

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCION – REY BALDUINO DE BELGICA

**PROCEDIMIENTO DE ALINEAMIENTO
DE UN VOLANTE ASTILLADOR**

Trabajo de título para optar al
Título de Técnico Universitario en
MECANICA INDUSTRIAL

Alumno:

Sr. Cristóbal Antonio Arias Fierro

Profesor guía:

Víctor Valdebenito

2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Procedimiento de alineamiento de un volante Astillador

Nombre del candidato(a): Cristóbal Arias Fierro

Carrera / Grado: Técnico Universitario en Mecánica Industrial

Campus: Sede Concepción Departamento: MECÁNICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Víctor Valdebenito C., en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente

DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

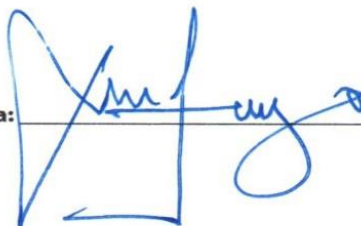
☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 28-09-2026 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 28-09-2026 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Resumen

Las actividades forestales se han convertido en una de las más importantes en temas de producción chilena, situándose en su liderazgo la producción de biomasa. La cual se puede exportar o bien ser utilizada para la alimentación de calderas, siendo estas partes de la generación de energía para las celulosas. Chile ocupa el noveno puesto a nivel mundial como productor de biomasa y celulosa con un aproximado de 3 millones de toneladas anuales, una cifra significativa equivalente a un 2% de la producción mundial.

Las principales fuentes para la fabricación de biomasa es la materia prima, la cual está conformada por coníferas, como pinos y eucaliptus en su mayoría convirtiéndose en fibra de madera para la producción de celulosa, la cual después de un ciclo de procesos se transforma en lo que conocemos como papel.

De este modo las grandes inversiones chilenas se han abierto para la masificación de producción de celulosa o pulpa química la cual puede ser obtenida a través de métodos como; el proceso Kraft, que consiste en la cocción con diferentes químicos a altas temperaturas y presión. Y por otro lado siendo parte de un 10% de la producción de celulosa nacional, el proceso mecánico o más conocido como pulpa mecánica la cual es el resultante de la desfibrilación de la madera a altas temperaturas y presión.

Nos estamos enfrentando a un mundo de cambio y evolución abriéndonos paso a encontrar y transformar nuevas tecnologías. Con el paso de los años las empresas forestales se han visto en situaciones como el aumento de producción, ya que el producto en cuestión mantiene una gran demanda y es necesaria la satisfacción de los clientes, es así como nacen nuevas invenciones que permiten acortar y facilitar el ingreso de recursos, viéndose ligadas a su vez al desgaste y a posibles fallos en el proceso.

Índice

Índice de figuras	4
Siglas y símbolos	4
Introducción	5
Objetivos	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Capítulo I	7
Historia, usos y tipos de astillador	7
1.0 Historia del astillador	8
1.1 Tipos de astilladores	8
1.2 Usos del astillador	10
Capitulo II	12
Alineamiento, balanceo y análisis de vibraciones	12
2.0 Análisis de vibraciones	13
2.1 Alineamiento	14
2.2 Balanceo	15
Capitulo III	17
Componentes de un chipeador y sus fallas	17
3.0 Componentes conjunto chipeador	18
3.1 Tipos de fallo de un astillador.	21
3.2 Mantenimiento Predictivo	21
3.3 Mantenimiento Preventivo	22
3.4 Mantenimiento Correctivo	22
Capitulo IV	23
Procedimiento alineamiento chipeador.	23
4.0 Pasos a seguir para el alineamiento de un chipeador	24
4.1 Tabla check list de alinamiento	27
Conclusión	28
Linkografía	29

Índice de figuras

Figura 1.1 Astillador de disco.....	8
Figura 1.2 Astilladora de cuña (vertical).....	9
Figura 1.4 Astillador de tambor.....	9
Figura 1.5 Astillador de disco.....	9
Figura 1.6 Proceso de astillado.....	10
Figura 2.1 Equipo semapi y transductor.....	10
Figura 2.2 Diagrama espectros de anomalías vibracionales.....	12
Figura 2.3 Sensor de vibración.....	12
Figura 2.4 Maqueta de alineamiento.....	13
Figura 2.5 Tipos de desbalanceos	13
Figura 3.0 Esquema Astillador	14
Figura 3.1 Motor electrico 800 KW.....	16
Figura 3.2 Caja reductora.....	16
Figura 3.3 Acople de ejes.....	17
Figura 3.4 Astillador de disco.....	17
Figura 3.5 Descanso y rodamiento.....	17
Figura 3.6 Verificacion de alinamiento.....	18
Figura 3.7 Sellos y Grasa.....	18
Figura 3.8 Cambio de rodamientos	19
Figura 4.1 Bloqueo de equipo en tablero.....	21
Figura 4.2 Inspeccion visual a equipo.....	22
Figura 4.3 Equipo de alineamiento flixture lasser.....	22

Siglas y símbolos

Siglas:

- ISO: International organization for standardization
- CHIP: Astillas pequeñas
- Chipper: astillador

Simbología:

- M/S: Metros por segundos
- RPM: Revoluciones por minuto
- KW: Kilowatt
- HP: Horse power
- BNC: De bayonet neill concealmn

Introducción

El presente informe da a conocer una breve información acerca de cómo la industria forestal se ha visto forzada a invertir y a optimizar los tiempos para facilitar la producción de recursos, implementado avances que a lo largo de los años han ido en evolución, con el propósito de abrir paso para aumentar la producción para la generación de más ingresos.

Si bien sabemos que la demanda de producto sube cada año, para dar abasto a la cantidad que se busca efectuar y complacer a los clientes, las empresas hacen un catastro para mejorar maquinaria y elementos mecánicos.

Un elemento mecánico del que trataremos en específico es el volante astillador o bien llamado dentro de la industria chipper y sus componentes que participan para su funcionamiento. El cual tiene como función principal convertir trocos de máximo 1.5 metros, en pequeñas partes de baja densidad llamadas chip.

El astillador debido a su trabajo con grandes cargas de materias prima se encuentra en constante mantenimientos predictivos, preventivos, correctivos y a la falla, es ahí donde se procede a realizar verificaciones para prevenir futuras fallas, es aquí donde procedemos a intervenir con el alineamiento.

Objetivos

Objetivo general

Realizar procedimiento de alineamiento a un astillador tipo volante.

Objetivos específicos

- Describir las funciones de un astillador en la industria maderera.
- Analizar las fallas en Astillador de disco.
- Desarrollar procedimiento de Alineamiento de volante astillador - caja reductora - motor.

Capítulo I

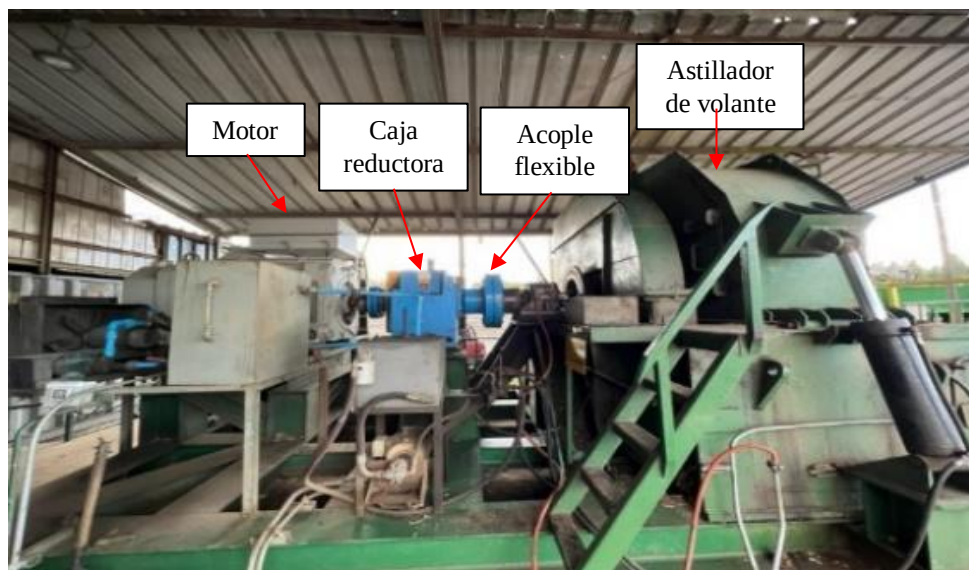
Historia, usos y tipos de astillador

1.0 Historia del astillador

Si bien su origen exacto se desconoce, se sabe que uno de sus creadores fue Peter Jansen de origen alemán en el año 1884 incorporando la trituradora de madera “Marke angeln”, la cual fue inventado con el fin de deshacerse de aquellos residuos árboles como raíces, ramas, hojas y troncos, siendo estos un gran número de residuos que se generan en sus podas y talas de árboles convirtiéndolas en pequeños trozos, que pueden ser utilizados como biomasa para la alimentación de calderas y creación de celulosa, pellets para la calefacción de hogares o como abono para la tierra.

Por estas influencias las empresas madereras se vieron con una gran idea la cual fue implementada para aumentar la producción, tomando estas pequeñas máquinas y llevándolas a tamaño industrial generando así una producción de biomasa mayor. La producción de esto no solo favoreció a la venta y exportación de chip, que es el producto final generado con el disco astillador sino que también favoreció a la industria de las celulosas ya que con estos podrían generar más combustible para sus calderas y así obtener combustible suficiente para la generación de energía eléctrica, para alimentar estas grandes plantas y a su vez ocupar este producto para crear celulosa y dar como resultado el papel y otro tipo de materiales creados con esta biomasa.

Las astilladoras son maquinarias que actúan sobre grandes bloques de madera, trocos, ramas y raíces, con el fin de convertirlos en elementos manejables para su uso. En la mayoría de los casos están compuestas por motores eléctricos o combustión ya que se necesita que estos equipos trabajen a altas revoluciones.



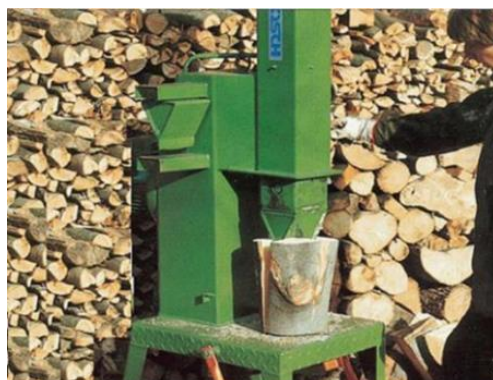
Fuente: Comaco Pto. montt
Figura 1.0 Astillador de disco

1.1 Tipos de astilladores

Según los usos para la actividad a realizar existe una variedad de astilladores entre los cuales encontraremos:

1.1.1 Astilladora de cuña

Están formadas por un bastidor longitudinal sobre el que se posiciona el tronco o la rama que se quiere astillar, con un apoyo fijo en uno de los extremos y desplazable en el otro; el apoyo desplazable se mueve por la acción de un cilindro hidráulico. Se pueden establecer dos grupos en función de la posición que ocupa el tronco al ser astillado: “horizontales” y “verticales”.



Fuente: Ministerio de agricultura
Figura 1.1 Astilladora de cuña (vertical)

1.1.2 Astillador de tornillo

Si bien estos astilladores no son muy comunes en la industria, por su peligrosidad, este sistema consta principalmente de un tornillo que penetra a presión el trozo de madera asíéndola estallar en ocasiones eyectando astillas a gran velocidad, debido a esto se ven con menos constancia y a su vez son menos precisos ya que pueden quedar trozos mal astillados.



Fuente: Ministerio agrícola
Figura 1.2 Astilladora de tornillo

1.1.3 Astillador de tambor

A diferencia de las chipeadoras de disco, cuentan con un cilindro de cuchillas de corte que operan de forma tangente. Estas tienen capacidad de triturar troncos de hasta 40 centímetros de diámetro

También debemos fijarnos en la potencia y la forma en que la obtienen. Por un lado, hay chipeadoras con un motor propio, que funcionan de forma autónoma.

La otra opción son las chipeadoras compatibles con toma de fuerza o “PTO”, las cuales permiten extraer potencia conectándola directamente a un tractor.



Fuente: Ministerio agrícola
Figura 1.3 Astillador de tambor

1.1.4 Volante de disco

Este tipo consta de unos cuchillos los especialmente diseñados que van montados sobre un disco de acero macizo por lo general de un acero 1040, el cual se hace rotar a altas velocidades a través de un eje que va acoplado a un motor. Estos discos por lo general son de fabricación extranjera e importados, ocupados en la industria de celulosas y astilladores. Al encontrarse directamente de forma perpendicular, el disco y los cuchillos rotando, el tronco se transforma en pequeñas astillas trituradas que van entre los 5 y 30 milímetros. Tienen capacidad para triturar troncos entre 15 a 30 centímetros.



Fuente: Jorge fuentes
Figura 1.4 Astillador de disco.

1.2 Usos del astillador

Esta máquina es una procesadora de madera seca, restos de poda, hojas y ramas secas, cuya función es triturar estos desechos orgánicos para convertirlos en pequeños trozos denominamos chips o astillas y que pueden ser utilizados en tareas de paisajismo y compostaje.

Tener este equipo hoy es esencial para tratar los restos de la poda y poder reciclar ramas de árboles y otros restos que se generan en la práctica de la agricultura, jardinería o urbanismo. El astillador se convierte en una herramienta útil, necesaria y completamente eficiente cuando nos adentramos en la materia de la disolución de restos.

Si bien su origen exacto se desconoce, se sabe que uno de sus creadores fue Peter Jansen de origen alemán en el año 1884 incorporando la trituradora de madera “Marke angeln”,

Por estas influencias las empresas madereras se vieron con una gran idea la cual fue implementada para aumentar la producción, tomando estas pequeñas máquinas y llevándolas a tamaño industrial generando así una producción de biomasa mayor. La producción de esto no solo favoreció a la venta y exportación de chip, que es el producto

final generado con el disco astillador sino que también favoreció a la industria de las celulosas ya que con estos podrían generar más combustible para sus calderas y así obtener combustible suficiente para la generación de energía eléctrica, para alimentar estas grandes plantas y a su vez ocupar este producto para crear celulosa y dar como resultado el papel y otro tipo de materiales creados con esta biomasa.



Fuente: LPFMA
Figura 1.5 Proceso de astillado

Capítulo II

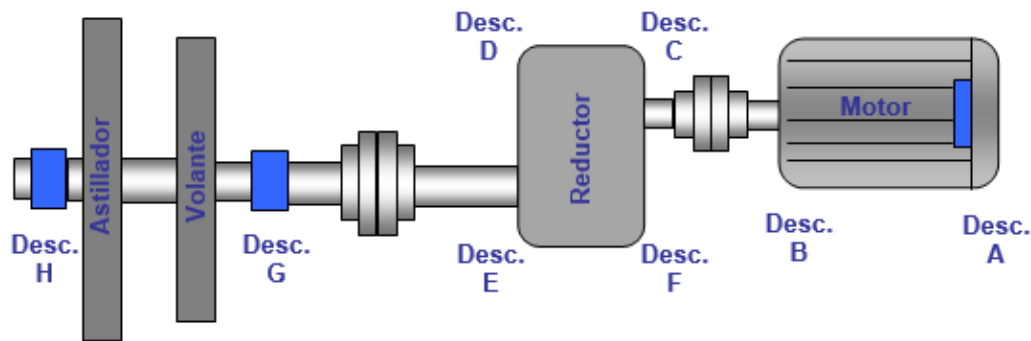
Alineamiento, balanceo y análisis de vibraciones

2.0 Análisis de vibraciones

La medición de vibraciones busca detectar el estado mecánico en que está trabajando una máquina y poder efectuar un diagnóstico que puedan presentar anomalías mecánica o un problema operativo, con el fin de alargar la vida útil del equipo y anticiparse ante cualquier falla.

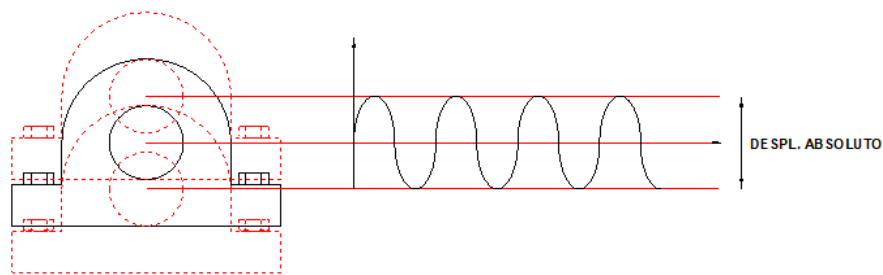
Las vibraciones se pueden transmitir por el equipo completo pero las mediciones para hacerlas efectivas deben ser lo más cerca del punto donde se origina la vibración. Sabemos que la mayoría de los problemas se originan en el rotor y ejes por esta razón los descansos o lo más cerca de los elementos rodantes son la mejor forma de medir la vibraciones.

Fuente: Turbomecanica
 Figura 1.6 Ubicación de descansos.



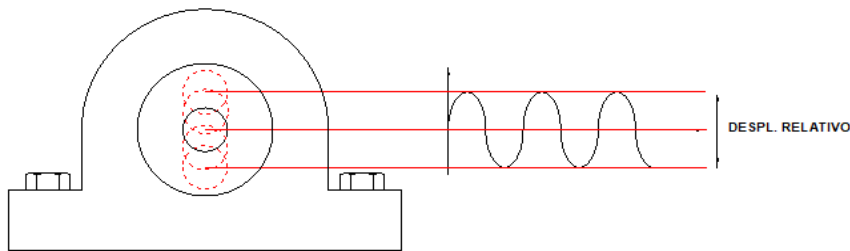
Entre las vibraciones que son transmitidas atravez del equipo existen 2 que son fundamentales las cuales son:

Vibración absoluta: Es la vibración trasmitida a todo el descanso.



Fuente: Turbomecanica
 Figura 1.7 Transmisión vibración absoluta.

Vibración relativa: Es la vibración que se transmite solo al eje.



Fuente: Turbomecanica
 Figura 1.8 Transmisión vibración relativa.

Los sensores acompañarán vibraciones de amplitud están compuestos por transductor que es un elemento que transforma la vibración mecánica en una señal eléctrica analógica, para ser procesada, medida y analizada, en el caso de que estos se requieran hacerlos móviles se acompañara de una parte imantada, los datos vibracionales serán enviados a través de un cable CB110 hacia el equipo que analizara los datos, los transductores serán seleccionados según lo que se requiera medir.

Acelerómetros: Las lecturas de aceleración son las mejores para analizar fenómenos de alta frecuencia. La aceleración es el parámetro que ofrece la mejor medida de las fuerzas internas asociadas a una fuente particular de vibración.

Velocímetros: Las lecturas de vibración en velocidad son generalmente las de mayor campo de aplicación, ya que la velocidad es un indicador del nivel de severidad de la vibración y es proporcional al nivel de fatiga que soporta un sistema mecánico. Pueden ser tomadas con un sensor sísmico de velocidad, si bien se suelen emplear con más asiduidad acelerómetros por su mejor respuesta en frecuencia y menor coste.

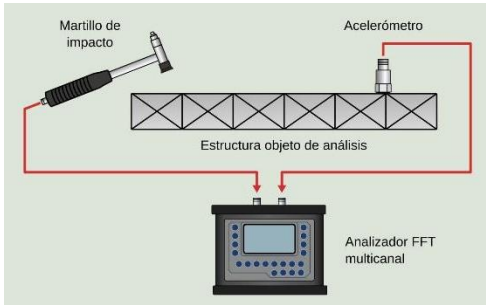
Desplazamiento: Las medidas de desplazamiento son especialmente adecuadas en vibración a baja frecuencia, o cuando el analista necesita conocer con precisión el movimiento de un rotor y no solo la parte de la vibración que se transmite al soporte del rodamiento. Estas medidas se toman directamente con transductores de desplazamiento y son un indicador del esfuerzo o la deformación que sufre la máquina.

Los programas utilizados para estos controles son estadísticas gráficas, programas conectados con las empresas que respaldan los equipos las cuales entregan soluciones a los problemas que pudiesen suceder. Si los datos revelan algún tipo de anomalías en las vibraciones se hacen reparaciones como mejoramientos de anclajes y cimientos, cambio de piezas dañadas, y los más comunes balanceos del rotor y alineamiento de ejes.



Fuente: Turbomecanica
 Figura 1.9 Equipo semapi y transductor

Al recopilar los datos de vibraciones, el interés principal es estudiar el espectro de ondas que se proyecta en la gráfica identificando las amplitudes predominantes de la vibración que se define como desplazamiento en mm/s que se oscila el eje del equipo y la frecuencia que se refiere a la velocidad a la que gira el equipo. Enfocándose en donde se proyecta el pico más alto y a que frecuencia se presenta, determinando la causa, y la corrección del problema que ellas representan. Un punto para considerar es que los equipos a menudo tienden a vibrar ya sea dependiendo por su rigidez o cimentación o a través de una velocidad en la cual el equipo tiende a tener una vibración anormal, pero se estabiliza estos conceptos se conocen como frecuencia natural y velocidad crítica.

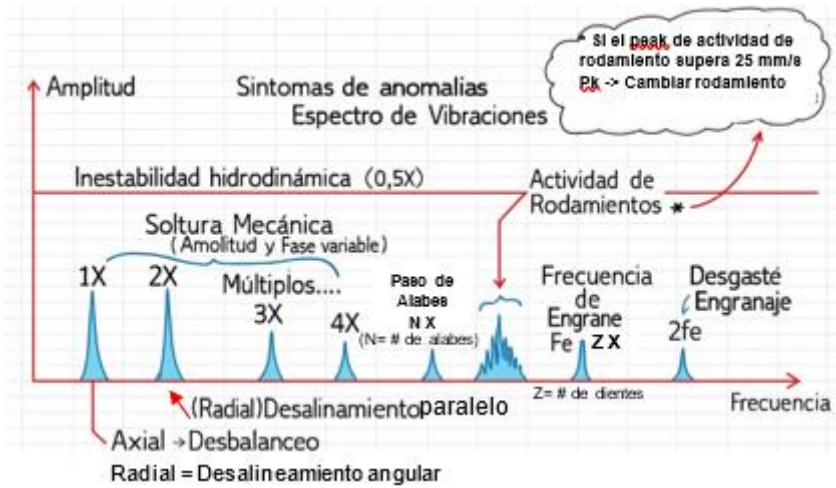


Fuente: Power-MI
Figura 2.0 Ensayo de golpe, frecuencia natural



Fuente: Power-MI
Figura 2.1 Grafico de una velocidad critica

Mediante un análisis de vibraciones se pueden detectar anomalías como rodamientos en mal estado el cual el espectro de amplitud será bajo pero de mayor frecuencia, problemas de desbalanceo el espectro se mostrara con una mayor amplitud y frecuencia más corta identificándose con la velocidad de giro del equipo, desalineamiento de ejes se mostrara un espectro de alta amplitud y baja frecuencia a diferencia que la velocidad de giro en la que se muestra la anomalía será al doble del giro del motor, desgaste de piezas internas o externas se mostrara una actividad de fase inestable y la amplitud será variable. Cabe recalcar que estas anomalías se medirán con sensor de velocidad debido a que su sensibilidad no es tan alta.



Fuente: Turbomecanica
Figura 2.2 Diagrama espectros de anomalías vibracionales.

La norma ISO 10816-1 propone una serie de normas que establecen los procedimientos generales de medición y evaluación de máquinas rotativas proporcionando criterios que determinaran la severidad de vibración, dichas normas son utilizadas en el mantenimiento industrial para el monitoreo de dichas máquinas.

Al verificar los valores registrados del análisis espectral de principio a fin debe haber una comparativa de velocidades de vibración, identificando en que calidad de vibración se encuentra el equipo, si el equipo se encuentra en rango de buena a satisfactoria puede seguir operando con normalidad, pero si el equipo se encuentra en calidad insatisfactoria o inaceptable es necesario hacer intervenciones para bajar sus niveles de vibración. Hay que tener en cuenta que no todos los motores y montajes de equipos son iguales por lo que hay que clasificarlos por sus KW y si están montadas en soportes rígidos o flexibles como se muestra en la imagen en la sección tipo de máquinas.

TABLA DE SEVERIDAD NORMA ISO 10816-1 (Velocidad RMS)				
Velocidad de Vibración R.M.S. MM/S	Case I	Clase II	Clase III	Clase IV
0.28	A Buena	A Buena	A Buena	A Buena
0.45				
0.71	B Satisfactoria	B Satisfactoria	B Satisfactoria	B Satisfactoria
1.12				
1.80	C Insatisfactoria	C Insatisfactoria	C Insatisfactoria	C Insatisfactoria
2.80				
4.50	D Inaceptable	D Inaceptable	D Inaceptable	D Inaceptable
7.10				
11.2				
18.0				
28.0				
45.0				

Fuente: Turbomecanica
 Figura 2.3 Tabla de severidad

TIPOS DE MAQUINAS
Clase I : Máquinas pequeñas bajo 15 KW. (20 HP) Clase II : Máquinas de tamaño mediano de 15 a 75 KW. o maquinas rígidas montadas hasta 300 KW. Clase III : Máquinas grandes sobre 300 KW. Montadas en soportes rígidos. Clase IV : Máquinas grandes sobre 300 KW. Montadas en soportes flexibles.
CALIDAD DE LA VIBRACIÓN
A : Buena B : Satisfactoria C : Insatisfactoria D : Inaceptable

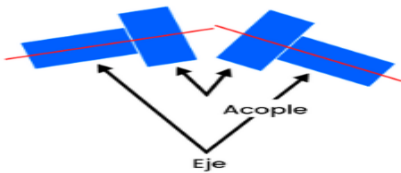
Fuente: Turbomecanica
 Figura 2.4 Especificación técnica de tabla de severidad.

2.1 Alineamiento

La alineación de ejes de máquinas rotativas industriales es el proceso mediante el cual una o dos máquinas (normalmente un motor o un conjunto de acople) se posicionan de tal manera que el punto de energía se transfiera de un eje hacia el otro, haciendo que los ejes de rotación de ambas piezas estén co-alineados.

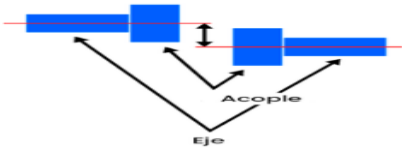
Con esto se logra que cuando la máquina esté en funcionamiento en condiciones normales, podamos prevenir fallas que podrían ser perjudiciales para el equipo. Para esto es necesario verificar tres factores que son indispensables al momento de alinear un equipo los cuales son:

2.1.1 Desalineación Angular: Se evidencia cuando existe un Angulo entre las líneas del centro de ambos ejes, pudiendo estas interceptarse en sus proyecciones.



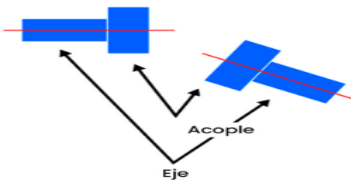
Fuente: Tractian
 Figura 2.5 Desalineamiento angular

2.1.2 Desalineación Paralela: Ocurre cuando las líneas del centro del eje del motor y la del acople no son coloniales.



Fuente: Tractian
 Figura 2.6 Desalineamiento paralelo

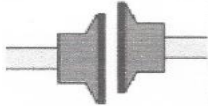
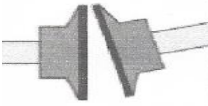
2.1.3 Desalineación Combinado: Es la combinación entre el desalineamiento paralelo y angular, y es el más común entre los tres.



Fuente: Tractian
 Figura 2.7 tipos de desalineacion.

Al ser maquinarias ancladas a una base o directamente a una cimentación las posiciones de corrección serán dos vertical y angular. En la posición vertical la corrección será suplida por laines que son láminas de metal de diferente espesor que permiten subir o bajar el equipo, mientras que si el desalineamiento es angular será corregido por los movimientos de pernos gato que están posicionados a los lados de los descansos y cumplen la función de mover los puntos de descanso de forma horizontal.

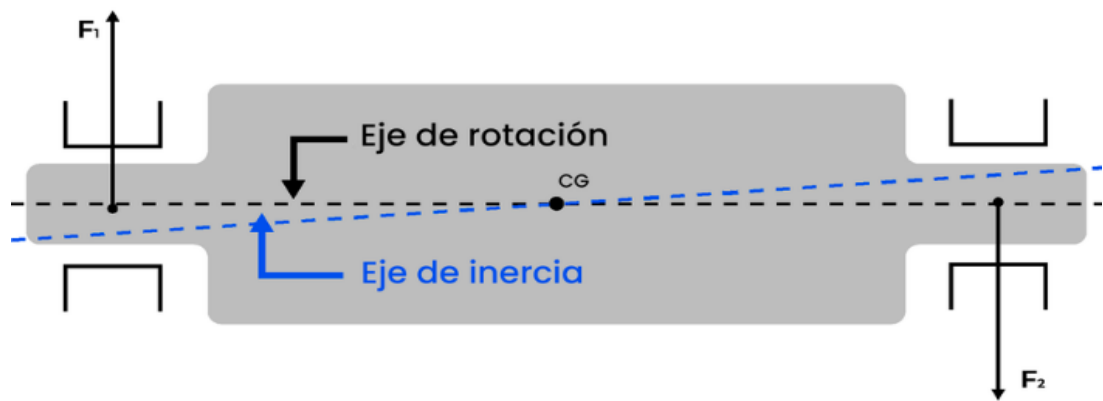
Para asegurar que un equipo este correctamente alineado los valores de corrección deben estar dentro de lo que exige la tabla de severidad o tolerancia para esto es necesaria la información de las RPM del motor.

Condicion de alineamiento	velocidad de rotacion	tolerancia excelente		tolerancia aceptable	
Paralelo	RPM	mils	mm	mils	mm
	0-1000	3,0	0,07	5,0	0,13
	1-2000	2,0	0,05	4,0	0,10
	2-3000	1,5	0,03	3,0	0,07
	3-4000	1,0	0,02	2,0	0,04
	4-5000	0,5	0,01	1,5	0,03
	5-6000	< 0,5	< 0,01	< 1,5	< 0,03
Angular	RPM	mils/4 inch	mm/100 mm	mils/4 inch	mm/100 mm
	0-1000	3,0	0,06	4,0	0,10
	1-2000	2,5	0,05	3,5	0,08
	2-3000	2,0	0,04	2,5	0,07
	3-4000	1,5	0,03	2,0	0,06
	4-5000	1,0	0,02	1,5	0,05
	5-6000	0,5	0,01	1,5	0,04

Fuente: Tractian
 Figura 2.8 tabla de tolerancia.

2.2 Balanceo

Se busca que el eje de rotación coincida con el eje de inercia. Si un centro de gravedad y de rotación no coincide. La presencia de un desbalance en el rotor provocará la aplicación de una fuerza centrífuga, la que es proporcional a la velocidad de giro. Si la fuerza es de magnitud considerable, se puede reducir la vida útil de los rodamientos y/o cojinetes hidrodinámicos, lo que a su vez puede incidir en el aumento adicional de la vibración. Las fuerzas causadas por el desbalance son proporcionales al cuadrado de la velocidad, es decir, las máquinas de alta velocidad deberán ser balanceadas con mayor nivel de precisión, que aquellas de baja velocidad

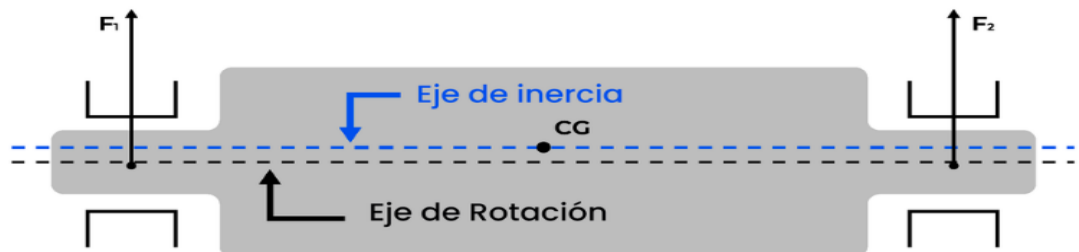


Fuente: Tractian
Figura 2.9 Diagrama de desbalanceo.

Una de las fuentes de vibración en máquinas es el desbalance, lo que se relaciona con la actuación de fuerzas no deseadas. Por lo tanto, el equipo de mantención debe ocuparse de identificar la presencia de cualquier desbalance fuera de rango.

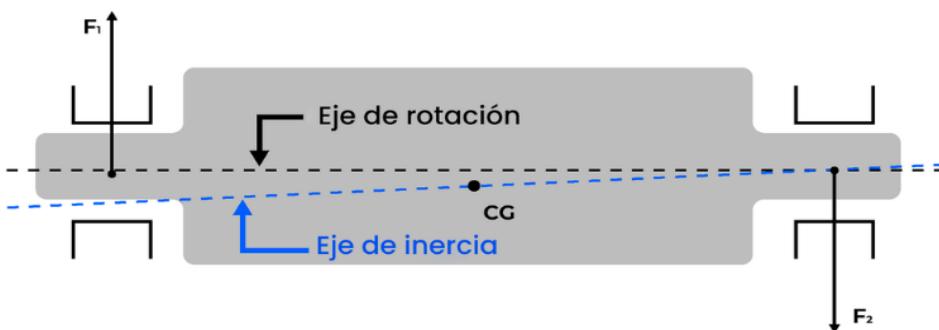
Entre los tipos de desbalanceo más usuales tenemos:

2.2.1 El desbalanceo estático: Este se produce cuando el eje de inercia este paralelo con el eje de giro.



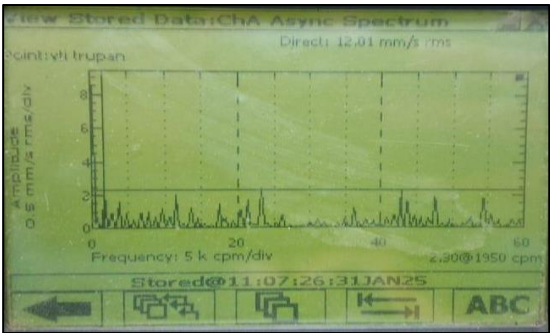
Fuente: Tractian
Figura 3.0 Desbalanceo estático.

2.2.2 El Desbalanceo dinámico: Es producido cuando el eje de rotación está desfasado con el eje de inercia.



Fuente: Tractian
Figura 3.1 Desbalanceo dinamico.

El desbalance produce un aumento de las amplitudes de vibración en máquinas rotativas. Al realizar el análisis vibracional, es posible determinar la causa-raíz del aumento vibración en el caso de que sea provocado por desbalanceo el más común es una combinación de desequilibrio de estático y de par 1X RPM refiriéndose a un peak alto de vibración a la velocidad de giro del motor la cual domina el espectro, y realmente requiere una corrección en 1 o 2 planos según los ángulos que esté presente el desbalanceo, si los ángulos tienen una diferencia máxima de 20° entre sí se puede balancear en un plano agregando tan solo 1 masa de corrección , pero si se encuentran cruzados a 180° será necesario balancear en 2 planos y corregir agregando masa en 2 puntos o más Aquí, la diferencia de fase radial entre los apoyos internos y externos puede abarcar un rango de 0° a 180° .



Fuente: Turbomecanica
 Figura 3.2 Spectro de desbalanceo.

Capítulo III

Componentes de un chipeador y sus fallas

3.0 Componentes conjunto chipeador

Los componentes del chipeador no son diferentes entre sus variaciones si son fijos o móviles siempre estarán compuestos por elementos motrices, descansos, ejes o correas, acoples, caja reductora si es necesario reducir la velocidad del motor, volante de inercia solo si el disco es muy pesado, el elemento triturador ya sea disco el cual cuenta con cuchillas o tambor que cuenta con martillos sobresalientes, tolva de entrada del material a triturar y sistema de evacuación ya sea por cinta transportadora o expulsor. La velocidad de giro puede llegar hasta 1000 RPM Por lo que es necesario llevar una bitácora de mantenimiento de componentes y horas de trabajo del equipo, en el volante astillador cada cierta hora de producción se procede a hacer el cambio de cuchillas al volante ya que estas están sometidas a desgaste y pierden su filo.



Fuente: Comaco

Figura 3.3 conjunto chipeador.

3.0.1 Motor

Es el encargado de transmitir la fuerza de giro, dispositivo que convierte la energía eléctrica, en energía mecánica a través de la rotación, todo esto generado por el campo magnético de su bobina, está compuesto por un estator y un rotor. Pueden girar tanto en sentido horario como en anti horario, dependiendo la conexión y el variador de frecuencia. Dependiendo la aplicación variará la cantidad de Kw y HP para la designación de un motor además de tener en cuenta la cantidad de carga a la cual estará sometido, en la industria por lo general van desde los 0.746 Kw o 1 HP, hasta los 3000 Kw o 2238 HP. El consumo de electricidad de estos motores es considerable consumir una cantidad de energía alta, por lo que las empresas han optado por crear plantas de alimentación a través de turbinas y generadores, ya que la corriente domiciliaria no sería fiable. En la industria las marcas más reconocidas de motores eléctricos son SIMENS, ABB Baldor y TECO.



Fuente: Electric Motor Manufacturers

Figura 3.4 Motor eléctrico 800 KW.

3.0.2 Caja reductora

Una caja reductora de velocidad es un equipo de transmisión de reducción de velocidad. Es empleado al reducir y convertir la velocidad de rotación de un motor u aumentar el par de torsión. Están diseñadas a partir de engranajes rectos y helicoidales, los cuales están lubricados por aceite minimizando el desgaste y prolongando la vida útil de la caja. Por lo general la instalación de estas cajas, dependerá del motor y la potencia que entregue aquí es donde hay que tomar en cuenta la potencia eléctrica aplicada y la potencia útil que deseamos transferir y usar. Con una potencia de 1764 HP su relación de velocidad será 1.51:1 ofreciendo un alto par de torsión.



Fuente: Ultu
Figura 3.5 Caja reductora

3.0.3 Acoplamiento

Es el encargado de acoplar y transmitir la fuerza de un eje a otro, con el fin de generar movimiento rotatorio entre un eje impulsor y un eje impulsado ofreciendo soluciones para transmitir fuerza. Fabricados de acero al carbono, aluminio, caucho o compuestos elastómeros, el material cambiará según la aplicación que se necesite con lo cual según peso y par de torsión que ejerza, por lo general los acoplamientos de acero al carbono en su parte media poseen un elemento de caucho, el cual cumple la función, amortiguar vibraciones y compensar pequeños desalineamientos. Entre los acoplamientos comunes se encuentran los rígidos, elásticos, metálicos y flexibles Se recomienda identificar el gap (espacio entre el acople).



Fuente: Ducom
Figura 3.6 Acople de estrella.

3.0.4 Volante astillador

Circunferencia hecha de acero duro por lo general aleaciones altas en cromo y níquel o fundiciones de hierro, debido a su alta probabilidad de deformación y desgaste. Su diseño pesado compuesto por cuchillos en una de sus caras y por el contrario conductos de evacuación o remos que están diseñados para la evacuación de viruta logrando que salga expulsada acumulando energía cinética, evitando atascos y la pérdida de eficiencia. Creada para convertir en pequeñas virutas la materia prima que pasen por él, a través del almacenamiento de energía acumulado mientras gira, proporcionando estabilidad y control al ser componentes por inercia estabilizando la máquina y la velocidad del astillador permitiendo que las astillas sean de un tamaño uniforme y una reducción de carga sobre el motor.



Fuente: Comaco Pto. montt
Figura 3.7 Astillador de disco.

3.0.5 Holder o porta cuchillo

Soporte creado para la sujeción de los cuchillos de un astillador, con el cual se evita un sobre esfuerzo del cuchillo al entrar en contacto con el tronco. Creados con acero de aleación de alta dureza para resistir el desgaste continuo.



Fuente: Lenmark
Figura 3.8 Porta cuchillo.

3.0.6 Cuchillos

Herramienta de alta resistencia y dureza fabricada de acero de alta calidad por su desgaste continuo y tensión sometida, cumpliendo la función de trozar en pequeños trozos los troncos, proporcionando cortes precisos y limpios. La vida útil de estas cuchillas es variable ya que están sometidas a desgaste cada vez que son afiladas después de cada turno en uso.



Fuente: SKF
Figura 3.9 Cuchillo de astillador.

3.0.5 Descanso o cojinete

Caja de hierro fundido diseñada para soportar y guiar el movimiento rotatorio de un eje o componente mecánico, siendo cruciales para reducir la fricción entre la parte móviles de un mecanismo en la cual descansaran en la parte interior elementos rodantes ejes, encargándose de protegerlos de las lluvias y humedad con una capa de grasa que protege los componentes y lubrica los elementos rodantes, evitando que se oxiden los elementos y pierda propiedades la grasa.



Fuente: SKF

Figura 4.0 Descanso y rodamiento.

3.0.6 Obturadores

Media luna fabricada de caucho que proporcionar un sello hermético entre el descanso y el eje, evitando el ingreso de humedad, degradación y contaminación en su interior. Se recomienda cambiar en cada mantención ya que estos al estar bajo fricción constante sufren desgaste.

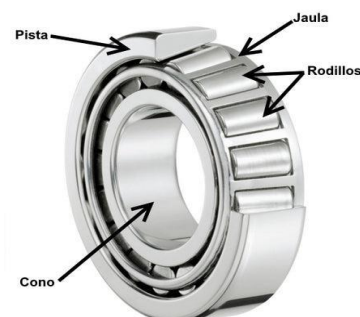


Fuente: SKF

Figura 4.1 Descanso y rodamiento.

3.0.6 Rodamiento

Elemento Rodante encargado de reducir la fricción y soportar la carga del giro del eje en una posición estática. Lubricado por grasa para minimizar desgaste, compuesto por una cubeta exterior e interior y de dos filas de rodamientos de rodillo, de bolas o de aguja, dependerá de la actividad que se le emplee, cabe recalcar que los rodamientos utilizados en la actividad a realizar del astillador, son agujero cónico de rodillo a rotula nomenclatura 22216 EK.



Fuente: SKF

Figura 4.2 Descanso y rodamiento.

3.0.7 Manguito de apriete

Componente mecánico encargado de dar ajuste al rodamiento con agujero cónico a eje cilíndrico, liso o escalonado. Compuesto por un cilindro cónico con hilos, una tuerca de apriete y una arandela de seguridad, el cual se inserta entre el eje y el rodamiento para crear una unión segura y permitir que el rodamiento se ajuste firmemente.



Fuente: SKF

Figura 4.3 Descanso y rodamiento.

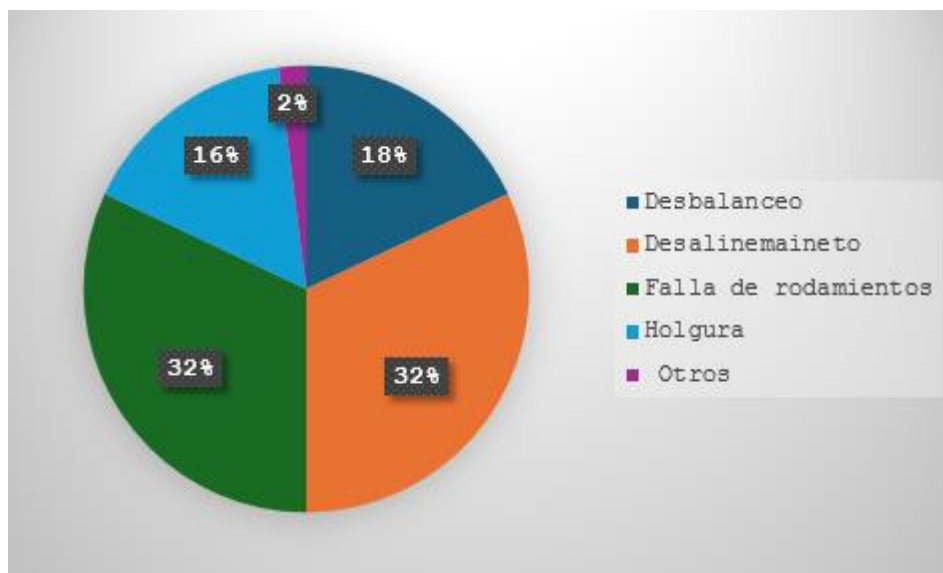
3.1 Tipos de fallo de un astillador.

Los equipos al estar en constante movimiento y sometidos a cargas por un largo tiempo, tienden a presentar fallos, lo que con lleva a hacer una verificación y mantención, dependerá netamente de lo que el analista diagnostique para cada equipo y sus horas de trabajo para determinar a qué se debe el fallo. Entre los fallos más comunes se encuentran:

- Desalineamiento: Se presenta, al aumentar la temperatura de los descansos provocando que la grasa pierda sus propiedades densidad, además de un aumento en el consumo de eléctrico, si no es corregido en el transcurso del tiempo los rodamientos comienzan a fallar y en el peor de los casos el motor del equipo se quemara.
- Desbalanceo: Se presenta al aumentar las vibraciones de un equipo, ruidos excesivos que, a su vez, causa que los rodamientos se desgasten disminuyendo su vida útil y sobrecalentamiento de ejes y otros componentes ya sea de motor o de conjunto al que este acoplado, esto ocurre porque la distribución desigual de la masa genera fuerza centrífugas que estresan los componentes mecánicos.
- Actividad o fallo en rodamientos: Se presenta por diversas causas ya sea por falta de lubricación, contaminación, sobrecarga, un montaje inadecuado, corrosión, entre otras causas, la manifestación de estas fallas puede asociarse con ruidos (crujido áspero del rodamiento), vibraciones, sobrecalentamiento y desgaste visible, para identificar esta falla se debe hacer un análisis de vibraciones de alta frecuencia de lo contrario se puede oír un crujido con el estetoscopio.
- Frecuencia de engranajes: Se presenta en cajas reductoras, es manifestado por el acople de los dientes entre los engranajes, esta frecuencia nos permite detectar si hay desgaste entre ellos o fallas como un diente quebrado.
- Eje pandeado: Su principal causa se debe a una deformación del eje ya sea por inoperación del equipo por largo tiempo o sobrecarga en su punto medio, lo que provoca alza vibracional, elevación en temperaturas del equipo. Cabe recalcar que esta anomalía es poco común.

- **Soltura mecánica:** Se presenta cuando los componentes de fijación del equipo no quedan correctamente ajustados o no se les da el torque requerido, provocando que pernos, arandelas, tuercas, etc. se suelten lo cual puede ser muy peligroso para el funcionamiento del equipo ya que dañaría y desgastaría los elementos internos y externos que se vean comprometidos.

Todas las fallas dependerán de las mantenciones predictivas y preventivas que se le proporcionen a el astillador, de esta forma estaremos alargando la vida útil del equipo. A continuación, un diagrama con el porcentaje de fallas más comunes.



Fuente: Tractian
Figura 4.4 Grafico de fallas.

3.2 Mantenimiento

Con origen en gran Bretaña en la revolución industrial a finales del siglo XVIII, gracias a la invención de la maquina a vapor y el aumento en la complejidad y producción en masa de maquinarias, genero una mayor demanda de herramientas y equipos, así como un rápido desgaste y rotura, lo que hizo necesario reparar y preservar el funcionamiento de maquinarias sin detener la producción. En su principio el mantenimiento usado era el correctivo, ya que tenían un enfoque al fallo de la máquina y seria realizado por los operarios de los equipos, ya que su conocimiento en su área era más avanzado y podía detectar la falla y reemplazar o reparar. Con el paso del tiempo se estructuraron edificios especializados y desarrollados en el enfoque más preventivo y predictivo debido a que se tomó más conocimiento de que era posible anticiparse a que los equipos fallaran y formaran un retraso, garantizando la continuidad y eficiencia de las operaciones.

A través de la innovación las maquinarias adquirirían más complejidad, llevando a la necesidad de crear departamentos de mantención con personal dedicado y especializado, para anticiparse a los posibles fallos dentro de estos se instauraron nuevos métodos que hasta el día de hoy se siguen utilizando en el mantenimiento y verificación de equipos. En las últimas décadas del siglo XX y principios del siglo XXI, el mantenimiento se ha vuelto más sofisticado, incluyendo técnicas como el mantenimiento predictivo, el mantenimiento productivo total (TPM) originado en Japón, el cual busca maximizar la eficiencia de los equipos integrando a todo el personal en las tareas de mantenimiento, alcanzando la meta de los tres ceros; cero averías, cero defectos y cero accidentes, y la gestión de fiabilidad de riesgo, el cual es un proceso sistemático que identifica, analiza y mitiga las amenazas o incertidumbres que puedan afectar el éxito de una organización o proyecto.



Fuente: Iberdrola

Figura 4.5 Mantenimientos y cómo actúan.

Los mantenimientos, nacieron de una necesidad económica y operativa surgida de la revolución industrial para preservar la funcionalidad y la eficiencia de las maquinas. La evolución ha ido de una simple reparación correctiva, a un complejo de estrategias preventivas y predictivas, impulsado por la tecnología, los cambios en los modelos de producción y la exigencia de calidad y fiabilidad de una mantención. Gracias a esos avances hoy se puede optar por estos mantenimientos:

3.2.1 Mantenimiento predictivo

Técnica utilizada para detectar anomalías que puedan presentar equipos, utilizando herramientas y métodos como análisis de vibraciones o la verificación de alineamiento, termografías, entre otros, recopilando antecedentes de posibles defectos en los equipos. Además de los métodos ya nombrados se pueden percibir anomalías con los sentidos comunes del cuerpo como el tacto, el sonido y la visual, buscando siempre las irregularidades en el equipo, de modo que pueda solucionarse antes de que ocurra el fallo.



Fuente: COMACO Pto. Montt

Figura 4.6 Verificación de alineamiento y análisis de vibraciones.

3.2.2 Mantenimiento Preventivo

Conjunto de acciones programadas, como inspecciones, ajustes y limpiezas, realizadas de manera periódica para evitar fallos inesperados, asegurando un funcionamiento óptimo y a largando la vida útil de los equipos, ayudando a reducir costos en reparaciones de emergencia. Se busca reparar componentes en un tiempo controlado y así optimizar la reparación buscando una solución adecuada, antes de la falla del equipo. Para esto es necesario que se lleve un registro de mantención del equipo y no pasarse en la cantidad de horas de uso y sobrecarga.



Fuente: Turbomecanica.
Figura 4.7 Sellos y Grasa.

3.2.3 Mantenimiento Correctivo

Procedimiento que consta en reparar de forma inmediata las fallas y averías que presente un equipo, además de cambios en componentes dañados o desgastados, teniendo como objetivo solucionar los problemas para así restaurar su funcionamiento normal. Es una intervención que la puesta en marcha toma más tiempo de lo normal ya que todo dependerá de la magnitud de la falla



Fuente: Comaco Pto. Montt
Figura 4.8 Cambio de rodamientos

Capítulo IV

Procedimiento alineamiento chipeador.

4.0 Pasos a seguir para el alineamiento de un chipeador

Al momento de realizar intervenciones a equipos, es necesario tener el conocimiento de lo que se intervendrá además de seguir ciertas normas y protocolos, lo que garantizará que la reparación o corrección sea satisfactoria. Ciertas empresas las cuales contratan los servicios en particular cuentan con reglas y normas que en su mayoría son de seguridad, creadas con el fin de proteger al trabajador en todo momento y así disminuir o crear una barrera de alarma de cero riesgos, y si hablamos de manipulación de equipo cada empresa cuenta un historial de mantención del equipo lo que será una fuente de proporción de ayuda para analizar las fallas. En la búsqueda de al fin entender cómo proceder a la intervención de un equipo mediante el mantenimiento predictivo de alineado a un equipo motor acople, se formará una guía paso a paso la cual poseerá las bases para hacer el ingreso a planta y como proceder a alinear equipos.

4.0.1 Permisos de trabajo y bloqueos

Al ingreso a planta existen ciertas normas y protocolos internas en cada planta de trabajo que son necesarias seguir medidas de seguridad al acceder a sus equipos, entre las cuales se encuentran permisos de trabajos (PTS), análisis de seguridad del trabajo (AST), permisos de trabajo en caliente, permisos en espacios confinados, bloqueos eléctricos, entre otros, con el fin de mantener a salvo a los trabajadores que intervendrán en cada área. Se debe verificar que todos los participantes de la intervención estén con charlas e ingreso a planta vigente. Se presenta una guía de ingreso de materiales y equipos para efectuar el trabajo.

Procediendo nos comunicamos con el hito y personal a cargo de área para llenar formulario de permiso de trabajo y seguridad (PTS) paso a paso, buscamos identificar posibles riesgos en el entorno, maniobras que se estén realizando en el sector y focos de peligro. Finalizada la documentación requerida para la intervención, bloqueamos el tablero eléctrico del equipo, para prevenir y evitar una posible partida inesperada que ocasione accidentes.

Finalizada las normas de seguridad de planta, se procede a una charla de inducción de seguridad, para la ejecución del trabajo, la que constará de los riesgos a los cuales estará sometido el trabajador y la relevancia del uso de epp, hay casos donde en instancias se aclaran temas de cómo proceder a hacer tareas con dificultad, pero bajando el riesgo.

Al cumplir con estos requisitos, estar con los documentos en norma y contactar a cada supervisor de área para informar acerca del trabajo a realizar y bloquear tableros eléctricos de partida, se puede dar paso a intervenir en el equipo. Cabe recalcar que la puesta en marcha del equipo solo la puede dar el eléctrico y jefe de área una vez que todos los integrantes de la cuadrilla hayan desbloqueado la caja departamental o pinza.



Fuente: Promel

Figura 4.9 Bloqueo de equipo en tablero

4.0.2 Inspección visual

Llegando al equipo, procedemos a tomar fotografías del estado actual (generales y detalladas en caso de encontrar anomalías) si es así, informar a personal de planta para su cambio o reparación.

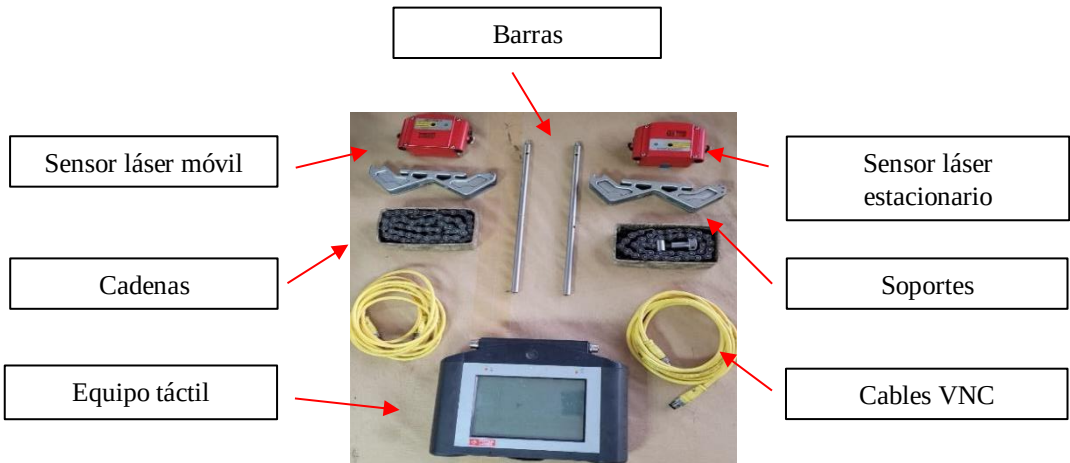
Verificar el estado de descansos, lo que implica observar si las cajas están fisuradas, sin sus graseras, si los sellos están fracturados o sufre perdida de grasa, que los acoples y su gap estén en su respectiva medida (eje de caja reductora a eje de volante astillador), el estado de ejes, debe tener sus respectivas chavetas de acople y no contengan perdida de material, el motor del equipo debe contar con todas sus aspas, el ventilador, sus protecciones, pernos basales y pernos gatos de cada pata de los elementos a alinear cuenten con estos requerimientos, de lo contrario no es posible alinear ya que con las vibraciones que produce el equipo volverá a desalinearse nuevamente.



Fuente: Monografias
Figura 5.0 Inspeccion visual a equipo

4.0.3 Montaje de equipo

Si bien existe una diferencia entre equipos más actualizados o modernos y marcas especializadas en alineamiento, las partes y componentes en si entre cada uno de ellos no cambian, la mayoría de estos está compuesto por dos láser uno que se posiciona en la parte móvil o en el eje del motor y otro posicionado en el lado conducido o eje acoplado. A través de la calibración de este láser y los datos que proyecta el equipo se determina cuanto es el porcentaje de desalineamiento que presenta y cuanto es lo que se debe corregir. Para proceder al alineamiento se cuenta con un equipo fixture laser el cual cuenta con los siguientes componentes del equipo:



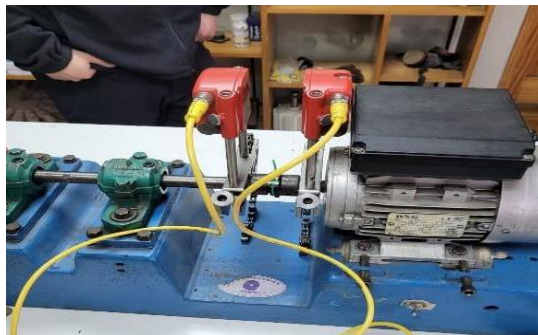
Fuente: Turbomecánica
Figura 5.1 Equipo de alineamiento flixture láser

-Paso 1: Enroscar barras a soportes y apretar las cadenas.



-Paso 2: Montar cables de señal a sensores laser móvil y estático, atornillar a las barras para posicionarlos en el eje.

-Paso 3: Sobreponer por sobre el eje conjunto de soporte y tensar cadena es importa ajustar los equipos láser de ambos lados.



-Paso 4: Conectar cables de señal a equipo táctil y encender

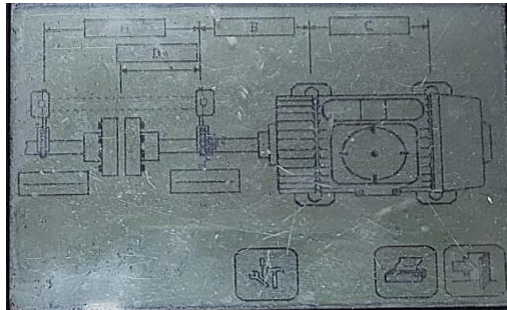


-Paso 5: Alinear láser de equipo móvil y equipo fijo, estos se regulan a través de 2 perillas ubicadas en la parte superior y a los laterales de los sensores láser

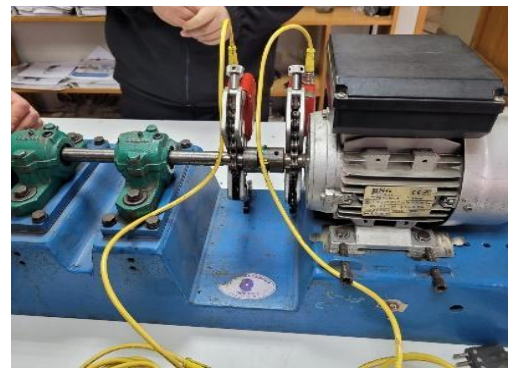
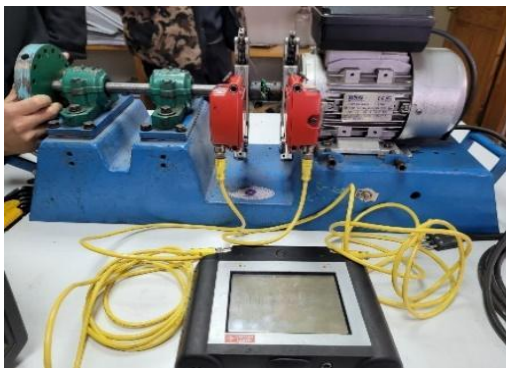


4.0.4 Paso a paso alineamiento lasser

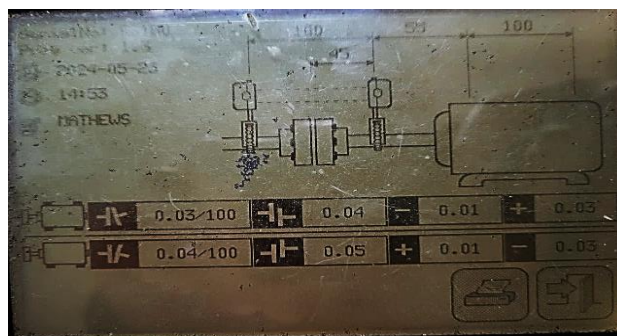
-Paso 1: Establecer medidas de sensor a sensor, sensor móvil a patas de motor, de patas delanteras a patas traseras del motor y de sensor móvil a acople.



-Paso 2: Mover según indique la pantalla del equipo (90° , 180° y 270°) luego dar aceptar.



-Paso 3: Observar la pantalla del equipo y comenzar a regular el plano vertical los parámetros angulares y paralelos, esto consiste en añadir o sacar laines de las patas del equipo móvil (motor). Una vez regulado ajustar pernos basales y verificar.



-Paso 4: Procedemos a regular el plano horizontal, para esto verificamos los parámetros angulares y paralelos del equipo, corrigiéndolos con los pernos gatos.



-Paso 5: Una vez verificado y rectificado que el equipo este dentro de norma, presionando el paso de finalizar, nos regiremos por la tabla de severidad norma ISO 10816-1

	Excelente		Aceptable	
Paralelo				
<i>rpm</i>	<i>mils</i>	<i>mm</i>	<i>mils</i>	<i>mm</i>
0000-1000	3.0	0.07	5.0	0.13
1000-2000	2.0	0.05	4.0	0.10
2000-3000	1.5	0.03	3.0	0.07
3000-4000	1.0	0.02	2.0	0.04
4000-5000	0.5	0.01	1.5	0.03
5000-6000	<0.5	<0.01	<1.5	<0.03
Angular				
<i>rpm</i>	<i>mils/°</i>	<i>mm/100</i>	<i>mils/°</i>	<i>mm/100</i>
0000-1000	0.6	0.06	1.0	0.10
1000-2000	0.5	0.05	0.8	0.08
2000-3000	0.4	0.04	0.7	0.07
3000-4000	0.3	0.03	0.6	0.06
4000-5000	0.2	0.02	0.5	0.05
5000-6000	0.1	0.01	0.4	0.04

-Paso 6: Acreditamos con análisis de vibraciones que el equipo este correctamente alineado y no presente síntomas de desalineamiento.



-Paso 7: Desbloqueo del equipo y cierre de permisos.



4.1 Tabla check list de alinamiento

CHECK LIST ALINEAMIENTO		
Nombre:	Cristobal Arias fierro	Equipo: Flixture Lasser
Fecha:	27-10-2024	
Empresa:	Turbomecanica	Area de trabajo: Astillador
Pasos	Procedimiento	X
1	Bloqueo del tablero electrico y permisos del area.	
2	Enroscar barras a soportes y sobreponer cadenas.	
3	Montar cables BNC a sensores laser móvil y estático, atornillar a las barras para posicionarlos en el eje.	
4	Sobreponer por sobre el eje conjunto de soporte y tensar cadena es importa ajustar los equipos lasser de ambos lados.	
5	Conectar cables vnc a equipo tactil y encender.	
6	Alinear lassers de equipo móvil y equipo fijo, estos se regulan a través de 2 perillas ubicadas en la parte superior y a los laterales de los sensores lasser .	
7	Establecer medidas de sensor a sensor, sensor móvil a patas de motor, de patas delanteras a patas traseras del motor y de sensor móvil a acople.	
8	Mover según pida el equipo (90°, 180° y 270°) luego dar aceptar.	
9	Observar la pantalla del equipo y comenzar a regular el plano vertical los parámetros angulares y paralelos, esto consiste en añadir o sacar laines de las patas del equipo móvil (motor). Una vez regulado ajustar pernos basales y verificar.	
10	Procedemos a regular el plano horizontal, para esto verificamos los parámetros angulares y paralelos del equipo, corrigiéndolos con los pernos gatos.	
11	Una vez verificado y rectificado que el equipo este dentro de norma, presionando el paso de finalizar, nos regiremos por la tabla de severidad norma ISO 10816-1.	
12	Acreditamos con análisis de vibraciones que el equipo este correctamente alineado y no presente síntomas de desalineamiento.	
13	Desbloqueo del equipo y cierre de permisos.	

4.2 Check list de Herramientas

CHECK LIST HERRAMIENTAS		
Nombre:	Cristobal Arias fierro	Equipo: Flixture Lasser
Fecha:	27-10-2024	
Empresa:	Turbomecanica	Area de trabajo: Astillador
ITEM	Procedimiento	X
1	EQUIPO FIXTURE LASSER	
2	LAINAS	
3	EXTENCION DE BARRAS ALIANEAMIENTO	
4	LLAVES CORONA	
5	BARRETILLAS CORTAS	
6	BARRETILLA DE FUERZA	
7	PORTA POWER	
8	BOTELLAS HIDRAULICAS	
9	TECLE DE PALANCA	
10	EQUIPO ANALISIS DE VIBRACIONES	
11	LINGAS 1M A 3M	
12	LLAVE FRANCESA	
13	HUINCHA 10M	

Conclusión

Lo que buscamos en general es optimizar los tiempos y vida útil del equipo, conociendo a fondo sus componentes y fallas que presentan. Un alineamiento incorrecto también puede influir en que un equipo tienda a fallar con más frecuencia de lo habitual convirtiéndose en una inversión muchos más grande de lo previsto. Invito a que el mantenimiento no sea visto como un último recurso, ya que, si se lleva un registro y se hacen los cambios a debido tiempo, los costos serán menores y los equipos alargaran su vida útil.

Linkografía

- <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/astilladoras.aspx#:~:text=Las%20astilladoras%20act%C3%BAan%20sobre%20grandes,de%20troncos%2C%20ramas%20y%20ra%C3%ADces.>
- <https://www.deraizchile.cl/blogs/noticias/chipeadora-que-los-restos-de-la-poda-no-sean-un-problema>
- <https://tecnologiaparalaindustria.com/que-es-la-alineacion-de-ejes-de-maquinas-rotativas-industriales/#:~:text=La%20alineaci%C3%B3n%20de%20ejes%20de%20m%C3%A1quinas%20rotativas%20industriales%20es%20el,co%2Dalineados%20cuando%20la%20m%C3%A1quina>
- <https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3006&ni=la-importancia-del-balanceo-dinamico-en-maquinas-rotativas#:~:text=El%20balanceo%20consiste%20en%20ajustar,se%20reduzcan%20a%20niveles%20admisibles.>