

ANALISIS DE VIBRACIONES EN EL LAMINADOR EN FRIO TANDEM DE SAN NICOLAS. DIAGNOSTICO Y PLANES DE ACCION ¹

Rubén Laurent ²
Jorge Carrara ³

Resumen

Uno de los principales defectos que comprometen la calidad del producto en un laminador Tandem de hojalata es el vibrado. Este trabajo apunta a diagnosticar las diversas causas de este defecto y ejecutar planes de acción para minimizarlos. En él se describen desde un punto de vista práctico las mediciones que se hacen tanto en el propio Tandem como en las máquinas rectificadoras de cilindros; sensores e instrumentos para su medición, presentación de casos prácticos y una futura herramienta para diagnóstico on-line.

Palabras claves: Vibración; Chatter; Tandem

¹ 43° Seminario de Laminación, Procesos y Productos Laminados y Revestidos, 17 a 20 de octubre de 2006, Curitiba, PR

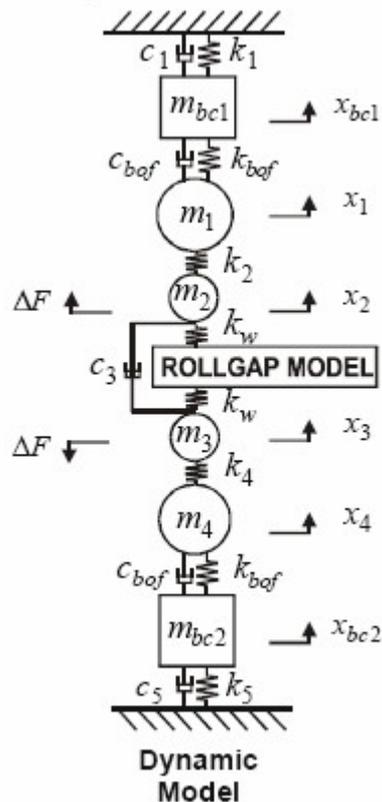
² Mantenimiento Predictivo – Ternium Siderar

³ Ingeniero de Procesos Tandem – Ternium Siderar

1 DEFINICIONES DE CHATTER

Son vibraciones debido a una resonancia; siendo ésta una frecuencia de excitación coincidente con la natural.

Se puede modelizar matemáticamente lo que sucede en el roll gap de un stand a través del siguiente modelo:



Donde se puede obtener como frecuencia natural:

$$Fn = \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Se pueden identificar tres tipos de vibraciones:

Torsional: en el rango de 5 a 20 Hz aproximadamente.

Tercera octava: de 128 a 256 Hz y

Quinta octava: de 512 a 1024 Hz.

Componentes asociados a "m":

Torsional: todos

Tercera octava: con los cilindros de apoyo

Quinta octava: con los cilindros de trabajo

Componentes asociados a "k":

Torsional: relacionado con la transmisión

Tercera octava: contacto entre cilindros, defectos de rodamientos de cajas, etc.

Quinta octava: contacto entre cilindros de trabajo y apoyo, emulsión, lubricación deficiente de cajas, etc.

Verificación práctica de la frecuencia del chatter:

Se puede hacer midiendo la longitud de onda de la chapa (L) y la velocidad de proceso(V)
 → $F_n = V / L$

Chatter Torsional:

Excitación

- Problemas en el sistema de control de velocidad
- Huelgos en la transmisión
- Desalineación en los ejes de mando(Spindles)
- Variación del coeficiente de rozamiento por excentricidad de los cilindros de apoyo.

Corrección

- Estabilización del accionamiento
- Minimizar la excentricidad de los cilindros de apoyo
- Evitar ciertas velocidades de laminación o reducciones excesivas

Chatter de Tercera Octava:

Es el tipo más severo en laminadores Tandem.

Puede aparecer de manera repentina.

Máxima amplitud en pocos segundos.

Materiales finos y de mayor dureza.

Relacionado con los rodillos de apoyo.

Frecuencia natural típica en el puente 4→

$$F_n = 230000 / D$$

Donde D: diámetro de cilindros de apoyo en mms.

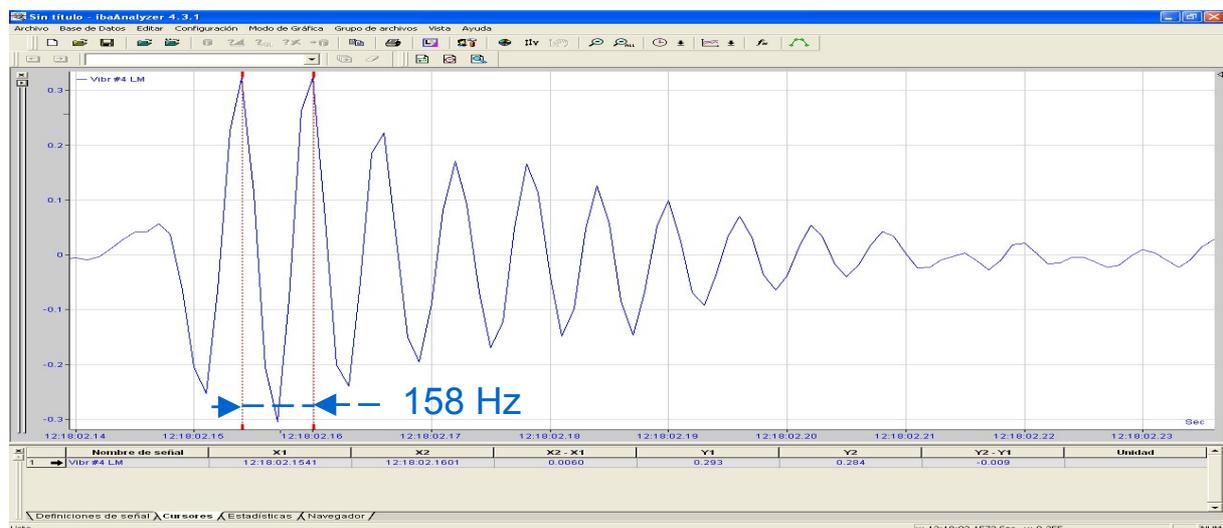
Varía ligeramente con:

Material de los cilindros

Perfil de los cilindros

Cilindros de gran diámetro

Una manera práctica de determinar la frecuencia natural es medir la frecuencia de la oscilación a la respuesta a un escalón, como puede ser un paso de una soldadura o un ingreso de la chapa a un stand:



- Variaciones de espesor de hasta 30%
- No marca los rodillos de trabajo o apoyo
- Marcas en los rodillos de trabajo pueden generarlo



Excitación:

- Baja fricción del contacto cilindro chapa
- Acople entre stands
- Variación de espesor o dureza en la entrada
- Rectificado de los cilindros de trabajo y apoyo (facetados)
- Daños en rodamientos de cajas de cilindros de trabajo
- Huelgos en la transmisión
- Una marca por vuelta en el cilindro de apoyo

Corrección

- Control de lubricación del contacto rodillo / material
- Uso de dampers
- Placas de desgaste presurizadas
- Cambio de esquema de reducción (efecto sobre la fricción)
- Rectificado de los cilindros
- Control de estado de rodamientos y cilindros

Chatter de Quinta Octava:

- Movimiento de los rodillos de trabajo en fase
- Provoca el corrugado del material
- Prácticamente no afecta el espesor del material
- Puede marcar los rodillos de apoyo



Excitación

- Fallas de rodamientos (tipo de grasa inadecuado)
- Huelgos en la transmisión
- Excesiva fricción (solución de laminado)

Corrección

- Mantenimiento de los rodamientos
- Correcta especificación y elección del tipo de grasa
- Control de desgaste de la transmisión (dientes de engranajes)
- Rectificado de cilindros

2 MEDICIONES

Instrumentos utilizados y posición de los sensores:

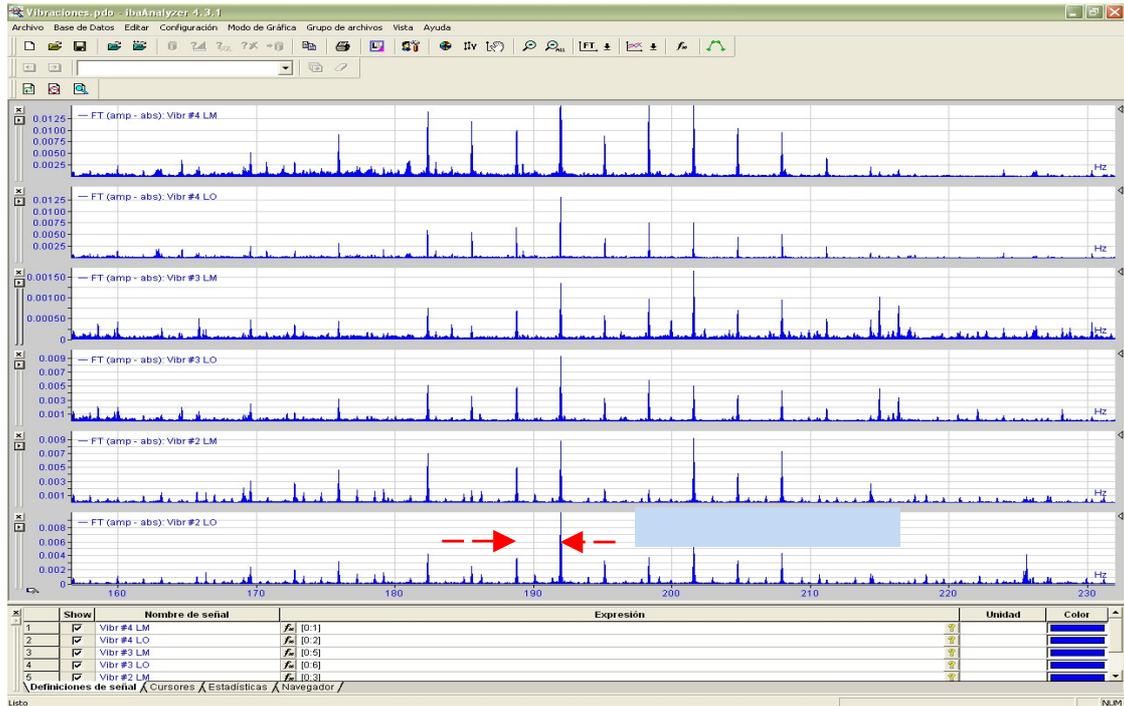
Instrumentos utilizados: Microlog SKF CMVA55/60

Posición de medición: sobre cajas de rodamientos de cilindros de trabajo

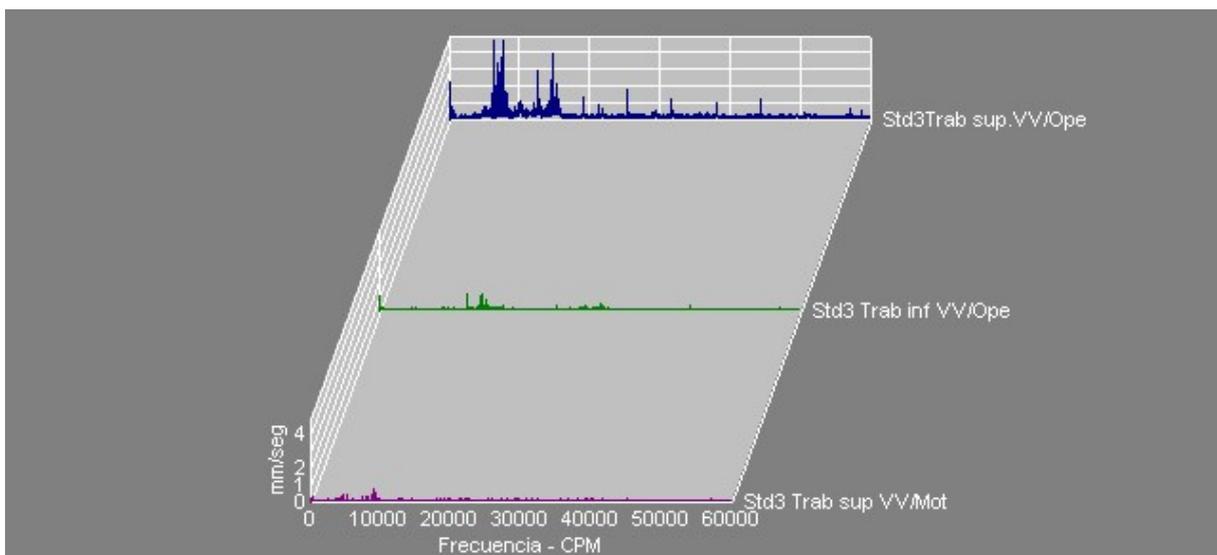
Adquisidor de datos rápido: IBA

Posición de medición: sobre cajas de cojinetes de cilindros de apoyo

Caso 1: Facetado de cilindros de trabajo # 2:

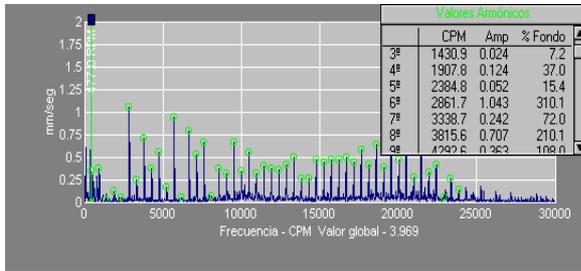


Caso 2: Soltura de tuercas de seguridad de cajas de cilindros de trabajo:

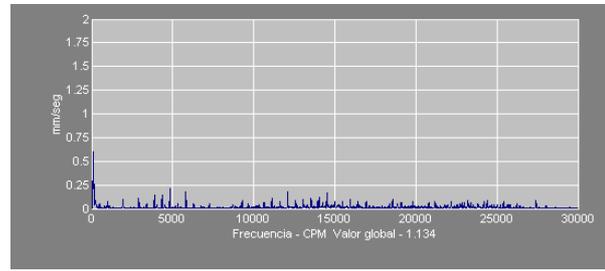


Rodillo de trabajo superior lado operación Puente 3.

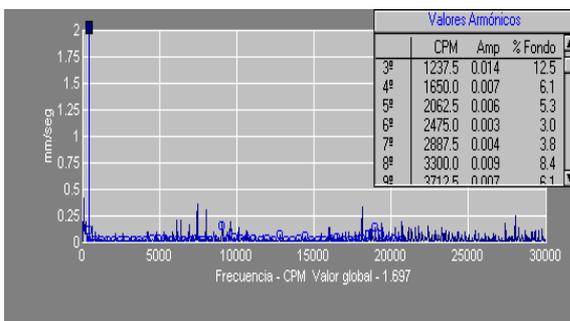
Caso 3: Excitaciones desde el mando:
 Se dan como múltiples armónicas del giro del cilindro de trabajo, en bajas frecuencias y con amplitud importante solo del lado motor:



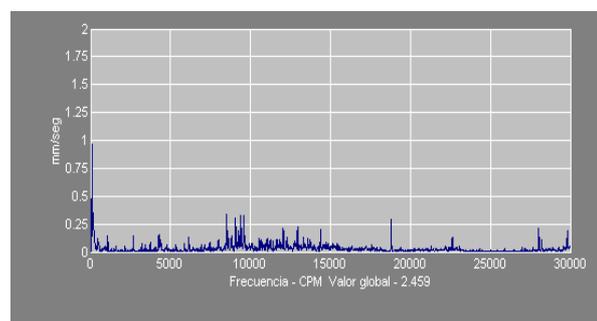
L/motor 26/08/2003



L/operador 26/08/2003



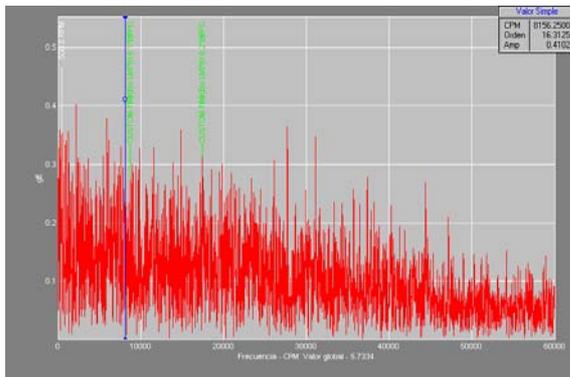
L/motor 03/09/2003



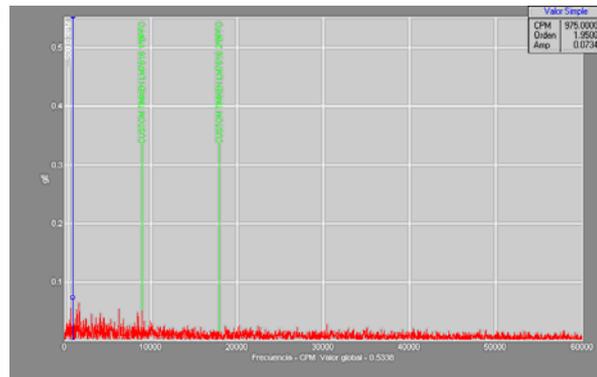
L/operación 03/09/2003

Cambio ejes de mando puente 4

Caso 4: Problemas de lubricación de cajas:

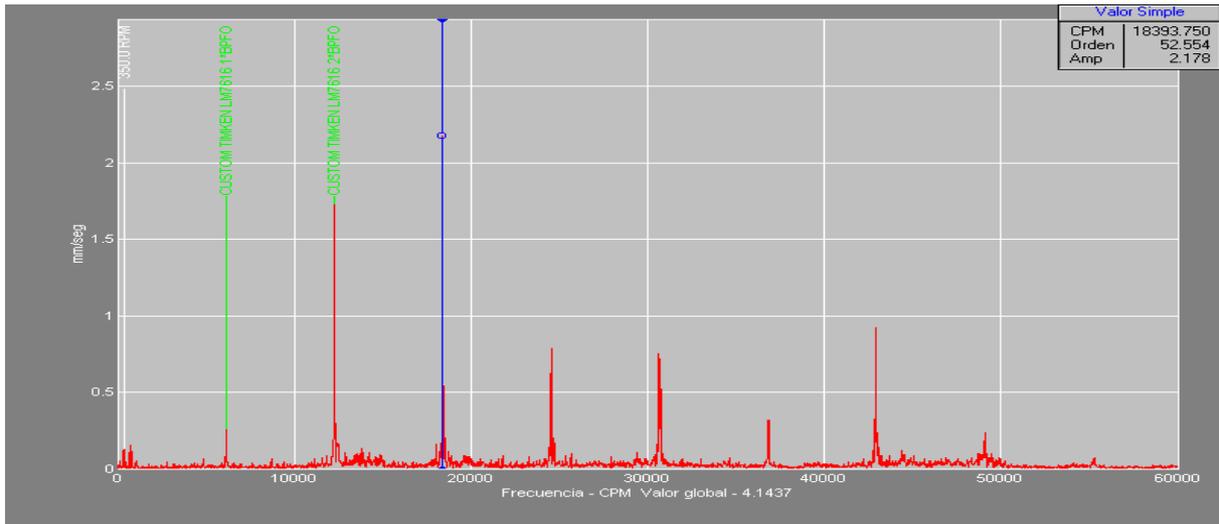


Rodamiento ruidoso por rozamientos o mal lubricado



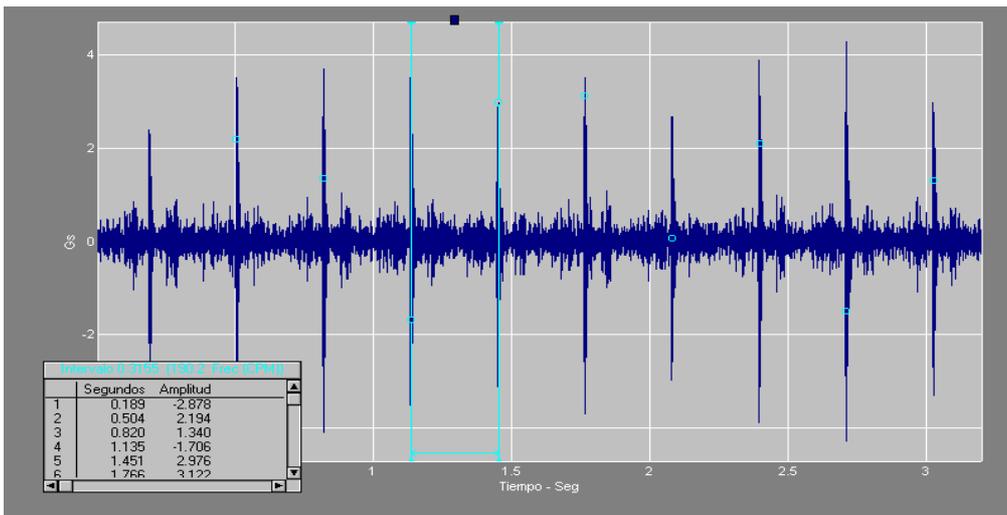
Rodamiento en buen estado y buena lubricación

Caso 5: Problemas de rodamientos:



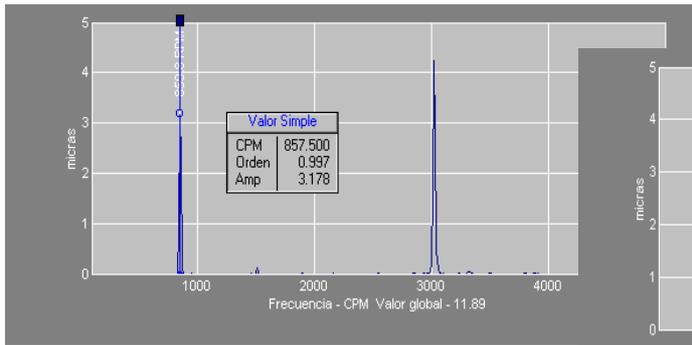
Movilidad generada por un rodamiento roto

Caso 6: Excitaciones desde el cilindro de apoyo:

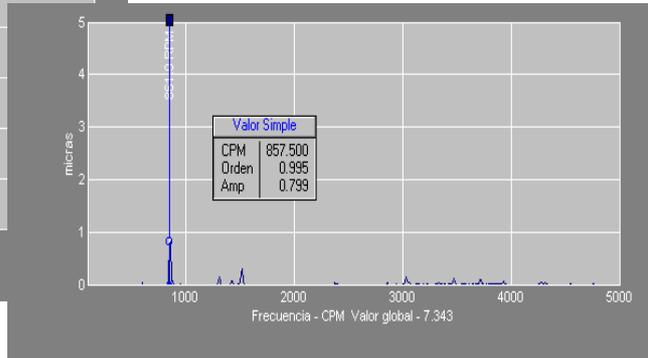


Medición tomada desde cilindro trabajo inferior lado operación puente 4. Se aprecia un golpe importante por vuelta del back up. Puede tener un exfoliado o patinado importante. Medición 02/06/2004.

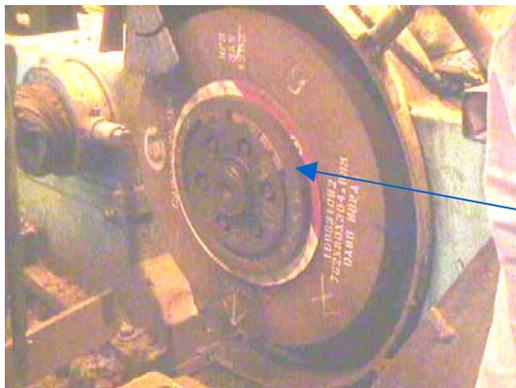
3 MEDICIONES EN EL TALLER DE RECTIFICADO



Valor inicial = 3,17 micrones pico pico

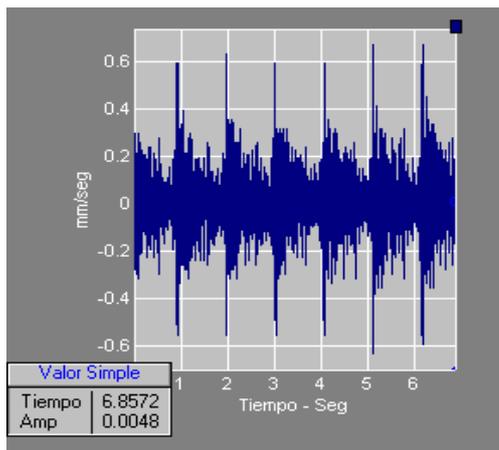


Valor final = 0,799 micrones pico pico.

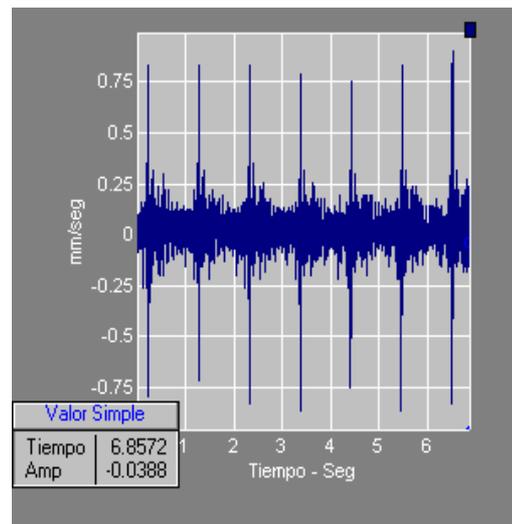


Se colocaron tres pesas de 150 gramos.

Desbalanceo muelas de rectificadora de cilindros de trabajo



Movilidad de luneta en terminado.
Se aprecia el golpe de la brida de arrastre. Mayo /2004



Movilidad de luneta en vacío.

4 PLANES DE ACCIÓN

A. Sobre el Tandem:

Se efectúan mediciones de vibraciones sobre cada caja de cilindros de trabajo para detección de anomalías y diagnóstico de las mismas.

Al elemento con la anomalía diagnosticada, el sector Mantenimiento o el Taller de Cilindros le efectúa un análisis de falla, para determinar el origen de la misma.

Transformar el actual sistema de monitoreo continuo en un sistema de diagnóstico on-line que indique al operador las condiciones o elementos que produzcan la aparición del chatter.

B. Sobre Cajas:

Pruebas de distintas calidades de grasas.

Mejoras de los sellos, para impedir ingreso de emulsión.

Reemplazo del sistema de montaje actual de las cajas en los cilindros por uno automatizado.

Mejora de las rutinas del control dimensional de las mismas

C. Sobre Taller de Cilindros:

Normalización del estado de máquinas rectificadoras y seguimiento (ajustes de los huelgos mecánicos de: lunetas, bridas de arrastre, etc.)

Balanceo de muelas:

1° etapa: con la muela montada en máquina.

2° etapa: balanceo estático de cada muela antes de ser montada

Futura instalación de sensores de vibración para monitoreo del estado de balanceo de muelas.

Continuar con la determinación de las frecuencias naturales de las rectificadoras, para corregir aquellas que están dentro del rango de velocidades de operación y establecer las mejores prácticas operativas

5 CONCLUSIONES

Como se ha observado, se ha orientado todo este trabajo hacia el estado mecánico del tandem: en las cajas se ha trabajado sobre el estado de rodamientos y su lubricación; sobre el estado de las rectificadoras de cilindros de trabajo y apoyo; en el desgaste de las placas del housing; en el desgaste de los ejes de mando. Al tener todo esto acotado se continuará en el futuro con el análisis de la influencia del coeficiente de roce sobre el vibrado.