



METROLOGÍA GEOMÉTRICA

COMPETENCIA GENERAL

Verifica las tolerancias geométricas en piezas mecánicas industriales de acuerdo a especificaciones normalizadas

COMPETENCIAS PARTICULARES

1. Selecciona las normas para tolerancias y ajustes de acuerdo a especificaciones de elementos mecánicos

RAP 1 establece las características geométricas de piezas mecánicas de acuerdo a Normas Oficiales y mexicanas

RAP 2 describe las características de un ajuste de un mecanismo de acuerdo a su funcionamiento

2. Mide tolerancias geométricas de elementos mecánicos de acuerdo a procedimientos normalizados

RAP 1 Maneja las tolerancias geométricas de acuerdo a los elementos de calibración y medición angular

RAP 2 Utiliza las tolerancias geométricas de acuerdo a la comparación y rugosidad superficial

3. Selecciona tipos de ensayo para verificar la dureza en los materiales sólidos

RAP 1 Practica ensayos en los materiales según métodos normalizados

RAP 2 Aplica información del proceso de medición de la dureza en piezas mecánicas

INTRODUCCIÓN:

COMPETENCIA GENERAL:

METROLOGÍA GEOMÉTRICA: Verifica las tolerancias geométricas en piezas mecánicas industriales de acuerdo a especificaciones normalizadas.

En esta unidad de aprendizaje se considera la importancia de las mediciones geométricas, en este curso se integran las mediciones dimensionales y con el auxilio de la trigonometría se determinan las magnitudes geométricas de los cuerpos mecánicos tales como la simetría, ángulos. Para poder sustentar ésta unidad de aprendizaje principalmente es la presencia, ya que las prácticas de los ejercicios es la clave del aprendizaje significativo.

2.-COMPETENCIA PARTICULAR: 1

Selecciona las normas para tolerancias y ajustes de acuerdo a especificaciones de elementos mecánicos.

3.- JUSTIFICACIÓN:

A través de normas nacionales e internacionales, se deriva la confiabilidad de la intercambiabilidad de la fabricación de productos que se requiera medir para la certificación de las mediciones.

4.- METAS:

Comprensión de las normas nacionales e internacionales, así como leyes mexicanas, reglamentos autorizados, con respecto a las mediciones en el sistema internacional de medidas.

Comprensión y aplicación de las normas con respecto a las tolerancias y ajustes mecánicos.

Registro adecuado de las mediciones, para su interpretación.

5.- ESTRUCTURA Y CONTENIDOS.

RAP 1.1:

Establece las características geométricas de piezas mecánicas de acuerdo a Normas Oficiales y mexicanas

RAP 1.2:

Describe las características de un ajuste de un mecanismo de acuerdo a su funcionamiento.

CONCEPTUALES:

1. Comprensión de la norma del dibujo, con respecto a la pieza por medir.
2. Comprensión de las normas de ajustes y tolerancias.
3. Representación esquemática de las tolerancias y ajustes, que indica la norma para piezas mecánicas.
4. Cálculo de las tolerancias, para la verificación de los valores de las normas.

6.- EVALUACIÓN:

- a).- Los conceptos sean acordes a la norma vigente
- b).- Cumple con las especificaciones que establece una norma oficial mexicana o en su caso con alguna internacional.
- c).- Cumple con las características que marcan los tipos de ajuste.

UNIDAD 1 DEL PROGRAMA : METROLOGÍA GEOMÉTRICA

COMPETENCIA PARTICULAR: Selecciona las normas para tolerancias y ajustes de acuerdo a especificaciones de elementos mecánicos

RAP 1 establece las características geométricas de piezas mecánicas de acuerdo a Normas Oficiales y mexicanas
RAP 2 describe las características de un ajuste de un mecanismo de acuerdo a su funcionamiento

1.- ACTIVIDADES CRÍTICAS:

- a) Seleccionar los requisitos que se deben de registrar en el dibujo del tipo mecánico: (mediciones, características o acotaciones pertinentes complementarias)
- b) Calcular las unidades de tolerancia de acuerdo a las normas de ajustes y tolerancias del tipo mecánico (eje y agujero).

2.- ACTIVIDADES DE ESTUDIO:

Llenado de formatos preestablecidos, en la práctica.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: APLICACIÓN DE TOLERANCIAS Y AJUSTES EN CONJUNTOS MECÁNICOS.

1.- Definiciones y terminología.

A).- El ajuste de dos piezas mecánicas en el momento del ensamble, ocurre cuando las medidas son adecuadas para un diseño predeterminado.

2.- Los tipos de ajustes son tres, indicarlos:

- A).-
- B).-
- C).-

3.- ¿ Cómo se determinan los niveles de calidad en las tolerancias mecánicas de un agujero y un eje, según los límites clasificados y establecidos, según el diseño predeterminado?

LOS NIVELES DE CALIDAD SON LOS SIGUIENTES:

01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

DETERMINAR:

- A).- PARA INSTRUMENTOS DE PRESIÓN (RANGO DE CLASIFICACIÓN EN EJES ES: DE.....A:.....
- B).- PARA USO INDUSTRIAL EN GENERAL (RANGO DE CLASIFICACIÓN EN EJES ES: DE.....A.....
- C).- PARA USO EN FUNDICIONES Y MAQUINARIA PESADA (RANGO DE CLASIFICACIÓN EN EJES ES: DE.....A.....
- D).- PARA INSTRUMENTOS DE PRESIÓN (RANGO DE CLASIFICACIÓN EN AGUJEROS ES: DE.....A:.....
- E).- PARA USO INDUSTRIAL EN GENERAL (RANGO DE CLASIFICACIÓN EN AGUJEROS ES: DE.....A.....
- F).- PARA USO EN FUNDICIONES Y MAQUINARIA PESADA (RANGO DE CLASIFICACIÓN EN AGUJEROS ES: DE.....A.....

4.- En dónde existe mayor facilidad para que se cumplan las tolerancias?, colocar un sí en la respuesta.

A).- EN EL EJE?:

B).- EN EL AGUJERO?:

PORQUE?.....
.....

5.- Gráficas de tolerancias.

A).- INDICAR CON EL PRINCIPIO DE BARRAS VERTICALES Y CON RESPECTO A LA LÍNEA CERO Y EN FORMA DE GRÁFICA LO SIGUIENTE:

1º).- LAS TOLERANCIAS DEL AGUJERO Y EL EJE EN MICRÓMETROS DE LA SIGUIENTE ESPECIFICACIÓN: $50\ H\ 9 / e\ 7$

50= diámetro nominal de las dos piezas para ajustar.

H= identificación para tolerancias del AGUJERO.

e= identificación para tolerancias del EJE.

Número 9 y7, corresponde al nivel de calidad del AJUSTE.

NOTA: UTILIZAR LAS TABLAS PROPORCIONADAS, CONSULTAR EL TEXTO DE “METROLOGIA DIMENSIONAL”

B).- AHORA CON EL EJEMPLO RESUELTO, ANALIZAR Y ANOTAR LOS TIPOS DE “JUEGO” (AJUSTE DE LAS PIEZAS), SIGUIENTES:

1º).- “JUEGO MÍNIMO”.

2º).- “JUEGO MEDIO”.

3º).- “JUEGO MÁXIMO”.

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS EN MICRÓMETROS.

Consulta de texto: “Metrología Dimensional” del autor Carlos Gonzalez G. y Ramon Zeleny V. Editora Mc Graw Hill (practicar con los ejercicios del texto recomendado)

Consulta de los apuntes en clase.

Consulta de los ajustes recomendados, según diseños preseleccionados y a prueba de vida útil.

9.-CUESTIONARIO SOBRE EL TEMA

- a) Leer y resolver el cuestionario proporcionado de acuerdo al texto indicado en la actividad (8b)

10.-GLOSARIO DE CONCEPTOS Y PRINCIPIOS CLAVES

- a) ¿Que es un eje?
- b) ¿Que es un agujero?
- c) ¿Que significa un ajuste, en dos piezas mecánicas?
- d) ¿Que es una tolerancia del tipo mecánico?

11.-PROBLEMAS DE APLICACIÓN Y SUGERENCIAS METODOLOGICAS

- a) Texto recomendado en la actividad (8b)

12.-PROBLEMAS PARA AUTOEVALUACION

- a) Formatos proporcionados con los problemas de la competencia particular correspondiente.

NORMALIZACIÓN: Es un conjunto de actividades que tiene por objeto establecer especificaciones de distintas clases de productos, procesos y servicios

ACREDITACIÓN: Acto por el cual una entidad reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de

CERTIFICACIÓN: Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las Normas.

CALIBRACIÓN: Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de las magnitudes indicadas por un instrumento de medición, y los valores correspondientes de la magnitud realizada por los patrones.

TIPOS DE NORMAS:

Existen tres tipos de norma:

NORMA OFICIAL MEXICANA

NORMA MEXICANA

NORMA INTERNACIONAL

CARACTERÍSTICAS DE LAS DIFERENTES TIPOS DE NORMAS:

La Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria; su finalidad es proteger la seguridad de las personas, la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general y laboral.

La Norma Mexicana es de observancia voluntaria, su finalidad es establecer especificaciones de calidad de un bien, proceso o servicio

Norma Internacional; Es la norma que elabora un organismo internacional reconocido por el gobierno de México en los términos del derecho internacional

ESTRUCTURA DE UNA NORMA:

Presentación, Prefacio, Índice del contenido por títulos, antecedentes, propósito, consideraciones, referencias.

La institución internacional en la que se basa la mayoría de las Normas Internacionales es la ISO (International Organization for Standardization) Organización Internacional de Normalización

Ejemplos de normas NOM

- NOM-018-STPS-2000: Norma Oficial Mexicana número 018 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) que entró en vigor en 2000. Describe el sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos respecto a sustancias químicas peligrosas en el lugar de trabajo.
- NOM-003-CNA-1996: Norma Oficial Mexicana número 003 de la Comisión Nacional del Agua (CNA) que entró en vigor en 1996. Estipula los requisitos para la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

RAP. No. 2

Describe las características de un ajuste de un mecanismo de acuerdo a su funcionamiento

AJUSTE:

UNIÓN o ACOPLAMIENTO de dos piezas (la que contiene y la contenida) con determinadas tolerancias bilaterales o unilaterales internas y externas.

TERMINOLOGÍA:

Eje o Contenedora: Llamamos eje a cualquier pieza que deba acoplarse dentro de otra.

Agujero o la que Contiene: Llamamos agujero, al alojamiento donde se introduce el eje.

Medida Nominal: Es el valor dimensional que se nos pide en el plano de diseño.

Medida Física: Es la medida real que tiene la pieza física.

Línea de Referencia: Es la línea correspondiente a la Medida Normal.

Tipos de Ajuste:

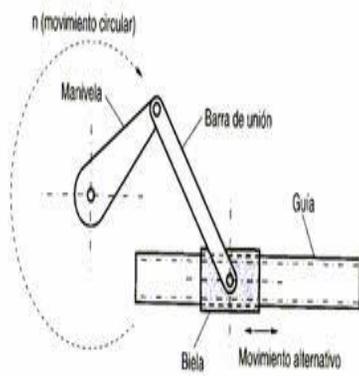
AJUSTE MÓVIL O CON JUEGO.- Será cuando exista juego entre el eje y el agujero, aún cuando el eje tenga la medida máxima y el agujero presente la mínima

AJUSTE FIJO O CON APRIETE.- Es cuando el eje tenga la Medida Mínima y el Agujero tenga la Máxima Medida

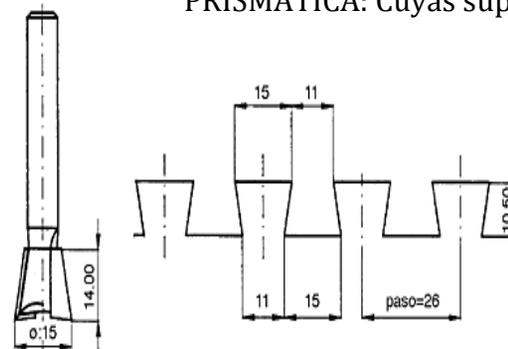
AJUSTE INDETERMINADO.- Será el que resulte, dependiendo de las dimensiones del eje y las del agujero, y que darán lugar a juego ó apriete condicionado, dentro de sus respectivas tolerancias

TIPOS DE ACOPLAMIENTOS:

REVOLUCIÓN: Cuyas superficies son cilíndricas ó cónicas



PRISMÁTICA: Cuyas superficies son paralelas u oblicuas.



UNIDAD 2 DEL PROGRAMA: METROLOGÍA GEOMÉTRICA

COMPETENCIA PARTICULAR: Mide tolerancias geométricas de elementos mecánicos de acuerdo a procedimientos normalizados

RAP 1 Maneja las tolerancias geométricas de acuerdo a los elementos de calibración y medición angular

RAP 2 Utiliza las tolerancias geométricas de acuerdo a la comparación y rugosidad superficial

2.- COMPETENCIA PARTICULAR: 2

Mide tolerancias geométricas de elementos mecánicos de acuerdo a procedimientos normalizados.

3.- JUSTIFICACIÓN:

Es necesario en el conocimiento del aprendizaje significativo que el estudiante practique con materiales didácticos, por lo tanto se programan las prácticas correspondientes para el cálculo de los ángulos y conicidades así también las referencias geométricas que permiten medir con la instrumentación de comparadores en toda su extensión y las figuras amplificadas de la planicidad de las superficies.

4.- METAS:

Calcular las conicidades normalizadas, con el auxilio de los instrumentos de medición lineales, conceptos básicos y las funciones trigonométricas.

- ▶Medición de piezas geométricas con los comparadores mecánicos, ópticos y microscopio de taller y verificación de conceptos normalizados como los roscados en el sistema inglés y métrico.
- ▶Verificación con el rugosímetro, la planicidad de los acabados superficiales de los metales.
- ▶Registro adecuado de las mediciones, para su interpretación.

5.- ESTRUCTURA Y CONTENIDOS.

RAP 2.1 Maneja las tolerancias geométricas de acuerdo a los elementos de calibración y medición angular

RAP 2.2: Utiliza las tolerancias geométricas de acuerdo a la comparación y rugosidad superficial.

- a).- Identifica los diferentes tipos de instrumentos y accesorios de medición angular.
- b).- Analiza los principios básicos de calibración
- c).- Elabora esquemas de los principales instrumentos y accesorios de medición angular.
- d).- Realizar práctica de medición de ángulos (transportadores universales)
- e).- Realizar práctica con (goniómetros)
- f).- Identifica las diferentes partes que constituyen los comparadores.
- g).- Analiza los principios básicos de funcionamiento del (rugosímetro).
- k).-Selección del parámetro de rugosidad requerido.
- l).-Elabora esquemas de los principales accesorios de medición de la rugosidad superficial mediante el uso de catálogos.

6.- EVALUACIÓN:

- a).-Registro de gráficos y mediciones según las especificaciones
- b).-Verificación de mediciones con base en especificaciones
- c).-La clasificación correcta del instrumento de medición para la resolución requerida.

- d).- Revisión de los esquemas de acuerdo a especificaciones
- e).- Comprobación de las mediciones de acuerdo al diseño del producto y quecumpla con las especificaciones de la rugosidad requerida.

7.- ACTIVIDADES CRÍTICAS:

- a).- La identificación de los componentes de los aparatos de medición.
- b).- en un formato pre establecido se colocaran los nombres de las partes de los instrumentos y accesorios de medición.

8.- ACTIVIDADES DE ESTUDIO:

- a) Llenado de formatos preestablecidos, de las prácticas:
- b) NOMBRE DE LA PRÁCTICA: MEDICIONES ANGULARES CON GONIÓMETROS, BARRAS Y ESFERAS CALIBRADOS.
- c) 1.- Definiciones: A).-Angulo: Es la abertura comprendida entre la posición inicial y la posición final de una recta que ha girado alrededor de uno de sus puntos, permaneciendo siempre en el mismo plano.
- d) B).- El Sistema SEXAGESIMAL a que se refiere? : -----

B1).- Cuáles son sus unidades?: -----
C).- El Sistema CÍCLICO a que se refiere?: -----

C1).- Cuáles son sus unidades?: -----

2.- Escribir la secuencia de conversión del Sistema Cíclico al Sistema Sexagesimal para llegar al valor de un grado angular.

VALOR INICIAL: $180 / \pi = 1$ RADIÁN.

3.- Conversiones:

A).- $37.24^\circ = \text{-----rad}$

B).- $75^\circ 21' 28'' = \text{-----rad}$

C).- $0^\circ 59' = \text{-----rad}$

D).- $1.78 \text{ rad} = \text{-----grados}$

E).- $17 / 9 \text{ rad} = \text{-----grados}$

F).- $4 + 1/8 \text{ rad} = \text{-----grados}$

4.- Cual sería la tolerancia de una escuadra de precisión que justifica la norma : DIN 375 en la cual la ALTURA es de : $h = 50 \text{ mm}$

A).- CÁLCULO:

B).- DIBUJAR LA ESCUADRA Y ACOTAR LA DIFERENCIA.

1º).- DIFERENCIA = ----- ()

5.- La descripción de un GONIÓMETRO es: Es un TRANSPORTADOR universal en el cual dentro de su construcción se encuentra un LIMBO graduado en cuatro cuadrantes de 90 grados y mediante el cual con la ayuda de sus reglas

compuestas se puede obtener resultados en toda la periferia de los 360 grados. Además con el VERNIER de más y menos de un grado se puede precisar hasta 5 minutos de RESOLUCIÓN.

A).- IDENTIFICAR LA NOMENCLATURA DE UN GONIÓMETRO DIBUJANDO EL INSTRUMENTO.

B).- MEDIR Y REGISTRAR LAS MEDICIONES ANGULARES DE LA PIEZA DESCRITA:

1º).- DIBUJAR LA PIEZA A MEDIR.

Nota: Dibujar 4 piezas geométricas que tengan perfil de ángulos de 15 a 180 grados.

2º).- RESULTADOS :

ÁNGULO NÚM.1 ----- ÁNGULO NÚM. 3 -----
ÁNGULO NÚM.2 ----- ÁNGULO NÚM. 4 -----

6.- Cálculo del ángulo y conicidad de un cono que tiene como datos:

$D = \text{-----} (\quad)$; $d = \text{-----} (\quad)$; $l = \text{-----} (\quad)$.

A).- CÁLCULOS:

B).- DIBUJAR EL CONO, ACOTANDO SUS MAGNITUDES Y EL ÁNGULO.

D= diámetro mayor del cono.

d= diámetro menor del cono.

l = distancia entre el diámetro mayor y el menor.

7.- Comprobación de un ángulo externo en un CONO truncado, con el auxilio de cilindros y una mesa de referencia plana.

Según el croquis expuesto determinar: El ángulo y la conicidad por pie.

A).- DATOS A MEDIR :

1º).- M = ----- ()

2º).- m = ----- ()

3º).- h = ----- ()

B).- RESULTADOS:

4º).- ANGULO () = -----

5º).- CONICIDAD = -----

CROQUIS:

Medición lineal de un cono en los máxima longitud ayudado por dos cilindros de un diámetro de 5.0 mm (M)

Igual método pero en la mínima longitud (m).

La altura entre las mediciones de M y m (la distancia que separa ambas mediciones).

8.- Comprobación de un ángulo interno de dos piezas fijas con caras inclinadas simétricas y auxiliadas por cilindros.

Según el croquis expuesto determinar: El ángulo y la conicidad por pie.

A).- DATOS A MEDIR :

1º).- D = ----- ()

2º).- d = ----- ()

3º).- l = ----- ()

B).- RESULTADOS:

5º).- ANGULO () = -----

6º).- CONICIDAD POR PIE = -----

4º).- $l_1 = \text{-----} (\quad)$

NOTA: EN EL CÁLCULO DE LA CONICIDAD POR PIE, SE MULTIPLICARÁ EL RESULTADO POR EL FACTOR 12.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.

1.- Definiciones:

A). ACABADO SUPERFICIAL: Son las irregularidades finamente repartidas (MICROGEOMÉTRICAS), cuya altura, “paso”, y dirección, determinan el estado de acabado superficial.

Un ejemplo se aprecia al maquinar con el “filo” de una herramienta de corte y el “avance” determinará la “aspereza” o la figura micro geométrica, después de desprender el material sobrante.

B).- ONDULACIONES: Son irregularidades de una superficie que se encuentran más separadas y a las cuales se les determina como (MACROGEOMÉTRICAS).

2.- Representación de una RUGOSIDAD superficial amplificada, en que se basan las NORMAS INTERNACIONALES.

A).- COLOCAR LOS SÍMBOLOS Y ABREVIAR EL SIGNIFICADO DE CADA UNO: (DM, Ra, Rz, Rp, Rt), en un gráfico. (Dibujar el croquis proporcionado con anterioridad).

SIGNIFICADO DE (Ra)

.....

SIGNIFICADO DE (Rz)

.....

SIGNIFICADO DE (Rp)

.....

SIGNIFICADO DE (Rt)

.....
3.- Instalado el aparato llamado RUGOSÍMETRO DIGITAL, medir el acabado superficial del Patrón de Calibración para verificar la precisión del aparato.

A).- PATRÓN = ----- (MICRÓMETROS)

B).- PATRÓN = ----- (MICROPULGADAS).

4.- Instalado el RUGOSÍMETRO y el montaje de una pieza de acero cilíndrica con acabado “brillante” con un proceso de rectificado, se procede a medir el acabado en una sucesión de puntos del perímetro de la pieza.

Consulta de Texto: “Metrología” del Autor Carlos González G. y Ramón Zeleny V. Editora Mc Graw Hill.

Consulta de los apuntes en clase

a).- Sistemas de transmisión mecánica por medio de engranes, para determinar la amplificación en los comparadores mecánicos.

b).- Conceptos de lentes ópticos de amplificación, según normas.

c).- Parámetros internacionales, para la identificación de los niveles de acabados superficiales (Ra; Ry; Rz, etc.)

9.- CUESTIONARIO SOBRE EL TEMA:

a).- Formatos proporcionados después de clase teórica para resolver como investigación.

10.- GLOSARIO DE CONCEPTOS Y PRINCIPIOS CLAVES:

11.- PROBLEMAS DE APLICACIÓN Y SUGERENCIAS METODOLÓGICAS.

a).- Calibración con bloques patrón, niveles de calidad y calibración certificada con interferómetro.

b).- Montaje de comparadores mecánicos con los accesorios adecuados para mediciones con precisión.

c).- Calibración del aparato llamado rugosímetro, así como el montaje confiable para la determinación del acabado superficial.

12.-PROBLEMAS PARA AUTOEVALUACION

a) Formatos proporcionados con los problemas de la competencia particular correspondiente.

TOLERANCIA: La variación total admisible del valor de una dimensión

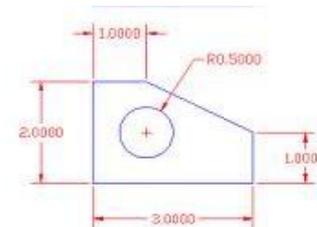
TIPOS DE TOLERANCIAS:

Bilateral: Variación máxima admisible de lado positivo y del lado negativo

Unilateral: Variación máxima ya sea positivo o negativo

DIMENSIONES:

NOMINALES o sea las indicadas en un plano de fabricación



Efectiva o real, la que tiene la pieza físicamente



EJEMPLO DE TOLERANCIAS UNILATERALES

20^{+0.015}

150.60^{-0.02}

20.000 - 20.015

150.58 – 150.60

EJEMPLO DE TOLERANCIAS BILATERALES

25^{±0.015}

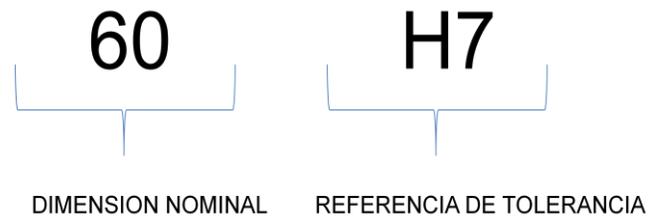
150.60<sup>+0.04
-0.02</sup>

24.085 - 25.015

150.58 – 150.62

FORMA DE EXPRESAR LAS TOLERANCIAS:

El siguiente ejemplo es la forma de expresar las tolerancias en un diseño industrial



Basándonos en el sistema ISO se ocupan las letras de abecedario para la expresión de las tolerancias
Mayúsculas para las características internas o barrenos

60H7

Letras minúsculas para las externas o ejes

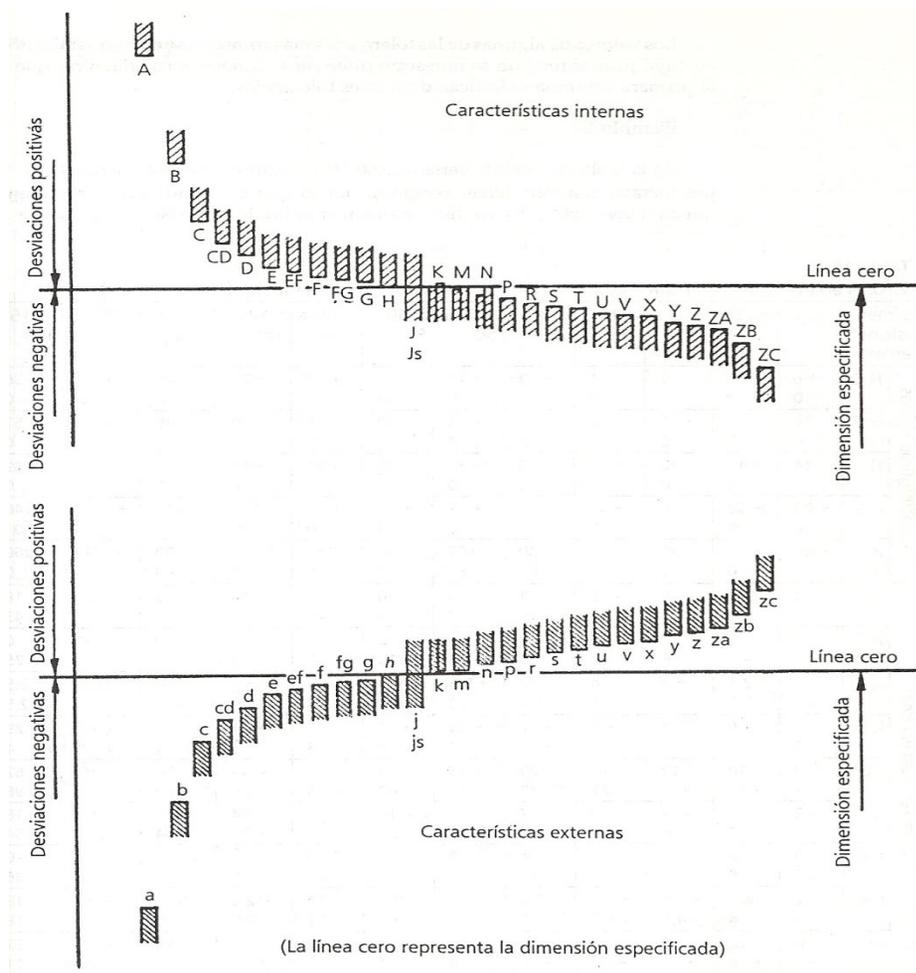
37g6

PARA LOS BARRENOS: Las letras de la “A” a la “G” representan tolerancias por encima de la dimensión nominal. La letra “H” muestra que su desviación inferior es igual a “0” (cero). De la “J” a la “Z” corresponden a tolerancias por debajo de la dimensión nominal

PARA LOS EJES: De la “a” a la “g”, representan tolerancias por debajo de la dimensión nominal, La posición “h” representa una desviación superior igual a “0”, De la “j” a la “z” corresponden a tolerancias por encima de la dimensión nominal

En el siguiente cuadro se pueden observar las tolerancias de acuerdo al uso o aplicación de los diferentes ajustes

		EJES	AGUJEROS
<u>CALIBRES Y PIEZAS DE ALTA PRECISION</u>	= AJUSTE CON APRIETE	De h5 a h11	De H6 a H9
<u>PIEZAS QUE VAN A ESTAR SOMETIDAS A AJUSTES</u>	= AJUSTE INDETERMINADO	js, k, m, p, s, u, z	De: H6 a H8
<u>NO REQUIEREN ACABADO FINO</u>	= AJUSTE CON JUEGO	c, d, e, f, g	H6, H7, H8, H9 y H11



Apriete

Es la diferencia entre las dimensiones del eje y el agujero. Cuando la dimensión del eje es mayor que la del agujero.

$$A = d - D > 0$$

d = dimensión de eje

D = dimensión de agujero

Apriete Máximo (AM):

Es el valor de la diferencia entre la medida máxima del eje y la medida mínima del agujero.

$$AM = dM - Dm$$

dM = DIAMETRO MAXIMO DE EJE

Dm = DIAMETRO MINIMO DEL AGUJERO

Apriete Máximo (AM):

Es el valor de la diferencia entre la medida máxima del eje y la medida mínima del agujero.

$$AM = dM - Dm$$

dM = DIAMETRO MAXIMO DE EJE

Dm = DIAMETRO MINIMO DEL AGUJERO

Apriete Mínimo (Am):

Es el valor de la diferencia entre la medida mínima del eje y la máxima del agujero.

$$Am = dm - DM$$

dm = DIAMETRO MINIMO DEL EJE

DM = DIAMETRO MAXIMO DEL AGUJERO

Juego (u Holgura)

Se denomina juego (J) a la diferencia entre las medidas del agujero y del eje. Es positiva, cuando la dimensión del eje es menor que la del agujero:

$$J = D - d > 0$$

D = DIMENSION DEL AGUJERO

d = DIMENSION DEL EJE

Juego Máximo (JM)

Es la diferencia que resulta entre la dimensión máxima del agujero y la mínima del eje.

$$JM = DM - dm$$

Tolerancia del Juego (TJ)

Es la diferencia entre los juegos máximo y mínimo, que coincide con la suma de las tolerancias del agujero y del eje.

$$TJ = JM - Jm$$

Tolerancia de Ajuste Indeterminado

Es la diferencia entre las medidas efectivas de agujero y eje puede resultar positiva o negativa.

$$JM = DM - dm$$

$$AM = dM - DM$$

$$TI = JM + AM$$

EJEMPLO:

Ajuste

Indeterminado

(Buje de Cabeza de Pistón)

Datos: Medida del Eje: 27.740

Medida del Agujero: 27.800

Para efecto de cálculo se toma el diámetro del EJE

Basándonos en la tabla de ajuste ISO corriente para agujeros, se toma:

$$H8 \begin{matrix} +33 \\ 0 \end{matrix}$$

Y para el eje

$$f8 \begin{matrix} -20 \\ -53 \end{matrix}$$

Por lo tanto tenemos que el agujero tendrá los valores de:

27.773 mm y 27.740 mm

Para el eje los valores serán de:

27.720 y 27.680

En base a lo anterior, el juego máximo (JM) es:

$$JM = DM - dm$$

$$JM = \underline{0.093}$$

Y el juego mínimo es:

$$Jm = Dm - dM$$

$$Jm = \underline{0.020}$$

Para calcular la tolerancia de juego, sabemos que:

$$TJ = JM - jm$$

De los valores anteriores se toma:

$$JM = \underline{0.093} \quad jm = \underline{0.020}$$

$$TJ = 0.093 - 0.020$$

$$TJ = 0.073$$

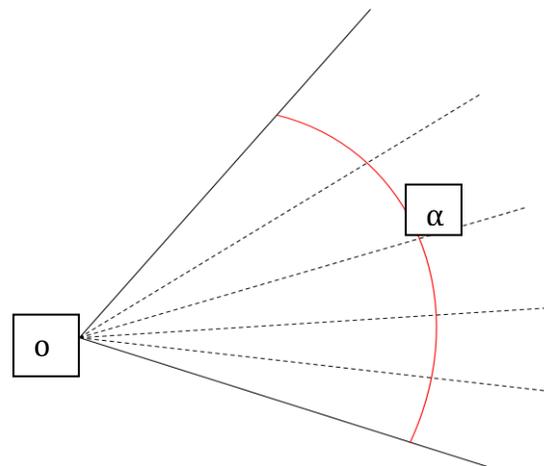
MEDICION ANGULAR

DEFINICION DE ANGULO:

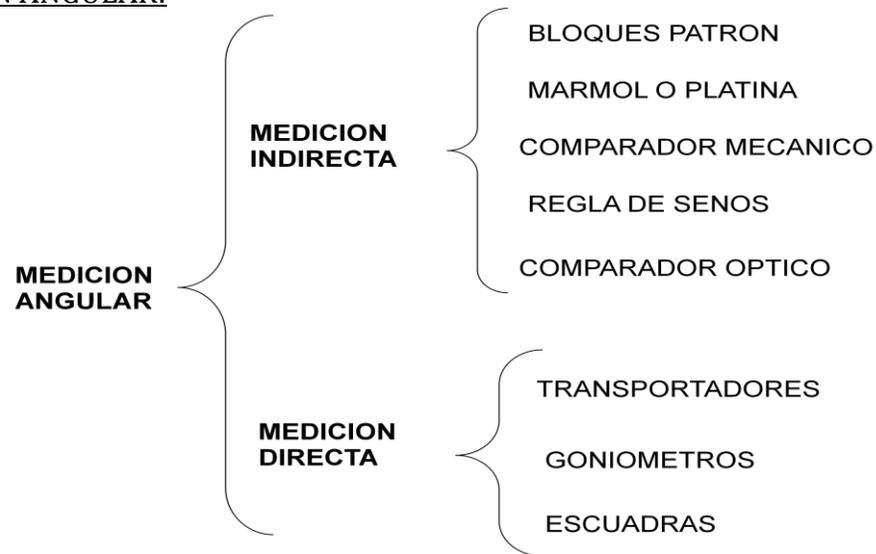
Dadas las semirrectas “li” y “lt” con origen común “O”, llamaremos ángulo a la porción de plano generada por el barrido de la semirrecta “li” hasta coincidir con “lt”.

Donde:

- li: Lado inicial de α
- lt: lado terminal de α
- O: vértice del ángulo

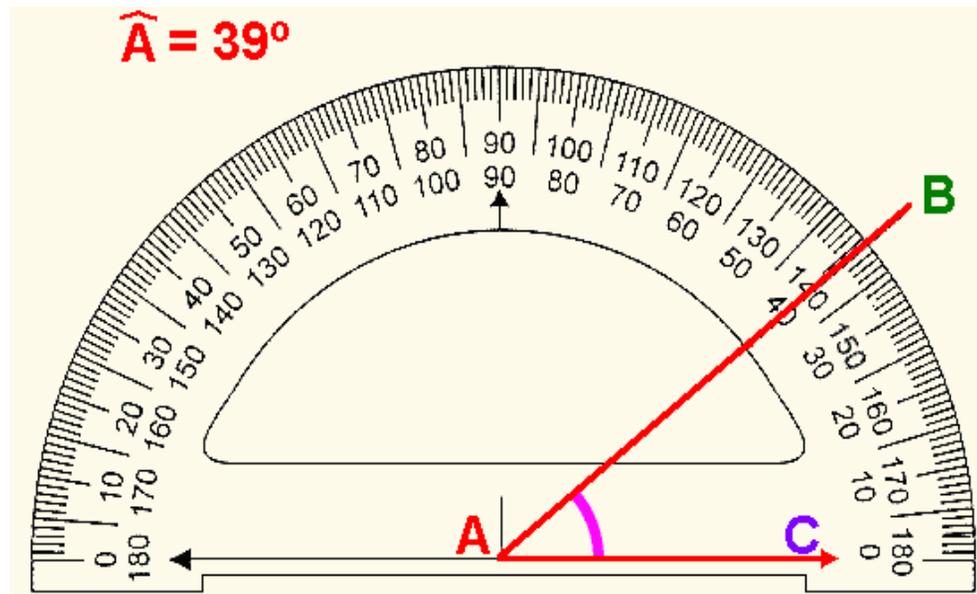


HAY DOS FORMAS DE MEDICION ANGULAR:



TRANSPORTADORES:

El transportador va provisto de una escala graduada de 0° a 180° o también de 90° a 0°. Los transportadores aprecian un valor angular de medio grado.



GONIÓMETROS:

Es un instrumento que sirve para medir ángulos o comprobación de conos.

Consta de un círculo graduado de 360°, el cual lleva incorporado un dial giratorio sobre su eje de simetría, para poder medir cualquier valor angular.



ESCUADRAS :

El ángulo más frecuente, en el taller mecánico, es el recto que, de acuerdo con el sistema sexagesimal, vale 90° ; en la práctica, Se dice que está a escuadra.



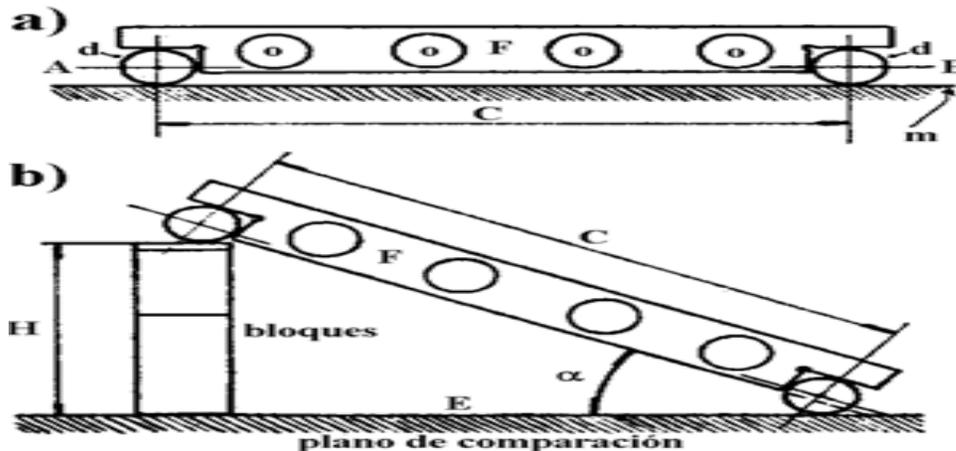
BLOQUES PATRON

HERRAMIENTAS QUE NOS PERMITEN CALIBRAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION. SIRVEN DE REFERENCIA PARA LA CALIBRACION Y MEDICION



Regla de Senos:

Es un instrumento que emplea la LEY DE LOS SENOS de la Trigonometría para calcular un ángulo con una mayor precisión. Dispositivo articulado e inclinable que reproduce ángulos de hasta 45° con una precisión de alrededor de 10". Se utiliza para verificar piezas de conicidades exteriores y ángulos en gran precisión.



Ley de Senos

$$\text{Sen } \alpha = \frac{\text{Altura de los Bloques Patrón}}{\text{Longitud entre los cilindros}}$$

Ejercicio:

Determinar el ángulo total de la conicidad de la pieza colocada por el Método de Regla de Senos

Datos :

H = 3 “

C = 100 mm

$\alpha = ?$

Ejercicio :

Determinar la dimensión de la cala de la Regla de Senos, para la pieza cónica que tiene un ángulo de 20°..

Datos :

H = ?

C = 100 mm

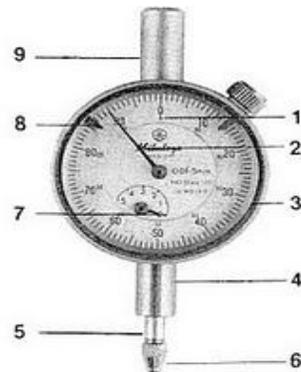
$\alpha = 20^\circ$

COMPARADOR MECANICO

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDIRECTA DE GRAN USO EN LA INDUSTRIA, SU UTILIZACIÓN EN DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN PERMITEN UNA MEDICIÓN MUY RÁPIDA DE PIEZAS PRODUCIDAS EN SERIE



PARTES DE UN COMPARADOR



- (1) carátula
- (2) aguja principal
- (3) arillo
- (4) vástago
- (5) husillo
- (6) punta de contacto
- (7) aguja cuentavuelas
- (8) indicadores pasa/no pasa
- (9) capuchón

MECANICO

MICROSCOPIO DE TALLER

APARATO DE MEDICION CONSIDERADO COMO UNO DE LOS DE MAYOR USO PARA EL CONTROL DE PIEZAS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES.

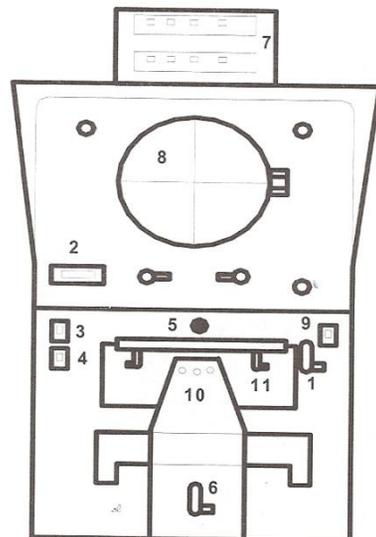
PERMITE VER CON DETALLE LA GEOMETRIA Y LA TEXTURA SUPERFICIAL DE LOS CUERPOS A ESTUDIAR ASI COMO SOLDAD



COMPARADOR ÓPTICO:

INSTRUMENTO DE INSPECCIÓN QUE PROYECTA LAS CARACTERÍSTICA DE UNA PIEZA SOBRE UNA PANTALLA PARA SU MEDICIÓN

LAS PARTES DE UN

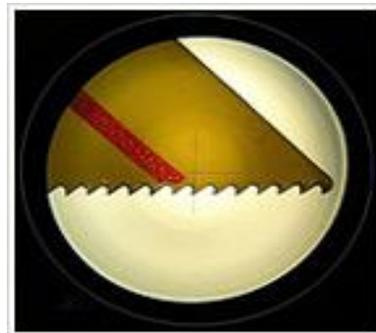


1. Tambor para el desplazamiento horizontal
2. Registro de tipo digital para el ángulo
3. Botón de encendido para perfiles
4. Botón de encendido para superficies
5. Lente con amplificación
6. Tambor para el desplazamiento vertical
7. Registro de tipo digital
8. Pantalla
9. Botón de encendido principal
10. Lente con amplificación
11. Mesa de trabajo

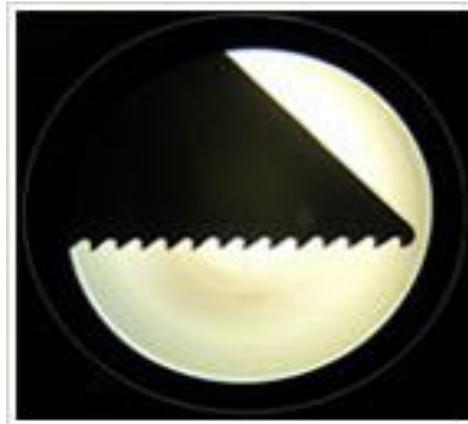
COMPARADOR OPTICO SON:

PARA EL ANALISIS DE LAS PIEZAS A ESTUDIAR SE UTILIZA DOS TIPOS DE ILUMINACION:

ILUMINACION EPISCOPICA: OPCIÓN DE ILUMINACIÓN A TRAVÉS DE LA LENTE, PARA LA OBSERVACIÓN DE ORIFICIOS CIEGOS O CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE PROFUNDAS.



ILUMINACION DIASCOPICA: OPCIÓN DE ILUMINACIÓN PARA LA OBSERVACIÓN DE PERFILES.



RUGOSIDAD:

Conjunto de irregularidades de la superficie real

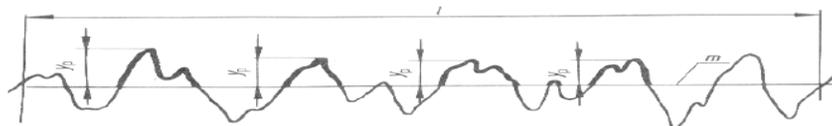
TIPOS DE SUPERFICIES:

SUPERFICIE REAL: Superficie que limita el cuerpo y lo separa del medio que lo separa.

SUPERFICIE GEOMÉTRICA: Superficie ideal cuya forma está especificada por el dibujo y/o todo documento técnico.

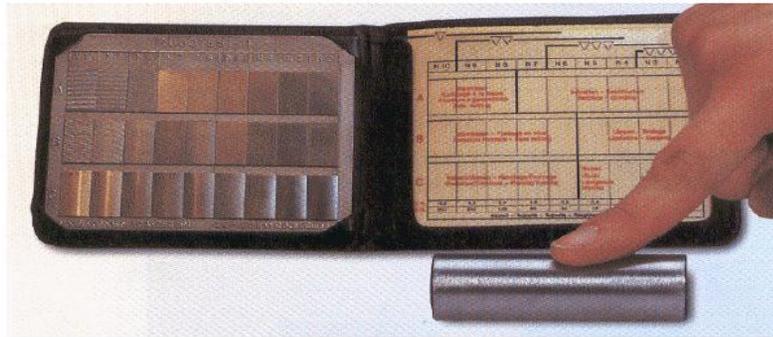
<u>PARÁMETROS</u>	<u>PARA</u>	<u>CONOCER</u>	<u>LA</u>	<u>RUGOSIDAD</u>
-------------------	-------------	----------------	-----------	------------------

ALTURA DE UNA CRESTA DEL PERFIL: Distancia entre la línea media y el punto más alto de una cresta



Comparadores visotáctiles:

Elementos para evaluar el acabado superficial de piezas por comparación visual y táctil con superficies de diferentes acabados obtenidas por el mismo proceso de fabricación.



Partes del Rugosímetro de Palpador Mecánico:

- Palpador
- Mecanismo de soporte
- Amplificador electrónico
- Registrador

DIFERENTES TIPOS DE RUGOSIMETROS:

- Palpador inductivo
- Palpador capacitivo
- Palpador Piezoeléctrico

UNIDAD 3 DEL PROGRAMA: METROLOGÍA GEOMÉTRICA

COMPETENCIA PARTICULAR: Selecciona tipos de ensayo para verificar la dureza en los materiales sólidos

RAP 1 Practica ensayos en los materiales según métodos normalizados

RAP 2 Aplica información del proceso de medición de la dureza en piezas mecánicas

COMPETENCIA PARTICULAR # 3

Selecciona tipos de ensayo para verificar la dureza en los materiales sólidos.

RAP 3.1: Practica ensayos en los materiales según métodos normalizados.

RAP 3.2: Aplica información del proceso de medición de la dureza en piezas mecánicas.

3.- JUSTIFICACIÓN:

La necesidad de las industrias metal- mecánicas, es la medición de magnitudes geométricas con determinación de ángulos, mediciones en los tres puntos en el espacio, para determinar figuras geométricas así como las características de durezas de los materiales.

Para la recepción de los materiales en las empresas es necesario en lo que respecta a los metales, verificar la dureza según las normas.

También en los procesos de fabricación intermedios o finales es conveniente tener las durezas según lo marque el diseño.

4.- METAS:

- a).- El conocimiento de los componentes de un durómetro, para entender el procedimiento para definir la dureza de un metal ya sea sin o con tratamientos de dureza superficial.
- b).- Comparación de los resultados reales con las especificaciones de los materiales ensayados.

5.- ESTRUCTURA Y CONTENIDOS.

RAP 3.1: Practica ensayos en los materiales según métodos normalizados.

RAP 3.2: Aplica información del proceso de medición de la dureza en piezas mecánicas.

- a).- Reúne conceptos para el cálculo de la dureza en los materiales sólidos.
- b).- Clasifica los métodos adecuados para medir la dureza de los materiales.
- c).-Analiza las posibles causas de error en los ensayos de dureza.
- d).-Reúne resultados para el cálculo de la dureza en los materiales sólidos.
- e).-Identifica la nomenclatura de los durómetros para la medición de dureza.

6.- EVALUACIÓN:

- a).- Análisis de resultados en los diferentes métodos de dureza.
- b).- Revisión de resultados de acuerdo a normas:
 - ▶NOM - B-118 VIGENTE.
 - ▶NOM -B -119 VIGENTE.
 - ▶NOM-B-116 VIGENTE

7.- ACTIVIDADES CRÍTICAS:

- a) Verificación de las dimensiones adecuadas de las probetas de ensayo.
- b) Manejar adecuadamente el procedimiento, y la secuencia obligatoria para el cuidado de los equipos.
- c) Tener a la vista las especificaciones de los materiales, para la comparación y la certeza de una medición precisa.

8.- ACTIVIDADES DE ESTUDIO:

- a) Consulta de los apuntes en clase.
- b) Llenado de formatos pre establecidos, de la práctica:

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: PRUEBAS DE DUREZA.

1.- Definiciones.

A).- DUREZA: De un material sólido metálico, es el grado de resistencia a la penetración local; al rayado; al trabajo de maquinado en la “fluencia” o sesión de material; al desgaste por fricción o por abrasión.

2.- Escala de MOHS de dureza.

A).- ES UNA ESCALA ARBITRARIA DE REFERENCIA QUE SE EMPLEA PARA DESCRIBIR LA DUREZA POR COMPARACIÓN AL FRICCIONAR SUBSTANCIAS MINERALES EN FORMA DE POLVOS O “GRANOS” DIMINUTOS EN DETERMINADO MATERIAL Y AL DEJAR HUELLAS, SE CALIFICARÍA COMO QUE SE ENCUENTRA DE TAL NÚMERO A TAL NÚMERO EN FORMA CONSECUTIVA (DEL NÚMERO 1= TALCO AL NÚMERO 10 = DIAMANTE)

3.- Pruebas de dureza BRINELL.

Explicación: En este aparato de medición, se comprueba la dureza de un material metálico, haciendo presión de un penetrador semi esférico a una probeta, y dejando una huella, se procede a medir su diámetro.

A).- DESCRIBIR LA NOMENCLATURA DE DURÓMETRO PARA PRUEBAS DE ENSAYE DE LA DUREZA.

1º).- IDENTIFICAR EN EL DIBUJO PROPORCIONADO CON ANTERIORIDAD LAS PRINCIPALES ÁREAS QUE SE EXPLICARON:

B).- SELECCIONAR EL CONTRAPESO, PARA LA PRESIÓN (P) EN KG.

Seleccionar el rango según el material: de 1.953 a 125 KG.

C).- DESCRIBIR EL PROCEDIMIENTO SECUENCIAL DEL MANEJO DEL DURÓMETRO PARA VERIFICAR LOS DATOS DE LA HUELLA (d).

a)-----

b)-----

OBSERVACIONES ADICIONALES:

1º).- RESULTADO: $d =$ ----- mm

d= diámetro de la huella.

D= diámetro del penetrador.

D).- CÁLCULO DEL GRADO DE DUREZA BRINELL TENIENDO COMO DATO LA MAGNITUD DE LA HUELLA IMPRESA Y LOS PARÁMETROS APLICADOS EN LA PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA.

1º).- FÓRMULA DE CÁLCULO .

$$\text{BHN} = \frac{P}{\left(\frac{D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

2º).- DESCRIR EL RESULTADO CON LA SIMBOLOGÍA NORMALIZADA: -----

4.- Pruebas de dureza VICKER'S.

Explicación: En este aparato de medición, se comprueba la dureza de un material metálico, haciendo presión de un penetrador piramidal a una probeta procediéndose a medir la huella.

A).- DESCRIBIR LA NOMENCLATURA DE DURÓMETRO PARA PRUEBAS DE ENSAYE DE LA DUREZA, SEGÚN DIBUJO PROPORCIONADO:

1º).- IDENTIFICAR EN EL DIBUJO PROPORCIONADO CON ANTERIORIDAD LAS PRINCIPALES ÁREAS QUE SE EXPLICARON:

A).- CONTRAPESOS (ESCALAS): _____

Seleccionar según el ensayo del material (de 2 a 120 KG)

B).- DESCRIBIR EL PROCEDIMIENTO SECUENCIAL DEL MANEJO DEL DURÓMETRO PARA VERIFICAR LOS DATOS DE LA HUELLA (d).

a) -----

b) -----

OBSERVACIONESADICIONALES:

1º).- RESULTADO: d = ----- mm

d= diámetro de la huella (diagonal máxima de la pirámide)

CÁLCULO DEL GRADO DE DUREZA, TENIENDO COMO DATO LA MAGNITUD DE LA HUELLA IMPRESA Y LOS PARÁMETROS APLICADOS EN LA PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA.

1º).- FÓRMULA DE CÁLCULO : $VHN = P / 0.5393 (d^2)$

2º).- DESCRIBIR EL RESULTADO CON LA SIMBOLOGÍA NORMALIZADA: -----

5.- Pruebas de dureza ROCKWELL.

A).- ES UNO DE LOS DIVERSOS INSTRUMENTOS QUE PUEDEN UTILIZARSE PARA DETERMINAR LA DUREZA DE LOS ACEROS ALEADOS Y TEMPLADOS. LA ESCALA ROCKWELL ESTÁ RELACIONADA CON LA PROFUNDIDAD DELA HUELLA DEL PENETRADOR EN EL MATERIAL ENSAYADO (SIN EMBARGO, EN LA CARÁTULA DEL APARATO SE LEEN UNIDADES DE DUREZA EN LUGAR DE LA PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN) UNA PENETRACIÓN DE (0.000080 PULGADAS CORRESPONDE A UNA UNIDAD DE GRADO ROCKWELL.

A).- DESCRIBIR LA NOMENCLATURA DE DURÓMETRO PARA PRUEBAS DE ENSAYE DE LA DUREZA.

1º).- IDENTIFICAR EN EL DIBUJO PROPORCIONADO CON ANTERIORIDAD LAS PRINCIPALES ÁREAS QUE SE EXPLICARON:

A).- CONTRA PESOS:

PESO DE PRUEBA _____

PESO DE PRUEBA _____

PESO DE PRUEBA _____

PESO DE PRUEBA _____

Selección de los contrapesos: 62.5; 100; 150 y 187.5 KG.

B).- DESCRIBIR EL PROCEDIMIENTO SECUENCIAL DEL MANEJO DEL DURÓMETRO PARA VERIFICAR LOS DATOS

a)-----

b)-----

c) Consulta De Texto: “Metrología Dimensional” Del Autor Carlos González G. y Ramón Zeleny V. Editora Mc Graw Hill.

9.- CUESTIONARIO SOBRE EL TEMA:

a).- Formatos proporcionados después de clase teórica para resolver como investigación.

10.- GLOSARIO DE CONCEPTOS Y PRINCIPIOS CLAVES:

a).- Dureza Brinell.

b).- Dureza Rocwell.

c).- Dureza Vickers.

11.- PROBLEMAS DE APLICACIÓN Y SUGERENCIAS METODOLÓGICAS.

a).- Selección de los penetradores para verificar la dureza de los materiales, según el tratamiento térmico aplicado.

b).- Consulta de las normas del contenido químico de los metales para la selección de los metales según el uso final del material de diseño.

12.-PROBLEMAS PARA AUTOEVALUACION

a) Formatos proporcionados con los problemas de la competencia particular correspondiente.

DUREZA:

RESISTENCIA QUE OPONE UN MATERIAL A SER RAYADO, CORTADO O PENETRADO

TRATAMIENTO TERMICO:

CALENTAMIENTO DE LOS METALES CON EL FIN DE MEJORAR SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS COMO LA DUREZA

LAS NORMAS QUE RIGEN LOS PRUEBAS DE DUREZA SON:

DUREZA ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL: NMX-B-119-1983

DUREZA BRINELL: NMX-B-116-1996

DUREZA VICKERS: NMX-B-118-1974

TABLA COMPARATIVA DE LOS ENSAYOS DE DUREZA, EN FUNCION DEL TIPO DE MATERIAL:

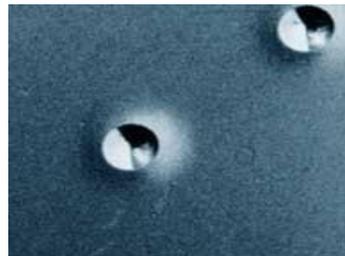
Material \ Norma medición	LEEB (HLD)	BRINELL (HB)	ROCKWELL B (HRB)	ROCKWELL C (HRC)	VICKERS (HV)	SHORE (HS)
Acero inoxidable	300 - 900	80 - 650	38,4 - 99,8	20 - 68	80 - 977	32 - 99,5
Acero herramientas	300 - 840	---	---	20,4 - 67	80 - 898	---
Acero de molde	300 - 800	80 - 650	46,5 - 101	19,6 - 62	85 - 802	---
Hierro de molde	360 - 660	93 - 345	---	---	---	---
Hierro de molde modular	400 - 660	131 - 387	---	---	---	---
Aleación aluminio	180 - 560	30 - 195	---	---	---	---
Latón	200 - 540	40 - 137	---	---	---	---
Bronce	300 - 700	60 - 290	---	---	---	---
Cobre	200 - 700	45 - 320	---	---	---	---

DURÒMETROS:

APARATO QUE MIDE LA DUREZA DE LOS MATERIALES.



PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA DUREZA POR EL MÉTODO ROCKWELL:
SE EFECTÚA APLICANDO DOS CARGAS A UNA PROBETA Y MIDiendo LA PROFUNDIDAD DE LA PENETRACIÓN LOGRADA, ENTRE LA PRIMERA Y LA SEGUNDA CARGA. LA PROFUNDIDAD DE LA PENETRACIÓN SE INDICA EN LA CARÁTULA DEL DURÓMETRO CUANDO SE SUPRIME LA CARGA MAYOR



PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA DUREZA POR EL MÉTODO BRINELL:

ES USADO PARA DETERMINAR LA DUREZA DEL ACERO MEDIO Y ALTO CARBONO, BRONCE, ALUMINIO, COBRE; Y CONSISTE EN APLICAR PROGRESIVAMENTE EL PENETRADOR DE 10, 5, 2.5, 1.5 Ó 0.625 MM DE DIÁMETRO, APLICANDO UNA CARGA DE 500 A 300 KG, DURANTE UN TIEMPO DE 10 A 15 SEG EN EL CASO DEL HIERRO Y EL ACERO, Y POR 30 SEG EN EL CASO DE OTROS MATERIALES.

ESTA DUREZA SE DETERMINA MEDIANTE LA RELACIÓN ENTRE LA CARGA APLICADA (P) Y LA SUPERFICIE DEL CASQUETE DE LA HUELLA (S).

$$DB = \frac{P}{S} = \frac{2P}{\pi D - \sqrt{D^2 - d^2}}$$

EJERCICIO :

CALCULE EL GRADO DE DUREZA BRINELL DEL PLOMO, SI SE TIENE UNA HUELLA DE 1.5 mm, SE EMPLEO UN PENETRADOR DE ESFERA DE 1/8" DE DIAMETRO, APLICANDOSE UNA CARGA DE 60 KGF, DURANTE UN TIEMPO DE 10 SEGUNDOS.....

PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA DUREZA POR EL MÉTODO VICKERS:

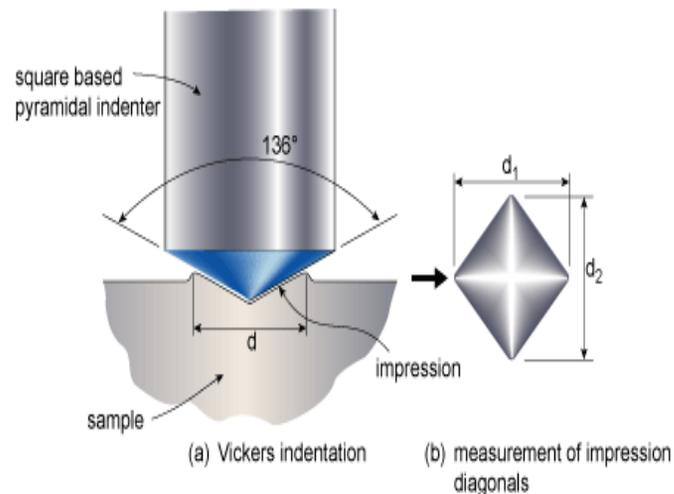
SIMILAR AL BRINELL, CON LA DIFERENCIA DE QUE EL PENETRADOR ES UNA PUNTA DE DIAMANTE DE FORMA PIRAMIDAL DE BASE CUADRADA, TENIENDO UN ÁNGULO ENTRE CARAS DE 136°. EMPLEADO EN MATERIALES QUE HAN SIDO SOMETIDOS A ALGÚN TRATAMIENTO TÉRMICO. POR EJEMPLO: ACERO PARA HERRAMIENTAS, ACEROS DE CONSTRUCCIÓN

LA DUREZA VICKERS SE DETERMINA MEDIANTE LA RELACIÓN ENTRE LA CARGA APLICADA (P) Y LA SUPERFICIE DE LA HUELLA (d).

$$H_v = 1.854 \frac{P}{d^2}$$

EJERCICIO :

CALCULE LA DUREZA VICKERS DEL ZINC, SI SE APLICA UNA CARGA DE 150KGF, Y SE OBTIENE UNA HUELLA DE 2.0 mm DE DIÁMETRO CON UN PENETRADOR DE PUNTA DE DIAMANTE, EL TIEMPO DEL ENSAYO FUE DE 15 SEGUNDOS. ANOTAR EL RESULTADO DE ACUERDO A LA NOMENCLATURA NORMALIZADA.



No
.
1
2
4

REFERENCIAS DOCUMENTALES				
TÍTULO DEL DOCUMENTO	TIPO		DATOS DEL DOCUMENTO	
	Libro	Otro (especifique)	AUTOR (ES)	EDITORIAL Y AÑO
Metrología dimensional y sus aplicaciones prácticas	x		Chávez/Mejía/Pacheco	Éxodo
Metrología	x		González y Zeleny	McGraw-Hill
Metrología dimensional	x		Chevalier A.	Tea

B	CONSULTA
Á	
S	
I	
C	X
O	x
	x

5	Metrología industrial	x		Hume K. S.	River		X
6	La medición en el taller mecánico	x		Estevez Segundo	Ceac		X
7	Metrología dimensional	X		Galicia Sánchez, Roberto H.	Editorial: AGT EDR		X
8	Metrología de taller			Compain, l	Urmodedc		X
9	Metrología dimensional	x		González y Zeleny	McGraw-Hill		X
10	NOM - B-118 VIGENTE.		Normas	SECRETARIA DE ECONOMÍA.	DGN		X
11	NOM -B -119 VIGENTE.		Normas	SECRETARIA DE ECONOMÍA.	DGN		X
12	NOM-B-116 VIGENTE		Normas	SECRETARIA DE ECONOMÍA.	DGN		X

PÁGINAS ELECTRÓNICAS				
DIRECCIÓN ELECTRÓNICA	DATOS DE LA PÁGINA			
	CONTENIDO PRINCIPAL			
	Text o	Simulado res	Imágen es	Otro
http://es.wikipedia.org/wiki/Normaliza ci%C3%B3n	x		x	x
http://www.economia.gob.mx/?P=205	x		x	x
http://www.mitecnologico.com/Main/N ormasSobreMetrologia	x		x	x



http://www.mitecnologico.com/Main/NormasOficialesMexicanasNom	X		X	X
http://www.mitecnologico.com/Main/NormasMexicanasNmx	X		X	X
http://es.wikipedia.org/wiki/Rugos%C3%ADmetro				
http://metalworking.majosoft.com/html/es-bloques-calibrados.html	X		X	X
http://www.monografias.com/trabajos64/metrologia-medidores-calibradores/metrologia-medidores-calibradores2.shtml	X		X	X
http://html.rincondelvago.com/proyector-de-perfiles.html	X		X	X
http://html.rincondelvago.com/dureza-de-materiales.html	X		X	X