

101A
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

VERIFICACION Y PRUEBAS DE ACEPTACION
DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

ESAU MORALES FLORES
FELIX RODRIGUEZ PERFINO



MEXICO, D.F.

MAYO, 1991

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION

	PAGINA
CAPITULO I	
CONCEPTOS GENERALES	1
1.1 Tolerancias.....	2
1.2 Subdivisión de las tolerancias.....	4
1.3 Formas de especificación de las tolerancias...	5
1.4 Covertura de las tolerancias.....	7
1.5 Influencia de los errores de forma en la determinación de los errores de posición.....	8

CAPITULO II

INSTRUMENTOS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA VERIFICACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS	10
2.1 Mandriles de verificación.....	10
2.1.1 Elección del material para su fabricación.....	13
2.1.2 Fabricación.....	14
2.1.3 Tratamiento térmico.....	16
2.1.4 Medición del mandril.....	16
2.2 Comparadores.....	20
2.3 Niveles de burbuja.....	22
2.4 Nivel Electrónico.....	22
2.5 Reglas.....	22
2.6 Escuadras.....	24
2.7 Implementos especiales.....	26
2.7.1 Aro, barra y escuadra.....	26
2.7.2 Sistema para aplicación de fuerza axial a los husillos de máquinas herramientas.....	28
2.7.3 Palpador plano.....	29

CAPITULO III

VERIFICACIONES GEOMETRICAS Y PRACTICAS	30
3.1 Generalidades.....	31
3.2 Nomenclatura utilizada en fresadoras.....	31
3.3 Cartas de prueba para fresadoras.....	33
3.3.1 Recomendaciones en la realización de cada prueba.....	42
3.4 Nomenclatura utilizada en tornos.....	51
3.5 Cartas de prueba para tornos.....	52
3.5.1 Recomendaciones en la realización de cada prueba.....	60

CAPITULO IV

TRATAMIENTO DE DATOS EN LA VERIFICACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS	72
4.1 Errores en la medición.....	72
4.2 Tipos de medición.....	73
4.3 Desviación total (DT) en mediciones unidireccionales.....	74
4.4 Desviación total (DT) en mediciones bidireccionales.....	76

CAPITULO V

RESULTADOS Y CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFIA	128
ANEXO A	131
ANEXO B	133

INTRODUCCION.

El Centro de Instrumentos de la UNAM ha venido abordando proyectos cada vez más ambiciosos en cuanto a desarrollo de tecnología se refiere. Este tipo de proyectos ha requerido de un control de calidad en el maquinado de las piezas, diseñadas con tolerancias dimensionales muy estrechas, las cuales juegan un papel muy importante en el buen funcionamiento de la máquina o aparato que se haya fabricado.

En repetidas ocasiones se ha visto la necesidad de verificar características específicas de algunas máquinas herramientas del Taller de Construcción de Prototipos de este Centro, las cuales dan forma a tales piezas, con el fin de conocer la exactitud real de la máquina herramienta usada para un maquinado en particular y prever la mejor posición de una pieza sobre ésta para explotar su máxima capacidad en maquinados de precisión.

Por otro lado, dada la apertura de México al comercio internacional, la industria privada ha comenzado a preocuparse por fabricar artículos de mayor calidad que puedan ser competitivos dentro y fuera del país. Una parte importante dentro del control de calidad es la verificación de las máquinas herramientas, sin embargo el conocimiento de esta disciplina en la República es escaso o se encuentra concentrado en las grandes industrias, dejando una necesidad muy grande en las pequeñas y medianas.

Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo establecer los procedimientos y reunir el equipo necesario para realizar la verificación de cualquier torno y fresadora, en especial los del Centro de Instrumentos, procedimientos que pueden ser aplicados a la verificación de cualquier otra máquina herramienta, además de la generación de recursos humanos capacitados en esta especialidad.

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

Las pruebas de verificación de máquinas herramientas cubren el grado de exactitud de la máquina por sí misma y siempre que sea factible, también su exactitud de trabajo. En primer término se determina el grado de exactitud de fabricación de la máquina herramienta, esto es, la exactitud con la cual la máquina ha sido ensamblada a través de verificaciones geométricas y en segundo término, se determina su exactitud de trabajo por medio de pruebas prácticas.

Por verificaciones geométricas se entiende la verificación de las dimensiones, de las formas y de las posiciones de los órganos así como las de sus desplazamientos relativos. Incluyen todas las características que interesan de los órganos de la máquina (planitud de superficies de referencia, coincidencia e intersección de ejes, paralelismo y perpendicularidad entre sí de líneas rectas y superficies planas, etc.). No se refiere, sin embargo, mas que a las dimensiones, las formas, las posiciones y los desplazamientos relativos que pueden intervenir en la exactitud del trabajo de la máquina [2.a, 2.b].

Por otro lado, las pruebas prácticas consisten en la ejecución de piezas tipo que responden a las operaciones fundamentales para las que la máquina ha sido diseñada. Estas

sólo se realizan en operaciones de acabado (por ejemplo 0.1 mm de profundidad de corte), debido a que este es el que determina las condiciones finales del maquinado, mientras que, en las operaciones de desbaste no importa tanto la exactitud y el acabado superficial.

El grado de exactitud de trabajo de la máquina además de depender de la máquina misma es influenciada por otros factores tales como:

1. Tipo de herramienta de corte y sus condiciones (ángulos de corte, dureza, excentricidad en el caso de fresas, etc.).
2. El porta-herramientas (árboles de fresadoras).
3. Velocidad de corte, avance y sección de viruta.
4. Material a ser maquinado.
5. La forma, tamaño y rigidez de la pieza de trabajo.
6. El equipo de sujeción.
7. La destreza del operario.

1.1 TOLERANCIAS

Las tolerancias comprenden los errores inherentes a los instrumentos de medición y a los procedimientos utilizados. Los errores de la medición deben estar comprendidos dentro de las tolerancias marcadas.

Para garantizar que los errores debidos a los instrumentos no afectan de manera significativa a las desviaciones leídas es recomendable tener a la mano su hoja de calibración, aún así los errores debidos a la repetibilidad de los instrumentos es tomada como una incertidumbre de la medición, que es considerada dentro del trato estadístico de los datos, de lo cual se hablará en un capítulo posterior, en donde se verá que la incertidumbre de la medición debe caer dentro de la tolerancia marcada por las normas correspondientes para poder emitir un resultado de aceptación favorable.

Las tolerancias que limitan las desviaciones a valores que no pueden ser sobrepasados, se refieren a dimensiones, formas, posiciones y desplazamientos que son importantes en cuanto a la fijación de la herramienta, de la pieza y accesorios relevantes.

En varias ocasiones se encontrará que las tolerancias marcadas para ciertas pruebas corresponden a longitudes diferentes a las que se verifican en ese momento. Cuando se tienen las tolerancias para una extensión definida, se determinará la tolerancia para otra extensión poco diferente por medio de la regla de proporcionalidad. Para extensiones

totalmente diferentes, no se puede aplicar directamente esta regla porque en ocasiones se tendrían tolerancias muy pequeñas y en otras muy grandes que no serían aplicables.

Para pruebas en que las mediciones requieren una longitud de referencia las Normas consultadas marcan la tolerancia a una cierta longitud y hacen aclaraciones para longitudes mayores o menores, sin rebasar una desviación máxima.

En general las tolerancias tienen la forma (Figura 1.1):

$$t = \pm [\alpha + \beta (L_M - L_1) / L_N]$$

Donde: L_M = es la longitud de referencia a medir.
 L_N = es la longitud nominal adicional.
 L_1 = es la longitud nominal inicial.
 α = es el valor de la tolerancia en la longitud nominal inicial.

β = valor definido, para $L_M > L_1$

$\beta = 0$, para $L_M \leq L_1$

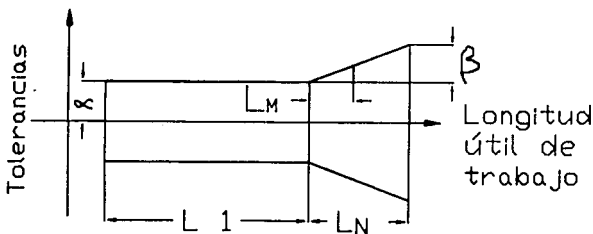


Figura 1.1

Un ejemplo de la especificación de las tolerancias en las Normas es el siguiente:

Prueba G1 - Norma DIN 8607.
 Desviación Permissible:

0.020 mm hasta una longitud de torneado de 500 mm. 0.025 mm para una longitud de torneado entre 500 y 1 000 mm. Si la longitud de torneado excede 1 000 mm, por cada 1 000 mm

adicionales la desviación permitida debe ser incrementada en 0.005 mm, pero sin exceder una desviación máxima de 0.050 mm.

1.2 SUBDIVISION DE LAS TOLERANCIAS

Las tolerancias se dividen en {2.a, 2.b}:

1. TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Se refieren a las cotas de las piezas de ensayo de las pruebas prácticas y a las cotas de enlace de las herramientas de corte y de los instrumentos de verificación susceptibles de ser montados en la máquina. Limitan las desviaciones permitidas en relación con la medida nominal, se expresan en unidades de longitud.

2. TOLERANCIAS DE FORMA

Limitan las desviaciones permitidas en relación con la forma geométrica teórica, se expresan en unidades de longitud o de ángulo.

3. TOLERANCIAS DE POSICION

Limitan las desviaciones permitidas referentes a la posición de un órgano en relación con una línea, un plano u otro órgano de la máquina, se expresan en unidades de longitud o de ángulo.

Cuando se define una tolerancia de posición en dos planos diferentes, y la exactitud de la máquina es afectada en forma distinta con relación a dichos planos, entonces deberán fijarse tolerancias distintas en cada uno.

4. TOLERANCIAS LOCALES

Al realizar la verificación de algún elemento se puede poner en evidencia la presencia de un defecto en una longitud relativamente pequeña, esto es lo que se llama falla o defecto localizado; para poder determinar y aceptar como correctas las condiciones de este elemento se deberá cumplir con una tolerancia local, la cual se obtiene como la tolerancia nominal multiplicada por una nueva longitud de referencia seleccionada de acuerdo con la extensión del defecto.

Ejemplo:

Si la tolerancia nominal es: 0.030 mm/ 1000 mm y la extensión del defecto es: 200 mm.

Entonces la tolerancia local aplicable es:

$$0.030 \times 200 / 1\ 000 = 0.006 \text{ mm}$$

En este caso el defecto no deberá sobrepasar 0.006 mm.



Defecto distribuido



Defecto localizado

Figura 1.2

Estas definiciones de tolerancias también son aplicables cuando se refiere a órganos móviles de las máquinas herramientas, sólo que en estos casos son desviaciones de trayectorias de órganos móviles con respecto a otros órganos fijos de referencia.

1.3 FORMAS DE ESPECIFICACION DE LAS TOLERANCIAS

En las cartas de prueba y en las Normas las tolerancias están dadas en tres formas diferentes. [2]

1. TOLERANCIAS BIDIRECCIONALES (Ej. ± 0.030 mm por 1 000 mm)
2. TOLERANCIAS SIN SIGNO (Ej. 0.030 mm por 1 000 mm)
3. TOLERANCIAS UNILATERALES (Ej. 0 a 0.030 mm por 1 000 mm)

Una tolerancia bidireccional indica que en una longitud de referencia la medida se puede desviar la cantidad indicada hacia un lado o hacia el otro, ejemplo: para ± 0.020 mm por

1000 mm quiere decir que una desviación de 0.020 mm se permite en ambas direcciones y que el error total aceptable es 0.040 mm. (Figura 1.3)

Las tolerancias sin signo indican la cantidad total de la desviación sin importar la dirección que pueda tener en la longitud de referencia. (Figura 1.4)

En las tolerancias unidireccionales, los límites especificados cubren el rango total de las desviaciones sobre la longitud especificada y la dirección del error es de gran importancia y siempre se especifica en las cartas de prueba (Figura 1.5).

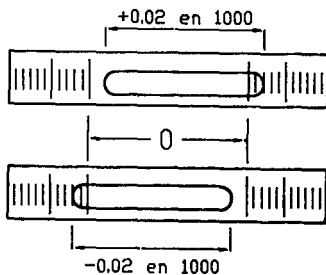


Figura 1.3

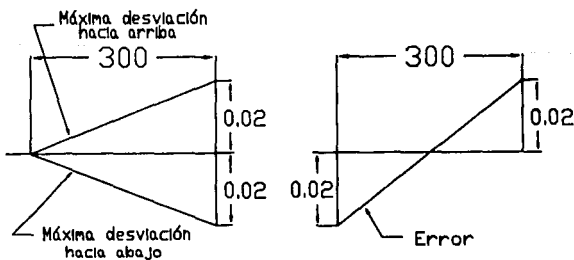


Figura 1.4

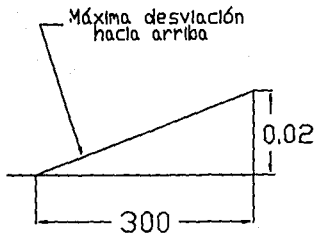


Figura 1.5

1.4 COBERTURA DE LAS TOLERANCIAS

Las tolerancias están especificadas en las Normas correspondientes y cubren lo siguiente:

1. Rectitud de guías y planitud de mesas.
Estas son examinadas mediante un nivel de burbuja. Las tolerancias son indicadas como:
 - a) bidireccionales
 - b) unidireccionales
2. Planitud de guías.
Estas son examinadas con nivel de burbuja, las tolerancias se especifican sin signo.
3. Alineación de guías y ejes o líneas de centro paralelas o perpendiculares a otras.
Estas son examinadas por medio de un indicador de carátula o con un nivel de burbuja. Las tolerancias se indican en dos formas:
 - a) sin signo
 - b) unilateral
4. Alineamiento y cabeceo de ejes.
Las tolerancias del cabeceo tienen que ser tomadas como la desviación total que marca el indicador de carátula. Similarmente la tolerancia especificada para el juego axial

del eje del husillo indica la desviación permisible total que puede marcar el indicador de carátula.

5. Errores de avance o paso del tornillo de roscar (o tornillo de avance).

El problema de la exactitud del corte de roscas no queda resuelto con el uso de un tornillo de roscar que cumpla con los requerimientos especificados. Es necesario que sea cuidadosamente montado en el torno; además de que un tornillo de roscar exacto puede dar resultados inexactos debido a que la exactitud de la transmisión, los ángulos de inclinación de la herramienta, la alimentación del refrigerante, etc., tienen influencia considerable en la exactitud del corte de roscas.

1.5 INFLUENCIA DE LOS ERRORES DE FORMA EN LA DETERMINACION DE LOS ERRORES DE POSICION

Quando se quiere determinar la posición de un órgano con respecto a otro que presenta errores de forma es necesario tomarlo en cuenta para determinar sus desviaciones.

Si se trata de determinar la desviación de posición de dos ejes, los aparatos reportarán por sí mismos lecturas que indiquen las desviaciones de posición y los errores de forma de los elementos utilizados durante la medición (Figura 1.6).

Para poder aplicar las tolerancias de las desviaciones permitidas, es necesario aproximar las lecturas tomadas a una recta por el método de los mínimos cuadrados y así determinar si están o no dentro de las tolerancias permitidas; esto es, que al graficar todas estas desviaciones se tendrá una curva como la siguiente (Figura 1.7). Una vez determinada la recta, esta se compara con las tolerancias establecidas.



Figura 1.6

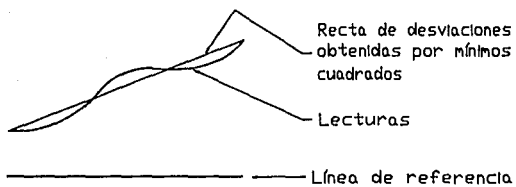


Figura 1.7

CAPITULO II

INSTRUMENTOS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA VERIFICACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

Para la verificación de máquinas herramientas es necesario utilizar, además de los instrumentos que comúnmente se encuentran en un laboratorio de Metrología como son comparadores de carátula, niveles electrónico y de burbuja, bases magnéticas, reglas y escuadras patrón y bloques "V", algunos aditamentos especiales que sirven para soportar elementos del equipo de medición así como los llamados mandriles de verificación.

Se pueden utilizar métodos ópticos como alternativa a los métodos convencionales basados en instrumentos como el Autoclimador y el Interferómetro Laser.

2.1 MANDRILES DE VERIFICACION.

La herramienta de inspección más ampliamente utilizada durante la fabricación y pruebas de aceptación de una máquina herramienta nueva o de una usada es el mandril de verificación. Tienen como función materializar, con una precisión determinada, el eje de la máquina que se desea verificar. Es de

acero, tiene cuatro marcas, a 90° cada una, utilizadas como referencia en la verificación y su longitud de medición varía de 75 a 500 mm.

Existen tres tipos de mandriles:

1. Mandriles con una superficie cilíndrica y un cono Morse, milimétrico o americano que es introducido en el cono de los husillos. (Figura 2.1).
2. Mandril cilíndrico que es colocado entre centros. (Figura 2.2).
3. Mandril cilíndrico con base magnética (no estandarizado).

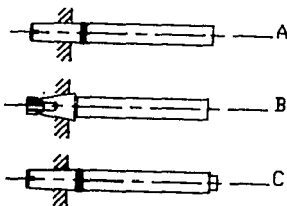


Figura 2.1

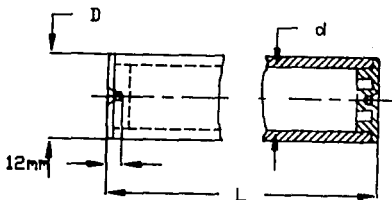


Figura 2.2

En cualquier caso, la parte cilíndrica es utilizada como referencia para la medición.

En el caso de los mandriles con conos morse y conos métricos con pequeña pendiente (figuras 2.1.a y 2.1.c), estos quedan en su lugar por simple adherencia, la parte roscada está destinada a recibir una tuerca que sirve para extraerlo del husillo del cabezal en el que está montado. El paso de esta rosca debe ser lo bastante fino (1 o 1.5 mm según las dimensiones del mandril) con el fin de obtener un desmontaje fácil en todos los casos. Para los conos con fuerte conicidad (Figura 2.1.b) un agujero taladrado permite utilizar una barra roscada para la fijación del mandril en el árbol del cabezal por verificar. Con el fin de que el acabado superficial del mandril no afecte a las mediciones, el cilindro debe presentar una superficie rectificada.

Las verificaciones geométricas de las máquinas herramientas se refieren a tolerancias muy cerradas por lo que los errores de rectitud, cilíndricidad y circularidad de estos mandriles deben ser del orden del 10% de las desviaciones permitidas en las máquinas para que no afecten sensiblemente a las mediciones (3 μm sobre 300 mm). En cuanto a las tolerancias de la parte cónica, para obtener una buena colocación en el árbol del cabezal, deben corresponder a la de los calibres de verificación DIN 229 y DIN 230.

Los mandriles cilíndricos (figura 2.2) representan una línea recta que pasa por dos puntos, ya que fueron fabricados con referencia a dos centros maquinados en sus extremos en los cuales, además, tienen cuatro marcas situadas en dos planos axiales perpendiculares. Debido a la forma de empleo de este instrumento, la deflexión natural no constituye un elemento perturbador en las mediciones.

En la tabla 2.1 se dan cuatro tipos de cilindros con dimensiones métricas que pueden ser utilizados en la mayoría de las verificaciones en máquinas herramientas. Para longitudes mayores de 1600mm se presentan dificultades de fabricación; por

Longitud	Diam. Ext. Ø	Diam. int. d	Masa sin tapones	Deflexión $E=21000\text{kgf/mm}^2$ $E=30310^3\text{lb/in}^2$	Exactitud		Acabado de la superficie
					Circularidad	Cilíndricidad	
150-300 mm 6-12 in	40 mm 1 5/8 in	Ø	1.5-3 Kg 3.3-6.6 lb	0.02-0.4 μ 0 a 0.0002 in	3 μ 0.0001 in	3 μ 0.0001 in	Rectificado fino
301-500 mm 12-20 in	63 mm 2 1/2 in	50 mm 2 in	2.7-4.5 Kg 5.9-9.9 lb	0.1-0.7 μ 0 a 0.00028 in	3 μ 0.0001 in	4 μ 0.00015 in	
501-1000 mm 20-40 in	80 mm 3 1/8 in	61 mm 2 1/8 in	8.3-16.5 Kg 18.2-36 lb	0.5-8 μ 0.00002 a 0.0003 in	4 μ 0.00015 in	7 μ 0.0003 in	
1001-1600 mm 40-63 in	125 mm 4 15/16 in	105 mm 4 1/8 in	28.2-65 Kg 62-99 lb	3-19 μ 0.0001 a 0.0007 in	5 μ 0.0002 in	10 μ 0.0004 in	

Tabla 2.1

otra parte la masa se vuelve demasiado importante para permitir una manipulación fácil, por lo que es necesario recurrir a otros métodos tales como los ópticos.

La deflexión natural del mandril, cuando es fijado entre centros, en el caso del mandril cilíndrico, y cuando es soportado en un extremo, en el caso del mandril con cono, es reducida en gran medida debido a que los mandriles son huecos. La deflexión causada por la presión del resorte del comparador es despreciable si esta presión es del orden de 50 g. [2.a, 2.b].

Debido a la necesidad del uso de tales mandriles y a la dificultad que presenta el conseguirlos en México y aún en el extranjero, se decidió fabricar conforme a la Norma ISO/R-230 un mandril de verificación de superficie cilíndrica de 300 mm de longitud con cono Morse 4. En función de los resultados logrados se determinaron las condiciones y cuidados para la fabricación de otros mandriles. En los planos 1 a 4. se muestran los mandriles que se fabricaron. En estos se indican las tolerancias en cuanto a rectitud, circularidad y cilíndricidad.

2.1.1 ELECCION DEL MATERIAL PARA SU FABRICACION.

De las características requeridas en estos mandriles se encuentran la dureza y resistencia al desgaste, sobre todo en su parte cónica, ya que por su forma de montaje en el husillo y el uso cotidiano, podrían sufrir deformaciones o maltratarse la superficie y quedar inutilizable. Estas dos características se pueden obtener por temple y posteriormente realizar un rectificado para eliminar las deformaciones esperadas por este tratamiento, por lo que el espesor de la capa endurecida deberá ser mayor que el sobrematerial de rectificado.

También es importante la estabilidad dimensional para evitar deformaciones por envejecimiento del material la cual se obtiene al realizar un tratamiento denominado subcero con nitrógeno líquido. Un último proceso de rectificado podría ser requerido para corregir posibles deformaciones derivadas de este tratamiento.

Por lo anterior el acero más recomendable por sus características de dureza, resistencia al impacto y al desgaste después del templado y que resiste el tratamiento subcero es un acero para herramienta de la serie D2 [4]. Sin embargo el material utilizado para este caso fue un acero 1045 que aún cuando no se le puede hacer el tratamiento subcero, es posible obtener después de cementado y templado, una superficie endurecida y un núcleo blando más resistente al impacto [5].

2.1.2 FABRICACION

La limitante fundamental para lograr el nivel de exactitud requerido en las dimensiones del mandril, es el estado físico de las máquinas herramientas con que ha de maquinarse. Es de suponerse que para fabricar una pieza con tolerancias tan estrechas, las máquinas deben estar en condiciones de lograrlo. Debido al desconocimiento de tales condiciones y al no tener aún los medios para hacer una verificación y en su caso un ajuste para poner aquellas en punto óptimo de operación, el proceso de fabricación del mandril tuvo que ser de carácter iterativo.

Si bien no se verifica la máquina directamente, la pieza fabricada por la misma si puede ser medida y caracterizada con alto grado de exactitud en el Laboratorio de Metrología del propio Centro de Instrumentos. Así, conociendo las deficiencias del mandril, es factible remaquinarlo para reducir algunos errores.

A simple vista puede parecer una solución muy obvia, sin embargo una serie de precauciones deben ser tomadas en cuenta para lograr una convergencia cabal del método, entre ellas destaca la posición relativa del mandril con respecto al punto y contrapunto de la rectificadora ya que si es cambiada esta posición de referencia, podrían introducirse errores aún mayores que los originales. También, en el método de medición del mandril, los resultados obtenidos deben estar referidos a dicha posición.

El diseño contempla, a partir de una barra redonda, la extracción del material central de la parte cilíndrica del mandril, con objeto de reducir el peso del mismo y así minimizar la flexión debida a su propio peso (ver planos 1, 2, 3 y 4). Se considera que el acabado superficial y las tolerancias dimensionales de este maquinado interno son suficientemente amplias y por ello pudo ser ejecutado con broca y barra de extensión, a excepción del extremo donde se requiere un ajuste de interferencia para el tapón.

Para llevar a cabo el maquinado externo con exactitud, fue necesario hacerlo entre puntos y con poca profundidad de corte para reducir el pandeo debido a la fuerza ejercida por la herramienta. Además, en virtud de que la posición del contrapunto del torno es ajustable, se verificó ésta por medio de comparadores refiriéndola a la posición del punto con respecto a las guías de la bancada.

Cabe mencionar que en la primera etapa de fabricación, considerada hasta antes de dar tratamiento térmico a la pieza, el rectificado cilíndrico se llevó a cabo en el mismo torno. Sin desmontar el mandril, el buril utilizado para el cilindrado fue sustituido por una rectificadora para torno Dumore con una muela de grano fino montada en el carro transversal.

Todos los cuidados posibles fueron tomados en cuenta para esta primera etapa, por un lado para conocer el grado de exactitud que puede lograrse del proceso de maquinado en el torno, y por otro, para realizar un estudio respecto a las deformaciones causadas por el tratamiento térmico. Para ambos casos, se verificó el mandril antes y después de dicho tratamiento.

Aun cuando, mediante el proceso de maquinado en el torno, el error de circularidad quedó dentro de tolerancias, no fue posible reducir el de rectitud a menos de $17 \mu\text{m}$. Por ello se intentó practicar los maquinados de la segunda etapa en una rectificadora cilíndrica de control numérico y discriminación en el despliegue de $1 \mu\text{m}$, pero aún así, no solo persistió el error de rectitud sino que aumentó el de cilíndricidad.

Finalmente se rectificó en una rectificadora convencional para superficies cilíndricas en la que se montó entre puntos rectificándose hasta obtener una superficie uniforme. Con objeto de determinar los errores de cilíndricidad del mandril y poder corregirlos, se le hicieron mediciones del diámetro en los extremos de la parte cilíndrica y en función de su diferencia entre dos se obtuvo la cantidad a corregir.

Debido a que la desviación obtenida es menor que la mínima lectura que puede proporcionar un micrómetro, esta desviación se determinó palpando la generatriz anterior del cilindro con un comparador, apoyado en un elemento fijo de la máquina, y haciendo mediciones en sus extremos al desplazar la mesa longitudinalmente (figura 2.3). Entonces se giró la mesa de modo que el comparador marcó la mitad de la desviación obtenida entre un extremo y otro del cilindro, así se garantizó que el eje del mandril es paralelo al viaje de la mesa (figura 2.4). Por último se rectificó la piedra con una punta de diamante para alinear su cara de trabajo con el desplazamiento de la mesa y se rectificó nuevamente el mandril.

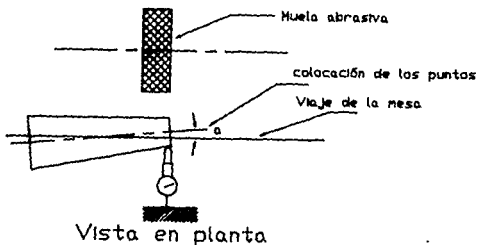


Figura 2.3

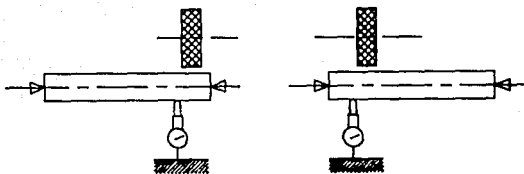


Figura 2.4

2.1.3 TRATAMIENTO TERMICO.

El tratamiento realizado al mandril fue una cementación de tipo sólido o en caja (ver anexo A). Para tal efecto, el mandril se colocó en una caja de lámina calibre 20 de manera que permaneciera rodeado por una capa de 2 cm de espesor mínimo de polvo compuesto por 72% de carbón vegetal, 14% de carbonato de bario, 4% de carbonato de sodio y 10% de coque. La caja fue sellada con barro refractario para reducir el escape de los gases producto de la reacción. En estas condiciones la caja se introdujo en un horno y se elevó la temperatura a 860 °C durante 4 horas para conseguir un espesor de capa cementada de 0.489 mm [5].

Posteriormente se sumergió en agua a temperatura ambiente teniendo cuidado de colocarlo en forma vertical para evitar pandeos y con el cono hacia abajo para que el choque térmico se iniciara en esta parte. Por último se realizó un revenido a 200 °C durante 15 min para no disminuir demasiado la dureza obtenida en el temple, dejándose enfriar al aire. La dureza obtenida fue de 50 Rc en la parte cilíndrica y 57.5 Rc en la parte cónica.

2.1.4 MEDICION DEL MANDRIL.

Error de cilíndricidad.

La interpretación de la tolerancia de este parámetro es que los errores de la parte cilíndrica del mandril no deben alejarse más de 1.5 μm de un cilindro perfecto imaginario, o bien, todos los errores deben quedar comprendidos entre dos cilindros perfectos concéntricos con una diferencia entre sus diámetros de 6 μm . Esta característica se midió en una Máquina de Medición por Coordenadas.

Error de rectitud

Para la medición de este parámetro se apoyó horizontalmente el mandril en dos bloques "V" colocados en los puntos de mínima deformación de éste (figura 2.5), sobre una mesa de planitud. La marca del extremo del mandril correspondiente al número 1 es hacia arriba. Por medio de un palpador electrónico de palanca con discriminación de $0.2 \mu\text{m}$ montado en una base deslizante sobre la mesa, se obtuvieron las diferencias de alturas del costado superior del mandril con respecto a la mesa, teniendo cuidado de desplazar transversalmente el palpador a fin de obtener el punto más alto en cada estación de medición.

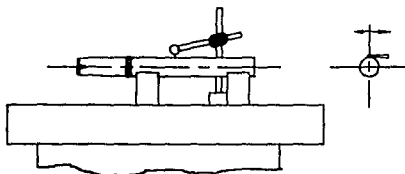


Figura 2.5

El procedimiento descrito anteriormente fue repetido tres veces para cuatro generatrices del mandril espaciadas 90° . Las desviaciones obtenidas se muestra en las siguientes gráficas:

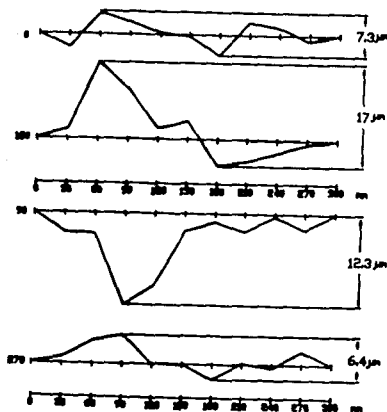


Figura 2.6

Error de circularidad.

La tolerancia especificada en este caso indica que los errores no deben alejarse más de $1.5 \mu\text{m}$ de un círculo perfecto imaginario, o bien, deben quedar comprendidos entre dos círculos perfectos concéntricos imaginarios con diferencia radial de $3 \mu\text{m}$.

La medición de este parámetro, fue hecha con el auxilio de una máquina Formscan para medición de circularidad (figura 2.7). El método consiste en colocar el mandril verticalmente sobre la mesa de la máquina de tal manera que el eje del mandril coincida con el eje de giro de la mesa mediante ajustes de excentricidad y ángulo de ésta última y palpando los círculos de interés del mandril a diferentes alturas. En la figura 2.8 se muestra una gráfica típica de medición de circularidad.

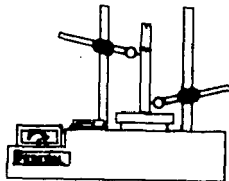


Figura 2.7

Las condiciones del mandril con cono morse 4, en rectitud y circularidad, antes de ser templado fueron las siguientes. Los demás mandriles no se verificaron antes del rectificado final porque se supuso que sus condiciones eran semejantes a las del anterior.

Rectitud: se verificaron 4 generatrices

- a) $17 \mu\text{m}$
- b) $7.3 \mu\text{m}$
- c) $13 \mu\text{m}$
- d) $1.5 \mu\text{m}$

Circularidad: Se midió en las secciones marcadas en la figura 2.9 obteniéndose:

- a) $3 \mu\text{m}$
- b) $1.2 \mu\text{m}$
- c) $1.5 \mu\text{m}$
- d) $3.5 \mu\text{m}$
- e) $2.3 \mu\text{m}$

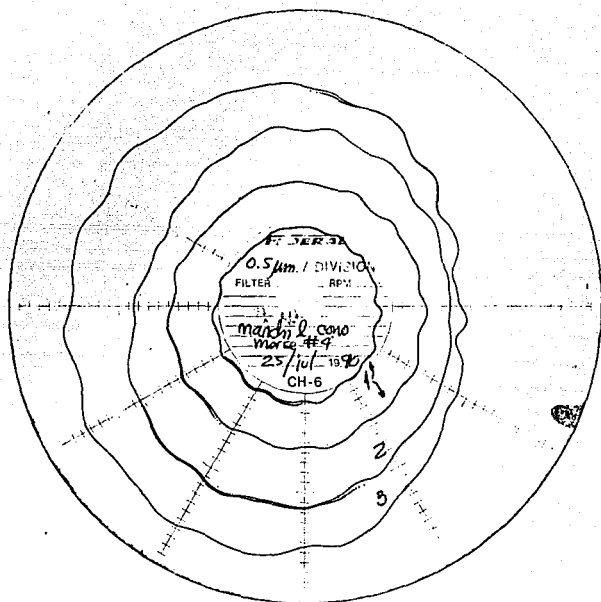


Figura 2.8

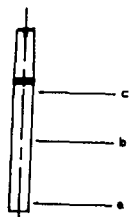


Figura 2.9

Después de ser templado y revenido se observó una torcedura del mandril que dio por resultado variaciones en rectitud de la parte cilíndrica de 300 μm la cual pudo deberse a que se metió un poco inclinado al fluido de temple (ver figura 2.10). En cuanto a circularidad el error obtenido salía del rango de medición de la máquina debido a la torcedura, por lo que no pudo ser medido. Cabe mencionar que el mandril sufrió un incremento en diámetro de 0.1 mm.

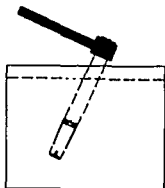


Figura 2.10

Las mediciones obtenidos después del rectificado final de todos los mandriles se resumen en la tabla 2.2

2.2 COMPARADORES.

Por lo que se refiere a estos instrumentos las verificaciones comunes pueden efectuarse con graduaciones de 0.010 mm (0.0004 in), pero para casos especiales en los que se requiere graduaciones más finas como por ejemplo, errores de circularidad del cabezal de una máquina herramienta, se pueden utilizar comparadores con graduaciones de 0.001 mm (0.00004 in).

La presión inicial del palpador debe estar entre 40 y 100 gr (1.4 a 3.5 oz) y para mediciones finas 20 gr (0.7 oz). Finalmente es necesario utilizar bases y soportes suficientemente rígidos para evitar vibraciones, además sus columnas verticales deben estar hechas de barras de acero o tubos de acero de 16 a 25 mm de diámetro (5/8" a 1"), los demás miembros de la base deben ser de 10 a 16 mm de diámetro (3/8" a 5/8") [2.b]. La comparadores a utilizar en la verificación tienen una resolución de 0.002 μm con una presión inicial del palpador de 5 gr.

CONDICIONES GEOMETRICAS FINALES
DE LOS MANDRILES

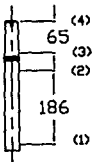
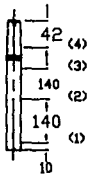
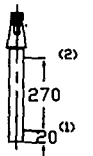
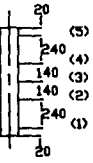
MANDRIL	RECTITUD EN GENERATRICES μm	CIRCULARIDAD (SECCIONES INDICADAS) μm	FIGURA (ACOTACIONES EN MM)
CON CONO NORSE No. 3	2.50 1.00 1.20 2.30	(1) 1.00 (2) 2.00 (3) 4.00 (4) 3.00 Cilindricidad: 1.5	
CON CONO NORSE No. 4	1.70 3.10 3.80 2.60	(1) 0.75 (2) 2.00 (3) 2.25 (4) 35.00 (5) 5.00 Cilindricidad: 1.7	
CON CONO 5 - 40	3.30 4.70 2.80 1.80	(1) 0.40 (2) 2.00 Cilindricidad: 4.4	
PARA COLOCARSE ENTRE CENTROS	30.00 9.70 10.00 15.90	(1) 0.60 (2) 25.00 (3) 22.00 (4) 2.40 (5) 0.00 Cilindricidad: 17.3	

Tabla 2.2.

2.3 NIVELES DE BURBUJA.

Para los ensayos de las máquinas herramientas, se recomienda utilizar niveles con una sensibilidad de 0.030 mm a 0.040 mm por metro por división. La superficie de apoyo del nivel debe ser tan grande como sea posible, y para máquinas de tamaño mediano, no deben ser menores de 200 mm de longitud. Es recomendable interrumpir la superficie de soporte en la parte central y en ocasiones utilizar algún puente cuyos pies estén a unos 300 mm de distancia.

Conviene ejecutar la nivelación rápidamente y hacer las mediciones ida y vuelta para poder eliminar pequeñas variaciones de temperatura que se pudieran producir entre la primera y la última de las lecturas. El nivel debe ser verificado en periodos regulares. El nivel de burbuja que será utilizado en las pruebas tiene una sensibilidad de 0.042 mm/m.

2.4 NIVEL ELECTRONICO.

En este instrumento las inclinaciones son medidas en relación a la dirección de referencia definida por la gravedad terrestre. Las inclinaciones son función del desplazamiento de un péndulo en relación a un transductor diferencial de tipo inductivo. De este modo, se obtiene una señal eléctrica que normalmente es indicada por un galvanómetro en la escala apropiada. Equipos de buena calidad poseen resoluciones de hasta 0,5 seg. El instrumento debe operar en posición casi horizontal debido al intervalo tan pequeño de operación. El nivel electrónico que será utilizado tiene una resolución de 0.5 seg.

2.5 REGLAS.

La regla materializa con una exactitud determinada, la recta de referencia en relación con la que se miden las desviaciones de rectitud o de planitud de las superficies por examinar. Existen dos tipos de reglas de verificación:

1. La regla para trazado con perfil de igual resistencia (Figura 2.11.a).
2. La regla con caras paralelas que puede ser de sección rectangular (Figura 2.11.c) o en I (Figura 2.11.b).

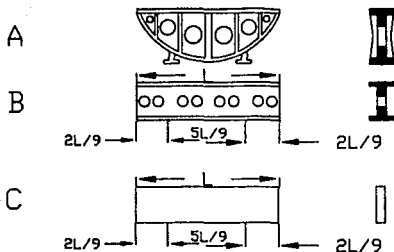


Figura 2.11

Las reglas deben ser de acero o fundición, bien reforzadas y libres de esfuerzos internos. Los momentos de inercia de las secciones deben ser tales que la deflexión natural de la regla, cuando descansa sobre dos soportes colocados en sus extremos, no debe ser mayor de $10 \mu\text{m}$ por metro. El valor de esta deflexión natural, la que representa la deflexión máxima del instrumento, debe estar indicada sobre una de sus caras.

Las desviaciones de rectitud de la cara útil de la regla que descansa sobre sus apoyos favorables (en los que la deflexión es mínima, ver figura 2.11) no debe exceder la cantidad siguiente:

$(2 + 10L)$ micras si L es la longitud útil de la regla expresada en metros.

Paralelismo de las caras útiles

$1.5(2 + 10L)$ micras

Rectitud de las caras laterales

$10(2 + 10L)$ micras

Paralelismo de las caras laterales

$15(2 + 10L)$ micras

Perpendicularidad de las caras laterales a las caras útiles
 ± 2.5 micras por 10mm de altura de la regla.

La rugosidad de la superficie de las caras que sirven para las mediciones debe corresponder a una superficie fina o rectificada. Cuando se emplea la regla con un nivel, el ancho de sus caras útiles no deberá ser inferior a 35 mm.

Cuando se coloca descansando sobre un soporte con sus caras útiles horizontales, los puntos de apoyo deben escogerse de tal manera que se obtenga la flecha mínima. En el caso de las reglas con bordes paralelos, los apoyos se colocarán a $2/9 L$ de las extremidades (Figura 2.11). Estos puntos de apoyo particulares deben ser marcados sobre la regla. Cuando no se utiliza sobre sus apoyos favorables y en particular cuando se coloca sobre sus apoyos extremos, es necesario tomar en cuenta la flecha natural.

Aunque el laboratorio de Metrología del CIUNAM no cuenta con reglas como las antes mencionadas, se tiene una regla de granito cuyas características se presentan a continuación:

Longitud de la cara útil (L): 60 mm

	desviación mm	
	permitida	medida
Rectitud de la cara útil	0.008	0.002
Rectitud de caras laterales	0.080	0.067
Paralelismo de caras laterales	0.120	0.130
Perpendicularidad de las caras laterales a las caras útiles	$\pm 2.5\mu\text{m}/10\text{mm}$	$3.5\mu\text{m}/10\text{mm}$
Superficie de las caras útiles	rectificado	fino
Ancho de sus caras útiles	≥ 35	47

2.6 ESCUADRAS.

Existen dos tipos principales:

1. Escuadra propiamente dicha formada por una superficie que representa un plano y por una arista perpendicular a dicho plano, con o sin nervadura de refuerzo (Figura 2.12.a).
2. Escuadra cilíndrica que corresponde a un eje perpendicular a un plano (Figura 2.12.b y 2.12.c).

Se pueden fabricar de acero o metal fundido y deben ser tratadas térmicamente así como liberadas de esfuerzos internos. Las tolerancias que deben cumplir son:

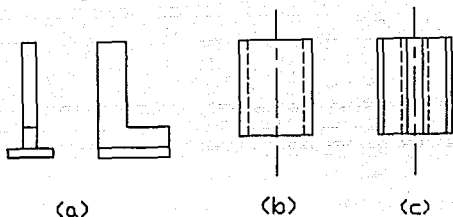


Figura 2.12

Tolerancia de planitud o de rectitud.

Planitud para las escuadras con brazos y Rectitud para las escuadras cilíndricas:
 $(2 + 10L)$ micras si L es la longitud útil de la escuadra expresada en metros.

Tolerancia de perpendicularidad.

5 μ m sobre 300 mm.

El ángulo puede ser mayor o menor de 90° . Para las escuadras con brazos, las dos caras útiles del brazo vertical deben ser perpendiculares a la base del instrumento.

Estado de la superficie de las caras útiles.

Rectificado.

Tolerancia de rigidez de las escuadras con dos brazos.

Cuando una carga de 250 gr se aplica en el extremo del brazo más débil de la escuadra en una dirección paralela al otro brazo (figura 2.13), la deflexión no debe sobrepasar la cantidad: $0.7/L$ micras si L es la longitud útil del brazo más débil expresada en milímetros.

Su uso se recomienda para las mediciones que se refieren a tolerancias que van de 0.040 a 0.050 mm por metro; para las tolerancias más restringidas habrá que tomar en cuenta los errores de la escuadra o recurrir a un método de verificación que utilice otro tipo de instrumento.

La escuadra a utilizar en la verificación tiene las siguientes características:

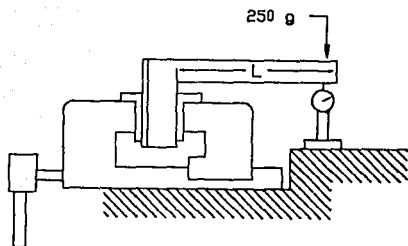


Figura 2.13

Longitud útil (L): 350 mm

	desviación mm	
	permitida	medida
Planitud de caras útiles	0.0055	0.0072
Perpendicularidad	$\pm 5\mu\text{m}/300\text{mm}$	$6.8\mu\text{m}/300\text{mm}$
Superficie de las caras útiles	rectificado	rectificado
Rigidez de la escuadra	0.0131	0.014

2.7 IMPLEMENTOS ESPECIALES

2.7.1 ARO, BARRA Y ESCUADRA

Existen dos pruebas realizadas a las fresadoras en las que se determina la perpendicularidad del eje del husillo con la superficie de la mesa, en el caso de las fresadoras verticales; y la ranura "T", en el caso de las fresadoras horizontales. Como se trata de un eje giratorio, se diseñó un anillo que se fija al husillo por medio de dos tornillos colocados en dirección radial. El diámetro interior de este anillo es un poco mayor que el diámetro máximo de las fresadoras a verificar (ver Figura 2.14). En una barra roscada en un extremo (planos 9 y 10), que se fija al anillo por medio de un sistema tuerca-contratuerca, se coloca un comparador de carátula que al hacer girar el husillo describe una circunferencia cuyo plano es

paralelo al plano por verificar (ver figura 2.15). Por tanto la prueba se reduce a determinar el paralelismo entre ambos planos. Esta desviación se refiere después al diámetro de rotación del comparador.

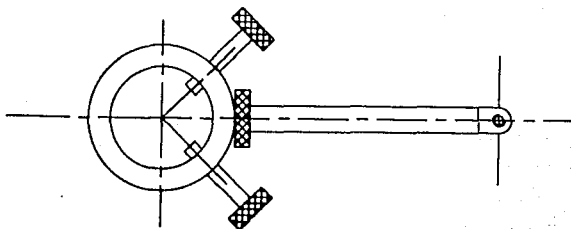


Figura 2.14

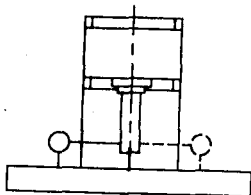


Figura 2.15

Con el fin de eliminar la influencia del desplazamiento axial periódico del husillo, la verificación se realiza utilizando un solo comparador que se desplazará 180° con respecto al husillo después de haber efectuado una primera medición (líneas punteadas de la figura 2.15), y se volverá a realizar la misma medición; el promedio de ambos eventos es el error de perpendicularidad.

Para el caso de la ranura "T", debido a la imperfección de la pared interior de la ranura, se decidió prolongar esta superficie através de una escuadra que apoya en la superficie

de la mesa y en la pared vertical de la ranura como se muestra en la figura 2.16. Las superficies en las que apoya sobre la mesa están rectificadas, así como la superficie vertical sobre la que han de realizarse las mediciones. Para evitar que los errores de fabricación de la escuadra no afecten las mediciones el palpador debe colocarse en el "mismo" punto de la escuadra en cada par de mediciones efectuadas durante el mismo evento. (Planos 11 y 12).

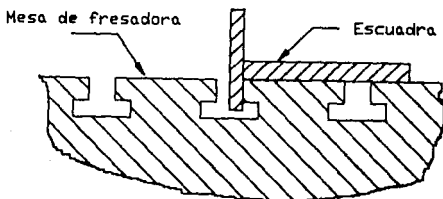


Figura 2.16

2.7.2 SISTEMA PARA APLICACION DE FUERZA AXIAL A LOS HUSILLOS DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

Este sistema esta formado por el cono que se muestra en el plano No. 5, al centro de su cara más amplia tiene un balín adherido y en su cara posterior un agujero para introducir, y sujetar mediante un tornillo prisionero, un cable de acero, el cual, mediante una polea y algunas pesas transmitirá una carga sobre el husillo (figura 2.17). De este modo, utilizando una báscula, se determina la fuerza axial que se aplica al husillo.

El cono que se apoya directamente al husillo tiene conicidad pronunciada con el fin de poder adaptarse a husillos de varios diámetros de tornos y fresadoras sin problema de quedar atorado una vez que se ha retirado la carga, además de que facilita el ajuste para que su cara plana quede perpendicular al eje de rotación de la máquina; esto último debe verificarse, con un comparador, para asegurar que la cara más amplia cumpla con la condición de perpendicularidad al eje de rotación.

El balín es para asegurar que el palpador plano a utilizar siempre toca el "mismo" punto y así poder medir desviaciones en el sentido axial.

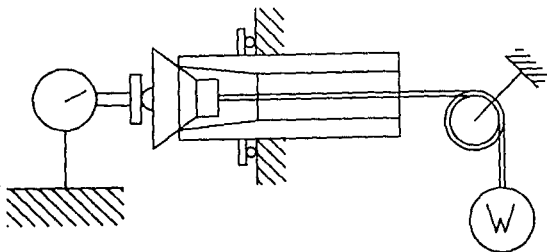


Figura 2.17

2.7.3 PALPADOR PLANO

Este palpador (plano No. 6) tiene como finalidad poder medir desplazamientos axiales (perpendiculares al plano de palpación), esto se logra siempre y cuando su eje axial sea perpendicular a su cara y además esta última sea plana y con acabado superficial fino.

Con este palpador y con ayuda de un balín, colocado sobre el eje a medir, se puede determinar desplazamientos axiales (figura 2.17). El objeto de auxiliarse de un balín es que teóricamente se palpa en el mismo punto aún cuando el eje de rotación y el centro del balín no coincidan, siempre que el eje de rotación del husillo sea perpendicular a la cara del palpador.

CAPITULO III

VERIFICACIONES GEOMETRICAS Y PRACTICAS

A continuación se presenta una serie de pruebas con la descripción de los métodos con que se llevan a cabo, los cuales están basadas en los principios establecidos por las Normas Nacionales e Internacionales.

Inicialmente se establecen algunas condiciones preliminares a su realización, posteriormente se presentan las cartas de prueba y por último la descripción de los métodos atendiendo a las precauciones que se deben tomar. Las cartas de prueba se presentan llenas con los resultados de la verificación geométrica y práctica realizadas a un torno paralelo y una fresadora horizontal del Centro de Instrumentos de la UNAM, los datos de estas pruebas y su análisis estadístico se muestran en el capítulo V.

En los casos en que la realización de alguna prueba requiera tomar ciertas precauciones descritas en pruebas anteriores, solo se remitirá a la prueba correspondiente sin más detalle; así mismo, cuando se tienen en la carta de prueba todas las condiciones necesarias para aplicarla correctamente se omiten más explicaciones.

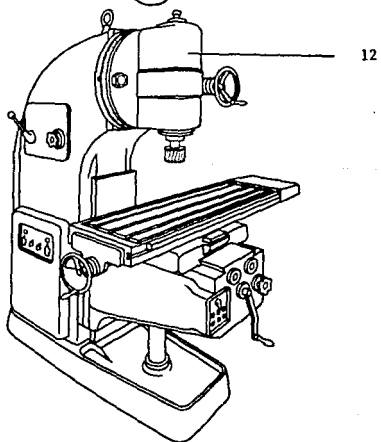
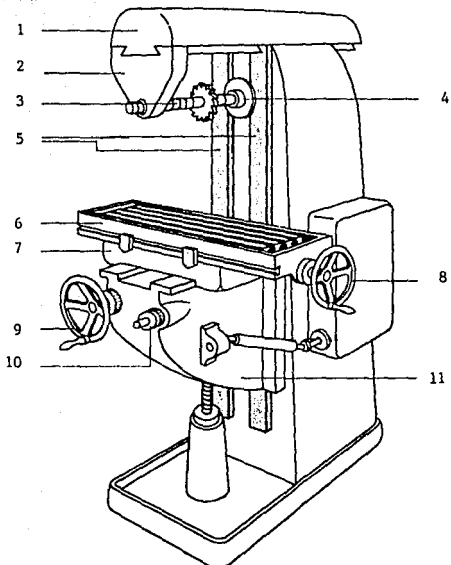
3.1 GENERALIDADES.

Los ensayos geométricos de las Máquinas Herramientas se efectúan cuando están totalmente ensambladas, y sólo en casos excepcionales se desmontarán ciertos órganos, por ejemplo, el desmontar la mesa de una fresadora con el fin de verificar sus guías.

Como las pruebas se deben realizar bajo condiciones semejantes a las de operación, es necesario que las máquinas trabajen en vacío durante algún tiempo para poner a temperatura de operación algunos órganos de la misma y poder realizar las mediciones correspondientes, el tiempo de trabajo en vacío debe ser especificado por el fabricante; en caso de que este dato no se proporcione, se recomienda un tiempo entre 30 y 60 min [1]. Es importante, antes de realizar alguna prueba, limpiar y nivelar la máquina.

3.2 NOMENCLATURA UTILIZADA EN FRESADORAS.

1. Brazo soporte
2. Luneta o soporte del árbol portafresas
3. Arbol portafresas o del cabezal
4. Husillo
5. Guías de la consola
6. Mesa
7. Carro transversal
8. Volante de desplazamiento longitudinal de la mesa
9. Volante de desplazamiento del carro transversal de la mesa
10. Volante de desplazamiento vertical de la consola
11. Consola o carro vertical
12. Carro del cabezal



3.3 CARTAS DE PRUEBA

PARA FRESADORAS

**CENTRO DE INSTRUMENTOS
U N A M**

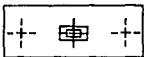

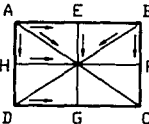
**CONDICIONES DE ACEPTACIÓN PARA FREZADORAS
CON MESA DE ALTURA VARIABLE Y ARBOL DEL
CABEZAL HORIZONTAL O VERTICAL.**

DE ACUERDO CON ISO 1701-1970

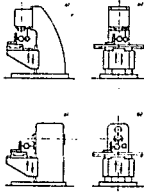
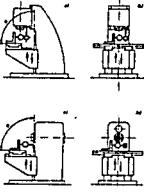
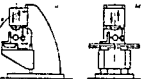
UNIDADES EN MILEMETROS

TIPO:	MO5U	MAQUINA NUMERO:	0530319
RESPONSABLE:	ESAU NOBALES F	NUMERO DE ORDEN:	0020
FECHA:	5/NOV/90	CLIENTE:	CENTRO DE INSTRUMENTOS, UNAM

VERIFICACIONES GEOMETRICAS.

Nc.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
51	Nivelación de la mesa de trabajo. a) dirección longitudinal b) dirección transversal	<p>a) A B C</p>  <p>b) D E F</p> 	Nivel de Precisión	<p>La mesa debe estar en su posición central (tanto en la dirección longitudinal como transversal).</p> <p>a) El nivel es colocado en el centro y en ambos extremos de la mesa.</p> <p>b) Se realiza en forma similar a a).</p>	<p>a) y b) 0,040/1000</p>	<p>a) 0.120</p> <p>b) 0.080</p>
52	Planitud de la superficie de la mesa.		Nivel electrónico.	<p>La mesa y el carro transversal en su posición central. Mesa libre con consola y carro transversal fijos.</p>	<p>0,40 hasta una longitud de 1000</p> <p>tolerancia local: 0,020 para cualquier longitud de 300</p> <p>Por cada 1000 adicionales la tolerancia debe ser incrementada en 0,010</p> <p>Desviación máxima permisible: 0,050</p>	0.029

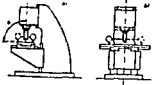
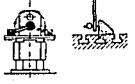
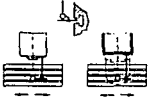
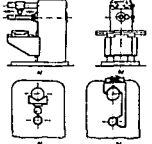
VNF-F02

no.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones Permisibles	Medidas
53	<p>Rectitud del desplazamiento vertical de la consola en los planos:</p> <p>a) vertical de simetría de la máquina. b) longitudinal.</p>		Comparador y escuadra.	<p>Utilizar el brazo vertical de una escuadra. Realizar el ensayo con la mesa en su posición central, con el carro transversal y mesa fijos y la consola libre. Colocar el comparador en un elemento fijo de la máquina.</p>	<p>a) y b) 0,025 para una longitud medida de 300</p>	<p>a) 0,025 b) 0,017</p>
64	<p>Perpendicularidad de la superficie de la mesa a las guías de la consola (en 3 posiciones: en medio y cerca de los extremos de la carrera), en los planos:</p> <p>a) vertical de simetría de la máquina. b) longitudinal.</p>		Comparador y escuadra.	<p>Realizar el ensayo con la mesa en su posición central, con el carro transversal y mesa fijos. Fijar la consola en el momento de las mediciones. Colocar el comparador en un elemento fijo de la máquina.</p>	<p>a) 0,025/300 con $\alpha \leq 90^\circ$ b) 0,025/300</p>	<p>a) 0,027/100 $\alpha > 90^\circ$ b) 0,029</p>
65	<p>Perpendicularidad de la superficie de la mesa al desplazamiento vertical del carro del cazal en los planos:</p> <p>a) vertical de simetría de la máquina. b) longitudinal.</p>		Comparador y escuadra.	<p>Realizar el ensayo con la mesa en su posición central, con la consola y mesa fijos. Fijar el carro del cazal en el momento de las mediciones. Colocar el comparador en un elemento fijo de la máquina.</p>	<p>a) 0,025/300 con $\alpha \leq 90^\circ$ b) 0,025/300</p>	<p>a) $\alpha > 90^\circ$ b)</p>


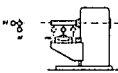

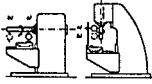
VM-103

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
56	Paralelismo de la superficie de la mesa a su desplazamiento: a) longitudinal b) transversal.		Comparador y regla.	El comparador debe estar colocado aproximadamente en el lugar de trabajo de la herramienta. La medición puede realizarse sobre una regla colocada paralelamente a la superficie de la mesa. Si la longitud de la mesa es superior a 1600 mm, la verificación se efectuará por desplazamientos sucesivos de la regla. Consola fija. Colocar el comparador en un elemento fijo de la máquina. a) carro transversal y cabezal fijos. b) mesa y cabezal fijos.	a) 0,025 para cualquier longitud de 300 Desviación máxima tolerada: 0,050 b) 0,025 para cualquier longitud de 300	a) 0,032 b) 0,090
67	a) Cabeceo de la nariz del husillo. b) Alabeo. c) Movimiento axial periódico del husillo.		Comparador y dispositivo para aplicar la fuerza F.	b) La distancia A del comparador a al eje del árbol del cabezal se tomará lo más grande posible. c) El valor de la fuerza F por aplicar en el curso de las verificaciones b) y c) será precisado por el fabricante.	a) 0,010 b) 0,020 c) 0,010	a) 0,015 b) 0,020 c) 0,006
68	Perpendicularidad del desplazamiento longitudinal de la mesa a su desplazamiento transversal.		Comparador, Regla y Escuadra	Consola fija. a) Colocar la regla paralela al desplazamiento longitudinal de la mesa, después colocar la escuadra apoyada contra la regla; fijar la mesa en su posición central. b) Verificar el desplazamiento transversal de la mesa. Colocar el comparador en un elemento fijo de la máquina.	0,020/300	0,041/300

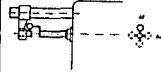

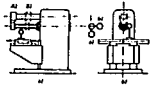
YHM-F04

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
68	Perpendicularidad del eje del árbol del cabezal a la superficie de la mesa en los planos: a) vertical de simetría de la máquina. b) longitudinal.		Comparador	Cabezal, mesa, carro transversal y consola fijos. El comparador fijo al árbol toma las posiciones indicadas en a) y b).	a) 0,025 para $\pm 90^\circ$ b) 0,025/300	a) $\pm 30^\circ$ b)
610	Perpendicularidad del eje del árbol del cabezal a la ranura media de la mesa.		Comparador y Escuadra.	Mesa en su posición central. Mesa, carro transversal y consola fijos. El comparador fijo al árbol toma las posiciones indicadas en a) y b).	0,020/300*	0,022/300
611	Paralelismo de la ranura media al desplazamiento longitudinal de la mesa.		Comparador	Carro transversal y consola fijos. Colocar el comparador en un elemento fijo de la máquina. Desplazar la mesa en su dirección longitudinal.	0,015 para cualquier longitud de 300 Desviación máxima tolerada 0,040	0,011
612	Paralelismo de la guía del brazo soporte al eje del árbol del cabezal en los planos: a) vertical b) horizontal		Comparador y eventualmente un nivel de precisión. Mandril de verificación	Brazo fijo.	a) 0,020 para una longitud de medición de 300 (brazo soporte inclinado hacia abajo). b) 0,020 para una longitud de medición de 300	a) 0,020 inclinación del brazo soporte hacia arriba b) 0,050

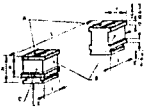
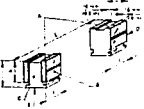
VEN-F05

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
G13	Rectitud de la ranura media de la mesa.		Comparador y Regla.	La regla puede descansar directamente sobre la mesa, teniendo cuidado de no moverla durante la prueba.	0,010 para cualquier longitud de 500 Desviación máxima tolerada 0,030	0,005
G14	Paralelismo del eje del árbol del cabezal al desplazamiento transversal de la mesa en los planos: a) vertical b) horizontal		Comparador y Mandril de Verificación.	Mesa en el centro de su desplazamiento longitudinal. Consola fija. Recorrer la mesa transversalmente.	a) 0,025/300 Extremo del mandril de verificación dirigido hacia abajo. b) 0,025/300	a) 0,033/300 Extremo libre del mandril hacia arriba b) 3,014/300
G15	Paralelismo del eje del árbol del cabezal a la superficie de la mesa.		Comparador y Mandril de Verificación.	Mesa y carro (transversal) libres, consola fija. Desplazar la base del comparador sobre la superficie de la mesa.	0,025/300 Extremo libre del mandril de verificación dirigido hacia abajo.	0,038/300 Extremo libre del mandril hacia arriba
G16	Cabeceo del cono interior del árbol del cabezal: a) a la salida del alojamiento. b) a una distancia de la nariz del cabezal igual a 750.		Comparador y Mandril de Verificación.	Montar el mandril en el husillo. Poner en contacto el palpador con una generatriz del mandril. Girar el husillo. Medir en a) y después en b).	a) 0,010 b) 0,010	a) 0,104 b) 0,139

VKH-F06

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
G17	Coincidencia del eje de la luneta con el eje del árbol del cabezal en los planos: a) vertical b) horizontal		Comparador y Mandril de Verificación.	Luneta a 300 mm de la nariz del árbol del cabezal. La medida debe hacerse lo más cerca posible de la luneta. Brazo fijo y luneta sin sujetar por su soporte a la consola.	a) 0,030 Eje de la luneta más abajo que el eje del cabezal. b) 0,030	a) 0,045 Eje de la luneta arriba del eje del cabezal. b) 0,135
		1a. Variante. 		1a. Variante. Por derogación de la norma NOM-8-198 el comparador montado sobre el árbol del cabezal palpa el barreno de la luneta. La lectura hecha con el comparador debe dividirse entre dos para la comparación con la desviación tolerada.		
		2a. Variante. 		2a. Variante. A. El mandril o el árbol portafresa se introduce por su extremidad en la luneta. B. El mandril se introduce a media longitud de la luneta. La lectura hecha con el comparador no debe dividirse entre dos.		

VAN-F01

NO	Condiciones de maquinado	Dibujo	Condiciones de ejecución	Verificación prevista	Instrumentos de medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones Permisibles	Notas
P1	<p>MAQUINAS PARA FRESAR CON ARBOL DEL CABEZAL VERTICAL.</p> <p>Fresado de la cara A con desplazamiento longitudinal automático de la mesa y desplazamiento transversal manual del carro transversal en dos pasadas que se traslapan de 5 a 10 mm aproximadamente.</p>		<p>Con una fresa de 2 cortes cilíndrica frontal.</p>	<p>a) la cara A sobre cada bloque es plana.</p> <p>b) la altura H del o de los bloques es constante</p>	<p>Regla y galgas o amplificador, micrómetro.</p>	<p>Antes de empezar la prueba, asegúrese que la cara E sea plana.</p> <p>Las piezas de ensayo se colocarán en el eje longitudinal de la mesa y en forma tal que la longitud L se reparta igualmente a cada lado de la longitud de la mesa.</p>	<p>a) 0,020</p> <p>b) 0,030</p>	
	<p>Fresado de las bandas de las caras B, C y D con desplazamiento longitudinal automático de la mesa, transversal automático del carro transversal y vertical manual del carro del cabezal.</p>	<p>L (longitud de la pieza de ensayo o distancia entre las caras extremas de las dos piezas de ensayo) = 1/2 de la carrera longitudinal.</p> <p>1) 1/8 carrera longitudinal 140 para L ≤ 500 150 para 500 < L ≤ 1000 200 para L > 1000</p> <p>Nota: Para acuerdo con el fabricante la forma de la pieza que figura en los esquemas puede reemplazarse por una figura más sencilla con caras planas; el ensayo realizado con esta forma simplificada debe ser por lo menos tan estricto que con la forma representada.</p>	<p>Con la misma fresa trabajando tangencialmente</p> <p>c) Los planos que contienen las bandas de las caras B, C y D son perpendiculares entre sí y cada uno de ellos perpendicular a la cara A.</p>	<p>Escuadra y galgas.</p>	<p>Nota: Por acuerdo con el fabricante la forma de la pieza que figura en los esquemas puede reemplazarse por una figura más sencilla con caras planas; el ensayo realizado con esta forma simplificada debe ser por lo menos tan estricto que con la forma representada.</p>	<p>c) 0,020/100</p>		
P2	<p>MAQUINAS PARA FRESAR CON ARBOL DEL CABEZAL HORIZONTAL.</p> <p>Fresado de la cara B con desplazamiento longitudinal automático de la mesa y desplazamiento vertical manual del carro del cabezal en dos pasadas que se traslapan de 5 a 10 mm aproximadamente.</p>		<p>Con una fresa de 2 cortes cilíndrica frontal.</p>	<p>a) la cara B sobre cada bloque es plana.</p>	<p>Regla y galgas o amplificador.</p>	<p>Fijar todos los órganos corredeños que no intervienen en las operaciones de corte.</p>	<p>a) 0,020</p>	0,030
	<p>Fresado de las bandas de las caras A, C y D con desplazamiento longitudinal automático de la mesa, vertical automático del carro del cabezal y transversal manual del carro transversal.</p>	<p>2) Carreras longitudinales: 400 utilizar una pieza de ensayo que se maquinará sobre toda su longitud.</p> <p>3) Material: fundición.</p>	<p>Con la misma fresa trabajando tangencialmente</p> <p>b) Los planos que contienen las bandas de las caras A, C y D son perpendiculares entre sí y cada uno de ellos perpendicular a la cara B.</p> <p>c) La altura H del o de los bloques es constante</p>	<p>Escuadra y galgas</p> <p>micrómetro</p>	<p>Cuando la fresa está montada sobre su mandril, se recomiendan las tolerancias siguientes:</p> <p>1 Error de cilíndricidad: ≤ 0,020</p> <p>2 Error de circularidad de rotación: ≤ 0,025</p> <p>3 Alabeos: ≤ 0,030 (la fresa debe afilarse sobre su mandril).</p>	<p>b) 0,020/100</p> <p>c) 0,030</p>	<p>0,242/100</p> <p>0,030</p>	

3.3.1 RECOMENDACIONES EN LA REALIZACION DE CADA PRUEBA.

PRUEBAS GEOMETRICAS.

Prueba G1.

NIVELACION DE LA MESA DE TRABAJO.

Antes de llevar a cabo la nivelación es conveniente limpiar y revisar el estado de las guías, sobre todo en fresadoras usadas, las cuales podrían estar maltratadas y los rebordes o rebabas no permitirían un asentamiento correcto del nivel.

Nivélase la mesa en la dirección longitudinal colocando el nivel en el centro y en ambos extremos de la mesa, posiciones A, B y C, y posteriormente en la dirección transversal colocando el nivel en los puntos D, E y F. Verifíquese nuevamente la nivelación en la dirección longitudinal. En el caso de que se haya desnivelado en esta dirección se repite el procedimiento hasta obtener resultados satisfactorios.

Se debe tomar en cuenta que debido a la planitud de la mesa no es posible que todos los puntos donde se coloca el nivel estén dentro de la tolerancia establecida por la norma, por lo que se recomienda que al menos los puntos B y E si se encuentren dentro de dicha tolerancia.

Prueba G2.

PLANITUD DE LA SUPERFICIE DE LA MESA.

Para determinar la planitud se establece, en primer lugar, un plano de referencia a partir del cual se harán las mediciones. Este plano estará determinado por las rectas AB y AD, donde los puntos A, B y D son puntos de la superficie por verificar cuya cota es cero. Se determina el perfil de las rectas AB, HF, DC, AD, EG, BC, AC y BD, en el sentido indicado en el dibujo, recorriendo el nivel sobre la mesa a intervalos constantes a lo largo de cada una de ellas.

Al realizar las mediciones la cabeza del nivel electrónico debe estar colocada en una misma dirección como se muestra en la figura 3.1, para no perder la referencia así como deben coincidir los puntos de intersección de las rectas. Debido al acabado de la superficie de la mesa los puntos de apoyo del nivel deben asentar en las partes más altas de la superficie en cada punto de medición.

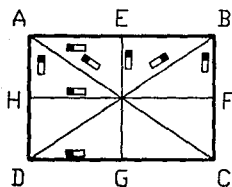


Figura 3.1

Prueba G3.

RECTITUD DEL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA CONSOLA

La escuadra se coloca sobre la mesa teniendo cuidado de no moverla durante la prueba y el comparador se coloca en una parte fija de la máquina en forma tal que el palpador se encuentre en el sitio donde, con el uso normal de la máquina, la herramienta se encuentra en contacto con la pieza. En esta forma, se toma en cuenta el valor real de los atascamientos y de los desplazamientos secundarios del órgano móvil.

Prueba G4.

PERPENDICULARIDAD DE LA SUPERFICIE DE LA MESA A LAS GUIAS DE LA CONSOLA (EN TRES POSICIONES).

Los datos de la posición central y los dos extremos (superior e inferior) de la prueba G3 pueden ser utilizados en esta prueba con la diferencia de que en este caso no se abaten los datos y se obtiene el ángulo que forma la superficie de la mesa con respecto a la vertical.

Prueba G5.

PERPENDICULARIDAD DE LA SUPERFICIE DE LA MESA AL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DEL CARRO DEL CABEZAL.

La escuadra se coloca sobre la mesa teniendo cuidado de no moverla durante la prueba, si es posible, utilizar un implemento de sujeción. El comparador se fija en el carro del cabezal con el palpador colocado en el lugar de trabajo de la herramienta.

Prueba G7.

a) CABECEO DE LA CABEZA DEL HUSILLO

El palpador se pone en contacto con el husillo. Se observarán las desviaciones en sentido radial del comparador durante una rotación lenta del husillo.

No se utilizarán superficies cónicas para la realización de esta prueba, pues éstas afectarán a la medición debido al juego axial. Se podrán usar sólo en caso de conicidad reducida y se estimará el efecto de dicho juego sobre la medición.

La fuerza axial aplicada en esta prueba y que garantiza que se está midiendo el juego axial mínimo debe ser proporcionada por los fabricantes, como esto no es así se realizaron pruebas en el husillo de un torno de cono morse 5 y se obtuvo que una fuerza entre 10 y 15 kg es necesaria para garantizar un asentamiento de los redamientos en sus pistas.

b) ALABEO.

Definiciones:

1) De una superficie.

Se designa por alabeo el defecto de una superficie plana que, girando alrededor de un eje, no permanece en el plano perpendicular a este eje. El alabeo está dado por la distancia H que separa los dos planos perpendiculares al eje entre los cuales se encuentran los puntos de la superficie durante la rotación (ver figura 3.2).

a) Superficie no plana

b) Superficie y eje de rotación no perpendiculares

c) Desplazamiento axial periódico del husillo

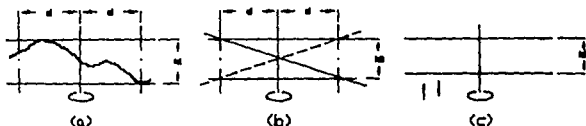


Figura 3.2

11) De una superficie a una distancia "d" del eje.

Se representa por la distancia h que separa los dos planos perpendiculares al eje entre los que se encuentra la porción de la superficie delimitada por un cilindro de revolución que tenga un diámetro $2d$ y como eje de simetría el eje teórico de rotación de la superficie.

El alabeo es el resultado de los diferentes defectos de la superficie y del eje de rotación de que se trata (h_1 , h_2 y h_3), ver figura 3.2.

Procedimiento de medición:

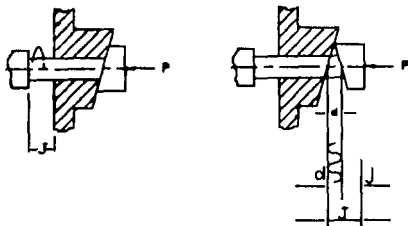
Como el alabeo tiende a aumentar a medida que se aleja del eje de rotación, la verificación se hará en la medida de lo posible, sobre la circunferencia correspondiente a los puntos más alejados del eje. Se observarán las desviaciones en una rotación lenta del husillo, la diferencia entre las lecturas máxima y mínima será la medida del alabeo.

c) MOVIMIENTO AXIAL PERIODICO DEL HUSILLO

Definición:

Juego Axial Mínimo.

Es el valor más pequeño de los posibles desplazamientos, según el eje, de un órgano giratorio medidos en reposo de cada una de las posiciones del órgano alrededor de su eje (ver figura 3.3).



J = Juego axial máximo j = juego axial mínimo d = desplazamiento axial periódico

Figura 3.3

Desplazamiento axial periódico.

Es la amplitud del movimiento alternativo de vaivén, según el eje de un órgano giratorio, cuando se hace girar éste, eliminando la influencia del juego axial mínimo por empuje axial en un sentido determinado (ver figura 3.3).

Procedimiento de la medición.

a) Movimiento axial periódico.

Con el fin de eliminar los juegos de los cojinetes extremos, el árbol del cabezal se someterá a un ligero esfuerzo en la dirección de la medición. El palpador del comparador se colocará alineado lo mejor posible sobre el eje de rotación, las mediciones se obtendrán haciendo girar el árbol del cabezal en forma continua a una velocidad reducida, apoyándolo en el sentido indicado.

El valor del desplazamiento axial puede obtenerse con una aproximación satisfactoria aplicando un esfuerzo según el eje y colocando el comparador, no exactamente sobre el eje, sino a una distancia reducida de éste. En estas condiciones los errores de planitud y alabeo de la cara palpada que son generalmente muy reducidos, no perturban sensiblemente las mediciones, pero es necesario efectuar la verificación para dos posiciones a 180° del comparador y hacer el promedio algebraico de las lecturas (ver figura 3.4).

Para aplicar la fuerza axial durante esta prueba se utilizarán los dispositivos y el palpador plano descritos en el capítulo 2.7.2 y 2.7.3.

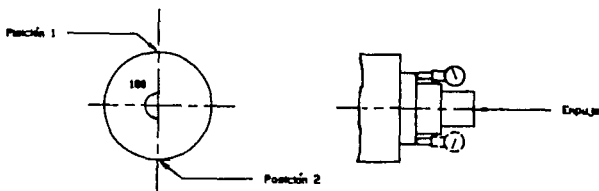


Figura 3.4

Prueba G8.

PERPENDICULARIDAD DEL DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL DE LA MESA A SU DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL.

Es conveniente realizar primero la prueba G10, sobre todo en las fresadoras cuya mesa puede girar alrededor de un eje vertical, debido a que la mesa puede estar girada un ángulo apreciable que traería consigo una falta de perpendicularidad de sus movimientos muy grande.

Prueba G9.

PERPENDICULARIDAD DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL A LA SUPERFICIE DE LA MESA.

Se coloca un comparador en el dispositivo descrito en el capítulo 2.7.1. Debido al acabado de la superficie de la mesa de algunas fresadoras, el palpador debe tocar la parte más alta de la superficie en cada punto de medición.

Prueba G10.

PERPENDICULARIDAD DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL A LA RANURA MEDIA DE LA MESA.

Se monta el comparador en el dispositivo utilizado en la prueba anterior. Es recomendable el uso de un comparador de palanca que toque directamente la superficie interior de la ranura "T". En el caso de que el comparador utilizado sea recto, la medición se hará sobre una escuadra (ver capítulo 2.7.1) que apoya en la superficie interior de la ranura "T", como se muestra en el dibujo.

Prueba G12.

PARALELISMO DE LA GUIA DEL BRAZO SOPORTE AL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL.

Se coloca el mandril en el husillo de la fresadora y se monta el comparador en la luneta, con el palpador tocando una generatriz del mandril, desplazándola a lo largo del brazo soporte la distancia indicada a intervalos constantes.

La deflexión producida al colocar la luneta en el extremo del brazo soporte es despreciable si es menor de $2 \mu\text{m}$ (10% de la tolerancia) en la distancia indicada (300 mm), si es mayor debe tomarse en cuenta al calcular la desviación.

Dada la imposibilidad de hacer que coincidan el eje de rotación y el eje geométrico del mandril y para tomar en cuenta los errores provocados por esta situación y tratar de eliminarlos, es necesario efectuar una medición en una posición cualquiera y después en otra haciendo un giro de 180° del husillo. El promedio algebraico de las dos lecturas dará la desviación de paralelismo en el plano considerado.

Prueba G13.

RECTITUD DE LA RANURA MEDIA DE LA MESA.

Se coloca un comparador en el dispositivo descrito en el capítulo 2.7.1 y se realizan las mediciones colocando la regla paralela a la ranura media, de no ser así, la rectitud se calcula abatiendo los datos obtenidos.

Prueba G14.

PARALELISMO DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL AL DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL DE LA MESA.

Mismas consideraciones de la prueba G12.

Prueba G15.

PARALELISMO DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL A LA SUPERFICIE DE LA MESA.

El palpador se fijará en una base plana, tocando el cilindro que materializa el eje, la que se desplazará a lo largo del plano en la cantidad indicada. En cada punto de medición, la distancia más corta se determinará desplazando ligeramente el instrumento de medición en el sentido perpendicular al eje. Como en este caso el eje es giratorio, es suficiente realizar la verificación en la posición media y en los dos extremos, tomando en cada posición dos lecturas a 180° para eliminar el error provocado por la no coincidencia del eje de rotación y el eje geométrico del mandril.

Debido a que la superficie de la mesa es irregular se recomienda que se mueva la base en una sola dirección palpando en el punto indicado con la base en una misma posición.

Prueba G16.

CABECEO DEL CONO INTERIOR DEL ARBOL DEL CABEZAL.

La parte cilíndrica del mandril se usará como referencia a la medición observando la desviación máxima durante una rotación lenta del husillo. La medición se realiza en dos posiciones "a" y "b" dado que una de ellas puede coincidir en el punto de intersección del eje de giro con el eje del mandril (figura 3.5).

Con el fin de tomar en cuenta la inexactitud de la colocación del mandril, estas operaciones deberán realizarse tomando dos lecturas a 180° en cada punto.

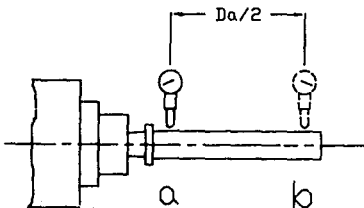


Figura 3.5

Prueba G17.

COINCIDENCIA DEL EJE DE LA LUNETTA CON EL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL.

En el primer caso se tiene el problema de maquinar un cilindro que ajuste en la luneta de cada fresadora y sobre todo con el acabado y tolerancias requeridas. En la segunda variante se debe fabricar un mandril con un diámetro exterior igual al de la luneta además de que al colocar la luneta en el punto B puede provocar daño al mandril, por otro lado el árbol portafresa debido a su acabado superficial no puede ser utilizado como referencia por lo que en esta prueba se realizará la variante 1.

Se coloca el comparador en una base magnética fija al husillo de la fresadora poniéndose en contacto el palpador con el agujero interior de la luneta. Se toman las mediciones en los planos horizontal y vertical. La variación de la indicación del instrumento representa el doble del error de coincidencia por lo que debe dividirse entre dos para la comparación con la desviación tolerada.

PRUEBAS PRACTICAS.

En la realización de todas las pruebas prácticas es necesario hacer trabajar la máquina en vacío para que llegue a su temperatura de trabajo. El número de piezas fabricadas y eventualmente el número de pasadas por efectuar sobre una pieza determinada será tal que sea posible determinar la precisión media de ejecución. Es muy importante que estas pruebas sean ejecutadas con buena fe procurando que los cortadores estén en buenas condiciones de afilado, correcta sujeción de la pieza y la herramienta, etc.

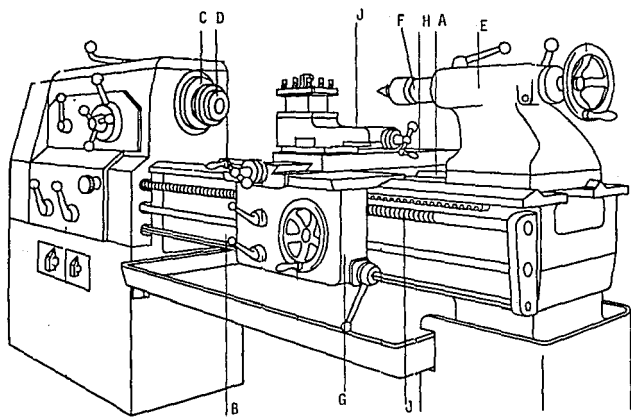
La profundidad de los cortes de acabado será de aproximadamente 0.1 mm (0.004 in). La sujeción de la pieza debe permitir que la prueba se realice sin tener que desmontar la pieza hasta haber concluido la prueba. La excentricidad de la fresadora no debe ser mayor de 0.050 mm.

La verificación de las piezas se puede realizar en una mesa de planitud con ayuda de un comparador o en una máquina de medición por coordenadas.

4.3 NOMENCLATURA UTILIZADA EN TORNOS.

- A) Guías.
- B) Bancada.
- C) Husillo.
- D) Nariz del husillo.
- E) Contrapunto.
- F) Mango del contrapunto.
- G) Carro longitudinal (carro).
- H) Carro transversal.
- I) Carro auxiliar.
- J) Tornillo de roscar.

En la figura siguiente se muestran todos estos componentes.



3.5 CARTAS DE PRUEBA

PARA TORNOS

FORMA: YNN-T01

CENTRO DE INSTRUMENTOS

U N A M

CONDICIONES DE ACEPTACION PARA
TORNOS DE EXACTITUD GENERAL

DE ACUERDO CON ISO 1708-1975 Y
DIN 8607

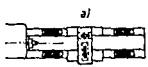

UNIDADES EN MILIMETROS

TIPO:	TORNO PARALELO	MAQUINA NUMERO:	215 157
RESPONSABLE:	FELIX RODRIGUEZ P.	NUMERO DE ORDEN:	001
FECHA:	11 / NOV / 80	CLIENTE:	C.I. - UNAM

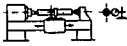
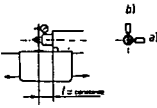
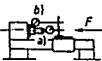
Distancia entre centros (DC): 1,000 mm
Diámetro máximo de torneado (Da): 450 mm

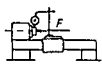
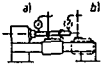
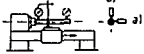
NOTA: Por Norma son aceptadas únicamente las dimensiones en milímetros, sin embargo, en México gran cantidad de máquinas e instrumentos fueron concebidos bajo el sistema inglés, por lo que en tal caso se manejarán las unidades correspondientes y se emitirá el veredicto en milímetros.

VERIFICACIONES GEOMETRICAS

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	medidas
41	Verificación de nivelación a) En la dirección longitudinal Rectitud de las gulas en el plano vertical.	 <p style="text-align: center;">a)</p>	Nivel de precisión. Métodos ópticos u otros. Accesorios (Paralelas, puente de medición, etc.), disponibles para el tipo de guala.	hacer mediciones en un número de posiciones igualmente espaciadas a lo largo de toda la bancada. El nivel puede colocarse sobre el carro y usarlo como puente para desplazarlo sobre toda su longitud y tomar las mediciones.	a) DC ≤ 500 0,01 (convexa) 500 < DC ≤ 1000 0,020 (convexa) Tolerancia local 0,3075 para cualquier longitud de 250. DC > 1000 Por cada 1000 adicionales en DC sumar a la tolerancia correspondiente: 0,010 Tolerancia local 0,015 para cualquier longitud de 500.	a) 0,3:20 (convexa)
	b) En la dirección transversal	 <p style="text-align: center;">b)</p>		b) Colocar el nivel transversalmente y hacer mediciones en posiciones igualmente espaciadas. Para ambas mediciones el nivel puede ser colocado en las gulas o en el carro.	b) Variación de nivel: 5,34/1000	b) 0,001/1000

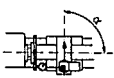


VKH-T02

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	medidas
62	Rectitud del movimiento del carro en el plano horizontal.		DC hasta 1500 Comparador, mandril entre centros o regla de 300 o hasta 500 de longitud	Montar el mandril entre centros. Colocar el comparador sobre el carro. Apoyar el palpador en el plano horizontal contra el mandril. Recorrer el carro a lo largo del mandril.	DC \leq 500 0,015 500 < DC \leq 1000 0,030 DC > 1000 Por cada 1000 asistencias en DC sumar a la tolerancia correspondientes: 0,005 Máxima desviación permisible: 0,030 0,020%
63	Paralelismo del movimiento del carro con las guías del contrapunto. a) En el plano horizontal b) En el plano vertical		Comparador	Colocar el comparador sobre el carro, poner el palpador en contacto con el mango del contrapunto. El mango del contrapunto debe sacarse una longitud suficiente y asegurarse como en condiciones normales de trabajo. Escorrer el carro y el contrapunto juntos sobre toda la longitud de la bancada.	DC \leq 1500 a) y b) 0,030 Tolerancia local 0,020 para cualquier longitud de 500 DC > 1500 a) y b) 0,040 Tolerancia local 0,030 para cualquier longitud de 500	a) 0,023 b) 0,015 a) b)
64	a) Movimiento axial periódico del husillo. b) Alabeo.		Comparador	Comparador a) En el eje del husillo. b) Sobre la cara del husillo en la circunferencia correspondiente a los puntos más alejados del eje. Girar lentamente el husillo. Durante el giro empujar los rodamientos aplicando una fuerza constante F. El valor de la fuerza debe ser especificado por el fabricante	a) 0,010 b) 0,020 incluyendo el desplazamiento axial periódico	a) 0,004 b) 0,004

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Instrumentos de medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
55	Cabeceo de la nariz del husillo.		Comparador	Colocar el comparador de tal modo que se observen desviaciones en sentido radial. Girar lentamente el husillo. Durante el giro empujar los rodamientos aplicando una fuerza constante F. El valor de la fuerza debe ser especificado por el fabricante.	0,010	0.0055
56	Cabeceo del cono interno del husillo. a) En la nariz del husillo. b) A una distancia equivalente a $0a/2$ sujeto a un máximo de 100		Comparador Mandril de prueba con mango cónico.	Colocar el mandril de prueba en el cono interno. Colocar el comparador en la circunferencia del mandril. Girar el husillo. Medir en a) y después en b).	a) 0,010 b) 0,020 para una longitud de 300 mm.	a) 0.051 b) 0.169 /300
57	Paralelismo del eje del husillo con el movimiento del carro en una longitud igual a $0a/2$, sujeto a un máximo de 100. a) En el plano horizontal. b) En el plano vertical.		Comparador Mandril de prueba con mango cónico.	Montar el mandril en el husillo. Poner en contacto el palpador con una generatriz del mandril. Mover el carro a lo largo de la longitud de prueba. Girar el husillo 180° y realizar la medición nuevamente. Secuencia de medición como en 56.	a) 0,015/300 hacia la herramienta. b) 0,020/300 hacia arriba.	a) 0.035/294 hacia la herramienta b) 0.039/126 hacia arriba

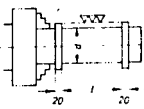
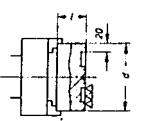
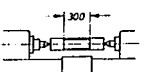
VNH-T04

No.	Nombre de la Prueba	Dibujc	Instrumentos de medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
68	Paralelismo del eje del mango del contrapunto con el movimiento del carro. a) En el plano horizontal. b) En el plano vertical.		Comparador	Poner el comparador en contacto con el mango del contrapunto retractado y asegurado en C. Sacar el mango 100 mm y asegurarlo. Llevar el carro hasta d. Medir en la posición c y después en la d.	a) 0,015/100 hacia la herramienta. b) 0,020/100 hacia arriba.	a) 0,0085/100 hacia arriba b) 0,017/100 hacia arriba
69	Paralelismo del eje del cono del contrapunto con el movimiento del carro. a) En el plano horizontal. b) En el plano vertical. Sobre una longitud igual a $0a/4$, sujeto a un máximo de 300.		Comparador Mandril de prueba con mango cónico.	Montar el mandril en el contrapunto, retractado y asegurado. Colocar el comparador en contacto con el mandril en la posición c y mover el carro a lo largo de la bancada.	a) 0,010/300 hacia la herramienta. b) 0,030/300 hacia arriba.	a) 0,007/120 hacia la herramienta b) 0,016/120 hacia arriba
70	Los puntos del cabezal y contrapunto a la misma altura sobre un plano de referencia.		Comparador Mandril de prueba para colocar entre centros.	Punto del cabezal y contrapunto asegurados. Poner en contacto el comparador con la generatriz superior del mandril. Medir en los extremos del mandril.	0,040 El centro del contrapunto más alto que el centro del cabezal	0,025 contrapunto más abajo que el cabezal.
71	Paralelismo del eje del husillo con el movimiento longitudinal del carro auxiliar.		Comparador Mandril de prueba con mango cónico.	Alinear paralelamente el carro auxiliar con el eje del husillo en el plano M. Asegurar el carro longitudinalmente. Montar el mandril en el husillo. Mover el carro auxiliar con el comparador en contacto con el mandril. Girar el mandril 90° y repetir la medición.	0,040/300	0,055/120

No.	Nombre de la Prueba	Dibujos	Instrumentos de Medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones	
					Permisibles	Medidas
512	Perpendicularidad del eje del husillo con el movimiento transversal del carro.		Comparador Plato de prueba o regla.	Montar el comparador sobre el carro transversal. Plato de prueba o regla fijo al husillo. Mover el carro transversal 100 mm. (Ver método alternativo en la descripción de las pruebas)	0,020/100 Error en dirección a 2 90°.	0,027/150 $\alpha = 85^{\circ}50'28,0''$
513	Juego axial periódico del tornillo de avance en cada dirección		Comparador Bola de acero.	Colocar el comparador en contacto con la bola de acero en el centro del tornillo de rosca. Usando el tornillo de avance mover el carro en ambas direcciones. Esta prueba se puede omitir si se realiza la prueba práctica P1 (exactitud de trabajo).	0,015 (En cada dirección)
514	Medición de la exactitud del paso. a) Generado por el tornillo de rosca. b) Medido en el tornillo de rosca.		a) Comparador Tornillo de Roscar Patrón. b) Instrumentos de medición de precisión a escoger. (Pero usar tuerca o segmento de tuerca).	a) Montar el tornillo de rosca patrón entre centros y colocar el indicador en la cara. b) Como una alternativa a la medición a) puede presentarse un diagrama de prueba del tornillo de avances antes de ser instalado.	DC S 2000 a) y b) 0,040 para una longitud de medición de 100 Máxima desviación permisible 0,050	a) b)

VWH-706

PRUEBAS PRACTICAS

No.	Nombre de la Prueba	Dibujo	Condiciones de maquinado	Instrumentos de medición	Instrucciones de Prueba	Desviaciones Permisibles	
						Medidas	Medidas
P1	Exactitud de trabajo en torneado longitudinal. a) Circularidad b) Cilíndricdad.	 <p>$D \pm 0,018$ $L = 0,50a$</p>	<p>En ausencia de un acuerdo el fabricante especificará: formas de herramienta usada, material para la pieza de prueba (fundición o acero), velocidad y profundidad de corte, etc.</p> <p>La pieza de trabajo debe ser montada en un chuck ajustado y torneada en acabado de una sola pasada.</p>	<p>Instrumento de medición de precisión o micrómetro externo con indicador de cardán.</p>	<p>a) Diámetros medidos a 120°. La mayor diferencia de diámetros es la magnitud de la variación.</p> <p>b) La diferencia en los dos diámetros torneados es el valor de la variación.</p>	<p>a) 0,010</p> <p>b) 0,040 para $L = 300$</p>	<p>a) 0,030</p> <p>b) 0,037 $L = 200$</p>
P2	Exactitud de trabajo en refrentado.	 <p>$D \pm 0,50a$ $L_{max} = 0,5a$</p>	<p>La pieza es montada en el chuck. Esta debe tener dos o tres superficies anulares (una de estas empieza en el centro), las cuales son refrentadas de una pasada.</p>	<p>Regla (de longitud suficiente para el diámetro de la pieza) y bloques medidores.</p>	<p>Colocar la regla en la cara de la pieza de trabajo, directamente o sobre los bloques medidores del mismo espesor. Determinar la distancia entre la regla y la superficie de la pieza con bloques medidores e lo largo de todo el diámetro.</p>	<p>0,025 para $D = 300$ Es conveniente que la superficie sea cóncava.</p>	<p>0,038 $D = 200$</p>
P3	Exactitud del paso en el tornillo de roscar.	 <p>La exactitud del tornillo de roscar es determinada por la verificación geométrica G13. La prueba práctica P3 es realizada sólo cuando hay algún acuerdo especial.</p>	<p>La pieza de trabajo se monta entre centros, se realizan cortes de acabado de una sola pasada. La cuerda puede empezar en cualquier punto del tornillo de roscar.</p>	<p>Instrumento de medición de precisión. (Comparador óptico, microscopio para fabricante de herramientas, etc.)</p>	<p>Las instrucciones de prueba pueden ser especificadas de acuerdo al tipo de instrumento de medición empleado.</p>	<p>DC S 2000 0,040 para cualquier longitud de 300.</p> <p>Tolerancia local: 0,015/60 medida en cualquier punto.</p>	<p>.....</p> <p>0,275/50</p>

3.5.1 RECOMENDACIONES EN LA REALIZACION DE CADA PRUEBA.

PRUEBAS GEOMETRICAS

Prueba G1.

VERIFICACION DE NIVELACION.

En la prueba de máquinas pequeñas el carro debe estar colocado en la posición central de la bancada. Para el caso de máquinas con más de dos apoyos, el carro se debe colocar entre dos de ellos y hacer las mediciones colocando el nivel en los puntos de la bancada que están sobre los tornillos de nivelación.

Como generalmente la guía frontal es triangular sería necesario utilizar para su nivelación un bloque "V"; sobre el que se colocaría el nivel, esto implicaría tener un bloque especial para cada tipo de guía y dado que se permite utilizar el carro como puente de nivelación, entonces sobre este ha de colocarse el nivel {1, 2.a, 2.b}.

a) Dirección longitudinal.

Para esta dirección más que una nivelación se trata de determinar la rectitud del desplazamiento del carro longitudinal en el plano vertical, para lo cual, el nivel debe ser colocado sobre este de tal modo que se puedan observar desviaciones cuando se desplaza en la dirección longitudinal. En este caso el carro principal funciona como pie del nivel, así se toman lecturas igualmente espaciadas a lo largo de toda la longitud de la bancada. El error de rectitud será la mayor de las desviaciones después de abatidas, de este modo el resultado que se obtiene es un promedio del comportamiento de ambas guías de la bancada.

b) Dirección transversal.

En la dirección transversal se puede colocar el nivel sobre el carro y se toman lecturas en posiciones igualmente espaciadas a lo largo de toda la bancada, es importante que las desviaciones de nivel, en esta dirección, no rebasen la tolerancia que marca la Norma y además de que no cambien de signo {1}.

El nivel sólo debe colocarse sobre superficies maquinadas o rasqueteadas, es decir, no en aquellas que tienen un acabado muy burdo.

Prueba G2.

RECTITUD DEL MOVIMIENTO DEL CARRO EN EL PLANO HORIZONTAL

(Para el caso de desplazamientos que no sobrepasen 1600 mm)

Una vez montado el mandril entre centros se coloca el comparador sobre el carro palpando la generatriz anterior del mandril. Se efectuará una primera medición sobre esta generatriz, después una segunda haciéndolo girar sobre su propio eje 180° . Posteriormente se volteará el mandril extremo por extremo y se repetirán las mediciones anteriores sobre las mismas generatrices. Por último se hará el promedio de las cuatro lecturas con lo que se eliminarán las desviaciones posibles debidas a imperfecciones del cilindro.

El objetivo de los giros realizados al mandril cuando se llevan a cabo estas mediciones es el de eliminar sus errores de forma, de tal modo que al realizar una primera medición y girarlo 180° sobre su propio eje se intentan reducir los errores debidos a la no coincidencia entre el eje de giro del mandril (formado por sus puntos) y su eje geométrico. Ver figura 3.6.

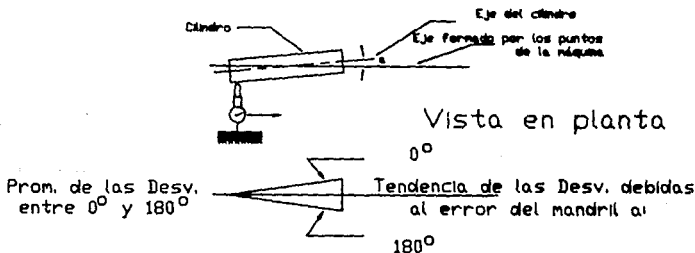


Figura 3.6

Si el cilindro, aparte de no coincidir su eje geométrico y el eje formado por sus puntos es curvo este error también se elimina, figura 3.7.

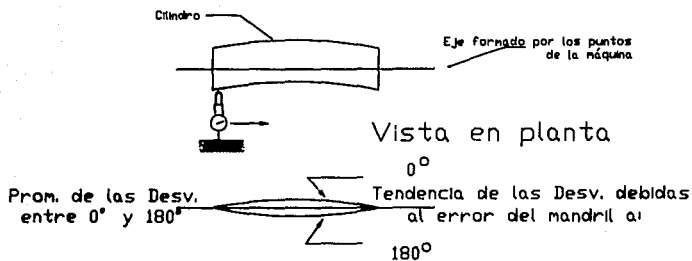


Figura 3.7

Por otro lado al girar el cilindro extremo por extremo se pretende eliminar los errores de conicidad que pueda tener, figura 3.8.

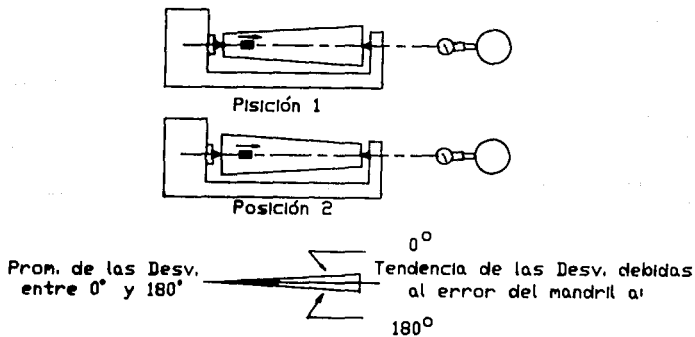


Figura 3.8

Es conveniente que las secciones seleccionadas sobre el mandril para ser usadas como referencia en la medición sean tales que, al darle la vuelta extremo por extremo, vuelvan a coincidir en las secciones usadas antes para las mismas posiciones del carro; para que al hacer los promedios de los puntos todos se refieran a condiciones semejantes y emitir un resultado más real. Esto se puede lograr marcando el mandril en la sección central de su longitud y de ahí partir con incrementos iguales a derecha e izquierda para usar estas secciones como referencia.

En el caso de desplazamientos que sobrepasen 1600 mm, se deben utilizar otros métodos tales como los ópticos.

Prueba G3.

PARALELISMO DEL MOVIMIENTO DEL CARRO CON LAS GUIAS DEL CONTRAPUNTO

Se fija el comparador en el carro palpando en el punto "a" de la figura que se muestra en la carta. Los dos órganos se desplazarán conjuntamente, en el mismo sentido, colocándose en diferentes posiciones para tomar lecturas a lo largo de toda la bancada. Se repite el mismo procedimiento pero ahora colocando el comparador sobre el plano vertical del contrapunto.

En ambos casos solo debe fijarse el mango y no la tuerca de sujeción de la base del contrapunto con las guías, para evitar deformaciones durante la medición.

Prueba G4.

a) MOVIMIENTO AXIAL PERIODICO DEL HUSILLO

Definiciones: [2.a]

Juego Axial Mínimo.

Es el valor más pequeño de los posibles desplazamientos, según el eje, de un órgano giratorio medidos en reposo de cada una de las posiciones del órgano alrededor de su eje (ver figura 3.9).

Desplazamiento axial periódico.

Es la amplitud del movimiento alternativo de vaivén, según el eje de un órgano giratorio, cuando se hace girar éste, eliminando la influencia del juego axial mínimo por empuje axial en un sentido determinado (ver figura 3.9).

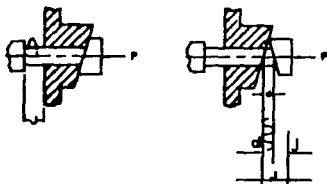
Procedimiento de la medición.

a) Móvimiento axial periódico.

Con el fin de eliminar los juegos de los cojinetes extremos, el árbol del cabezal se someterá a un ligero esfuerzo en la dirección de la medición. El palpador del comparador se colocará alineado lo mejor posible sobre el eje de rotación y las mediciones se obtendrán haciendo girar el árbol del cabezal en forma continua a una velocidad reducida, apoyándolo en el sentido indicado.

Por Norma, la magnitud de la fuerza necesaria para garantizar que el juego axial mínimo se ha eliminado debe ser especificado por los fabricantes de las máquinas herramientas, sin embargo no se encuentra información al respecto. Por otro lado, un criterio sobre la magnitud necesaria, según los fabricantes de rodamientos, es que una fuerza suficiente y que no produce daños a los rodamientos es entre 8 y 10 Kg.

Finalmente, pruebas experimentales llevadas a cabo en husillos con conos morse número 5 y 6 mostraron una variación de $0.5 \mu\text{m}$ al aplicar fuerzas entre 10 y 15 Kg, magnitud que no es representativa dado que la Norma tiene tolerancias de $10 \mu\text{m}$ para esta característica; por lo cual se puede afirmar que para tornos con husillos como los mencionados y menores estas fuerzas son suficientes.



J = Juego axial máximo
j = juego axial mínimo
d = desplazamiento axial periódico

Figura 3.9

El valor del desplazamiento axial puede obtenerse con una aproximación satisfactoria aplicando un esfuerzo según el eje y colocando el comparador, no exactamente sobre el eje, sino a una distancia reducida de éste. En estas condiciones los errores de planitud y alabeo de la cara palpada, que son generalmente muy reducidos, no perturban sensiblemente las mediciones pero es necesario efectuar la verificación para dos posiciones a 180° del comparador y hacer el promedio algebraico de las lecturas (ver figura 3.10).

Para aplicar la fuerza axial durante esta prueba se utilizarán los dispositivos y el palpador plano descritos en el capítulo 2.7.2.

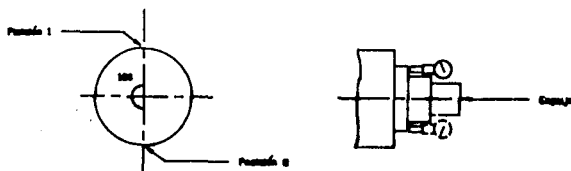


Figura 3.10

b) ALABEO.

Definiciones: [2.a]

- 1) De una superficie.

Se designa por alabeo el defecto de una superficie plana que, girando alrededor de un eje, no permanece en el plano perpendicular a este eje. El alabeo está dado por la distancia H que separa los dos planos perpendiculares al eje entre los cuales se encuentran los puntos de la superficie durante la rotación (ver figura 3.11).

- ii) De una superficie a una distancia " d " del eje.

Se representa por la distancia h que separa los dos planos perpendiculares al eje entre los que se encuentra la porción de la superficie delimitada por un cilindro de revolución que tenga un diámetro $2d$ y como eje de simetría el eje teórico de rotación de la superficie.

El alabeo es el resultado de los diferentes defectos de la superficie y del eje de rotación de que se trata (h_1 , h_2 y h_3), ver figura 3.11.

Procedimiento de medición:

Como el alabeo tiende a aumentar a medida que se aleja del eje de rotación, la verificación se hará en la medida de lo posible, sobre la circunferencia correspondiente a los puntos más alejados del eje. El husillo se hace girar lentamente una vuelta completa, la diferencia entre las lecturas máxima y mínima será la medida del alabeo.

- a) Superficie no plana
- b) Superficie y eje de rotación no perpendiculares
- c) Desplazamiento axial periódico del husillo

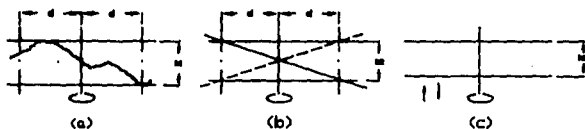


Figura 3.11

Prueba G5.

CABECEO DE LA NARIZ DEL HUSILLO

El palpador se pone en contacto con el husillo. Se observarán las desviaciones en sentido radial del comparador durante una rotación lenta del husillo y la diferencia del valor máximo menos el mínimo será la medida del cabeceo.

No se utilizarán superficies cónicas para la realización de esta prueba, pues estas afectarán a la medición debido al juego axial. Se podrán usar sólo en caso de conicidad reducida y se estimará el efecto sobre la medición de dicho juego.

Se hizo una estimación del error que se comete cuando se utiliza una superficie cónica como referencia de una medición y suponiendo que se encuentra en el límite de la tolerancia para el juego axial ($10 \mu\text{m}$), bajo estas condiciones si la referencia es un cono morse 4, el error es de $0.273 \mu\text{m}$ y para estas mismas condiciones pero utilizando un cono americano 40 el error es de $1.5 \mu\text{m}$, por lo que si el juego axial se encuentra dentro de lo establecido por la Norma, las superficies con forma cónica si pueden usarse como referencia, dado que la tolerancia para esta prueba es de $10 \mu\text{m}$ junto al husillo.

Prueba G6.

CABECEO DEL CONO INTERIOR DEL HUSILLO

Si el palpador del comparador no se puede colocar directamente dentro del cono interior del husillo, entonces se debe usar un mandril de control, además se deben tener presentes las precauciones referentes a las superficies cónicas de la prueba anterior. La parte cilíndrica del mandril se usa como referencia a la medición y se procede de modo semejante a la prueba G5. La medición se realiza en dos posiciones "a" y "b" (figura 3.12.), dado que una de ellas podría coincidir en el punto de intersección del eje de giro con el eje del mandril.

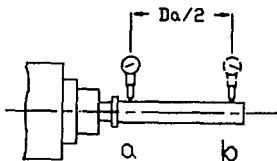


Figura 3.12

Con el fin de tomar en cuenta la inexactitud de la colocación del mandril, en particular en el caso de mandriles con mango cónico, estas operaciones deberán realizarse dos veces haciendo girar cada vez 180° el mandril en relación con el husillo y se tomará el promedio de las desviaciones

obtenidas; es decir, montar el mandril en el husillo y tomar las mediciones en los puntos "a" y "b" girando lentamente el mismo, posteriormente se gira el mandril 180° con respecto al husillo para realizar la segunda medición nuevamente. (Esta serie de mediciones tiene el mismo objetivo que el descrito en la prueba G2). La lectura que debe tomarse es el valor máximo menos el mínimo.

Prueba G7.

PARALELISMO DEL EJE DEL HUSILLO CON EL MOVIMIENTO DEL CARRO

Dada la imposibilidad de hacer que coincidan el eje de rotación y el eje geométrico del mandril y para tomar en cuenta los errores provocados por esta situación, es necesario efectuar una medición en una posición cualquiera y después en otra haciendo un giro de 180° del husillo. El promedio algebraico de las dos lecturas dará la desviación de paralelismo en el plano considerado. (Esta serie de mediciones tiene el mismo objetivo que el descrito en la prueba G2).

Prueba G8.

PARALELISMO DEL EJE DEL MAGO DEL CONTRAPUNTO CON EL MOVIMIENTO DEL CARRO

Para esta prueba al decir que el contrapunto debe estar retractado y asegurado, se refiere a que debe fijarse el mango y llegar a tope la tuerca de la base, solo para garantizar que la base del contrapunto no se ha despegado de sus guías y así no causarles deformaciones.

La base del comparador se fija en el carro longitudinal, el mango debe estar retractado y asegurado, se coloca el palpador de modo que se puedan observar desviaciones en el plano horizontal y se toma una medición (posición "c" de la carta), ahora se saca el mango del contrapunto aproximadamente 100 mm y se asegura nuevamente; en seguida se desplaza el carro longitudinal hasta que el palpador se encuentre aproximadamente en la misma posición del mango donde se hizo la primera medición. Esta misma operación se repite para el plano vertical.

En el procedimiento descrito, el orden de verificación de un plano y otro no es relevante.

Es conveniente realizar este experimento en distintas posiciones a lo largo de la bancada y así tendremos una mejor representación del comportamiento a lo largo de su longitud útil.

Prueba G9.

PARALELISMO DEL EJE DEL CONO DEL CONTRAPUNTO CON EL MOVIMIENTO DEL CARRO

Para esta prueba también es aplicable la nota sobre la fijación del contrapunto de la prueba anterior.

Como en este caso el cono del contrapunto no gira, es necesario hacer una medición en una posición cualquiera del mandril, sacarlo y girarlo 180° para hacer una segunda lectura, el promedio algebraico de las mediciones dará la desviación del paralelismo.

Para comparar las desviaciones leídas con las tolerancias se obtiene la diferencia de la desviación máxima y mínima, y en función de las desviaciones se determina la dirección.

También es conveniente relizar este experimento en distintas posiciones a lo largo de la bancada y así tendremos una mejor representación del comportamiento a lo largo de la bancada.

Prueba G10.

LOS PUNTOS DEL CABEZAL Y CONTRA PUNTO A LA MISMA ALTURA SOBRE EL PLANO DE REFERENCIA

Para este caso, se debe tener la precaución de verificar que el contrapunto se encuentra en la parte central de su viaje transversal, es decir, observar que sus marcas coincidan una con la otra; además se debe asegurar que se está palpando el punto máximo en la sección que se realiza la medición. Esto último se logra con pequeños movimientos del palpador en la dirección transversal y como la base del palpador está fija sobre el carro, entonces con auxilio de éste se puede localizar el punto máximo.

Se puede pensar que se está cometiendo un error al ayudarse con el movimiento del carro transversal, pero éste es mínimo dado que se espera que las guías por muy dañadas que se necuentren en un pequeño movimiento el cambio no debe ser tan grande, por lo que tal error es despreciable.

Prueba G11

PARALELISMO DEL EJE DEL HUSILLO CON EL MOVIMIENTO LONGITUDINAL DEL CARRO AUXILIAR

El alineamiento del carro auxiliar con el eje del husillo en el plano horizontal se puede realizar con ayuda de un

mandril montado en el husillo de la máquina palpando sobre él en este mismo plano y en sus extremos. El carro estará alineado cuando la desviación entre uno y otro extremo del mandril sea mínimo.

Durante el alineamiento y durante la realización de la prueba se deben realizar los giros del husillo, con el mandril montado, de 180° para tratar de eliminar sus errores; como se describió en pruebas anteriores.

Prueba G12.

PERPENDICULARIDAD DEL EJE DEL HUSILLO CON EL MOVIMIENTO TRANSVERSAL DEL CARRO

Método Alternativo.

Se fija la regla en el carro auxiliar del torno de modo que quede perpendicular al eje de rotación del husillo.

La alineación de la regla se realiza fijando un palpador en el husillo y haciendo mediciones a 180° sobre la regla hasta que en ambas posiciones marquen la misma desviación, además, debe cuidarse la verticalidad de la superficie de referencia de la regla.

Una vez alineada la regla, el palpador se pone en contacto en un extremo de ésta y se recorre mediante el movimiento del carro auxiliar la distancia establecida tomando las lecturas correspondientes. (ver Figura 3.13).

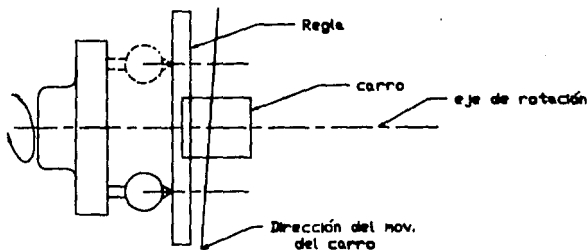


Figura 3.13.

PRUEBAS PRACTICAS.

Para la realización de todas las pruebas prácticas es necesario hacer trabajar la máquina en vacío para que llegue a su temperatura de trabajo. El número de piezas fabricadas y el número de pasadas por efectuar sobre una pieza determinada será tal que sea posible determinar la exactitud media de ejecución. Es muy importante que estas pruebas sean ejecutadas cuidadosamente procurando que los cortadores estén en buenas condiciones de afilado, correcta sujeción de la pieza y la herramienta, etc.

Un corte de acabado en torno ha sido definido como aquel que produce una viruta de 0.1 a 0.2 milímetros (0.004 a 0.008 in.) de altura y 0.05 a 0.1 milímetros (0.002 a 0.004 in.) de avance, trabajando a la máxima velocidad que se permita para la herramienta de corte y para la pieza de trabajo. La superficie maquinada resultante debe ser lisa y sin marcas que pudieran indicar vibración. [1]

En cuanto a las instrucciones de medición de las piezas, se deben especificar de acuerdo con los instrumentos empleados.

Prueba P1

EXACTITUD DE TRABAJO EN TORNEADO LONGITUDINAL

a) **Circularidad.** Para esta prueba el laboratorio de Metrología cuenta con una máquina especial para medir circularidad, por lo que dicha característica se medirá con esta máquina.

b) **Cilindricidad.** Para medir cilindridad el laboratorio cuenta con una MMC que puede reportar este resultado con mayor exactitud, por lo que se usará esta máquina.

Prueba P2

EXACTITUD DE TRABAJO EN REFRENTADO

Para la medición de planitud de la cara refrentada durante esta prueba se utilizará la MMC o sobre un marmol con un palpador electrónico montado sobre una base no magnética como en el primer método de medición de rectitud del mandril.

Prueba P3.

EXACTITUD DEL PASO EN EL TORNILLO DE ROSCAR

En esta prueba se realizará una rosca de una longitud máxima de 300 mm y después se verificará su exactitud con ayuda de un comparador óptico o microscopio para fabricante de herramientas o cualquier otra máquina especial para dicho fin.

CAPITULO IV

TRATAMIENTO DE DATOS EN LA VERIFICACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

4.1 ERRORES EN LA MEDICION

En las cartas para la realización de las pruebas geométricas a las máquinas herramientas se establecen las tolerancias que deben cumplir. Al ejecutar las mediciones para determinar si las desviaciones están dentro de dichas tolerancias se tienen errores de dos tipos, aleatorios y sistemáticos, los cuales deben ser tomados en cuenta al efectuar el tratamiento de datos.

Los errores sistemáticos (condicionados por el sistema) son siempre repetitivos y presentan, para cada punto de medida, un valor y polaridad determinados cuando se opera en igualdad de circunstancias. Estos pueden ser corregidos considerando su regularidad. Se deben, por ejemplo, a errores de división del sistema de medición, falta de calibración del sistema de medición, etc.

Los errores aleatorios son provocados por varias causas no predecibles aún manteniendo constantes las condiciones de trabajo, estos, varían sin norma, valor y dirección, tornando inseguro el valor de la medición. Es decir, ocasionan la falta de repetibilidad en una serie de mediciones consecutivas.

Algunas causas de la aparición de estos errores son: falta de limpieza del área de trabajo, la superficie de contacto palpada es irregular o rugosa, inestabilidad de los soportes de los instrumentos o partes de la máquina, variaciones de voltaje, estado anímico del metrológico, etc.

Con el fin de simplificar el procedimiento para el tratamiento de datos, se considera lo siguiente:

1. Los instrumentos de medición empleados están calibrados o se tiene su carta de calibración para corregir las lecturas tomadas por lo cual los errores sistemáticos son nulos. En cuanto a los errores aleatorios serán considerados al calcular la desviación estándar de las mediciones hechas.
2. La distribución de los datos obtenidos en cada punto de la medición es Normal.
3. La desviación total DT es el valor ha compararse con las tolerancias especificadas por norma.
4. La probabilidad de que los resultados estén dentro de la tolerancia especificada será de 0.9973, es decir, la correspondiente a una desviación estándar de 3σ .
5. Los datos obtenidos serán abatidos en el caso de que no se esté determinando paralelismo o perpendicularidad de ejes, piezas y/o movimientos.

4.2 TIPOS DE MEDICION

En la mayoría de las pruebas se determina el paralelismo, rectitud o perpendicularidad de ejes y/o movimientos, por ello, la obtención de la desviación total se reduce a determinar las variaciones de una serie de puntos a lo largo de una trayectoria de medición.

La metodología utilizada involucra la repetición de las mediciones en cada posición aproximándose al punto deseado en una o dos direcciones. Cuando la serie de mediciones es hecha en la misma dirección a lo largo de una trayectoria, se dice que la medición fue unidireccional, y es bidireccional cuando la serie de mediciones se realiza en cualquier dirección. El símbolo \dagger significa un parámetro derivado de una medición hecha después de una aproximación en la dirección positiva, y \ddagger en la dirección negativa, i.e. $X\dagger$ o $X\ddagger$.

Para una medición bidireccional las lecturas se realizarán de acuerdo al ciclo mostrado en la figura 4.1. En cada punto de medición se harán 5 lecturas en cada dirección excepto cuando se tenga una buena repetibilidad de los datos, en cuyo caso, es conveniente hacer al menos 3 eventos.

4.3 DESVIACION TOTAL (DT) EN MEDICIONES UNIDIRECCIONALES

En el caso de una medición unidireccional se obtiene una gráfica como se muestra en la figura 4.2, en donde para cada punto de medición se tiene una distribución de los valores medidos (figura 4.2.b), cuyo valor medio (\bar{X}) y su desviación estándar (σ) se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\bar{X}_i \uparrow = 1/n \sum_{i=1}^n X_i \uparrow \quad 4.1.$$

$$\sigma_i \uparrow = \sqrt{1/(n-1) \sum_{i=1}^n (X_i \uparrow - \bar{X}_i \uparrow)^2} \quad 4.2.$$

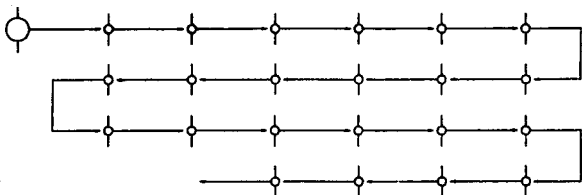
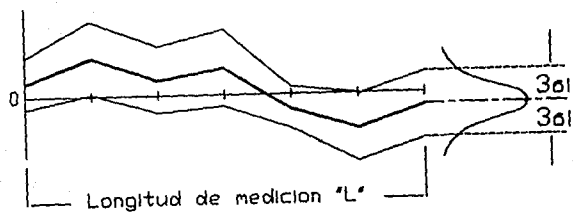


Figura 4.1

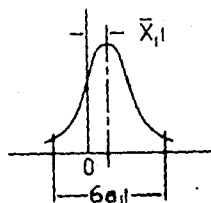
La obtención de la desviación total (DT) se puede hacer por dos formas. En la primera [2.c], la cual utilizaremos en el presente trabajo, se adiciona a la diferencia entre el valor máximo y mínimo de los valores medios en cada punto de medición su correspondiente desviación estándar (fig. 4.3), esto es:

$$DT = \bar{X}_{i_{\max}} \uparrow - \bar{X}_{j_{\min}} \uparrow + 3\sigma_i \uparrow + 3\sigma_j \uparrow \quad 4.3.$$

La otra forma de obtener la desviación total [2.f] es calcular un valor promedio de las desviaciones estándar y adicionarlo a la diferencia entre el valor máximo y mínimo de los valores medios (fig. 4.4), esto es:



a)



b)

Figura 4.2

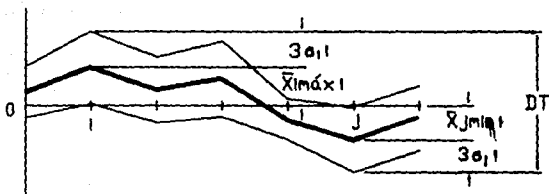


Figura 4.3

$$DT = \bar{X}_{\max} \uparrow - \bar{X}_{\min} \uparrow + \bar{\sigma} \uparrow \quad 4.4.$$

$$\bar{\sigma} \uparrow = 1/n \sum_{i=1}^n \sigma_i \uparrow \quad 4.5.$$

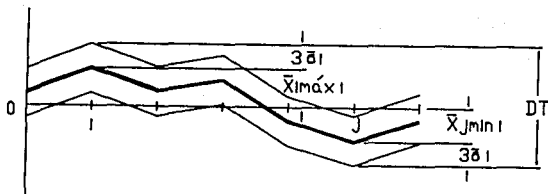


Figura 4.4

4.4 DESVIACION TOTAL (DT) EN MEDICIONES BIDIRECCIONALES

Para una medición bidireccional, una vez fijado a lo largo de la trayectoria por verificar un número de muestras cuyos valores individuales se obtienen repitiendo varias veces el mismo punto aproximándose a este en ambos sentidos, se calculan los valores medios y desviaciones estándar de cada punto en las dos direcciones de posicionamiento mediante las siguientes ecuaciones:

$$\bar{X}_i \uparrow = 1/n \sum_{i=1}^n X_i \uparrow \quad 4.1.$$

$$\bar{X}_i \downarrow = 1/n \sum_{i=1}^n X_i \downarrow \quad 4.6.$$

$$\sigma_i \uparrow = \sqrt{1/(n-1) \sum_{i=1}^n (X_i \uparrow - \bar{X}_i \uparrow)^2} \quad 4.2.$$

$$\sigma_i \downarrow = \sqrt{1/(n-1) \sum_{i=1}^n (X_i \downarrow - \bar{X}_i \downarrow)^2} \quad 4.7.$$

Al igual que para una medición unidireccional, la desviación total se puede obtener por dos formas, en la primera [2.c] se sobreponen las dos gráficas de desviaciones y se calcula la diferencia entre el máximo y mínimo de los valores medios de cualquiera de las dos direcciones sumándole su respectiva desviación estándar como se muestra en la figura 4.5. Esta forma se utilizará en el presente trabajo.

$$DT = \bar{X}_{1\max} - \bar{X}_{2\min} + 3\sigma_1 + 3\sigma_2 \quad 4.3.$$

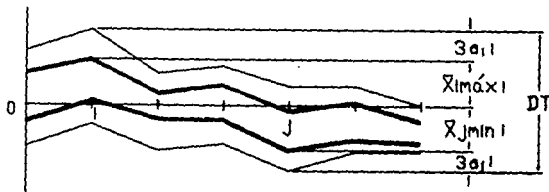


Figura 4.5

La otra forma de obtener la desviación total [2.f] y que da resultados semejantes es calculando la media aritmética de los valores medios \bar{X}_1 de las dos direcciones de posicionamiento (fig. 4.6).

$$\bar{X}_1 = \frac{\bar{X}_{1\uparrow} + \bar{X}_{1\downarrow}}{2} \quad 4.8.$$

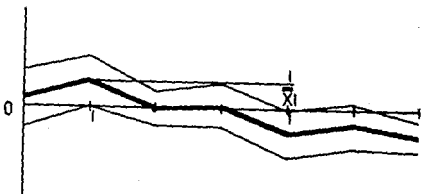


Figura 4.6

Posteriormente se calcula el valor promedio de la diferencia de las desviaciones medias obtenidas en una posición para las dos direcciones de aproximación denominado valor de inversión (\bar{U}), así como, el promedio de las desviaciones estándar en las dos direcciones:

$$U_i = |\bar{X}_{i\uparrow} - \bar{X}_{i\downarrow}| \quad 4.9.$$

$$\bar{U} = 1/n \sum_{i=1}^n U_i \quad 4.10.$$

$$\bar{\sigma} = 1/2n \sum_{i=1}^n (\sigma_{i\uparrow} + \sigma_{i\downarrow}) \quad 4.11.$$

Por lo tanto la desviación total va a estar dada por (fig. 4.7):

$$DT = \bar{X}_{i\max} - \bar{X}_{j\min} + \bar{U} + 6\bar{\sigma} \quad 4.12.$$

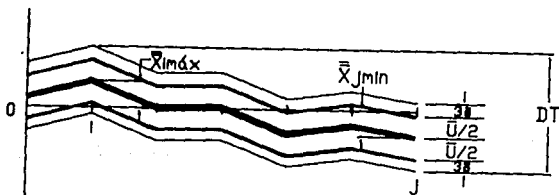


Figura 4.7

En las pruebas en las que se determina la rectitud de algún eje o movimiento, en general en los puntos extremos de la trayectoria de medición no se obtienen lecturas iguales por lo que es necesario abatir los datos para obtener la desviación en rectitud mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{X}_{\text{abat}} = \bar{X}_i - \bar{X}_o - \frac{(\bar{X}_n - \bar{X}_o)}{L_{\text{tot}}} L_i \quad 4.13.$$

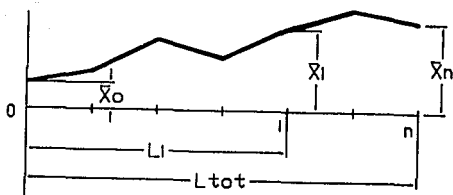


Figura 4.8

En las pruebas de perpendicularidad en que se determina el ángulo entre los ejes o elementos medidos, este ángulo se calcula al aproximar a una recta, por el método de mínimos cuadrados, los valores medios de los puntos medidos, fig. 4.9.

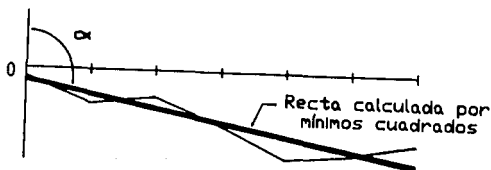


Figura 4.9

De acuerdo a los cálculos presentados anteriormente, se elaboraron hojas para la toma de datos durante la verificación. En éstas, el número de lecturas representa el número de muestras a lo largo de la trayectoria por verificar. La posición establece la distancia de cada muestra al primer punto que será tomado como referencia. La distancia entre cada muestra puede ser variable pero se recomienda que se utilicen intervalos constantes.

CAPITULO V

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se muestran las tablas con los datos tomados en la verificación geométrica de la fresadora horizontal del taller de prototipos del Centro de Instrumentos.

Las piezas correspondientes a las pruebas prácticas (plano 16), las cuales fueron medidas en una máquina de medición por tres coordenadas, presentaron los siguientes resultados:

Error máximo de planitud de la cara B de ambas piezas:
0.009 mm

Error máximo de planitud de todas las caras maquinadas:
0.009 mm

Error de ortogonalidad de caras (las caras corresponden a la figura de la prueba práctica P1):

A/B	0.038/100
C/B	0.212/100
A/C	0.014/100

A/B	0.113/100
D/B	0.117/100
A/D	0.028/100

Máxima variación en la altura H:
0.030 mm

FORMA: VHM-F001

CENTRO DE INSTRUMENTOS

U N A M

CONDICIONES DE ACEPTACION PARA PRESADORAS
CON MESA DE ALTURA VARIABLE Y ARBOL DEL
CABEZAL HORIZONTAL Y VERTICAL.

HOJA DE DATOS PARA VERIFICACION DE PRESADORAS.

UNIDADES EN MILIMETROS

TIPO: N25H	MAQUINA NUMERO: 0530313
RESPONSABLE: ESAD NORALES F	NUMERO DE ORDEN: 9020
FECHA: 6/NOV/80	CLIENTE: CENTRO DE INSTRUMENTOS, UNAM

NOTA: Por Norma son aceptadas unicamente las dimensiones en milímetros, sin embargo, en México gran cantidad de máquinas e instrumentos fueron concebidos bajo el sistema inglés, por lo que en tal caso se manejarán las unidades correspondientes y se emitirá el veredicto en milímetros.

VERIFICACIONES GEOMETRICAS

61. VERIFICACION DE NIVELACION

FECHA: 5/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): NIVEL DE BURBUJA

a) Dirección longitudinal	A) 0	B) 20	C) 120
b) Dirección transversal	D) 0	E) 80	F) 0

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VNH-F002

62. PLANITUD DE LA SUPERFICIE DE LA MESA.

FECHA: 14/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): NIVEL ELECTRONICO

Recta	I	II	III
AB	0	0	0
	-2	-3	-2
	-4.5	-3	-3.5
	-50	-50	-50
	-30	-30	-30
	-35	-35	-35
	-48	-50	-50
	-55	-55	-55
HF	0	0	0
	-0.5	-0.5	-1
	-1	-0.5	-0
	-13	-13	-13
	-18.5	-18.5	-18.5
	-23	-23	-23
	-30	-32	-32
	-30	-30	
DC	0	0	0
	-12.5	-12.5	-12.5
	-15	-14.5	-14.5
	-14	-13	-13
	-13	-12	-12
	-23	-23	-23
	-35	-35	-35
	-35	-35	
AG	0	0	0
	7	7.5	7.5

Recta	I	II	III
EG	0	0	0
	23	22	22
BC	0	0	0
	31	31	30.5
AC	0	0	0
	-9	-10	-10
	-23	-24	-24
	-31	-31.5	-31.5
	-12	-12	-12.5
	-37	-38.5	-37
	-52	-52	-52
	-24	-24	-25
BD	0	0	0
	-6.5	-7	-6
	-18.5	-19	-19
	-22	-23	-21
	-24	-28.5	-27
	-34	-35	-33.5
	-36	-37.5	-37
	-37	-38	-36

L₁ = 250 μm : RECTAS AB, HF, DCL₂ = 180 μm : RECTAS AG, EG, BCL₃ = 775 μm : RECTAS AC, BDPLANITUD DE LA SUPERFICIE: 28.7 μm OBSERVACIONES:.....
.....
.....
.....

YHN-F003

63. RECTITUD DEL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA CONSOLA EN LOS PLANOS:

FECHA: 6/NOV/90

a) VERTICAL DE SÍMETRIA DE LA MÁQUINA.

UNIDADES: mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): ESCUADRA Y COMPARADOR ELECTRÓNICO

Posición de la consola		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje de la cons.		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L E C T U R A S	1	0	12	-6	8	-12	8	-12	12	-16	20
	2	0	9	-5	4	-12	5	-20	7	-15	17
	3	0	14	-5	9	-11	15	-20	13	-35	20
	4		8		4		8		8		18
	5										
-	l	0	10.75	-5.33	6.25	-11.67	7.5	-20.67	10	-35.33	18.75
-	Tabat	0	0	3.5	-6.5	8.0	-7.25	5.83	-6.75	8	0
-		0	2.75	0.58	2.83	0.58	2.38	1.15	2.84	0.58	1.5

$\bar{Tabatnd} - \bar{Tabatnd}/n$	12.6
DT	24.9
σ_{tot} (mm)	24.9

VNH-F004

63. L) LONGITUDINAL.

FECHA: 6/NOV/80

UNIDADES: m

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): ESCHACRA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de la consola		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje de la cons.		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L	1	0	30	15	30	23	32	26	20	20	16
E											
C	2	0	28	16	37	23	31	26	20	20	18
F											
J	3	0	28	15	37	22	33	25	20	27	14
E											
A	4										
S	5										
-	X	0	28.33	15.67	37.33	22.67	32	25.67	20	27.67	15.33
-	Zabat	0	0	6.15	11.5	8.84	9.67	4.92	1.17	0	0
o		0	0.58	0.58	0.58	0.58	1.0	0.58	0	0.58	1.15

$\bar{Zabat} - \bar{Zabat} - \bar{Zabat}$	11.5
DT	16.7
L tot (m)	240

OBSERVACIONES:.....

VHM-F005

64. PERPENDICULARIDAD DE LA SUPERFICIE DE LA MESA AL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DEL CARRO DEL CABEZAL EN LOS PLANOS:

FECHA: 6/NOV/90

a) VERTICAL DE SIMETRIA DE LA MAQUINA.

UNIDADES: μm

(TOMAR LOS DATOS DE LA PRUEBA G3.a)

$\bar{x}_{dx} - \bar{x}_{fn}$	35.3
DT	37.1
α	$> 90^\circ$

64. b) LONGITUDINAL.

FECHA: 6/NOV/90

UNIDADES: μm

(TOMAR LOS DATOS DE LA PRUEBA G3.b)

$\bar{x}_{dx} - \bar{x}_{fn}$	27.7
DT	29.4

OBSERVACIONES:.....
.....
.....
.....

VNH-FD06

55. PERPENDICULARIDAD DE LA SUPERFICIE DE LA MESA AL DESPLAZAMIENTO VERTICAL
 DEL CARRO DEL CABEZAL EN LOS PLANOS:

FECHA:

a) VERTICAL DE SIMETRÍA DE LA MÁQUINA.

UNIDADES:

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S):

Posición del cabezal		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje del cabezal		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L E C T U R A S	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
-											
0											

$\bar{m}_r - \bar{m}_l$	
OT	
0	

VNH-F007

65. b) LONGITUDINAL.

FECHA:

UNIDADES:
 INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S):

Posición del cabezal		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje del cabezal		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L E C T U R A S	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
-											
0											

Indc - Indn	
DT	

OBSERVACIONES:.....

YMH-F001

66. PARALELISMO DE LA SUPERFICIE DE LA MESA A SU DESPLAZAMIENTO:

FECHA: 6/NOV/90

a) LONGITUDINAL.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): REGLA DE GRANITO Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de la mesa		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje de la mesa		→	←	→	←	→	←	→	←	→	←
L E C T U R A S	1	-2	0	-13	-12	-22	-20	-21	-25	-30	-28
	2	-2	0	-13	-12	-22	-20	-26	-26	-30	-28
	3	-1	0	-12	-11	-21	-20	-26	-25	-28	-28
	4										
	5										
-	X	-1.67	0	-12.67	-11.67	-21.67	-20	-26.33	-25.67	-29.67	-28
	σ	0.58	0	0.58	0.58	0.58	0	0.58	0.58	0.58	0

$\bar{Indx} - \bar{Total}$	28.0
DT	31.5

VNH-1000

56. D) TRANSVERSAL.

FECHA: 6/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): REGLA DE GRANITO Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de la mesa		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje de la mesa		→	←	→	←	→	←	→	←	→	←
L E C T U R A S	1	-3	-0	-0.5	2.0	0.5	1	-0.5	-2.5	-2	-5
	2	-3	0	-1	1.5	0.5	0	-0.5	-2.5	-2	-6.5
	3	-2	0	-0.5	2.0	1	1	0.5	-2	-1.5	-6.5
	4										
	5										
\bar{x}		-2.67	0	-0.67	1.83	0.67	0.67	-0.17	-2.33	-1.83	-6.33
σ		0.58	0	0.29	0.29	0.58	0.29	0.58	0.29	0.29	0.29

$\bar{x}_{\text{ada}} - \bar{x}_{\text{fin}}$	0.2
DT	9.9

OBSERVACIONES:.....

VNH-ED10

67. a) CABECERO DE LA MATIZ DEL HUSILLO

FECHA: 14/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO

EVENO	1	2	3	4	5	6	7
DIFERENCIA MAXIMA (d)	15	15	15	15		15	0

F (kg)	10	DT	15
--------	----	----	----

OBSERVACIONES:.....

67. b) ALABEO.

FECHA: 14/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO

EVENO	1	2	3	4	5	6	7
DIFERENCIA MAXIMA (d)	20	20	20	20		20	0

F (kg)	10	DT	20
--------	----	----	----

OBSERVACIONES:.....

67. c) MOVIMIENTO AXIAL PERIODICO DEL HUSILLO.

FECHA: 14/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO

EVENO	1	2	3	4	5	6	7
DIFERENCIA MAXIMA (d)	5	4.5	4.5	4		4.5	0.41

F (kg)	10	DT	5.7
--------	----	----	-----

OBSERVACIONES:.....

VHM-FD11

68. PERPENDICULARIDAD DEL DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL DE LA MECA A SU
DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL.

FECHA: 14/MAY/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): REGLA DE GRANITO, ESCUADRA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de la mesa		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje de la mesa		→	←	→	←	→	←	→	←	→	←
L E C T U R A S	1	0	4	-9	-4	-10	-12	-25	-20	-31	-29
	2	0	2	-9	-7	-17	-15	-25	-23	-31	-30
	3	0	1	-10	-6	-10	-10	-25	-24	-31	-32
	4	0	1	-10	-8	-10	-10	-25	-24	-31	-31
	5										
\bar{X}	0	2	-8.5	-6.75	-17.75	-15.25	-25	-22.75	-31	-30.5	
σ	0	1.41	0.58	1.49	0.5	2.5	0	1.89	0	1.28	

$\bar{X}_m - \bar{X}_n$	32.5
σ_T	46.6

OBSERVACIONES:.....

VNH-FD12

69. PERPENDICULARIDAD DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL A LA SUPERFICIE DE LA MESA EN LOS PLANOS:

FECHA:

a) VERTICAL DE SIMETRIA.

UNIDADES:

DIAMETRO DE ROTACION:

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S):

Angulo	0°	180°
L E C T U R A S		
1		
2		
3		
4		
5		
- X		
0		

DT	
0	

69. b) LONGITUDINAL.

FECHA:

UNIDADES:

DIAMETRO DE ROTACION:

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S):

Angulo	0°	180°
L E C T U R A S		
1		
2		
3		
4		
5		
- X		
0		

DT	
----	--

OBSERVACIONES:

.....

.....

VNH-F013

G10. PERPENDICULARIDAD DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL A LA RANURA MEDIA DE LA MESA.

FECHA: 9/NOV/90

DISTANCIA ENTRE PUNTOS PALPADOS: 300 mm

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO

Posición del husillo		0°	180°
L E C T U R A S	1	0	19
	2	0	20
	3	0	18
	4	0	20
	5		
-	X	0	19.25
	σ	0	0.96

\bar{X}_{dx}	19.25
\bar{X}_{dx}	0
$\bar{\sigma}$	0.96
DT	22.1

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VNH-FD1A

511. PARALELISMO DE LA BANDERA MEDIA AL DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL DE LA MESA.

FECHA: 1/NOV/90

UNIDADES: mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRÓNICO

Posición de la mesa		0		1		2		3		4	
Dirección del viaje de la mesa		→	←	→	←	→	←	→	←	→	←
L E C T U R A S	1	0	1	-5	-5	4	-4	0	-4	3	4
	2	0	1	-3	-6	4	-2.5	-2	-5	2.5	4
	3	0	-0.5	-5	-5.5	3	-4	-2	-4.5	1.5	3
	4	0	0.5	-5	-6.5	3.5	-2.5	-2	-6	0	3
	5										
\bar{x}	0	0.5	-4.5	-5.75	3.63	-3.25	-1.5	-4.00	1.75	3.5	
σ	0	0.71	1	0.65	0.41	0.97	1	0.85	1.32	0.58	

$\bar{T}_{dx} - \bar{T}_{df}$	9.25
DT	12.0

OBSERVACIONES:

.....

.....

VNH-F015

612. PARALELISMO DE LA GUIA DEL BRAZO SOPORTE AL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL

FECHA: 17/NOV/80

EN LOS PLANOS:

a) VERTICAL.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO Y MANDRIL DE PRUEBA

Posición de la luneta	0°		180°		
	0mm	300mm	0mm	300mm	
L E C T U R A S	1	0	-100	0	120
	2	0	-100	0	120
	3	0	-95	0	120
	4	0	-95	0	120
	5	0	-95	0	120
- X		0	-97	0	120
0		0	2.74	0	0
$\frac{x}{x_0}$		0	$\frac{x}{x_{300}}$		11.5

DT	19.7
----	------

INCLINACION DEL BRAZO
SOPORTE: HACIA ARRIBA

VNH-F016

612. b) HORIZONTAL.

FECHA: 17/NOV/80

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO Y MANORIL DE PRUEBA

Posición de la luneta	0°		180°		
	0mm	300mm	0mm	300mm	
L E C T U R A S	1	0	-125	0	70
	2	0	-115	0	70
	3	0	-120	0	65
	4	0	-120	0	60
	5	0	-120	0	65
-	X	0	-120	0	66
0	0	3.54	0	4.18	
=	I ₀	0	=	X ₃₀₀	-27

DT	50.2
----	------

OBSERVACIONES:.....

VNH-F017

613. RECTITUD DE LA PANURA MEDIA O DE REFERENCIA DE LA NESA.

FECHA: 1/NOV/90

UNIDADES: gm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): REGLA DE GRANITO Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de palpador	0	1	2	3	4	5
L	0	1	2	2.5	9	8
E						
C	0	1	3	3	0.5	8
F						
U	0	1	1.5	2.5	0.5	0
R						
A	0	1.5	2	3.5	9	9
S						
5						
\bar{x}	0	1.13	2.13	2.89	0.75	0.25
σ	0	0.25	0.63	0.18	0.20	0.5
\bar{T}_{obst}	0	-0.53	-1.18	-2.00	2.15	0

$\bar{T}_{\text{obst}} - \bar{T}_{\text{obst}}^{\text{fn}}$	2.1
DT	5.0

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VNH-FD16

SIA. PARALELISMO DEL EJE DEL ARBOL DEL CABEZAL AL DESPLAZAMIENTO
TRANSVERSAL DE LA MESA EN LOS PLANOS:

FECHA: 8/NOV/80

a) VERTICAL.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): MANÓMETRO DE PROBEA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de la mesa	1	2	3	4	5					
0°	0	4	11	17	21	26	36	40	55	55
180°	0	3.5	-26	-22.5	-50	-50	-70	-70	-90	-90
\bar{x}	0	2.75	-8.5	-2.75	-14.5	-12	-17	-15	-17.5	-17.5
0°	0	3	10	14	18	22	31	34	45	45
180°	0	2.5	-26	-21	-48	-45	-65	-60	-80	-80
\bar{x}	0	2.75	-8	-3.5	-15	-11.5	-17	-13	-17.5	-17.5
0°	0	3	15	11	23	19	45	33	48	47
180°	0	3	-21	-24	-50	-50	-70	-70	-90	-90
\bar{x}	0	3	-6.5	-6.5	-13.5	-15.5	-12.5	-18.5	-20.5	-21.5
0°	0	2.5	14	10	21	17.5	34	32	45	44
180°	0	2.5	-30	-24.5	-50	-50	-70	-70	-90	-50
\bar{x}	0	2.5	-8	-7.25	-14.5	-16.25	-18	-19	-22.5	-23
0°										
180°										
\bar{x}										

\bar{x}	0	3	-7.75	-5	-14.30	-13.91	-16.13	-15.4	-19.5	-19.88	$\sum \text{Indr} - \text{Indfn}$	22.8
\bar{x}	0	3.54	0.87	2.21	0.83	2.41	2.46	2.83	2.45	2.81	DT	32.8

EXECCION DEL PATRÓN: LIBRE DE:
NOMBRE: HACIA ADELANTE

VNH-ED:8

SIN. 01 HORIZONTAL.

FECHA: 8/NOV/90

UNIDADES: gm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): MANDRIL DE PRUEBA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición de la mesa		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0°	0	5.5	7	11	11	12	14	14	14	13	
100°	0	4	-10	-35	-10	-70	-110	-110	-115	-115	
\bar{x}	0	4.75	-11.5	-12	-29.5	-29	-48	-48	-68	-68.5	
0°	0	4	8	11	13	14	11	16	17	17	
100°	0	5	-32	-29	-72	-72	-115	-112	-158	-158	
\bar{x}	0	4.5	-12	-9	-29.5	-29	-52	-48	-70.5	-70.5	
0°	0	3	5.5	8	6.5	7.5	5.5	4.5	3	2	
100°	0	2.5	-36	-34	-70	-70	-107	-109	-148	-147	
\bar{x}	0	-2.75	-15.25	-13	-31.8	-31.3	-50.8	-52.25	-71.5	-72.5	
0°											
100°											
\bar{x}											
0°											
100°											
\bar{x}											

\bar{x}	0	4	-12.29	-11.33	-10.25	-29.75	-50.25	-48.42	-70	-70.5	
σ	0	1.09	2.04	2.08	1.3	1.3	2.05	2.45	1.8	2	

\bar{x}	$\bar{x}_{ind} - \bar{x}_{ref}$	74.5
DT		83.3

OBSERVACIONES:.....

VNH-FC20

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): MANDRIL DE PRUEBA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Posición del palpador	1	2	3	4
0°	0	60	70	100
180°	0	-15	-57	-110
\bar{x}	0	22.5	6.5	-5
0°	0	52	77	102
180°	0	-15	-55	-108
\bar{x}	0	23.5	9	-3
0°	0	60	70	90
180°	0	-15	-55	-101
\bar{x}	0	22.5	7.5	-8.5
0°	0	61	71	90
180°	0	-14	-55	-105
\bar{x}	0	23.5	8	-7.5
0°				
180°				
\bar{x}				

\bar{x}	0	23	7.75	-6
σ	0	0.58	1.04	2.5

DT	38.2
----	------

DIRECCION DEL EXTREMO LIBRE DEL
MANDRIL: HACIA ARRIBARESERVACIONES:.....
.....
.....

VNH-F021

616. CABECERO DEL CONO INTERIOR DEL ARBOL DEL CABEZAL.

FECHA: 15/NOV/90

a) A LA SALIDA DEL ALOJAMIENTO.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): MANDRIL DE PRUEBA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Mandril respecto al husillo	0°	180°
Dif. Máx.		
L E C T U R A S		
1	110	90
2	112	90
3	112	90
4	112	90
5		
- X	111.5	90
0	1	0
- X	100.8	

OT	103.8
----	-------

VKH-FD22

516. b) A UNA DISTANCIA DE LA CARA DE LA MARIZ IGUAL A 300mm.

FECHA: 15/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): MANDRIL DE PRUEBA Y COMPARADOR ELECTRONICO

Mandrill respecto al husillo	0°	180°
Dif. Mdz.		
L E C T U R A S		
1	95	150
2	100	145
3	100	150
4	95	150
5	100	150
- X	98	149
σ	2.74	2.24
- X	123.5	

DT	128.4
----	-------

DISTANCIA DEL HUSILLO AL PONTO DE
MEDICION: 300 mm

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VNH-FD23

617. COINCIDENCIA DEL EJE DE LA LUNETA CON EL EJE DEL ARBOL
DEL CABEZAL EN LOS PLANOS:

FECHA: 17/NOV/90

a) VERTICAL.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO

Posición del carro	0°	180°
L	0	-450
E	0	-450
C	0	-450
T	0	-450
U	0	-450
R	0	-450
A	0	-450
S	0	-450
- X	0	-450
0	0	0
= X	-225	

$$DT = \left| \frac{x}{x} \right| - \text{DEFLEXION}$$

DT	45
----	----

RELACION DEL EJE DE LA LUNETA CON RESPECTO
AL EJE DEL CABEZAL: EJE DE LA LUNETA MAS ARRIBA

DEL EJE DEL CABEZAL

DEFLEXION DEBIDA AL PESO DE LA BARRA Y EL COMPARADOR: 180 μm

VNH-F024

617. b) HORIZONTAL.

FECHA: 17/NOV/90

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): COMPARADOR ELECTRONICO

Posición del carro	0°	180°
U E C T O R A S 1	0	115
2	0	125
3	0	120
4		
5		
- X	0	120
0	0	5
= X	120	

DT	135
----	-----

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VNH-FG-25

A continuación se presentan los datos tomados durante la verificación de un torno paralelo, los cuales se encuentran en los formatos diseñados para anotar las lecturas durante las mediciones y de modo directo realizar el trabajo estadístico para emitir el resultado y compararlo contra el valor permitido por la Norma.

Por lo que se refiere a las pruebas prácticas efectuadas en el torno se encontró que el error de circularidad es de $36 \mu\text{m}$ y el de cilíndricidad es de $37 \mu\text{m}$, esto se determinó usando una máquina de medición por coordenadas, lo cual indica que la máquina está fuera de la tolerancia permitida.

Los resultados de la medición de la pieza de la prueba práctica 2 indican que además de ser convexa, tiene una diferencia de $38 \mu\text{m}$ para un diámetro de 200 mm entre un nivel y otro de las superficies maquinadas, cuando la norma solo permite $25 \mu\text{m}$ para 300 mm.

En la medición de la exactitud del paso del tornillo se encontró que el error es de 0.275 mm en 60 mm, cuando la norma solo permite 0.015 mm para la misma longitud.

FORMA: YXH-1001

CENTRO DE INSTRUMENTOS

U N A M

CONDICIONES DE ACEPTACION PARA

TORNOS DE EXACTITUD NORMAL

HOJA DE DATOS PARA VERIFICACION DE TORNOS

UNIDADES EN MILIMETROS

TIPO: TORNO PARALELO	MAQUINA NUMERO: 215 157
RESPONSABLE: FELIX RODRIGUEZ P.	NUMERO DE ORDEN: 001
FECHA: 17 / NOV / 1980	CLIENTE: C.I. - UNAM

Distancia entre centros (DC): 1,000 mm
Diámetro máximo de torneado (Da): 450 mm

NOTA: Por Norma son aceptadas únicamente las dimensiones en milímetros, sin embargo, en México gran cantidad de máquinas e instrumentos fueron concebidos bajo el sistema inglés, por lo que en tal caso se manejarán las unidades correspondientes y se emitirá el resultado final en milímetros.

VERIFICACIONES GEOMETRICAS

61. VERIFICACION DE NIVELACION

FECHA: 11./...11.../..88.

ENGABES: nn
 INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): nivel de burbuja
 LONGITUD DEL CARRO: 300 mm
 DIRECCION LONGITUDINAL

Posición del carro	0	1	2	3	4	5	6	7
L	6.15	12.3	6.15	-12.3				
E	6.15	12.3	6.15	-12.3				
C	6.15	12.3	6.15	-12.3				
U								
R								
A								
S								
\bar{L}	6.15	12.3	6.15	-12.3				
\bar{u}	0	0	0	0				
\bar{Tabat}	0	12.3	12.3	0				

$\bar{Tabat} - \bar{Taba}$	12.3
----------------------------	------

GT	12.3
----	------

OBSERVACIONES: La escala del nivel es 1 div. = 0.0005 pulg/div = 41 μ m.

b) DIRECCION TRANSVERSAL
 UNIDADES: g/m

FECHAS: 11./.../11./.../80.

Posición del carro	0	1	2	3	4	5	6	7
L	1	-41	0	41				
E	2	-41	0	41				
C	3	-41	0	41				
T	4							
U	5							
R								
A								
S								
	\bar{x}	-41	0	41				
	0	0	0	0				

$\bar{x}_{uds} - \bar{x}_{ufn}$	01
---------------------------------	----

01	01
----	----

OBSERVACIONES: El nivel cambia de signo.....

YMH-1003

52. RESULTADO DEL MOVIMIENTO DEL CARRO EN EL PLANO HORIZONTAL

FECHA: 16/.../1980.

UNIDADES: μm

DISTANCIA ENTRE DOS MEDICIONES CONSECUTIVAS: 100 mm

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN EMPLEADOS: comparador electrónico

Posición del carro	1	2	3	4	5	6	7	8
dirección del viaje del carro	→	←	→	←	→	←	→	←
P 0°	0	-1	-2	-3	-4	11	9	0
O 180°	0	-1	-2	-3,5	4	3	20	18
S 0°	0	-1,5	4	3,5	6,5	6,5	9	5,5
E 180°	0	-1,5	16	14,5	22	21	17	15
I -								
O x	0	-1,2	4	2,9	7,3	6,7	14,3	11,9
M -								
O 0°	0	-0,5	-1,5	-2,5	4,5	4,5	21	19
G 180°	0	-2	-2	-4	-3	-4,5	17,5	16
E 0°	0	-1	16	15	24	22	15,5	15
L 180°	0	-1,5	4	2,5	12	11,5	16	15
R -								
O x	0	-1,3	4,1	2,8	5,4	8,4	17,5	16,3
M -								
O 0°	0	-1	1	-1	4	3	18	16,5
G 180°	0	-1	18	17,5	23	21	18	15
I 0°	0	-1	-4,5	-5,5	-6,5	-8	8	6
L 180°	0	-1	-5	-6	1	0	15	12
-								
x	0	-1	2,4	1,3	5,4	4	14,8	12,4
O 0°								
O 180°								
O 0°								
O 180°								
-								
x								
x	0	-1,2	3,5	2,3	7,4	6,3	15,5	13,5
d	0	0,2	1,0	0,9	2,0	2,2	1,7	2,4
x								
robot	0	0	5,2	5,7	10,5	11,3	20,7	21,2

$\sum x$	$\sum y$	
$\text{med} - \text{inf}$		24,2

$\sum x$	$\sum y$
37	19,2

OBSERVACIONES: En las posiciones del carro 3, 4 y 5 el mandril presenta su regón más dañada.

VWV-1004

69. PARALELISMO DEL MOVIMIENTO DEL CARRO CON LAS GUIAS DEL CONTRAPUNTO

UNIDADES: mm

DISTANCIA ENTRE DOS MEDICIONES CONSECUTIVAS: 100 mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): comparador electrónico.

a) PLANO HORIZONTAL

FECHA: 19./.../..80.

Posición del carro		0	1	2	3	4	5	6	7						
Dirección del viaje del carro		→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←						
L E C T U R A S	1	0	-1	-8	-10	-12	-17,5	-13	-21	-12	-21	-11	-17,5	-9,5	-12
	2	0	-1,5	-7	-11	-12	-18	-13	-22	-11	-21	-11	-17,3	-9	-12,5
	3	0	-1,5	-7	-11,5	-12	-18	-13	-22	-12,5	-22	-11,5	-18	-9,5	-13
	4														
	5														
-	4	0	-1,3	-7,3	-10,8	-12	-18,2	-13	-21,3	-11,8	-21,3	-11,2	-17,3	-9,3	-12,5
>	0	0,29	0,58	0,76	0	0,76	0	0,58	0,76	0,58	0,29	0,29	0,29	0,1	

$\bar{V}_{de} - \bar{V}_0^n$	21,7
DT	23,44

OBSERVACIONES: El signo (-) indica una desviación hacia el operario.....

Posición del carro	0	1	2	3	4	5	6	7						
dirección del viaje del carro	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←	→ ←						
L	0	-2	-10	-11	-13	-14	-11	-11,5	-10	-11	-13	-12	-15	-15,5
E														
C	0	-1	-9,5	-11	-12	-13	-10,5	-10,5	-11,5	-3,5	-12,5	-11	-15	-14,5
T														
U	0	-1	-10	-10	-12	-13	-10	-10,5	-10	-10	-12,5	-11,5	-15	-14,5
S														
A														
S														
-														
E	0	-1,3	-9,8	-10,7	-12,3	-13,3	-10,5	-10,8	-12,5	-10,2	-12,7	-11,5	-15	-14,3
σ	0	0,58	0,29	0,58	0,58	0,58	0,5	0,58	0,87	0,76	0,29	0,5	0	0,58

$\bar{x}_{\text{mdx}} - \bar{x}_{\text{mfn}}$	14,3
OT	16,04

OBSERVACIONES: El signo (-) indica desviaciones hacia abajo.....

.....

.....

.....

64. a) MOVIMIENTO AXIAL PERIÓDICO DEL HUSILLO

FECHA: 20./...11../..90.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): Comparador electrónico y mecánico.

EVENTO	1	2	3	4	5
DIFERENCIA MÁXIMA (d)	1	1	1	1	

\bar{d}	1
σ	0
DT	1

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

64. b) ALABEO

FECHA: 20./...11../..90.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

EVENTO	1	2	3	4	5
DIFERENCIA MÁXIMA (d)	1	1	1	1	

\bar{d}	1
σ	0
DT	1

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

65. CABECEO DE LA MARIZ DEL HUSILLO

FECHA: 20./...11../..90.

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

EVENTO	1	2	3	4	5
DIFERENCIA MÁXIMA (d):	3	2	3	2,5	

\bar{d}	2.63
σ	0.48
DT	5.50

OBSERVACIONES:

.....

.....

66. CABECEO DEL CONO INTERIOR DEL HUSILLO

FECHA: 20./...11../..90.

a) A LA SALIDA DEL HUSILLO

UNIDADES: μm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

Mandril respecto al husillo	0°	180°
Dif. Máx.		
L	45	42
E		
C	48	42
T		
U	47	44
R		
A		
S		
5		
-		
X	48	42.67
σ	1	1.15
-		
X	44.34	

DT	51.24
----	-------

OBSERVACIONES:

.....

.....

VNH-T008

66. b) A UNA DISTANCIA DE LA CARA DE LA NAZIZ DEL HUSILLO IGUAL A 300mm.

FECHA: 20./...11../.90.

UNIDADES: μ m

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

Mandril respecto al husillo	0°	180°
Dif. Máx.		
1	225	80
2	220	74
3	223	76
4		
5		
-	222.67	76.67
σ	2.52	3.06
-	149.67	
\bar{x}		

OT	168.03
----	--------

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

YNN-TD00

67. PARALELISMO DEL EJE DEL HUSILLO CON EL MOVIMIENTO DEL CARRO:

UNIDADES: μm

LONGITUD DE PRUEBA: 120 mm

DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS DE MEDICIÓN CONSECUTIVOS: 40 mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): Comparador electrónico

67.a) PLANO HORIZONTAL

FECHA:/.../..99.

Posición del palpador	1	2	3	4
0°	0	16	34	50
180°	0	3	6	9
\bar{x}	0	9.5	20	29.5
0°	0	17	35	51
180°	0	4	9	10
\bar{x}	0	10.5	21.5	30.5
0°	0	18.5	37	57
180°	0	3	5.5	8
\bar{x}	0	10.75	21.25	32.5
0°				
180°				
\bar{x}				
0°				
180°				
\bar{x}				
σ	0	0.66	0.80	1.53
\bar{x}	0	10.25	20.82	30.83

$\frac{\sum x_i^2}{n} - \frac{(\sum x_i)^2}{n^2}$	30.83
DT	35.42

Dirección: Hacia el operario.

JMN-TD10

67.b) PLANO VERTICAL

FECHA: 3./...12../..96.

Posición del palpador	1	2	3	4
0°	0	6	11	15,5
180°	0	21	40	60
\bar{x}	0	13,5	25,5	37,5
0°	0	5	11,5	12
180°	0	21	40	60
\bar{x}	0	13	24,25	36
0°	0	6	10	15
180°	0	19,5	39,5	60
\bar{x}	0	12,75	24,75	37,5
0°				
180°				
\bar{x}				
0°				
180°				
\bar{x}				
σ	0	0,38	0,61	0,35
\bar{x}	0	13,08	24,83	37,08

$\bar{x}_{dx} - \bar{x}_{min}$	37,08
DT	39,93

Dirección: Hacia arriba.

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VHM-TG11

58. PARALELISMO DEL EJE DEL MANGO DEL OCTAPUNTO CON EL MOVIMIENTO DEL CARRO

UNIDADES: μm

LONGITUD DE PRUEBA: 100 mm

INSTRUMENTO(S) E NECESIDAD EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

58.a) PLANO HORIZONTAL

FECHA: 12./..12.../..96.

EVENO	C	D	DIRECCION	X
1	0	6.5	atras	6.5
2	0	9	atras	9
3	0	9	atras	9
4	0	3	atras	9
5				

x	
X	0.88
y	0.25
DT	0.63

58.b) PLANO VERTICAL

FECHA: 12./..12.../..96.

UNIDADES: μm

LONGITUD DE PRUEBA: 100 mm

EVENO	C	D	DIRECCION	X
1	0	13	arriba	13
2	0	13	arriba	13
3	0	14	arriba	14
4	0	16	arriba	16
5	0	14	arriba	14

x	
X	14
y	1.22
DT	17.66

OBSERVACIONES:

.....

.....

69. PARALELISMO DEL EJE DEL CONO DEL CONTRAPUNTO CON EL MOVIMIENTO DEL CARRO

UNIDADES: μm

LONGITUD DE PRUEBA (Da/A ó un máximo de 300mm): 120 mm

DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS DE MEDICIÓN CONSECUTIVA: 40 mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

a) PLANO HORIZONTAL:

FECHA: ..9./...12../..90.

Posición del palpador	1	2	3	4
0°	0	5	10	15
100°	0	- 6.5	-14	-21
\bar{x}	0	- 0.75	- 2	- 3
0°	0	3	6	10
100°	0	- 6	-13	-18
\bar{x}	0	- 3	- 2.5	- 3
0°	0	4	7	12
100°	0	- 7	-15	-22
\bar{x}	0	- 1.5	- 4	- 5
0°				
100°				
\bar{x}				
0°				
100°				
\bar{x}				
σ	0	1.15	1.04	1.12
s	0	1.75	2.83	1.57

\bar{x}	s	
0.0	1.12	1.57
0.0		1.12

Direcc. Jnc. hacia el operario

VHM-7513

b) PLANO VERTICAL

FECHA: ..9./..12.../..80.

Posición del palpador	1	2	3	4
0°	0	2	3	5
180°	0	-11	-19.5	-32
\bar{I}	0	-4.5	-9.25	-13.5
0°	0	2	2	3
180°	0	-12	-22	-34
\bar{I}	0	-5	-10	-15.5
0°	0	2	5	7
180°	0	-12	-21.5	-32
\bar{I}	0	-5	-8.25	-12.5
0°				
180°				
\bar{I}				
0°				
180°				
\bar{I}				
0	0	0.23	1.0	1.53
\bar{I}	0	-1.83	-8.84	-13.83

\bar{I}	\bar{I}	-13.83
GT		18.63

Dirección: Hacia arriba.

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

VNH-7014

610. PUNTOS DEL CABEZAL Y CONTRAPUNTO A LA MISMA ALTURA SOBRE EL PLANO DE REFERENCIA FECHA: 9./...13.../..90.
 UNIDADES: mm
 INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): Comparador electrónico.

del carro	a	c	
Posición del mandril			
0°	0	- 9.5	
180°	0	-25.0	
\bar{a}	0	-11.75	Dirección
$ \bar{a} - \bar{b} $	11.75		abajo
0°	0	-12	
180°	0	-27	
\bar{a}	0	-20	Dirección
$ \bar{a} - \bar{b} $	20		abajo
0°	0	-17	
180°	0	-28	
\bar{a}	0	-21.5	Dirección
$ \bar{a} - \bar{b} $	21.5		abajo
0°			
180°			
\bar{a}			Dirección
$ \bar{a} - \bar{b} $			
0°			
180°			
\bar{a}			Dirección
$ \bar{a} - \bar{b} $			

$ \bar{a} - \bar{b} $	11.75
\bar{a}	1.69
OT	25.4

OBSERVACIONES: Contrapunto más abajo que el caberal.....

VM-TQ15

611. PALPABILIDAD DEL EJE DEL HUSILLO CON EL MOVIMIENTO LONGITUDINAL DEL CARRO AUXILIAR

FECHA: 12./..12.../..80.

UNIDADES: μm

DISTANCIA ENTRE DOS MEDICIONES CONSECUTIVAS: 40 mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICIÓN EMPLEADO(S): comparador electrónico.

Posición del palpador	1	2	3	4
0°	0	15	28	42
180°	0	-12	-25	-38,5
\bar{I}	0	1,5	1,5	1,17
0°	0	14,5	28	44
180°	0	-12	-26	-38
\bar{I}	0	1,25	1,5	2,5
0°	0	14,5	28	42
180°	0	-11,5	-25	-38,4
\bar{I}	0	1,5	2	1,3
0°				
180°				
\bar{I}				
0°				
180°				
\bar{I}				

0	0	0,14	0,29	0,13
1	0	1,4	1,1	1,1

\bar{x}	\bar{y}	1,1
$T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}$		3,89

OBSERVACIONES:

.....

VHM-1016

512. PERPENDICULARIDAD DEL EJE DEL HUSILLO CON EL MOVIMIENTO TRANSVERSAL DEL CARRO

FECHA: 12./...12./...96.

UNIDADES: μm

DISTANCIA ENTRE DOS MEDICIONES CONSECUTIVAS: 40 mm

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S): Regla de granito y comparador de carbúla.

Posición del carro	0	1	2	3	4
L	0	5	12	18.5	26
E	0	5	11.5	18	26
C	0	5	11	17	25
T	0	5	11.5	18	26
U	0	5	11	17	25
R	0	5	11.5	18	26
A	0	5	11.5	18	26
S	0	5	11.5	18	26
5	0	5	11.5	17.88	25.75
-	0	5	11.5	17.88	25.75
1	0	0	0.41	0.63	0.5

\bar{u}	89° 59' 26.8"
DT	27.25

OBSERVACIONES: Se alineó la regla con respecto al eje del husillo en 2 μm

613. JUEGO AXIAL PERIODICO DEL TORNILLO DE AVANCE EN CADA DIRECCION

FECHA: .../.../....

UNIDADES:

INSTRUMENTO(S) DE MEDICION EMPLEADO(S):

Evento	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
-		
1		
3		

OBSERVACIONES: No es posible realizar esta prueba, porque el tornillo está cubierto por una grasa.....

DT	
----	--

AN: 10-1

ANALISIS DE RESULTADOS.

El desarrollo de este trabajo ha permitido la elaboración de manuales en los cuales han quedado establecidos los métodos más adecuados para verificación de tornos y fresadoras basados en normas nacionales e internacionales. Así mismo, fueron diseñados y fabricados diversos implementos para la realización de las pruebas geométricas, destacando entre ellos los mandriles de verificación.

Para el procesamiento de la información adquirida de las diferentes pruebas, se diseñaron hojas especiales para toma de datos y un manual para su tratamiento. Los manuales e implementos fueron probados y corregidos mediante la ejecución de las pruebas las cuales arrojaron los siguientes resultados:

Generales:

- La cimentación de las máquinas no es la adecuada.
- Los tornillos de nivelación no están bien anclados.
- No se encuentran niveladas las máquinas.

Fresadoras:

- En cuanto a la nivelación de la mesa, la fresadora verificada no tiene tornillos de nivelación por lo que resultó difícil nivelarla.
- El mecanismo de elevación de la mesa es difícil de accionar, lo que requiere aplicar una fuerza grande que hace variar la perpendicularidad de la superficie de la mesa con las guías de la consola, al ascender y descender, como se ve en los datos de la prueba G3.a.
- El eje del husillo está inclinado con respecto al movimiento transversal de la mesa lo que provoca grandes desviaciones en las pruebas geométricas en que se determina su posición con la guía del brazo soporte, con el desplazamiento transversal de la mesa y su coincidencia con el eje de la luneta, todas estas pruebas en el plano horizontal.
- En cuanto a los errores de perpendicularidad entre las caras A, B y C de las piezas maquinadas, que sobrepasan las desviaciones permisibles, se deben, principalmente, a los errores de perpendicularidad entre el desplazamiento longitudinal y transversal de la mesa así como los errores debidos a la posición del eje del husillo con respecto a

los demás elementos de la máquina que fueron detectados en las pruebas geométricas. De lo anterior la fresadora verificada no puede ser utilizada en maquinados de precisión en que intervengan maquinados en dos planos perpendiculares.

Tornos:

-Nivelación (G1): En la dirección longitudinal se obtuvieron resultados satisfactorios, pero por lo que se refiere a la dirección transversal está fuera de lo permitido. De las lecturas tabuladas se puede observar que es posible obtener buenos resultados en un trabajo que no requiera el uso de toda la bancada, debido a que si dividimos la bancada en dos secciones en la dirección longitudinal, se puede tomar su nivelación como correcta de modo independiente.

-Rectitud del movimiento del carro en el plano horizontal (G2): Las desviaciones medidas en este caso no son confiables debido a que el mandril entre centros disponible presenta grandes defectos en la superficie, sin embargo se realizó el ejercicio solamente para mostrar el procedimiento de verificación completo.

-Cabeceo del cono interno del husillo (G6): En esta prueba las desviaciones medidas son muy grandes, pero debido al modo de empleo de esta máquina el error no es muy importante, ya que cuando se utiliza el cono interno del husillo es para montar una pieza entre puntos y con el auxilio del contrapunto el error se disminuye.

-El movimiento del carro transversal sale de la tolerancia permitida y tiene dirección contraria a la indicada por la norma, lo que provoca refrentados convexos y no cóncavos como debe ser.

-Aunque en este torno no se puede medir el juego axial del tornillo de roscar, ni contamos con un tornillo de roscar patrón para comparar el paso de éste con la máquina, la prueba práctica P3 nos da un reflejo de todo el sistema de roscar de la máquina actuando en su conjunto.

RECOMENDACIONES.

- Hacer una cimentación adecuada de todas las máquinas del Centro.
- Verificar la nivelación de las máquinas en forma periódica (una o dos veces por año).

- Realizar la limpieza de cada máquina después de ser utilizada.
- Uno de los elementos que se debe cuidar con especial atención es el humano, ya que al final es con quien se pueden lograr mejores resultados, porque aún cuando se tengan buenas máquinas si no se tiene un operario consciente de la importancia que tienen los pequeños cuidados dentro del trabajo que realiza nunca tendremos buenos resultados en las piezas que él fabrique.

CONCLUSIONES.

- Las normas revisadas presentan en su mayoría el uso de equipo y métodos de medición inadecuados para la verificación, como ejemplo podemos citar el uso de galgas de altura variable para determinar planitud de mesas de fresadoras, por lo que en muchos casos se sugieren protocolos e instrumentos alternativos y se establecen recomendaciones adicionales para obtener mediciones más confiables.
- La instrumentación empleada cumple con las especificaciones establecidas por la norma correspondiente además de que son implementos básicos de cualquier laboratorio de metrología.
- Las verificaciones geométricas permiten una identificación más precisa de las características geométricas de la máquina de tal forma que se determina su influencia sobre la exactitud de trabajo y así establecer las medidas necesarias para corregir los posibles errores. Es importante aclarar que las condiciones geométricas de una máquina no determinan por completo los resultados finales de exactitud de un trabajo, pero una buena condición geométrica de sus elementos son la base de un buen resultado.
- El establecer las características geométricas de una máquina para un maquinado en particular nos permite explotar al máximo sus capacidades en maquinados más exactos.
- Las pruebas prácticas permiten una determinación limitada de los errores de trabajo. Esto debido a que las características individuales de la máquina no pueden ser identificadas claramente, pero tienen un efecto colectivo sobre la exactitud de trabajo. Además el proceso de maquinado es también afectado por fuerzas de corte estáticas y dinámicas, filo de la herramienta, sujeción de la pieza y herramienta, habilidad del operador, etc. resultando errores de rectitud, paralelismo, angularidad, conicidad, ondulación, formas cóncavas y convexas, etc.

- Todos estos procedimientos son la base para verificar cualquier máquina herramienta o característica especial de ésta.
- Aún cuando las verificaciones realizadas fueron hechas con todos los cuidados y siguiendo los métodos descritos, los mandriles de verificación usados pueden ser causa inductora de errores, ya que no se obtuvieron en todos los casos resultados satisfactorios en su fabricación.
- Se pueden utilizar métodos ópticos en la verificación de las máquinas, con instrumentos tales como el autocolimador e interferómetro láser, que reducen los errores debidos a los implementos usados además de permitir una mayor versatilidad en la medición de diferentes parámetros como rectitud, perpendicularidad, planitud, ángulo, distancia, etc.
- El proceso de fabricación de los mandriles (maquinado y tratamiento térmico) es un tema muy extenso que no fue objeto del presente trabajo, pero que puede ampliarse tanto como para establecer métodos de fabricación de toda clase de patrones dimensionales metálicos, por lo que no se hizo una investigación más profunda.

BIBLIOGRAFIA :

1. TESTING MACHINE TOOLS
G. SCHLESINGER
8th EDITION
ED. PERGAMON PRESS LTD, 1978
2. NORMAS:
 - a) NOM-R-198-1978
METODOS DE PRUEBA DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.
 - b) ISO/R230-1961 (E)
MACHINE TOOL TEST CODE.
 - c) ACCEPTANCE CODE FOR MACHINE TOOLS, PART 2:
DETERMINATION OF ACCURACY AND REPEATABILITY OF POSITIONING
OF NUMERICALLY CONTROLLED MACHINE TOOLS.
 - d) ISO 1701-1974 (E)
TEST CONDITIONS FOR MILLING MACHINES WITH TABLE OF VARIABLE
HEIGHT, WITH HORIZONTAL OR VERTICAL SPINDLE -TESTING OF
ACCURACY.
 - e) DIN 8607
LATHES OF NORMAL ACCURACY. SWING ABOVE 800 UP TO 1600 mm.
ACCEPTANCE CONDITIONS.
 - f) NORMA VDI-INNOBRA SOBRE PRECISION EN MAQUINAS-HERRAMIENTA
+VDI 3254. MAQUINAS FERRAMENTAS A COMANDO NUMERICO DADOS
SOBRE A PRECISAO.
FOLHA 1. CONCEITOS E PARAMETROS ESTATICOS
FOLHA 2. MADIDA DE PARAMETROS ESTATICOS
FOLHA 3. CONTROLE COM USINAGEM DE PECAS DE TESTE
 - g) DIN 877
PRECISION LEVELS FOR ENGINEERING WORKSHOPS, FUNDAMENTALS,
REQUERIMENTS, PERMISSIBLE ERRORS. TESTING.
 - h) ISO RECOMMENDATION R463
DIAL GAUGES READING IN 0.010 mm, 0.001 in AND 0.0001 in
1st EDITION 1965.
3. ISO STANDARDS HANDBOOK 5, MACHINE TOOLS
FIRST EDITION 1980
PRINTED IN SWITZERLAND.

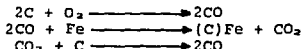
4. HEAT TREATER'S GUIDE
STANDARD PRACTICES AND PROCEDURES FOR STEEL
AMERICAN SOCIETY FOR METALS
PRINTED IN USA. THIRD PRINTING 1985
5. TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS ACEROS Y SUS PRACTICAS DE
LABORATORIO
D. M. K. DE GRINBERG
EDIT. LIMUSA, MEXICO 1986.
6. MANUAL UNIVERSAL DE LA TECNICA MECANICA
OBERG-JONES
EDIT. LABOR, MADRID 1979.
VOLS I Y II.
7. RODAMIENTOS PARA APLICACIONES DE INGENIERIA PESADA
SKF
EDIT. WEPPERT GMBH & CO. KG, ALEMANIA 1984.
8. SKF IN MACHINE TOOLS
SKF
PUBLICATION NO. 3626 E.
9. 21 DISPOSICIONES OPTIMAS DE RODAMIENTOS EN MAQUINAS
HERRAMIENTAS
SKF
PUBLICATION NO. 3139 SP.
10. RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE BOLAS CON CONTACTO ANGULAR DE
LA SERIE 719. CON ALTA PRECISION
SKF
PUBLICATION PI 112 SP.
11. VERIFICACION Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MAQUINAS
HERRAMIENTAS
R. NAVA, E. MORALES, F. RODRIGUEZ
III SIMPOSIO INTERNO DEL CENTRO DE INSTRUMENTOS DE LA UNAM
DICIEMBRE DE 1989.
12. DISEÑO Y FABRICACION DE IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA
VERIFICACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS
R. NAVA, E. MORALES, F. RODRIGUEZ
III SIMPOSIO INTERNO DEL CENTRO DE INSTRUMENTOS DE LA UNAM
DICIEMBRE DE 1989.
13. MEDICION DE LA COAXIALIDAD DE LOS HUSILLOS DE UNA DOBLE
MANDRINADORA
R. NAVA, E. MORALES, F. RODRIGUEZ
III SIMPOSIO INTERNO DEL CENTRO DE INSTRUMENTOS DE LA UNAM
DICIEMBRE DE 1989.

14. FABRICACION Y MEDICION DE UN MANDRIL DE PRUEBA PARA
VERIFICACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS
R. NAVA, E. MORALES, F. RODRIGUEZ
VI CONGRESO NACIONAL DE INSTRUMENTACION
SEPTIEMBRE DE 1990.
15. HANDBOOK OF MACHINE TOOLS
METROLOGICAL ANALYSIS AND PERFORMANCE TEST
MANFRED WECK
PRINTED IN GREAT BRITAIN, 1984
VOLUME 4
16. GUIDE DU DESSINATEUR INDUSTRIEL
A. CHEVALIER
NOUVELLE EDITION

A N E X O A

TRATAMIENTO TERMICO DE LOS MANDRILES. [5]

El tratamiento térmico que se realizó al mandril de verificación fue una cementación del tipo sólido o en caja. En este tipo de cementación el agente carburante, es decir, el que suministra carbono en la superficie del acero para que sea absorbido y se difunda hacia su interior, es el monóxido de carbono generado por reacción entre el carbono que rellena la caja con el aire atrapado entre las partículas de polvo del relleno, según la secuencia de reacciones siguiente:



La presencia de activadores y catalizadores, tales como carbonato de bario y de sodio, aceleran las reacciones y se reconstituyen rápidamente hasta concluir con todo el carbono presente. El nombre del proceso proviene del hecho de que las piezas se colocan en cajas cerradas empacándolas con el componente carburante. Se coloca una capa de 2 a 5 cm de espesor en el fondo de la caja, luego se colocan las piezas y si es necesario soportes y/o separadores; posteriormente se rellena la caja con el compuesto y se tapa sellándola con barro refractario para evitar el escape de los gases producto de la reacción.

En estas condiciones la caja se introduce en el horno a temperaturas entre 810° y 950°C. Cuanto más elevada es la temperatura, más rápidamente se cementa el acero y también son mayores el contenido de carbono en superficie y la profundidad de la capa resultante. Sin embargo, las temperaturas de austenización elevadas aumentan el tamaño de grano austenítico con el consiguiente deterioro de las propiedades mecánicas del material.

El carbón penetra por difusión atómica através de un gradiente de concentración establecido entre la superficie y el núcleo de la pieza. La teoría de la difusión muestra que cuando un soluto se difunde en el interior de un sólido através de una superficie de concentración de soluto constante (como en el caso de la cementación en caja), la distancia X [cm] a partir

de la superficie a la cual la concentración es la mitad entre la concentración inicial de soluto y la concentración en la superficie, está dada por:

$$X = \sqrt{Dt}$$

donde t es el tiempo medido en segundos y D es la difusividad del soluto expresada en cm^2/seg .

Por tanto, es posible estimar la profundidad de la capa en función del tiempo de cementación a cualquier temperatura, conociendo la difusividad del carbono en la austenita, la cual está dada por la expresión:

$$D = D_0 \exp(-Q/RT)$$

donde R es la constante de los gases = 2 cal/molK y T es la temperatura en kelvin, tanto D_0 como Q varían con la concentración de carbono pero, en primera aproximación, puede suponerse:

$$D_0 = 0.2 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$Q = 32000 \text{ cal/mol}$$

Para las condiciones en que se templó el mandril, temperatura de austenización de $860 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 4½ horas, el espesor aproximado de la capa cementada es de:

$$D = D_0 \exp(-Q/RT)$$

$$D = 0.2 \text{ cm}^2/\text{seg} \exp \left[\frac{-32000 \text{ cal/mol}}{(2 \text{ cal/molK})(860+273.15) \text{ K}} \right]$$

$$D = 1.4751 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{seg}$$

$$t = 4.5 \text{ h} \times 3600 \text{ seg/h}$$

$$t = 16200 \text{ seg}$$

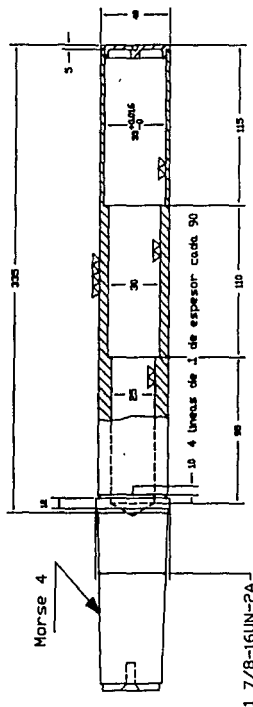
$$X = \sqrt{(16200 \text{ seg})(1.4751 \times 10^{-7})}$$

$$X = 0.0489 \text{ cm}$$

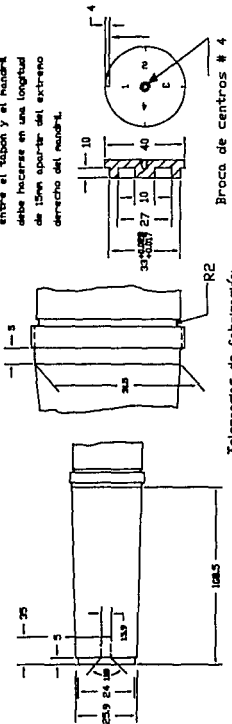
$$X = 0.489 \text{ mm}$$

A N E X O B

PLANOS DE IMPLEMENTOS



Nota: La tolerancia para el ajuste entre el tapón y el mandril debe hacerse en una longitud de 15mm apartar del extremo derecho del mandril.



Broca de centros # 4

Tolerancias de fabricación

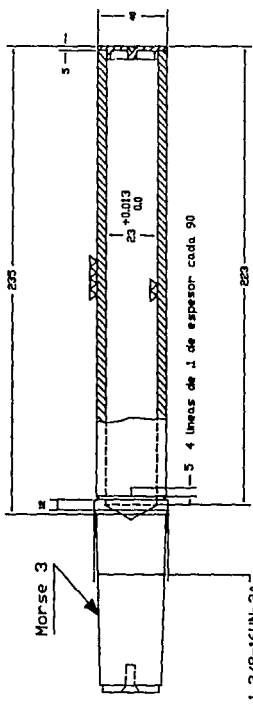
±0.5 salvo especificación

Desviación de forma del cilindro: ±0.0015

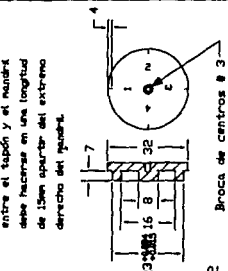
Defecto de redondez: ±0.0015

Cono y cilindro: ±0.0015

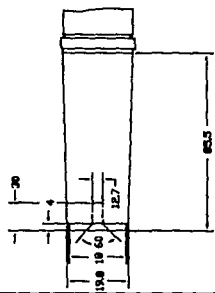
MATERIAL: ACERO 1045	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. s/e
	NOMBRE: Mandril de Verificación			ACDT: mm
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA 28-8-89	DIBUJO NUM. 1
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO EMF basado en Norma ISO 230/1-1986.	
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO ING. RIGOBERTO NAVA S.	



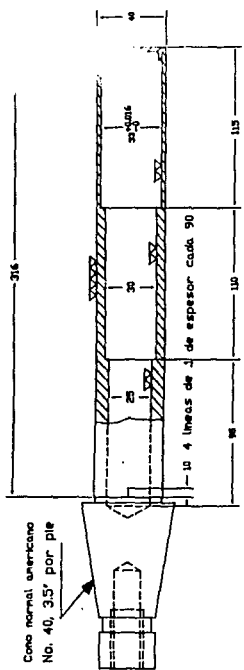
Nota: La tolerancia para el ajuste entre el tapón y el mandril debe hacerse en una longitud de 15mm apartar del extremo derecho del mandril.



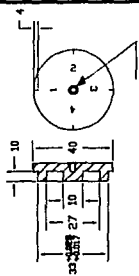
Tolerancias de fabricación:
 ±0.5 salvo especificación
 Desviación de forma del cilindro ±0.0015
 Defecto de redondez: ±0.0015
 Cono y cilindro ±0.0015



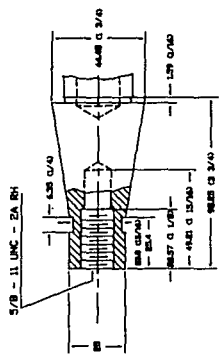
MATERIAL: ACERD 1045	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. s/e
	NOMBRE: Mandril de Verificación			ACOT: mm
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 4-9-89	DIBUJO NUM. 2
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	DISENO EMF basado en Norma ISO 230/1-1986.
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO	ING. RIGOBERTO NAVA S.



Nota: La tolerancia para el ajuste entre el tapón y el mandril debe hacerse en una longitud de 15mm apartar del extremo derecho del mandril.

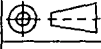


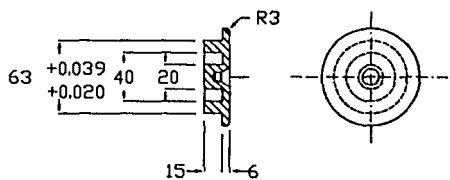
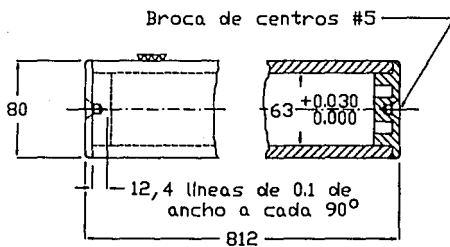
Broca de centros # 4



Tolerancias de fabricación

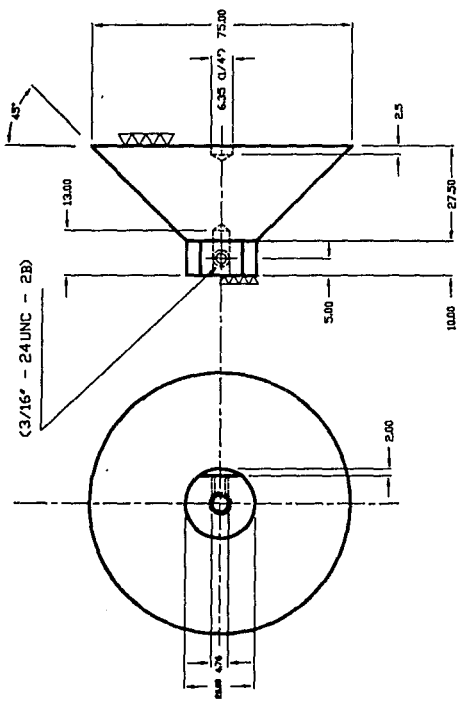
- ±0.5 salvo especificación
- Desviación de forma del cilindro ±0.0015
- Defecto de redondezi ±0.0015
- Cono y cilindro ±0.0015

MATERIAL: ACERO 1045	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. s/e
	NOMBRE: Mandril de Verificación			ACDT: mm
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA 28-8-89	DIBUJO NUM. 3
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	
		DEPTO: METROLOGIA	DISEÑO EMF basado en Norma ISO 230/1-1986.	
			REVISO	
			ING. RIGUBERTO NAVA S.	




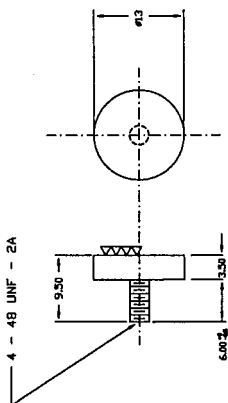
Tolerancias no especificadas: ± 0.2
 Acabados de afinado salvo Esp.
 Máxima variación en diámetro 0.004
 Cilindricidad: 0.007

MATERIAL: ACERO 1035	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. s/e
	NOMBRE: MANDRIL ENTRE CENTROS		ACDT. mm	FECHA: 11-6-90
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	DIBUJO: FRP	DIBUJO NUM. 4
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO	
		DEPTO: METROLOGIA	De acuerdo con ISO R-230	
			REVISO RNS	



Tolerancias no especificadas ± 0.2
 Tolerancias angulares $\pm 1'$

MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. S/E
	NOMBRE: CONO			ACOT mm (in)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 23/02/90	DIBUJO NUM. 5
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: RPF	DISEÑO RPF
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO	ING. RIGOBERTO NAVA S.



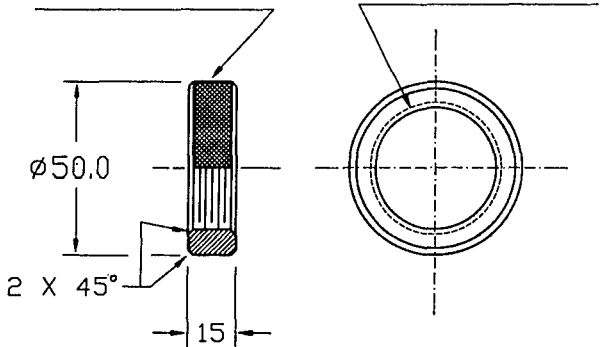
Tolerancias no especificadas: ± 0.1

Dimensiones de la rosca 4-48-UNF-2A				
Mayor	mín	Paso		Menor
		máx	mín	
0.1113	0.1068	0.0978	0.0954	0.0857

Nota: Las dimensiones del cuadro están en pulgadas.

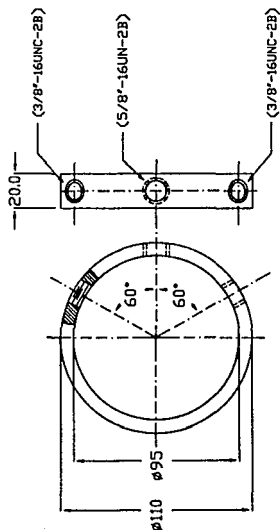
MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD:	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. 2 : 1
	NOMBRE: PUNTA DE PALPACION			ACOT. mm(in)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 5/03/90	DIBUJO NUM. 6
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	
		DEPTO: METROLOGIA	DISEÑO FRP	
			REVISO RNS	

Moleteado en X




Ajustar la cuerda a la del mandril
de prueba (Morse 3)

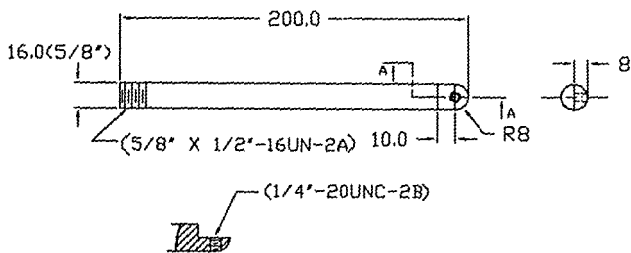
MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. 1:1
	NOMBRE: Tuerca de extracción			ACOT. mm(In.)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 19-03-90	DIBUJO NUM. 7
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO EMF	
		DEPTO: M E T R O L O G I A	REVISO Ing. Rigoberto Nava S.	



Tolerancias no especificadas: ± 0.2

Tolerancias angulares: $\pm 2^\circ$

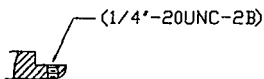
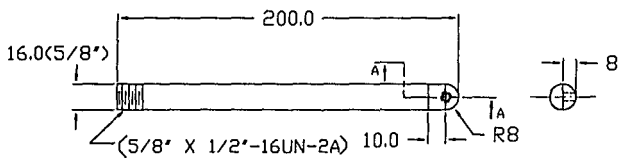
MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. 1:2
	NOMBRE: ARO			ACOT. mm(in)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 4/IV/90	DIBUJO NUM. 8
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO EMF, FRP	
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO RNS	



Corte A-A

Acabados de afinado
Tolerancias ± 0.2

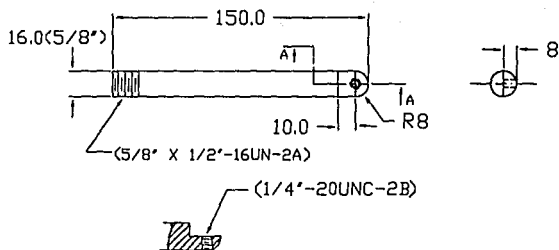
MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD:	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. 1:2
	NOMBRE: BARRA-2			ACOT. mm(in)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 4/IV/90	DIBUJO NUM. 9
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	
		DEPTO: M E T R O L O G I A	DISENO EMF, FRP	REVISO RNS



Corte A-A

Acabados de afinado
Tolerancias ± 0.2

MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS UNAM		ESC. 1:2
	NOMBRE: BARRA-2			ACOT. mm(In.)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 4/14/90	DIBUJO NUM. 9
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO	EMF, FRP
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO	RNS

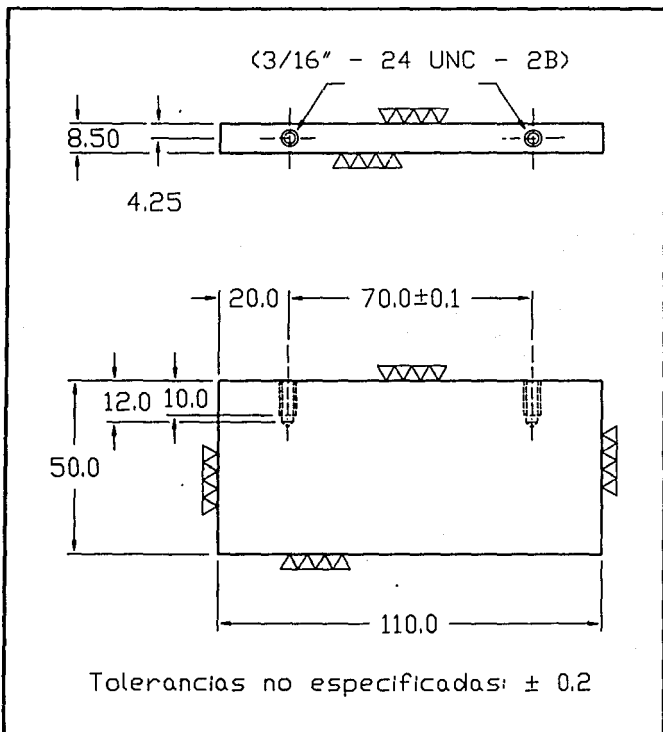


Corte A-A

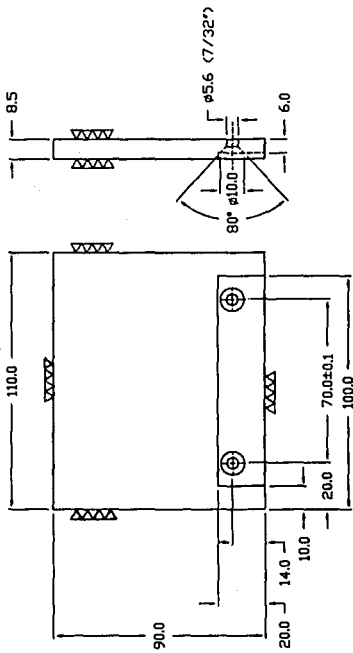
Acabados de afinado

Tolerancias ± 0.2


MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS UNAM	ESC. 1:2
	NOMBRE: BARRA-2		
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 4/IV/90
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF
		DEPTO: METROLOGIA	DISEÑO EMF, FRP
			REVISO RNS

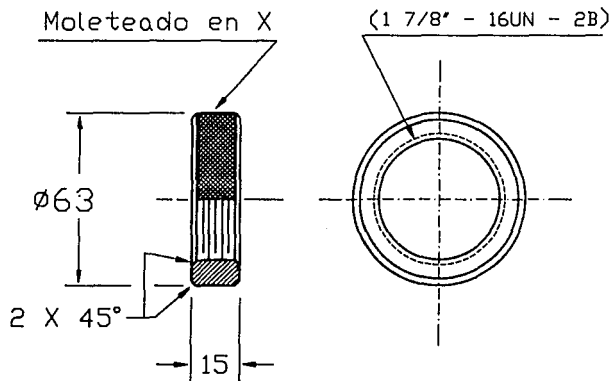


MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M	ESC. 1:1 ACDT, mm(in)
	NOMBRE: PLACA-2		
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	DISEÑO: EMF
		VER. DE MAQ. HERRAM.	EMF, FRP
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO: RNS



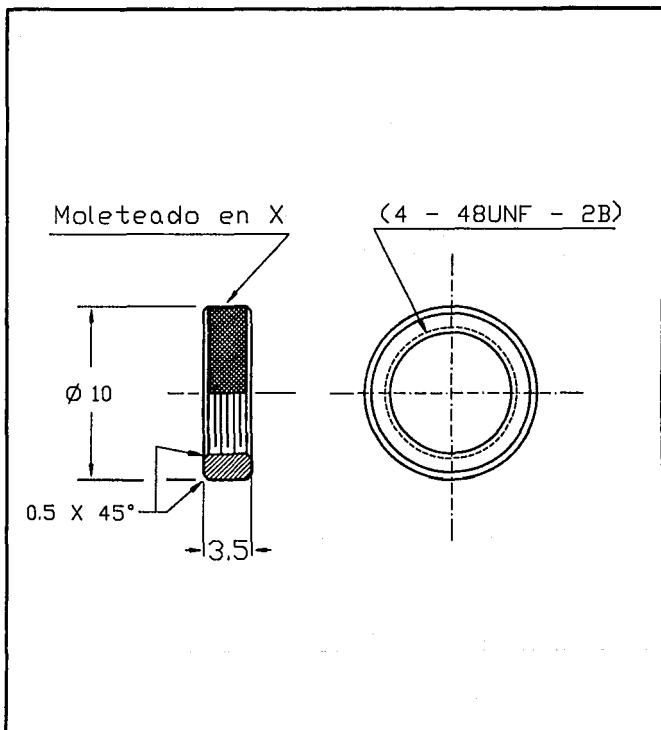
Tolerancias no especificadas: ±0.2


MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS		ESC. S/E
	NOMBRE: PLACA-1	U N A M		ACDT. mm(in)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 4/11/90	DIBUJO NUM. 12
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO	EMF, FRP
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO	RNS



Ajustar la cuerda a la del mandril
de prueba con Cono Morse 4

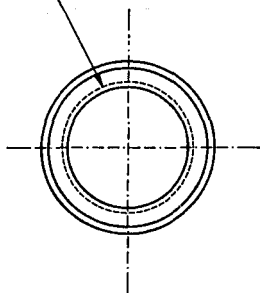
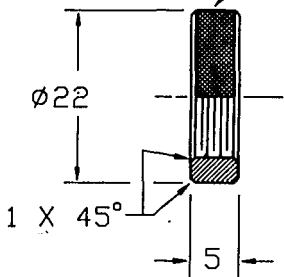
MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. S/E
	NOMBRE: Tuerca de extracción			ACOT. mm(in)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 19-03-90	DIBUJO NUM. 13
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	
		DEPTO: METROLOGIA	DISEÑO EMF	
			REVISO Ing. Rigoberto Nava S.	



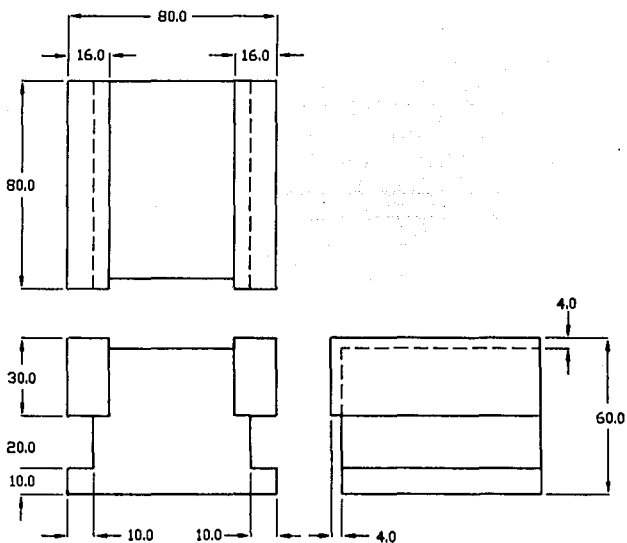
MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 2	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. SVE
	NOMBRE: TUERCA			ACOT. mm(In)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 24/9/90	DIBUJO NUM. 14
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	
		DEPTO: METROLOGIA	DISENO EMF	REVISO Ing. Rigoberto Nava S.

Moleteado en X

(5/8" - 16UN - 2A)

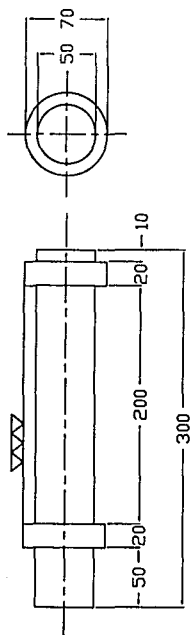


MATERIAL: ACERO 1010 (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 2	CENTRO DE INSTRUMENTOS UNAM		ESC. 1:1
	NOMBRE: TUERCA			ACOT. mm(In)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 26-09-90	DIBUJO NUM. 15
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO: EMF	
		DEPTO: METROLOGIA	DISEÑO: EMF	REVISO: Ing. Rigoberto Nava S.



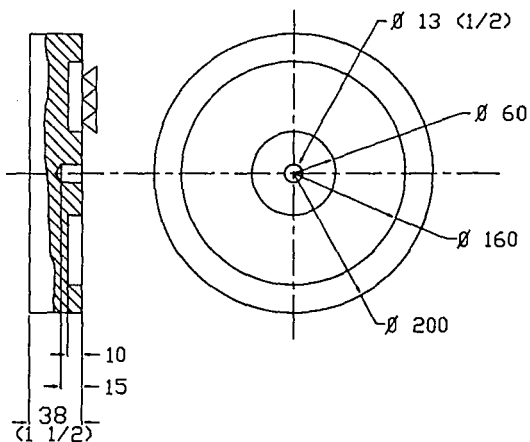
Tolerancias: ± 0.5

MATERIAL: ACERO 101C (COLD ROLLED)	CANTIDAD: 2	CENTRO DE INSTRUMENTOS U N A M		ESC. S/E
	NOMBRE: PZA PRUEBA DE FRESA HORIZ.			ACOT. mm
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: // /	DIBUJO NUM. 16
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO EMF DE ACUERDO A LA NORMA ISO 1701	
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO	RNS



Tolerancias: ± 0.5

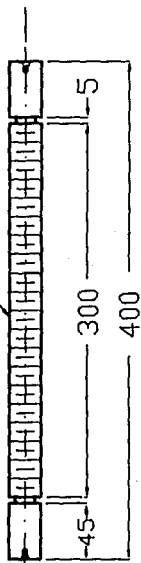
MATERIAL: ACERO 1010 COLD ROLLED	CANTIDAD: 2	CENTRO DE INSTRUMENTOS UNAM		ESC. S/E
	NOMBRE: PZA DE PRUEBA PARA TORNO 01			ACOT. mm(pul)
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 11/12/90	DIBUJO NUM. 17
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DIBUJO: EMF	DISEÑO FRP DE ACUERDO A LA NORMA DIN 8607
		DEPTO: METROLOGIA	REVISO: RNS	



Tolerancias: ± 0.5

MATERIAL:	CANTIDAD:	CENTRO DE INSTRUMENTOS		ESC. S/E
ACERO 1010	2	U N A M		ACOT. mm (pul)
(COLD ROLLED)	NOMBRE:	PROYECTO:	FECHA: 11/12/90	DIBUJO NUM.
	PZA DE PRUEBA PARA TORNO #2	NUM. 1356	DIBUJO: EMF	18
CAMBIO:	NOTAS:	VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO FRP DE ACUERDO A LA NORMA DIN 8607	
		DEPTO:	REVISO	
		M E T R O L O G I A	RNS	

1" - 8 UNC - 2B



Fabricar en torno RAMO
Tolerancias no Esp. ± 0.2

MATERIAL: SAE 101C (Cold Rolled)	CANTIDAD: 1	CENTRO DE INSTRUMENTOS UNAM		ESC. S/E
	NOMBRE: PRUEBA P3			ACDT. MM
CAMBIOS:	NOTAS:	PROYECTO: NUM. 1356	FECHA: 21/01/91	DIBUJO NUM. 19
		VER. DE MAQ. HERRAM.	DISEÑO: FRP	REVISOR: RNS
		DEPTO: METROLOGIA		