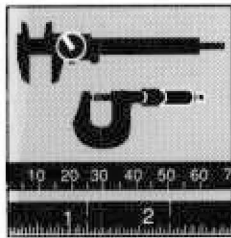


Guía de estudio

Mediciones Mecánicas de Precisión



de la Serie de Capacitación sobre
Tecnología Manufacturera de Tel-A-Train



1995 EDICION
ESPECIAL SENA



TEL-A-TRAIN
A Westcott Company

Guía de estudio

MEDICIONES MECANICAS DE PRECISION

TEL-A-TRAIN, INC.

A Westcott Company

309 North Market Street, Chattanooga, TN 37405 USA

1-800-251-6018

Tel: 423-266-0113 ■ Fax: 423-267-2555

1995 EDICION ESPECIAL SENA
© 1995 TEL-A-TRAIN, Inc.

TEL-A-TRAIN, INC.
A Westcott Company

Derechos de Autor
Todos Derechos Reservados

Introducción

Este curso sobre Mediciones Mecánicas de Precisión está dividido en cinco lecciones de video, cada una de las cuales va acompañada por una sección de esta Guía de Estudio. Al ir avanzando con las lecciones, usted empezará a usar el Juego de Piezas para Mediciones de Precisión para obtener experiencia práctica para el uso correcto de los instrumentos de medición.

- **Lección 1: Introducción a las Mediciones**, introduce los principios fundamentales para las mediciones mecánicas de precisión. Los temas incluyen: normas de fabricación, tolerancia, sistemas de medición, conversiones de sistemas y mediciones lineales con reglas de acero métricas y británicas.
- **Lección 2: Los micrómetros**, trata sobre el funcionamiento de los micrómetros de interiores, de profundidad y de exteriores. Aquí se hace hincapié en las técnicas diferentes que existen para leer las escalas en los tres instrumentos. Se explica y se ilustra, paso por paso, los procedimientos a seguir para leer las tres escalas en un micrómetro vernier externo que van hasta un diez milésimo de pulgada (0,0001").
- **Lección 3: Los calibres**, describe las funciones versátiles de los calibres vernier y de esfera. Explica cómo se leen las escalas de estos dispositivos que descienden hasta un milésimo de pulgada (0,001") y trata los procedimientos y las técnicas que se deben seguir para tomar medidas internas, externas y de profundidad con exactitud.
- **Lección 4: Cómo aplicar los conocimientos de mediciones**, ofrece la oportunidad de practicar ampliamente con todos los dispositivos del juego mientras está aprendiendo para así garantizar que usted puede usar estos instrumentos correctamente y leer las medidas con exactitud.
- **Lección 5: Tecnología Moderna**, introduce la tecnología moderna de instrumentos electrónicos y ópticos. Se examina las características especiales de los dispositivos digitales y se explica, paso a paso, los procedimientos que se deben seguir para realizar mediciones con el micrómetro óptico. La lección concluye con una discusión sobre equipos automatizados especializados, como por ejemplo el Cordax y el AOM (micrómetro óptico automático).

Para aprovechar al máximo este curso, usted debe primero ver la lección en video, ya que en ella se presentan y se demuestran los temas. Luego, leer el material para esa lección en la guía de estudio. Los ejemplos y las explicaciones adicionales que se dan en esta guía lo ayudarán a comprender el tema en cuestión antes de usar los dispositivos del Juego de Piezas para Mediciones de Precisión.

Los ejercicios de práctica en cada una de las lecciones están diseñados para ayudarlo a aprender el material. Haga los ejercicios y luego compare sus respuestas con las que se aparecen al final de cada lección. En algunos casos, quizá desee ver la lección en video una segunda vez para captar ciertos puntos que quizá no captó la primera vez.

Cuando crea que ya comprende el tema, responda a las preguntas de repaso que aparecen al final de cada lección.

El apéndice de la Guía de Estudio contiene tablas de conversión métricas y británicas, un dibujo del montaje de práctica y una tabla para registrar las medidas.

El Juego de Piezas para Mediciones de Precisión contiene:

- Un montaje de práctica con una variedad de dimensiones estándar para practicar mediciones.
- Una calza galvanizada.
- Una regla de acero de 6 pulgadas con fracciones y decimales.
- Una regla de acero métrica de 150 mm.
- Un micrómetro vernier de exteriores.
- Un calibre con indicador de esfera.
- Una calculadora de bolsillo con instrucciones.

Maneje los instrumentos cuidadosa y correctamente. Cerciórese de que sus manos estén limpias. Antes de empezar a medir, siga las recomendaciones que se dan en cada lección sobre cómo usar y cuidar cada una de las piezas del equipo.

Cuando no esté usando el equipo, guárdelo en el compartimiento apropiado del estuche. El calibre y el micrómetro deben guardarse en la posición cerrada.

NOTA IMPORTANTE: Este libro utiliza el método convencional europeo en la escritura de decimales. Ejemplos:

Método Europeo	Método Inglés
0,12	0.12
1,236	1.236
5.621,10	5,621.10

INTRODUCCION A LAS MEDICIONES

INTRODUCCION

Esta lección presenta los conceptos fundamentales necesarios para las mediciones mecánicas de precisión. Se diseñó para asegurar que usted pueda identificar y ubicar las dimensiones lineales estándar y que pueda usar los sistemas de medición métrico y británico. El usar las reglas de acero en las prácticas de instrucción proporciona experiencia en la medición de una variedad de dimensiones.

OBJETIVOS

Al terminar esta lección, usted deberá ser capaz de:

- Explicar los términos claves y los conceptos que se usan en las mediciones mecánicas de precisión.
- Identificar y ubicar las dimensiones lineales.
- Comparar las medidas con las especificaciones para determinar si las dimensiones están dentro de la tolerancia permitida.
- Convertir fracciones a decimales.
- Convertir medidas de pulgadas a milímetros y de milímetros a pulgadas.
- Usar las reglas de acero para tomar medidas lineales en pulgadas y en milímetros.

NORMAS DE FABRICACION

Por lo general, las normas de fabricación requieren que todas las partes, los componentes y los montajes cumplan regularmente con ciertas especificaciones de diseño (o *specs*). Muchos productos se fabrican con el más alto grado de precisión. Si las piezas varían mucho, los productos no operarán de la manera adecuada o fallarán mucho antes de lo que deberían. Las piezas deben poder intercambiarse y siempre deben encajar correctamente.

El tamaño y la forma de las piezas y de los componentes se verifica a través de algún sistema de control de calidad. Algunas veces, se verifica cada una de las dimensiones de un producto hasta la fabricación; una hoja de especificaciones (algunas veces llamada una viajera) lo sigue a lo largo de cada una de las fases de la producción. Con mayor frecuencia, las piezas se prueban periódicamente.

Para comparar las medidas reales con las especificaciones de ingeniería y para asegurar que se mantenga la calidad, muchas plantas usan un formulario parecido al ejemplo que se muestra a continuación.

Formulario de inspección

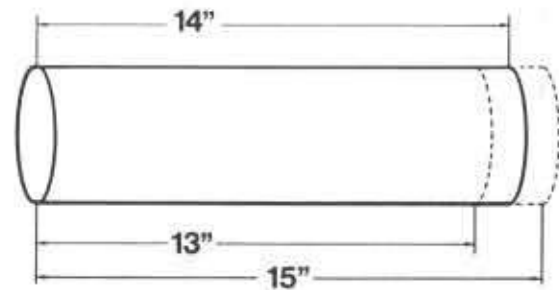
Lote/No. Serie del Componente	Especificaciones Diseño Ingeniería	Valor Medido	Comentarios (Falla de las piezas)
Orilla: DE	,575" +/- ,002"	,576"	
Orilla: DI	,350" +/- ,002"	,352"	
Pared:	,225" +/- ,002"	,224"	
Enchufes:	,1275" +/- ,001"	,1278"	
Espigas:	,1270" +/- ,001"	,1270"	
Ranura:	,400" +/- ,005"	,390"	X Devuelto

TOLERANCIA

Debido a que ningún objeto es exactamente idéntico a otro, las dimensiones se especifican con un margen permisible de variación. Esta variación permisible se llama el margen de tolerancia. Es la variación mayor que se puede permitir de la medida deseada sin perjudicar el funcionamiento o el encaje de un componente.

Generalmente, el margen de tolerancia se muestra con un símbolo de más (+) y un símbolo de menos (-) en las especificaciones, y se escribe +/- . En el formulario de inspección que se muestra más arriba, el DE de la orilla se especifica como 0,575" más o menos 0,002".

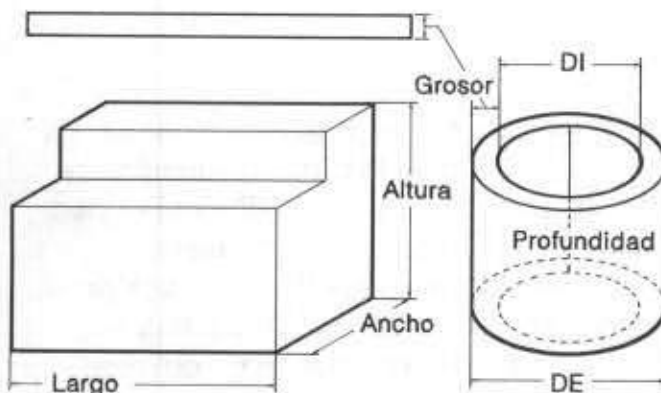
Ejemplo: La especificación para el largo de un eje maquinado podría ser de 14", con una tolerancia de ± 1 ". La especificación técnica se leería 14" ± 1 ". La medición prevista, o deseada, es de 14", pero tanto un eje que mida 13" como un eje que mida 15" están dentro de la tolerancia y son aceptables.



DIMENSIONES LINEALES

Generalmente, las dimensiones que se miden son dimensiones lineales.

Normalmente, cuando los objetos son curvos o irregulares, los contornos se verifican en vez de medirse. En la lección 5 se describen algunos de los instrumentos que se usan para verificar los contornos. Las herramientas de medición que usted usará en este curso se diseñaron para tomar medidas lineales - medidas que se toman en línea recta de un punto a otro. Las dimensiones lineales estándar incluyen:



- Largo
- Ancho
- Grosor
- Profundidad
- Altura
- DI (distancia máxima del borde interno de un diámetro al otro borde interno)
- DE (distancia máxima del borde externo de un diámetro al otro borde externo)

El que usted llame a una dimensión profundidad o altura depende de la superficie de referencia. Si está midiendo desde una superficie hacia abajo, la dimensión es la profundidad. Si está midiendo hacia arriba, la dimensión es la altura. Con frecuencia, depende del objeto si a una dimensión se le llama ancho, largo o profundidad. Si un objeto es rectangular, el largo es el lado de mayor longitud y el ancho es el lado más corto. Normalmente, a un ancho extremadamente pequeño se le llama grosor.

SISTEMAS DE MEDICION

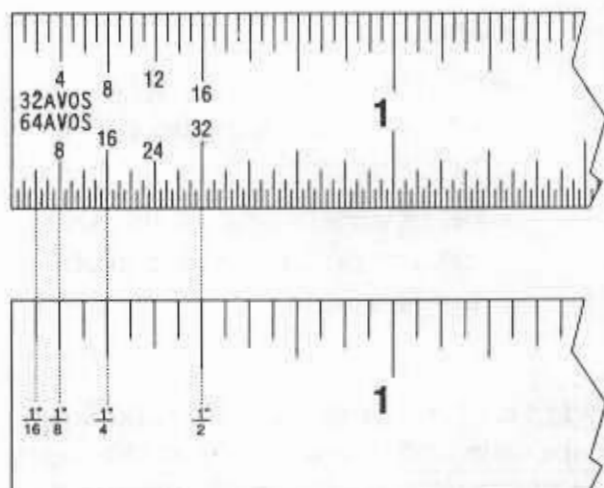
Existen dos sistemas de medición lineal que se usan comúnmente - el sistema británico y el sistema métrico.

El sistema británico

El pie y la pulgada son las unidades básicas de la medición lineal británica. Hay 12 pulgadas en un pie. Para lograr una mayor precisión en las medidas, una pulgada puede subdividirse en fracciones o decimales. Una de las reglas de acero del Juego de Piezas para Mediciones de Precisión está marcada en un lado con unidades británicas, con escalas en fracciones de pulgada y en el otro lado, con escalas en décimos de pulgada.

Pulgadas fraccionadas: En el lado fraccionado de la regla de acero británica hay dos escalas. En el borde superior, cada pulgada está dividida en 32 partes iguales o treinta y dos-avos de pulgada. En el borde inferior, cada pulgada está dividida en 64 partes iguales o sesenta y cuatro-avos de pulgada.

Compare las dos escalas y fíjese que hay dos 64avos de pulgada en cada 32avo. En otras palabras, un 64avo es la mitad de un 32avo.



La escala en pulgadas fraccionadas es el resultado de la división sucesiva de las partes de una pulgada por la mitad. La marca larga que indica media pulgada divide la pulgada en dos partes iguales. Al dividir las mitades en dos, obtenemos cuartos de pulgada. Un 8avo de pulgada es la mitad de un cuarto y un 16avo es la mitad de un 8avo.

Cómo puede ver, hay ocho 64avos en un 8avo de pulgada, dieciséis 64avos en un cuarto y treinta y dos 64avos en media pulgada.

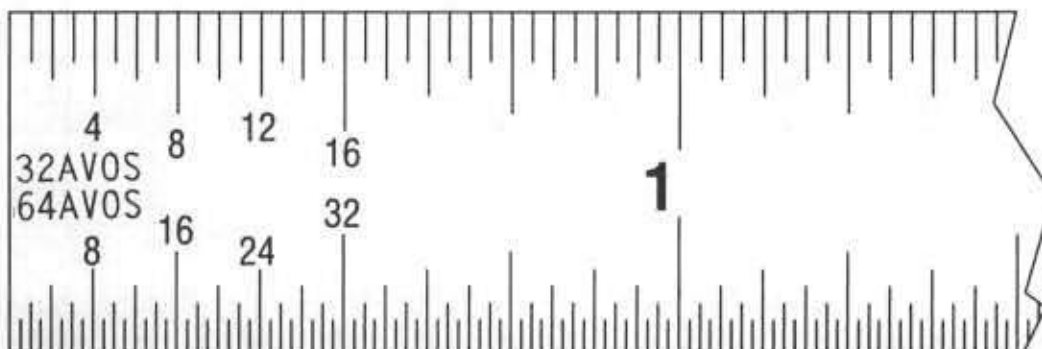
La tabla siguiente muestra los valores equivalentes para estas escalas.

$\frac{64}{64}'' = \frac{32}{32}'' = 1''$	$\frac{8}{64}'' = \frac{4}{32}'' = \frac{1}{8}''$
$\frac{32}{64}'' = \frac{16}{32}'' = \frac{1}{2}''$	$\frac{4}{64}'' = \frac{2}{32}'' = \frac{1}{16}''$
$\frac{16}{64}'' = \frac{8}{32}'' = \frac{1}{4}''$	$\frac{2}{64}'' = \frac{1}{32}''$

Por lo general las reglas con fracciones de pulgadas no se dividen en unidades más pequeñas que $\frac{1}{64}''$.

Fracciones equivalentes: Como puede observar en las reglas y en la tabla, existen fracciones que son diferentes y que tienen el mismo valor. A éstas se les llama *fracciones equivalentes*. Cuando el numerador (el número que está encima de la línea) y el denominador (el número que está debajo de la línea) son multiplicados y divididos por el mismo número, el resultado es una fracción diferente que tiene el mismo valor que la fracción original. Por ejemplo, cuando el numerador y el denominador de $\frac{1}{16}''$ son multiplicados por 2, el resultado es $\frac{2}{32}''$. Estas son fracciones equivalentes: $\frac{1}{16}''$ es lo mismo que $\frac{2}{32}''$. Hay dos 32avos en un 16avo. Cuando el numerador y el denominador de $\frac{8}{32}''$ se dividen entre 8, el resultado es $\frac{1}{4}''$. Hay ocho 32avos en un cuarto.

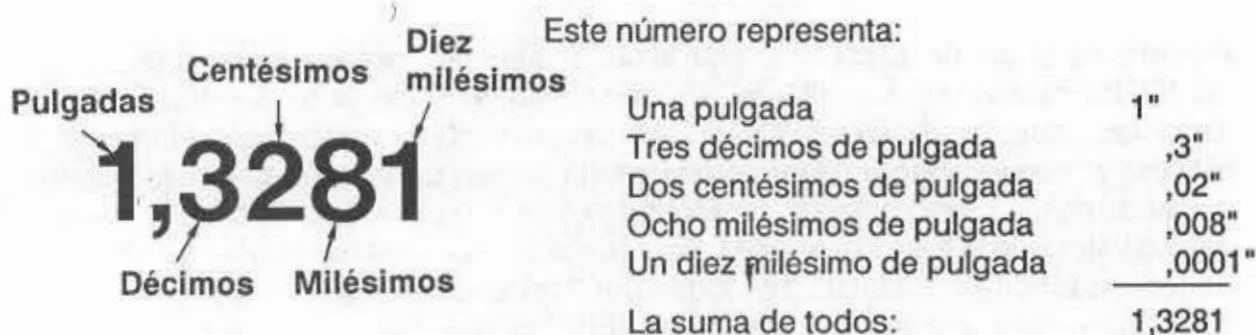
EJERCICIO DE PRACTICA I



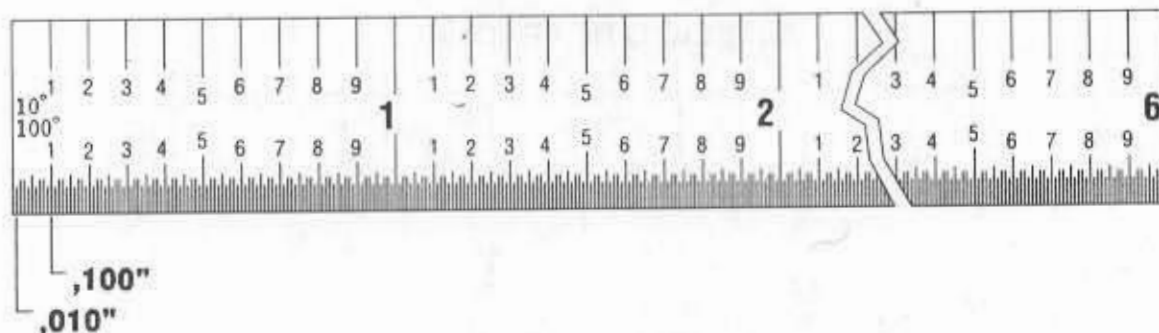
1. En la escala de 64avos, marque las divisiones para $\frac{3}{4}''$ y $\frac{7}{8}''$ en 64avos de pulgada.
2. La especificación para una dimensión es $1\frac{1}{4}'' \pm \frac{1}{4}''$, y la medida actual es $1\frac{4}{64}''$. ¿Está la dimensión dentro de la tolerancia permitida? _____

Pulgadas decimales: La pulgadas también pueden dividirse en unidades decimales. Los valores decimales se basan en divisiones de 10. Para dar décimos a una pulgada, cada pulgada tiene que dividirse en 10 partes; cada uno de esos décimos se divide en 10 partes para crear centésimos y así sucesivamente.

Cuando se escribe una medida en decimales, los lugares que están a la izquierda de la coma decimal indican pulgadas enteras. Los lugares que están a la derecha indican las partes de la pulgada. El primer lugar a la derecha de la coma decimal representa décimos de pulgada, el segundo representa centésimos, el tercero milésimos, el cuarto, diez milésimos:



Se lee como "1 pulgada y 328 milésimos y un diez milésimo de pulgada" o como "uno coma tres dos ocho uno pulgadas."



En el Juego de Piezas para Mediciones de Precisión, las escalas decimales de las reglas de acero están graduadas en décimos de pulgada y centésimos de pulgada. Sin embargo, al leer cualquiera de las escalas, la lectura debe expresarse en milésimos.

Por lo tanto, 0,01", un centésimo, se lee como 0,010", diez milésimos. Diez milésimos de pulgada es igual a un centésimo de pulgada.

La medida 0,1", un décimo, se lee como 0,100", un cien milésimo. Un cien milésimo de pulgada es igual que un décimo de pulgada.

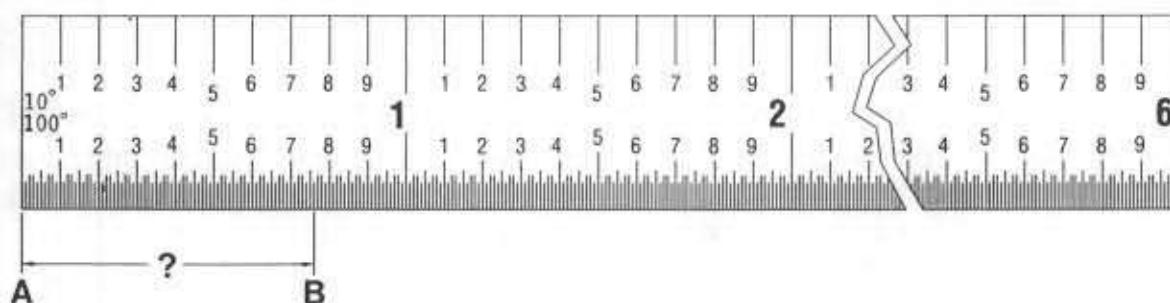
Conversión de fracciones a decimales: Por lo general se dispone de tablas de conversión de fracciones y decimales, como las que aparecen en el apéndice de esta guía de estudio. Algunas herramientas tienen grabadas las tablas de conversión. Sin embargo, si alguna vez tiene que convertir una fracción a un decimal sin poder usar una tabla, simplemente divida el numerador entre el denominador. Por ejemplo:

$$\frac{1}{4}'' = 1'' \div 4 = 0,25''$$

ó

$$\frac{3}{8}'' = 3'' \div 8 = 0,375''$$

EJERCICIO PRACTICO II



1. ¿Cuál es la medida de A a B en milésimos de pulgada? _____
2. Escriba el valor decimal de cuatrocientos cincuenta milésimos de pulgada. _____
3. En el número decimal 1,086, ¿qué indica el 8? _____
4. ¿Cuál es el valor decimal de $\frac{2}{16}$? _____

El sistema métrico

En el sistema métrico, el metro es la unidad básica de medición. Un metro equivale a 39,37 pulgadas. Este sistema también se basa en divisiones de 10. Un décimo de un metro (0,1 m) se llama un decímetro (1 dm), un centésimo de un metro (0,01 m) se llama un centímetro (1 cm) y un milésimo de un metro (0,001 m) se llama un milímetro (1 mm).

Cuando toma medidas de precisión se usa principalmente los centímetros y los milímetros. Hay 10 milímetros en un centímetro, 100 centímetros en un metro y 1,000 milímetros en un metro.

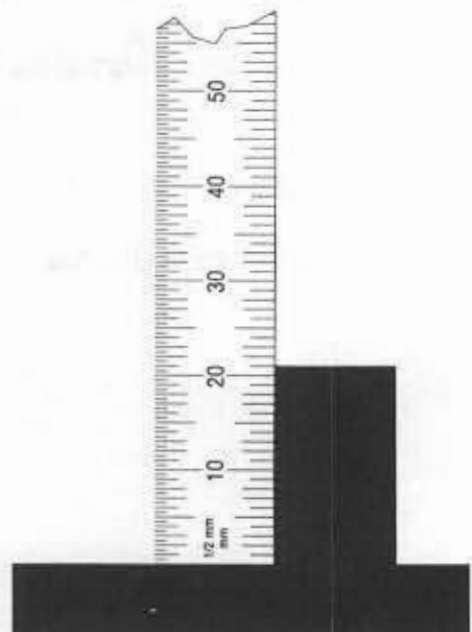
Una de las reglas de acero en el Juego de Piezas para Mediciones de Precisión tiene escalas métricas. En el lado que tiene dos escalas, la escala que se encuentra en el borde inferior está dividida en milímetros. Cada décimo milímetro está numerado. La escala en el borde superior está dividida en mitades de milímetros, de manera que hay 20 divisiones en cada diez milímetros.

EJERCICIO DE PRACTICA III

1. La altura de la espiga de montaje que se muestra a la derecha tiene que ser de 20 mm $\pm$ 2mm para estar dentro de la tolerancia.

¿Qué altura tiene? _____

¿Se encuentra la espiga dentro del margen de tolerancia? _____



2. La especificación para el diámetro interno de un cilindro taladrado es de 3 cm $\pm 0,5$ mm. Si mide 37 mm, ¿está la dimensión dentro del margen de tolerancia? _____
3. El DE del cilindro taladrado en la pregunta 2 debe medir 50 mm $\pm 0,5$ mm para cumplir con las especificaciones. La medida del DE indica 49,5 mm. ¿Está dentro de la tolerancia? _____

Conversiones métricas y británicas

Es posible que usted tenga a su disposición tablas para la conversión de medidas entre los sistemas métrico y británico, tales como las tablas de conversión que aparecen en el apéndice de esta guía de estudio. Sin embargo, si no dispone de una tabla, calcular una conversión es un proceso simple si recuerda los factores de conversión:

Pulgadas a mm - multiplicar por 25,4

mm a pulgadas - multiplicar por 0,0394

1 mm de pulgada

Por ejemplo, para convertir 4,75" a milímetros:

$$4,75" \times 25,4 = 120,65 \text{ mm}$$

Para convertir 120,65 mm a pulgadas:

$$120,65 \text{ mm} \times 0,0394 = 4,75361" = 4,75" \text{ (redondeado)}$$

Redondeo de los valores

Como se observa en el ejemplo que acabamos de usar, el realizar las conversiones con una calculadora puede dar como resultado un número con 5 lugares decimales - cien milésimos de pulgada - que es más preciso de lo que usted necesita. Habrá oportunidades en las que usted tendrá que redondear un valor decimal o métrico al milésimo, centésimo o décimo más cercano.

El lugar al que usted está redondeando se llama el **dígito significativo**. Si está redondeando al milésimo más cercano, el número en el lugar de los milésimos es el dígito significativo; si está redondeando al centésimo, el número en el lugar de los centésimos es el dígito significativo.

Para redondear un valor, suprima los lugares decimales que están a la derecha del dígito significativo y si el primer número a la derecha del dígito significativo es 5 o más, aumente el valor del dígito significativo en 1.

Por ejemplo, así es como se redondeó 4,75361" al centésimo de pulgada más cercano ó 4,75". El 5 en el lugar de los centésimos es el dígito significativo. El número en el primer lugar a la derecha del dígito significativo es menor que 5, por lo tanto usted puede suprimir el 361 sin aumentar el número que está en el lugar de los centésimos.

dígito significativo

4,7 5 3 6 1

4,7 5

Pero suponga que usted quiere redondear la misma medida -4,75361"- al milésimo más cercano. En este caso, el 3 que está en el lugar de los milésimos es el dígito significativo. Usted suprime el 61, pero debido a que 6 es mayor que 5, usted necesita aumentar el valor del dígito significativo en 1. La medida redondeada al milésimo más cercano es 4,754".

dígito significativo

4,7 5 3 6 1

4,7 5 4

EJERCICIO DE PRACTICA IV

Para realizar las conversiones siguientes, use sus propios cálculos o las tablas de conversión en el apéndice. Redondee su respuesta al milésimo de pulgada o al centésimo de milímetro más cercanos.

1. 5 mm = _____".

4. $\frac{3}{8}$ " = _____ mm.

2. 0,75" = _____ mm.

5. 22 mm = _____".

3. 40,5 mm = _____".

6. 0,025" = _____ mm.

COMO USAR LAS REGLAS DE ACERO DEL JUEGO DE PIEZAS

- Antes de usar las reglas de acero para medir, verifíquelas para cerciorarse de que no están dobladas, alabeadas o sucias.
- Haga que el extremo de la regla donde se encuentra el cero coincida con el punto de inicio de la medida.
- Mantenga el borde de la regla nivelado contra el objeto que se va a medir.
- Cuando mida un diámetro, cerciórese de que en realidad esté midiendo el diámetro. Coloque el extremo de la regla donde se encuentra el cero en uno de los bordes y corra la regla hasta que puede determinar la lectura máxima. La lectura máxima es el diámetro.
- Para medir una profundidad o una altura, mantenga firmemente el extremo de la regla en el que se encuentra el cero contra la superficie del fondo de la dimensión formando un ángulo recto y cerciórese de que el borde de la regla esté nivelado contra el costado.

EJERCICIO DE PRACTICA V

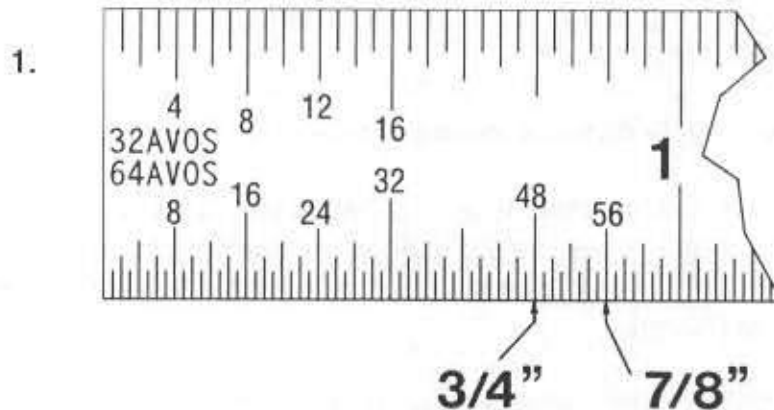
Use las 2 reglas de acero del Juego de Piezas para Mediciones de Precisión para responder a las preguntas siguientes. El dibujo del montaje de práctica identifica la ubicación de las dimensiones en el montaje.

1. ¿Cuál es la medida, en 64avos de pulgada, de la dimensión O en el montaje de práctica? _____
2. ¿Cuál es la medida de la dimensión G en la escala de $\frac{1}{2}$ mm? _____
3. Use la escala de los 100 $\frac{1}{2}$ en la regla británica para medir la dimensión V. _____

La especificación para la dimensión V es 0,800" $\pm$ 0,002". ¿Está la dimensión V dentro de la tolerancia? _____

RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS DE PRACTICA

Respuestas al Ejercicio de Práctica I



En la escala de 64avos, la división $\frac{3}{4}$ " está marcada como $\frac{48}{64}$ ". Ya que hay dieciséis 64avos en cada cuarto de pulgada, tres cuartos de una pulgada son iguales a cuarenta y ocho 64avos ($3 \times \frac{16}{64} = \frac{48}{64}$ "). La división $\frac{7}{8}$ " está marcada como $\frac{56}{64}$ ". Hay ocho 64avos en cada octavo de pulgada, de manera que siete octavos de pulgada son iguales a cincuenta y seis 64avos ($7 \times \frac{8}{64}$ ").

2. Sí. Para poder comparar la medida real con la especificación, usted tiene que convertir la especificación a 64avos. Tiene que encontrar cuántos 64avos hay en un cuarto de pulgada. Esto se hace dividiendo 64 entre 4.

$$64 \div 4 = 16$$

Hay $\frac{16}{64}$ " en $\frac{1}{4}$ ".

De manera que la dimensión especificada, en 64avos, es $1\frac{16}{64}$ " $\pm$ $\frac{16}{64}$ ".

Toda medida entre 1" ($1\frac{16}{64}$ " - $\frac{16}{64}$ ") y $1\frac{32}{64}$ " ($1\frac{16}{64}$ " + $\frac{16}{64}$ ") está dentro de la tolerancia.

Respuestas al Ejercicio de Práctica II

1. **0,760"**. El punto B está en la marca de división para 76 centésimos de pulgada. Esto se lee como 760 milésimos de pulgada.
2. **0,450"**. Las lecturas en milésimos se hacen con tres lugares decimales.
3. **8 centésimos u 80 milésimos**. El 8 está en el segundo lugar a la derecha de la coma decimal, que es el lugar de los centésimos. La medida total se debe leer como 1 y 86 milésimos de pulgada.
4. **0,125"**. Si usted está usando una tabla de conversión, primero tiene que cambiar $\frac{2}{16}$ a su forma más simple. Halle el número más alto que dividirá el numerador y el denominador sin dejar residuo. En el caso de $\frac{2}{16}$, divida el numerador y el denominador entre 2:

$$\frac{2}{16}'' = \frac{2 \div 2}{16 \div 2} = \frac{1}{8}''$$

Luego halle $\frac{1}{8}''$ en la tabla de conversión y ubique su equivalente decimal.

Para calcular la conversión, divida el numerador entre el denominador:

$$2'' \div 16 = 0,125''$$

Respuestas al Ejercicio de Práctica III

1. **21 mm; sí**. La superficie superior de la espiga está en la división para 21 mm. El margen de tolerancia es:

$$(20 \text{ mm} - 2 \text{ mm}) 18 \text{ mm a } (20 \text{ mm} + 2 \text{ mm}) 22 \text{ mm}$$

2. **No**. Para hallar el margen de tolerancia para el DI, primero tiene que convertir centímetros a milímetros. Hay 10 milímetros en un centímetro, de manera que la especificación puede convertirse a 30 mm +/- 5,5 mm. El margen de tolerancia en milímetros es de 24,5 mm a 35,5 mm. El DI medido de 37 mm está fuera del margen de tolerancia.
3. **Sí**. El margen de tolerancia es de 49,5 mm a 50,05 mm.

Respuestas al Ejercicio de Práctica IV

Las conversiones para las preguntas 1, 2, 4 y 5 pueden hallarse en las tablas del apéndice. Las conversiones para las preguntas 3 y 6 deberán calcularse.

1. $0,1970'' = 0,197''$. Redondee el valor que aparece en la tabla al milésimo más cercano suprimiendo el 0 en el lugar de los diez milésimos.
2. $19,050 \text{ mm} = 19,05 \text{ mm}$
3. $1,5957'' = 1,596''$. Para convertir milímetros a pulgadas, multiplique por 0,0394:

$$40,5 \text{ mm} \times 0,0394 = 1,5957''$$

Para redondear el valor al milésimo de pulgada más cercano, suprima el lugar de los diez milésimos y ya que 7 es más alto que 5, aumente el valor del lugar de los milésimos en uno. El resultado es $1,596''$.

4. $9,525 \text{ mm} = 9,53 \text{ mm}$. Redondee el valor dado en la tabla al centésimo de milímetro más cercano suprimiendo el 5 en el lugar de los milésimos y aumentando 1 al lugar de los centésimos.
5. $0,8668'' = 0,867''$
6. $0,635 \text{ mm} = 0,64 \text{ mm}$. Para convertir pulgadas a milímetros, multiplique por 25,4:

$$0,025'' \times 25,4 = 0,635 \text{ mm}$$

Redondee el resultado al centésimo de mm más cercano suprimiendo el 5 y aumentando 1 al lugar de los centésimos.

Respuestas al Ejercicio de Práctica V

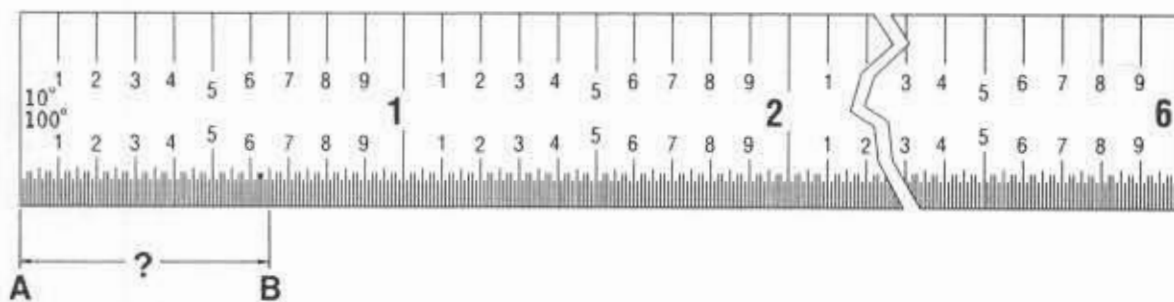
1. $4\frac{17}{64}$ ". Generalmente, se reconoce que una regla con fracciones de pulgadas es exacta sólo hasta $\frac{1}{64}$ ". Por lo tanto, su medida es correcta si se encuentra entre $4\frac{16}{64}$ " y $4\frac{18}{64}$ ".
2. 6,5 mm. La escala de $\frac{1}{2}$ milímetro en la regla métrica es exacta hasta medio milímetro. Su medida es correcta si se encuentra entre 6 mm y 7 mm.
3. 0,800". La escala de 100 $\frac{1}{2}$ en la regla de acero puede proporcionar una exactitud de $\pm 0,01$ ", de manera que su medida deberá estar entre 0,790" y 0,810".

Sin embargo, debido a que la regla de acero es exacta sólo hasta 0,01", no es lo suficientemente precisa como para indicarle si la dimensión está dentro del margen de tolerancia de $\pm 0,002$ ". La única manera en que usted puede determinar si una dimensión está dentro del margen de tolerancia de milésimos de pulgada es usando un instrumento más preciso.

LECCION DE REPASO

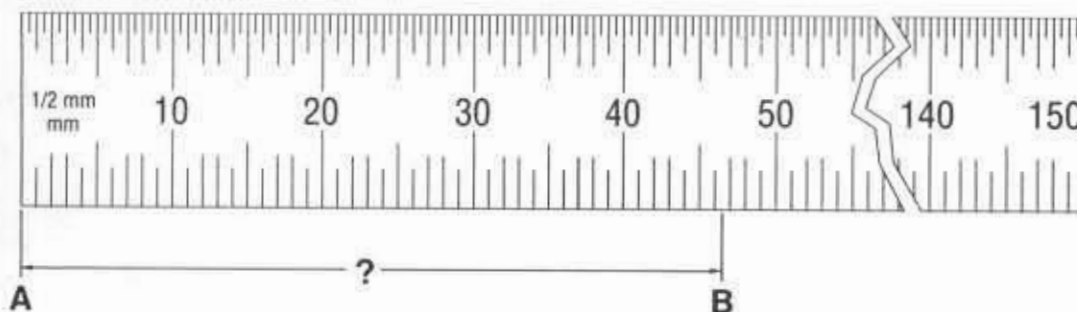
1. En una escala de 32avos de pulgada, ¿qué división es igual a $\frac{3}{4}$ " ?
2. En una escala de 64avos de pulgada, ¿qué división es igual a $\frac{1}{16}$ " ?
3. Convierta estos valores decimales a sus equivalentes métricos:
 - A. 0,40626 _____
 - B. 0,87500 _____
 - C. 0,18750 _____
4. Convierta estos valores métricos a sus equivalentes decimales:
 - A. 77 mm _____
 - B. 2 mm _____
 - C. 26 mm _____
5. Convierta estas fracciones a decimales y redondéelas a centésimos:
 - A. $\frac{3}{4}$ " _____
 - B. $\frac{3}{8}$ " _____
 - C. $1 \frac{9}{16}$ " _____
6. Escriba 4,675 en palabras. _____

7. ¿Cuál es la medida de A a B en la escala? _____



¿Cuál es su equivalente métrico? _____

8. ¿Cuál es la medida de A a B en esta escala? _____



9. Si las especificaciones indican que una varilla tubular de acero con extremos planos tiene que tener un largo de 3,5 cm con una tolerancia de ± 2 mm, ¿estaría dentro de la tolerancia una varilla de un largo de 36 mm? _____

10. La varilla de acero de la pregunta 9, está enchapada con un acabado de cromo que tiene un grosor de 2 mm $\pm 0,5$. Si la varilla y el acabado de cromo están dentro de la tolerancia, ¿cuál sería el largo total de la varilla cromada? _____

MICROMETROS

INTRODUCCION

El micrómetro mecánico (o *mic*) se usa frecuentemente cuando las normas de fabricación requieren de mediciones más precisas de las que se pueden obtener con las reglas de acero. Algunos mics pueden tomar medidas de hasta un diez milésimo de pulgada (.0001"), o dos milésimos de un milímetro (.002 mm).

Esta lección explica cómo se opera un micrómetro. Explica las técnicas para leer las escalas en los micrómetros de interiores, de profundidad y de exteriores, y proporciona experiencia práctica en el uso de un micrómetro vernier de exteriores.

OBJETIVOS

Al término de esta lección usted deberá ser capaz de:

- Identificar las partes de un micrómetro mecánico.
- Poder leer los micrómetros decimales y métricos.
- Operar y leer un micrómetro de interiores.
- Operar y leer un micrómetro de profundidad.
- Usar el micrómetro vernier de exteriores que hay en el juego de piezas para tomar medidas de diámetros externos, anchos y grosores.

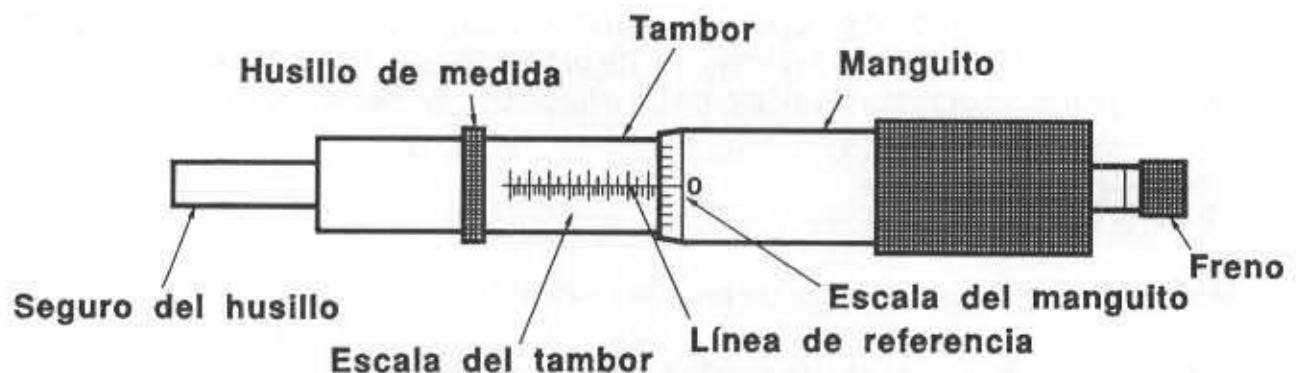
CLASES DE MICROMETROS

Hay 3 clases de micrómetros mecánicos, cada uno diseñado para medir dimensiones diferentes:

- Los micrómetros de profundidad miden las profundidades y las alturas.
- Los micrómetros de interiores miden los diámetros internos y otras dimensiones internas.
- Los micrómetros de exteriores miden los diámetros externos, el grosor y otras dimensiones externas.

Las tres clases de micrómetros están disponibles en escalas métricas o decimales.

LA CABEZA MICROMETRICA



Todos los micrómetros son adaptaciones diferentes de la cabeza micrométrica que se muestra arriba. Al tomar una medida, el **manguito** se gira alrededor del **tambor** para que la superficie de medida ajustable, el **husillo**, pueda extenderse para hacer contacto con la superficie que va a medirse.

Después de haber realizado un contacto suave, se usa el **freno** que se encuentra al extremo del manguito para realizar un ajuste final.

Nota: El husillo se extiende gracias a un mecanismo accionado por un tornillo o por un resorte, el cual puede dañarse si el husillo se gira demasiado. Cuando sienta que ha hecho un contacto mínimo con la superficie, use el freno del husillo, si es que hay uno, para realizar el ajuste final.

Hay dos clases de freno. Si se usa un **freno de trinquete**, un chasquido le avisará cuando haya aplicado suficiente presión; un **freno accionado por resorte** le avisará al empezar a girar libremente.



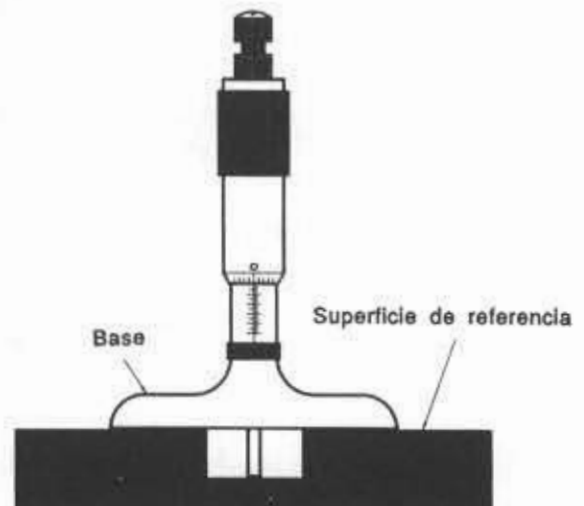
Si para poder realizar la lectura tiene que retirar el micrómetro del objeto, primero deberá ajustar el **seguro del husillo** para mantener el husillo en su lugar.

Las **escalas** para la lectura de las mediciones están ubicadas en el tambor y en el manguito. Varios micrómetros de exteriores tiene una escala adicional en el tambor para obtener lecturas más precisas. Esta escala, llamada vernier, permite realizar medidas de hasta 0,0001" ó 0,02 mm.

LOS MICROMETROS DE PROFUNDIDAD

Un mic de profundidad es una cabeza micrométrica con una superficie plana en forma de "T", llamada base. La base permite colocar el mic de manera perpendicular o en ángulo recto sobre la superficie cuya profundidad se va a medir.* El husillo se extiende desde la cabeza micrométrica hasta la base.

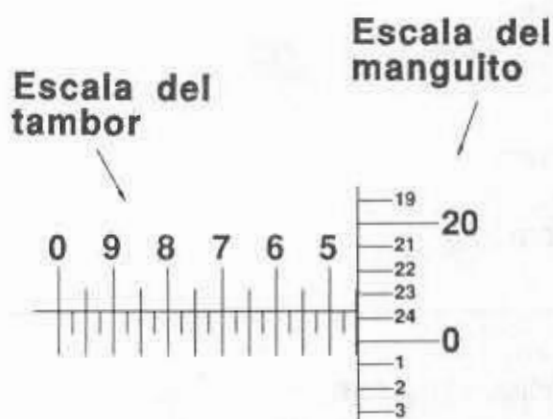
La base debe mantenerse firme para evitar que el husillo separe al micrómetro de la superficie de referencia.



* La superficie desde la cual se realiza la medición se llama la "superficie de referencia."

Las escalas en un micrómetro de profundidad hasta dónde se extiende el husillo. Las divisiones mayores en la escala del tambor van desde las más altas en el extremo del husillo hasta cero en el extremo del manguito. Para dar lectura a una medida, lea primero la escala del tambor y luego la escala del manguito.

Cómo leer las escalas decimales



La escala del tambor: Cada una de las divisiones mayores de la escala del tambor representan 0,100". Cada una de las tres divisiones menores que se encuentran entre las mayores indican 0,025". Para leer la escala del tambor usted tiene que determinar cuáles son las divisiones que están **cubiertas** por el husillo. En la ilustración de la izquierda, usted puede ver el número 5, de manera que la división mayor más alta cubierta es la división de 400 centésimos. Usted empezará la lectura con 0,400".

Luego, determine cuántas de las divisiones no numeradas que se encuentran entre el 4 y el 5 están cubiertas por el husillo. En la ilustración de arriba se ven dos de estas graduaciones, por lo tanto una está cubierta. Suma 0,025" a su lectura.

$$0,400" + 0,025" = 0,425"$$

En la ilustración, la lectura de la escala del tambor es 0,425".*

La Escala del manguito: La escala del manguito tiene 25 divisiones y cada una representa 0,001" (1 milésimo de pulgada). Para completar la medida, se debe sumar la lectura de la escala del husillo a la de la escala del manguito. Lea la graduación del manguito que está más cerca a la línea de referencia de la escala del tambor.

En nuestra ilustración, la línea de referencia de la escala del tambor está más cerca a la graduación 0,024" del manguito, de manera que la lectura de la medida total es:

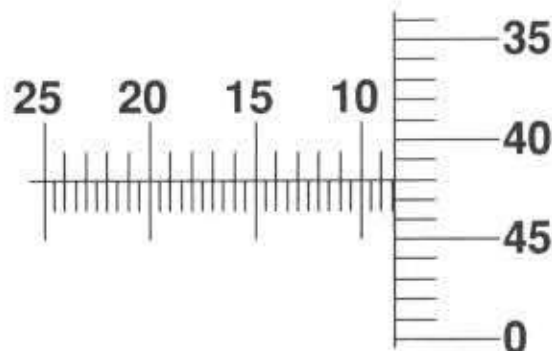
$$0,425" + 0,024" = 0,449"$$

* Usted aumentaría 0,050" si 2 divisiones estuvieran cubiertas; 0,075" si 3 divisiones estuvieran cubiertas.

Nota: El 0 en la escala del manguito representa una vuelta completa del manguito, ó 0,025", así como el punto de inicio. Si la escala del manguito está entre el 0 y el 1 usted leería ya sea 0 ó 0,001". Pero si está entre 24 y 0, entonces usted leería ya sea 0,024" ó 0,025", dependiendo de si la línea de referencia de la escala del tambor está más cerca del 24 o del 0.

Cómo leer las escalas métricas

La escala del tambor: La escala del tambor de los micrómetros métricos está dividida en 25 divisiones mayores de 1,0 mm, con cada quinto milímetro numerado. Las graduaciones que están debajo de la línea de referencia marcan 0,5 mm. Las medidas se leen igual que en una escala decimal - se determina cuántas divisiones están **cubiertas** por el manguito.



En el ejemplo que se muestra arriba, la división mayor más alta que está cubierta es 8,0 mm. (Usted puede ver una marca de división a la derecha de 10 mm. Esta marca representa 9,0 mm, de manera que la primera marca que usted **no** puede ver es la de 8,0 mm.) Debido a que la marca de medio mm entre 8,0 mm y 9,0 mm puede verse, no hay más divisiones menores para contar que estén cubiertas. De manera que la lectura total de la escala del tambor es 8,0 mm.

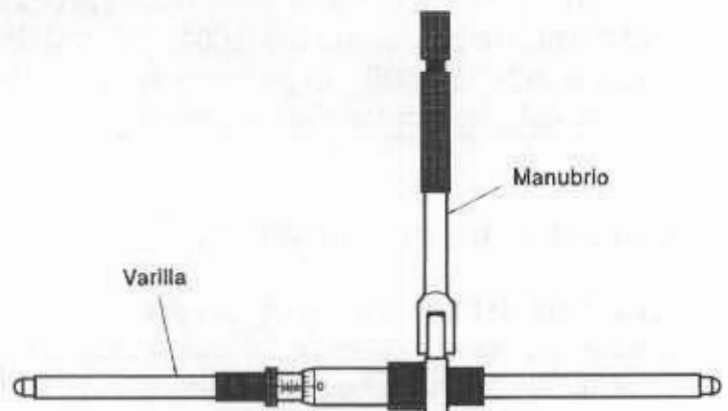
La escala del manguito: La escala del manguito está marcada con 50 divisiones y cada una de ellas representa 0,01 mm. Así como en la escala del tambor, cada 5a. división está numerada. En la ilustración que aparece arriba, la graduación que indica 0,42 mm está alineada con la línea de referencia de la escala del tambor, de manera que 0,42 mm se suma a la lectura de la escala del tambor y se obtiene una lectura total de 8,42 mm:

$$8,0 \text{ mm} + 0,42 \text{ mm} = 8,42 \text{ mm}$$

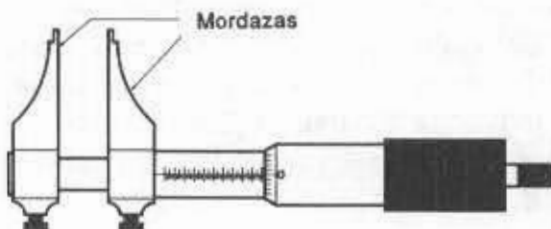
Al igual que con el micrómetro decimal, si la línea de referencia de la escala del tambor está alineada entre divisiones de la escala del manguito, agregue el valor de la escala del manguito que esté más cerca a la línea de referencia de la escala del tambor. Y recuerde que 0 también puede representar 0,050 mm cuando la línea de referencia de la escala del tambor se encuentra entre la división de 0,049 y 0.

LOS MICROMETROS DE INTERIORES

La mayoría de los micrómetros de interiores usan varillas o tubos que se unen a la cabeza micrométrica para realizar una medición. A algunos de los mics de interiores se les agrega un manubrio en la cabeza micrométrica para que ésta pueda ser insertada en la apertura que se va a medir.

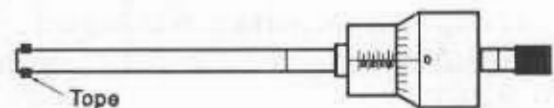


Las extensiones que se agregan a la cabeza micrométrica entran en contacto con las superficies internas del espacio que se está midiendo. Se pueden encontrar en una gran variedad de largos, de manera que se pueden usar para medir dimensiones internas, desde las muy pequeñas hasta las de varios pies de largo.



También se dispone de mics de interiores que tienen mordazas tipo calibre. Una de las mordazas es fija y la otra se abre y cierra con la rotación del manguito.

Otra clase de mic de interiores puede usarse para medir diámetros internos muy pequeños. Una extensión de la cabeza micrométrica tiene tres topes movibles ubicados a 120 grados uno del otro. A medida que gira el manguito, estos topes se extienden para ponerse en contacto con las superficies internas.



Las escalas en los mics de interiores se leen de la misma manera en que se leen las escalas en los mics de profundidad.

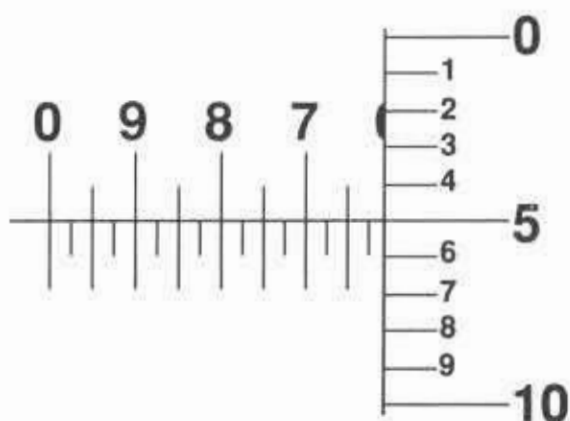
EJERCICIO DE PRACTICA I

1. ¿Cuál es la medida que se muestra en esta escala?

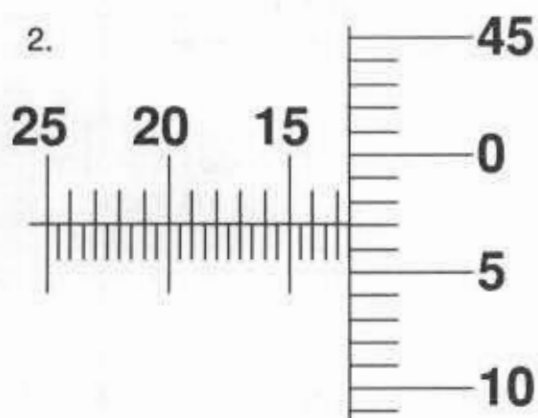
Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Total _____



- 2.



- ¿Cuál es la medida que se muestra en esta escala?

Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

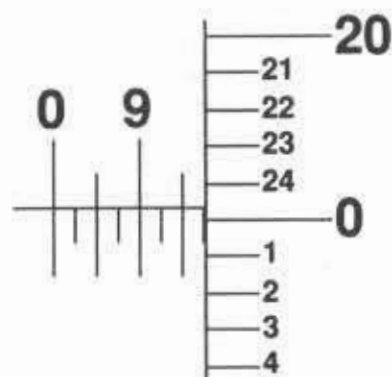
Total _____

3. ¿Cómo leería usted esta medida?

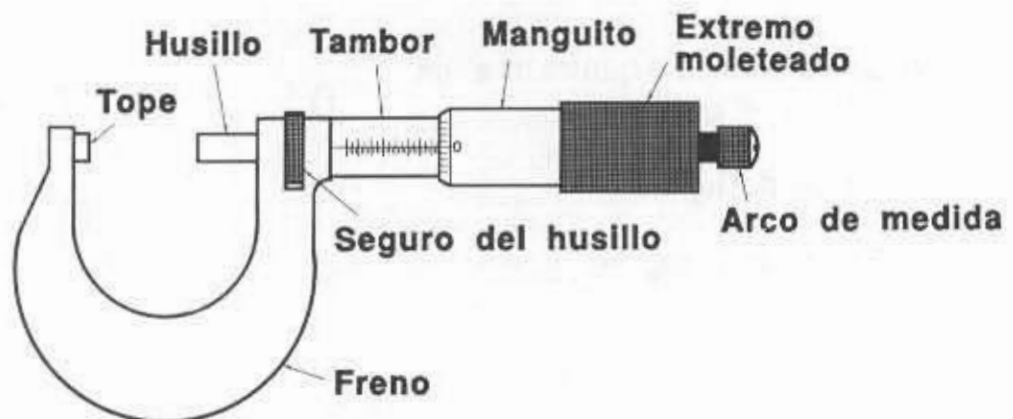
Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Total _____



MICROMETROS DE EXTERIORES



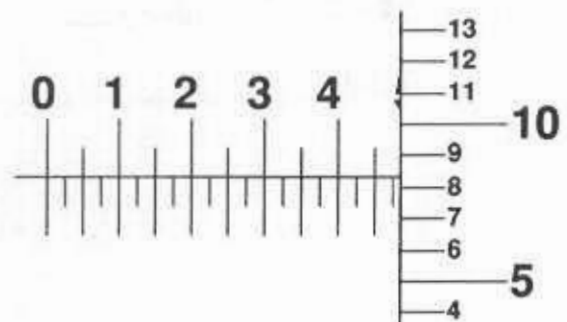
En un micrómetro de exteriores, el arco de medida en forma de herradura contiene el tope, que es la superficie fija de medición del mic, y el seguro del husillo. El husillo se extiende de la cabeza, pasa por el extremo del arco de medida y llega hasta el tope.

Además de las escalas del tambor y del manguito, muchos mics de exteriores tienen también una escala vernier ubicada encima del tambor. En los mics decimales, la escala vernier puede medir hasta un mínimo de 0,0001" (1 diez milésimo de pulgada). En los mics métricos la escala vernier puede leer hasta 0,002 mm (2 milésimos de un milímetros).

Las escalas del tambor y del manguito de los micrómetros de exteriores están numerados en dirección opuesta a las de los mics de profundidad y los mics de interiores. En la escala del tambor, el 0 está en el extremo de la escala que está más cerca al husillo y la división numerada más alta está en el extremo de la escala cercano al manguito. La dirección de los números en la escala del manguito también está invertida.

Cómo leer las escalas decimales

Las escalas del tambor: Para leer la escala del tambor en un micrómetro de exteriores, lea las divisiones más cercanas al manguito que **no están cubiertas**. En la ilustración de la derecha, la lectura empieza con 0,400". Se pueden ver 3 marcas de división menores cada una de las cuales representa 0,025". La lectura de la escala del tambor es:



$$0,400" + 3(0,025") = 0,400" + 0,075" = 0,475"$$

La escala del manguito: Como en las otras clases de mics, la escala del manguito está graduada en milésimos de pulgada.

Si una de las divisiones numeradas de la escala del manguito queda alineada con la línea de referencia de la escala del tambor, sume ese número en milésimos a la lectura de la escala del tambor.

Si la línea de referencia de la escala del tambor se encuentra entre dos divisiones en la escala del manguito, la lectura depende de si el micrómetro tiene o no una escala vernier.

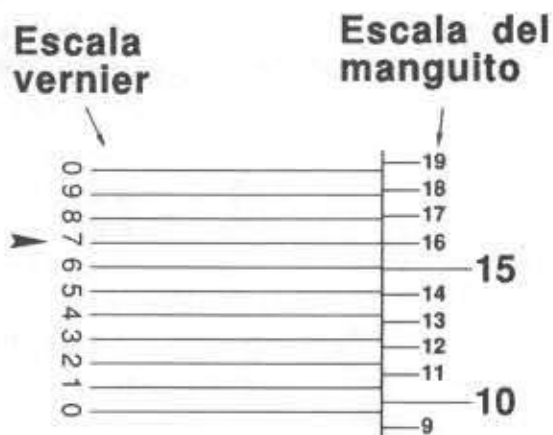
Sin escala vernier: Si el mic **no** tiene una escala vernier, sume el valor más cercano a la línea de referencia, como se hace con los mics de interiores y de profundidad.

Con escala vernier: Si el micrómetro tiene una escala vernier, sume el menor de los dos valores a la lectura de la escala del tambor. Las lecturas de las escalas del tambor y del manguito en el ejemplo de la página 2-8 son:

$$0,475" + 0,008" = 0,483"$$

Luego, debido a que la lectura del manguito se encuentra entre dos divisiones, se debe sumar la lectura de la escala vernier.

La escala vernier: Cada una de las líneas en la escala vernier representa 0,0001", generalmente expresada como décimos de 1/10,000. Sólo una línea estará alineada exactamente con una división de la escala del manguito. Esta línea proporciona la lectura de la escala vernier. En la ilustración de la derecha, la división 7 de la escala vernier, que representa 0,0007", se alinea exactamente con una división de la escala del manguito. Todas las otras líneas de la escala vernier no convergen con las líneas de la escala del manguito. Suma la lectura de la escala vernier a las lecturas del tambor y del manguito.



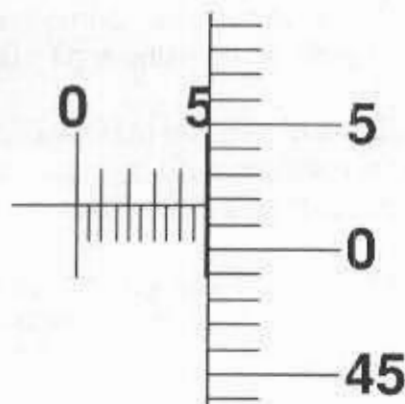
$$0,483" + 0,0007" = 0,4837"$$

En voz alta esto se lee como 483 milésimos y 7 décimos de pulgada.

Atención: Cuando lea una escala vernier, cerciórese de sumar el valor de la escala vernier y **no** el valor de la escala del manguito.

Cómo leer escalas métricas

Las escalas de tambor y de manguito en un micrómetro métrico de exteriores tienen las mismas divisiones que las escalas métricas en los mics de interiores y de profundidad pero, como hemos visto con los mics decimales, el orden de los números está invertido. Las escalas se leen de la misma manera que se leen las escalas decimales.



La escala del tambor: En el ejemplo que aparece arriba, la lectura total de la escala del tambor es 5,0 mm, debido a que no hay ninguna marca de 0,5 mm visible entre la división de 5,0 mm y el borde del manguito.

La escala del manguito: La escala del manguito está graduada en incrementos de 0,01 mm. En el ejemplo que se da arriba, la línea de referencia de la escala del tambor está alineada entre las divisiones 0,01 y 0,02 en la escala del manguito. Si el mic no tuviera una escala vernier, usted sumaría 0,02 ya que la línea de referencia de la escala del tambor está más cerca a la graduación de 0,02 mm.

La escala vernier: Si el micrómetro tiene una escala vernier, sume el menor de los dos valores a la lectura de la escala del tambor - en este caso 0,01 mm. Luego, halle la división de la escala vernier que está alineada exactamente con una división de la escala de manguito. Cada una de las graduaciones de la escala vernier representa 0,002 mm. En este caso, la división de la escala vernier marcada 8 converge exactamente con una marca de la escala de manguito. Suma 0,008 a las lecturas de las escalas del tambor y del manguito:

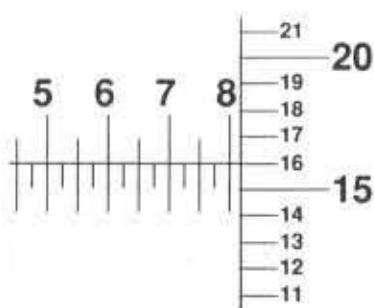


$$5,0 \text{ mm} + 0,01 \text{ mm} + 0,008 \text{ mm} = 5,018 \text{ mm}$$

Al igual que con las escalas vernier decimales, cerciórese de que cuando lea una escala vernier, lea el número en la escala vernier y **no** el número en la escala de manguito.

EJERCICIO DE PRACTICA II

1.

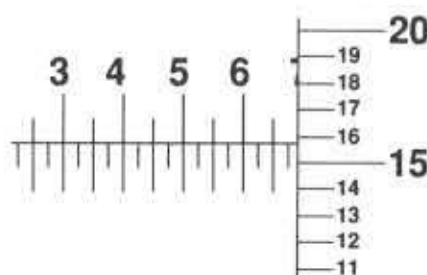


¿Cuáles son las lecturas de la escala del tambor y de la escala del manguito de este micrómetro de exteriores?

Escala del tambor _____

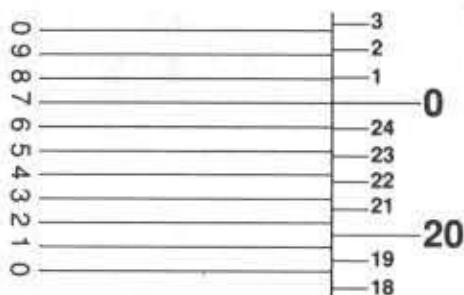
Escala del manguito _____

2. ¿Cómo leería usted el valor de la escala del manguito que se muestra a la derecha si el micrómetro **no** tuviese una escala vernier? _____



3. ¿Cómo leería usted la escala del manguito si el mic **si** tuviese una escala vernier?

4.



La ilustración de la izquierda muestra la lectura de la escala vernier para las escalas del manguito y del tambor que se mostraron en la pregunta N° 3. ¿Cuál es la lectura total para las 3 escalas?

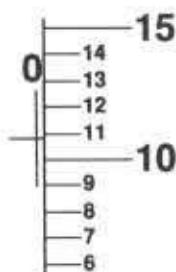
5. ¿Cuál es la lectura que muestran estas escalas?

Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Escala vernier _____

Lectura total _____



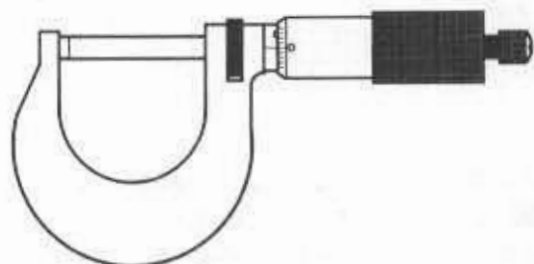
COMO USAR EL MICROMETRO VERNIER DE EXTERIORES DEL JUEGO DE PIEZAS

Antes de usar el micrómetro del Juego de Piezas para Mediciones de Precisión, asegúrese de que está limpio y calibrado de manera apropiada.

La limpieza

El micrómetro debe estar limpio de polvo y de otros contaminantes. Si las superficies de medición están sucias, es posible que las medidas no sean exactas. Para limpiar las superficies del tope y del husillo, ciérrelos suavemente hasta que queden juntos con un pedazo de papel limpio en el medio y saque del papel lentamente. Nunca use limpiadores abrasivos ni agua y jabón para limpiar las partes del mic, ya que estos las dañarán.

La calibración



Para que el micrómetro tome medidas exactas debe calibrarse de manera apropiada. Para verificar la calibración, cerciórese primero de que el seguro del husillo esté completamente desenganchado. Luego, gire el freno de trinquete lentamente y con igualdad para cerrar completamente el husillo contra el tope. Si el micrómetro está calibrado de manera correcta, el cero en el manguito quedará alineado con la línea de referencia de la escala del tambor.

Si el 0 no queda alineado exactamente con la línea de referencia, verifique con su instructor. Si usted usa un mic que no está calibrado, sus lecturas no serán exactas.

NOTA: Las medidas consistentes y exactas que se toman con el mic de exteriores depende de si se gira el freno de trinquete correctamente. Como práctica, cuando usted verifique la calibración, haga que el cero de la escala del manguito quede alineado exactamente con la línea de referencia de la escala del tambor. Fijese que si usted gira de manera fuerte y rápida, impulsará el manguito demasiado lejos. Antes de realizar su primera medición, familiarícese con el instrumento; la manera en que usted gira el freno de trinquete para hallar el punto exacto del cero, es la manera en que debe girarlo siempre.

Cómo tomar las medidas

1. Cerciórese de que el seguro del husillo esté completamente desenganchado. Si se encuentra cerrado parcialmente, puede ocurrir un arrastre y afectar la medida.
2. Si necesita abrir o cerrar el micrómetro a una distancia considerable, agárrelo del arco de medida y dé vuelta al manguito frotándolo a lo largo de su manga o de la palma de su mano.
3. Cuando la abertura del husillo es un poco más grande que las dimensiones que se van a medir, coloque el objeto contra el tope.
4. Dé vuelta al manguito sólo hasta que sienta un poquito de resistencia. No fuerce el manguito ya que mucha presión podría dañar el micrómetro. En todo caso, afectará la exactitud de su medición.
5. Cuando empiece a sentir resistencia, mueva la cabeza micrométrica suavemente hacia adelante y hacia atrás para asegurarse de que el tope y el husillo estén formando un ángulo recto con la dimensión que se está midiendo.
6. Luego use el freno de trinquete para completar el cierre del tope y del husillo en el objeto. Gire el freno de trinquete lenta y parejamente hasta que escuche un chasquido. Es posible que si lo gira muy rápido su medida no sea exacta.
7. Ahora usted está listo para leer las escalas. Recuerde que si tiene que retirar el micrómetro para leer la medida, deberá de ajustar el seguro del husillo.

EJERCICIO DE PRACTICA III

En este ejercicio, usted usará el dibujo de práctica del montaje, el montaje de práctica y el micrómetro de exteriores vernier para tomar medidas reales. Antes de empezar, cerciórese de que el micrómetro esté calibrado. Si tiene alguna pregunta sobre la calibración, hable con su instructor.

1. Mida la dimensión Q. _____
2. Mida la dimensión C. _____

RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS PRACTICOS

Respuestas al Ejercicio Práctico I

1. **Escala del tambor, 0,600"; escala del manguito, 0,005"; total, 0,605".**
Primero tome la lectura de la escala del tambor. Las divisiones más altas que puede ver son las divisiones para 0,700" y tres divisiones sin números, cada una de las cuales representa 0,025". De manera que usted sabe que la división más alta cubierta por el manguito es 0,600". Para leer la escala del manguito, fíjese que la línea de referencia de la escala del tambor esté alineada con el 5, que representa 0,005". Sume las lecturas de la escala del tambor y del manguito:

$$0,600" + 0,005" = 0,605"$$

2. **Escala del tambor, 12,5 mm; escala del manguito, 0,03 mm; total 12,53 mm.** Esta escala está en milímetros en vez de décimos de pulgada. La lectura de la escala del tambor es 12,5 mm debido a que la división más alta que usted puede ver es la división para 13 mm. Debido a que no se muestran divisiones de medio milímetro entre el 13 y el manguito, usted sabe que la división más alta cubierta por el manguito es 12,5 mm. La línea de la escala del tambor está alineada con la división para 0,03 mm en la escala del manguito. Para obtener la lectura total:

$$12,5 \text{ mm} + 0,03 \text{ mm} = 12,53 \text{ mm}$$

3. **Escala del tambor, 0,800"; la escala del manguito, 0,025"; total, 0,825".**
Al leer la escala del tambor, usted puede ver la división para 0,900" y tres divisiones de 0,025 en la escala, de manera que la lectura de la escala del tambor es 0,800". Debido a que la línea de referencia de la escala del tambor está entre dos divisiones en el manguito, la lectura de la escala del manguito es el número más cercano a la línea de referencia. La línea de referencia está más cerca al 0 que al 24, de manera que la lectura de la escala del manguito es 0,025" (recuerde que el 0 representa un vuelta completa del manguito así como el inicio de la vuelta). Sume las dos lecturas para una lectura total:

$$0,800 + 0,025" = 0,825"$$

Respuestas al Ejercicio de Práctica II

1. **Escala del tambor, 0,800"; escala del manguito, 0,016".** La lectura de la escala del tambor en un micrómetro de exteriores es la división más alta que

esté visible. Aquí, la lectura de la escala del tambor es 0,800" debido a que la división 8 es la más cercana al manguito y ninguna de las marcas de divisiones más pequeñas entre el 8 y el 9 está a la vista. Fijese que la línea de referencia de la escala del tambor está alineada con la división que tiene el número 16 en el manguito, por lo tanto, la lectura de la escala del manguito es 0,016".

2. **0,016"**. Si la línea de referencia de la escala del tambor se encuentra entre dos divisiones del manguito y si no hay una escala vernier, la lectura de la escala del manguito es el valor de la división que esté más cerca de la línea de referencia de la escala del tambor.
3. **0,015"**. Si la línea de referencia de la escala del tambor se encuentra entre dos divisiones del manguito, y si el micrómetro tiene una escala vernier, tome la menor de las dos divisiones para la lectura de la escala del manguito y sume la lectura de la escala vernier a las lecturas de las escalas del tambor y del manguito.
4. **0,6907"**. La lectura de la escala del tambor es 0,675" - usted puede ver la división 0,600" y las tres divisiones de 0,025" entre el 6 y el 7 en la escala del tambor. La lectura de la escala del manguito es 0,015" en un micrómetro vernier. En la escala vernier, la 7a división converge exactamente con una de las divisiones de la escala del manguito. Sume las tres lecturas para obtener una lectura total:

$$0,675" + 0,015" + 0,0007" = 0,6907"$$

5. **0,0107"**. La lectura de la escala del tambor es 0 y la lectura de la escala del manguito es 0,010", ya que hay una escala vernier. La lectura vernier es 0,0007", por lo tanto la lectura total es:

$$0 + 0,010" + 0,0007" = 0,0107"$$

Respuestas al Ejercicio de Práctica III

El montaje de práctica se fabricó con un margen de tolerancia especificado de 0,002". Por lo tanto, su medida es correcta si se encuentra dentro de +/- 0,002" de las medidas que se da a continuación.

1. **0,500"**
2. **0,860"**

LECCION DE REPASO

INSTRUCCIONES: Elija la letra de la opción que **mejor** complete la oración.

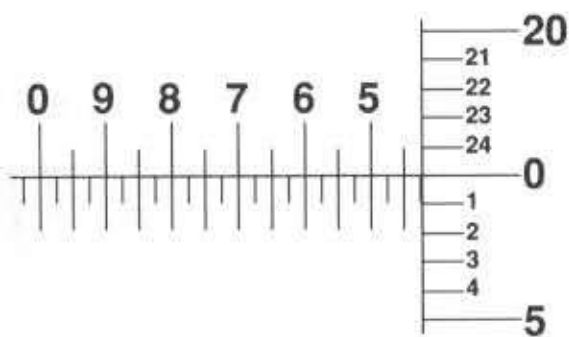
1. Las escalas micrométricas están ubicadas en . . .
 - A. El arco de medida.
 - B. El tope.
 - C. El manguito.
 - D. Ninguna de las respuestas antes mencionadas es la correcta.
2. Cuando se toma una medida, el ajuste final se realiza al girar el . . .
 - A. Tambor.
 - B. Manguito.
 - C. Tope.
 - D. Freno.
3. La superficie de medida ajustable de un micrómetro se llama el . . .
 - A. Manguito.
 - B. Husillo.
 - C. Tambor.
 - D. Freno.
4. Para leer la escala del tambor de un micrómetro de interiores, se lee la división más alta . . .
 - A. Cubierta por el manguito.
 - B. Que no está cubierta por el manguito.
 - C. Que está más cerca a la línea de referencia.
 - D. Qué está más lejos de la línea de referencia.
5. La escala vernier en un mic de exteriores lee a una exactitud de . . .
 - A. 0,01"
 - B. 0,001"
 - C. 0,0001"
 - D. 0,00001"

6. El propósito de la escala vernier es . . .

- A. Proporcionar una verificación de la lectura de la escala del manguito.
- B. Medir las vueltas del freno de trinquete.
- C. Proporcionar una lectura más precisa.
- D. Todas las respuestas antes mencionadas son correctas.

Para las preguntas 7 a 10, anote las lecturas ilustradas.

7.

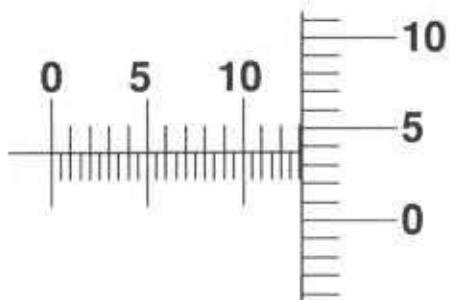


Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Total _____

8.

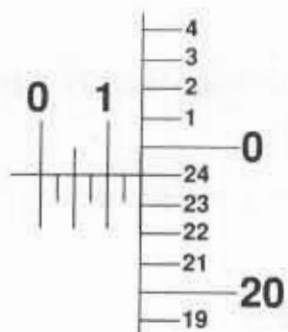


Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Total _____

9.

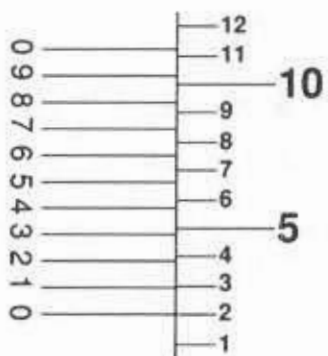


Escala del tambor _____

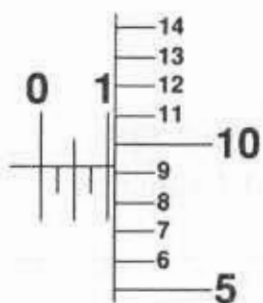
Escala del manguito _____

Escala vernier _____

Total _____



10.

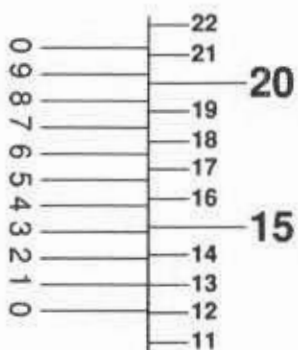


Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Escala vernier _____

Total _____



CALIBRES

INTRODUCCION

Generalmente, los calibres se usan cuando se requiere un dispositivo para mediciones de precisión versátil. Los calibres pueden medir dimensiones internas, dimensiones externas y profundidades.

Esta lección describe las partes de los calibres mecánicos y cómo se usan para medir. Explica cómo se leen los calibres vernier y de indicador de esfera y proporciona experiencia práctica en el uso de un calibre con indicador de esfera.

OBJETIVOS

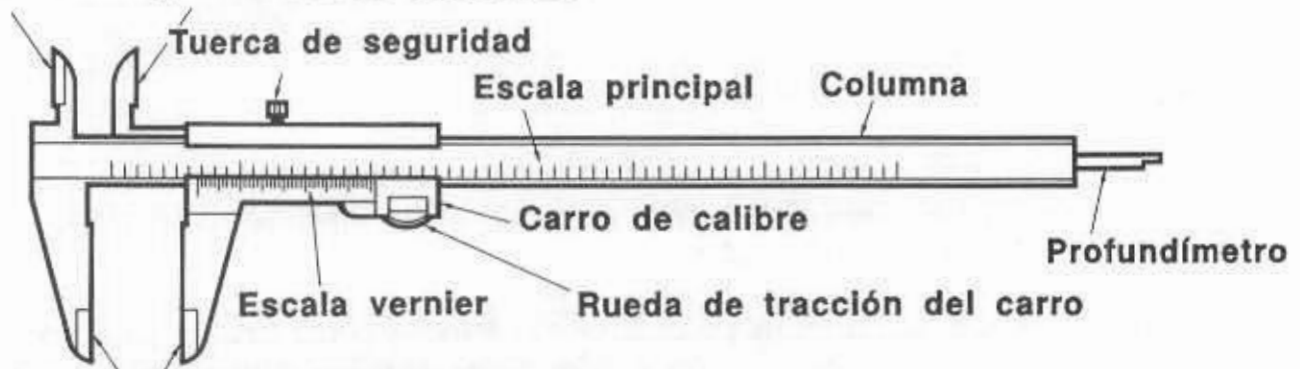
Al término de esta lección usted debe ser capaz de:

- Identificar las partes y las operaciones de los calibres vernier y de indicador de esfera.
- Leer las escalas en los calibres vernier y de indicador de esfera.
- Usar el calibre con indicador de esfera del juego de piezas para tomar medidas exactas de dimensiones internas, externas y de profundidad.

CARACTERISTICAS GENERALES

Los calibres son instrumentos de medición muy versátiles que tienen tres juegos de superficies de medición, lo que hace posible que un solo calibre pueda medir una variedad de dimensiones. Las dos clases de calibre se identifican por el tipo de escalas que usan para las lecturas. Los **calibres vernier** usan una escala vernier, parecida al vernier en un micrómetro. Los **calibres con indicador** de esfera usan una esfera que se lee al observar la posición del indicador de la esfera.

Mordazas para medidas interiores



Mordazas para medidas exteriores

CALIBRES VERNIER

Las dos clases de calibres tienen características comunes. Al medir, el calibre se sostiene por la **columna**. El **carro de calibre** se mueve a lo largo de la columna al rotar una rueda de tracción del carro o al presionar una presilla manual. Adjuntos al carro de calibre se encuentran las **mordazas para medidas**. La mayoría de los calibres tienen dos juegos de mordazas - uno con superficies de medición planas en el interior que son para medir dimensiones exteriores, y otro con superficies de medición planas en el exterior que son para medir dimensiones internas. Algunos tienen sólo un juego de mordazas que tienen ambas clases de superficies de medición.

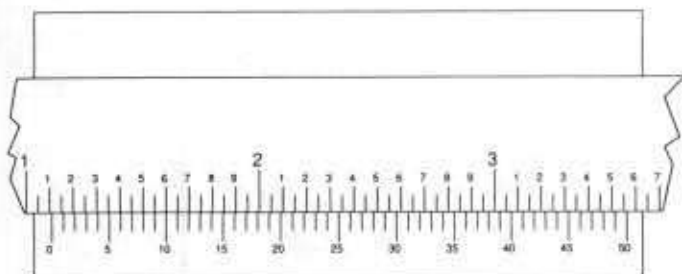
Al moverse el carro de calibre, las mordazas para medidas se abren o se cierran. Un **profundímetro** que está unido al otro extremo del carro de calibre encaja en una ranura que va a lo largo de la columna y que se extiende y contrae cuando se mueve el carro de calibre. La primera lectura se toma siempre de la **escala principal** en la columna. La segunda lectura se toma ya sea de la **escala vernier** o de la **esfera**. La medida puede asegurarse soltando la presilla manual o ajustando la **tuerca de seguridad**.

LOS CALIBRES VERNIER

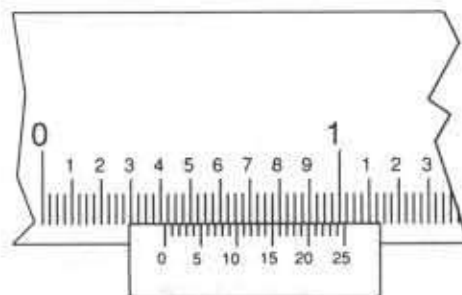
Normalmente, los calibres vernier tienen más de un juego de escalas. Algunos calibres tiene una escala para medidas en fracciones de pulgada en un borde y escalas para medidas en pulgadas decimales en el otro borde. Algunos tienen escalas en pulgadas decimales y escalas métricas.

Escalas decimales

En todos los calibres decimales, las escalas vernier tienen graduaciones de 0,001". Algunas escalas vernier cubren 0,050" y otras cubren 0,025". Fijese que el número de las graduaciones entre las divisiones de la escala principal varía, dependiendo del largo de la escala vernier.



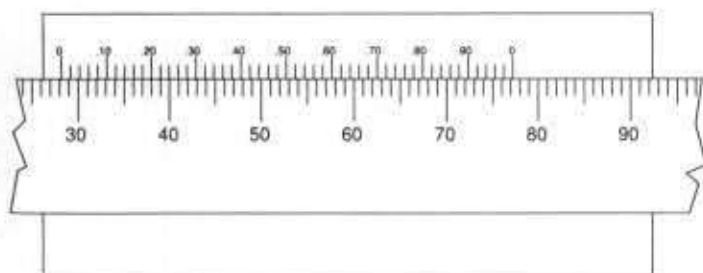
Vernier con 50 divisiones: la escala principal está graduada a 0,050".



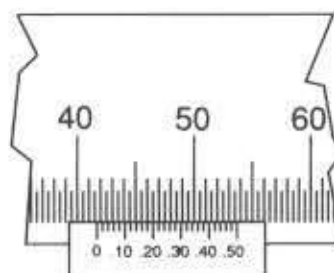
Vernier con 25 divisiones: la escala principal está graduada a 0,025".

Escalas métricas

En la mayoría de los calibres métricos, las escalas vernier tienen graduaciones de 0,02 mm. Algunas escalas cubren 1 mm y otras cubren 0,5 mm. Fijese que el número de graduaciones entre los milímetros de la escala principal varía, dependiendo del largo de la escala vernier.



Vernier con 50 divisiones: la escala principal está graduada a 1 mm.



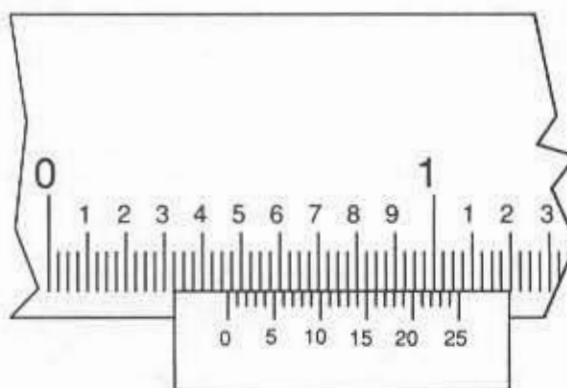
Vernier con 25 divisiones: la escala principal está graduada a 0,5 mm.

Cómo leer los calibres vernier

Para empezar a leer una medida en un calibre vernier, primero fijese donde se alinea el cero de la escala vernier en la escala principal. La lectura de la escala principal se determina por el número de divisiones entre el 0 en la escala principal y el 0 en la escala vernier. Luego, para leer la escala vernier, halle la división vernier que se alinea exactamente con una división de la escala principal. Ese valor se suma a la lectura de la escala principal.

Ejemplo 1 - Vernier decimal

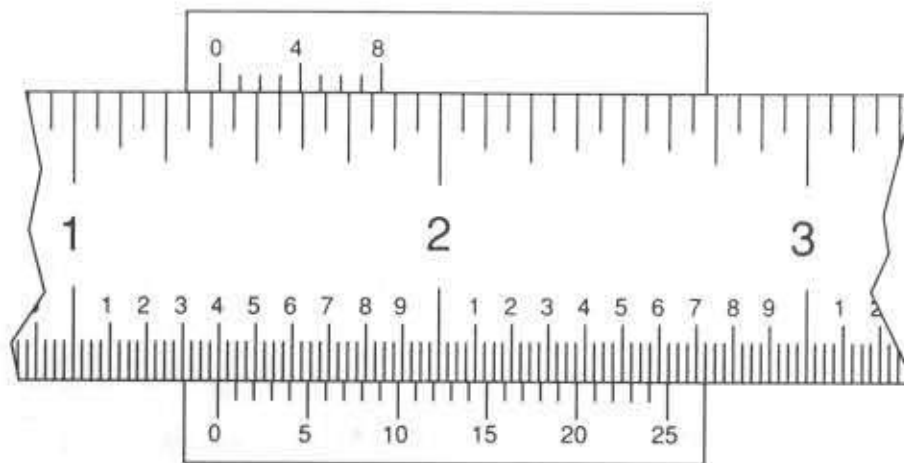
con 25 divisiones: En la escala principal, cada décimo de pulgada (0,100") está además subdividido en cuatro partes. Cada una de las graduaciones más pequeñas representa 0,025". El total de la escala vernier representa también 0,025". Cada una de sus 25 divisiones representa 0,001". Para leer la medida:



1. Fijese que el cero en la escala vernier se encuentre entre las divisiones para 0,450" y 0,475", de manera que la lectura de la escala principal es 0,450".
2. Ahora halle la división vernier que se alinea exactamente con una división en la escala principal. En este ejemplo, es la 15a división, que representa 0,015".
3. Sume la lectura de la escala principal y la lectura vernier:

$$0,450" + 0,015" = 0,465"$$

EJERCICIO PRACTICO I



El calibre que se muestra arriba tiene escalas con fracciones de pulgadas en el borde superior y escalas decimales en el borde inferior.

1. ¿Qué medida se muestra en las escalas decimales?

Escala principal _____

Escala vernier _____

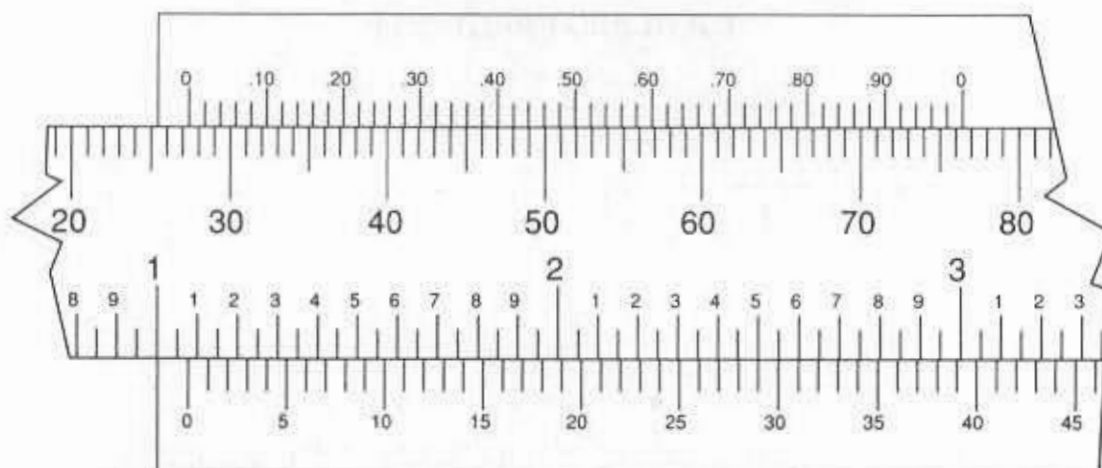
Lectura total _____

2. Cada una de las divisiones de la escala principal de fracciones representa $\frac{1}{16}$ ""; cada una de las divisiones en la vernier representa $\frac{1}{128}$ ". ¿Cuál es la medida que se muestra en las escalas de fracciones?

Escala principal _____

Escala vernier _____

Lectura total _____



Ejemplo 2 - Vernier decimal con 50 divisiones: En la escala principal inferior de este calibre, cada décimo de pulgada está subdividido en dos partes. Cada una de las graduaciones más pequeñas representa 0,050". La escala vernier total representa también 0,050". Cada una de sus 50 divisiones representa 0,001". Para leer la medida decimal que se muestra aquí:

1. Fíjese que el 0 en el vernier inferior está entre las divisiones 1,050" y 1,100", lo que da una lectura de la escala principal de 1,050.
2. Halle la división en la escala vernier que coincida exactamente con una división en la escala principal - la cuarta división después del 25, que representa 0,029".
3. Sume la lectura de la escala principal y la lectura vernier:

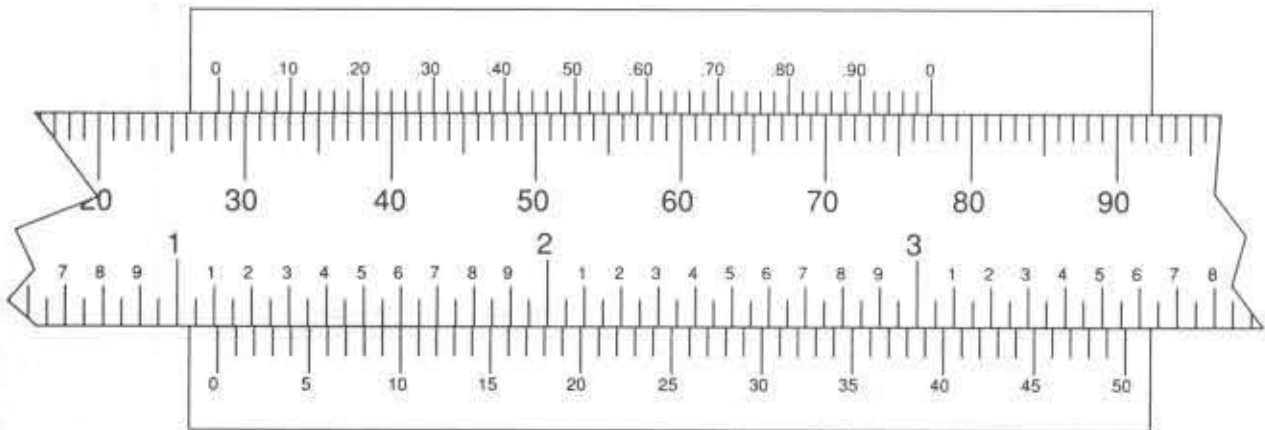
$$1,050" + 0,029" = 1,079"$$

Ejemplo 3 - Vernier métrica con 50 divisiones: La escala principal superior del calibre que se muestra arriba está dividido en milímetros. Cada una de las 50 divisiones en la escala vernier representa 0,02 mm. Para leer la medida métrica que se muestra arriba:

1. Fíjese que el 0 en la escala vernier superior esté entre las divisiones para 27 mm y 28 mm, lo que da una lectura de la escala principal de 27 mm.
2. Halle la división en la escala vernier que coincida exactamente con una división de la escala principal. En este caso, es la primera división después de la marca de 0,40 mm. Debido a que cada división es de 0,02 mm, la lectura es de 0,42 mm.
3. Sume la lectura de la escala principal y la lectura vernier:

$$27 \text{ mm} + 0,42 \text{ mm} = 27,42 \text{ mm}$$

EJERCICIO DE PRACTICA II



1. ¿Qué medida se muestra en la escala métrica?

Escala principal _____

Escala vernier _____

Lectura total _____

2. ¿Qué medida se muestra en la escala decimal?

Escala principal _____

Escala vernier _____

Lectura total _____

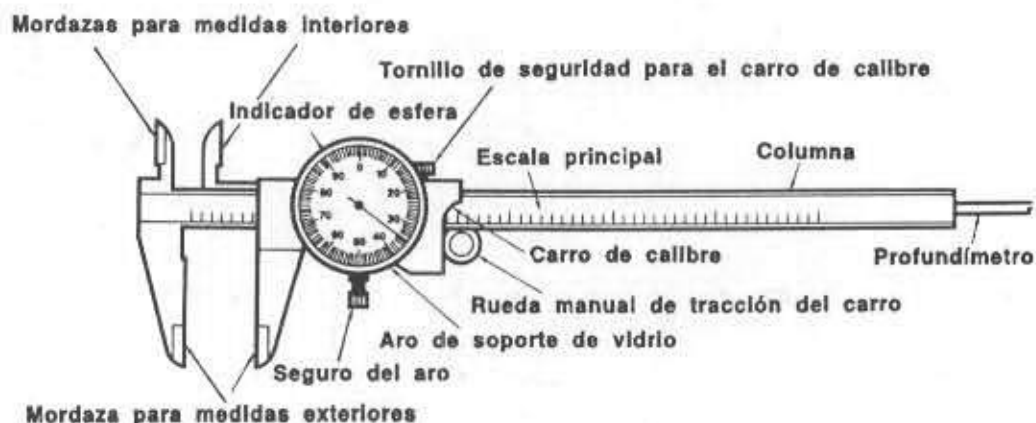
3. Si un calibre tiene sólo escalas británicas o métricas, usted puede usar los factores de conversión británico y métrico para convertir las medidas al otro sistema. Convierta las lecturas totales de las preguntas 1 y 2 y compare la lectura real con la medida convertida.

_____ mm x 0,0394 = _____".

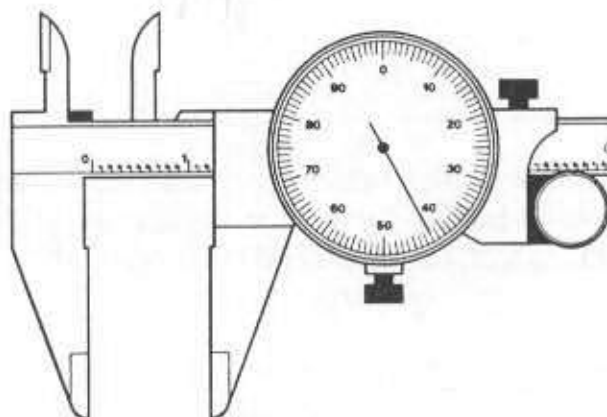
_____ " x 25,4 = _____ mm.

CALIBRES CON INDICADOR DE ESFERA

Las escalas principales de los calibres con indicador de esfera están marcados con pulgadas decimales o milímetros. El indicador de esfera se gradúa en divisiones de 0,001" en un calibre decimal o de 0,02 mm en un calibre métrico. La escala con indicador de esfera está dividida en 100 divisiones. Por lo tanto, en un indicador de esfera decimal, cada revolución completa es igual a 0,100"; en un indicador de esfera métrico, cada revolución completa es igual a 2 mm.



Para medir con un calibre con indicador de esfera, coloque firmemente las superficies de medición contra el objeto que se está midiendo y enganche el seguro del carro de calibre para mantenerlo en su lugar. Para empezar a leer una medida, primero fíjese dónde está alineado el borde biselado del carro de calibre en la escala principal. Por ejemplo, para leer la medida que se muestra abajo:



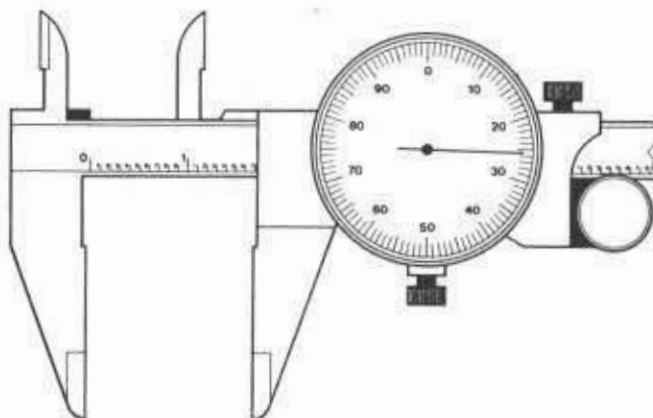
1. Fíjese que el borde biselado del carro de calibre esté entre la división para 1,200" y 1,300". La lectura de la escala principal es el número más bajo - en este caso, 1,200".

2. El indicador de esfera está alineado con la segunda división después de 40, la cual representa 0,042".
3. Sume la lectura de la escala principal a la lectura del indicador de esfera:
 $1,200" + 0,042" = 1,242"$

Si el indicador de esfera queda entre graduaciones en la esfera, usted puede leerlo de una de las dos manera siguientes:

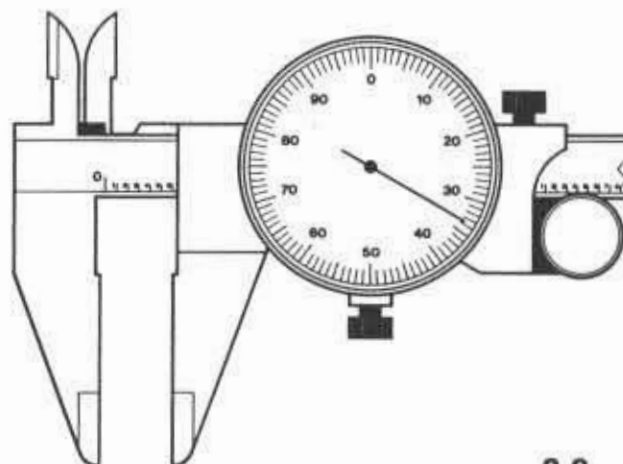
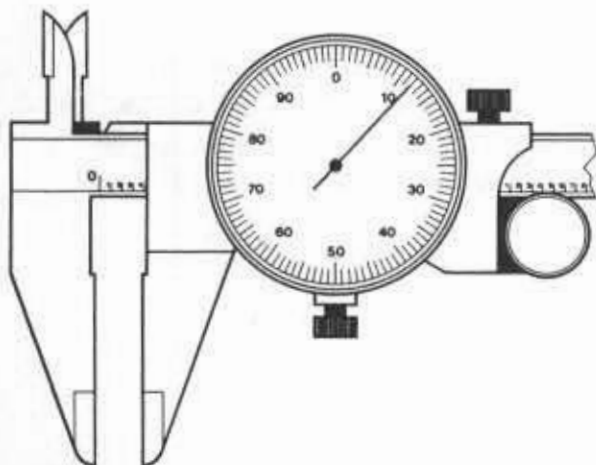
- Lea el valor como la división a la que el indicador está más cerca. Está redondeando la lectura al siguiente valor más alto o más bajo.
- Lea el más bajo de los dos valores y sumar 0,0005" a la lectura. Usted está eligiendo el valor que está exactamente entre dos divisiones.

Por ejemplo, la esfera que se muestra a la derecha puede leerse como 0,026" o como 0,0255".



EJERCICIO DE PRACTICA III

1. ¿Qué medida se muestra en el calibre con indicador de esfera?
2. ¿Cómo leería usted la medida que se muestra aquí?

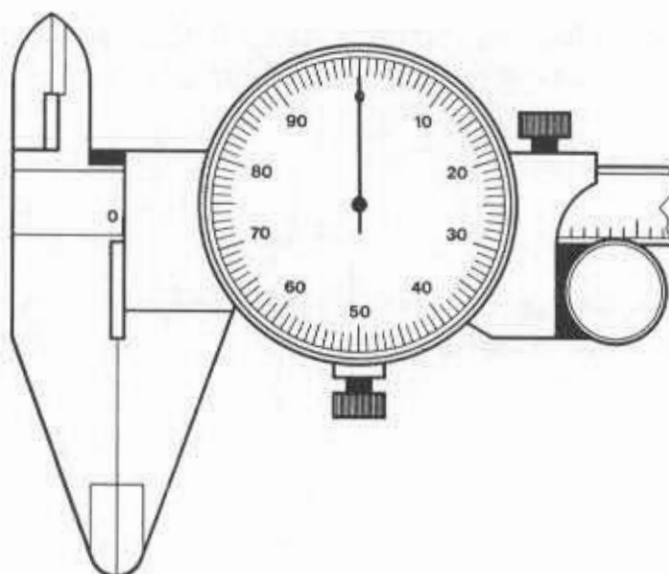


COMO USAR EL CALIBRE CON INDICADOR DE ESFERA DEL JUEGO DE PIEZAS

Limpieza y calibración

Primero, de ser necesario, limpie el instrumento con una tela suave para retirar el polvo y otros contaminantes de la cara de la esfera y de las superficies de contacto de las mordazas. Si no puede quitar alguna suciedad, pídale a su instructor que le aconseje sobre procedimientos de limpieza adicionales.

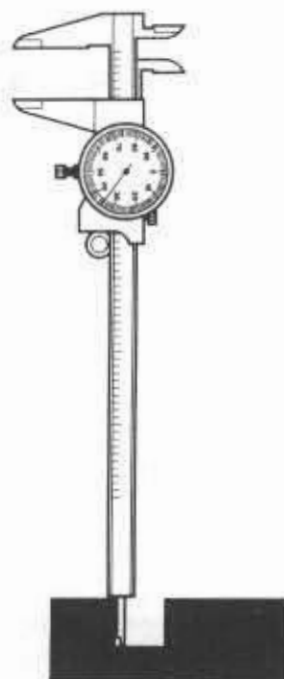
Luego, verifique la calibración:



1. Mueva el carro de calibre de manera tal que las mordazas estén completamente cerradas.
2. El borde biselado del carro de calibre debe quedar alineado con la división 0 en la escala principal y el indicador de la esfera deberá estar exactamente en la marca 0 de la esfera.
3. Si el indicador de la esfera no está alineado con el 0, suelte la tuerca de seguridad que está debajo de la esfera. Ahora usted puede girar el aro soporte de vidrio (el borde moleteado de la esfera) hasta que el 0 quede alineado con el indicador de la esfera. Ajuste la tuerca de seguridad inferior para conservar la calibración.

Cómo tomar una medida interna o externa: Las mordazas superiores miden dimensiones internas. Las mordazas inferiores miden dimensiones externas. Coloque la superficie fija para medir contra uno de los bordes de la dimensión que va a medirse. Dé vuelta a la rueda de tracción del carro hasta que la otra superficie para medir quede **fírmemente** fija contra el otro lado de la dimensión. Cerciórese de que las mordazas formen un ángulo recto con las superficies y ajuste la tuerca de seguridad superior para mantener el carro de calibre en su lugar.

Cómo tomar una medida de profundidad: Para medir profundidades, primero coloque el calibre de tal manera que quede perpendicular a la superficie de referencia. Forme un ángulo recto con la base de la columna del calibre y la superficie. Luego, gire la rueda de tracción del carro hasta que el final del profundímetro quede contra el fondo de la dimensión. Cerciórese de que el extremo de la columna se encuentre todavía fírmemente apoyado sobre la superficie de referencia. Luego ajuste la tuerca de seguridad del carro de calibre para conservar la medida en su lugar.



EJERCICIO DE PRACTICA IV

En este ejercicio, usted usará el dibujo de montaje de práctica, el montaje de práctica y el calibre con indicador de esfera para tomar medidas reales. Antes de empezar, asegúrese de que el calibre esté calibrado. Si tiene alguna pregunta sobre la calibración, hable con su instructor.

1. Mida la dimensión G. _____
2. Mida la dimensión P. _____

RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS DE PRACTICA

Respuestas al Ejercicio de Práctica I

1. **Escala principal, 1,375"; escala vernier, 0,023"; total, 1,398".** El 0 en la escala vernier inferior se encuentra alineado entre las divisiones para 1,375" y 1,400" de la escala principal inferior. Esto nos da una lectura de 1,375" para la escala principal. La lectura vernier se obtiene de la división vernier que coincide exactamente con una de las divisiones de la escala principal. En este caso, es la 23a división, que representa 0,023". Sume las dos lecturas:

$$1,375" + 0,023" = 1,398"$$

2. **Escala principal, $1\frac{6}{16}"$; escala vernier, $\frac{3}{128}"$; total $1\frac{51}{128}"$.** El 0 en la escala vernier superior está entre las divisiones $1\frac{6}{16}"$ u $1\frac{7}{16}"$. La tercera división en la escala vernier superior está alineada con una de las divisiones de la escala principal, lo que da una lectura vernier de $\frac{3}{128}"$. Sume las dos lecturas:

$$1\frac{6}{16}" + \frac{3}{128}" = \frac{22}{16}" + \frac{3}{128}" = \frac{176}{128}" + \frac{3}{128}" = \frac{179}{128}" = 1\frac{51}{128}"$$

Respuestas al Ejercicio de Práctica II

1. **Escala principal, 28 mm; escala vernier, 0,20 mm; total, 28.20 mm.** El 0 de la escala vernier métrica se encuentra entre las divisiones para 28 mm y 29 mm de la escala principal, por lo tanto la lectura de la escala principal es 28 mm. Cada una de las divisiones en la escala vernier representa 0,02 mm y cada división numerada representa 0,10 mm. La división vernier con el número ,20 está alineada con una división en la escala principal, por lo tanto la lectura vernier es 0,20 mm. Al sumar las dos lecturas:

$$28 \text{ mm} + 0,20 \text{ mm} = 28,20 \text{ mm}$$

2. **Escala principal, 1,100"; escala vernier, 0,010".** El 0 en la escala vernier decimal se encuentra justo después de la división para 1,100". La décima marca en la escala vernier está alineada con una división de la escala principal para una lectura vernier de 0,010". La suma de las dos lecturas da una lectura total de 1,110".

3. $28,20 \text{ mm} = 1,11108"$
 $1,110" = 28,194 \text{ mm}$

Usted puede darse cuenta que las medidas que obtiene al convertir un sistema numérico a otro varían ligeramente de la medida real de la dimensión. En algunos casos, los mismos factores de conversión, son aproximaciones debido a que se han redondeado de números más precisos. En este caso, el factor de conversión de pulgadas a milímetros es exactamente 25,4, pero el factor de conversión de milímetros a pulgadas, se ha redondeado de 0,03937 mm.

Respuestas al Ejercicio de Práctica III

1. $0,412"$. El borde del carro de calibre se encuentra entre las marcas para $0,400"$ y $0,0500"$, lo que da una lectura de la escala principal de $0,400"$. El indicador de la esfera se encuentra en la segunda división no numerada después del 10, de manera que la lectura de la esfera es $0,012"$ ya que cada una de las graduaciones de la esfera representa $0,001"$. Al sumar la lectura de la escala principal y la lectura de la esfera, la lectura total es:

$$0,400" + 0,012" = 0,412"$$

2. $0,634"$ ó $0,6335"$. La lectura de la escala principal es $0,600"$. Debido a que el indicador de la esfera se encuentra entre las graduaciones para $0,033"$ y $0,034"$, usted puede elegir si redondea la lectura a la marca de división más cercana o al valor que está exactamente entre las dos graduaciones. En el primer caso, fíjese que el indicador está más cerca a la división $0,034"$ y sume ese valor a la lectura de la escala principal. En el segundo caso, elija $0,033"$ más $0,0005"$ para la lectura de la esfera y sume ese valor a la lectura de la escala principal.

Respuestas al Ejercicio de Práctica IV

El montaje de práctica se fabricó con un margen de tolerancia especificado de $0,002"$. Por lo tanto, su medida es correcta si está dentro de $\pm 0,002"$ de la medida que se da a continuación:

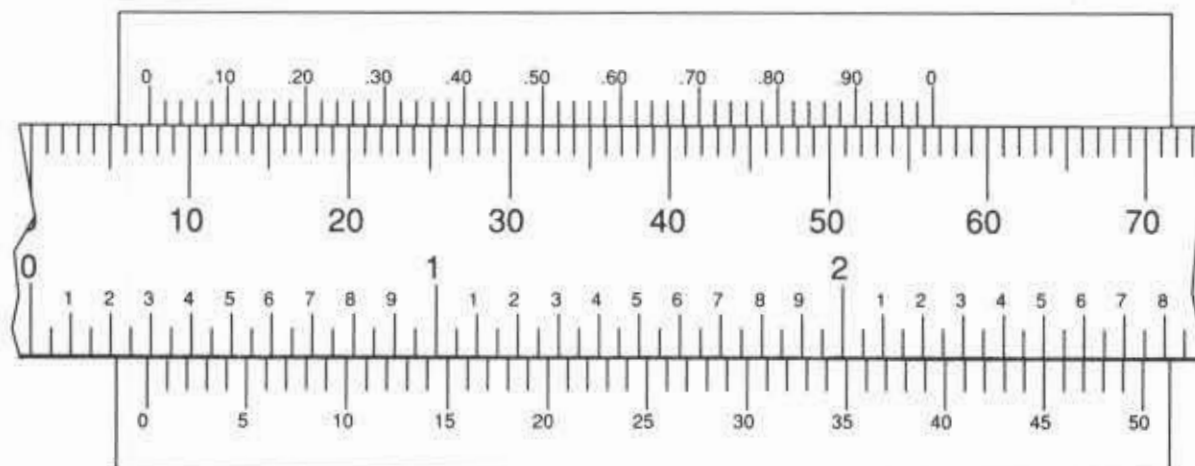
1. $0,268"$
2. $3,450"$

LECCION DE REPASO

INSTRUCCIONES: Elija la letra de la opción que **mejor** completa la oración o responde a la pregunta.

1. Los calibres se pueden usar para medir. . .
 - A. Dimensiones internas.
 - B. Dimensiones externas.
 - C. Profundidades.
 - D. Todas las respuestas anteriores son correctas.
2. La diferencia principal entre un calibre vernier y un calibre con indicador de esfera es. . .
 - A. La precisión de la medida.
 - B. El número de escalas requeridas para leer la medida.
 - C. La clase de escala en el carro de calibre.
 - D. La clase de escala en la columna.
3. La lectura de la escala principal en un calibre vernier se toma de la posición de. . .
 - A. El cero en la escala vernier.
 - B. El borde del carro de calibre.
 - C. La mordaza movable.
 - D. La graduación en la escala vernier que se alinea con una graduación de la escala principal.
4. Si la escala vernier en un calibre decimal tiene 50 divisiones, la escala principal se ha graduado bajando a. . .
 - A. 0,500".
 - B. 0,050".
 - C. 0,005".
 - D. 0,0005".
5. En un calibre decimal con indicador de esfera, cada vuelta del indicador de la esfera representa. . .
 - A. 1".
 - B. 0,100".
 - C. 0,010".
 - D. 0,001".

Para las preguntas 6 y 7, lea las escalas que se muestran en el calibre vernier que sigue.



6. ¿Cuál es la lectura decimal de las escalas que se muestran arriba?

Escala principal _____

Escala vernier _____

Total _____

7. ¿Cuál es la lectura métrica?

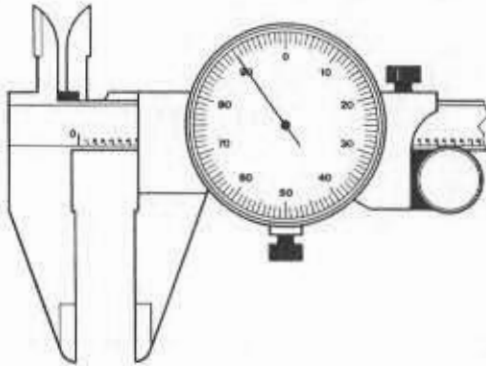
Escala principal _____

Escala vernier _____

Total _____

Para las preguntas de la 8 a la 10, registre las lecturas que se muestran en las ilustraciones.

8.

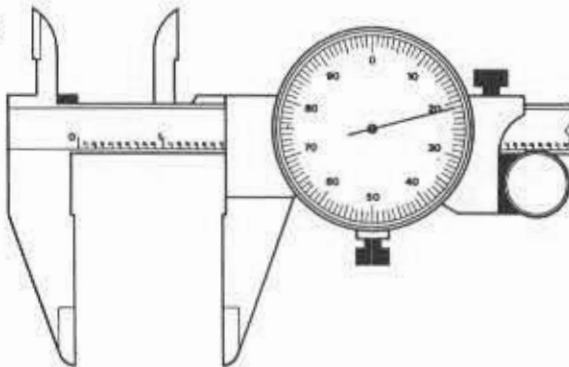


Escala principal _____

Esfera _____

Total _____

9.

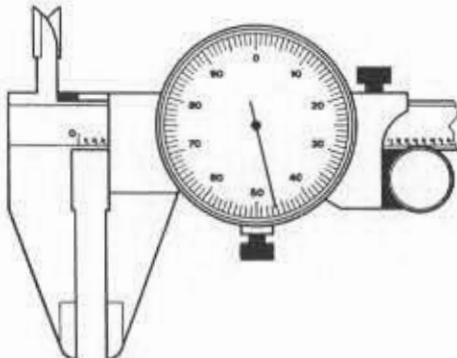


Escala principal _____

Esfera _____

Total _____

10.



Escala principal _____

Esfera _____

Total _____

COMO APLICAR LOS CONOCIMIENTOS DE MEDICIONES

INTRODUCCION

Los ejercicios de práctica de esta lección lo ayudarán a sentirse seguro de que entiende los sistemas británico y métrico y de que conoce los procedimientos a seguir para tomar medidas de precisión. La lección de repaso consiste en obtener experiencia práctica para usar las herramientas de medición que se encuentran en el juego de piezas. Usted tomará y registrará las medidas de una variedad de dimensiones. Aquí se hace hincapié en la lectura y el registro correcto de las medidas y en el uso adecuado del equipo del juego de piezas.

OBJETIVOS

Al término de esta lección, usted deberá ser capaz de:

- Manipular, operar y mantener de manera adecuada cada uno de los dispositivos del juego.
- Identificar y ubicar todas las dimensiones en el dibujo de montaje de práctica y en el montaje de práctica .
- Usar todas las herramientas de medición del juego para tomar y registrar medidas exactas.

NOCIONES DE MEDICION

El ejercicio de práctica I es un repaso de su conocimiento sobre los sistemas británico y métrico de medición lineal y de su habilidad para convertir medidas de un sistema a otro.

EJERCICIO DE PRACTICA I

1. En una regla de acero métrica, cada una de las divisiones numeradas representa 20 mitades de milímetro, 10 milímetros o _____ cm.
2. Convierta 0,034" a mm. _____
3. Convierta 4.5 mm a pulgadas. _____
4. Las especificaciones para el largo de una varilla son de 81 mm +/- 0,5 mm. Si la varilla mide 3,275 pulgadas en una regla decimal, ¿cuál es su medida en milímetros? _____
¿Está la varilla dentro de la tolerancia? _____

REGLAS DE ACERO

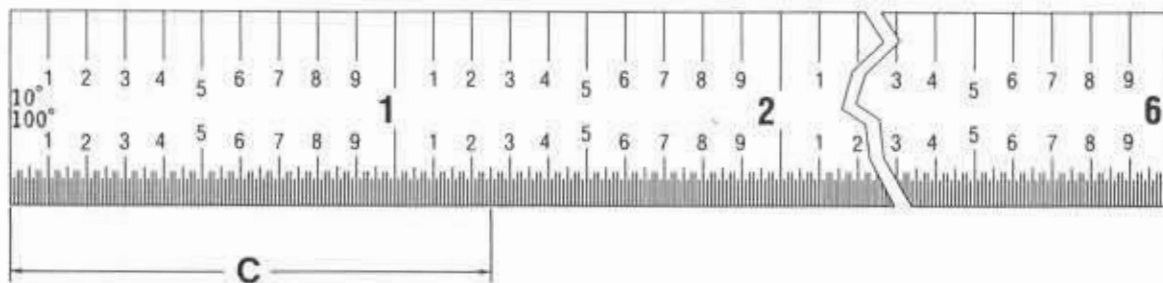
Si usted tiene problemas con cualquiera de las preguntas en el ejercicio de práctica II, repase la sección sobre reglas de acero en la Lección 1.

EJERCICIO DE PRACTICA II



1. ¿Cuál es la medida de la dimensión A que se muestra arriba en 64avos?

2. ¿Cuál es la medida de la dimensión B? _____
3. ¿Cuál es el equivalente métrico de la dimensión B? _____



4. ¿Cuál es la medida de la dimensión C? _____

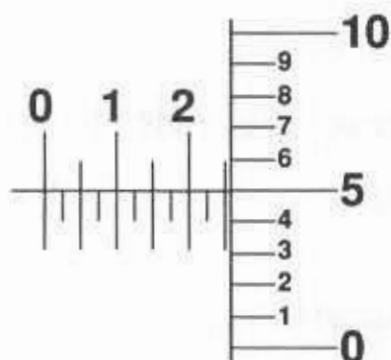
MICROMETRO VERNIER DE EXTERIORES

Refiérase a la Lección 2 para repasar cómo operar y leer un micrómetro vernier de exteriores.

EJERCICIO DE PRACTICA III

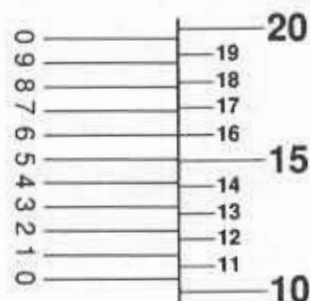
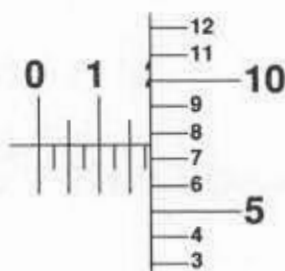
1. ¿Cómo verifica la calibración de un micrómetro?

2.



¿Qué medida muestra esta escala?

3. ¿Cuál es la lectura total de esta medida? _____



4. Use el micrómetro para medir el grosor de la calza del Juego de Piezas para Mediciones de Precisión. _____

CALIBRE CON INDICADOR DE ESFERA

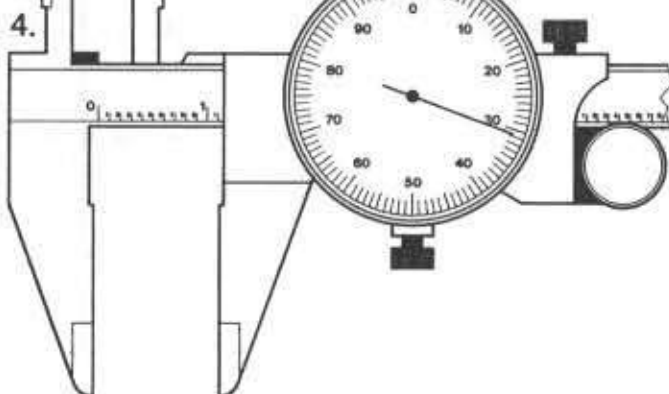
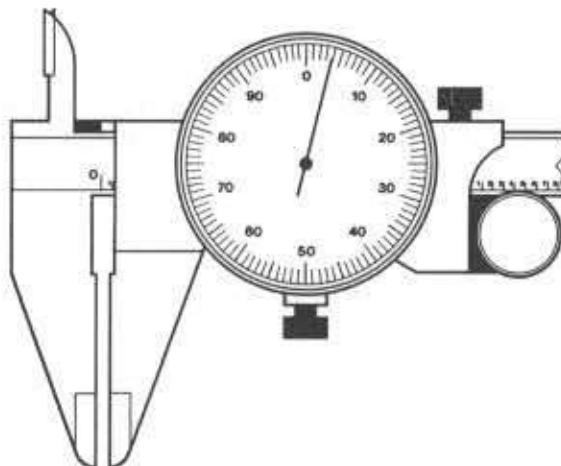
Refiérase a la Lección 3 para repasar cómo operar y leer un calibre con indicador de esfera.

EJERCICIO DE PRACTICA IV

1. ¿Cómo calibra usted la esfera de un calibre con indicador de esfera?

2. ¿Cómo asegura el carro de calibre?

3. ¿Cuál es la medida en el calibre que se muestra a la derecha?



¿Cuál es la medida que se muestra en el calibre de la izquierda?

RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS DE PRACTICA

Respuestas al Ejercicio de Práctica I

1. El sistema métrico, como el sistema decimal, se basa en divisiones de 10. Un centímetro es igual a 10 milímetros.
2. **0,8636 mm.** La tabla de conversión en el apéndice de esta Guía de Estudio no incluye la conversión de 0,034" a milímetros, por lo tanto usted tiene que multiplicar por el factor de conversión de pulgadas a milímetros - 25,4:

$$0,034" \times 25,4 = 0,8636 \text{ mm}$$

3. **0,1773".** Nuevamente, usted tiene que usar el factor de conversión ya que la tabla del apéndice no incluye mitades de milímetros. El factor de conversión de milímetros a pulgadas es 0,0394:

$$4,5 \text{ mm} \times 0,0394 = 0,1773"$$

4. **83,185 mm.** Multiplique 3,275" por el factor de conversión 25.4 para convertir pulgadas a milímetros.

La varilla no está dentro de la tolerancia. El margen de tolerancia para una especificación de 81 mm +/- 0,5 mm es de 80,5 mm a 81,5 mm. El largo de la varilla, 83,185 mm está fuera del margen de tolerancia.

Respuestas al Ejercicio Práctico II

1. **50/64".** La dimensión A se extiende desde el cero en el extremo de la regla hasta la primera graduación a la derecha de la división marcada con un 24. En la escala de 32avos, esta graduación representa $\frac{25}{32}"$. Para leer la medida en 64avos, usted podría comparar visualmente las divisiones de las dos escalas o podría convertir 25/32avos a 64avos.

En la escala de 64avos, la segunda graduación a la derecha de la división marcada con un 48 coincide con la división para $\frac{25}{32}"$ en la escala de 32avos. Esta graduación representa $\frac{50}{64}"$.

Para convertir las medidas en 32avos a 64avos, divida 64 entre 32:

$$64 \div 32 = 2$$

Luego multiplique ese resultado por el número de 32avos.

$$2 \times 25 = 50$$

Si hay $\frac{2}{64}$ " en cada $\frac{1}{32}$, hay $\frac{50}{64}$ " en $\frac{25}{32}$ ".

2. **$\frac{28}{64}$ "**. La dimensión B se extiende hasta la cuarta graduación que está a la derecha de la división marcada con un 24. En la escala de 64avos, esta graduación representa $\frac{28}{64}$ ".
3. **11,113 mm**. Tanto el numerador como el denominador de $\frac{28}{64}$ " pueden dividirse entre 4, por lo tanto $\frac{7}{16}$ " es un equivalente de $\frac{28}{64}$ ". Usando la tabla de conversión en el apéndice, $\frac{7}{16}$ " es igual a 11,113 mm.
4. **1,250"**. La dimensión C se extiende hasta 5 graduaciones después de la división para 1,200".

Respuestas al Ejercicio de Práctica III

1. Cuando el husillo está contra el tope, la marca del 0 en la escala del manguito debe quedar alineada con la línea de referencia de la escala del tambor. Recuerde que debe girar el freno de trinquete con la fuerza correcta.
2. **0,255"**. La lectura de la escala del tambor -la graduación visible más alta en la escala del tambor- es la división que representa 0,250". El 5 en la escala del manguito está alineada exactamente con la línea de referencia de la escala del tambor, de manera que la lectura de la escala del manguito es 0,005". Debido a que la línea de referencia de la escala del tambor está alineada exactamente con una división de la escala del manguito, usted no necesita una lectura de la escala vernier. Para determinar la lectura total, sume las lecturas de la escala del tambor y del manguito:

$$0,250" + 0,005" = 0,255"$$

3. **0,1826"**. La lectura de la escala del tambor es 0,175", y la lectura de la escala del manguito es 0,007". (La línea de referencia de la escala del tambor se encuentra entre dos graduaciones en la escala del manguito, pero debido a que el micrómetro tiene una escala de vernier, la lectura de la escala del manguito es la menor de los dos valores.) En la escala vernier, la graduación marcada con el 6 está alineada exactamente con una división de la escala del manguito. Esta división representa 0,006". Para hallar la lectura total:

$$0,175" + 0,007" + 0,0006" = 0,1826"$$

4. **0,016" +/- 0,001"**. Cuando mida un objeto muy pequeño es posible que usted tenga que operar el calibre con una sola mano para que así pueda sostener el objeto con la otra. Usted puede hacer esto colocando el dedo meñique en-corvado por el interior del arco de medida para mantenerlo fijo contra la palma de su mano. Luego, use el pulgar y el índice para girar el manguito.

Respuestas al Ejercicio de Práctica IV

1. Cierre las mordazas completamente. Luego afloje la tuerca de seguridad inferior y gire el aro soporte de vidrio hasta que el 0 en la cara de la esfera quede alineado con el indicador de la esfera.
2. Ajuste la tuerca de seguridad que se encuentra en la parte superior del carro de calibre.
3. **0,104"**. La lectura de la escala principal es 0,100" -la división más alta a la izquierda del borde del carro de calibre. El indicador de la esfera está alineado con la cuarta graduación que está después del 0 en la cara de la esfera, lo que da una lectura de la esfera de 0,004". Sume las dos lecturas para determinar la lectura total:

$$0,100" + 0,004" = 0,104"$$

4. **1,131" ó 1,1305"**. La lectura de la escala principal es 1,100". El indicador de la esfera se encuentra entre graduaciones de la escala de la esfera, pero está más cerca a la graduación para el 31 que a la del 30, por lo tanto, la lectura de la esfera es 0,031". La lectura total es:

$$1,100" + 0,031" = 1,131"$$

Usted también puede leer la esfera en el medio de los dos valores -0,0305", lo que da una medida total de 1,1305".

LECCION DE REPASO

Para responder a las preguntas siguientes usted necesitará:

- El Juego de Piezas para Mediciones de Precisión.
- El dibujo de montaje de práctica y la tabla de medidas que se encuentra en el apéndice de esta Guía de Estudio.

La tabla de medidas es su hoja de registros. Tiene cuatro columnas. La primera es una lista de las dimensiones del montaje de práctica. Use las otras tres columnas para colocar las medidas de cada una de las dimensiones en valores fraccionarios, decimales o métricos, según se solicite. Fijese que cada DI y DE se indica con un símbolo para diámetro ($\varnothing$) además de una letra.

Desdoble la página con el dibujo del montaje de práctica y de la tabla de medidas que se encuentra en el apéndice. Refiérase al dibujo del montaje para ubicar las dimensiones que van a medirse.

Use las reglas de acero para medir las dimensiones siguientes:

1. Altura F: Use la escala de 64avos en la regla británica.
2. Largo N: Use la escala de 100" en la regla británica.
3. Profundidad W: Use la escala de 1/2 mm en la regla métrica.

Use el micrómetro de exteriores para medir las dimensiones siguientes.

4. Diámetro T
5. Diámetro U
6. Diámetro S
7. Grosor D
8. Grosor H

Use el calibre con indicador de esfera para medir las dimensiones siguientes.

- 9. Diámetro X
- 10. Ancho R
- 11. Profundidad Y
- 12. Diámetro V
- 13. Profundidad K

Use los tres instrumentos en el juego de piezas para medir la dimensión J.

- 14. Regla de acero (escala de 100") _____
- 15. Micrómetro _____
- 16. Calibre _____

TECNOLOGIA MODERNA

INTRODUCCION

Esta lección describe las ventajas de los instrumentos electrónicos y ópticos modernos. Después de explicar las características especiales de los micrómetros y calibres digitales, proporciona una descripción detallada del funcionamiento de un micrómetro óptico. El programa concluye con una introducción a un equipo automatizado más complejo: el instrumento de medición axial, el comparador óptico y el micrómetro óptico automático.

OBJETIVOS

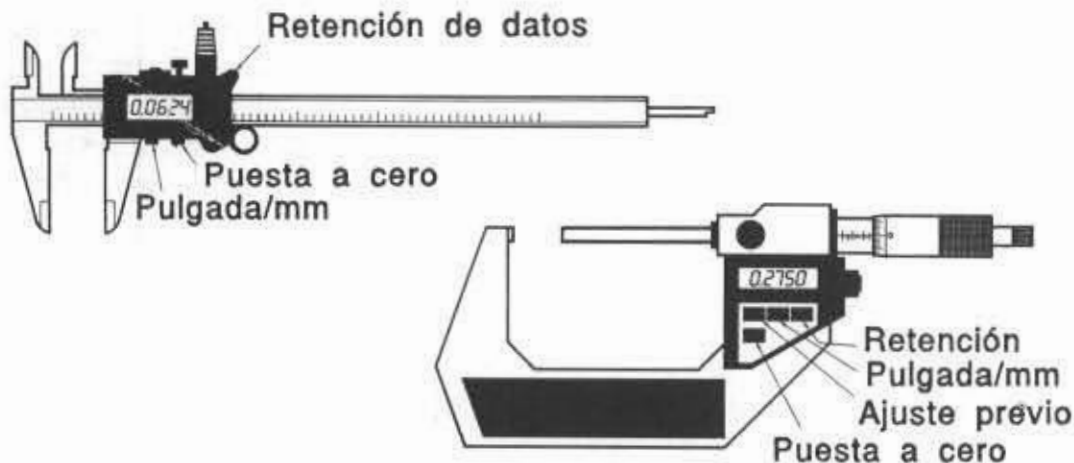
Al término de esta lección usted deberá ser capaz de:

- Explicar paso por paso el procedimiento que se sigue para tomar medidas a lo largo de los ejes X, Y y Z de un micrómetro óptico.
- Describir cómo se puede verificar la tolerancia de formas y contornos irregulares.
- Describir las posibilidades que ofrecen los equipos electrónicos y ópticos modernos.

VENTAJAS DE LOS EQUIPOS ELECTRONICOS Y OPTICOS

- La tecnología electrónica y óptica permite medir con una mayor velocidad y un grado de precisión más alto.
- Los indicadores digitales son fáciles de leer.
- Algunos dispositivos ópticos usan lentes y pantallas de presentación para aumentar las imágenes visuales de los objetos a medirse.
- Estos instrumentos pueden medir partes que son muy pequeñas, muy grandes o de forma demasiado irregular como para medirlas con los dispositivos mecánicos. Pueden medir con exactitud las dimensiones de hélices y los contornos de piezas torneadas.
- Con frecuencia, los instrumentos ópticos se usan para medir dimensiones que no pueden medirse de otra manera. Algunas veces éstos proporcionan la única manera de medir las piezas ranuradas de un montaje o las dimensiones que no se pueden tomar con un micrómetro o un calibre.

MICROMETROS Y CALIBRES DIGITALES



Los micrómetro y los calibres digitales son dos versiones electrónicas de los dispositivos mecánicos que aprendió a usar en las lecciones anteriores. Sus superficies de medición están colocadas de la misma manera que en los micrómetros y calibres mecánicos. La diferencia principal es la manera en que se leen las medidas. Los instrumentos digitales tienen un indicador electrónico visual de la medida real de manera que usted no tiene que interpretar las escalas para leer la medida.

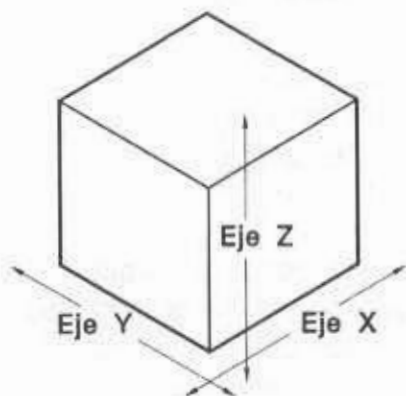
Algunos micrómetros y calibres digitales tienen otras características que hacen más fáciles y más precisas las medidas mecánicas de precisión. Dependiendo del modelo, estos instrumentos tendrán una o más de las características siguientes:

- Una **llave de retención de medidas** para mantener una medida en el indicador digital.
- Una **llave de puesta a cero** para colocar el indicador de lectura en cero en cualquier momento para hacer medidas de comparación.
- Una **llave de conversión de medidas** para convertir las lecturas de pulgadas decimales a milímetros y vice versa automáticamente.
- Una **memoria** que puede almacenar medidas altas y bajas máximas.
- Una **conexión con la impresora** para que se puedan imprimir los datos.
- Una **llave de ajuste previo** o señal de fuera de límite para una verificación fácil de la tolerancia.

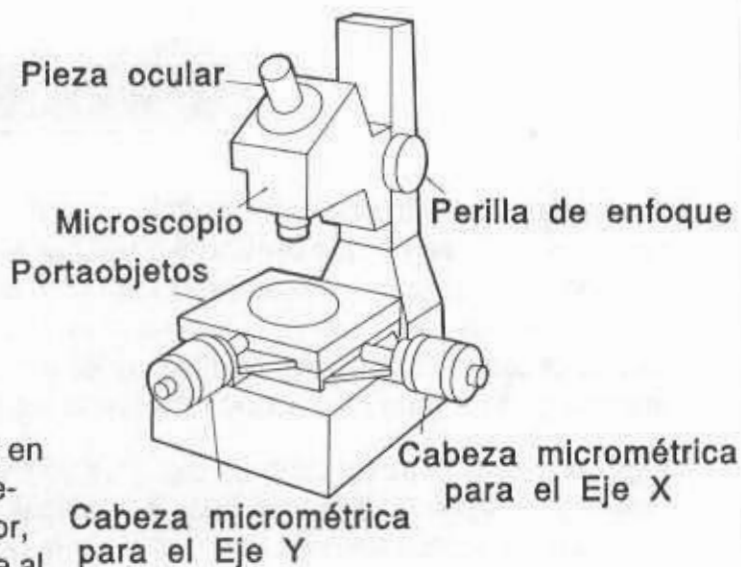
La mayoría de los calibres digitales son exactos hasta $\pm 0,001"$. Los micrómetros digitales que están disponibles tienen un exactitud de 50 millonésimas de pulgada ($0,000050"$).

LOS MICROMETROS OPTICOS

El micrómetro óptico es el instrumento óptico de mayor uso. Con frecuencia se le llama un "mic viajero" debido a que el objeto que se va a medir se coloca sobre un portaobjetos movable. También se le conoce como el "microscopio del fabricante de herramientas" porque se usa un microscopio para magnificar los objetos que se están midiendo. Los micrómetros ópticos pueden tomar con exactitud medidas de hasta 0,0001 ó 0,0025 mm.



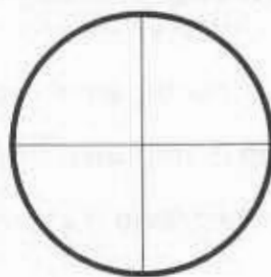
Un mic óptico puede tomar medidas en tres planos: izquierda/derecha, se refiere el eje X; hacia/lejos del operador, se refiere al eje Y, y vertical se refiere al eje Z.



El objeto que va a medirse se coloca en el **portaobjetos** movable debajo del microscopio. El portaobjetos es movido por dos **cabezas micrométricas** que están grabadas con **escalas del tambor** y **escalas del manguito**.

Dentro de la **pieza ocular** del mic se encuentran dos **hebras cruzadas** intersecantes, que son las **líneas de referencia** para colocar el objeto. Al medir el largo o ancho de un objeto, éste se mueve por debajo de las hebras cruzadas. La hebra que va de izquierda a derecha es la **línea de referencia del eje Y** debido a que queda alineada con el principio y el fin de la dimensión que se está midiendo cuando el portaobjetos se mueve sobre el eje Y. La hebra cruzada que va de arriba hacia abajo es la **línea de referencia del eje X** debido a que queda alineada con el principio y el fin de la medida cuando el portaobjetos se mueve sobre el eje X.

línea de referencia del eje X



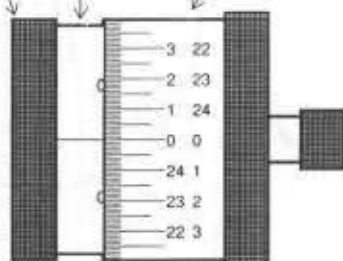
línea de referencia del eje Y

Cómo tomar una medida con el eje X

Perilla de colocación

Tambor

Manguito



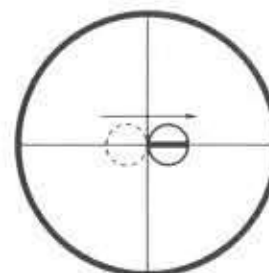
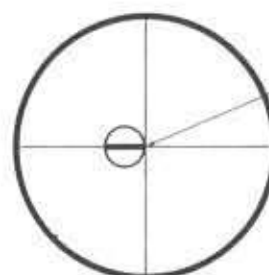
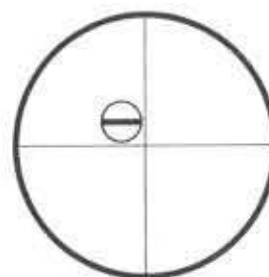
Para medir un objeto lo primero que usted tiene que hacer es colocar las escalas en cero girando el manguito hasta que la división 0 de la escala del manguito quede alineada con la división cero de la escala del tambor. La ilustración de la izquierda muestra una cabeza micrométrica del eje X colocada en cero para la medida que se va a tomar de derecha a izquierda.

CABEZA MICROMETRICA EN CERO

Luego, coloque el objeto en el portaobjetos de manera tal que la dimensión que se va a medir quede paralela a una de las hebras cruzadas. Por ejemplo, si usted está midiendo el largo de la ranura de la cabeza de un tornillo, coloque el objeto de manera tal que la ranura siga la misma dirección de una de las líneas de referencia. Gire la perilla de control del enfoque hasta que pueda ver el objeto claramente.

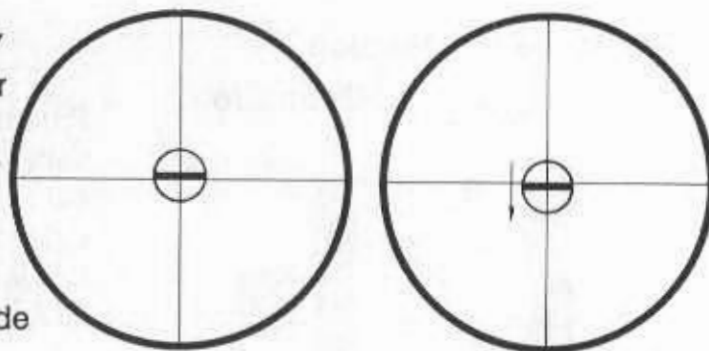
Luego, el objeto debe colocarse en lugar con la perilla de colocación, la que moverá el portaobjetos sin cambiar la lectura de cero en la cabeza micrométrica. Gire la perilla de colocación hasta que el principio de la dimensión a medirse esté en la intersección de las hebras cruzadas. Este se llama el "punto de referencia cero".

Ahora, si usted está midiendo de derecha a izquierda, gire el manguito de la cabeza micrométrica del eje X hasta que el otro extremo de la dimensión llegue al punto de referencia cero. La lectura en la cabeza micrométrica indica la distancia que ha movido el objeto. La medida la constituye la distancia que se ha movido el portaobjetos.



Cómo tomar una medida con el eje Y

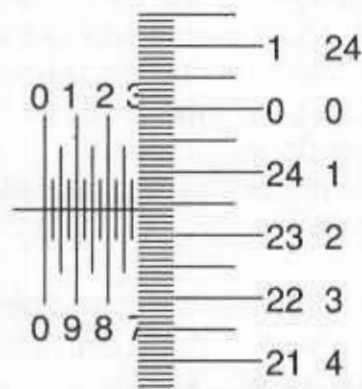
Tomar una medida a lo largo del eje Y implica un proceso similar. Para medir el ancho de la ranura, por ejemplo, la hebra cruzada horizontal se convierte en la línea de referencia y la cabeza micrométrica del eje Y se usa para mover el portaobjetos desde el punto de inicio de la medición hasta el final de la misma.



Cómo leer las escalas del micrómetro

Cada una de las cabezas micrométricas tiene dos juegos de escalas. Si la medida se realiza moviendo el portaobjetos hacia usted o hacia su derecha, lea la escala superior en el tambor y la escala del manguito que esté más cerca del tambor. Estas escalas se leen de la misma manera que las escalas de un micrómetro de exteriores.

Si la medida se realiza moviendo el portaobjetos hacia su izquierda o alejándole de usted, lea la escala más baja en el tambor y la escala del manguito que esté más alejada del tambor. Estas escalas están numeradas en dirección opuesta a los otros juegos de escalas y se leen de la misma manera que las escalas en un micrómetro de interiores o de profundidad.



Las escalas del manguito incorporan la precisión de una lectura vernier: las divisiones numeradas representan 0,001". Las graduaciones que se encuentran entre las divisiones numeradas indican 0,0001".

*Ejemplo 1 - Si la lectura de la escala que se muestra más arriba se obtuvo al mover el portaobjetos hacia usted: lea la división mayor que está **visible** en la escala superior del tambor:*

$$0,200" + 3(0,025") = 0,200" + 0,075" = 0,275"$$

Lea la escala del manguito que está mas cerca del tambor. La línea de referencia de la escala del tambor está alineada con la división para 0,0234" (23 milésimos y 4 diez milésimos de pulgada).

Sume la lectura de la escala del manguito a la lectura de la escala del tambor:

$$0,275" + 0,0234" = 0,2984"$$

*Ejemplo 2 - Si la misma lectura que se muestra en la cabeza micrométrica se obtuvo alejando de usted el portaobjetos: lea la escala inferior del tambor como lo haría en un micrómetro de exteriores o de profundidad. Determine la división que está **cubierta** y que se encuentra más cerca del borde del manguito. Como usted puede ver la división para 0,800" y tres divisiones de 0,025", la división más alta cubierta por el manguito indica 0,700".*

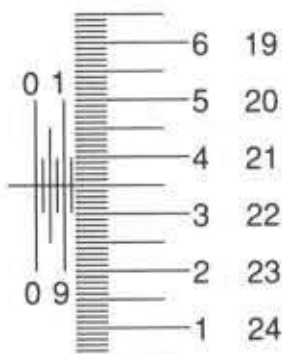
En la escala del manguito que se encuentra más lejos del tambor, la división para 0,0016" está alineada con la línea de referencia de la escala del tambor.

La lectura total para este ejemplo es 0,7016".

Cómo tomar una medida con el eje Z

Las medidas a lo largo del eje Z se toman usando la perilla de enfoque. Lo fundamental es que primero enfoque una superficie y luego la otra superficie de la dimensión vertical. La diferencia entre estos dos puntos es la medida.

EJERCICIO DE PRACTICA I



1. ¿Qué medida muestra esta cabeza micrométrica si la lectura se obtuvo al mover el portaobjetos hacia la derecha?
2. ¿Qué medida muestra la cabeza micrométrica si la lectura se obtuvo al mover el portaobjetos en dirección contraria a usted?

El instrumento de medición axial

El instrumento de medición axial mide también sobre los ejes X, Y y Z. Además, puede medir dimensiones no lineales tales como el contorno de una leva y otras formas irregulares.

Un objeto se coloca en un portaobjetos estacionario de manera tal que la dimensión a medir quede paralela al eje X o al eje Y. Una punta exploradora, adjunta a una montura que está encima del portaobjetos, se coloca en el punto inicial de medición y los indicadores digitales se colocan en 0. Luego, la punta exploradora se coloca en el punto final de medición y la medida se lee en el indicador. Existen varios tamaños de puntas exploradoras, incluyendo algunas que están diseñadas para trazar curvas, ángulos y contornos irregulares.

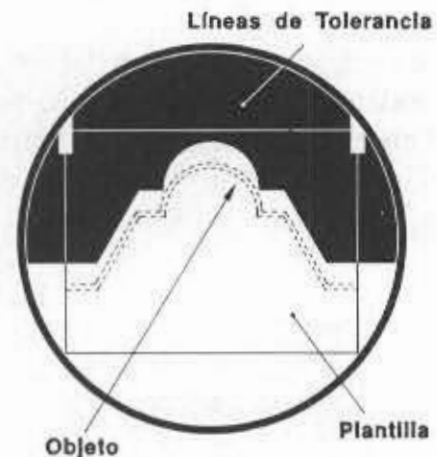
El instrumento de medición axial se usa también para verificar la ubicación de las partes de un montaje y cerciorarse de que están ubicadas correctamente. Puede conectarse a una computadora que, con el software apropiado, comparará las medidas con las especificaciones del diseño - o hasta puede crear especificaciones de las lecturas axiales.

Comparador óptico

Con frecuencia, al comparador óptico se le llama perfil gráfico o perfil proyector. Generalmente se usa más para verificar contornos y ángulos que para medir dimensiones.

La silueta de un objeto se proyecta en una pantalla. Luego una plantilla -una transparencia con el contorno especificado del objeto- se añade al exterior de la pantalla. Por lo general, el contorno en la plantilla se dibuja con dos juegos de líneas para indicar la tolerancia. Si los contornos y los ángulos del objeto cumplen con las especificaciones, encajarán con las líneas de tolerancia en la plantilla.

Un comparador óptico puede equiparse con las cabezas micrométricas y puede usarse para tomar medidas a lo largo a los ejes X y Y en un procedimiento parecido al que se usa para un micrómetro óptico.



Micrómetro óptico automático

El micrómetro óptico automático o AOM, es uno de los instrumentos de medición más modernos que se tienen a disposición. Tiene la capacidad de tomar medidas múltiples simultáneamente a lo largo de los ejes X, Y y Z, y puede tomar estas medidas automáticamente y a gran velocidad.

El objeto que se va a medir debe colocarse en un portaobjetos sobre el cual se monta una cámara de video. El AOM se conecta a una computadora que tiene un programa que especifica cuales deben ser cada una de las dimensiones. El portaobjetos mueve el objeto de manera tal que cada una de las dimensiones es fotografiada por la cámara de video y el software de la computadora traduce las imágenes del video a medidas reales. Estas medidas luego se comparan con las especificaciones y la computadora determina automáticamente si la dimensión está o no dentro de tolerancia.

RESPUESTAS AL EJERCICIO PRACTICO I

1. **0,1285"**. Para leer una medida que se obtuvo al mover el portaobjetos deslizante de un micrómetro óptico hacia usted o hacia la derecha, lea la división que **no está cubierta** de la escala superior del tambor y la escala del manguito que esté más cerca al tambor:

$$0,125" + 0,0035" = 0,1285"$$

2. **0,8715"**. Para leer una medida que se obtuvo al mover el portaobjetos deslizante en dirección opuesta a usted o a la izquierda, lea las divisiones **cubiertas** en la escala inferior del tambor y la escala del manguito que está más lejos del tambor:

$$0,850" + 0,0215" = 0,8715"$$

LECCION DE REPASO

INSTRUCCIONES: Elija la letra de la opción que **mejor** complete la oración o responda a la pregunta.

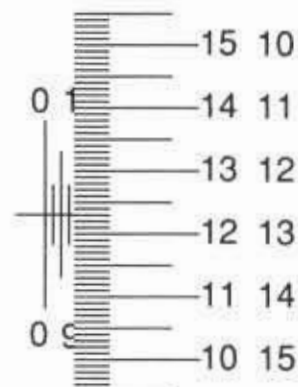
1. En un micrómetro óptico usted puede hallar la línea de referencia del eje Y al . . .
 - A. Mover el portaobjetos deslizante hacia usted o en dirección contraria.
 - B. Mirar por la pieza óptica.
 - C. Colocar el eje X en cero.
 - D. Centrar el objeto en el portaobjetos deslizante.
2. Cuando usted mira por el microscopio de un mic viajero, la hebra cruzada vertical es la . . .
 - A. línea de referencia del eje X.
 - B. línea de referencia del eje Y.
 - C. línea de referencia del eje Z.
 - D. Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta.
3. Si mueve el portaobjetos deslizante hacia su izquierda para tomar una medida con un mic óptico, usted debe de tomar la lectura de . . .
 - A. La escala superior del tambor y de la escala del manguito que está más lejos del tambor.
 - B. La escala superior del tambor y de la escala del manguito que está más cerca del tambor.
 - C. La escala inferior del tambor y de la escala del manguito que está más lejos del tambor.
 - D. La escala inferior del tambor y de la escala del manguito que está más cerca del tambor.
4. Una característica principal de un micrómetro óptico automático es que puede usarse para . . .
 - A. Programar una computadora.
 - B. Comparar automáticamente las medidas con las especificaciones.
 - C. Proporcionar una cinta de video del objeto a medida que se mide.
 - D. Medir varios objetos al mismo tiempo.

5. El instrumento que usa una plantilla para verificar el contorno de un objeto es el...

- A. Micrómetro óptico.
- B. Instrumento de medición axial.
- C. Comparador óptico.
- D. Micrómetro óptico automático.

Para las preguntas 6 a 8, haga un círculo alrededor de la **V** si la oración es verdadera y un círculo alrededor de la **F** si la oración es falsa.

- V** **F** 6. En el micrómetro óptico automático, la computadora puede comparar las dimensiones con las especificaciones para indicar si las dimensiones están o no dentro de tolerancia.
- V** **F** 7. Los micrómetros digitales son más fáciles de usar, pero son menos exactos que los mics mecánicos.
- V** **F** 8. En un mic óptico, las medidas del eje Z se pueden leer al sumar las lecturas de las cabezas micrométricas sobre los ejes X e Y.



Las preguntas 9 y 10 requieren de la lectura de la cabeza micrométrica de este mic óptico.

9. ¿Cuál es la lectura si el portaobjetos deslizante se movió en **dirección opuesta** a usted para tomar la medida?

Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Total _____

10. ¿Cuál es la lectura si el portaobjetos deslizante se movió hacia su **derecha** para tomar la medida?

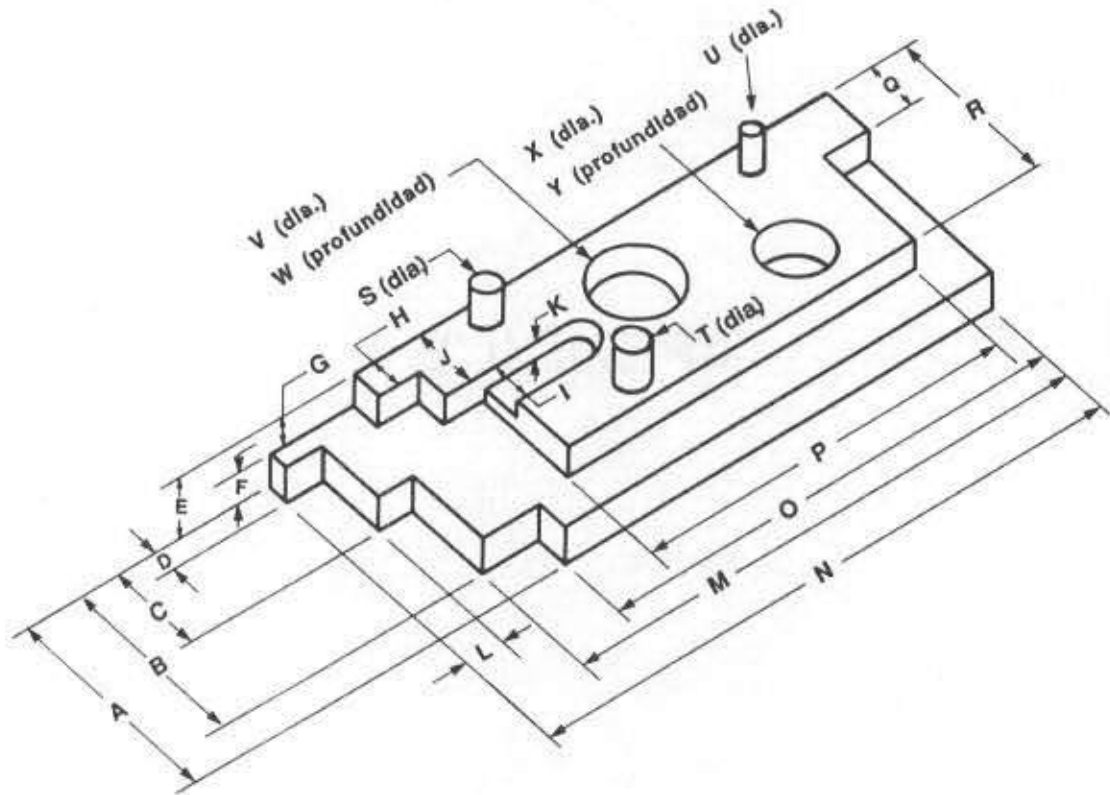
Escala del tambor _____

Escala del manguito _____

Total _____

APENDICE

Diagrama de la Pieza de Montaje



Medidas de la Pieza de Montaje/Tabla de Dimensiones

DESIGNACION DE DIMENSIONES	PULGADAS		
	Fraccionales	Decimales	Milímetros
A (ancho)			
B (ancho)			
C (ancho)			
D (espesor)			
E (alto)			
F (alto)			
G (alto)			
H (espesor)			
I (ancho)			
J (espesor)			
K (profundidad)			
L (largo)			
M (largo)			

DESIGNACION DE DIMENSIONES	PULGADAS		
	Fraccionales	Decimales	Milímetros
N (largo)			
O (largo)			
P (largo)			
Q (espesor)			
R (ancho)			
S (diámetro - ø)			
T (diámetro - ø)			
U (diámetro - ø)			
V (diámetro - ø)			
W (profundidad)			
X (diámetro - ø)			
Y (profundidad)			

UTILIZACION DEL DIAGRAMA DE LA PIEZA DE MONTAJE

Este diagrama es su guía para la localización de dimensiones en la pieza de montaje. Cada dimensión está indicada por líneas de extensión e identificada con una letra. Por ejemplo, la dimensión indicada con la letra **N** es el largo completo de la pieza, excluyendo la base.

Los agujeros en el diagrama tienen dos letras para indicar dimensiones - profundidad y diámetro interno.

Para tomar una medida designada en la pieza de montaje, localice la dimensión en el diagrama y encuentre su equivalente en la pieza de montaje.

Tabla de Conversiones

PULGADAS A MILIMETROS

FRACCION	PULG.	M/M
1/64	,01563	,397
1/32	,03125	,794
3/64	,04688	1,191
1/16	,06250	1,588
5/64	,07813	1,984
3/32	,09375	2,381
7/64	,10938	2,778
1/8	,12500	3,175
9/64	,14063	3,572
5/32	,15625	3,969
11/64	,17188	4,366
3/16	,18750	4,763
13/64	,20313	5,159
7/32	,21875	5,556
15/64	,23438	5,953
1/4	,25000	6,350
17/64	,26563	6,747
9/32	,28125	7,144
19/64	,29688	7,541
5/16	,31250	7,938
21/64	,32813	8,334
11/32	,34375	8,731
23/64	,35938	9,128
3/8	,37500	9,525
25/64	,39063	9,922
13/32	,40625	10,319
27/64	,42188	10,716
7/16	,43750	11,113
29/64	,45313	11,509
15/32	,46875	11,906
31/64	,48438	12,303
1/2	,50000	12,700

FRACCION	PULG.	M/M
33/64	,51563	13,097
17/32	,53125	13,494
35/64	,54688	13,891
9/16	,56250	14,288
37/64	,57813	14,684
19/32	,59375	15,081
39/64	,60938	15,478
5/8	,62500	15,875
41/64	,64063	16,272
21/32	,65625	16,669
43/64	,67188	17,066
11/16	,68750	17,463
45/64	,70313	17,859
23/32	,71875	18,256
47/64	,73438	18,653
3/4	,75000	19,050
49/64	,76563	19,447
25/32	,78125	19,844
51/64	,79688	20,241
13/16	,81250	20,638
53/64	,82813	21,034
27/32	,84375	21,431
55/64	,85938	21,828
7/8	,87500	22,225
57/64	,89063	22,622
29/32	,90625	23,019
59/64	,92188	23,416
15/16	,93750	23,813
61/64	,95313	24,209
31/32	,96875	24,606
63/64	,98438	25,003
1	1,00000	25,400

Para convertir medidas no existentes en esta tabla a milímetros, multiplique por 25,4.

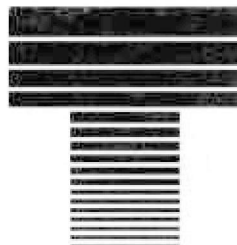
Tabla de Conversiones MILIMETROS A PULGADAS

M/M	PULG.
1	,0394
2	,0788
3	,1182
4	,1576
5	,1970
6	,2364
7	,2758
8	,3152
9	,3546
10	,3940
11	,4334
12	,4728
13	,5122
14	,5516
15	,5910
16	,6304
17	,6698
18	,7092
19	,7486
20	,7880
21	,8274
22	,8668
23	,9062
24	,9456
25	,9850
26	1,0244
27	1,0638
28	1,1032
29	1,1426
30	1,1820
31	1,2214
32	1,2608
33	1,3002

M/M	PULG.
34	1,3396
35	1,3790
36	1,4184
37	1,4578
38	1,4972
39	1,5366
40	1,5760
41	1,6154
42	1,6548
43	1,6942
44	1,7336
45	1,7730
46	1,8124
47	1,8518
48	1,8912
49	1,9306
50	1,9700
51	2,0094
52	2,0488
53	2,0882
54	2,1276
55	2,1670
56	2,2064
57	2,2458
58	2,2852
59	2,3246
60	2,3640
61	2,4034
62	2,4428
63	2,4822
64	2,5216
65	2,5610
66	2,6004

M/M	PULG.
67	2,6398
68	2,6792
69	2,7186
70	2,7580
71	2,7974
72	2,8368
73	2,8762
74	2,9156
75	2,9550
76	2,9944
77	3,0338
78	3,0732
79	3,1126
80	3,1520
81	3,1914
82	3,2308
83	3,2702
84	3,3096
85	3,3490
86	3,3884
87	3,4278
88	3,4672
89	3,5066
90	3,5460
91	3,5854
92	3,6248
93	3,6642
94	3,7036
95	3,7430
96	3,7824
97	3,8218
98	3,8612
99	3,9006

Para convertir medidas no existentes en esta tabla, multiplique por ,0394.



TEL-A-TRAIN
A Westcott Company

P.O. Box 4752 ■ 309 North Market Street ■ Chattanooga, Tennessee 37405
1-800-251-6018 ■ 423-266-0113 ■ Fax 423-267-2555