

INDICE

A - INSTRUCCION GENERAL

1. Alcance, instrucción y procedimiento empleado	1
1.1. Motivos de la revisión	1
1.2. Alcance de la revisión	1
1.3. Procedimientos empleados	1
2. Ejes en servicio	1
2.1. Planos	1
3. Detalles de la revisión, decisiones y marcación	2
3.1. Marcaciones	2
3.2. Ejes fisurados	3
3.3. Ejes sin numeración	3

B- DETALLES DEL CONTROL

1. Generalidades	3
2. Zonas de control ultrasónico	3
3. Secuencias y formas de palpado	4
4. Palpadores angulares	4
5. Palpadores normales	5
6. Preparación de los ejes	5
6.1. Limpieza	5
6.2. Acoplamiento	5
7. Calibración	5
7.1. Calibración para el palpador angular	5
7.2. Calibración para el palpador especial cónico	6
7.3. Calibración para el palpador normal especial	7
7.4. Control del ángulo de emisión del palpador de 37°	7

C- CONTROL

1. Ecos de fallas en el asiento del cubo interior, zona "a" de B2	8
1.1. Cálculo de la ubicación de los ecos de fallas en la pantalla	9
1.2. Determinación del lugar de la falla en el eje	9
1.3. Ecos de forma	10
2. Ecos de fallas en el gorrón, zona "b" de B2	10
2.1 Cálculo de la ubicación de los ecos de fallas en la pantalla	10
2.2. Determinación del lugar de la falla en el eje	11
2.3. Ecos de forma	11
2.4. Verificación de rodámenes en vehículos cargados	11
3. Ecos de fallas bajo el asiento de rueda, lado exterior, zona "c"	12
3.1. Cálculo de la ubicación de los ecos de fallas en la pantalla	12

CONTROL DE EJES CON RODAMIENTOS DE COCHES Y VAGONES POR ULTRASONIDO

A - INSTRUCCIÓN GENERAL

1.- ALCANCE, INSTRUCCIÓN Y PROCEDIMIENTO EMPLEADO

1.1. Motivos de la revisión

La posibilidad de que un eje en servicio se encuentre debilitado por grietas y fisuras en zonas críticas, obliga a someterlos a una revisión periódica a fin de eliminar aquellos fallados antes que se produzca un accidente.

La revisión y decisiones derivadas de ésta, están supervisadas por el "Comité de Ensayos No Destructivos".

1.2. Alcance de la revisión

La revisión se producirá en forma progresiva y abarcará todos los ejes que giran sobre rodamientos en vagones y coches. Los ejes se deberán presentar para sus revisiones fuera de los vehículos, dado que no es posible efectuar ninguna clase de controles debajo de los mismos.

Aprovechando la organización necesaria para esta tarea, la revisión se extenderá además, cuando sea ello necesario y posible, a la parte metrológica en lo que hace a las zonas expuestas a desgaste y sus valores mínimos de condenación y, a la reunión de datos estadísticos de interés para la División Investigación, a fin de asegurar la efectividad del análisis ultrasónico, evitándose otros causales de accidentes.

1.3. Procedimientos empleados

Para la revisión del eje en lo que hace a fisuras y grietas, se empleará el control ultrasónico por el sistema "impulso-eco".

El procedimiento a emplear se detallará a continuación en lo que hace exclusivamente a ejes en servicio en los Ferrocarriles Argentinos.

2.- EJES EN SERVICIO

2.1. Planos

Los ejes que podrán encontrarse durante la revisión corresponden a los planos siguientes según las líneas y la Gerencia de Mecánica:

<u>MITRE</u>	<u>SAN MARTIN</u>	<u>SARMIENTO</u>
NEFA 2033	NEFA 499	XK 3 - 16719
W. 17934/4	F. 21850	
XK 3 - 16719	5 - 1897	

BELGRANO

19047 T.V.
19147 T.V.

GERENCIA MECANICA

NEFA 915
NEFA 916
NEFA 917

3.- DETALLES DE LA REVISION, DECISIONES Y MARCACION

Los procedimientos referidos al presente punto, a aplicarse en cada eje en forma individual, se ha resumido en la siguiente forma:

- Guía N° 1: Inspección visual
- Guía N° 2: Controles ultrasónicos
- Guía 3: Marcaciones

GUIA N° 1

OPERACION	DECISION POSIBLE	MARCACION EN EL EJE
"A" Inspección visual y detección de recalentado	Eliminar	Dañar al gorrón afectado inutilizando el eje en forma permanente y con pintura roja escribir: "RADIACION"
"B" Identificación de la forma del eje	Se admiten todos los tipos inclusive los afectados al "servicio interno" previo control ultrasónico.	—

GUIA N° 2

OPERACION	DECISION POSIBLE	MARCACION EN EL EJE
"A" Control con palpador angular de 37°, lado interior	"A ₁ " No se detectan defectos, pasan a control "B"	—
	"A ₂ " Ejes con defectos por los que deben ser dados de baja	Dañar al gorrón afectado inutilizando al eje en forma permanente y con pintura roja escribir: "RADIACION"
"B" Control con palpador angular cónico de 29°	"A ₃ " No se detectan defectos, pasan a control "C"	—
	"A ₄ " Ejes con defectos por lo que deben ser dados de baja	Idem "A ₂ "
"C" Control con palpador normal especial lado exterior	"A ₅ " No se detectan defectos. Aplicar procedimiento Guía N° 1	Colocación de fleje de aluminio. Eje apto para el servicio
	"A ₆ " Ejes con defectos por lo que deben ser dados de baja	Idem "A ₂ "
Atención: En el caso de encontrarse con resultados dudosos al emplearse cualesquiera de los tres palpadores o sea en los casos "A", "B", "C", los ejes serán enviados al Centro Piloto y con pintura blanca entre centros, se escribirá "CENTRO PILOTO"		

3.1. Marcaciones

Dos son las marcaciones que permiten visualizar que efectivamente los ejes han sido controlados

ultrasonícamente. La primera de ellas se ejecuta en un fleje de aluminio colocado "a caballo", sobre el mismo eje en su parte central. La segunda se efectúa en una parrilla pintada en el vehículo bajo el cual se encuentran los ejes controlados, y la razón de la misma reside en la dificultad de leer las marcaciones del fleje de aluminio, debido a las características particulares que cada línea o parte de ella puede presentar. No es esta segunda marcación sustitutiva de la primera sino complementaria, lo que facilita la individualización de los ejes en cuestión.

GUIA N° 3

MARCACION	SIGNIFICADO	APLICACION																
Fleje de aluminio de 1 a 2 mm de espesor y 30 a 40 mm de ancho unido con un roblón de aluminio	Eje apto para el servicio verificado por medidas y ultrasonícamente																	
Plantilla pintada tipo Plano MTE 0839 Belgrano color blanco	Determinación de la fecha de vencimiento Revisión Periódica (visualización Mejorada)	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>1</td> <td>6/4 1</td> <td>2/5 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6/4 1</td> <td>2/5 3</td> <td>R 12/5 2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6/4 1</td> <td>2/5 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>6/4 1</td> <td>2/5 3</td> <td></td> </tr> </table>	1	6/4 1	2/5 3		3	6/4 1	2/5 3	R 12/5 2	5	6/4 1	2/5 3		7	6/4 1	2/5 3	
1	6/4 1	2/5 3																
3	6/4 1	2/5 3	R 12/5 2															
5	6/4 1	2/5 3																
7	6/4 1	2/5 3																

3.2. Ejes fisurados

Los ejes fisurados o que se presume que lo están, serán enviados al "Centro Piloto" en todos los casos. Allí será desmontado y aún podrá ser sometido a ensayos magnetoscópicos, además de los necesarios ultrasonicos. Una vez verificada la existencia de defectos que los inutilizan, los mismos serán dañados en forma irrecuperable. Se reitera que este procedimiento sólo se llevará a cabo en el "Centro Piloto".

3.3. Ejes sin numeración

Si durante las revisiones se encontrasen ejes sin numeración, se les acuñarán numeraciones iguales a otros ejes que fueron dados de baja por causas distintas a fisuras o roturas, lo que se asentará en el registro correspondiente.

B - DETALLES DEL CONTROL

1.- **GENERALIDADES**

Para el examen ultrasonico de los ejes que giran en cojinetes de rodamientos, valen fundamentalmente las instrucciones generales dadas por los distintos fabricantes de equipos ultrasonicos, perfeccionadas por las instrucciones particulares para el caso específicamente ferroviario que aquí se dan.

2.- **ZONAS DE CONTROL ULTRASONICO**

Las zonas de exámenes de los ejes son las siguientes según la Figura 1:

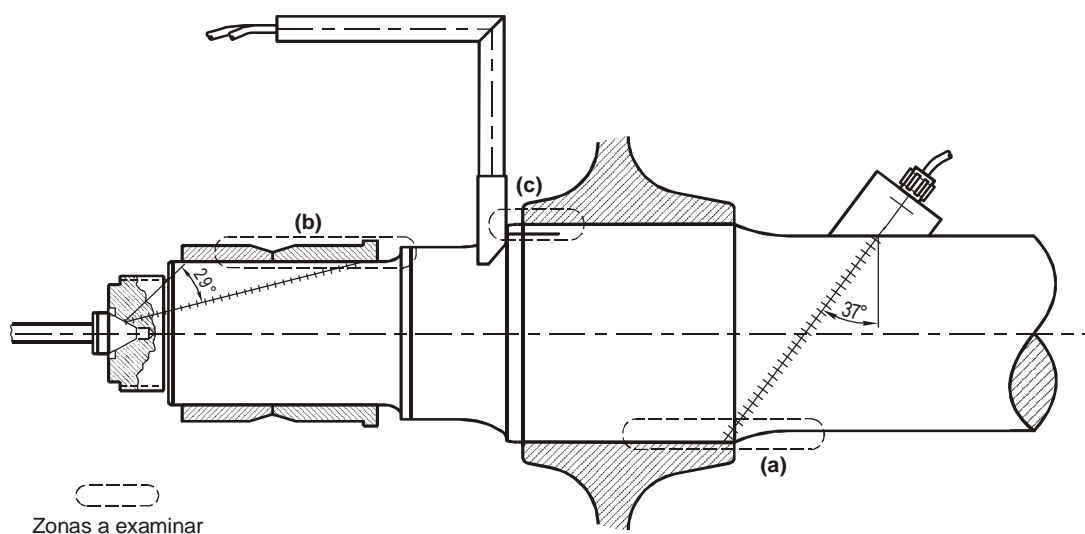


FIGURA 1

- a) asiento del cubo de la rueda palpado desde el lado interior del eje
- b) gorrón del eje palpado desde el cono de maquinado
- c) asiento del cubo de la rueda palpado desde el lado exterior del eje.

Previo al control "c", deberá verificarse el estado del cono de centrado de maquinado y eventualmente el mismo deberá ser repasado con anterioridad al control ultrasónico.

Para la suma "a" se emplea un palpador angular de 37°, 2 MHz con un radio del suplemento de plexiglás de por lo menos 90 mm.

Para la zona "c" se emplea un palpador normal especial de accionamiento SE, con cristales cuyos radios medios se interceptan a 20 mm entre si y su frecuencia es de 4 MHz.

En la zona "b" se emplea un palpador cónico especial normal, cuyo cristal emite un rayo central posicionado a 29° respecto de la normal a la generatriz del cono de apoyo, a la frecuencia de 2 MHz.

3.- SECUENCIAS Y FORMAS DE PALPADO

La secuencia de los controles es el indicado en las figuras que siguen y las mismas valen para ejes fuera de los vehículos.

No es posible efectuar controles en ejes bajo los vehículos pues el único de ellos factible de ser efectuado es el "a", pero el mismo resulta manifiestamente insuficiente para asegurar las condiciones mínimas de seguridad en el uso del eje.

4.- PALPADORES ANGULARES

El control se inicia con la aplicación de palpadores angulares a fin de detectar eventuales fallas transversales posicionadas en lugares no explorables con palpadores rectos, como ser asiento de cubo de ruedas lado interior y asiento del manguito interior del rodamiento.

5.- PALPADORES NORMALES

Estos palpadores permiten explorar la zona exterior del asiento del cubo de las ruedas. No se controla la parte del eje comprendida entre ambas ruedas dado que estadísticamente se comprueba la ausencia de roturas en esa zona.

6.- PREPARACION DE LOS EJES

6.1. Limpieza

Los ejes deben estar limpios entre ambas ruedas desde su asiento hacia el centro en una distancia de 25 cm. Con cepillo de acero se eliminarán el óxido y pintura suelta.

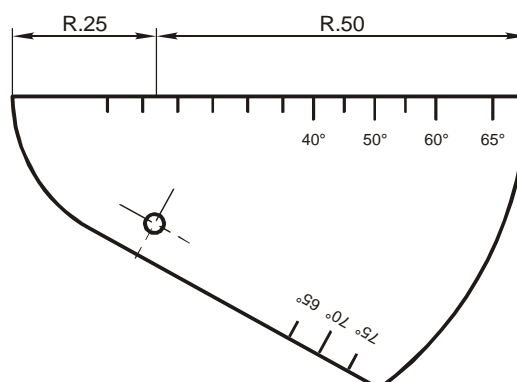
La zona de asiento de los palpadores normales se limpiará de tal modo que no se afecten los asientos de los rodamientos que equipan a los ejes.

6.2. Acoplamiento

Una vez limpias las zonas sobre las que se deslizarán los tres palpadores, las mismas serán untadas con aceite viscoso o grasa, a cuyo fin deberá disponerse de elementos adecuados para su aplicación.

7.- CALIBRACION

No obstante lo indicado en otras instrucciones, en las que se citan diferentes tipos de bloques patrón, con los que se logran exactas calibraciones del instrumento y la verificación de cada uno de los palpadores, en el presente caso los bloques serán del tipo de taller elaborados con trozos de ejes en desuso. Dada su simplicidad y robustez, cumplen adecuadamente con su fin específico, que es la diaria verificación previa a la marcha de las tareas sistemáticas de inspección, con los márgenes de seguridad necesarios, y sin posibilidad de errores marginales, y se indican, por ejemplo Dibujo N° 2 (1), o sea dibujo de la N.D. 1.



DIBUJO N° 2

7.1. Calibración para el palpador angular

El conjunto aparato emisor de impulsos ultrasónicos-palpador, a aplicarse en la zona "a", según B2, se calibra mediante un bloque semicircular de radio de 50 mm, Dibujo N° 2 (1), y e aparato en el rango de ensayo de 0-250 mm según la Figura 2. Se posiciona el palpador con el acoplante, desplazándolo sobre el bloque en forma alternativa y luego se obran sobre los controles del equipo hasta que el primer eco alcance la máxima altura de la pantalla, el que será ubicado en la abscisa 1 y los siguientes ecos en 3 y 5. Por calentamiento del aparato, eventualmente deberán efectuarse nuevas correcciones durante tareas de índole continua. Cuando se trabaja sobre los ejes, la amplificación se graduará en forma tal que en la imagen osciloscópica aparezca un pasto de 1 a 2 mm de altura.

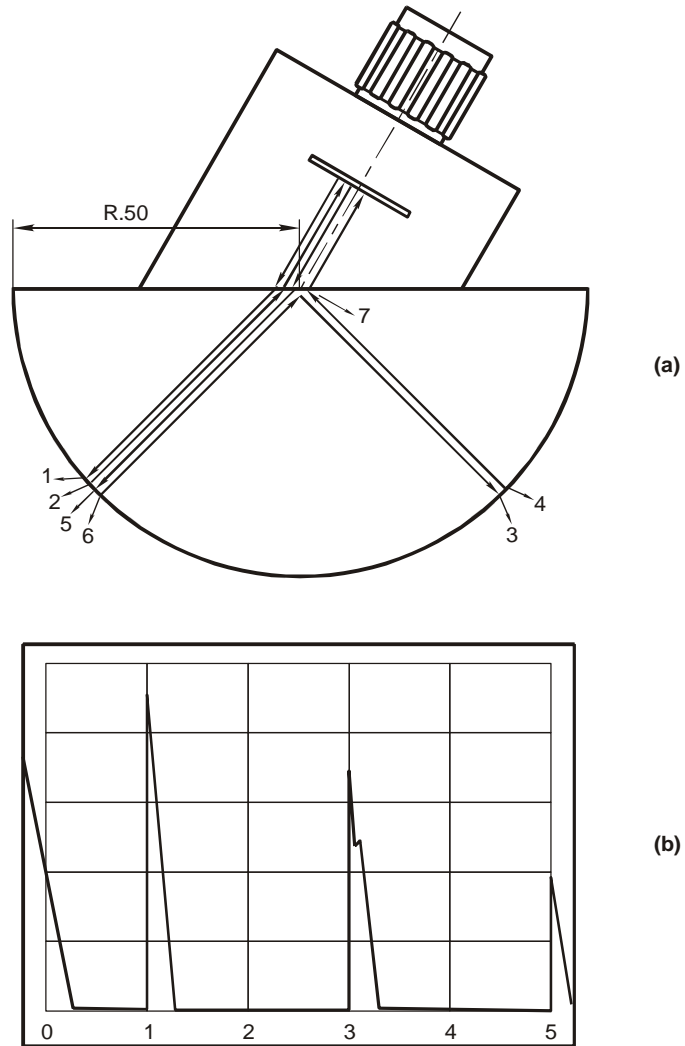
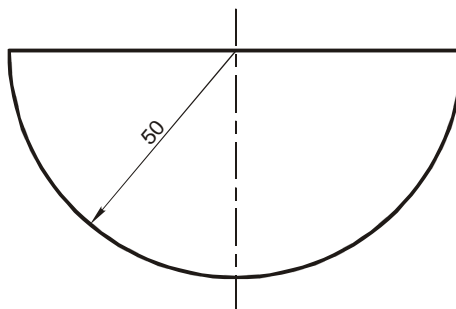


FIGURA 2

7.2. Calibración para palpador especial cónico

El conjunto constituido por el aparato emisor de impulsos ultrasónicos-palpador, a aplicarse en la zona "b", según B 2, se calibra mediante el bloque del Dibujo N° 3 (1).

El ajuste del aparato hecho según 7.1., se mantiene, pero para la regulación de la sensibilidad se posiciona al palpador en la perforación cónica del centrado con su acoplante. Girando al palpador hasta incidir ambas fallas artificiales se llevan a sus respectivos ecos a su máxima altura. Posteriormente se obrará sobre el control de regulación de sensibilidad hasta lograr que el menor de esos ecos alcance, aproximadamente la media altura de la imagen mayor.



DIBUJO N° 3

7.3. Calibración para palpador normal especial

Para la inspección del asiento del cubo de la rueda o centro de rueda, debe reajustarse el aparato de ultrasonidos. Para ello se conecta el palpador con los correspondientes cables para la función SE al emisor de impulsos, y luego se lo aplica al gorrón auxiliar con el acoplante según se indica en la Figura 1 "c". De ese modo la falla artificial producirá su correspondiente eco; y desplazando el palpador en forma circunferencial se buscará el lugar donde se acuse su altura máxima. Luego, obrando alternadamente sobre el regulador de abscisas, se fijará el impulso de emisión en el cero de la escala, y al de falla en 2,5. Posteriormente, se regulará la sensibilidad del aparato de tal forma que el eco proveniente de la falla artificial del gorrón auxiliar alcance la altura total de la pantalla del tubo de rayos catódicos, según el ajuste mencionado es dable esperar la imagen oscilográfica según la Figura 4.

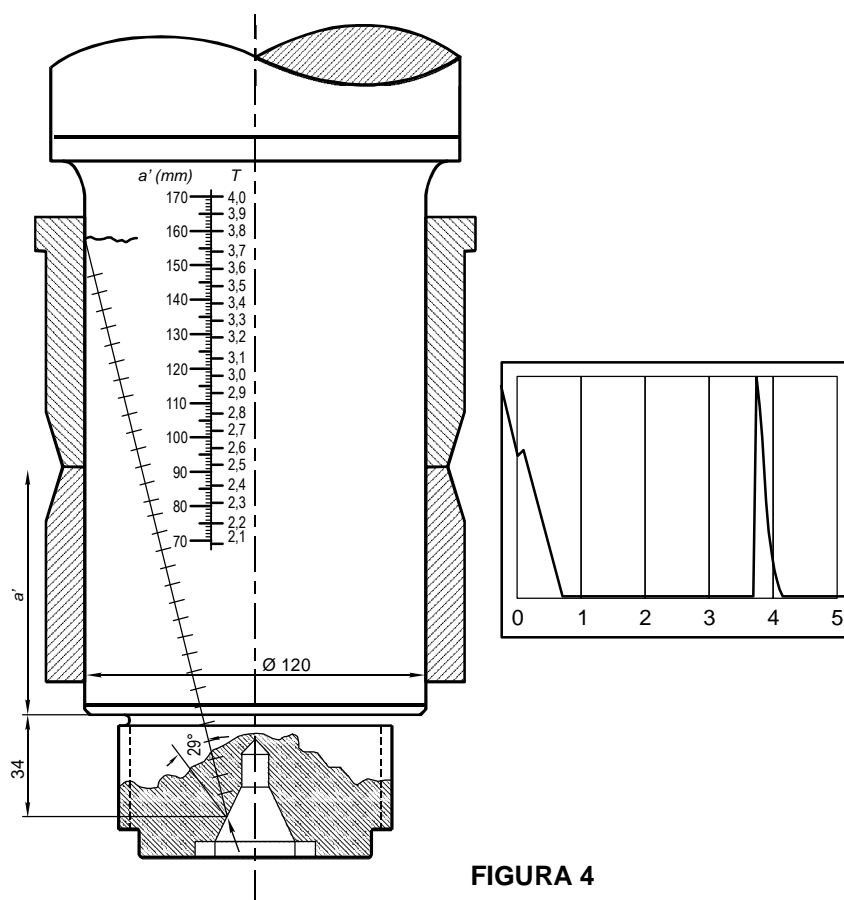
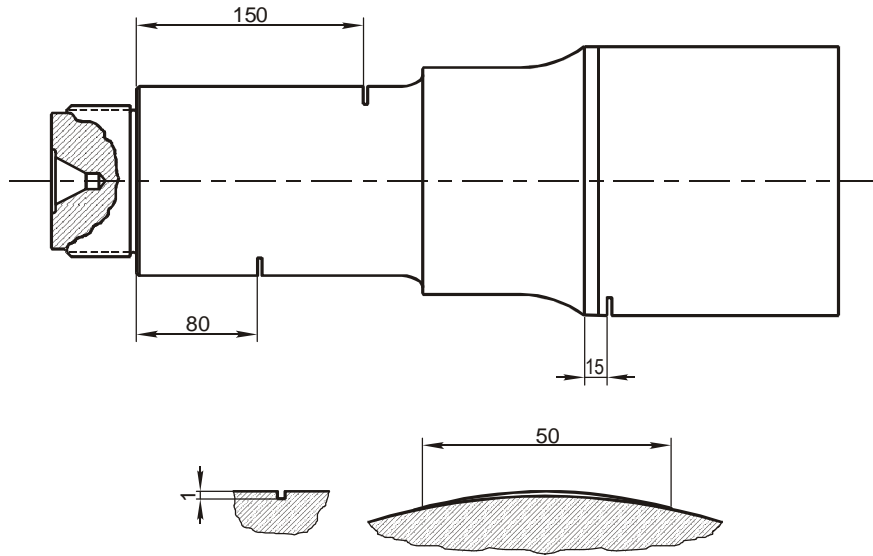


FIGURA 4

7.4. Control del ángulo de emisión del palpador de 37°

Debido al frotamiento se produce un desgaste en la zapata del palpador con lo que puede modificarse el ángulo acústico. Para asegurar mediciones precisas debe efectuarse una verificación del palpador con el bloque patrón, según el Dibujo N° 7 (1).

Con el acoplante adecuado se aplica el palpador sobre el bloque y se obra sobre los controles de modo tal que el eco proveniente de la parte redonda alcance la máxima altura permitida por la pantalla del tubo de rayos catódicos.

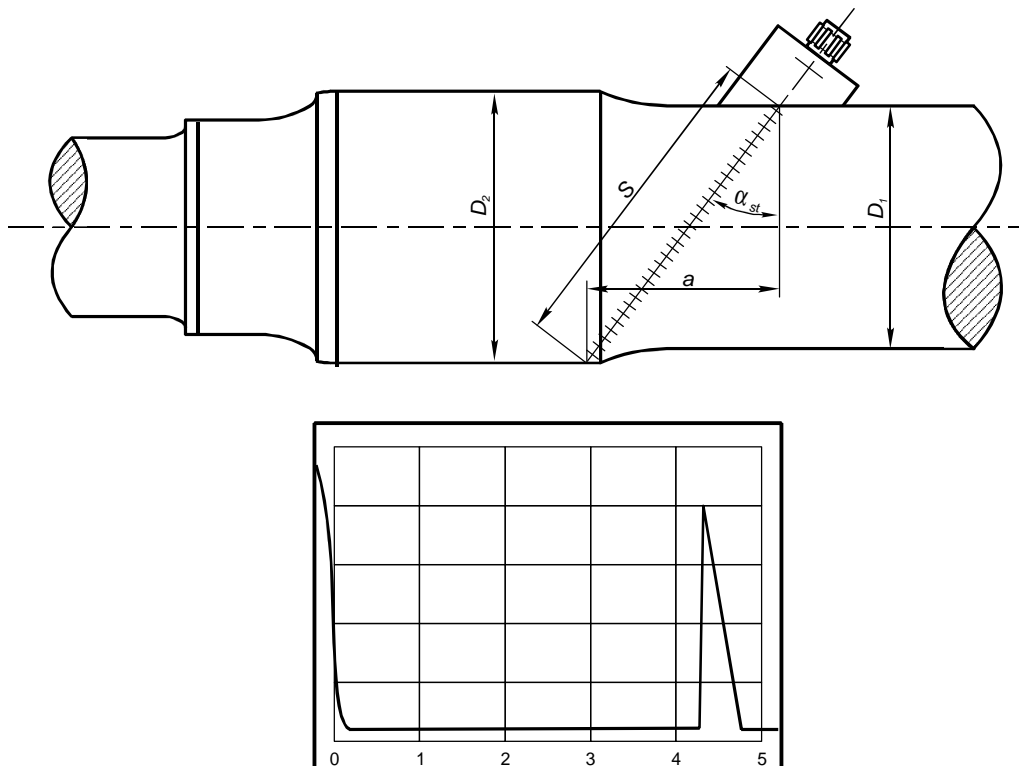


DIBUJO N° 7

C - CONTROL

1.- ECOS DE FALLAS EN EL ASIENTO DEL CUBO INTERIOR, ZONA "a" DE B 2

Los ecos originados en fisuras son delgados, puntiagudos y más elevados que los debidos a estrías de torneado o los producidos por efectos de la corrosión. Consecuentemente con el movimiento del palpador según la Figura 3, se produce el desplazamiento horizontal de la imagen osciloscópica, al tiempo que varía también su altura.



para $\alpha_{st} = 37^\circ$

$$T = \frac{D_M \text{ (en cm)}}{4}$$

$$a = \frac{3}{4} D_M$$

FIGURA 3

1.1. Cálculo de la ubicación de los ecos de fallas en la pantalla

Dado que la imagen oscilográfica del eco debido a la falla artificial producida en el bloque durante la calibración se ha desplazado hacia la izquierda del tubo de rayos catódicos en la medida del camino previo a la introducción del haz de ultrasonidos en el eje, se toma como base para el cálculo, únicamente el camino acústico recorrido en el eje en estudio.

La raya donde aparece el eco de fisura se calcula de este modo:

$$T = \frac{S}{50} \text{ (pues la separación entre líneas es de 50 mm o sea el campo es de 250 mm).}$$

por otra parte tenemos que $\frac{DM}{S} = \cos \alpha_{St}$

de donde resulta $L = \frac{DM}{50 \times \cos \alpha_{st}}$

para $\alpha_{st} = 37^\circ$ y como $\cos \alpha_{st} = \cos 37^\circ = 0,8$

con lo que la raya de graduación es entonces:

$$L = \frac{DM}{50 \times 0,8} = \frac{DM}{40} \text{ (DM en milímetros)}$$

1.2. Determinación del lugar de la falla en el eje

La distancia "a" a la que se halla la falla, o sea desde la misma hasta el punto de introducción al eje del haz ultrasónico, medida en forma paralela al mismo, se calcula en función del diámetro DM y del ángulo acústico del siguiente modo:

$$\operatorname{tg} \alpha_{st} = \frac{a}{DM}$$

o sea $a = DM \times \operatorname{tg} \alpha_{st}$

y para $\alpha_{st} 37^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha_{st} = \operatorname{tg} 37^\circ = 0,75 = \frac{3}{4}$

por lo que $a = \frac{3}{4} DM$

Además, hay otro procedimiento para determinar la ubicación de la falla con la ayuda de la raya leída en el tubo de rayos catódicos, de este modo:

$$\operatorname{sen} \alpha_{st} = \frac{a}{S}$$

luego: $a = S \times \operatorname{sen} \alpha_{st}$

recordando que $S = 50 \times T$

resulta $a = 50 \times T \times \operatorname{sen} \alpha_{st}$

pero para 37° , $\operatorname{sen} \alpha_{st} = \operatorname{sen} 37^\circ = 0,5$

entonces $a = 50 \times T \times 0,5 = 25 \times T$

Ejemplo: Un eje con un asiento de rueda de diámetro 185 mm y de eje en la zona de palpado de 160 es controlado por ultrasonidos. Calcular la línea donde se espera la aparición del eco de falla.

$$DM = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{160 + 185}{2} = 172,5mm$$

luego $T = \frac{DM}{4} = \frac{17,25}{4} = 4,31$ división

La distancia "a" vale $3/4 DM = 3/4 \times 172,5 = 129 mm$ y la misma calculada de la otra forma vale

$$a = 30 \times T$$

$$a = 30 \times 4,31 = 129 mm$$

1.3. Ecos de forma

Habiendo un buen asiento del cubo de la rueda sobre el eje, especialmente en rodámenes nuevos, pueden aparecer ecos de hasta unos 20 mm de altura, debidos a la llamada "compresión de las aristas" y con el movimiento longitudinal del palpador modifican simultáneamente su alto y su ancho.

Además, debido a asperezas y rugosidades presentes en la superficie del eje, pueden originarse otros ecos perturbadores, que son solamente un poco más altos que el pasto y más anchos aún que los correspondientes a la "compresión de las aristas". Con el movimiento del palpador los mismos se mueven entre sí, permaneciendo visibles dentro del campo de exploración en forma permanente. Son menores y más anchos que los ecos provenientes de fallas.

Con el acoplante adecuado se aplica al palpador sobre el bloque y se obra sobre los controles de modo tal que el eco proveniente de la parte redonda alcance la máxima altura permitida por la pantalla del tubo de rayos catódicos.

Luego, sin tocar los controles se gira el cabezal, dirigiendo al rayo central del haz ultrasónico hacia la arista correspondiente al diedro del ángulo recto. Desplazándolo hacia adelante y hacia atrás se busca el punto donde el eco observado es más alto. En esta posición del palpador, indicado por las marcas rojas que él posee, se lee sobre la graduación subyacente del bloque, el ángulo de emisión. Así, el valor debe hallarse comprendido entre 35° y 40°. Excedidos esos límites el palpador debe ser reacondicionado.

2.- ECOS DE FALLAS EN EL GORRON: ZONA "b" DE B2

Los ecos de fallas son más delgados, puntiagudos y de más altura que los ecos provenientes de las pistas interiores de los rodamientos. Dada la forma de palpado es imposible discernir sobre un eco de falla incipiente que arranca desde la superficie del gorrón y el que proviene de falla ciega interior.

Si en el ensayo aparecen ecos de interpretación dudosa, debe desmontarse el rodamiento y procederse a la revisión del gorrón igual como si se tratara de un rodamen equipado con cojinetes de fricción según N:D.2.

2.1. Cálculo de la ubicación de los ecos de fallas en la pantalla

El camino acústico S se compone del correspondiente al del palpador S_{pl} más el del recorrido en el acero del gorrón; así:

$$S = S_{pl} + S_w$$

A su vez es posible descomponer el camino en el gorrón en la componente horizontal "a" y la componente vertical "b", así tendremos:

$$S_w = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Como la imagen del eco en la pantalla obtenida durante el ajuste del aparato se halla desplazada hacia la izquierda, en proporción al camino del haz ultrasónico en el palpador, todos los ecos de falla y de forma también se desplazarán en la misma medida; por lo tanto:

$$T' = \frac{S}{50} \text{ y } T = T' - \text{corrimiento a la izquierda}$$

2.2. Determinación del lugar de la falla en el eje

Para esta determinación se tomarán las fórmulas de 1,6 convenientemente ordenadas; así suponiendo que el desplazamiento del punto cero llega a 0,5 raya de graduación y que la falla se registra en $T = 3,5$, tendremos:

$$T' = T + 0,5 = 3,5 + 0,5 = 4,0$$

y el camino acústico es:

$$S = T' \times 50 = 4,0 \times 50 = 200 \text{ mm}$$

entonces

$$S_w = S - S_{pl} = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$$

pues $S_{pl} = 15 \text{ mm}$, es el equivalente en acero al camino previo recorrido en el palpador.

Además como $S_w^2 = a^2 + b^2$, de esto resulta

$$a = \sqrt{S_w^2 - b^2}$$

de allí

$$a = \sqrt{185^2 - 50^2} = 178 \text{ mm}$$

Como la dimensión de "a" no puede ser medida fácilmente, se determina la distancia de la falla desde el lado frontal del asiento del cojinete (supuesto sea $\varnothing 120 \text{ mm}$) y sabiendo que la distancia a descontar para medir es de 34 mm se tiene que, según la Figura N° 4:

$$a' = a - 34 \text{ mm} = 178 - 34 = 144 \text{ mm}$$

A fin de ahorrar, a quien se encarga del ensayo ultrasónico, el engorroso cálculo de la ubicación de la falla, en función de la raya de graduación leída, se hallan correspondencias de fallas "a" con la raya equivalente de la pantalla dadas en la Figura N° 4.

Si entramos con $T = 3,5$

encontramos $a' = 144 \text{ mm}$, valor que concuerda con el calculado anteriormente.

2.3. Ecós de forma

Conjuntamente con un eco de falla pueden aparecer otros que se originan en la configuración geométrica del eje y en piezas ubicadas en el mismo y no descontadas, especialmente pistas interiores de cojinetes que a veces se indican sobre la misma raya de graduación de la imagen osciloscópica como eco de falla.

La ubicación de ecos de forma puede calcularse, en principio, exactamente igual que la correspondiente a los de falla. El análisis se facilita si se dispone de un dibujo del gorrón y en base al mismo, se determina el camino acústico y su correspondiente raya de graduación en la pantalla.

Los ecos de forma se caracterizan por el hecho que sus alturas varían en forma insignificante al girar el rodamen manteniendo fijo el palpador, (o viceversa), mientras que los provenientes de fallas son perceptibles sólo desde una parte muy limitada del gorrón.

2.4. Verificación de rodámenes en vehículos cargados

Como los cojinetes no necesitan ser desmontados para el control de los gorriones del eje, puede esta tarea efectuarse también sin sacar el rodamen o sea con el vehículo cargado. Pero, en esto, deberá

tenerse en cuenta el efecto de la presión de las pistas del cojinete sobre el eje, que se traducen en la aparición de dos zonas simétricas de carga respecto del plano horizontal que contiene el eje longitudinal del rodamen, de iguales valores pero de signo opuesto, tracción la superior y compresión la inferior. Por ello es diferente la transición acústica y correspondientemente también diferente la altura de los ecos de forma.

A fin de evitar que se enmascaren de este modo ecos de fallas a causa de grandes ecos de forma, una vez completado el examen ultrasónico de todos los ejes desde ambos extremos, se corre el vehículo medio giro de rueda y se repite el total del examen. Si se comprueba o se sospecha acerca de la presencia de alguna falla, debe desmontarse el rodamen y efectuarse nuevamente el ensayo.

3. ECOS DE FALLA BAJO EL ASIENTO DE RUEDA, LADO EXTERIOR ZONA "c"

De acuerdo con el ajuste efectuado según 9-3 (alcance aproximado 100 mm para ondas longitudinales), el ancho de los ecos de falla alcanza a algunos décimos de raya de graduación.

3.1. Cálculo de la ubicación de los ecos de falla en la pantalla

El cálculo exacto de la ubicación de la falla es extremadamente complicado, por ello, empíricamente, para diferentes distancias "a" se determinaron las correspondientes rayas de graduación las que se indican en la Figura N° 5.

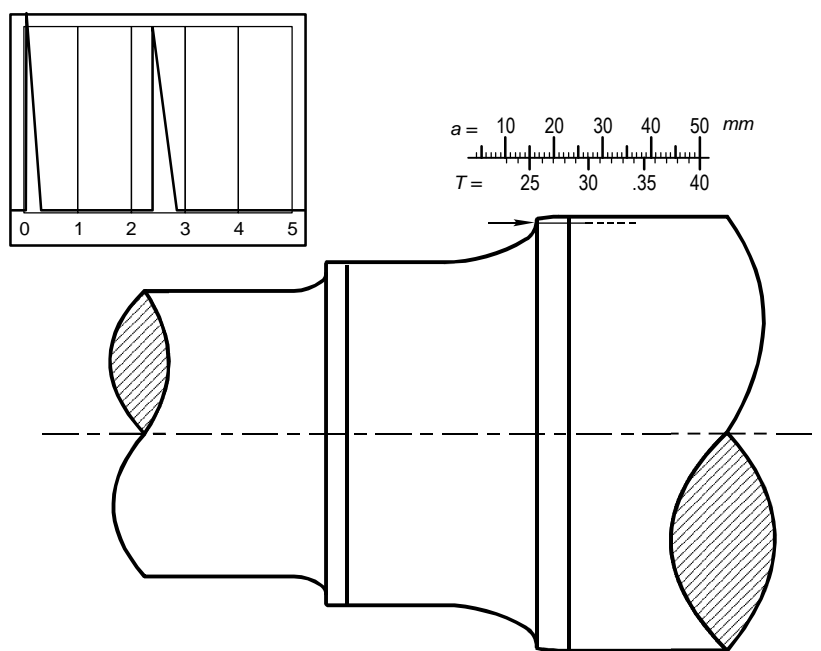


FIGURA 5

Ejemplo: Una falla artificial en un eje en ensayo está posicionada a 15 mm de distancia del canto del asiento del cubo. Determinar la ubicación del eco en el TRC.

En el gráfico de la Figura N° 5 leemos que para el valor 15 mm corresponde $T = 2,5$.

No son esperables ecos de forma, salvo que, debido a reflexiones acústicas del camino previo en el palpador, pueden generarse ecos de repetición.

Igualmente pueden aparecer ecos perturbadores si dentro de la carcasa del palpador ha penetrado aceite.

