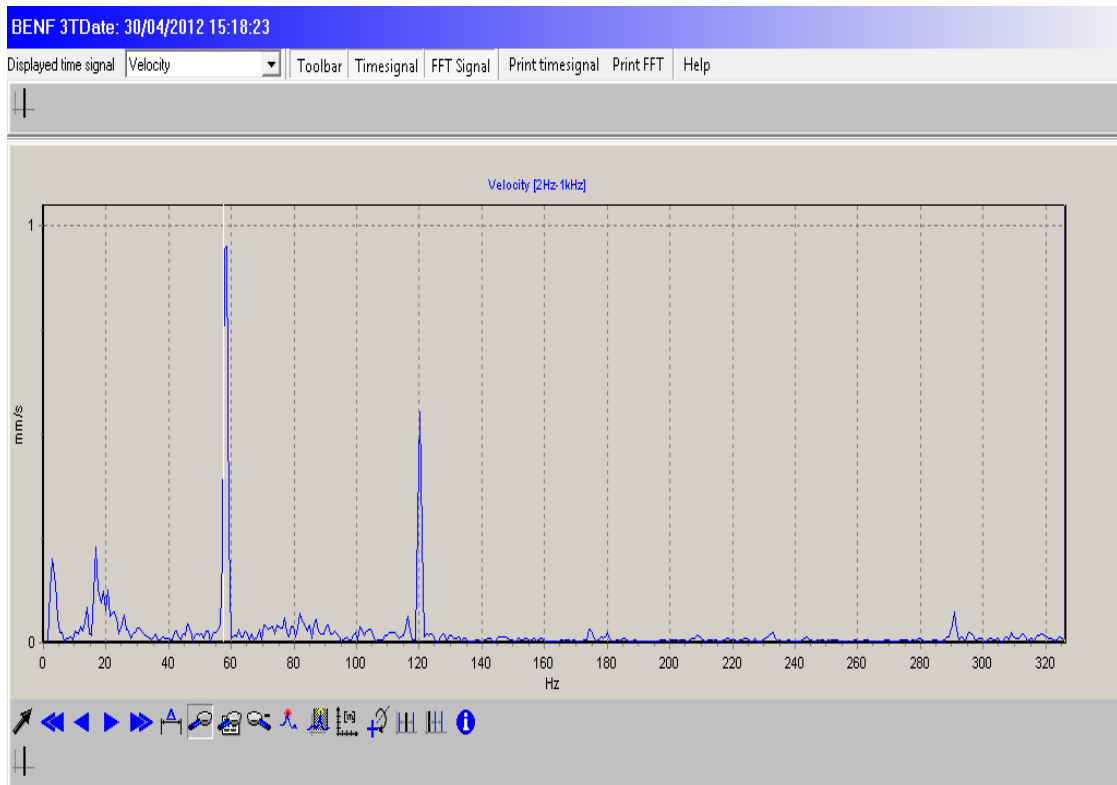
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.64 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.8 Espectros del punto BENF 3T

Figura 73. Espectro obtenido en el punto BENF 3T



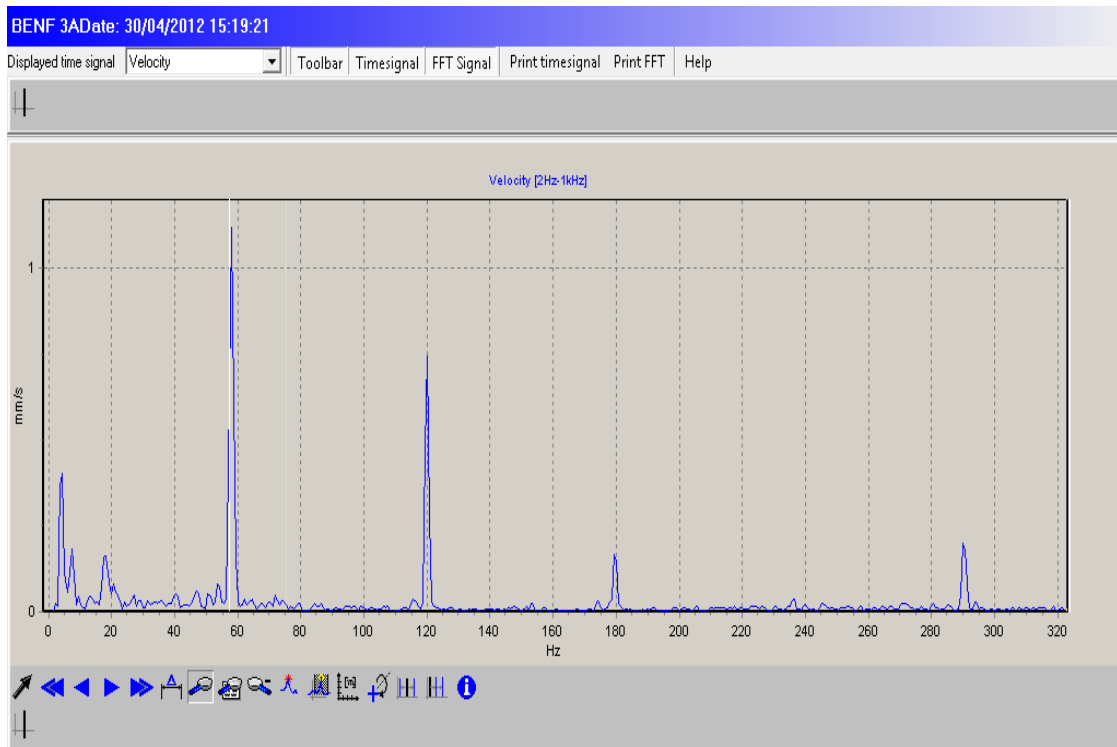
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.95 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.4.9 Espectros del punto BENF 3A

Figura 74. Espectro obtenido en el punto BENF 3A



Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.01 mm/seg.

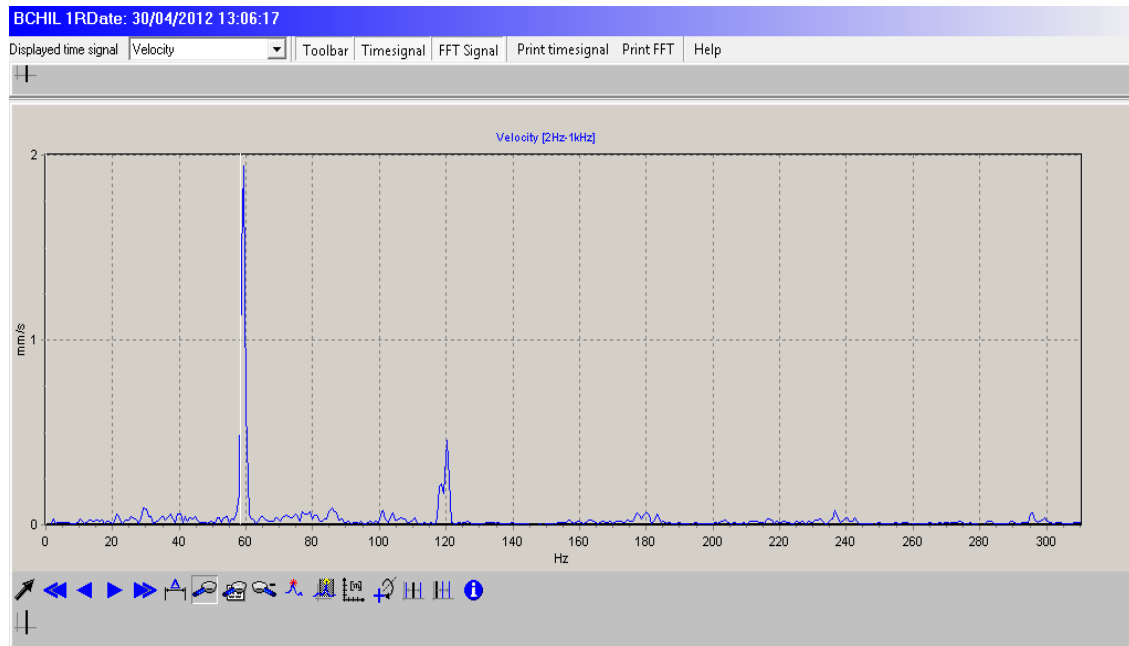
Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5 Espectros del chillers

4.6.5.1 Espectros del punto BCHIL 1R

Figura 75 Espectro obtenido en el punto BCHIL 1R



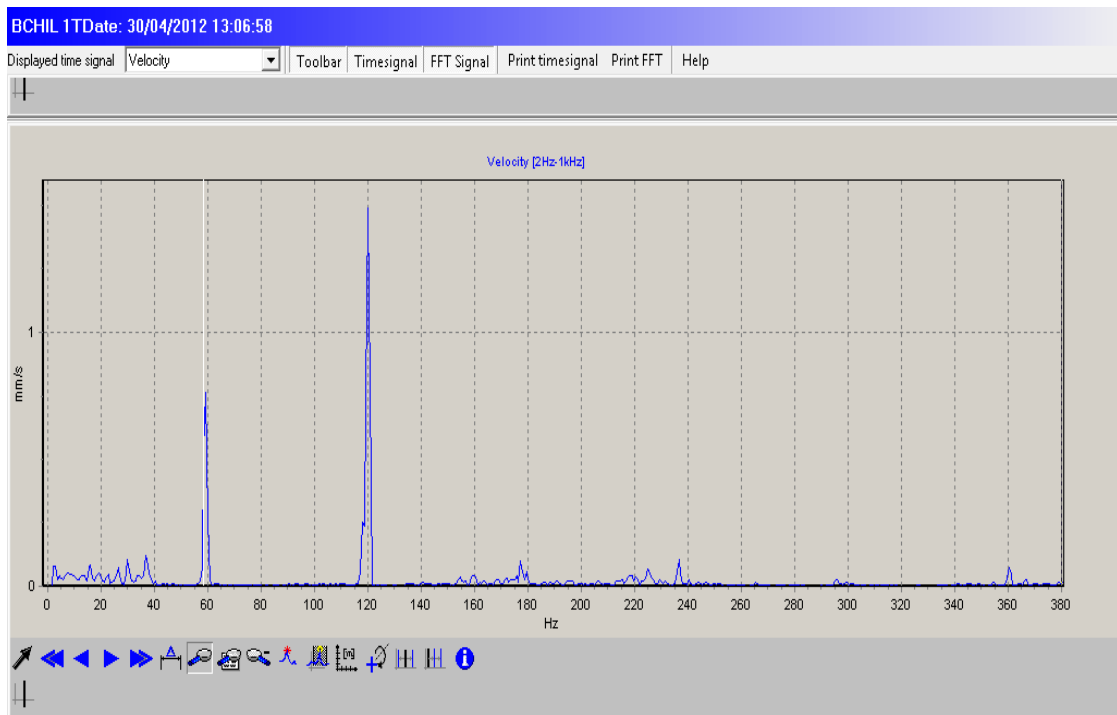
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.54 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5.2 Espectros del punto BCHIL 1T

Figura 76. Espectro obtenido en el punto BCHIL 1T



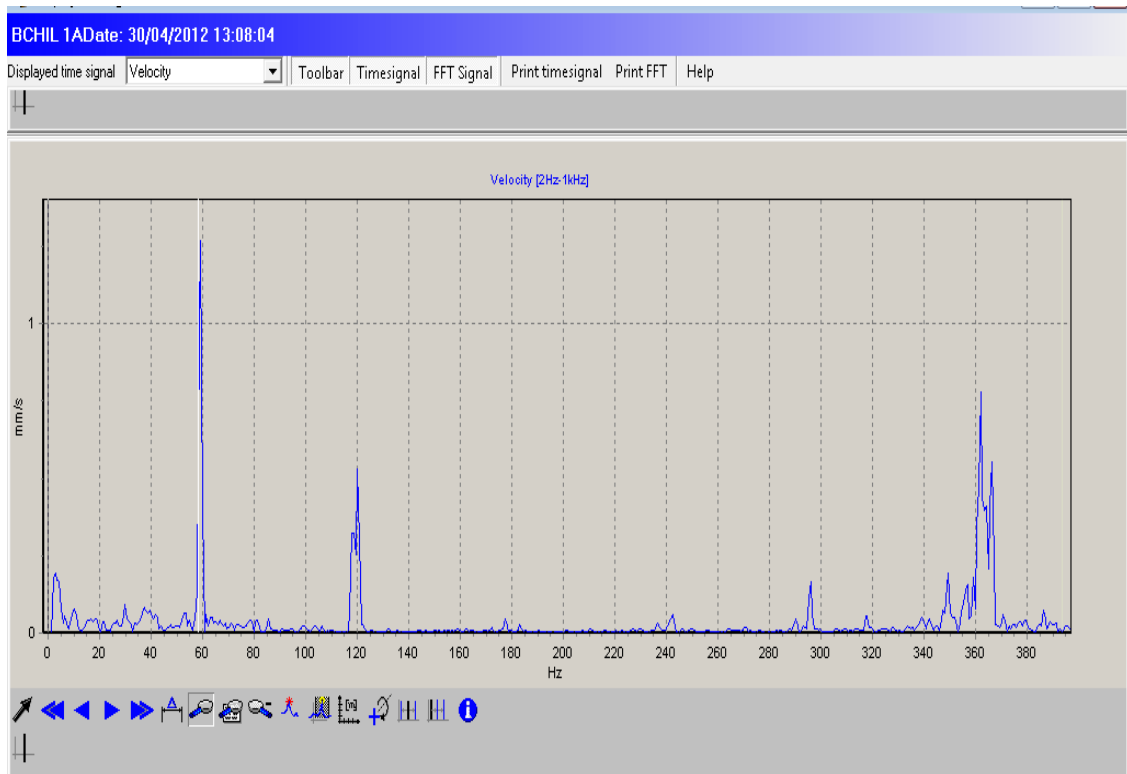
Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos valor pico de 1.27 mm/seg. en 120 Hz, el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El pico en 120 Hz, nos mostrará a futuro un problema de **fase eléctrica**.

Recomendación. El problema de fase eléctrica se debe a que en esta frecuencia, la atracción entre el rotor y el estator es variable y las dimensiones del hierro cambian un poco en presencia de un campo magnético variable, por lo que resulta necesario revisar el estado del estator ya que éste es el más afectado en el motor.

4.6.5.3 Espectros del punto BCHIL 1A

Figura 77. Espectro obtenido en el punto BCHIL 1A



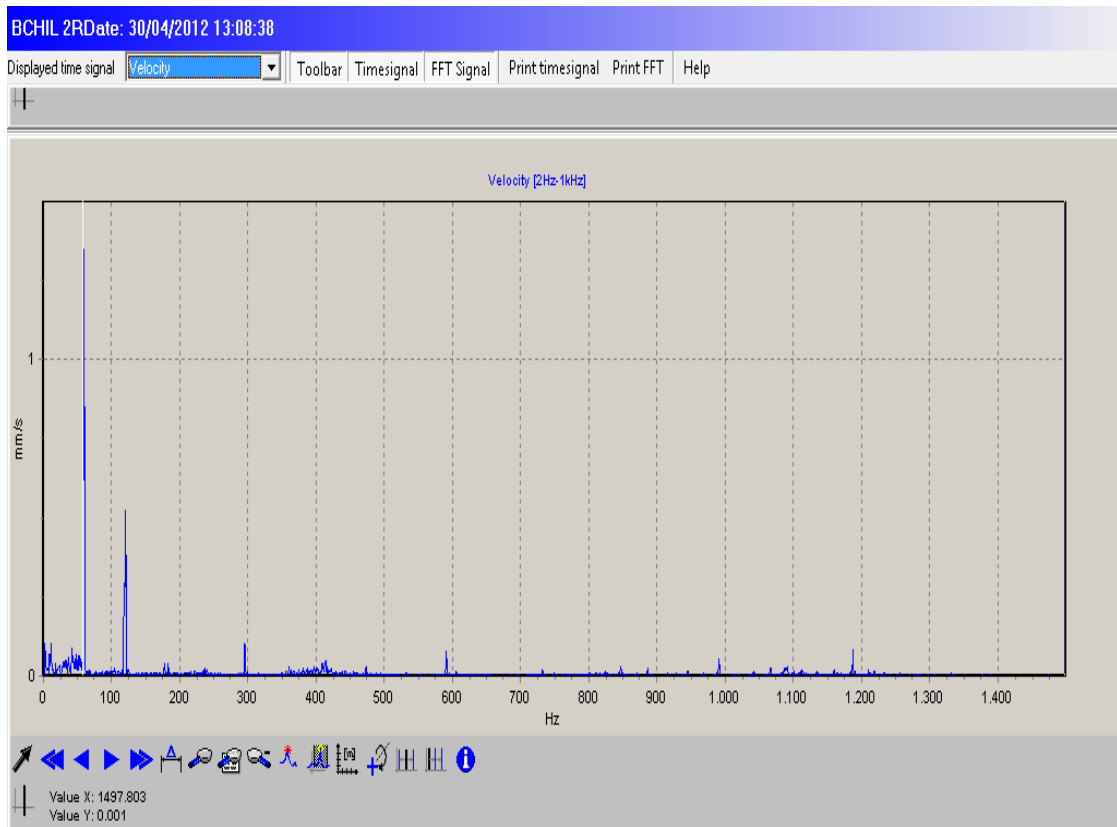
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.41 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5.4 Espectros del punto BCHIL 2R

Figura 78. Espectro obtenido en el punto BCHIL 2R



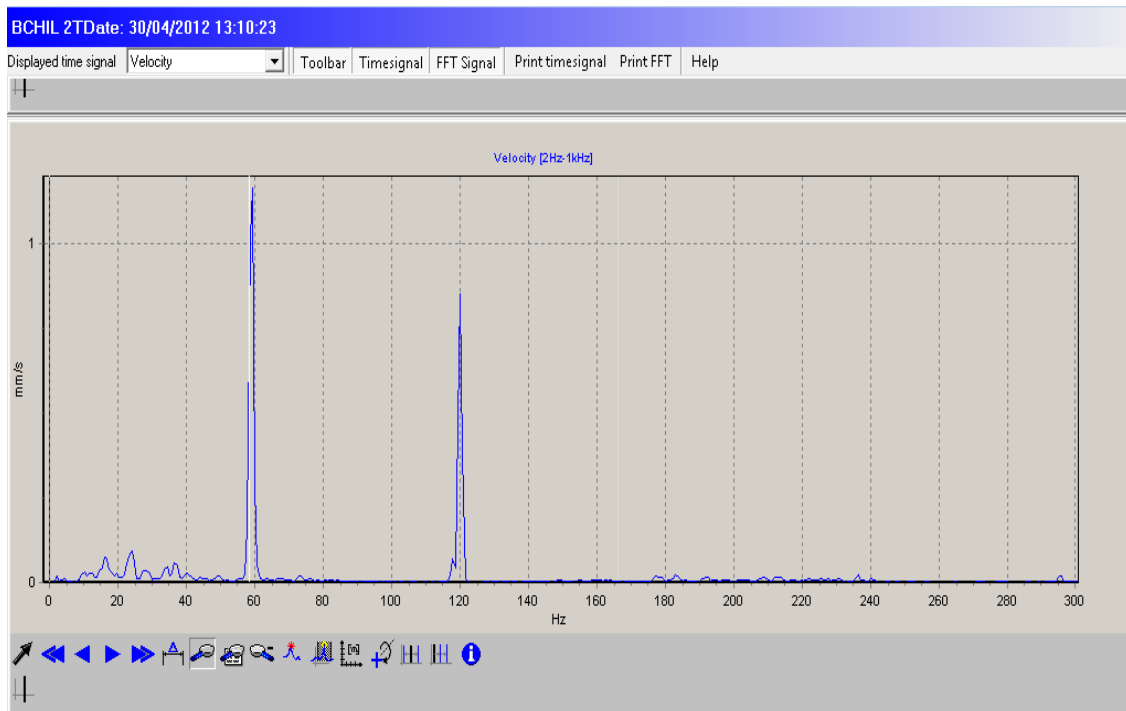
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.15 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5.5 Espectros del punto BCHIL 2T

Figura 79. Espectro obtenido en el punto BCHIL 2T



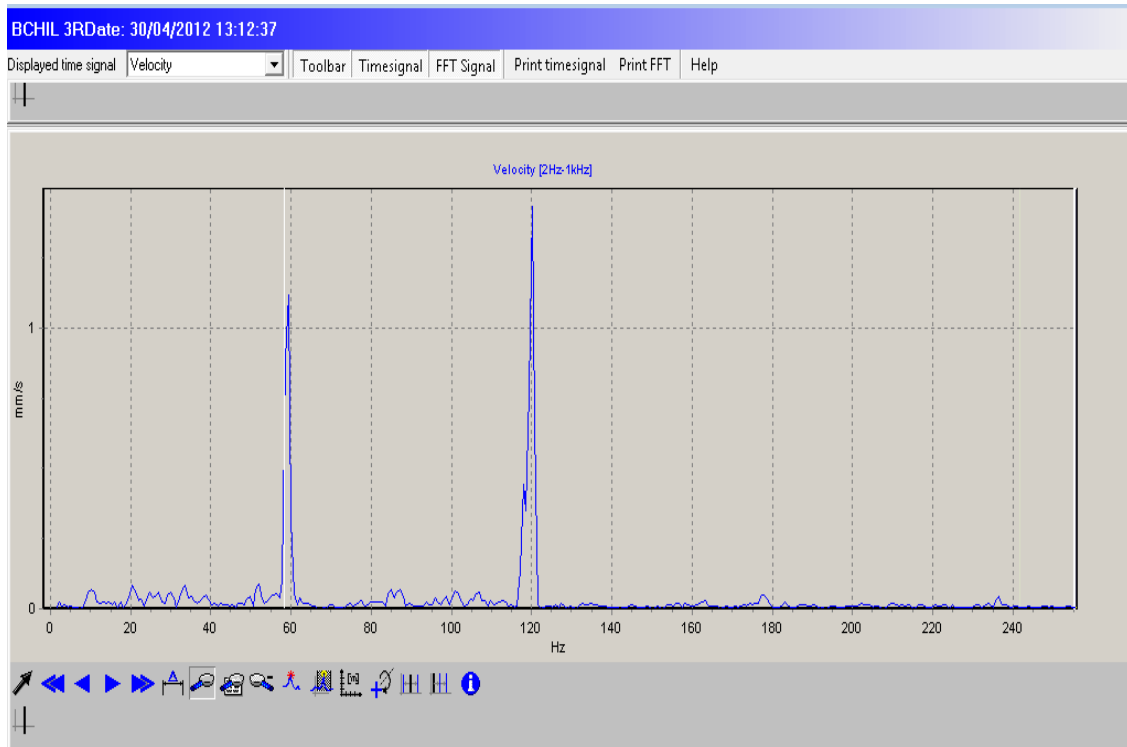
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.12 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5.6 Espectros del punto BCHIL 3R

Figura 80. Espectro obtenido en el punto BCHIL 3R



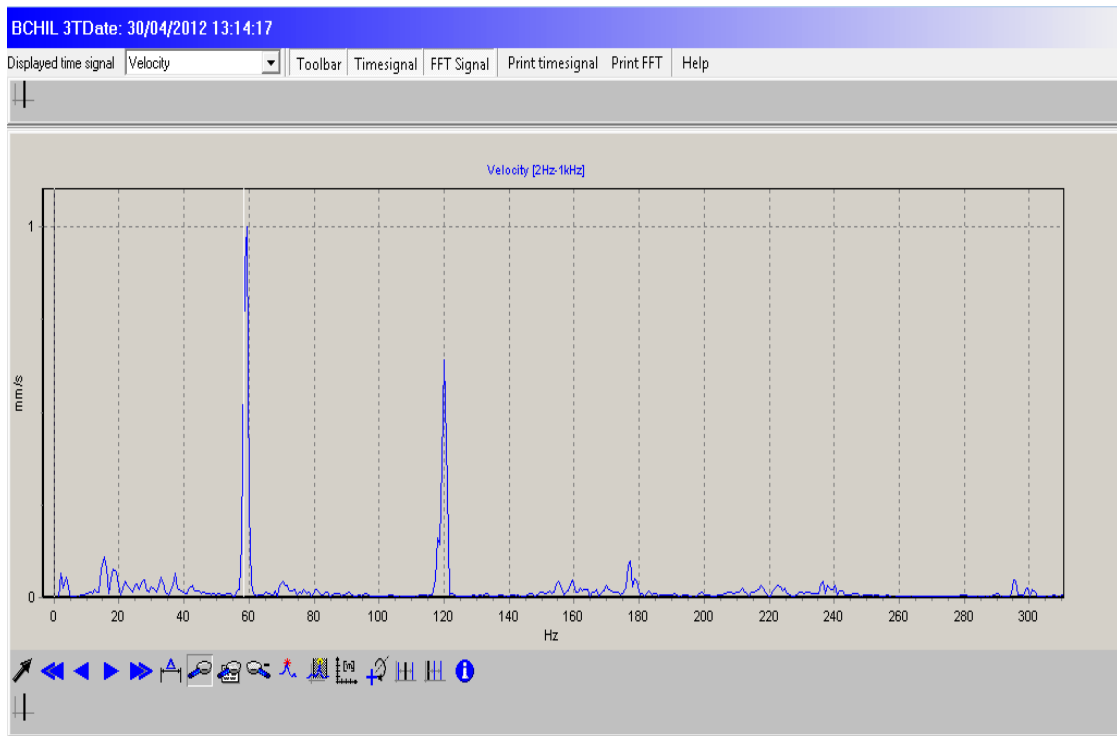
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.39 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5.7 Espectros del punto BCHIL 3T

Figura 81. Espectro obtenido en el punto BCHIL 3T



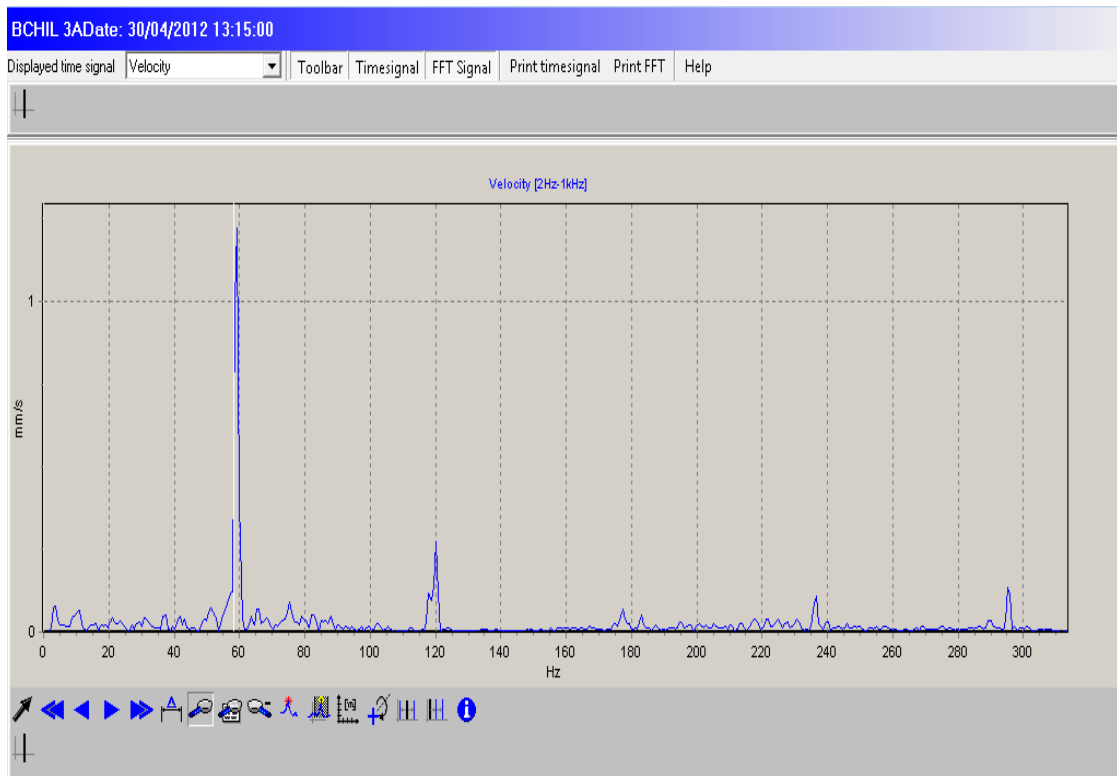
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.96 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.5.8 Espectros del punto BCHIL 3A

Figura 82. Espectro obtenido en el punto BCHIL 3A



Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.02 mm/seg.

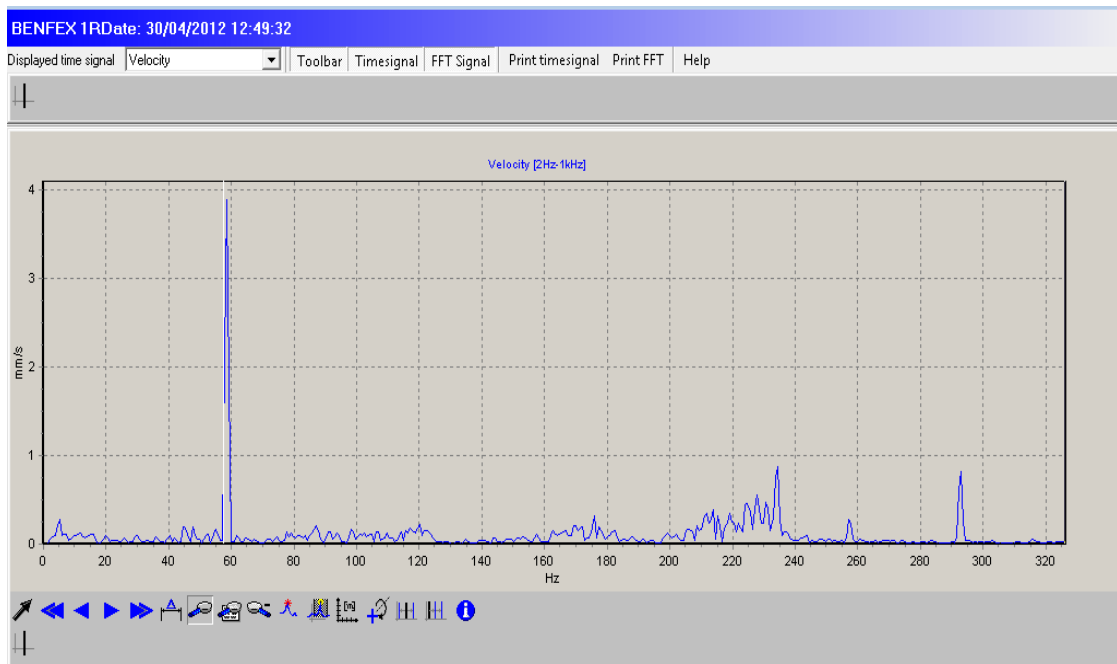
Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.6 Espectros del enfriador externo

4.6.6.1 Espectros del punto BENFEX 1R

Figura 83. Espectro obtenido en el punto BENFEX 1R



Análisis. En el espectro tenemos un pico elevado de 3.27 mm/seg. en 1XR, los mismos que son admisibles y nos indican un nivel de pre – alarma crítico según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El componente Radial 1XR, nos indica que existe un **problema de pie cojo**, llamado también en inglés soft foot

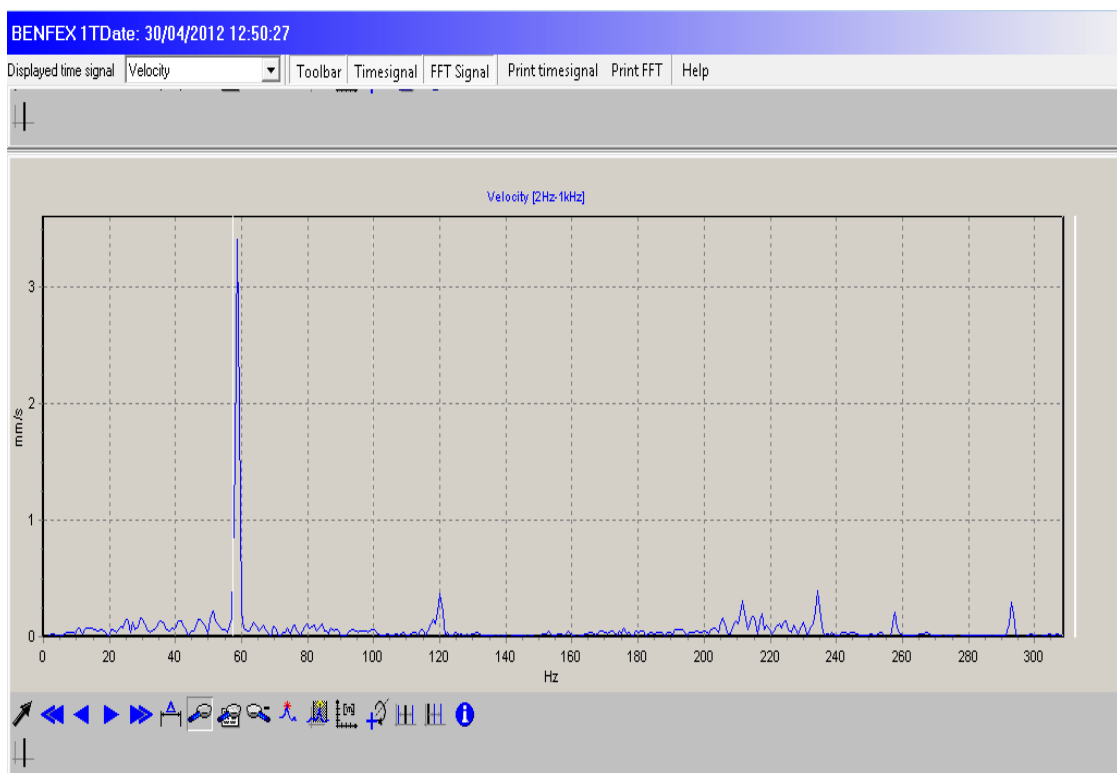
Recomendación. El problema de pie cojo se puede evitar analizando las siguientes causas:

- Sujetar bien la base

- Revisar si está bien fijada la cimentación o anclado del equipo
- Ajustar los pernos de anclaje.
- Soltura o rotura de los pernos del acoplamiento.
- Revisar si no existe un mal acabado o maquinado del equipo
- Se debe controlar los cambios de temperatura del equipo al momento de que alcance sus condiciones de temperaturas permanentes

4.6.6.2 Espectros del punto BENFEX 1T

Figura 84. Espectro obtenido en el punto BENFEX 1T



Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos un valor pico de 2.60 mm/seg. en 1XT el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.z

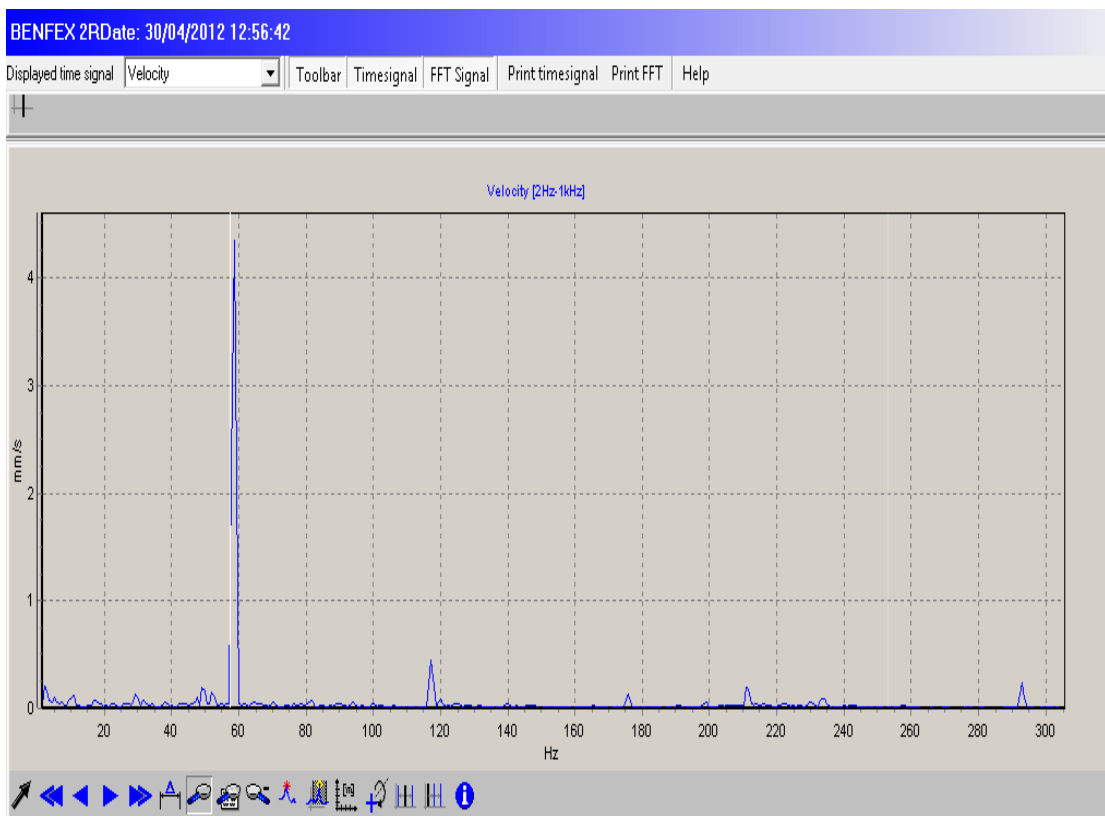
Diagnóstico. Todavía no existe daño, pero a futuro se tendrá un problema de **holgura de base o flexibilidad transversal.**

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado y para prevenir la holgura de base se recomienda revisar si existe:

- Pernos flojos o anclaje incorrecto.
- Cuarteaduras en la estructura de montaje.
- Corrosión.

4.6.6.3 Espectros del punto BENFEX 2R

Figura 85. Espectro obtenido en el punto BENFEX 2R



Análisis. En el espectro tenemos un pico elevado de 3.06 mm/seg. en 1XR, los mismos que son admisibles y nos indican un nivel de pre – alarma crítico según la norma ISO 10816.

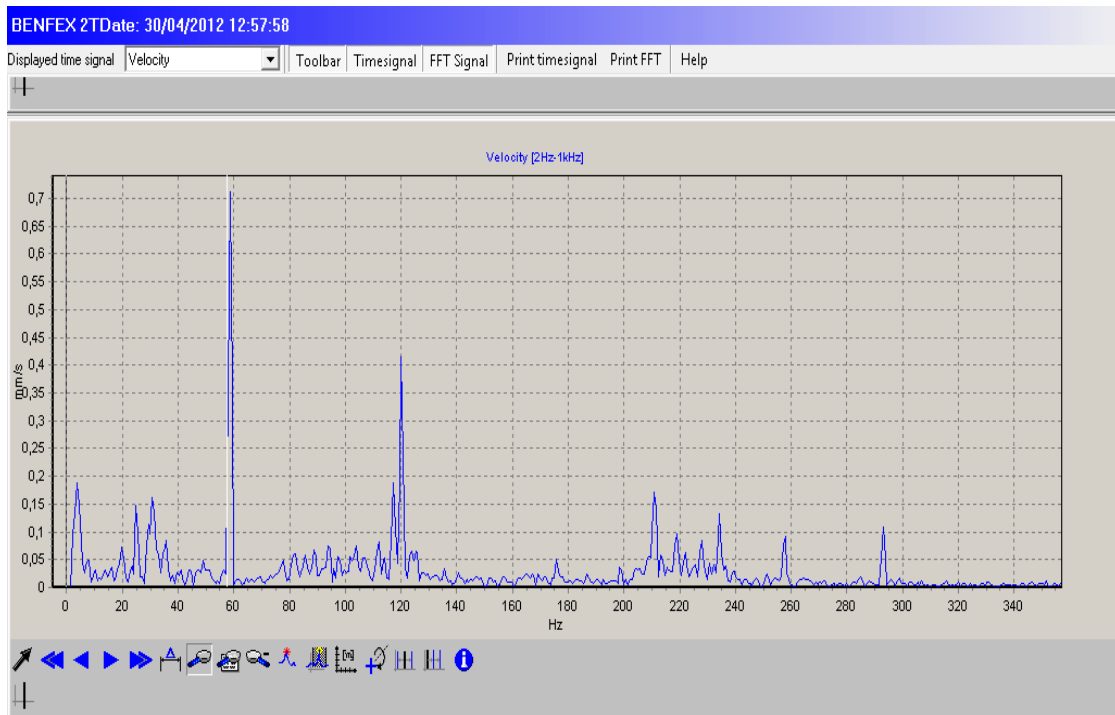
Diagnóstico. El componente Radial 1XR, nos indica que existe un **problema de pie cojo**, llamado también en ingles soft foot

Recomendación. El problema de pie cojo se puede evitar analizando las siguientes causas:

- Sujetar bien la base
- Revisar si está bien fijada la cimentación o anclado del equipo
- Ajustar los pernos de anclaje.
- Soltura o rotura de los pernos del acoplamiento.
- Revisar si no existe un mal acabado o maquinado del equipo
- Se debe controlar los cambios de temperatura del equipo al momento de que alcance sus condiciones de temperaturas permanente

4.6.6.4 Espectros del punto BENFEX 2T

Figura 86. Espectro obtenido en el punto BENFEX 2T



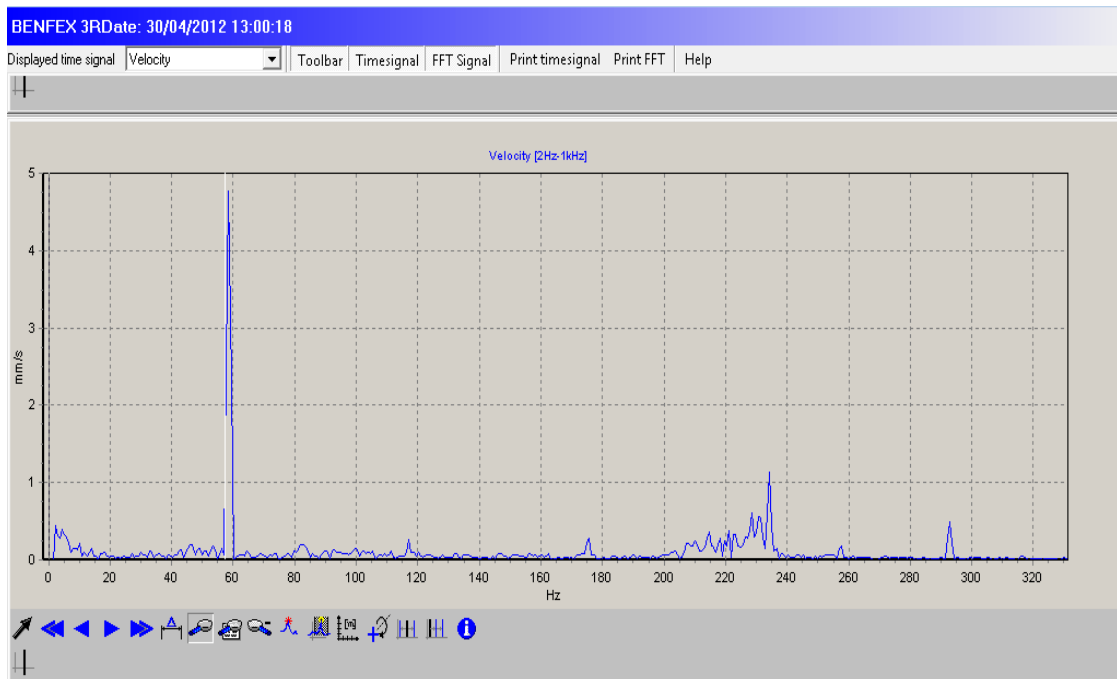
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.62 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.6.5 Espectros del punto BENFEX 3R

Figura 87. Espectro obtenido en el punto BENFEX 3R



Análisis. En el espectro tenemos un pico elevado de 3.67 mm/seg. en 1XR, los mismos que son admisibles y nos indican un nivel de pre – alarma crítico según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El componente Radial 1XR, nos indica que existe un **problema de pie cojo**, llamado también en ingles soft foot

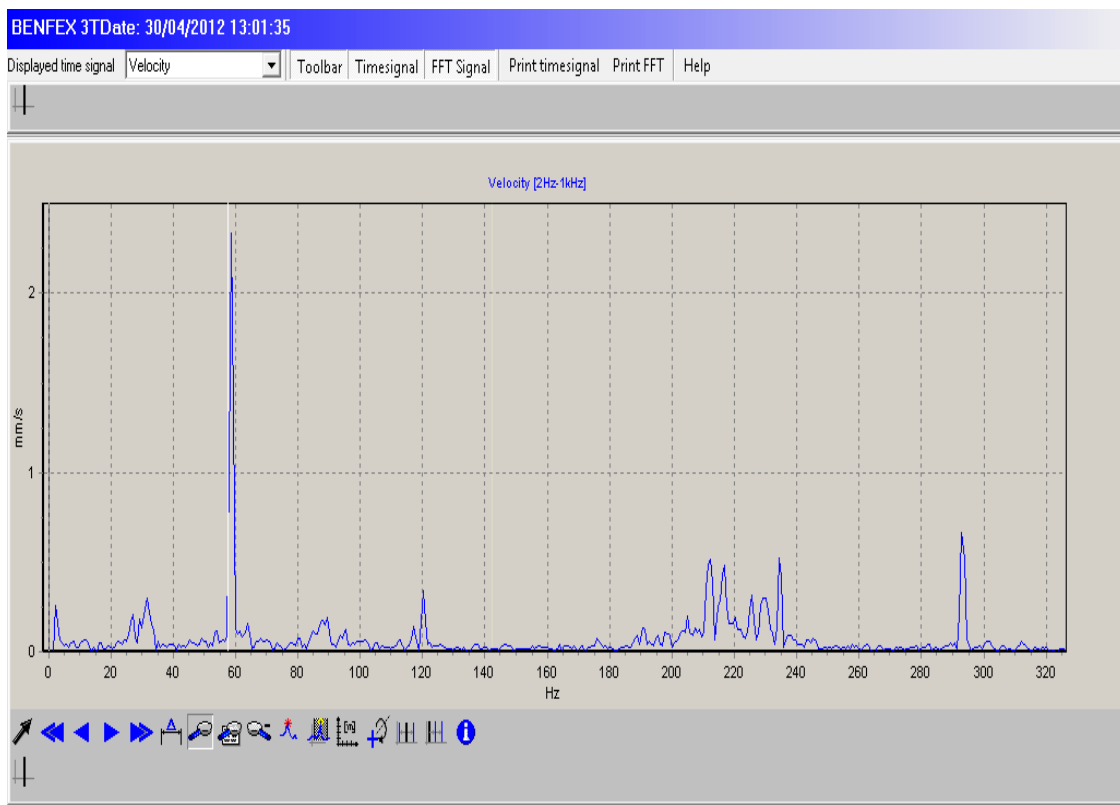
Recomendación. El problema de pie cojo se puede evitar analizando las siguientes causas:

- Sujetar bien la base
- Revisar si está bien fijada la cimentación o anclado del equipo
- Soltura o rotura de los pernos del acoplamiento.
- Revisar si no existe un mal acabado o maquinado del equipo

- Se debe controlar los cambios de temperatura del equipo al momento de que alcance sus condiciones de temperaturas permanentes

4.6.6.6 Espectros del punto BENFEX 3T

Figura 88. Espectro obtenido en el punto BENFEX 3T



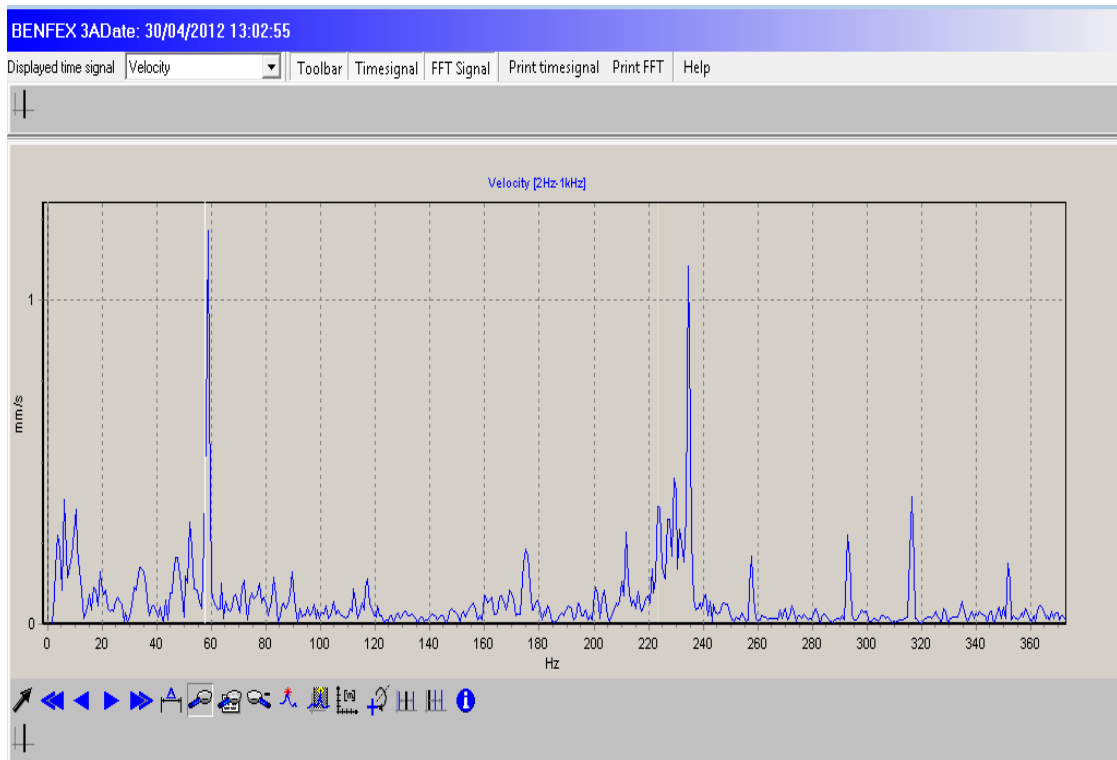
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.00 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación.-Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.6.7 Espectros del punto BENFEX 3A

Figura 89. Espectro obtenido en el punto BENFEX 3A



Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.39 mm/seg.

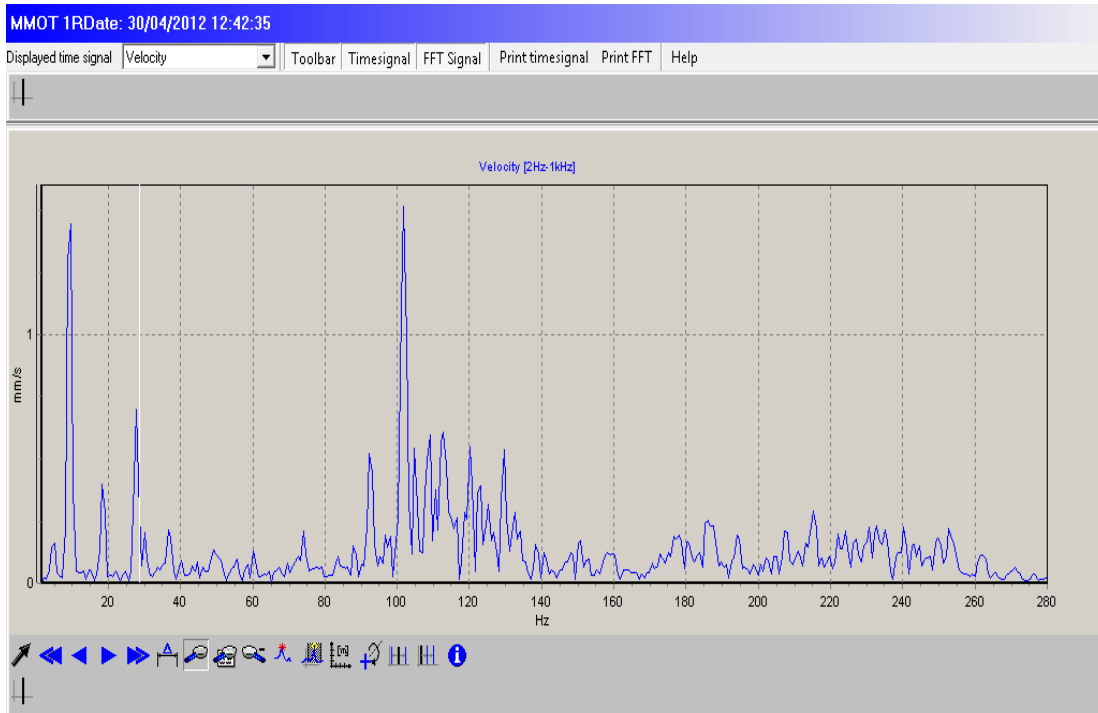
Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.7 Espectros del molino triturador

4.6.7.1 Espectros del punto MMOT 1R

Figura 90. Espectro obtenido en el punto MMOT 1R



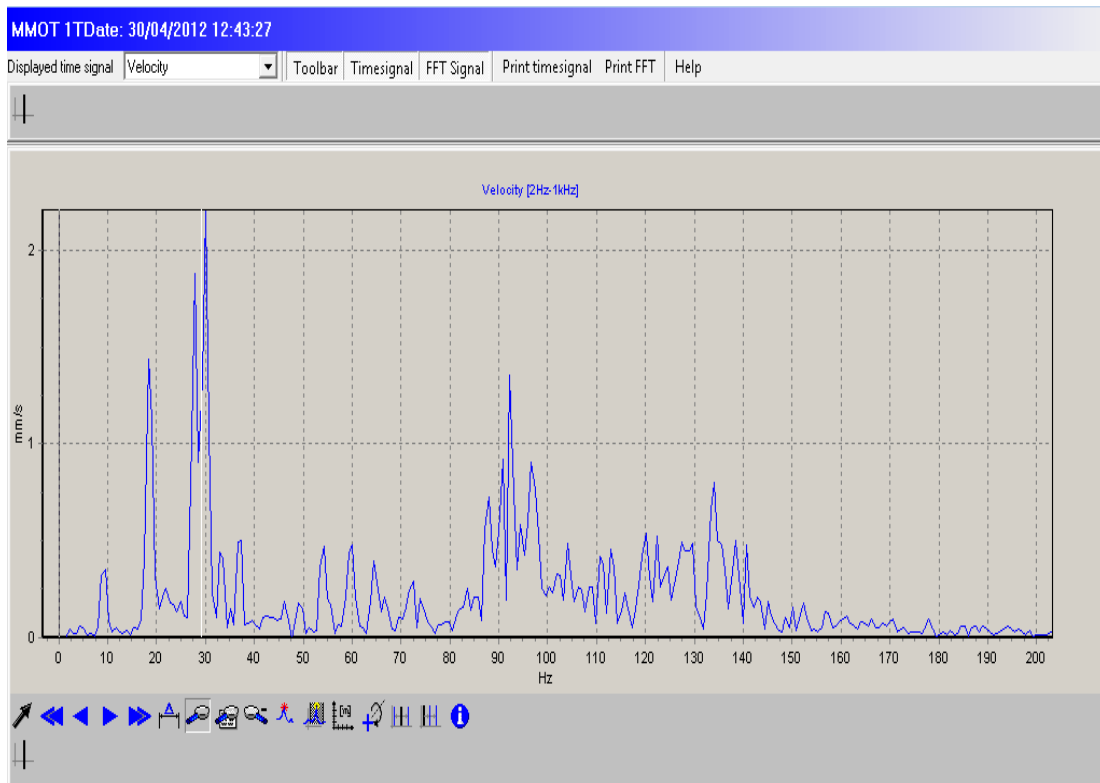
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.23 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.7.2 Espectros del punto MMOT 1T

Figura 91. Espectro obtenido en el punto MMOT 1T



Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos un valor pico de 3.52 mm/seg. en 1XT el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.z

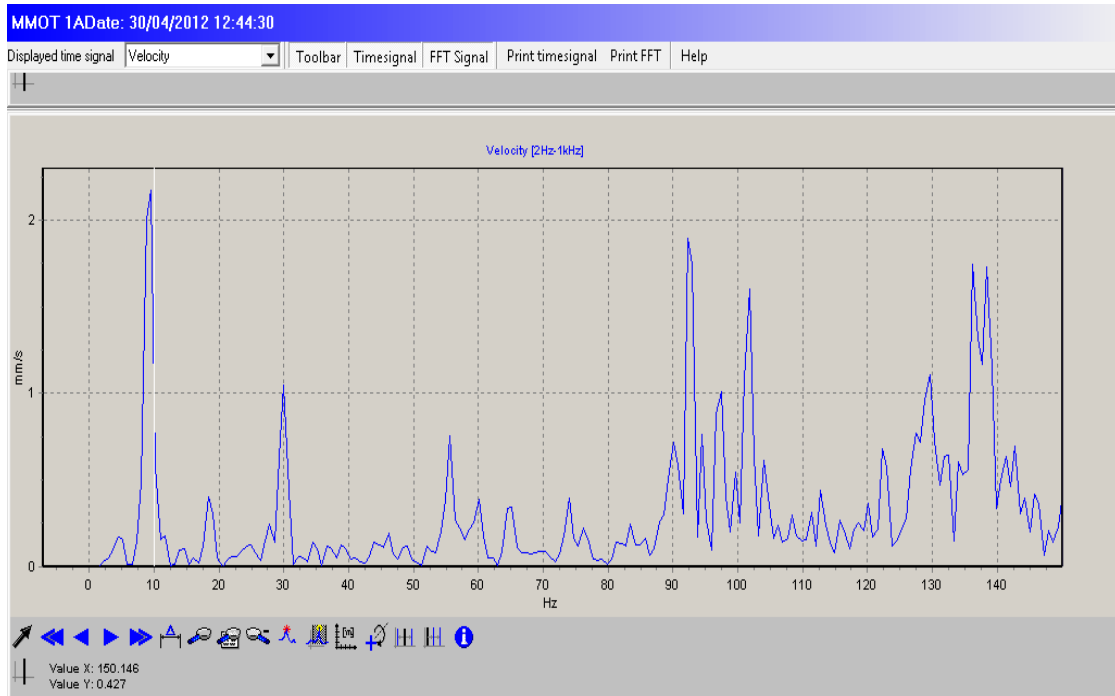
Diagnóstico. El pico elevado en 1X en la dirección tangencial, nos advierte la presencia de un problema futuro el cual se denomina **holgura de base o flexibilidad transversal.**

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado y para prevenir la holgura de base se recomienda revisar si existe:

- Pernos flojos o anclaje incorrecto.
- Cuarteaduras en la estructura de montaje.
- Anclaje incorrecto.

4.6.7.3 Espectros del punto MMOT 1A

Figura 92. Espectro obtenido en el punto MMOT 1A



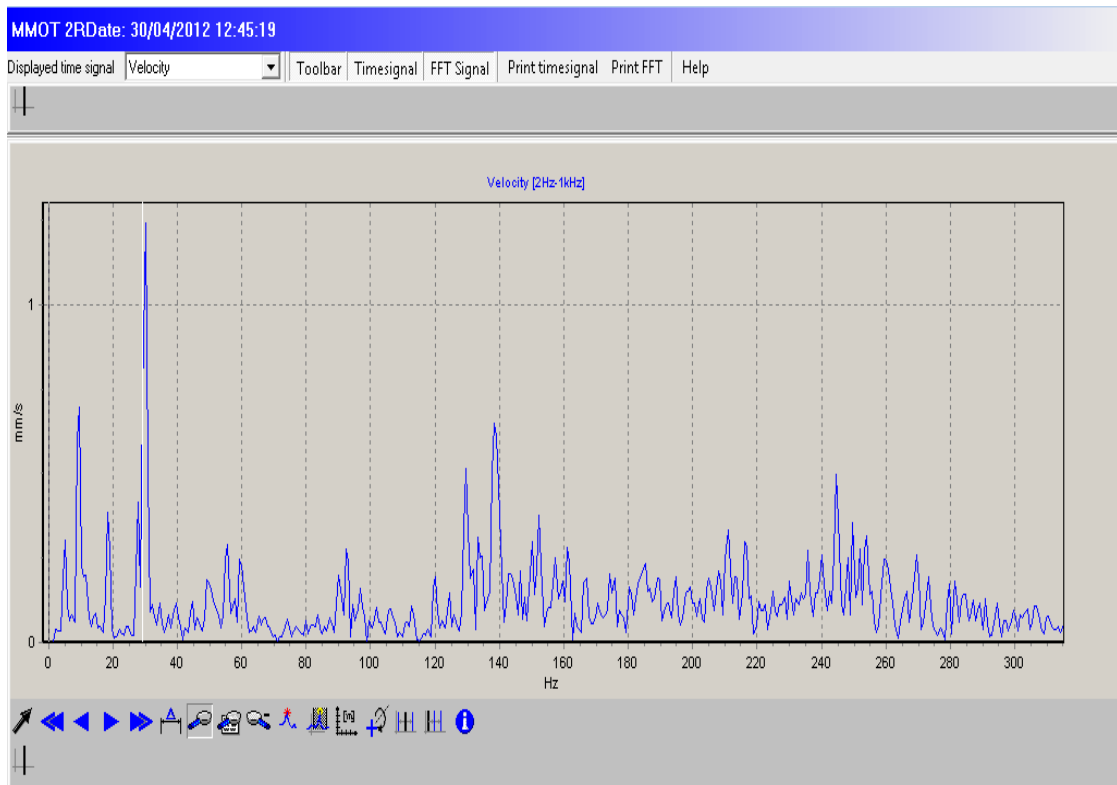
Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos un valor pico de 3.79 mm/seg. en 1XA el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El pico elevado en 1XA y armónicos axiales de frecuencia fundamental de la banda nos advierte la presencia de un problema futuro el cual se denomina **problema de desalineación de la polea.**

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado y para solucionar la desalineación de la polea se debe proceder a alinear las mismas con la ayuda de un alineador láser de poleas y tener en consideración lo indicado en el **ANEXO B**

4.6.7.4 Espectros del punto MMOT 2R

Figura 93. Espectro obtenido en el punto MMOT 2R



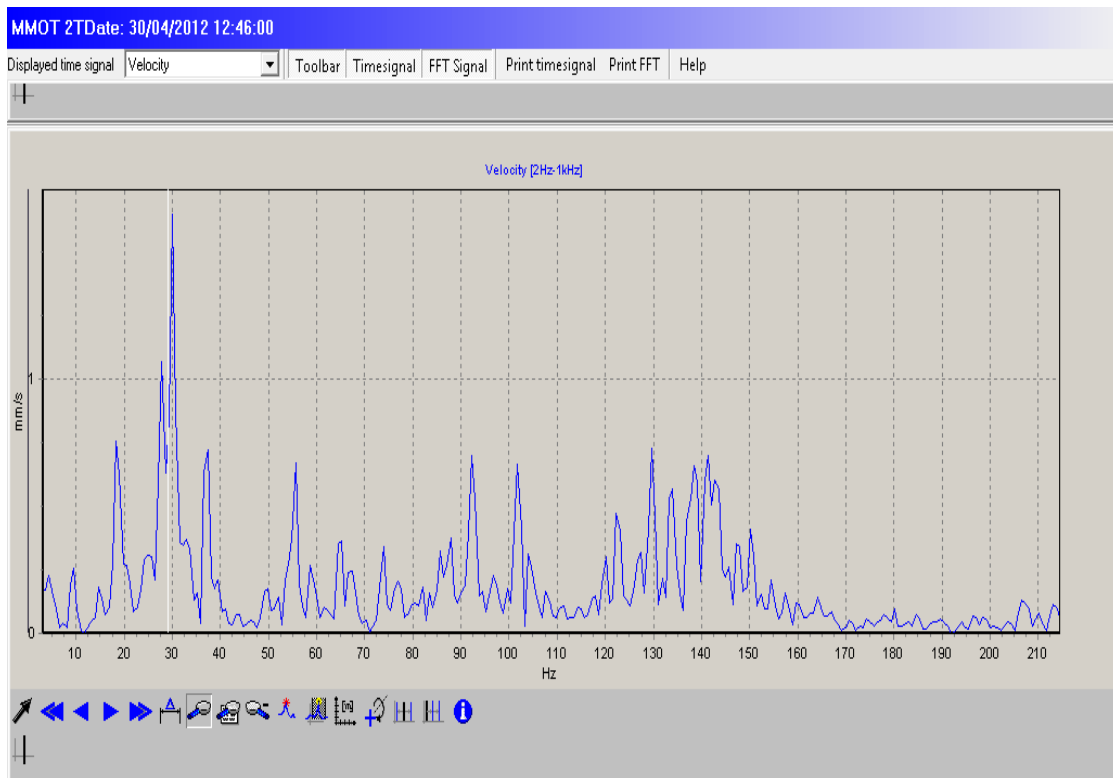
Análisis. Como se puede observar en el espectro no tenemos picos elevados y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1.99 mm/seg.

Diagnóstico. No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores son admisibles o son demasiado bajos.

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado, para mantener los resultados actuales.

4.6.7.5 Espectros del punto MMOT 2T

Figura 94. Espectro obtenido en el punto MMOT 2T



Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos un valor pico de 2.74 mm/seg. en 1XT el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.

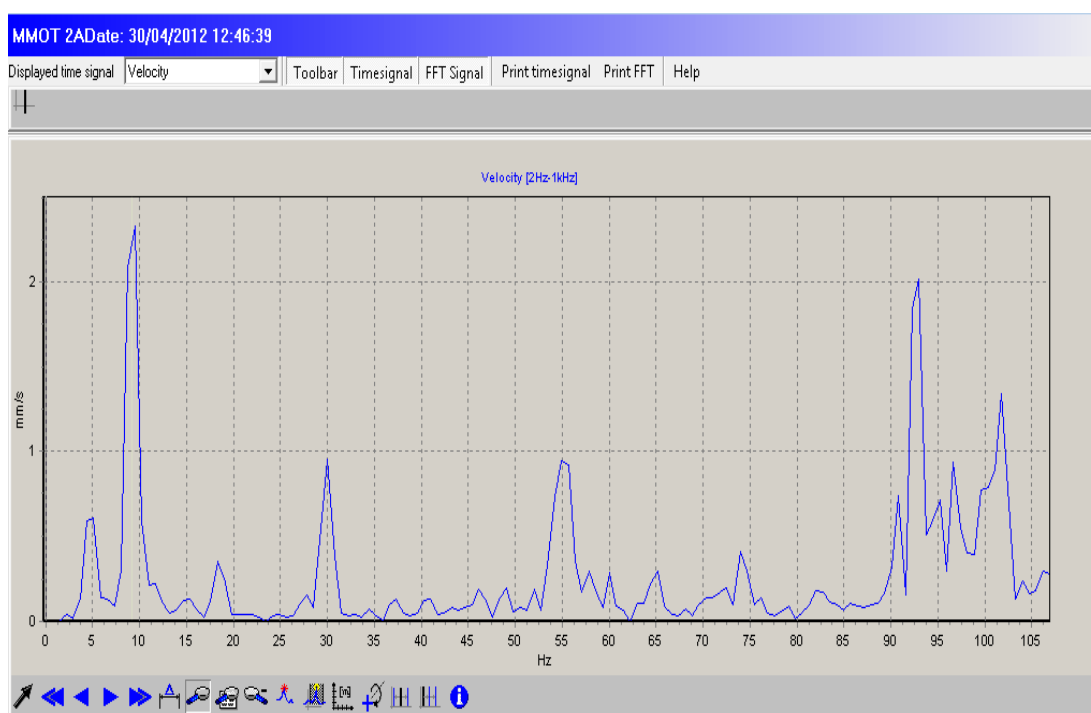
Diagnóstico. El pico elevado en 1X en la dirección tangencial, nos advierte la presencia de un problema futuro el cual se denomina **holgura de base o flexibilidad transversal.**

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado y para prevenir la holgura de base se recomienda revisar si existe:

- Pernos flojos o anclaje incorrecto.
- Cuarteaduras en la estructura de montaje.
- Anclaje incorrecto.

4.6.7.6 Espectros del punto MMOT 2A

Figura 95. Espectro obtenido en el punto MMOT 2A



Análisis. Como se puede observar en el espectro tenemos un valor pico de 3.91 mm/seg. en 1XA el mismo que nos indica un nivel de pre – alarma según la norma ISO 10816.

Diagnóstico. El pico elevado en 1XA y armónicos axiales de frecuencia fundamental de la banda nos advierte la presencia de un problema futuro el cual se denomina **problema de desalineación de la polea.**

Recomendación. Seguir realizando el monitoreo adecuado y para solucionar la desalineación de la polea se debe proceder a alinear las mismas con la ayuda de un alineador láser de poleas.

4.7 Creación de reportes

Una vez obtenidos todos los datos mediante el software se puede acceder a los diferentes datos como reportes de alarma y de rutas, los mismos que se detallarán en el **ANEXO C**

En estos reportes se pueden observar todos los valores correspondientes de las mediciones realizadas con sus diferentes niveles de vibración.

CAPÍTULO V

5. ALINEAMIENTO LÁSER DE LOS EQUIPOS

5.1 Determinación de los conjuntos de medición

En primer lugar se debe retirar la placa de protección magnética. Se debe fijar el equipo de medición en las marcas de referencia ópticas fijas de la sección ajustable de la máquina. Si las piezas a alinear no son magnéticas el equipo de medición y las marcas de referencia ópticas pueden colocarse también con cinta adhesiva doble, para lo cual se debe limpiar las superficies de adhesión antes de colocar la misma.

Las zonas magnéticas del equipo de medición deben estar completamente en contacto con la polea a alinear.

5.1.1 Posicionamiento de las marcas de referencia. Se debe colocar diagonalmente las marcas de referencia ópticas, tomando en cuenta que los lados anchos deben estar en dirección al equipo de medición.

Conectar el equipo de medición y controlar el rayo láser que el mismo sea visible sobre las marcas de referencia, si este desaparece en las ranuras de las marcas de referencia horizontal y vertical entonces la polea está correctamente alineada.

Si los discos de las poleas son de anchuras diferentes, las ranuras de marcación de las marcas de referencia se pueden ajustar para ello en pasos milimétricos de la siguiente manera:

- Si la polea donde se encuentran las marcas de referencia es menos ancha que la polea en donde se encuentra el equipo de alineación laser top SMARTY 2 entonces se debe ubicar en la parte superior las ranuras de marcación para lograr una correcta alineación.

- Si la polea donde se encuentran las marcas de referencia es más ancha que la polea en donde se encuentra el equipo de alineación laser top SMARTY 2 entonces se debe ubicar en la parte inferior las ranuras de marcación, para lograr una correcta alineación.

5.1.2 Alineación vertical. En este tipo de alineación se debe realizar lo siguiente, se debe colocar las marcas de referencia verticalmente sobre la polea ajustable, se debe corregir el error de alineación con placas de ajuste, si las poleas no llegan a alinearse (desalineación paralela), se debe alinear la maquina con los tornillos de ajuste o desplazar axialmente la polea sobre el eje dentro de la tolerancia permitida hasta que el rayo láser se encuentre en el centro de ambas marcas de referencia.

5.1.3 Alineación horizontal. En este tipo de alineación se debe realizar lo siguiente, se debe colocar las marcas de referencia a un mismo nivel una detrás de otra, se debe alinear la sección ajustable de la maquina con las placas de ajuste de tal manera que el rayo láser se encuentre en los centros de ambas marcas de referencia.

5.2 Medición mediante la técnica láser

Con el equipo adquirido en la escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica el alineador láser de bandas y poleas, top SMARTY 2 se procedió a realizar las diversas mediciones en los equipos Molino Triturador y Compresor Industrial de la Industria Plástica del centro IMPLASTIC como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 96. Molino triturador



Figura 97. Compresor industrial



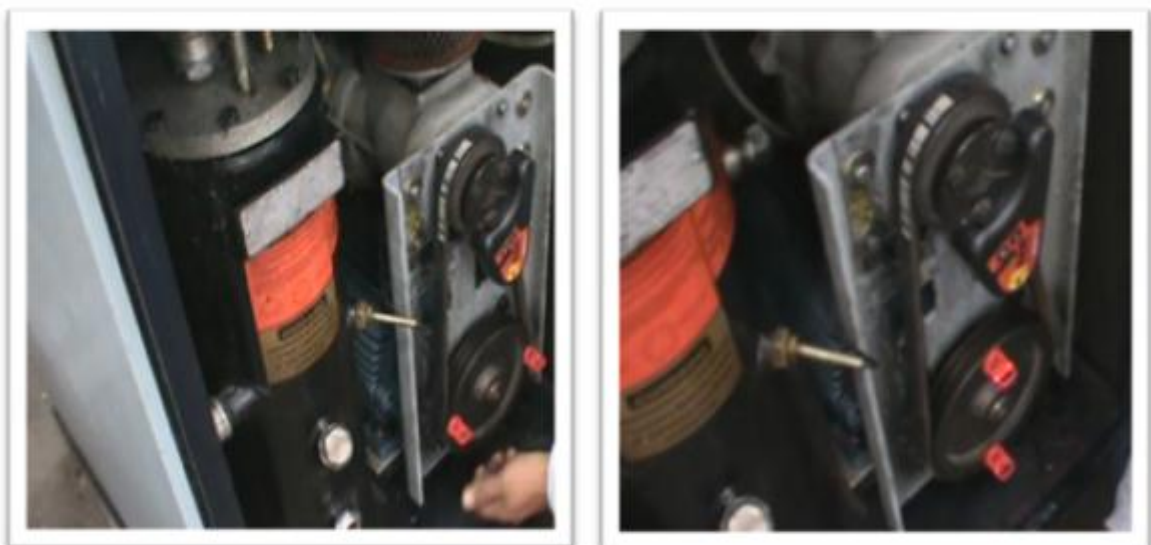
En el molino triturador se procedió a colocar el equipo para realizar la alineación de las bandas y poleas de este modo como se muestra en la figura y una vez colocado el top láser SMARTY 2 en la polea fija y las marcas de referencia en la polea móvil se observó que el rayo láser se ubicaba en el centro de las referencias por lo que se pudo comprobar que este equipo no presenta ninguna desalineación angular y paralela.

Figura 98. No existe desalineación en el molino triturador



Una vez realizado el análisis en el molino triturador procedimos a realizar las pruebas correspondientes en el compresor industrial con el cual colocamos el equipo para realizar la alineación de las bandas y poleas como se muestra en la figura con el top láser SMARTY 2 en la polea fija y las marcas de referencia en la polea móvil, se observó que el rayo láser no se ubicaba en el centro de las referencias por lo que se pudo comprobar que este equipo presenta un problema de desalineación paralela y angular.

Figura 99. Desalineación existente en el compresor industrial



5.3 Determinación de los problemas existentes

Después de haber realizado los respectivos análisis de alineación láser a los equipos se pudo observar que presentaban problemas de desalineación angular y paralela en el compresor industrial, y nos dispusimos a corregirlos para lo cual se requirió de herramientas con las cuales se logró ubicar de forma correcta las bandas y poleas y con ello evitar el desgaste excesivo de las bandas y otra se evita la pérdida de energía eléctrica.

5.4 Corrección de problemas

Procedimiento:

- En primer lugar se procede a retirar el alineador láser y las marcas de referencia del compresor industrial

Figura 100. Marcas de referencia en el compresor industrial



- Luego se retiraron las bandas que se encontraban en las poleas para poder realizar el alineamiento de mejor manera.
- Se estudia el problema existente y se llegó a la conclusión que la superficie en donde se encontraban el motor no era totalmente uniforme por lo que se procedió a realizar las respectivas modificaciones para que las bandas y poleas queden alineadas.
- Después de esto se coloca nuevamente el alineador láser en el compresor industrial y se puede observar que se encuentran alineados tanto en horizontal como vertical.

Figura 101. Alineación horizontal y vertical



- Con las modificaciones ya realizadas se procedió a poner en marcha el equipo, el mismo que se encuentra en óptimas condiciones de uso para seguir funcionando para el cual fue diseñada.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinó que debido al deficiente o inadecuado control de mantenimiento, la mayoría de máquinas se encuentran operando de manera regular, mientras que el enfriador externo es el más afectado ya se encuentra en un estado técnico malo, así como también la infraestructura e instalaciones de la fábrica presentó un estado regular debido a la mala selección de tubería para cableado y no posee conexiones eléctricas interna adecuadas
- Se diseñó y elaboró las fichas técnicas de cada uno de los equipos donde se detallan los datos, características y diagramas de ubicación de los puntos de medición.
- Se efectuó las mediciones de vibración en las máquinas críticas de la fábrica Implastic, lo que nos permitió conocer el estado real en que se encuentran los equipos, en algunos puntos de medición no mostraba espectros debido a que al momento de configurar solo mostraba espectros que tenían problemas severos por lo que para solucionar esto configuramos el software para muestre los espectros que se encuentran en nivel inadmisibles y nivel de alarma crítico según la Norma ISO 10816.
- Se efectuó el análisis vibracional, lo que nos permitió conocer el estado real en que se encuentran los equipos, además con la interpretación de los espectros se determinó que en las máquinas existen diferentes problemas como desalineación angular, desalineación combinada, pie cojo y así como los principales problemas futuros de holgura de base o flexibilidad transversal, fase eléctrica y desalineación de la polea.

- La aplicación de la técnica de alineación laser en los equipos de fábrica Implastic nos permitió saber si los equipos se encontraban en perfectas condiciones de una manera eficaz y ordenada y el manejo de este equipo debe ser realizado por un Jefe de Mantenimiento que tenga la suficiente experiencia y conocimiento del mismo, ya que dicha información sobre todo si existe problemas debe ser presentada de manera completa, ordenada y detallada cada uno de los casos.

6.2 Recomendaciones

- Realizar un control de mantenimiento adecuado en los equipos para que los mismos cumplan con el rendimiento requerido, para lo cual se recomienda implementar documentos de trabajo ya que los mismos son utilizados para evaluar la gestión del mantenimiento, y así como utilizar las diferentes frecuencias de monitoreo en los equipos, ya que de esta forma se podrá predecir y evitar daños.
- Corregir todos los problemas encontrados en los equipos ya que éstos están causando daño en su funcionamiento, además como consecuencia no se obtiene el rendimiento requerido en la producción.
- Aplicar el plan de mantenimiento preventivo y predictivo en los equipos ya que esto permitirá alargar la vida útil de las máquinas y se conseguirá menor pérdida en la producción y menores gastos en reparaciones innecesarias.
- Implementar un Departamento de Mantenimiento en la fábrica "IMPLASTIC" ya que con la creación del mismo se logrará optimizar los diferentes trabajos a realizarse en la maquinaria.

- Corregir todos los problemas encontrados en los equipos, en especial la desalineación que son la falla frecuente en los equipos, para lo cual podemos utilizar un equipo de Alineación laser top SMARTY 2 que es el más adecuado, ya que estos problemas están causando que los equipos no trabajen en su normal funcionamiento, además como consecuencia no se obtiene el rendimiento requerido en la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **CUATRECASAS, L.** Total Productive Maintenance. España: GESTION, 2000.
pág.194
- [2] **GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003.
pág. 38
- [3] **RODA, V.** Mantenimiento Predictivo como Mejora en la Productividad. Cuba:
Simei, 2002. pp. 51.
- [4] **A-MAQ S.A.** Tutorial de Vibraciones para Mantenimiento Mecánico. 3ra.ed.
México: A – Maq S.A., 2005. pp. 17.
- [5] **REYNA, A.** Curso de Análisis Vibracional I y II. Guayaquil – Ecuador; 2006. (doc).
pág. 55.
- [6] **GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003.
pág 120.
- [7] **BRUEL & KJAER.** La Medida de las Vibraciones. 2da.ed. Dinamarca: Adenti,
2003. pág. 94.
- [8] **IVAN BOHMAN.** Catálogo de Alineadores Láser. Quito, Ecuador. Mc Graw Hill,
2007. pág. 5 - 30

BIBLIOGRAFÍA

A-MAQ S.A. Tutorial de Vibraciones para Mantenimiento Mecánico. 3ra.ed. México:
A-Maq S.A., 2005.

BRUEL & KJAER. La Medida de las Vibraciones. 2da.ed. Dinamarca: Adenti, 2003.

CUATRECASAS, L. Total Productive Maintenance. España: GESTION, 2000.

GLENN, W. Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003.

IVAN BOHMAN. Catálogo de Alineadores Láser. Quito, Ecuador. Catalogo Editorial,
2007

MOROCHO, M. Administración del Mantenimiento. Riobamba - Ecuador: Docucentro,
2003. (doc).

MOROCHO, M. Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Riobamba - Ecuador:
Docucentro, 2003. (doc).

REYNA, A. Curso de Análisis Vibracional I y II. Guayaquil – Ecuador; 2006. (doc).

RODA, V. Mantenimiento Predictivo como Mejora en la Productividad. Cuba: Simeí,
2002.

SCHENCK, C. Diagnóstico de Máquinas. 3ra. ed. Dinamarca: Schenck, 2004.

LINKOGRAFÍA

TEORÍA DE VIBRACIONES

www.solomantenimiento.com

www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico

2012 – 03 – 17

FUNDAMENTOS DE VIBRACIONES

www.point-sorce.com

2012 – 03 – 15

www.slideshare.net/hineli/tutorial-de-vibraciones-para-mantenimiento-mecanico

2012 – 03 – 17

MANTENIMIENTO

www.poultryhouse.com

2012 – 04 – 10

EVALUACIÓN DE MAQUINARIA

www.quemisa.com

2012 – 03 – 27

ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

www.mantenimiento.com

2012 – 03 – 25

ALINEACIÓN Y BALANCEO DE MAQUINAS

www.scribd.com

2012 – 04 – 15