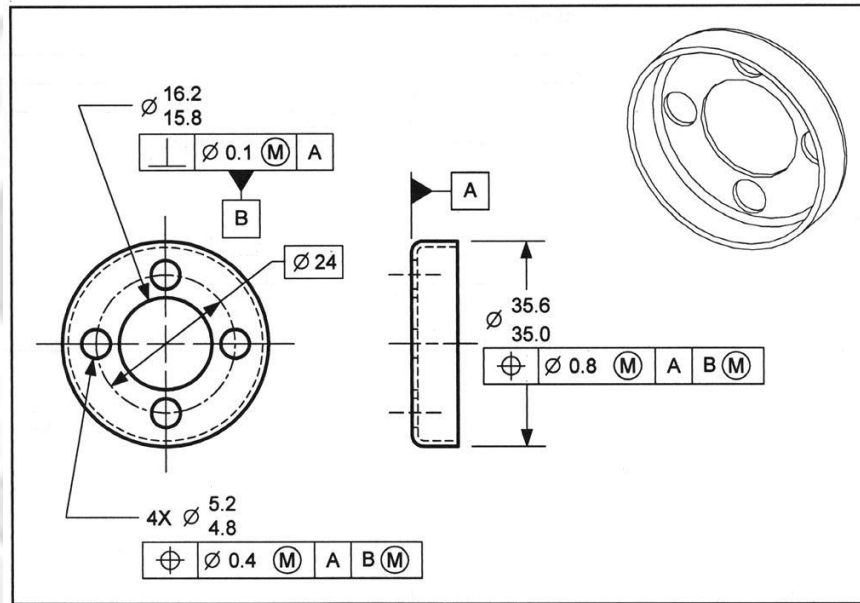


DEFINICIÓN, INTERPRETACIÓN Y MEDICIÓN DE TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS (GD&T-I segunda parte)



Actualizado conforme a ASME Y14.5 - 2018

Este material ha sido desarrollado por el MC David Ricardo Martínez Berber
Prohibida la reproducción parcial o total de este material sin el consentimiento por escrito del autor.

Derechos Reservados 2018



Mezquites 60-38 Fraccionamiento Mezquites, Querétaro, Qro. CP 76180; tel (442)270 1705

INTRODUCCION

OBJETIVOS DEL CURSO

- Definir los catorce controles geométricos que aplican a cualquier característica.
- Interpretar los catorce controles geométricos que aplican a cualquier característica.
- Conocer los principios de evaluación de los catorce controles geométricos.
- Conocer e interpretar los nuevos conceptos que aplican en la versión 2018 de la norma que se mencionan en el apartado siguiente.

PRINCIPALES CAMBIOS RESPECTO A ASMEY14.5-2009

- Se eliminan los símbolos para concetricidad y simetría. Dichos controles se obtienen con tolerancia de posición.
- Se adiciona el símbolo de tolerancia geométrica dinámica para tolerancias de perfil.
- El término “datum común” reemplaza al concepto “datum compuesto” o “datum múltiple”.
- Los conceptos “método de superficie” y “método del eje” se emplean para explicar la tolerancia de posición cuando ésta aplica a MMC, dando prevalencia al método de superficie en la evaluación de dicha tolerancia.
- Se revisan y editan varias definiciones para dar más claridad.

INTRODUCCIÓN**• INFORMACION GENERAL**

Figuras:	Las figuras en este manual son únicamente con propósito ilustrativo
Anotaciones:	Las anotaciones escritas con mayúsculas se usan para simular letreros, tal como aparecen en los dibujos terminados de ingeniería. Las anotaciones en minúsculas, se usan únicamente con propósitos ilustrativos.
Calibración:	Las referencias para calibración, son únicamente con propósitos ilustrativos.
Gráficos/dibujos:	Los gráficos y dibujos pueden estar o no a escala, esto dependiendo de los requerimientos didácticos.
Actividad de aprendizaje	Cada sección tiene una <i>actividad de aprendizaje</i> , que le permitirá al participante reforzar los conceptos aprendidos.

PÁGINA INTENCIONALMENTE EN BLANCO

TOLERANCIA DE FORMA

INTRODUCCIÓN

PROPOSITO

El propósito de ésta sección es definir los principios y métodos de dimensionamiento y tolerancias para control de forma.

APLICACIÓN

Las tolerancias de forma se aplican a características o elementos simples (individuales) de una característica, en especial para controlar:





- Rectitud
- Planitud
- Circularidad
- Cilindricidad

NOTA: Las tolerancias de forma no están relacionadas a datums. Ellas se miden respecto a sí mismas.

OBJETIVOS

Una vez terminada ésta sección, usted deberá:

1.- Interpretar y aplicar las tolerancias específicas para:

	Rectitud
	Planitud
	Circularidad
	Cilindricidad

2.- Interpretar la aplicación de control unitario de rectitud y planitud.

3.- Interpretar la aplicación de circularidad para partes sujetas a variación de forma en estado libre.

A. RECTITUD

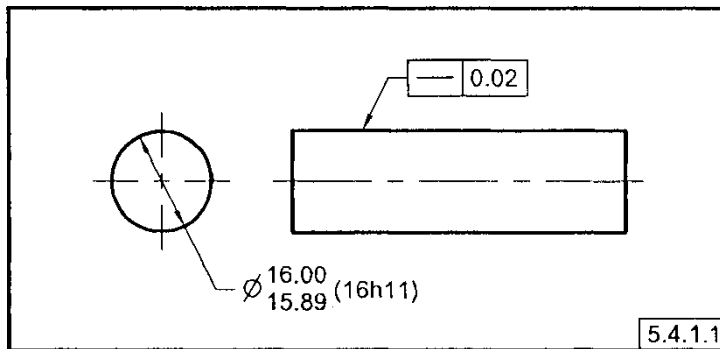
DEFINICIÓN

La rectitud en una condición donde:

1. Un elemento de una superficie plana o circular es una línea recta.
 - Cada elemento longitudinal de la superficie debe estar comprendido entre dos líneas paralelas, separadas por la cantidad especificada en la tolerancia.
 - RFS está implícito.
 - No debe violarse la forma perfecta de la frontera a menos que se utilice el modificador de independencia (I) para la característica relacionada con el elemento de superficie.
 - No se permite el uso de datum de referencia.
2. Un eje, para una característica de tamaño cilíndrica, es una línea recta.
 - La línea media derivada de una característica de tamaño cilíndrica debe estar comprendida dentro de la zona de tolerancia cilíndrica especificada.
 - Se aplica RFS o MMC.
 - Se puede sobrepasar la frontera de forma perfecta a MMC
 - No se permite el uso de datum de referencia

ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN ELEMENTO DE SUPERFICIE CIRCULAR - RFS

ESTO EN EL DIBUJO

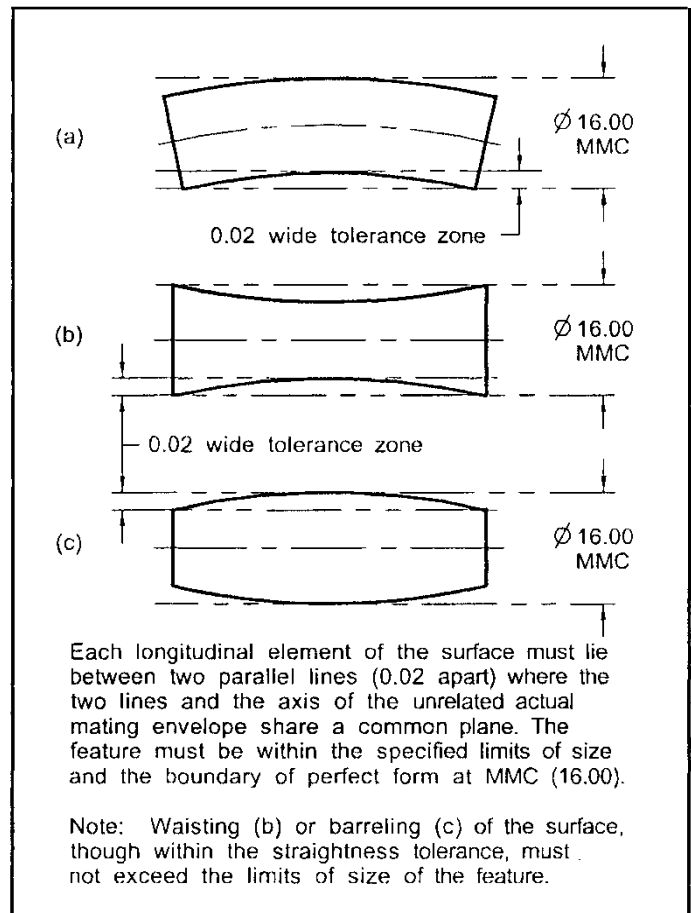


La tolerancia de rectitud debe ser menor que la tolerancia de tamaño

SIGNIFICA ESTO

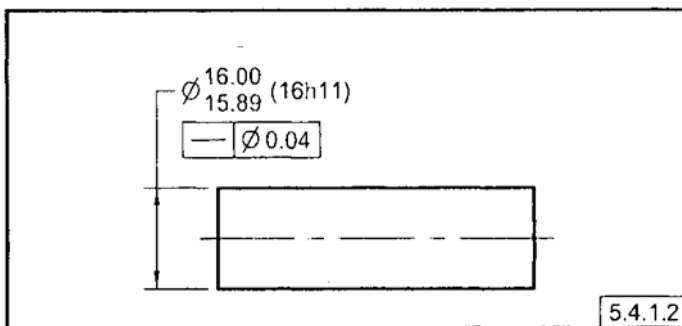
Debido a que la tolerancia de tamaño debe ser verificada primero, puede suceder que no se disponga de toda la tolerancia de rectitud en el caso de elementos opuestos en piezas que han sufrido deformaciones cóncavas (b) o convexas (c) en su superficie.

Se debe tener una forma perfecta en la frontera circular cuando está a MMC.



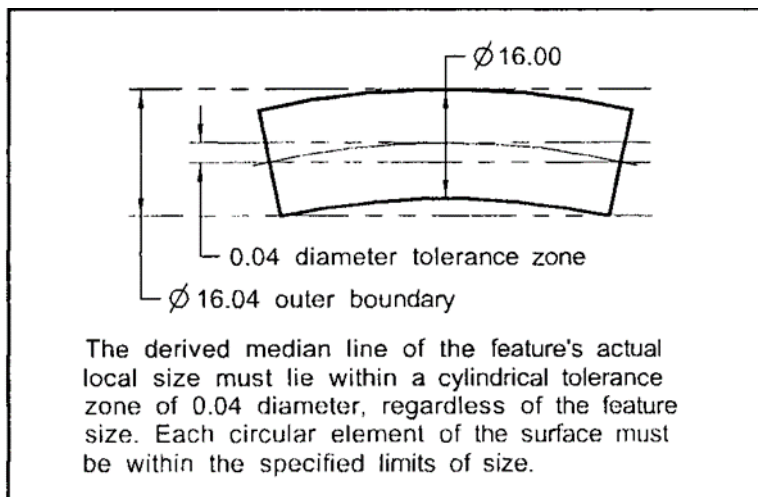
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN EJE - RFS

ESTO EN EL DIBUJO



Cuando se requiera, la tolerancia de rectitud puede ser mayor que la tolerancia de tamaño.

SIGNIFICA ESTO

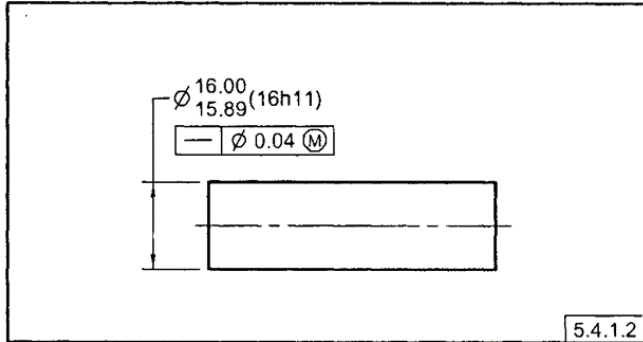


La tolerancia de tamaño se debe verificar primero.

El efecto conjunto de la variación de tamaño y forma produce una frontera externa máxima igual al tamaño en la condición MMC más la tolerancia de rectitud. Esta frontera excede el tamaño MMC y por ello no aplica la regla # 1

ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN EJE – MMC

ESTO EN EL DIBUJO



Cuando se requiera, la tolerancia de rectitud puede ser mayor que la tolerancia de tamaño.

Al especificar MMC como un modificador, se permite una tolerancia de rectitud adicional (bonus)

SIGNIFICA ESTO

The diagram shows a shaft with a diameter of $\varnothing 16.04$ labeled as "virtual condition". Below it is a table:

Feature size	Diameter tolerance zone allowed
16.00	0.04
15.99	0.05
15.98	0.06
↓	↓
15.90	0.14
15.89	0.15

The derived median line of the feature actual local sizes must lie within a cylindrical tolerance zone of 0.04 diameter at MMC. As each actual local size departs from MMC, an increase in the local diameter of the tolerance cylinder is allowed which is equal to the amount of such departure. Each circular element of the surface must be within the specified limits of size.

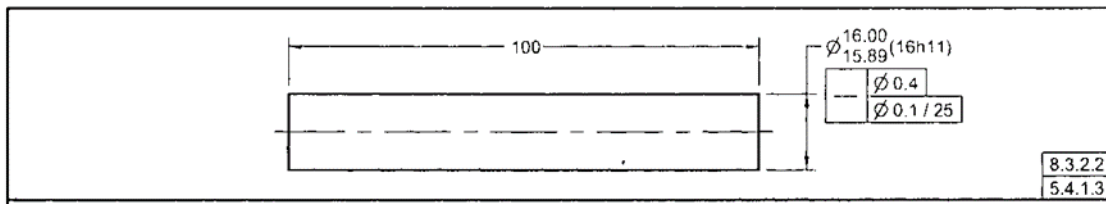
La tolerancia de tamaño debe verificarse primero.

El efecto colectivo del tamaño y la variación de forma produce una condición virtual igual al tamaño MMC más la tolerancia de rectitud.

Esta frontera excede el límite de tamaño MMC, por lo que la regla # 1 no aplica

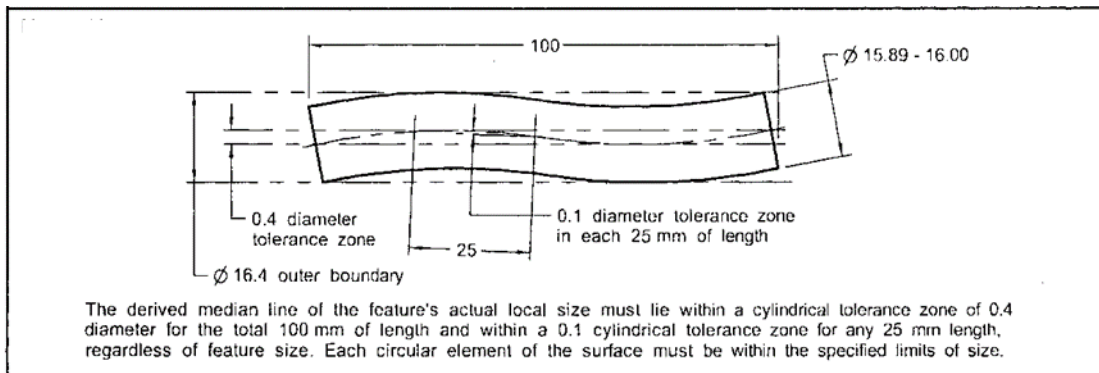
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN EJE – POR UNIDAD DE LONGITUD CON UNA ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD TOTAL

ESTO EN EL DIBUJO



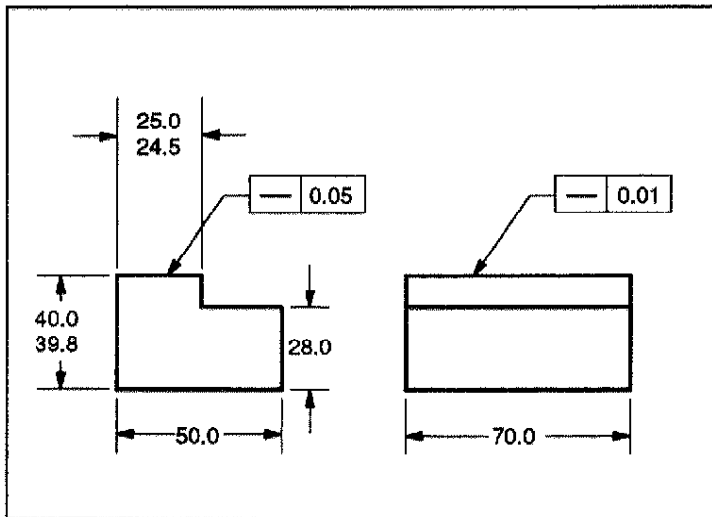
Cuando sea requerida la tolerancia de rectitud puede ser más grande que la tolerancia de tamaño.

SIGNIFICA ESTO



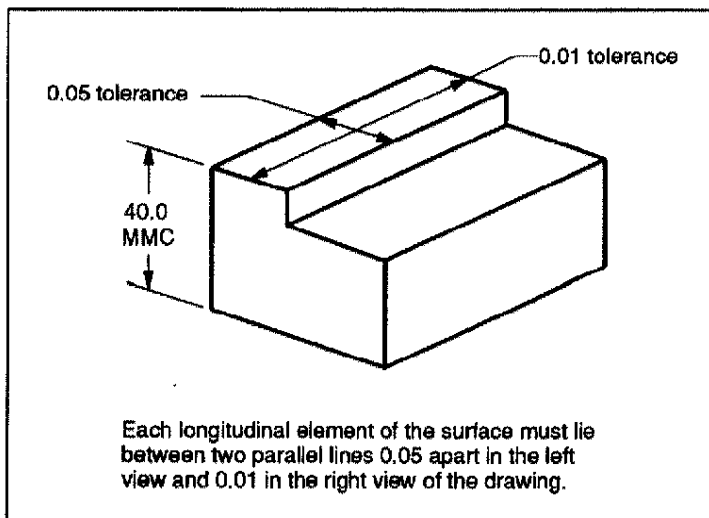
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UNA SUPERFICIE NO CIRCULAR

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de rectitud debe ser menor que la tolerancia de tamaño y aplicarla únicamente en la vista donde aparece la superficie como una línea. Sin embargo una tolerancia puede ser aplicada por cada vista si es requerido.

SIGNIFICA ESTO

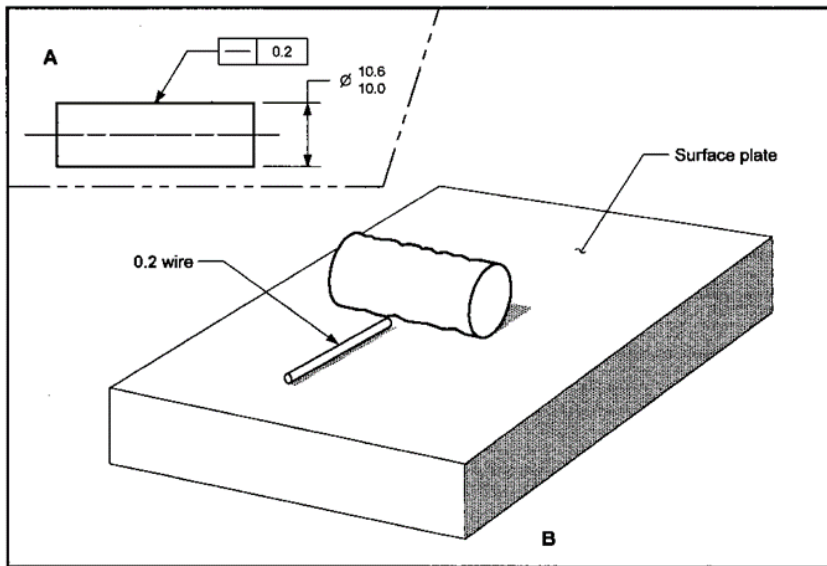


Cuando una tolerancia de rectitud es especificada en cada vista, cada una de ellas debe ser verificada en forma separada.

La característica de tamaño debe de estar dentro de una frontera de forma perfecta a MMC, a menos que se utilice el modificador de "independencia" en la dimensión de la característica de tamaño.

PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE RECTITUD

Midiendo rectitud de la superficie o rectitud del eje RFS.



Midiendo rectitud del eje MMC.

Drawing

Meaning

Virtual condition = $\varnothing 16.8$

Pin Diameter	Straightness tolerance	Bonus tolerance	Total straightness tolerance zone diameter
16.6 MMC	0.2	0.0	0.2
16.4	0.2	0.2	0.4
16.2	0.2	0.4	0.6
16.0 LMC	0.2	0.6	0.8

B. PLANITUD

DEFINICIÓN

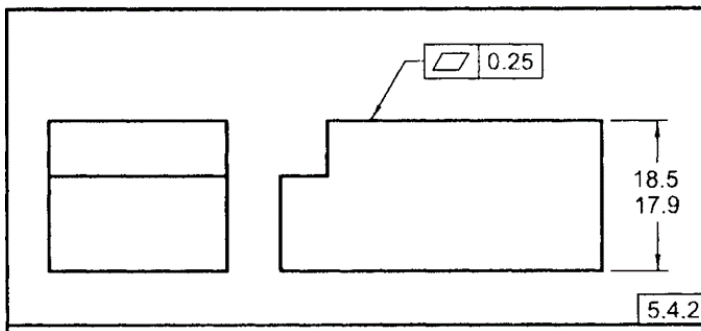
Es una condición donde:

1. Todos los puntos de una superficie están en un plano.
 - Cada punto de la superficie debe estar entre dos planos paralelos separados por la cantidad de tolerancia especificada para Planitud.
 - RFS está implícito.
 - No debe violarse la forma perfecta de la frontera a menos que se utilice el modificador de independencia (I), para la característica relacionada con la superficie a controlar.
 - No se permite el uso de datums de referencia.

2. Todos los puntos del plano medio derivado están el mismo plano.
 - Cada punto del plano medio derivado debe estar dentro de la zona de tolerancia definida por dos planos paralelos separados por la cantidad de tolerancia especificada para Planitud.
 - Se aplica RFS o MMC.
 - Se puede sobrepasar la frontera de forma perfecta a MMC.
 - No se permite el uso de datums de referencia.

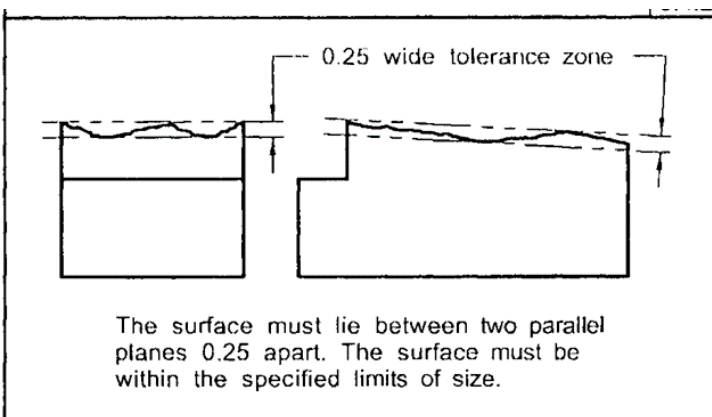
ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD DE UNA SUPERFICIE

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de Planitud debe ser menor que la tolerancia de tamaño

SIGNIFICA ESTO

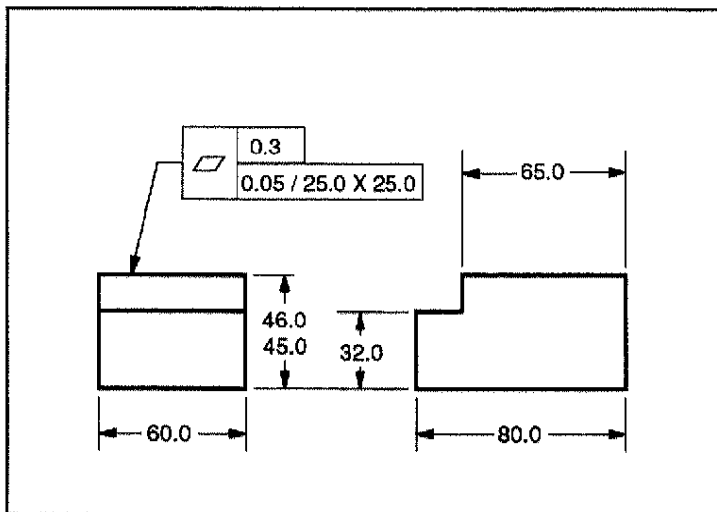


La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

La característica de tamaño debe estar dentro de la frontera de forma perfecta MMC.

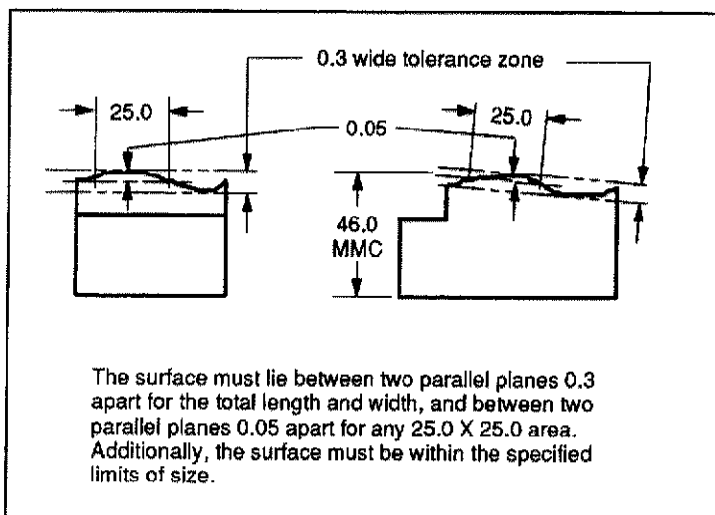
**ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD UNITARIA DE UNA SUPERFICIE
CON ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD TOTAL**

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de Planitud debe ser menor que la tolerancia de tamaño

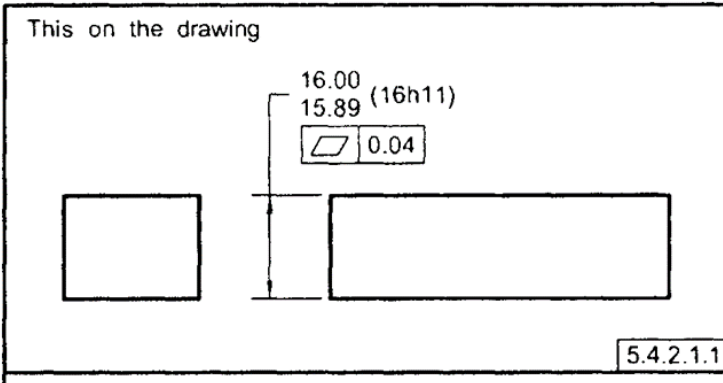
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero. La característica de tamaño debe estar dentro de la frontera de forma perfecta MMC.

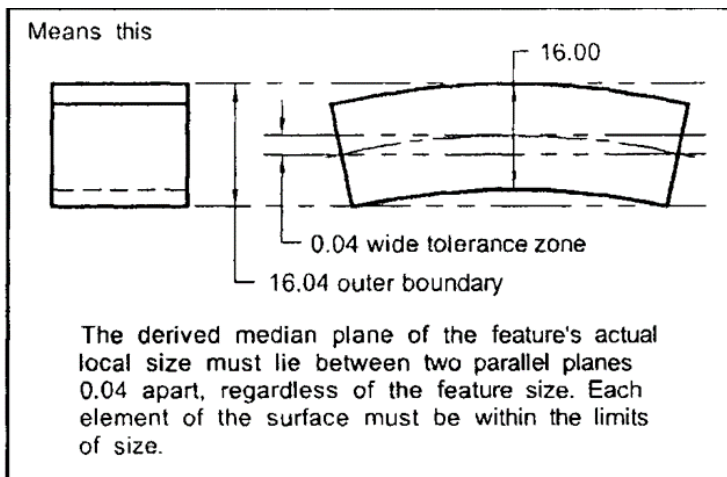
ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD DEL PLANO MEDIO DERIVADO - RFS

ESTO EN EL DIBUJO



Cuando se requiera, la tolerancia de Planitud puede ser mayor que la tolerancia de tamaño.

SIGNIFICA ESTO

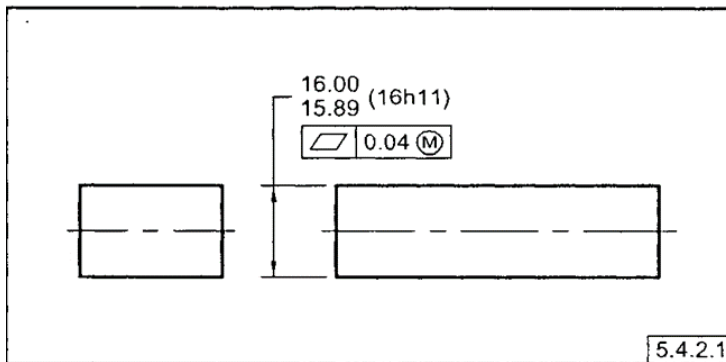


La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

El efecto conjunto de la variación de tamaño y forma produce una frontera externa máxima igual al tamaño en la condición MMC más la tolerancia de Planitud. Esta frontera excede el tamaño MMC y por ello no aplica la regla # 1

ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD DEL PLANO MEDIO DERIVADO - MMC

ESTO EN EL DIBUJO



Cuando se requiera, la tolerancia de Planitud puede ser mayor que la tolerancia de tamaño.

SIGNIFICA ESTO

Means this

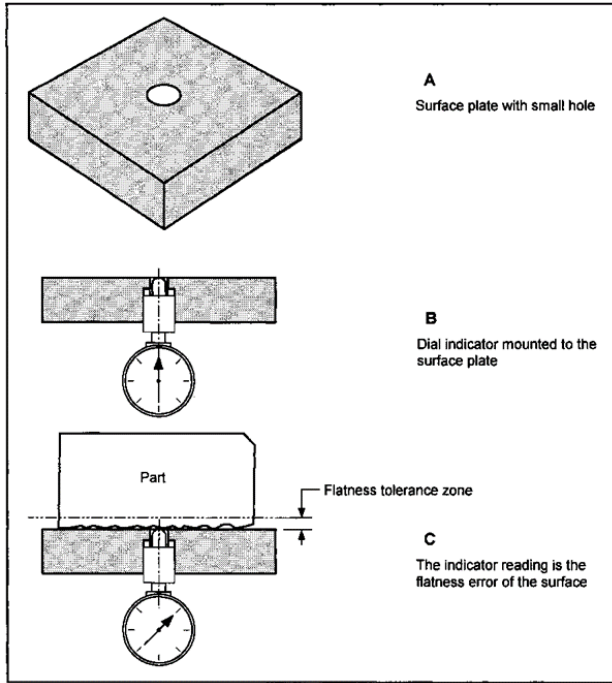
Feature size	Parallel planes tolerance allowed
16.00	0.04
15.99	0.05
15.98	0.06
↓	↓
15.90	0.14
15.89	0.15

The derived median plane of the feature actual local sizes must lie between two parallel planes 0.04 apart at MMC. As each actual local size departs from MMC, an increase in the local width of the tolerance zone is allowed which is equal to the amount of such departure. Each element of the surface must be within the specified limit of size.

La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

El efecto conjunto de la variación de tamaño y forma produce una condición virtual igual al tamaño en la condición MMC más la tolerancia de Planitud. Esta frontera excede el tamaño MMC y por ello no aplica la regla # 1

PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE PLANITUD



Midiendo Planitud de la superficie

Midiendo Planitud del plano medio MMC.

This on the drawing

5.4.2.1

Means this

Feature size	Parallel planes tolerance allowed
16.00	0.04
15.99	0.05
15.98	0.06
15.90	0.14
15.89	0.15

The derived median plane of the feature actual local sizes must lie between two parallel planes 0.04 apart at MMC. As each actual local size departs from MMC, an increase in the local width of the tolerance zone is allowed which is equal to the amount of such departure. Each element of the surface must be within the specified limit of size.

Acceptance boundary

Meanings:

(a) The maximum thickness of the part with perfect form is shown in a simulated boundary with a 16.04 wide slot;

(b) with the part at maximum thickness (16.00), the simulated boundary will accept the part with up to 0.04 variation in flatness;

(c) with the part at minimum thickness (15.89), the simulated boundary will accept the part with up to 0.15 variation in flatness.

C. CIRCULARIDAD

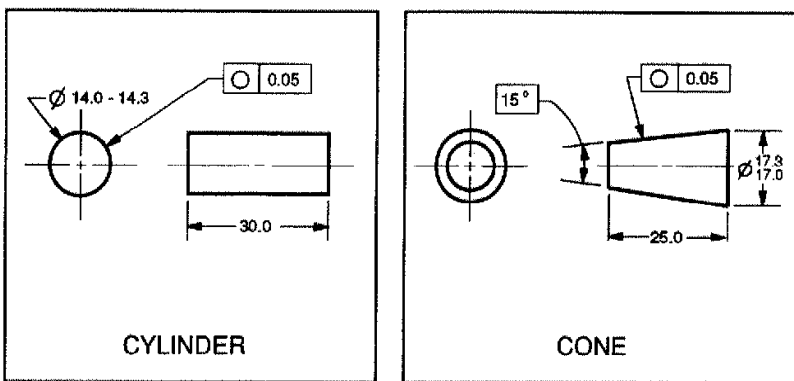
DEFINICIÓN

Es una condición de una superficie de revolución donde:

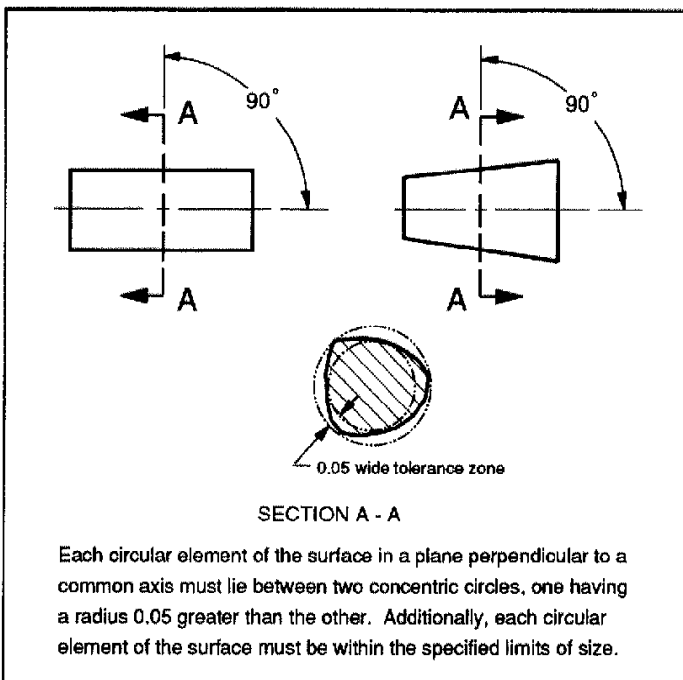
1. Todos los puntos de la superficie de un cilindro o cono, que se intersectan por cualquier plano perpendicular al eje común, son equidistantes a dicho eje.
2. Todos los puntos en la superficie de una esfera, que se intersectan por cualquier plano que pasa a través de un centro común son equidistantes de dicho centro.
 - Cada elemento circular de la superficie debe estar entre dos círculos concéntricos, uno tendrá un radio más grande que el otro por una cantidad igual a la tolerancia especificada.
 - RFS está implícito.
 - No se permite el uso de datum de referencia.
 - No debe de ser violada la frontera de forma perfecta a MMC.

ESPECIFICACIÓN DE CIRCULARIDAD PARA UN CILINDRO O UN CONO

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de circularidad debe ser menor que la tolerancia de tamaño

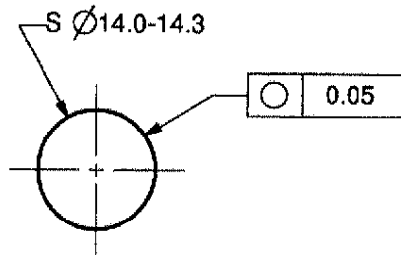


La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

La característica de tamaño debe estar dentro de la frontera de forma perfecta MMC.

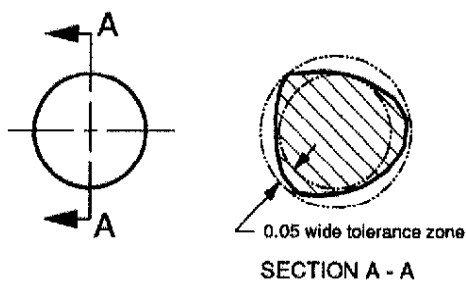
ESPECIFICACIÓN DE CIRCULARIDAD PARA UNA ESFERA

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de circularidad debe ser menor que la tolerancia de tamaño

SIGNIFICA ESTO



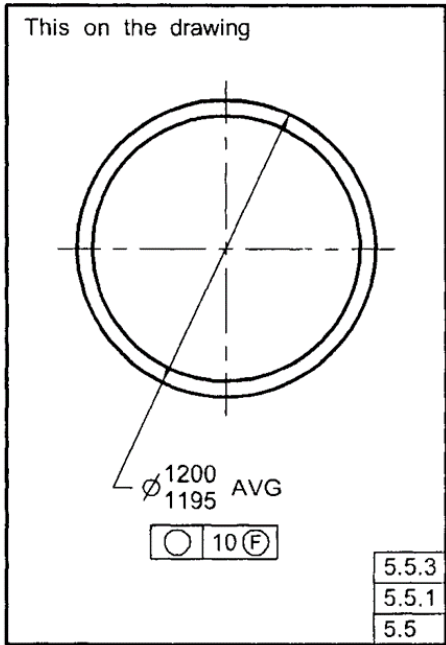
La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

La característica de tamaño debe estar dentro de la frontera de forma perfecta MMC.

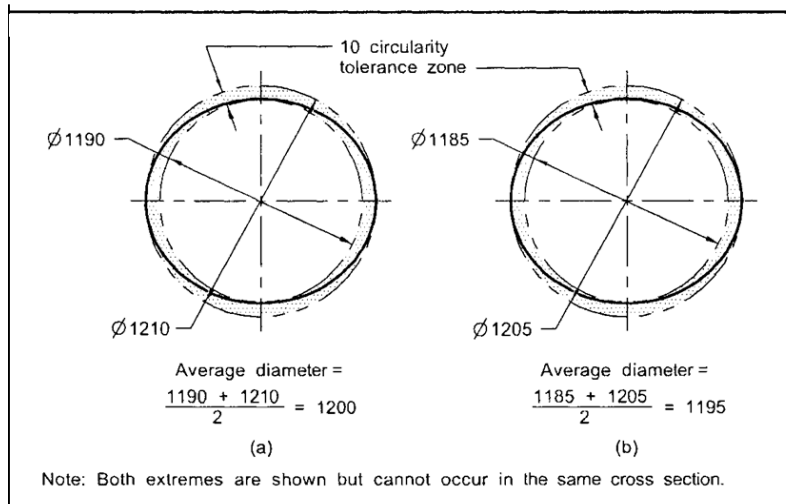
Each circular element of the surface in a plane passing through a common center must lie between two concentric circles, one having a radius 0.05 greater than the other. Additionally, each circular element of the surface must be within the specified limits of size.

ESPECIFICACIÓN DE CIRCULARIDAD PARA PARTES NO RIGIDAS

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de circularidad puede ser mayor que la tolerancia de tamaño

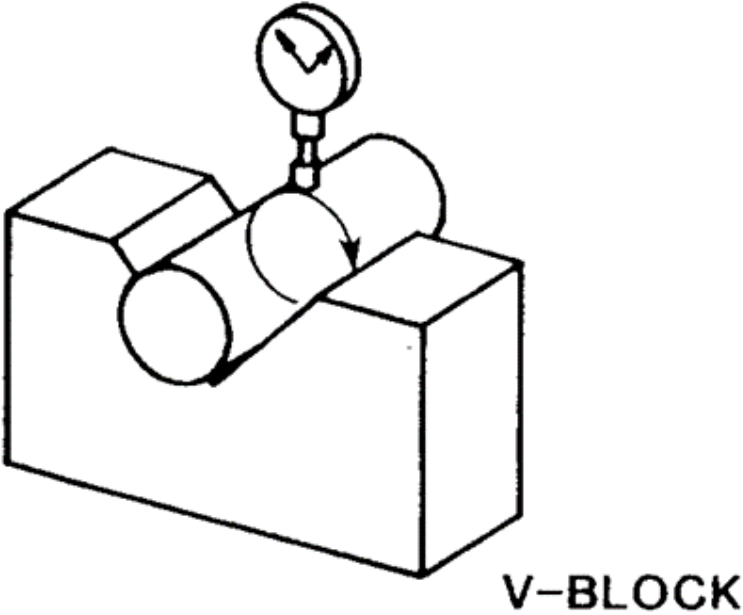
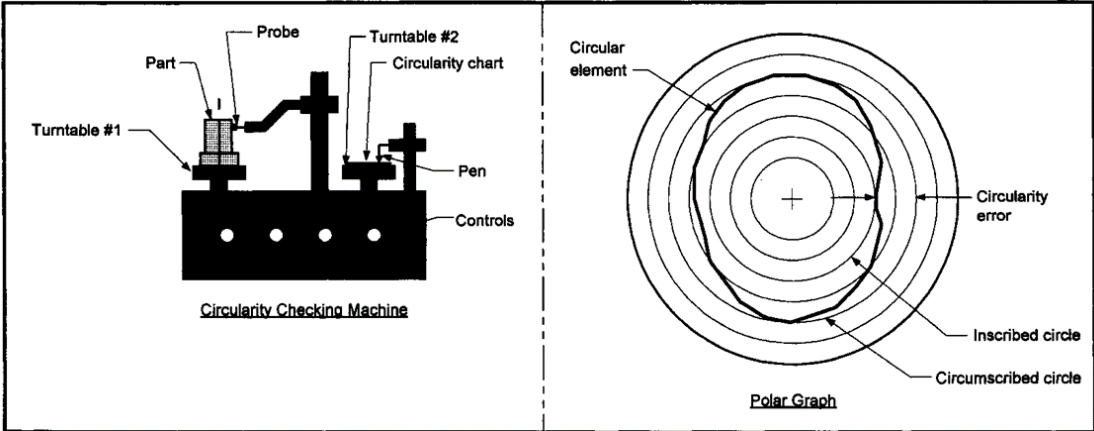


La sección transversal debe primeramente ser verificada.

Un mínimo de 2 mediciones a 90° deben tomarse para obtener un promedio, en cada sección.

La diferencia entre la medida mayor y menor, para una misma sección, no debe ser más de dos veces la tolerancia de circularidad

PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE CIRCULARIDAD



D. CILINDRICIDAD

DEFINICIÓN

Es una condición de una superficie de revolución donde:

Todos los puntos de la superficie son equidistantes de un eje común.

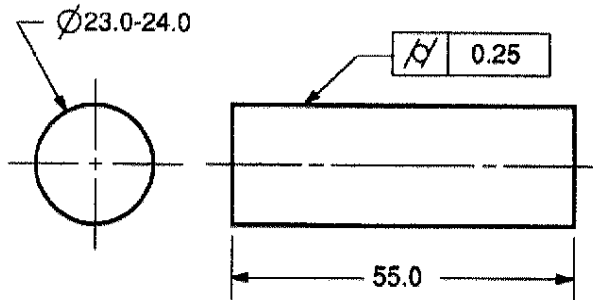
- La superficie debe estar entre dos cilindros concéntricos, uno tendrá un radio más grande que el otro por una cantidad igual a la tolerancia especificada.
- RFS está implícito
- No se permite el uso de datums de referencia
- No debe de ser violada la frontera de forma perfecta a MMC.

Nota:

La tolerancia de cilindridad es un control compuesto de forma, la cual incluye rectitud, conicidad y circularidad.

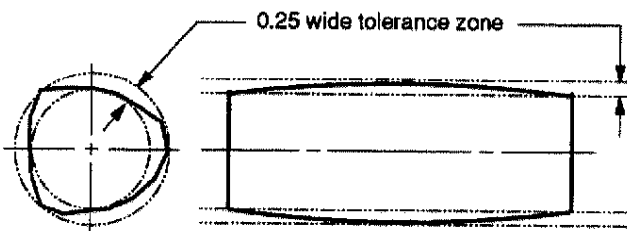
ESPECIFICACIÓN DE CILINDRICIDAD PARA UN CILINDRO

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de cilindridad debe ser menor que la tolerancia de tamaño

SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser primeramente verificada.
La característica de tamaño debe estar dentro de la frontera circular de forma perfecta MMC.

The cylindrical surface must lie between two concentric cylinders, one having a radius 0.25 larger than the other. Additionally, the surface must be within the specified limits of size.

Actividad de Aprendizaje – Tolerancias de Forma

1. Mencione y dibuje los cuatro símbolos de características geométricas que nunca se relacionan a un datum.

_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>

2. ¿Hasta dónde se extiende, en cada una de ellas, el control de forma para la dimensión de tamaño?

3. ¿Lo siguiente es una definición de límite de frontera de forma perfecta?

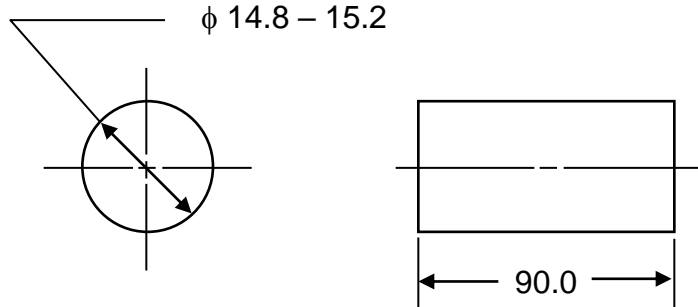
Si o No

La superficie o superficies no deberán de extenderse más allá de un límite de forma perfecta a MMC. Este límite es la forma geométrica real representada por el dibujo. Ninguna variación en forma es permitida si la característica se produce a su límite de tamaño MMC.

4. La tolerancia _____ especifica una zona dentro de la cual debe estar el eje o un elemento de línea de la superficie referida.

MODULO IV

5. En el siguiente dibujo, agregue un marco de control de característica para especificar una rectitud de superficie de 0.1



6. Para el dibujo anterior, se agregará una nota que dirá, "PERFECT FORM REQUIRED FOR FEATURES OF SIZE AT MMC". Determine la tolerancia geométrica permitida para cada tamaño posible producido.

Tamaño posible producido	Tolerancia geométrica permitida
φ15.2 MMC	_____
15.1	_____
15.0	_____
14.9	_____
14.8	_____

7. Dado el dibujo siguiente, dibuje y agregue un marco de control de característica para especificar una tolerancia de rectitud de 0.1 en la superficie superior. La tolerancia aplica a la longitud de la pieza.



8. Para el dibujo anterior, ¿la tolerancia controla sólo elementos de línea individuales?

_____ SI _____ NO

MODULO IV

9. Cuando se especifica rectitud en el eje, ¿se puede exceder el límite de forma perfecta a MMC?

_____ SI _____ NO

10. ¿Esto provocará una condición virtual? _____ SI _____ NO

11. Para controlar el plano central o eje de la pieza, el cuadro de control de la característica es agregado a la _____ de _____

12. ¿Puede la rectitud en el eje ser especificada en base RFS o MMC?

_____ SI _____ NO

13. ¿Puede la rectitud por unidad de medición ser especificada para evitar una variación abrupta dentro de una longitud relativamente corta de la pieza?

_____ SI _____ NO

Si la respuesta es SI, ¿que tipo de marco de control de característica deberá usar? Dibuje el marco de control de característica y explíquelo.

14. Una zona de tolerancia _____ establece la distancia entre dos planos paralelos dentro del cual debe de estar la superficie.

15. Dado el siguiente dibujo; especifique un requerimiento de Planitud de 0.08 en la superficie de la base.



MODULO IV

16. ¿La rectitud también es controlada por Planitud? _____ SI _____ NO
Si la respuesta es SI, ¿a que se extiende?

17. La tolerancia de _____ es caracterizada por cualquier sección transversal tomando la perpendicular al eje de un cilindro, cono o a través de una esfera.

18. ¿En que dirección se mide la circularidad o redondez?

19. Defina la zona de tolerancia de la circularidad o redondez.

20. Dibuje unas vistas apropiadas y muestre el método de conectar una especificación de marco de control a una tolerancia de circularidad de 0.01 para un perno.

21. ¿Cual es la diferencia entre la tolerancia de circularidad o redondez y la tolerancia de cilindridad?

22. ¿La conicidad es controlada por cilindridad? _____ SI _____ NO

23. ¿Que tolerancia geométrica requiere un control de más precisión: cilindridad o circularidad?

Intencionalmente dejada en blanco

TOLERANCIAS DE PERFIL

INTRODUCCIÓN

PROPOSITO

El propósito de esta sección es definir los principios y métodos de dimensionamiento y tolerancias para controlar el perfil.

APLICACIÓN



La tolerancia de perfil se aplica a elementos lineales de una característica sencilla (similar a rectitud) o a todos los puntos de una característica sencilla (similar a Planitud).

El perfil puede ser usado para controlar forma o combinaciones de tamaño, forma y orientación. Cuando es usado como refinamiento de tamaño, la tolerancia de perfil debe estar contenida dentro de la tolerancia de tamaño.

OBJETIVOS

Esta sección fue diseñada para que usted pueda:

Interpretar y aplicar la tolerancia especificada para:

-  Perfil de una línea
-  Perfil de una superficie

A. PERFIL DE UNA LÍNEA

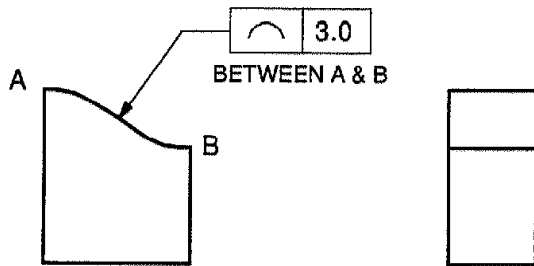
DEFINICIÓN

El perfil de una línea es una condición en donde:

Un elemento de una superficie de forma arbitraria es una línea de contorno que consiste en arcos, curvas, líneas rectas o segmentos irregulares de línea, o cualquier combinación de éstos.

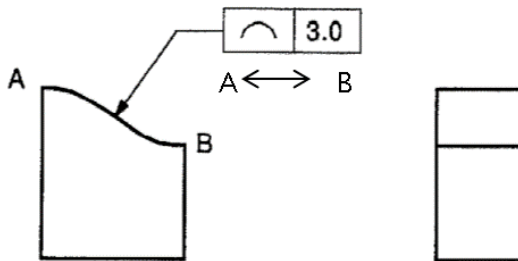
- Se usan dimensiones básicas para definir el perfil verdadero.
- La zona de tolerancia es bidimensional, se extiende a través de la longitud diseñada de la característica considerada.
- Cada elemento lineal de la superficie debe estar dentro de una zona de tolerancia uniforme a través del perfil verdadero
- RFS está implícito.

ESPECIFICANDO EL PERFIL DE UNA LÍNEA – ZONA DE TOLERANCIA BILATERAL

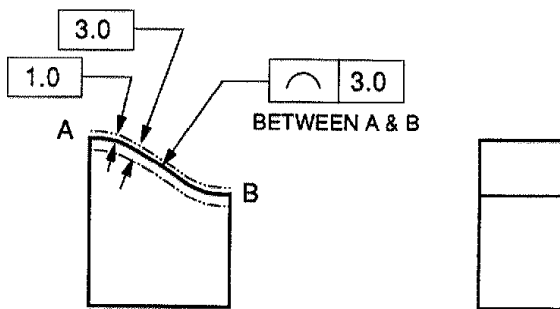


SIGNIFICA:

La zona de tolerancia total es 3.0 de ancho e igualmente dividida

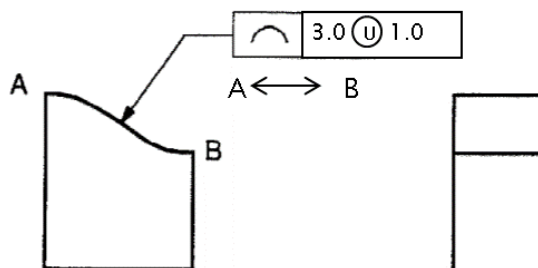


Puede mostrarse también de la forma indicada a la izquierda



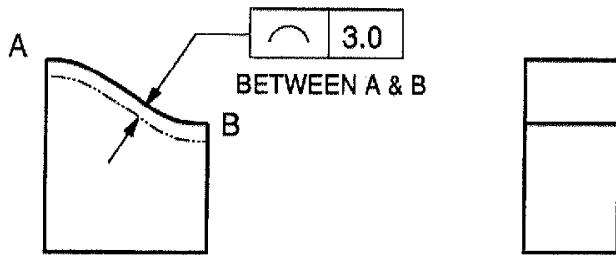
SIGNIFICA:

La zona de tolerancia es 3.0 de ancho y no está igualmente dividida.



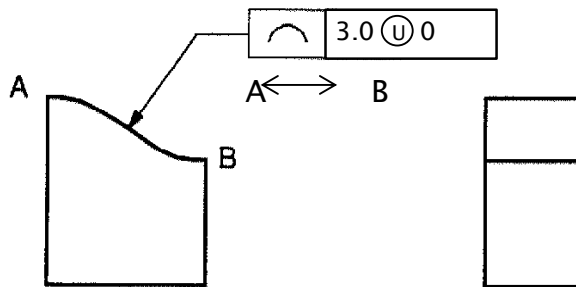
Puede mostrarse también de la forma indicada a la izquierda. La cantidad después de la U indica la cantidad de material fuera de la pieza.

ESPECIFICANDO PERFIL DE LÍNEA - ZONA DE TOLERANCIA UNILATERAL

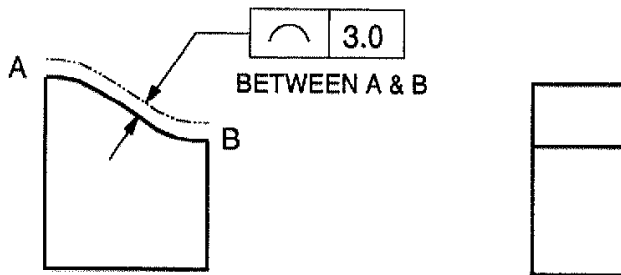


SIGNIFICA:

La zona de tolerancia total es 3.0 de ancho y está por completo dentro del material.

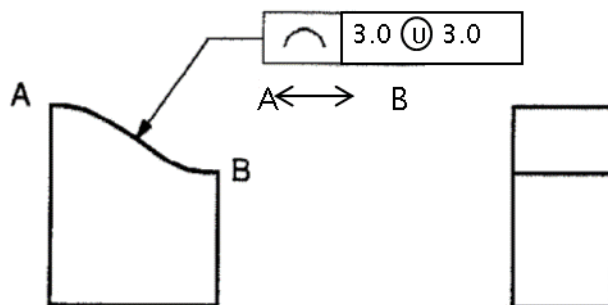


Puede mostrarse también de la forma indicada a la izquierda. La cantidad después de la U indica la cantidad de material fuera de la pieza.



SIGNIFICA:

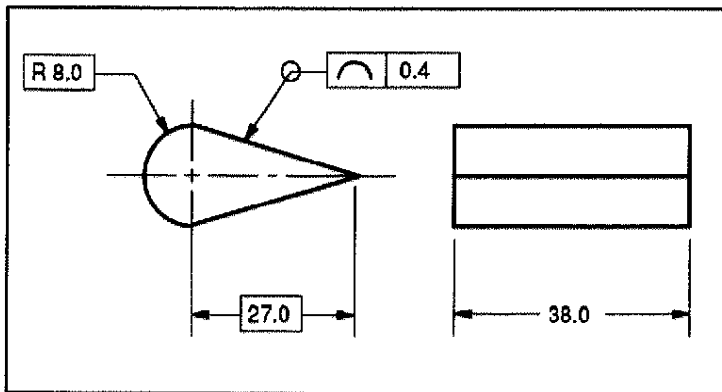
La zona de tolerancia es 3.0 de ancho y está completamente fuera de la zona de material.



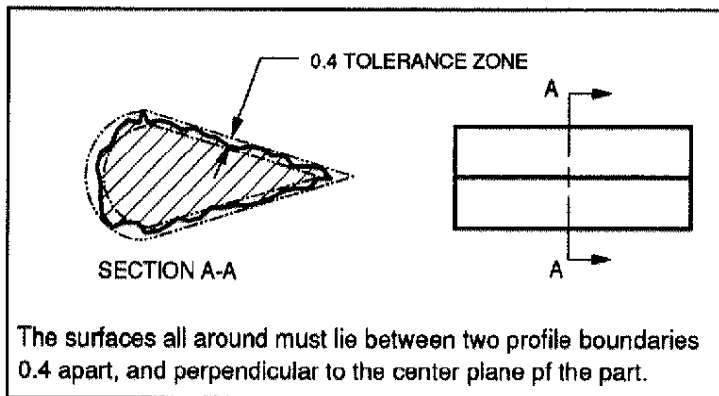
Puede mostrarse también de la forma indicada a la izquierda. La cantidad después de la U indica la cantidad de material fuera de la pieza.

ESPECIFICANDO PERFIL DE LÍNEA – TODO EL CONTORNO

ESTO EN EL DIBUJO



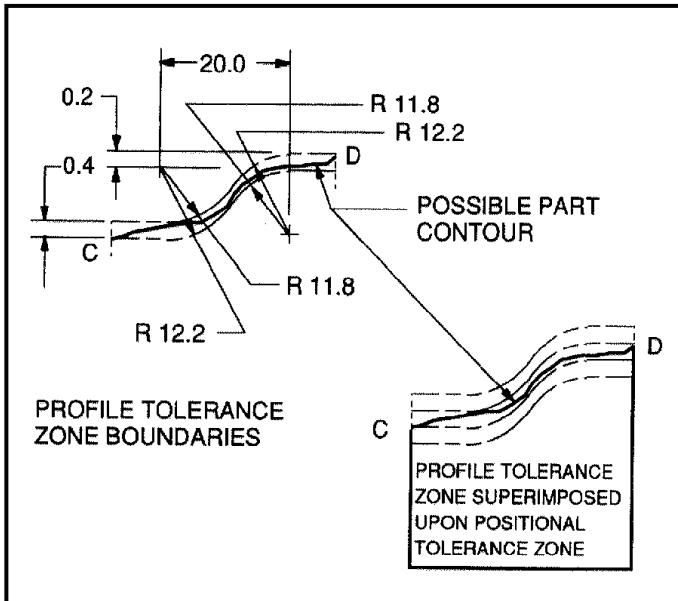
SIGNIFICA ESTO



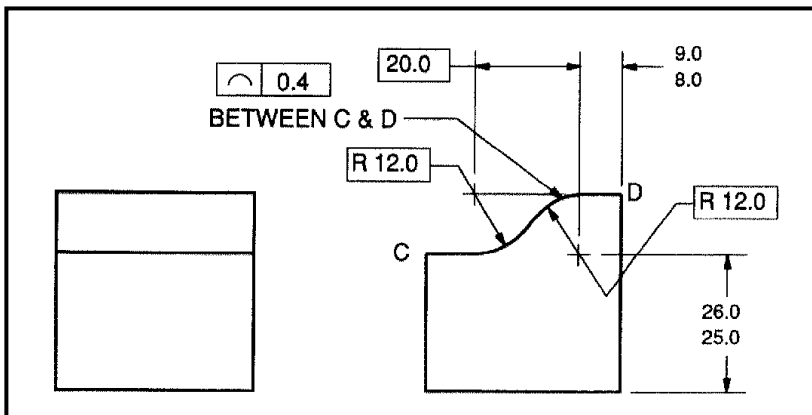
La zona de tolerancia se extiende a la intersección de las líneas frontera.

ESPECIFICANDO PERFIL DE LÍNEA Y CONTROL DE TAMAÑO

ESTO EN EL DIBUJO



SIGNIFICA ESTO



Cada línea del elemento de la superficie entre C & D, en cualquier sección, debe estar dentro de la frontera del perfil.

B. PERFIL DE UNA SUPERFICIE

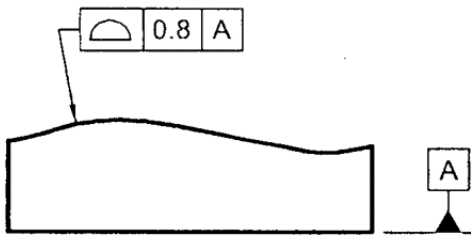
DEFINICIÓN

Es una condición donde:

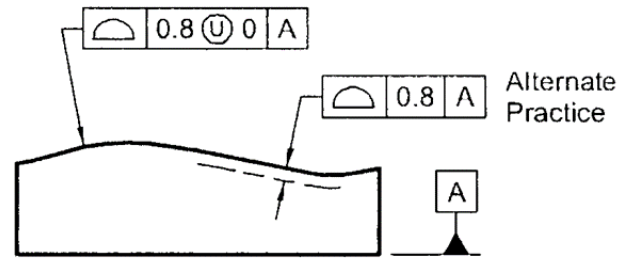
Todos los puntos de una superficie de forma arbitraria, están en dicha superficie, la cual consiste de arcos, curvas, rectas o segmentos lineales irregulares o cualquier combinación de éstos.

- Las dimensiones básicas son usadas para definir el perfil verdadero
- La zona de tolerancia es tridimensional y se extiende a través de lo ancho y largo (o circunferencia) de la superficie de la característica considerada.
- Cada punto de la superficie debe estar dentro de una zona de tolerancia uniforme, definida a través del perfil verdadero.
- RFS está implícito.

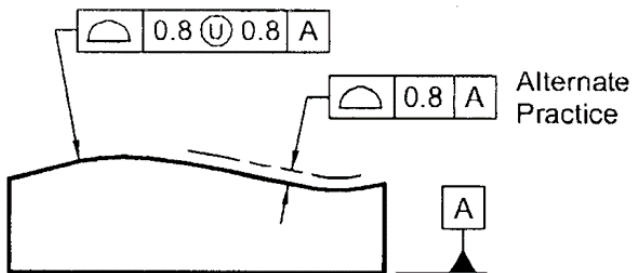
ESPECIFICANDO UNA ZONA DE TOLERANCIA PARA EL PERFIL DE UNA SUPERFICIE



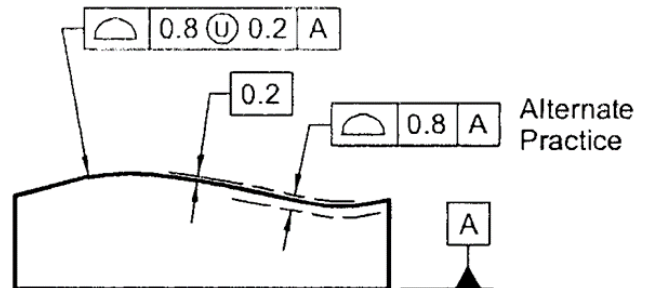
(a) Bilateral tolerance



(b) Unilateral tolerance (inside)



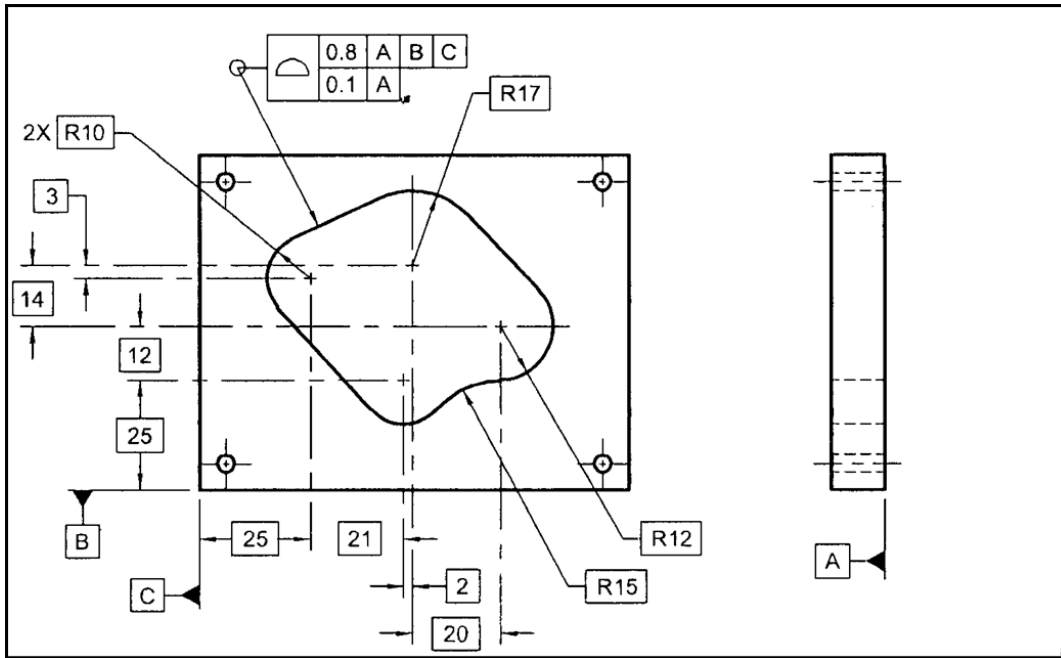
(c) Unilateral tolerance (outside)



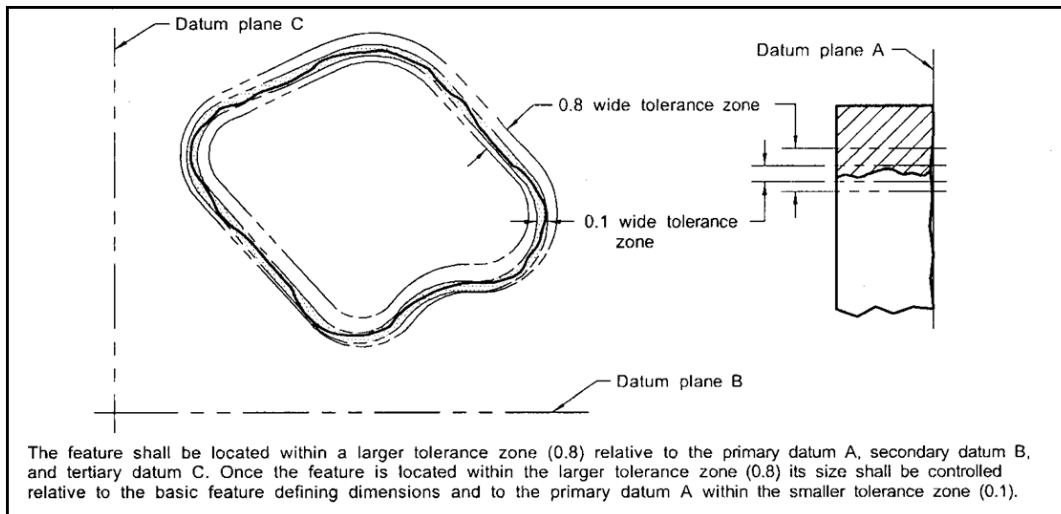
(d) Bilateral tolerance (unequal distribution)

**ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE -
CARACTERÍSTICA DE TAMAÑO IRREGULAR**

ESTO EN EL DIBUJO



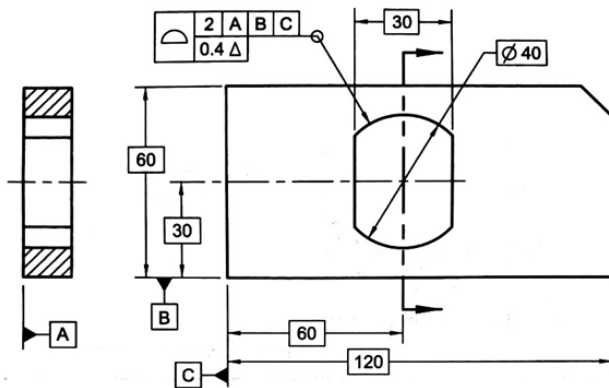
SIGNIFICA ESTO



ESPECIFICANDO ZONA DE TOLERANCIA DINÁMICA.

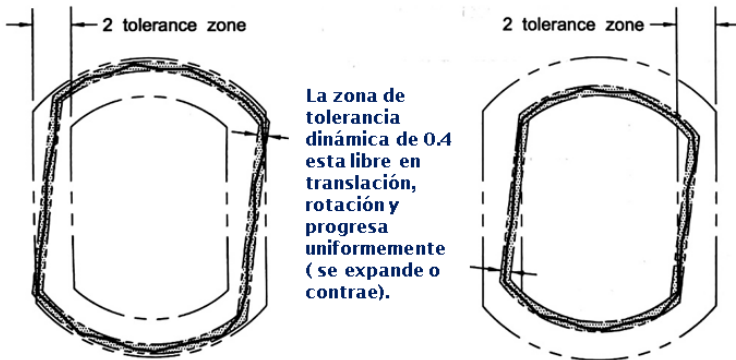
SÍMBOLO Δ

Esto en el dibujo



Representa esto

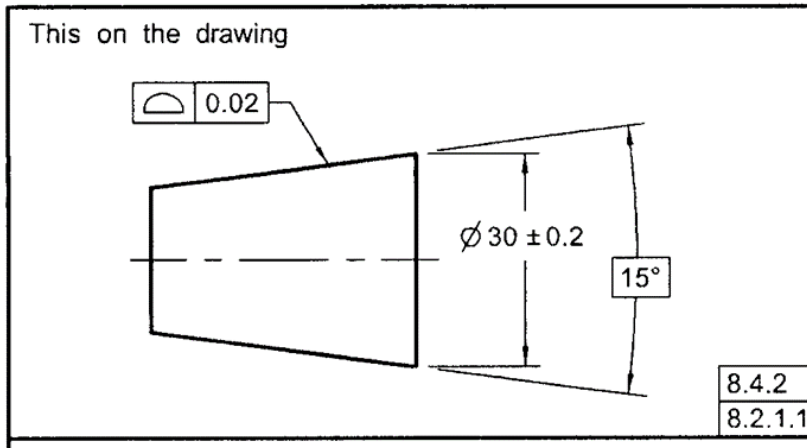
Dos posibles características de la parte



La característica debe localizarse dentro de la zona de tolerancia de 2.0 mm. La característica real deberá estar dentro de ambas zonas de tolerancias de perfil

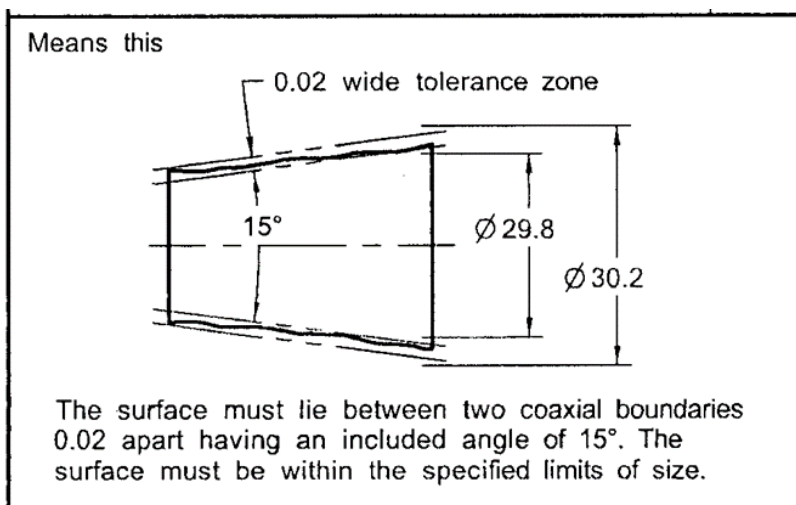
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - CARACTERÍSTICA CÓNICA

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de perfil debe ser menor que la tolerancia de tamaño.

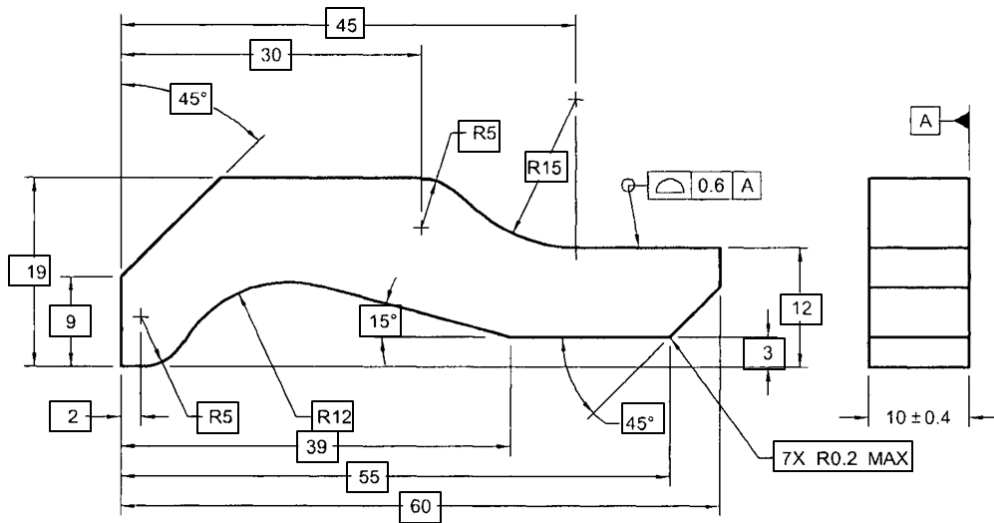
SIGNIFICA ESTO



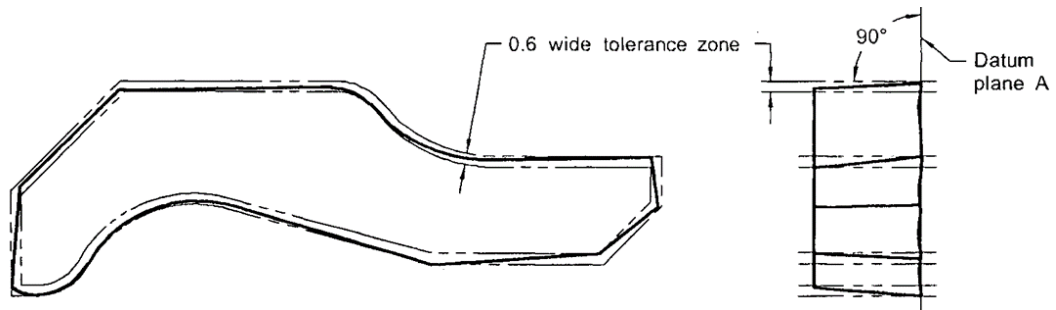
La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - TODO EL CONTORNO

ESTO EN EL DIBUJO

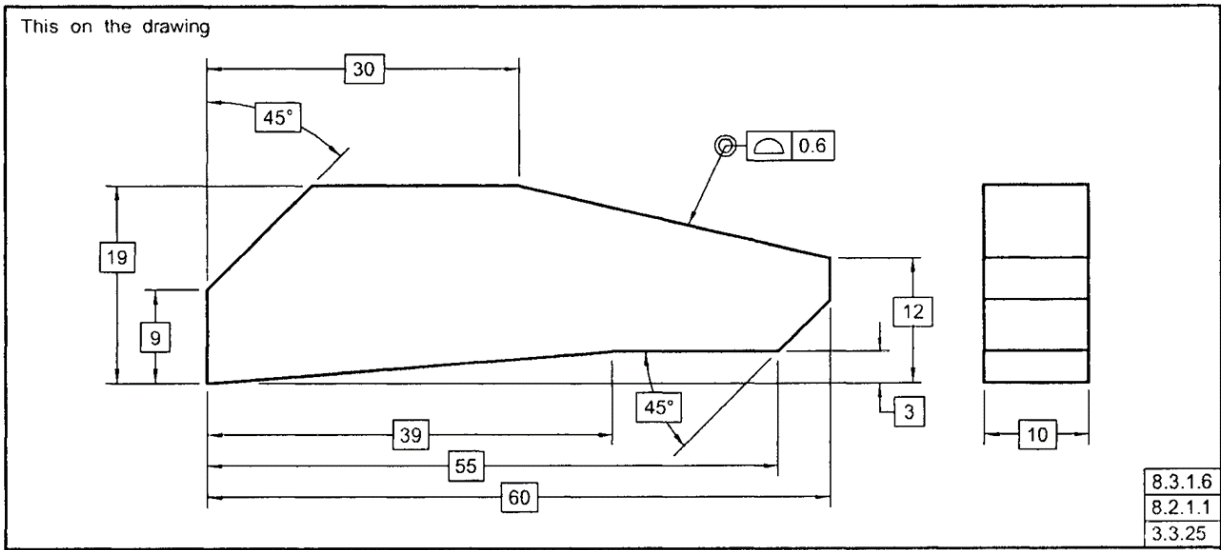


SIGNIFICA ESTO

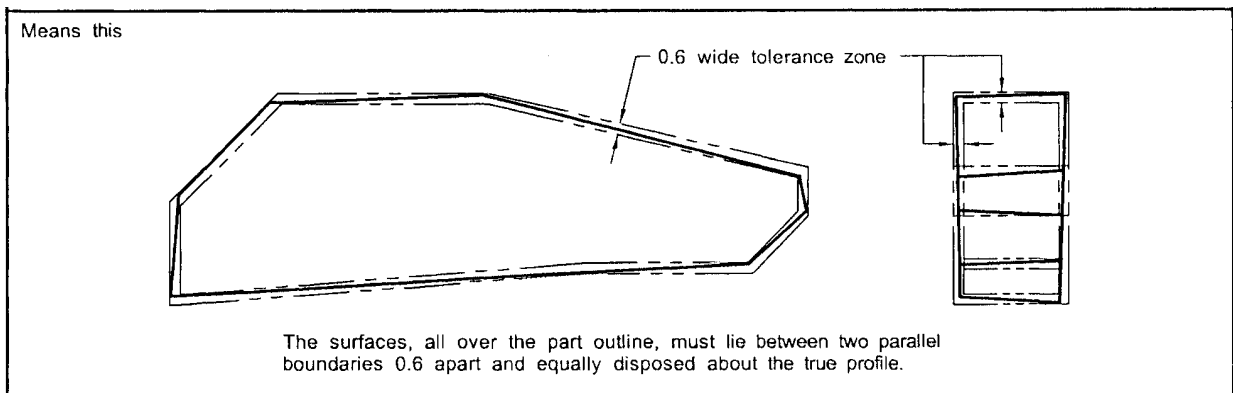


ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE – EN TODA LA CUBIERTA

ESTO EN EL DIBUJO

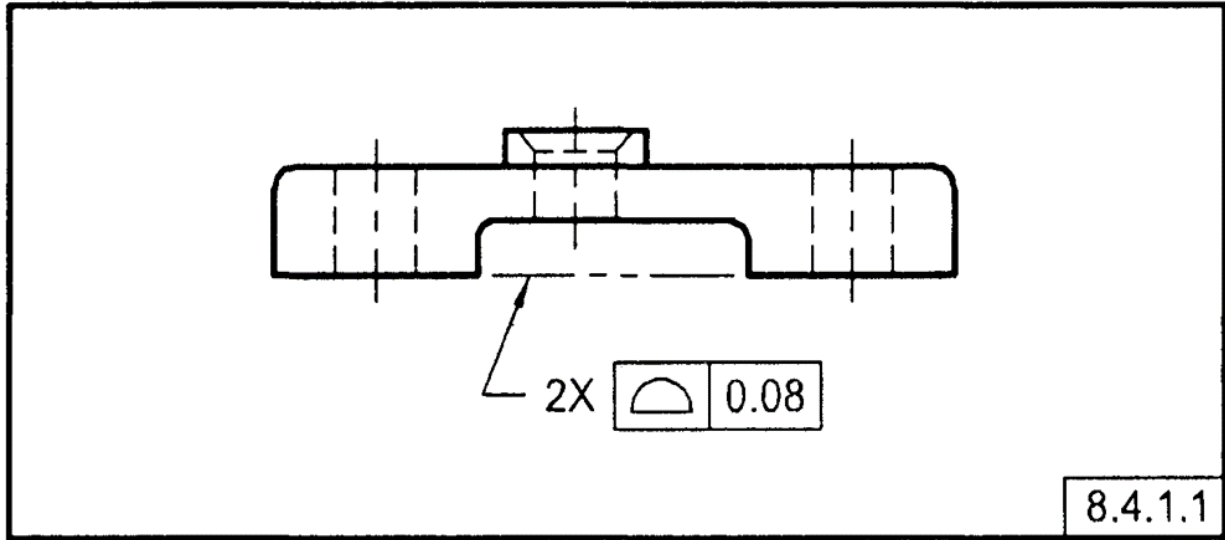


SIGNIFICA ESTO

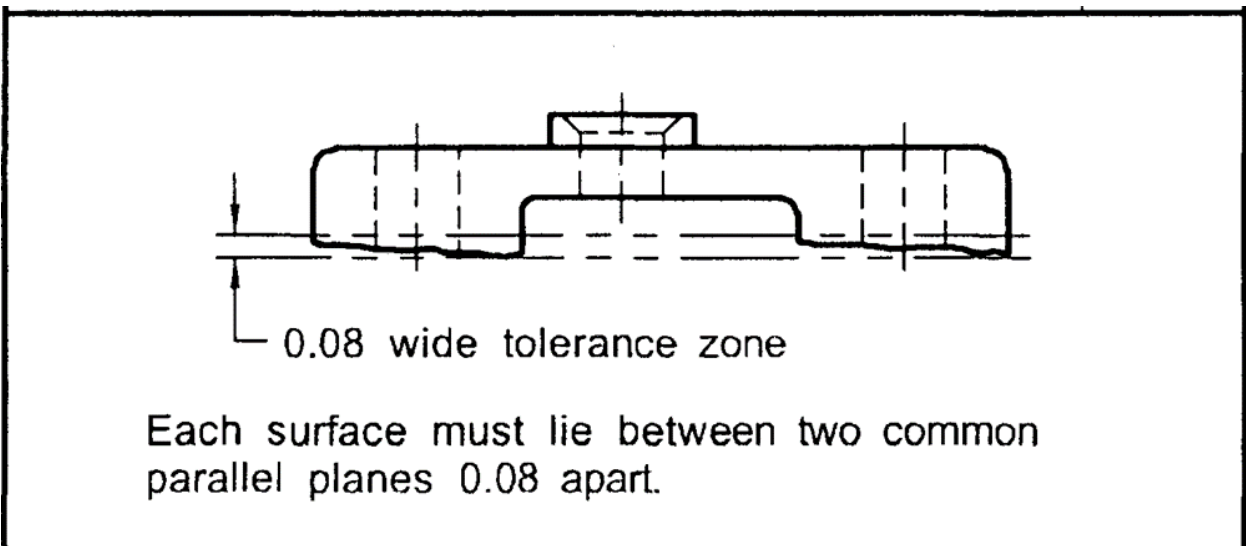


**ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE -
ALINEAMIENTO DE SUPERFICIES COPLANARES**

ESTO EN EL DIBUJO

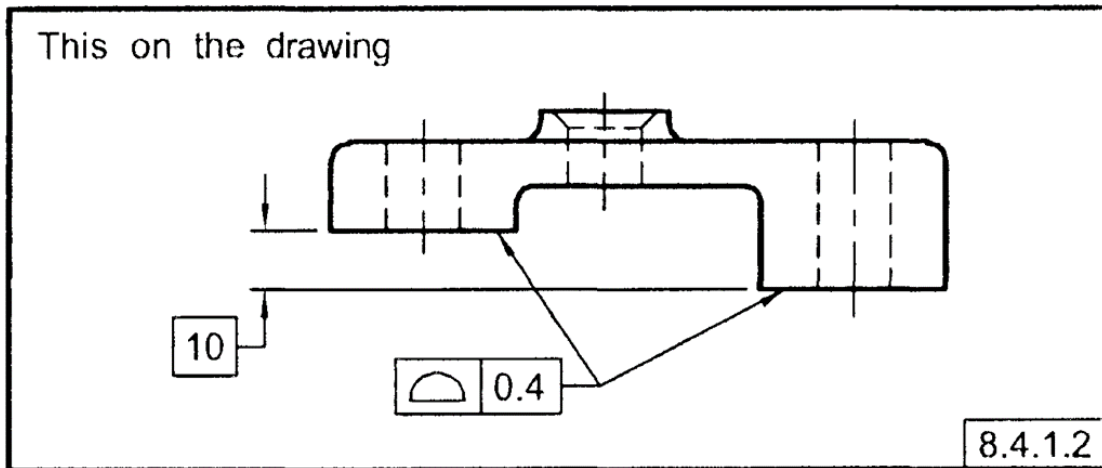


SIGNIFICA ESTO

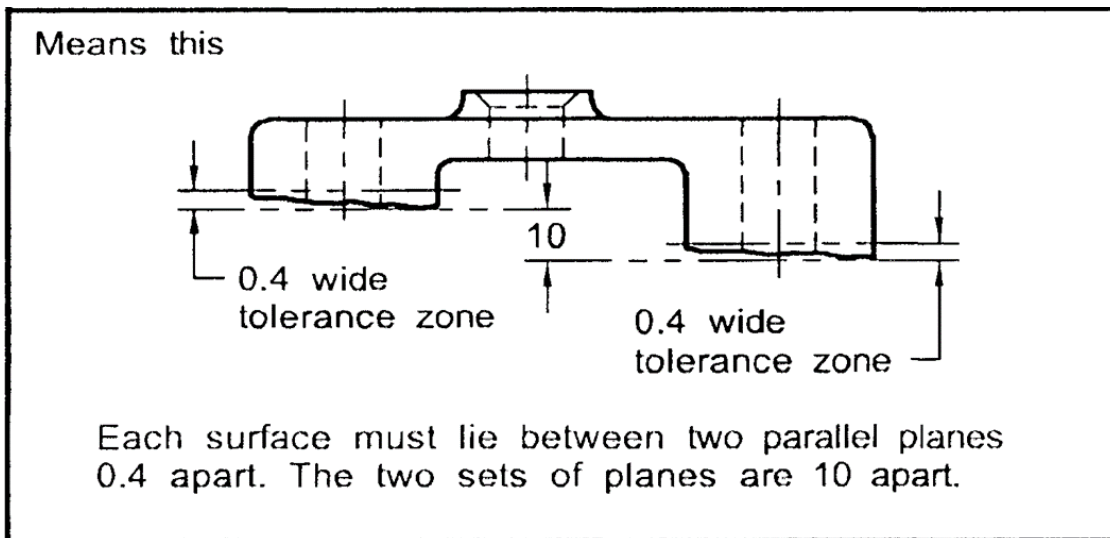


**ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE -
ALINEAMIENTO DE SUPERFICIES MULTIPLES**

ESTO EN EL DIBUJO



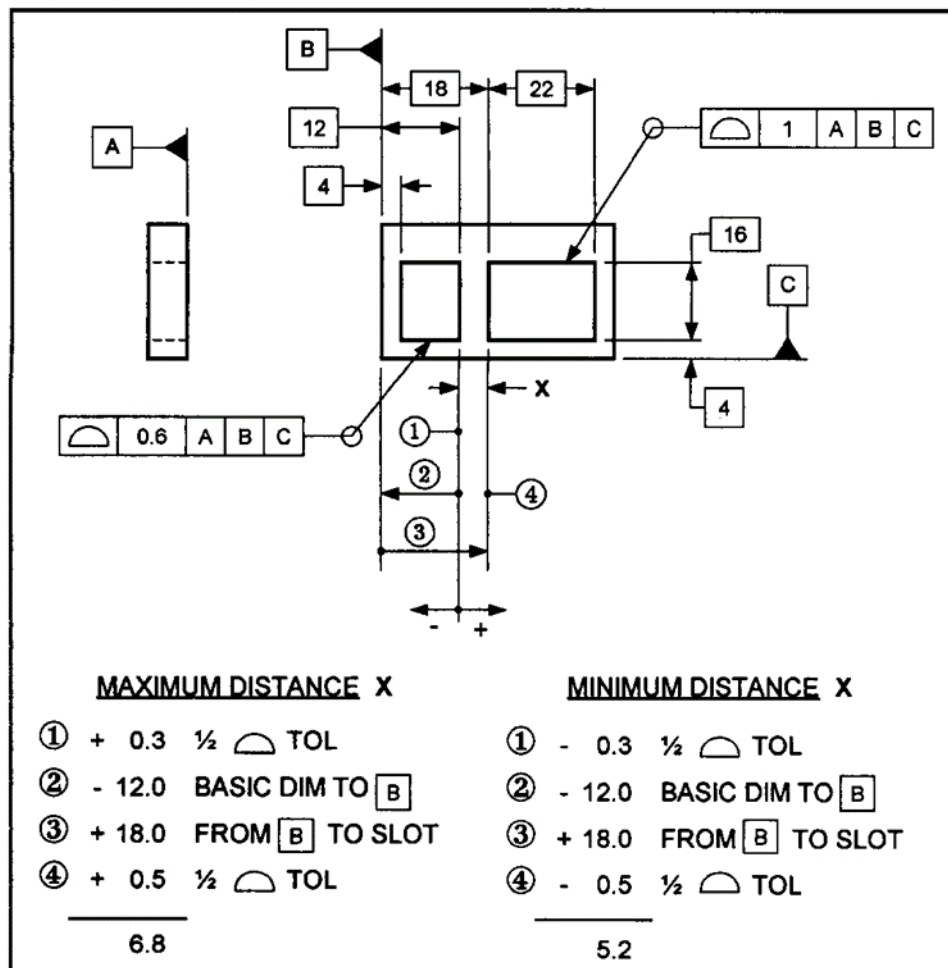
SIGNIFICA ESTO



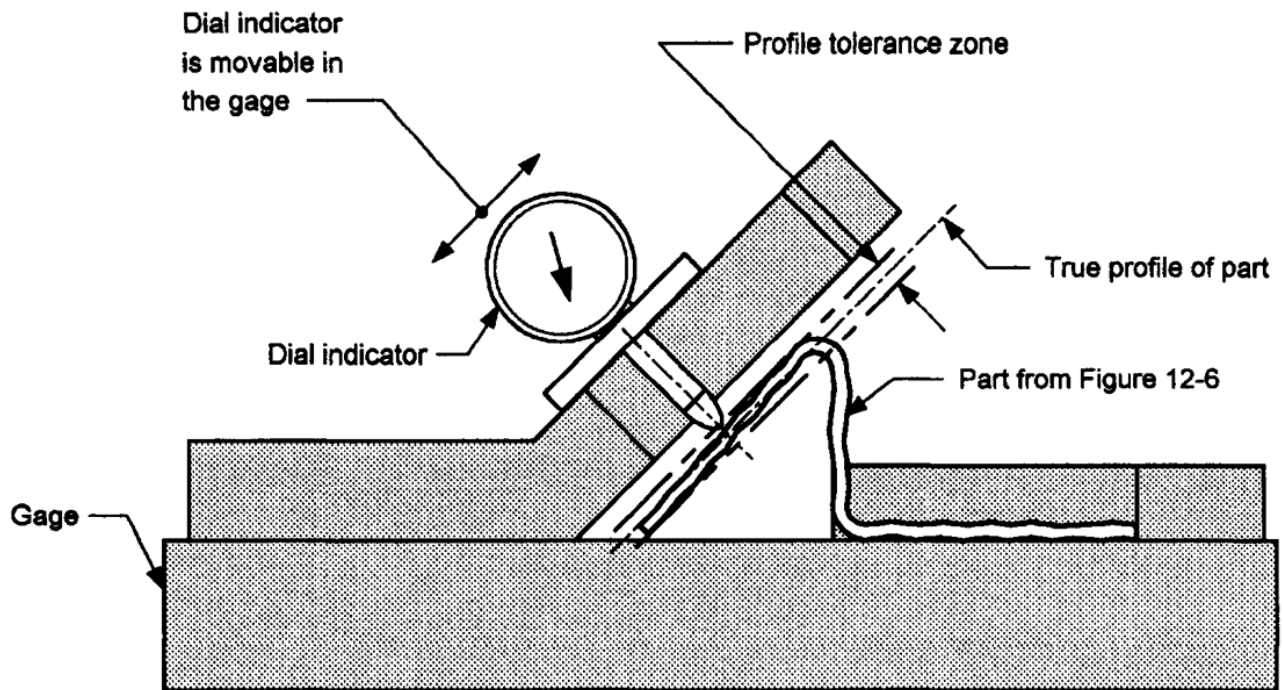
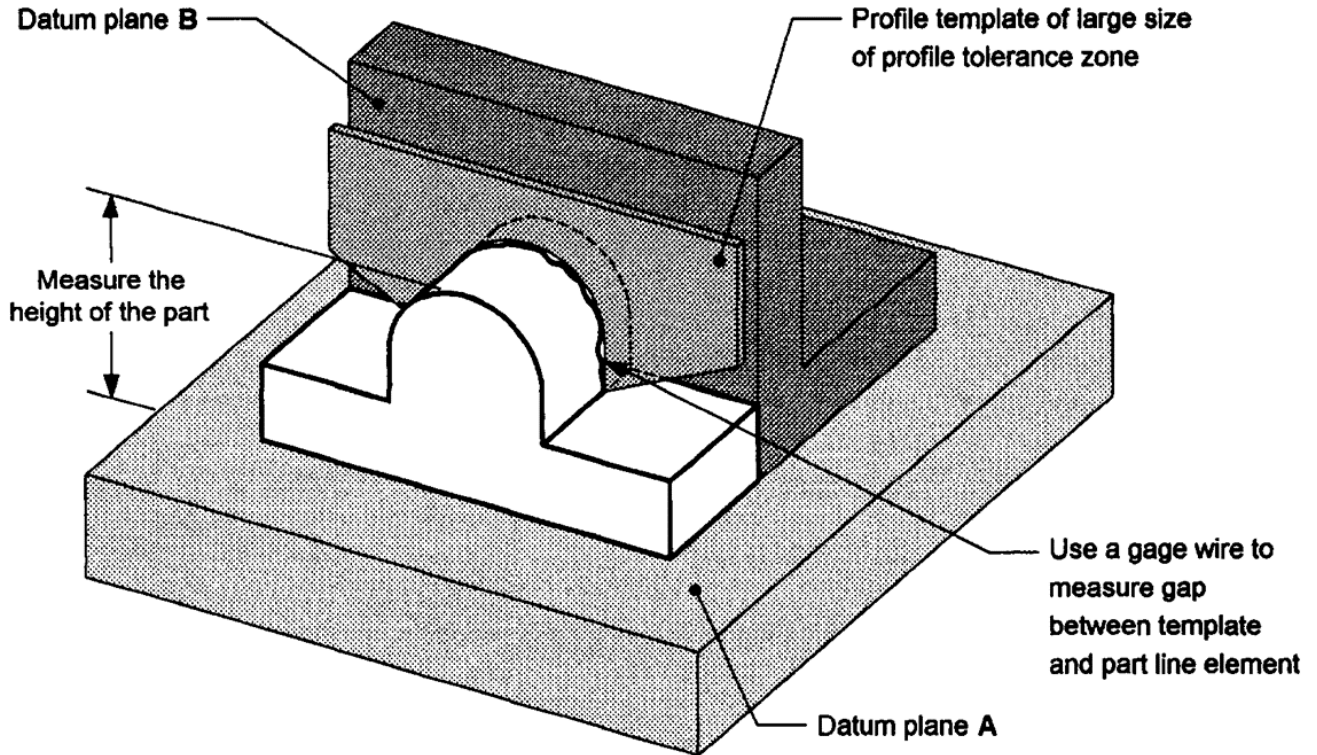
ACUMULACION DE TOLERANCIAS USANDO TOLERANCIAS DE PERFIL

El cálculo de alguna dimensión, resultante de la acumulación de tolerancias de perfil, se puede realizar en la forma mostrada. Se supone, en los cálculos siguientes, que la tolerancia de perfil es bilateral – uniformemente distribuida.

Cuando resuelva para la distancia “X” máxima, se suman la mitad de los valores de tolerancia de forma a las dimensiones básicas que definen el valor de “X”. Para resolver para la “X” mínima, se restan la mitad de los valores de la tolerancia de forma a las dimensiones básicas que definen el valor de “X”.



PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE TOLERANCIAS DE PERFIL



Actividad de aprendizaje - Tolerancias de Perfil

1. Nombra y dibuja los dos símbolos de las características geométricas que se utilizan con o sin referencia de datum.



2. Una tolerancia de _____ especifica un límite uniforme a lo largo del perfil verdadero dentro del cual deben estar los elementos de la superficie.

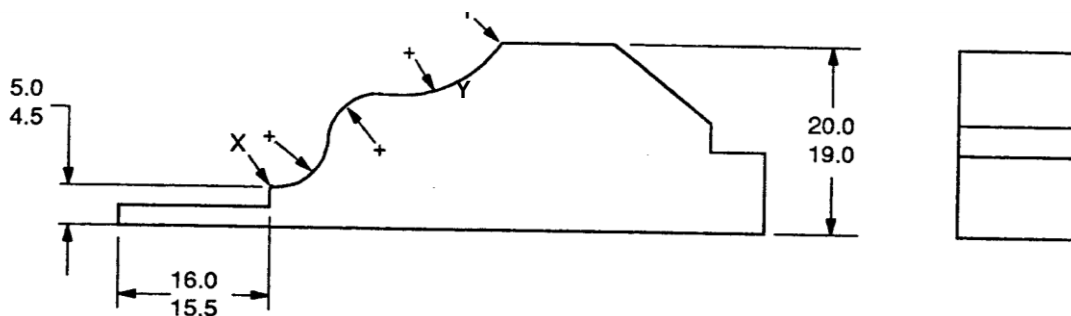
3. ¿Puede la tolerancia de perfil utilizarse para controlar la forma y orientación de una superficie plana?

_____ SI _____ NO

4. Una zona de tolerancia de perfil bilateral uniformemente distribuida está implícita a menos que se especifique lo contrario.

_____ SI _____ NO

5. Dado el siguiente dibujo, anexa un marco de control de característica para especificar un perfil de línea con una tolerancia unilateral de 0.6 que se aplique entre los puntos X y Y. No se requieren datum.



6. En el dibujo anterior, ¿qué tipo de dimensiones deben utilizarse para especificar los valores numéricos para los tres radios y sus localizaciones respectivas?

MODULO V

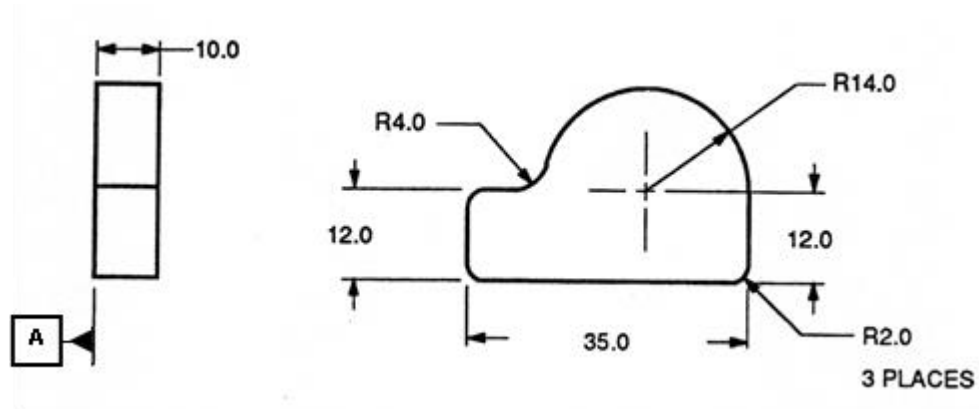
7. ¿Puede utilizarse el perfil de superficie para controlar el ángulo de una superficie inclinada en relación a una referencia datum?

_____ SI _____ NO

8. ¿Puede utilizarse el perfil de superficie para controlar la forma y orientación de una superficie cónica?

_____ SI _____ NO

9. Dado el siguiente dibujo, anexa un marco de control de característica para especificar un perfil de superficie con una tolerancia bilateral igual de 0.4 de todo el contorno, relacionado con el datum A. Utiliza el símbolo de todo el contorno.



Esboza la zona de tolerancia en el dibujo del problema 9.

10. ¿Todas las dimensiones mostradas en el dibujo anterior deberían especificarse como dimensiones básicas?

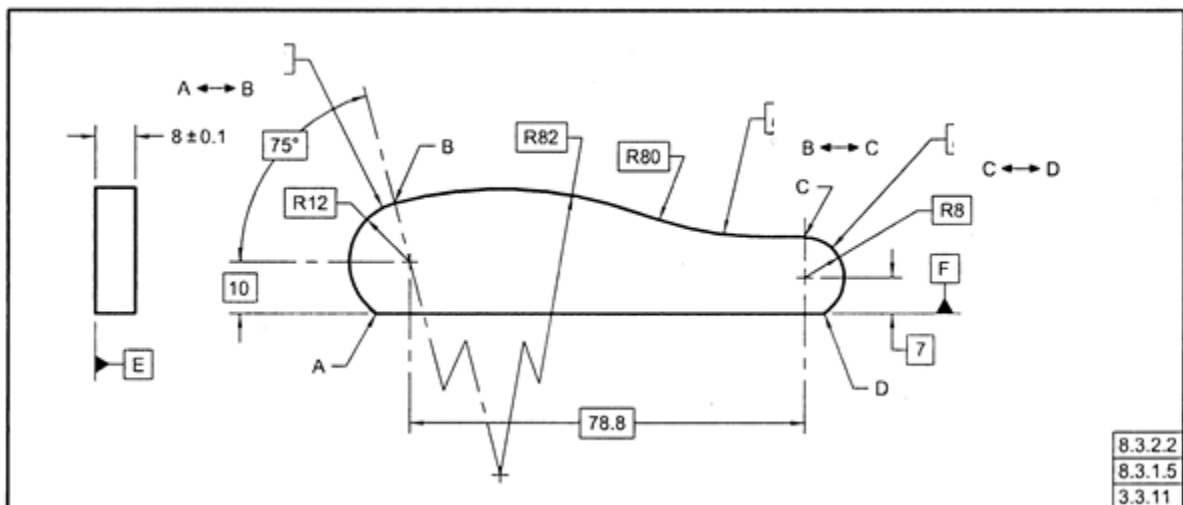
_____ SI _____ NO

Explica tu respuesta.

MODULO V

11. Dado el siguiente dibujo, adjunta marcos de control de características para especificar una tolerancia de perfil de superficie bilateral-uniforme para la parte mostrada. Las tolerancias a aplicar son:

- 0.12 entre puntos A y B
- 0.1 entre puntos B y C
- 0.05 entre puntos C y D
- Especifica las referencias datum en los marcos de control de característica
- Especifica una tolerancia de 0.06 para controlar la calidad de superficie del datum E. El datum E es la característica datum primaria.



TOLERANCIA DE ORIENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

PROPOSITO

El propósito de esta sección es definir los principios y métodos de dimensionamiento y tolerado para controlar la orientación (también referida como actitud)




APLICACIÓN

Las tolerancias de orientación se aplican a características relacionadas o a los elementos de línea de una característica relacionada. La característica considerada se relaciona a uno, dos o tres características datum para estabilizar la zona de tolerancia en más de una dirección

OBJETIVOS

Esta sección está diseñada para que usted pueda:

1. Interpretar y aplicar la tolerancia especificada para:

- Perpendicularidad 
- Angularidad 
- Paralelismo 

2. Interpretar la aplicación de perpendicularidad para un eje con tolerancia cero a MMC.

A. PERPENDICULARIDAD

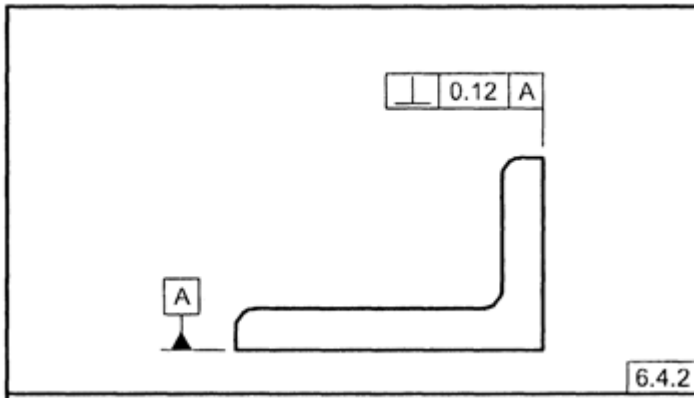
DEFINICIÓN

Es una condición donde:

1. Una superficie, un elemento de línea de una superficie, un eje o un plano central tiene una orientación implícita de 90° con respecto al datum de referencia.
2. La tolerancia especifica uno de los casos siguientes:
 - Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos, son perpendiculares a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar la superficie o plano central de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos, son perpendiculares a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar el eje de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia cilíndrica perpendicular a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar el eje de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia definida por dos líneas paralelas, son perpendiculares a un plano o eje datum, dentro de la cual debe estar el elemento de línea de la superficie de la característica considerada.
3. La tolerancia controla Planitud dentro de la misma especificación cuando se aplica a superficies planas.
4. RFS está implícito

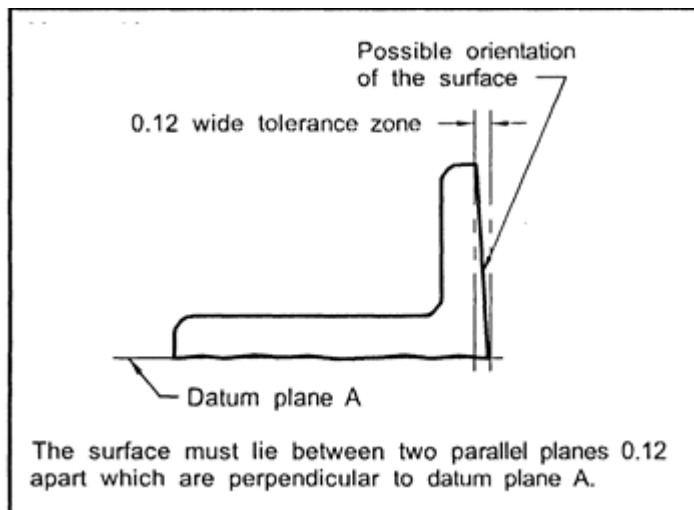
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UNA SUPERFICIE PLANA

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de perpendicularidad debe ser menor que la tolerancia de tamaño.

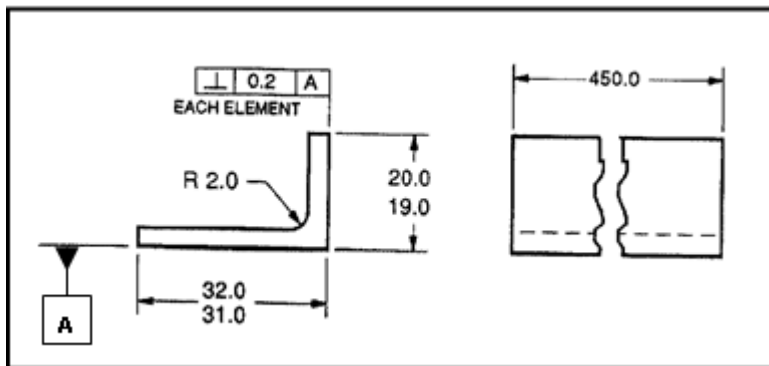
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

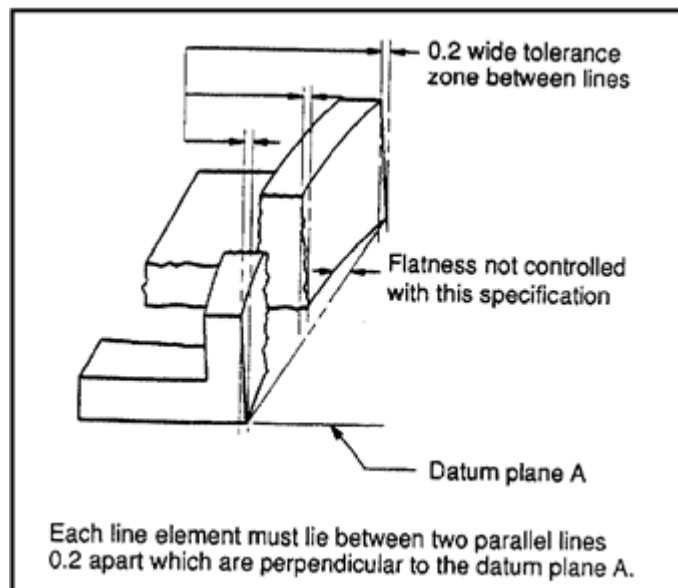
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA ELEMENTOS DE LINEA DE UNA SUPERFICIE

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de perpendicularidad debe ser menor que la tolerancia de tamaño.

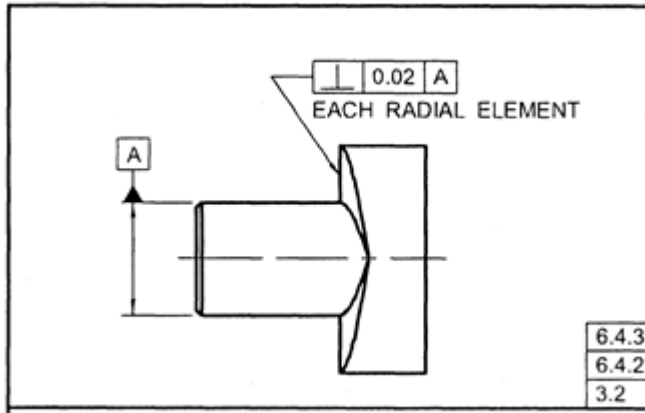
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

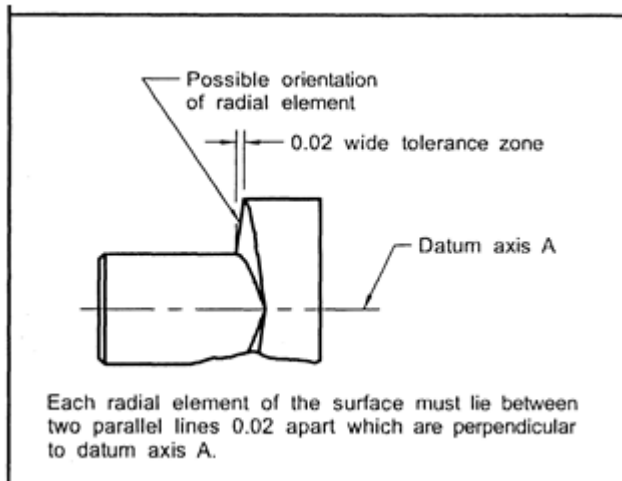
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA ELEMENTOS RADIALES DE UNA SUPERFICIE

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de perpendicularidad debe ser menos que la tolerancia de tamaño.

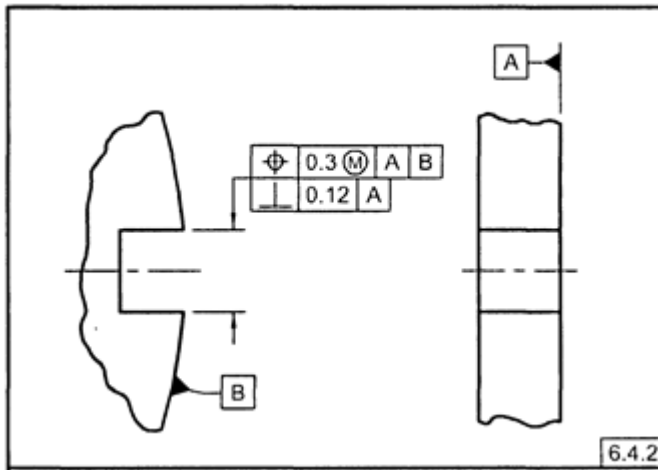
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

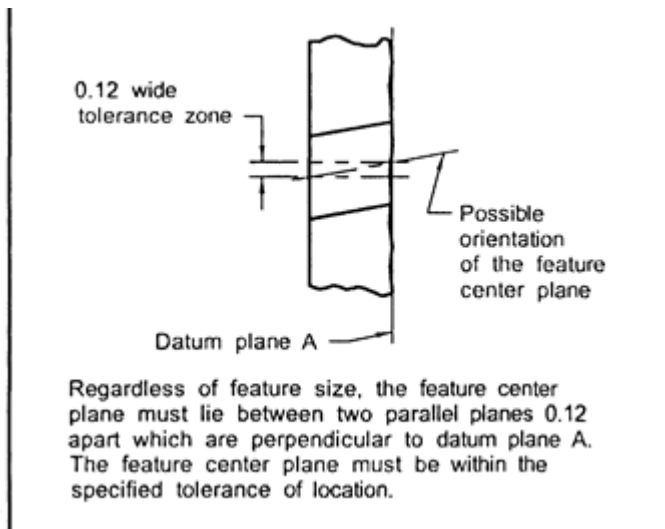
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN PLANO CENTRAL

ESTO EN EL DIBUJO



La característica debe tener una tolerancia especificada para localización, y en seguida refinada con perpendicularidad

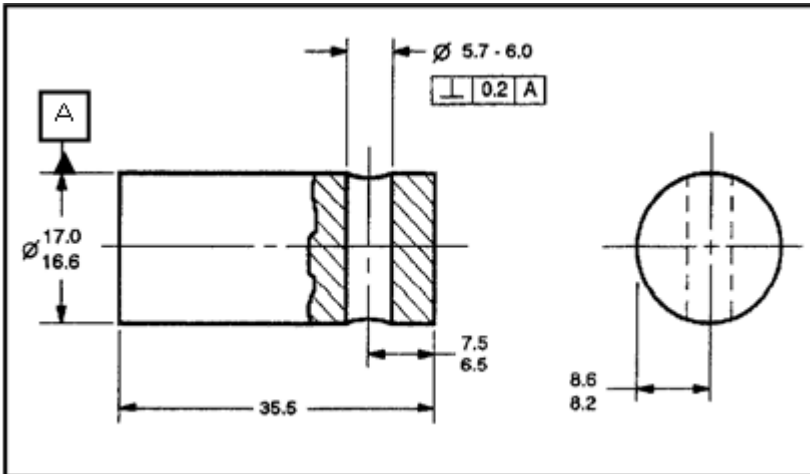
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE - RFS

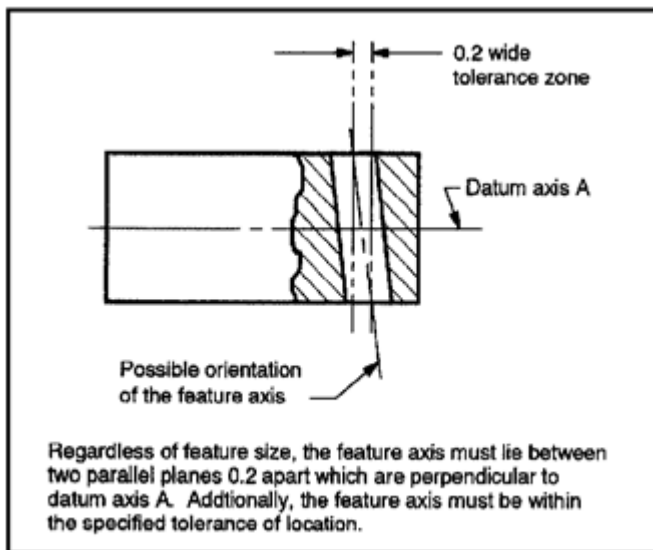
ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de perpendicularidad aplica únicamente en la vista donde está especificada.

Requiere especificar una tolerancia de localización (no mostrada en este dibujo)

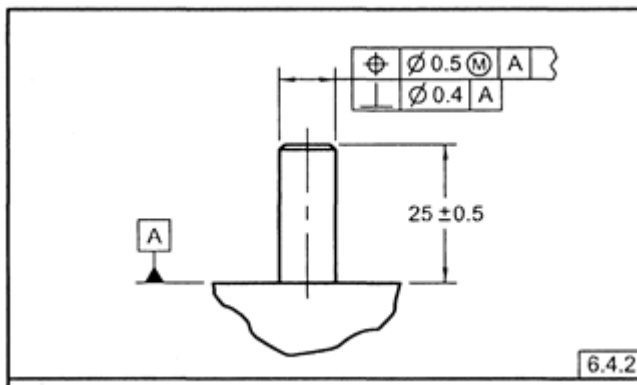
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño y localización deben ser verificadas primero.

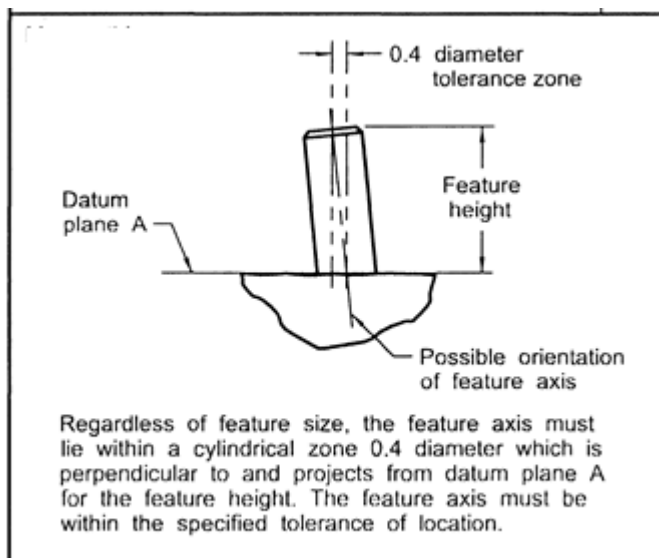
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE DE UN PERNO - RFS

ESTO EN EL DIBUJO



Requiere especificar una tolerancia de localización primeramente.

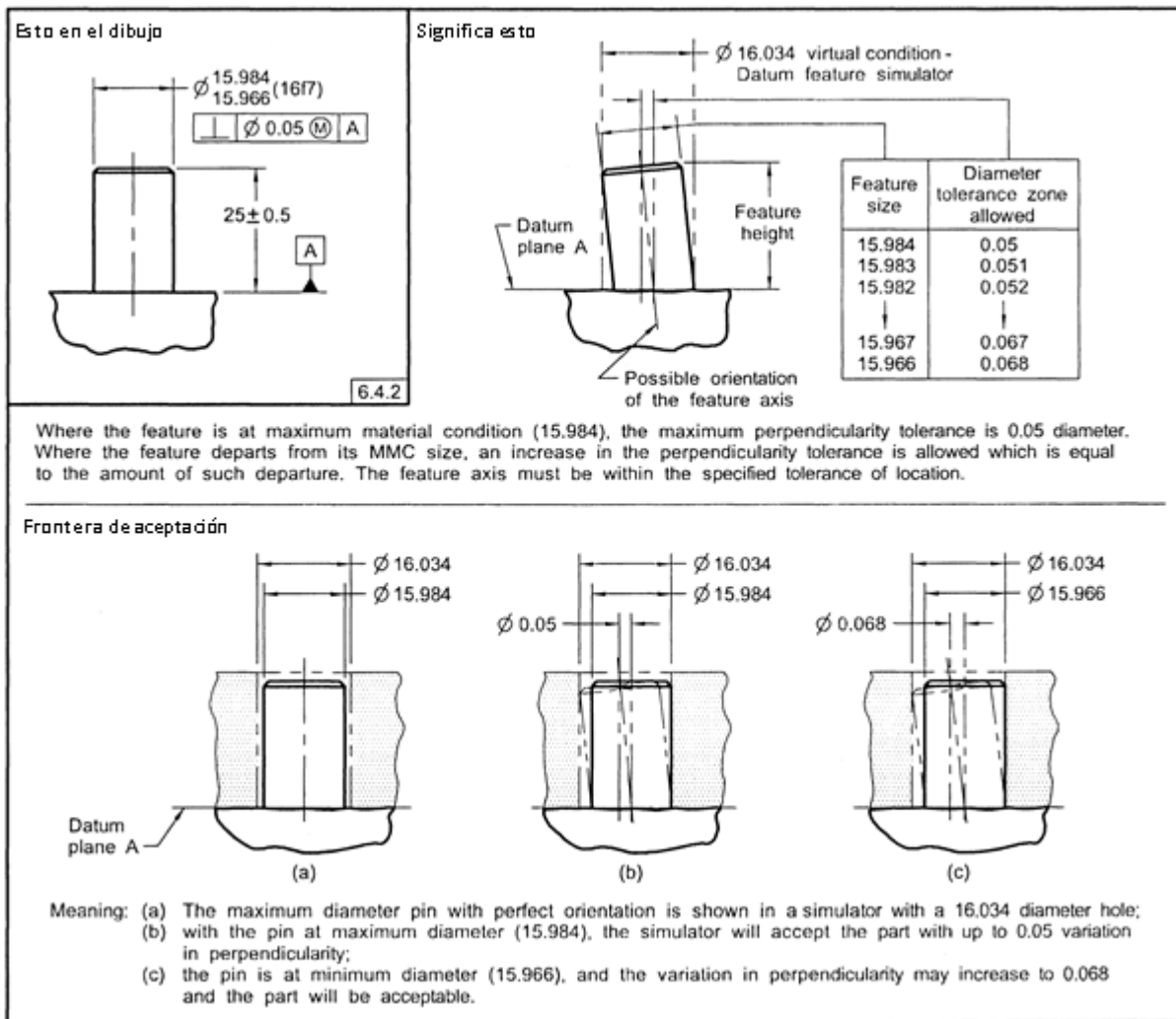
SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de tamaño y localización deben ser verificadas primero.

ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE DE UN PERNO - MMC

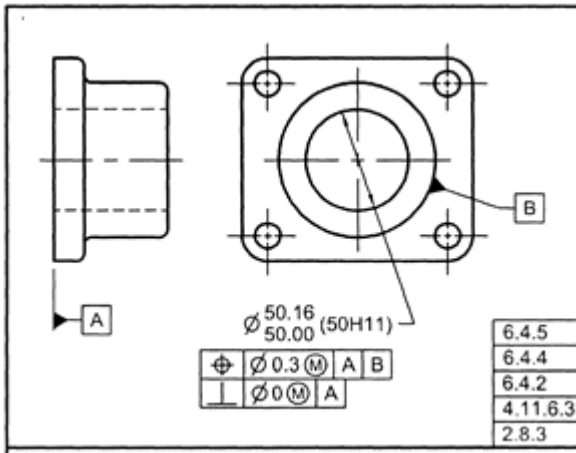
Requiere especificar tolerancia de localización (no mostrada en este dibujo)



La tolerancias de tamaño y localización deben ser verificadas primero.

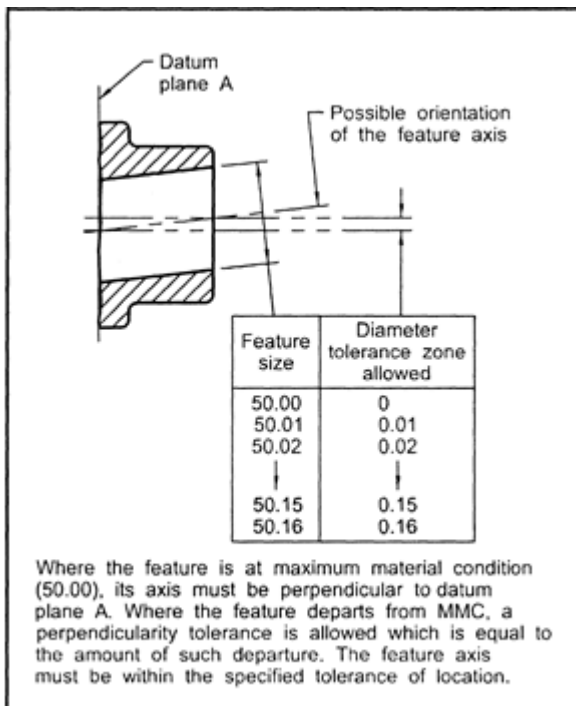
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE – CON TOLERANCIA CERO EN MMC

ESTO EN EL DIBUJO



Este método puede ser usado donde no se permite variación de perpendicularidad a MMC

SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño y localización debe ser verificada primero.

B. ANGULARIDAD

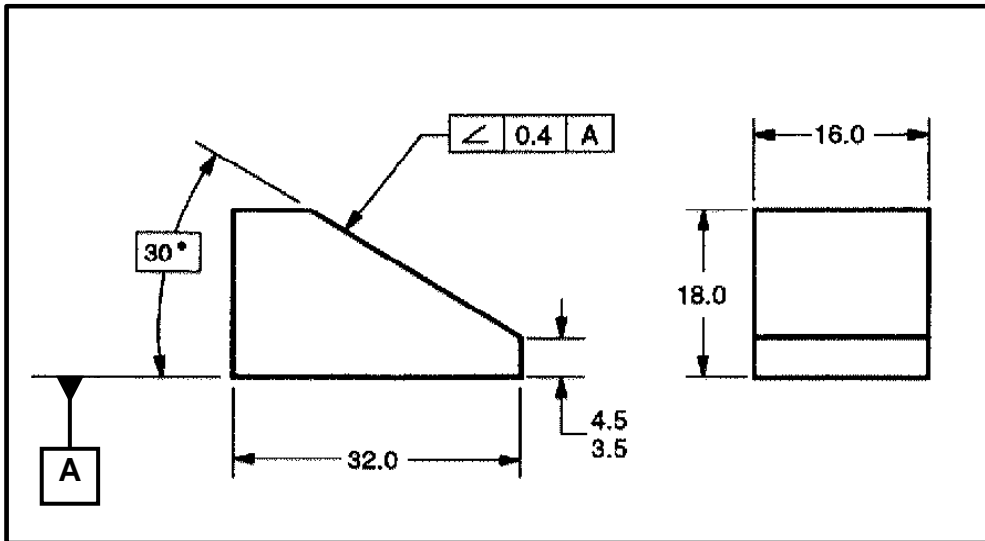
DEFINICIÓN

Es una condición donde:

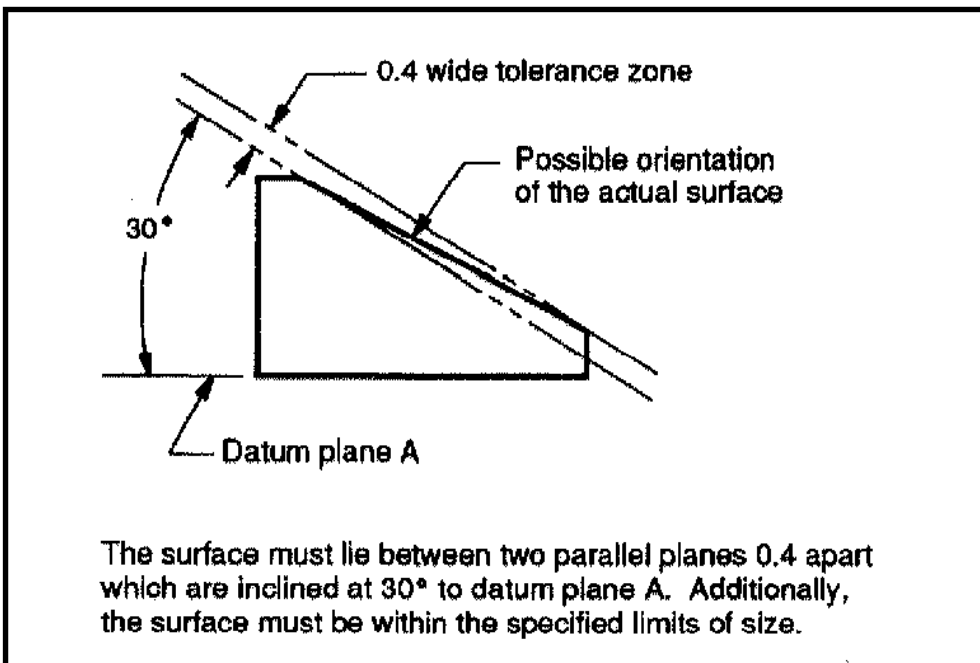
1. Una superficie o eje está a un ángulo básico especificado (diferente a 90°) a partir del plano o eje datum.
2. La tolerancia especifica uno de los casos siguientes:
 - Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos orientados a un ángulo básico respecto a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar la superficie o plano central de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos orientados a un ángulo básico respecto a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar el eje de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia cilíndrica orientada a un ángulo básico respecto a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar el eje de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia definida por dos líneas paralelas orientados a un ángulo básico respecto a un plano o eje datum, dentro de la cual debe estar el elemento de línea de la superficie de la característica considerada.
3. La tolerancia controla Planitud dentro de la misma especificación cuando se aplica a superficies planas.
4. RFS está implícito

ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UNA SUPERFICIE PLANA

ESTO EN EL DIBUJO

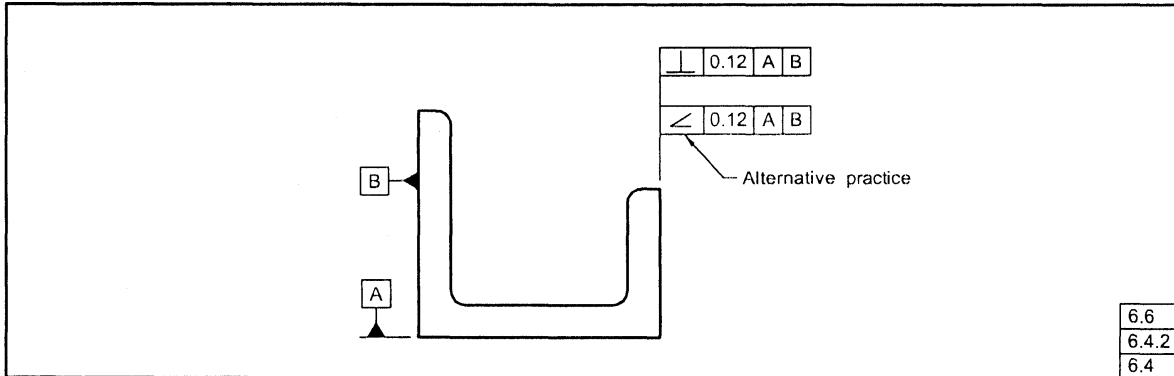


SIGNIFICA ESTO



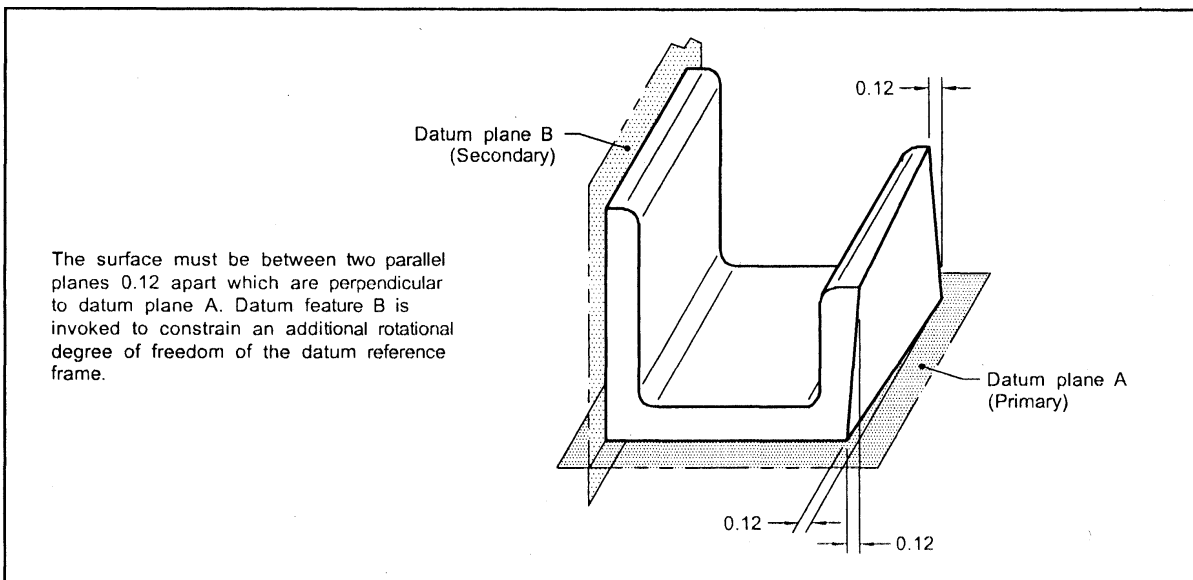
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UNA SUPERFICIE RELACIONADA A DATUMS PRIMARIOS, Y SECUNDARIOS

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de angularidad debe ser menor que la tolerancia de localización o tamaño

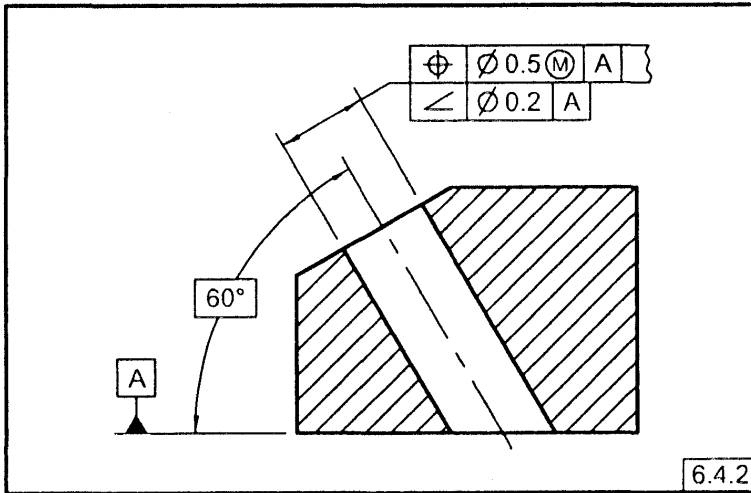
SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de localización y tamaño deben ser verificadas primero.

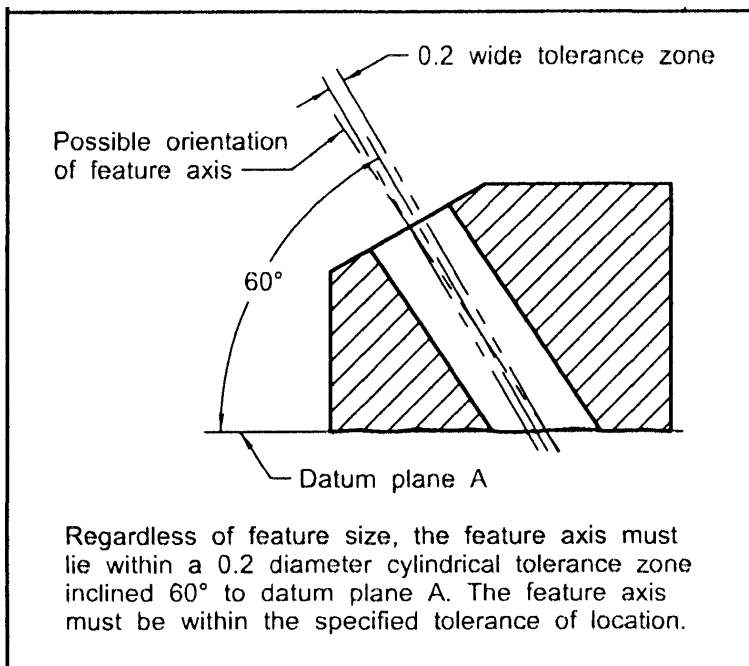
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UN EJE - RFS

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de angularidad aplica únicamente en la vista donde está especificada.

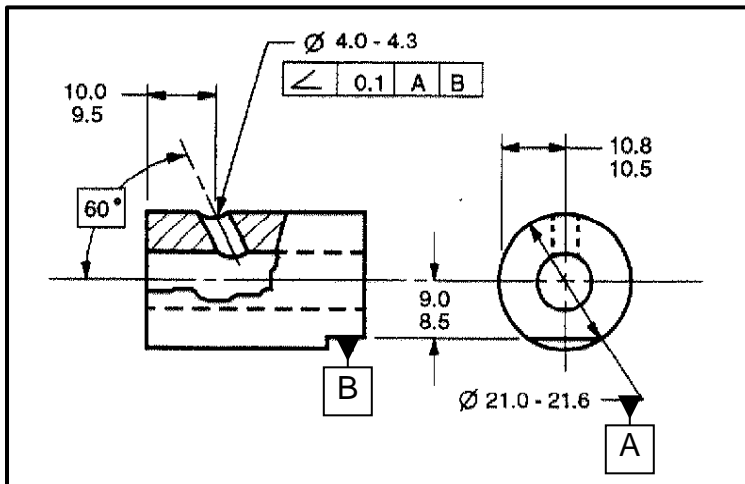
SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de localización y tamaño deben ser verificadas primero.

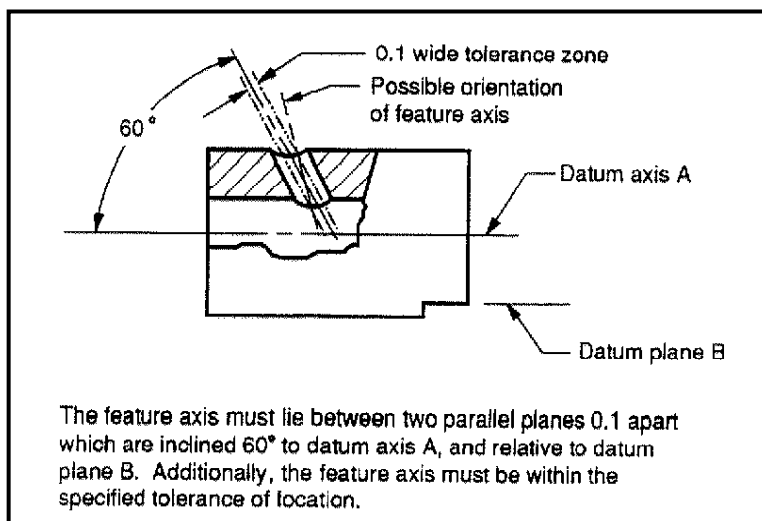
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UNA EJE RELATIVO A DATUMS PRIMARIO Y SECUNDARIO - RFS

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de angularidad aplica únicamente en la vista donde está especificada

SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de localización y tamaño deben ser verificadas primero.

C. PARALELISMO

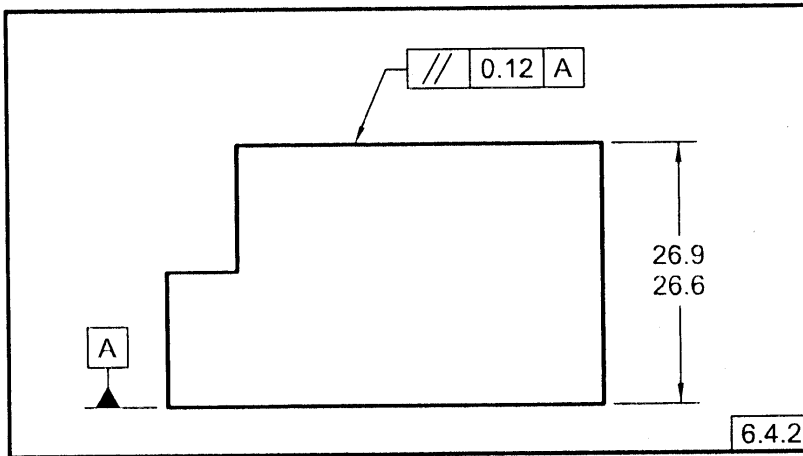
DEFINICIÓN

Es una condición donde:

1. Una superficie es equidistante en todos los puntos desde un plano datum, o un eje es equidistante a través de su longitud a una superficie o un eje datum.
2. La tolerancia especifica uno de los casos siguientes:
 - Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos los cuales son también paralelos a uno o más planos o ejes datum; dentro de esta zona debe estar la superficie o plano central de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos los cuales son también paralelos a uno o más planos o ejes datum; dentro de esta zona debe estar el eje de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia cilíndrica paralela a uno o más planos o ejes datum, dentro de la cual debe estar el eje de la característica considerada.
 - Una zona de tolerancia definida por dos líneas paralelas las cuales son también paralelas a un plano o eje datum, dentro de la cual debe estar el elemento de línea de la superficie de la característica considerada.
3. La tolerancia controla Planitud dentro de la misma especificación cuando se aplica a superficies planas.
4. RFS está implícito

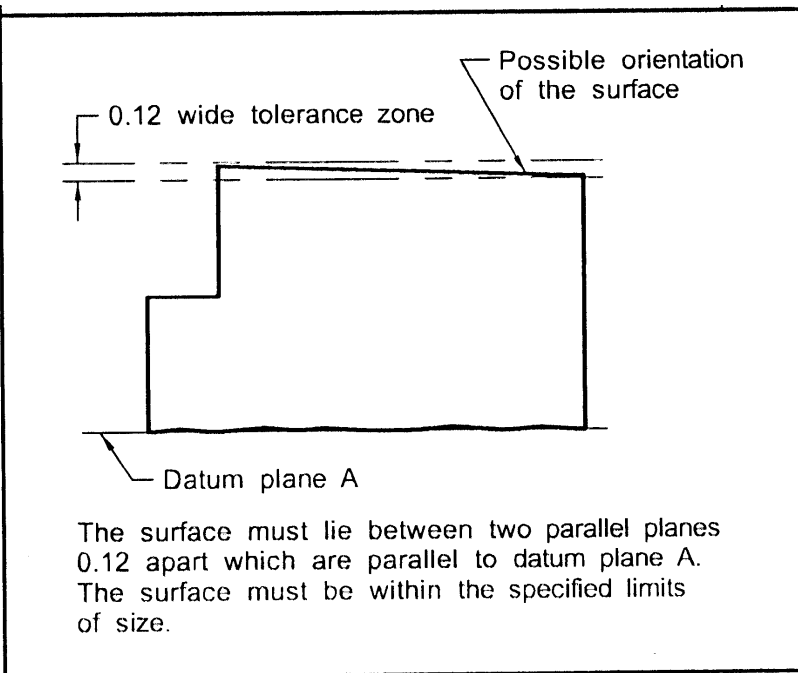
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA UNA SUPERFICIE PLANA

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de paralelismo debe ser menor que la tolerancia de tamaño

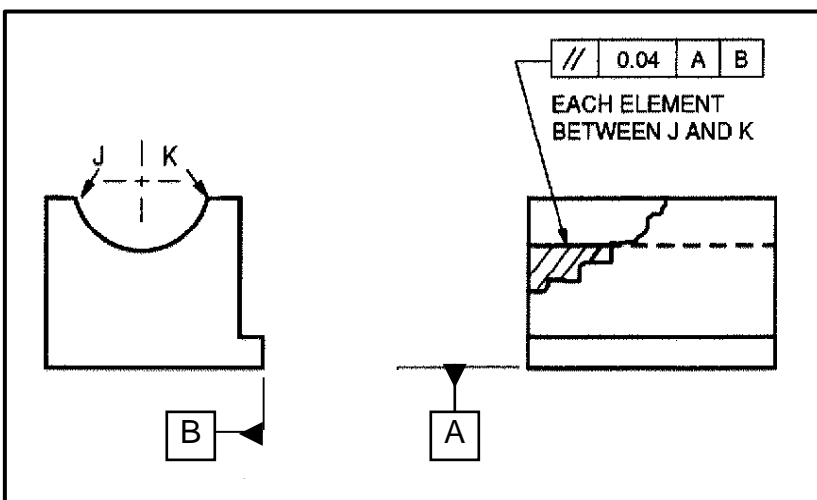
SIGNIFICA ESTO



La tolerancia de tamaño debe ser verificada primero.

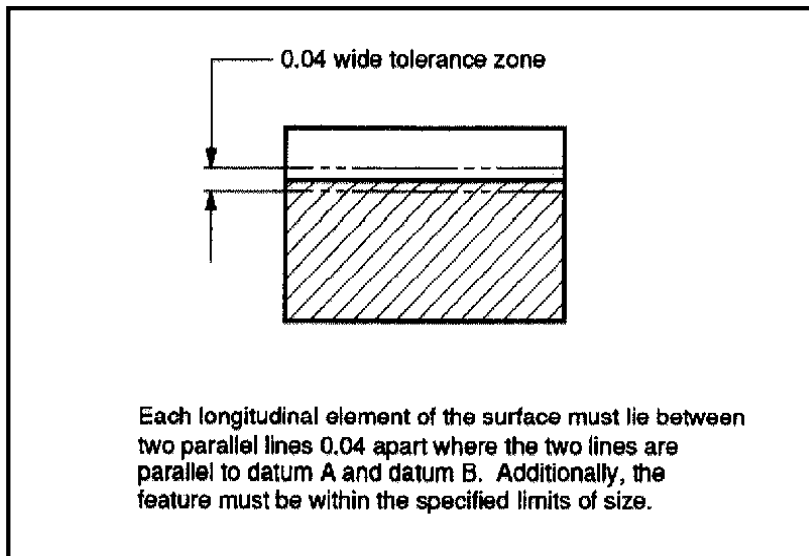
**ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA ELEMENTOS DE LINEA DE
UNA SUPERFICIE RELACIONADA A DATUMS PRIMARIO Y
SECUNDARIO**

ESTO EN EL DIBUJO



La característica debe tener una tolerancia especificada para localización

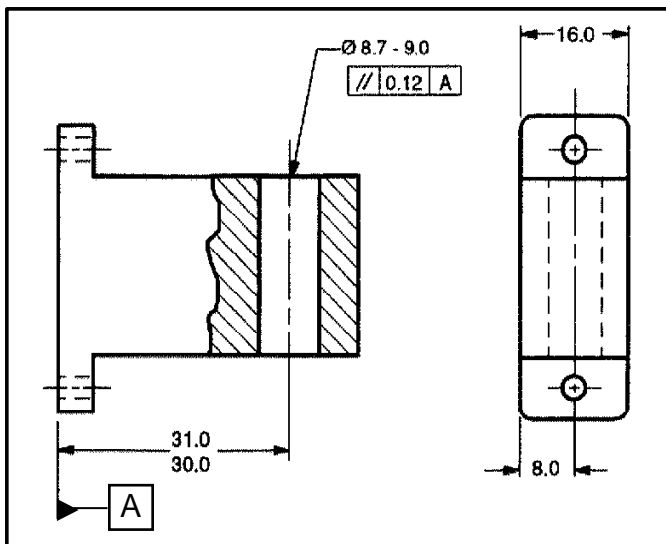
SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de localización y tamaño deben ser verificadas primero.

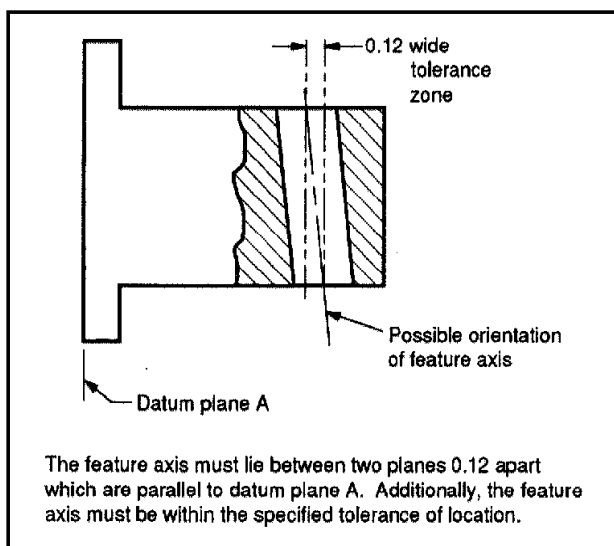
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA UN EJE RELACIONADO A UN DATUM PRIMARIO

ESTO EN EL DIBUJO



La característica debe tener una tolerancia especificada para localización

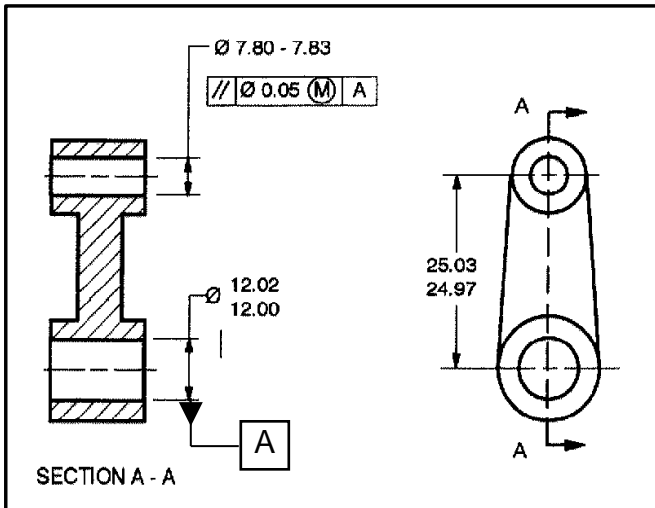
SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de localización y tamaño deben ser verificadas primero.

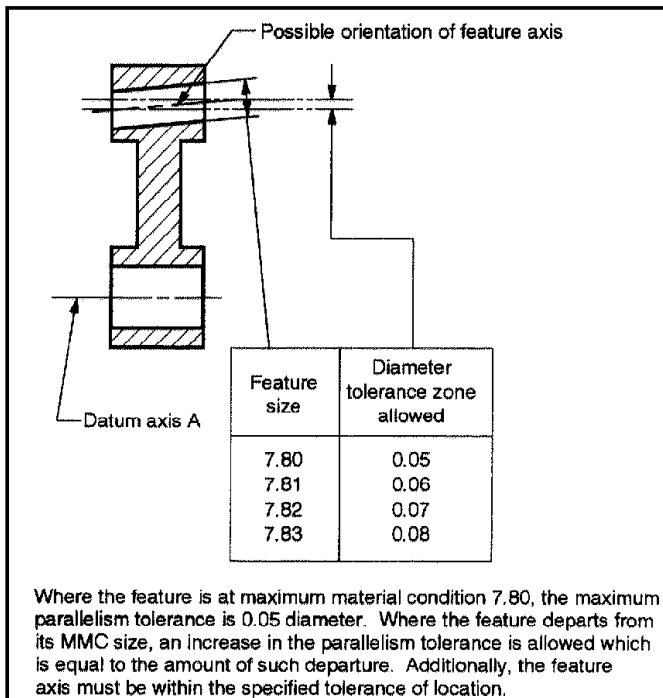
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA UN EJE A MMC

ESTO EN EL DIBUJO



La tolerancia de paralelismo debe ser menor que la tolerancia de localización entre ejes.

SIGNIFICA ESTO



Las tolerancias de localización y tamaño deben ser verificadas primero.

Actividad de aprendizaje – Tolerancias de orientación

1. Nombra y dibuja los tres símbolos de tolerancias geométricas de orientación para características que requieren datum de referencia

_____ _____ _____

2. Para las tolerancias de orientación, cuando no se especifica símbolo de condición para la tolerancia geométrica o frontera de material para el datum, se aplica, por omisión, lo siguiente:

- La condición de material (MMC) ó (RFS), con respecto a la tolerancia geométrica,
- La frontera de material máximo (MMB), con respecto a la característica de tamaño que es datum de referencia,
- o ambas opciones, si se requiere

Cierto

Falso

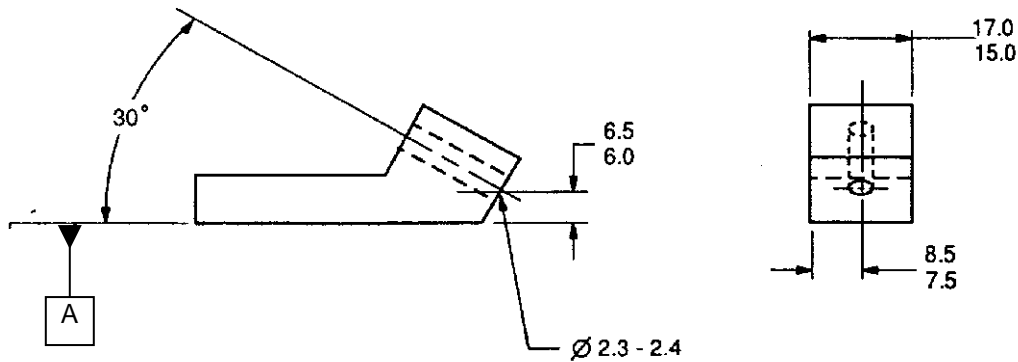
3. Una tolerancia _____ controla la relación de “actitud” de unas características con respecto a otras.
4. Describe las formas de las zonas de tolerancia utilizadas con tolerancias de orientación
- a. _____
 - b. _____
 - c. _____
 - d. _____

5. Las tolerancias de orientación aplicadas a una superficie también controlan la _____ de la superficie, en la extensión del valor de la tolerancia de orientación establecida.
6. Una tolerancia de perpendicularidad puede especificarse para controlar elementos de línea de una superficie. SI _____ NO _____
7. Los elementos radiales de una superficie pueden controlarse con una tolerancia de perpendicularidad SI _____ NO _____
8. Una característica simétrica tal como una ranura, puede especificarse como perpendicular a un plano datum y verificarse mediante un calibrador fijo. Para esta aplicación la característica de tamaño, en su _____ central, y especificada a _____ condición de material, se controla dentro de una zona de tolerancia definida por dos planos paralelos, los cuales están _____ al plano datum referido. La tolerancia crece conforme el tamaño de la ranura crece.
9. La condición resultante de la pregunta 8 se refiere a la _____ y debe ser considerada en los acumulamientos de tolerancia
10. El eje de un perno puede especificarse como perpendicular a un plano datum. La forma de la zona de tolerancia es _____

11. De la pregunta 10, puede ganarse tolerancia de perpendicularidad adicional, especificando un símbolo _____ después de la tolerancia geométrica.

12. Una zona de tolerancia de _____ se establece por dos planos paralelos orientados en cualquier ángulo básico especificado, diferente a 90°, con respecto a un plano o eje datum. El ángulo especificado debe ser una dimensión _____ y debe estar medido desde el _____ de referencia.

13. Dado el siguiente dibujo, anexa un marco de control de característica para especificar una tolerancia de angularidad de 0.2 (RFS) relativa a la característica datum A. Indica la dimensión básica.



Esboza la zona de tolerancia en el dibujo y descríbela.

14. En el dibujo anterior, la tolerancia de angularidad puede modificarse para ganar tolerancia adicional SI _____ NO _____
 Explica tu respuesta

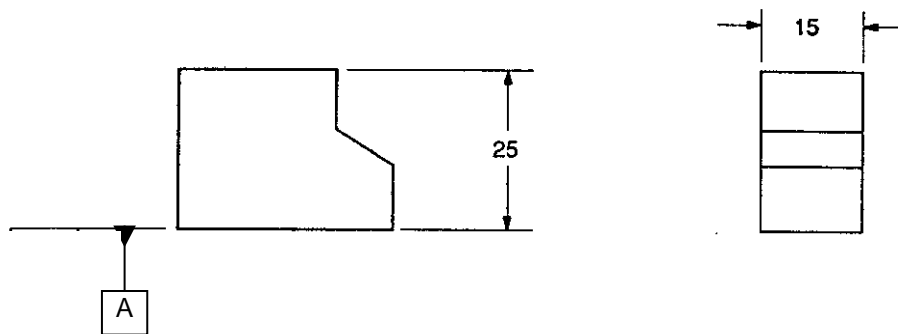
15. Una zona de tolerancia de _____ es la distancia entre dos planos paralelos, los cuales son también paralelos a un datum.

16. El paralelismo puede aplicarse al eje de dos o más características cuando se desea una relación de paralelismo entre las características.

SI _____ NO _____

17. Dado el siguiente dibujo, anexa un marco de control de característica para especificar una tolerancia de paralelismo de 0.10 a la superficie superior, relativa a la característica datum A. ¿Se requiere una dimensión básica?

SI _____ NO _____



18. En el dibujo anterior, ¿está controlada sólo la orientación y forma en la característica datum A _____?, ¿o sólo la orientación y forma de la superficie superior _____?, ¿o la orientación y forma en ambas superficies _____?

19. Para el dibujo de la pregunta 17, ¿podría la tolerancia de paralelismo haberse especificado para controlar individualmente elementos de línea en la superficie tope? SI _____ NO _____

Si es así, dibuja un marco de control de característica para especificarla.

TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN

INTRODUCCIÓN

PROPOSITO


El propósito de esta sección es definir los principios y métodos para tolerado de localización


APLICACIÓN

La tolerancia de localización incluye posición, concentricidad y simetría y controla lo siguiente:

- Distancia entre centros entre características tales como orificios, pernos, ranuras y muescas.
- Localización de características (como las anteriores) como grupo, con respecto a características datum.
- Coaxialidad/concentricidad de características de tamaño cilíndricas.
- Simetría de características de tamaño prismáticas.

*  Posición (también aplicable para control de simetría y coaxialidad)

*  Concentricidad (este símbolo deja de usarse a partir de la versión 2018)

*  Simetría (este símbolo deja de usarse a partir de la versión 2018)

POSICIÓN

DEFINICIÓN

Es una condición que define:

- Una zona dentro de la cual el centro, eje o plano central de una característica de tamaño le es permitido variar con respecto a su posición verdadera (teóricamente exacta).
- Una frontera, llamada condición virtual (cuando se especifica en base a \textcircled{M} o \textcircled{L}), localizada en la posición verdadera, la cual no puede ser violada por la superficie de la característica de tamaño considerada.

La posición verdadera queda definida mediante dimensiones básicas entre las características controladas en posición y los datum relacionados.

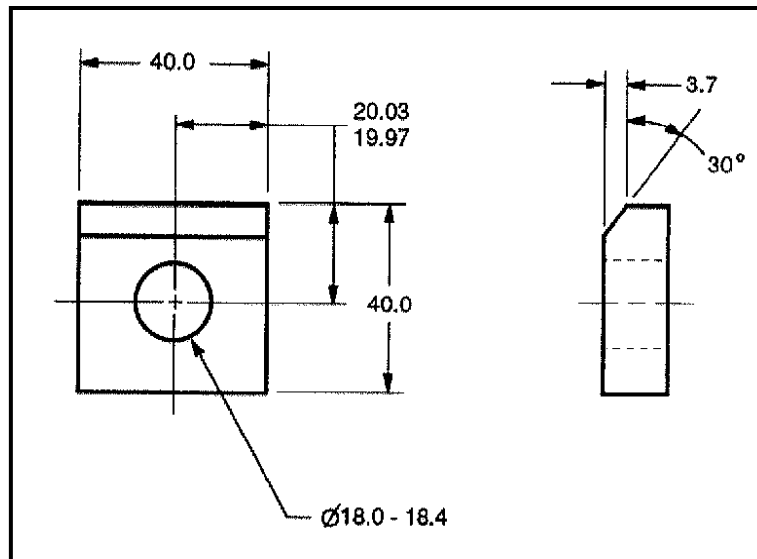
\textcircled{M} o \textcircled{L} debe ser especificado en el marco de control de la característica con respecto a tolerancias individuales, o datum de referencia, o ambas situaciones, cuando sea requerido de acuerdo a la regla # 2 de GD&T.

REQUERIMIENTOS

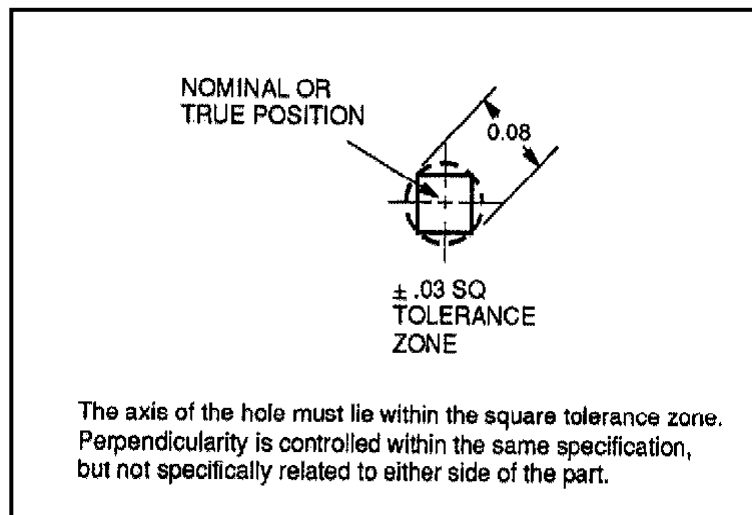
Los símbolos \textcircled{M} o \textcircled{L} deben especificarse en el marco de control de la característica con respecto a las tolerancias geométricas, o con respecto a los datum de referencia, o ambas situaciones, cuando sea requerido de acuerdo a la regla # 2 de GD&T.

ESPECIFICACIÓN DE POSICIÓN PARA UN ORIFICIO – METODO DE TOLERANCIA Y DIMENSIONAMIENTO POR COORDENADAS

ESTO EN EL DIBUJO

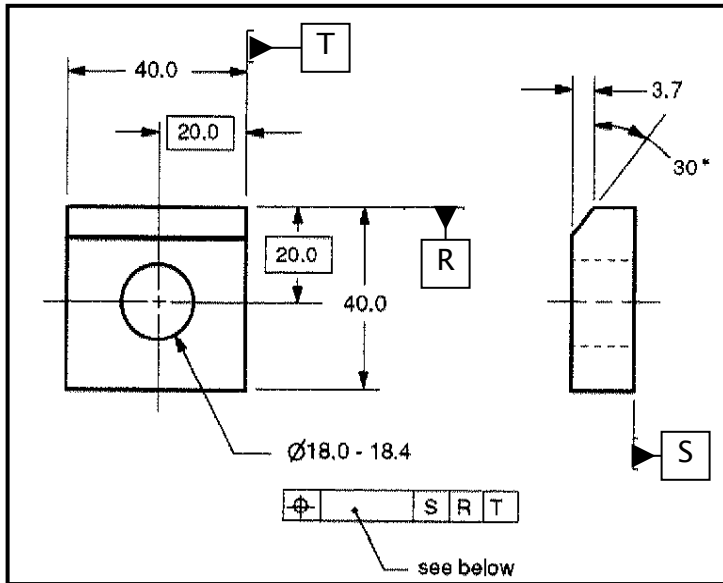


SIGNIFICA ESTO



ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO - MÉTODO TOLERADO Y DIMENSIONADO GEOMÉTRICO

ESTO EN EL DIBUJO



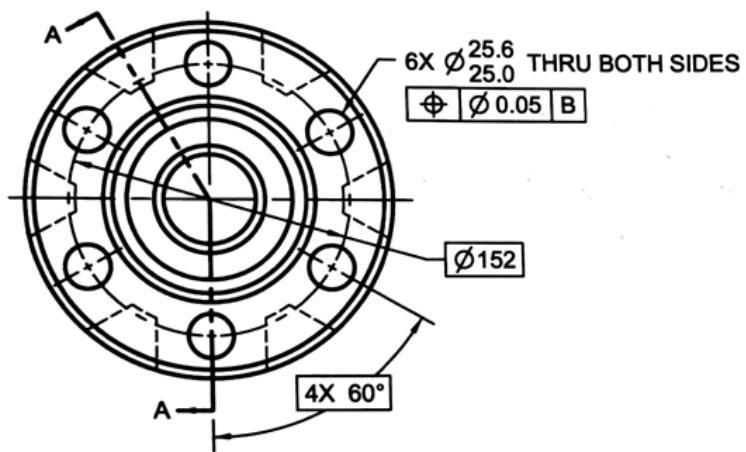
SIGNIFICA ESTO

ACTUAL SIZE	CYLINDRICAL TOLERANCE ZONE		
	(a) $\varnothing 0.08 (M)$	(b) $\varnothing 0.08 (L)$	(c) $\varnothing 0.08$
MMC $\varnothing 18.0$	$\varnothing 0.08$	$\varnothing 0.48$	$\varnothing 0.08$
18.1	0.18	0.38	0.08
18.2	0.28	0.28	0.08
18.3	0.38	0.18	0.08
LMC 18.4	0.48	0.08	0.08

The axis of the hole must lie within the cylindrical tolerance zone. Perpendicularity is controlled within the same specification and related to datum S.

La característica de tamaño debe ser verificada primero.

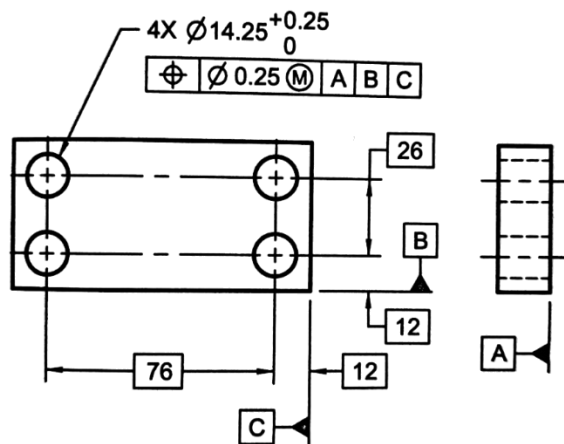
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO – RFS



Tamaño del agujero	BONUS	Tolerancia de posición
MMC 25.00	0.00	0.05
25.10	0.00	0.05
25.20	0.00	0.05
25.30	0.00	0.05
25.40	0.00	0.05
25.50	0.00	0.05
LMC 25.60	0.00	0.05

La tolerancia de posición de los ejes de los agujeros define una zona de forma cilíndrica de diámetro 0.05 sin importar el tamaño de la característica - RFS

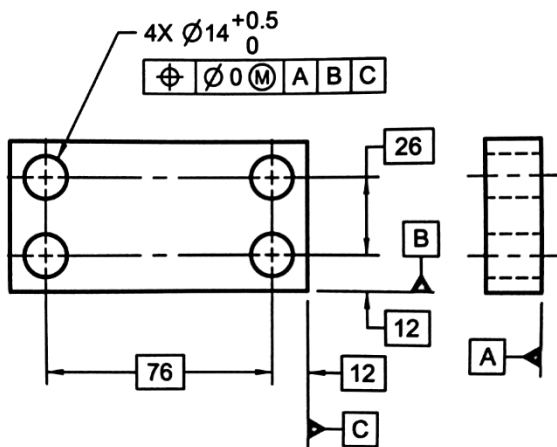
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO - MMC



Tamaño del agujero	BONUS	CONDICION VIRTUAL	Tolerancia de posición
MMC 14.25	0.00	14.00	0.25
14.30	0.05	14.00	0.30
14.35	0.10	14.00	0.35
14.40	0.15	14.00	0.40
14.45	0.20	14.00	0.45
LMC 14.50	0.25	14.00	0.50

Cuando se especifica tolerancia de posición en MMC, la tolerancia de posición especificada aplica sólo cuando la característica se ha fabricado en su condición de máximo material. La tolerancia de posición tendrá un “bonus” conforme el tamaño de la característica real se aleja de la condición MMC.

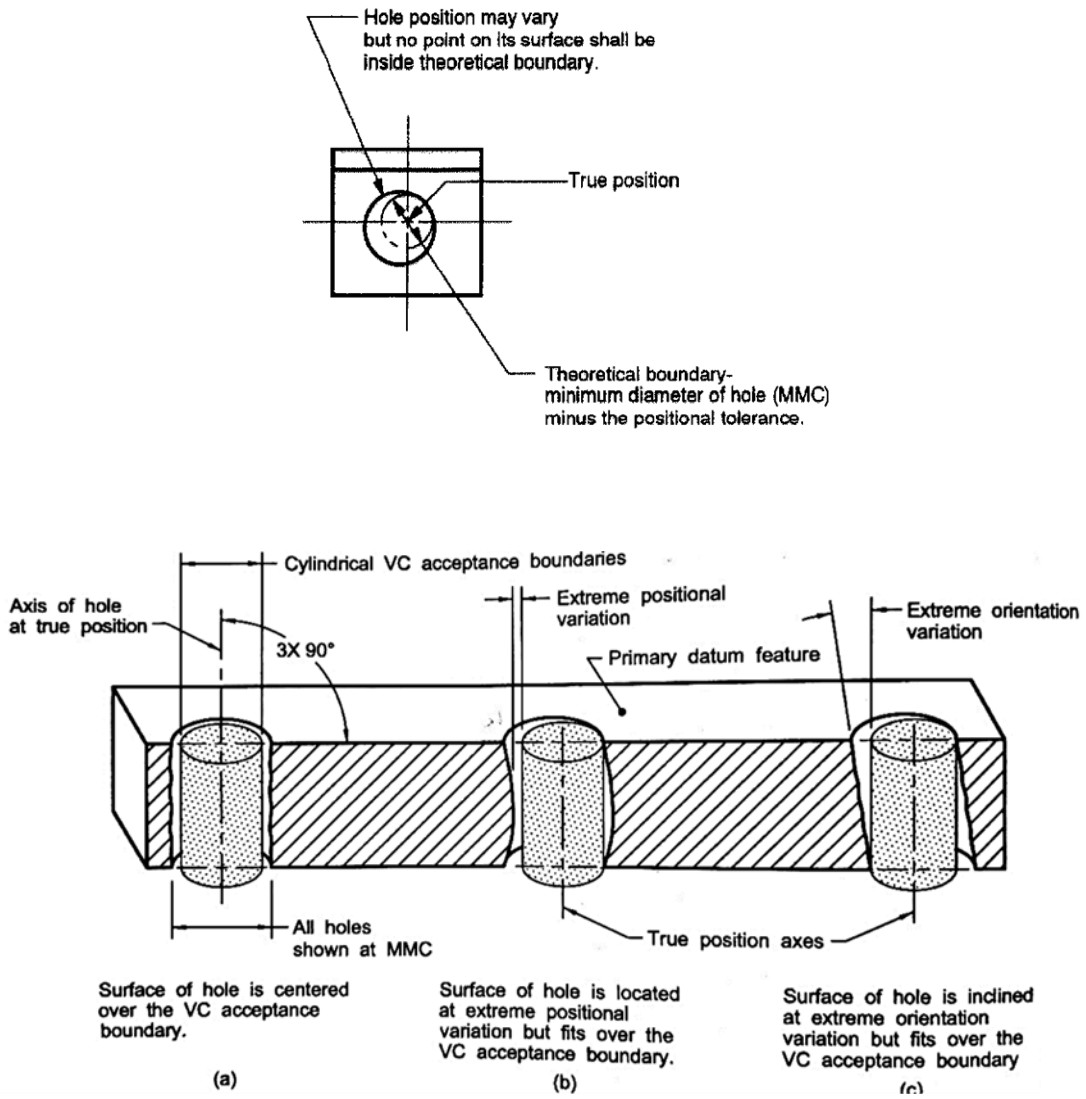
ESPECIFICANDO POSICIÓN CON TOLERANCIA CERO PARA UN ORIFICIO – MMC



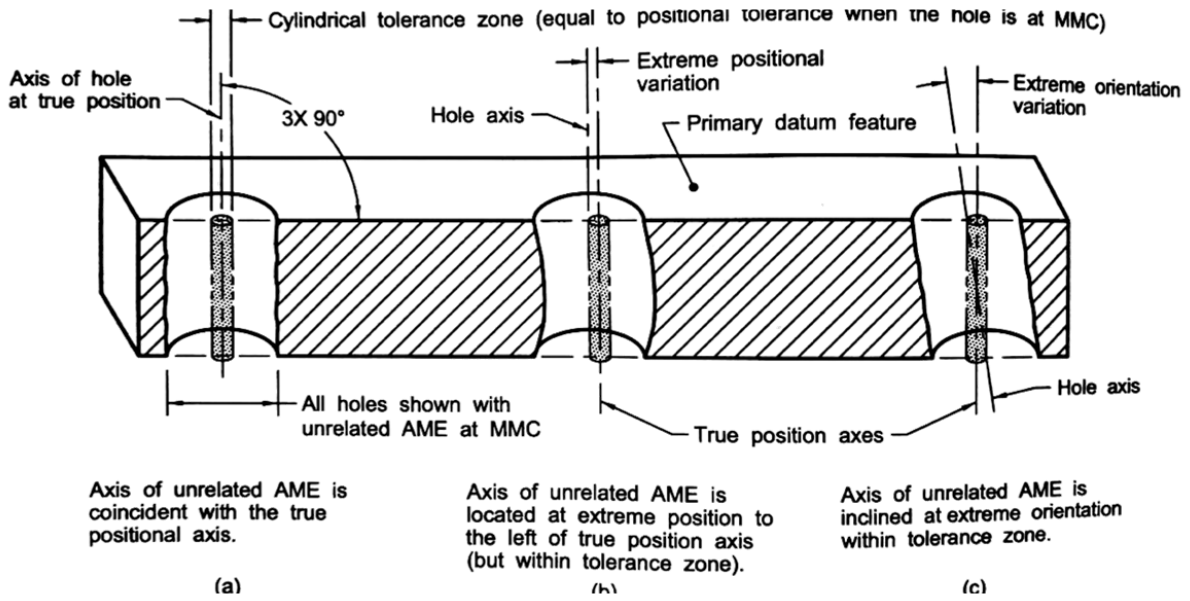
Tamaño del agujero	BONUS	CONDICION VIRTUAL	Tolerancia de posición
MMC 14.00	0.00	14.00	0.00
14.10	0.10	14.00	0.10
14.20	0.20	14.00	0.20
14.25	0.25	14.00	0.25
14,30	0.30	14.00	0.30
14.40	0.40	14.00	0.40
LMC 14.50	0.50	14.00	0.50

Cuando se especifica tolerancia de posición CERO en MMC, se le permite crecer a la tolerancia de tamaño, brindando menor costo de fabricación y asegurando la función de ensamble para un mayor rango de tamaños. La tolerancia de posición tendrá un “bonus” conforme el tamaño de la característica real se aleja de la condición MMC.

ESPECIFICANDO POSICIÓN – MMC ANÁLISIS POR EL METODO DE SUPERFICIE

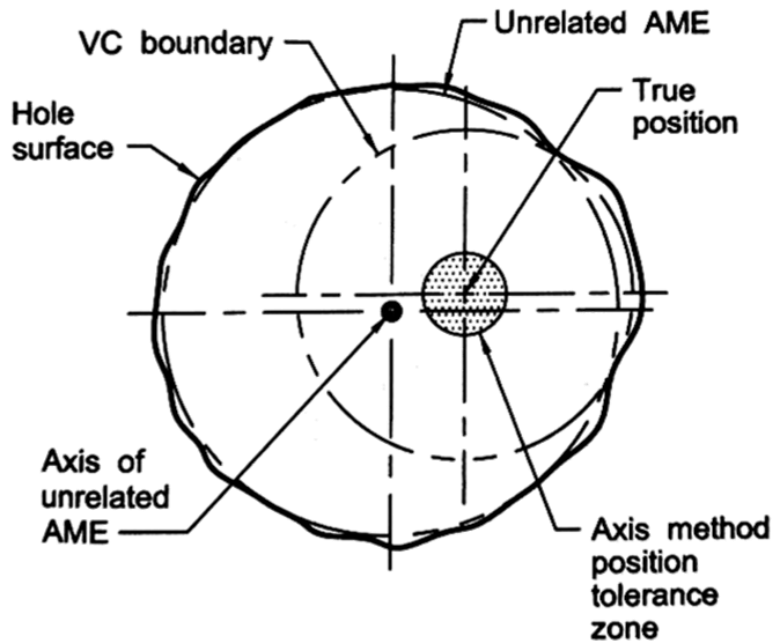


ESPECIFICANDO POSICIÓN – MMC ANÁLISIS POR EL METODO DEL EJE O PLANO CENTRAL



Cuando se especifica tolerancia de posición en MMC, el eje o plano central debe estar dentro de la zona de tolerancia de posición correspondiente.

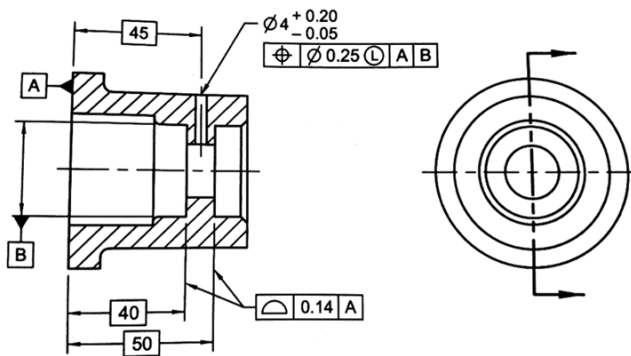
ESPECIFICANDO POSICIÓN – MMC ANÁLISIS POR EL METODO DEL EJE O PLANO CENTRAL



If size requirements are met and the VC condition is not violated, the feature is acceptable even if the axis of the unrelated AME is outside the positional tolerance zone.

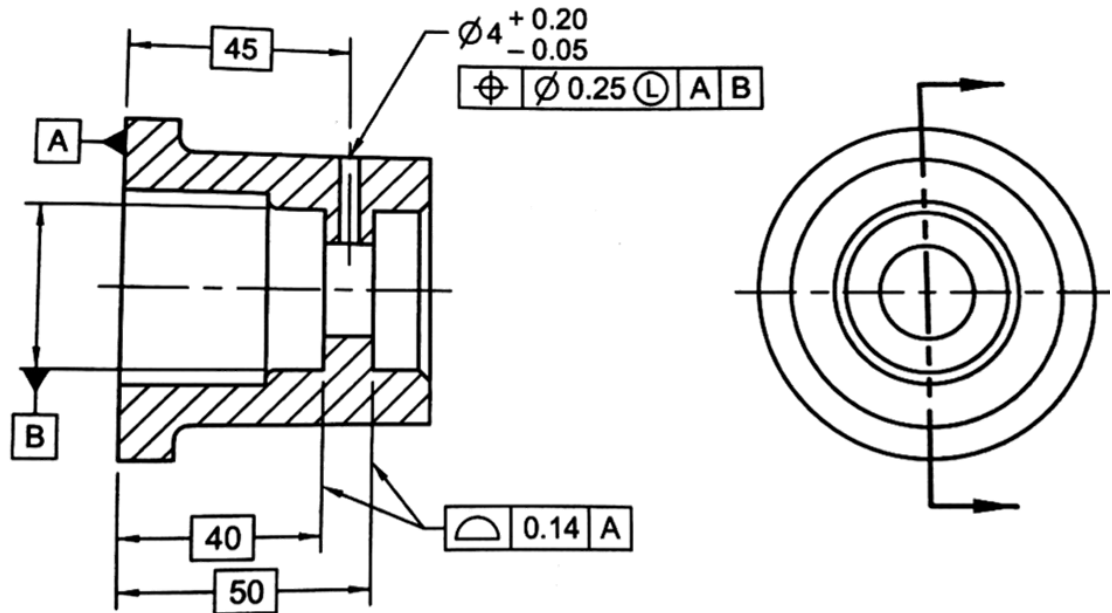
NOTA: EL MÉTODO DE SUPERFICIE PREVALECE SOBRE EL MÉTODO DEL EJE.

ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO - LMC



Tamaño del agujero	BONUS	CONDICION VIRTUAL	Tolerancia de posición
MMC 3.95	0.25	4.45	0.50
4.00	0.20	4.45	0.45
4.05	0.15	4.45	0.40
4.10	0.10	4.45	0.35
4.15	0.05	4.45	0.30
LMC 4.20	0.00	4.45	0.25

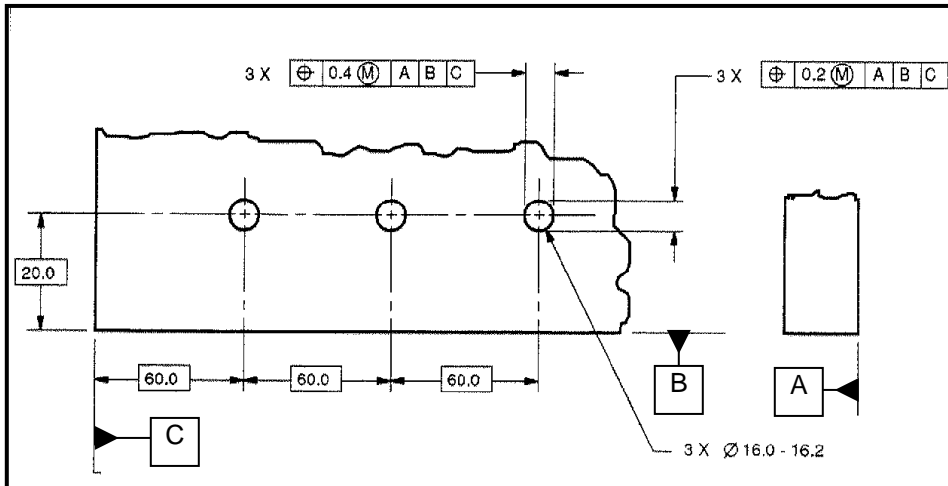
Cuando se especifica tolerancia de posición en LMC, la tolerancia de posición especificada aplica sólo cuando la característica se ha fabricado en su condición de mínimo material. La tolerancia de posición tendrá un “bonus” conforme el tamaño de la característica real se aleja de la condición LMC.

CARACTERISTICA DE TAMAÑO DATUM -RMB

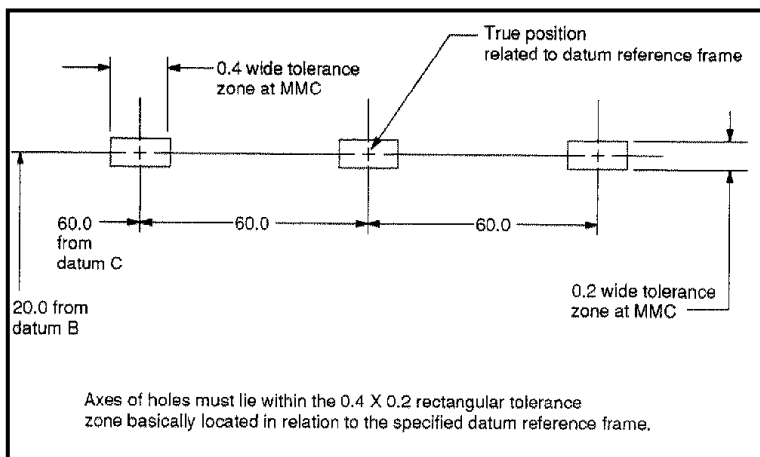
Cuando se especifica la condición RMB (sin modificador) para una característica de tamaño datum, el datum es el eje o el plano central de la característica, sin importar el tamaño real de la característica. Esto significa que la pieza NO tendrá ninguna traslación ni rotación en el eje o plano datum.

ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA TOLERANCIA BIDIRECCIONAL - MÉTODO DE COORDENADAS

ESTO EN EL DIBUJO



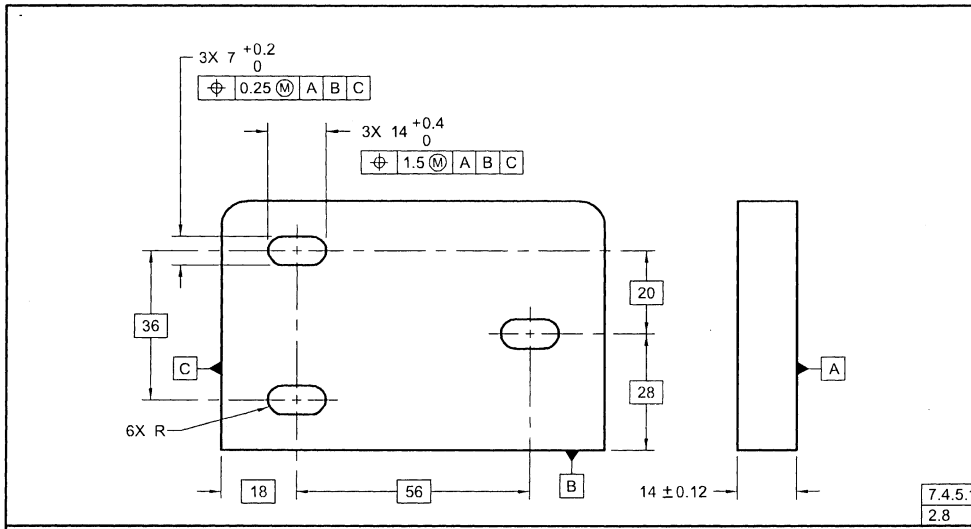
SIGNIFICA ESTO



La característica de tamaño debe ser verificada primero.

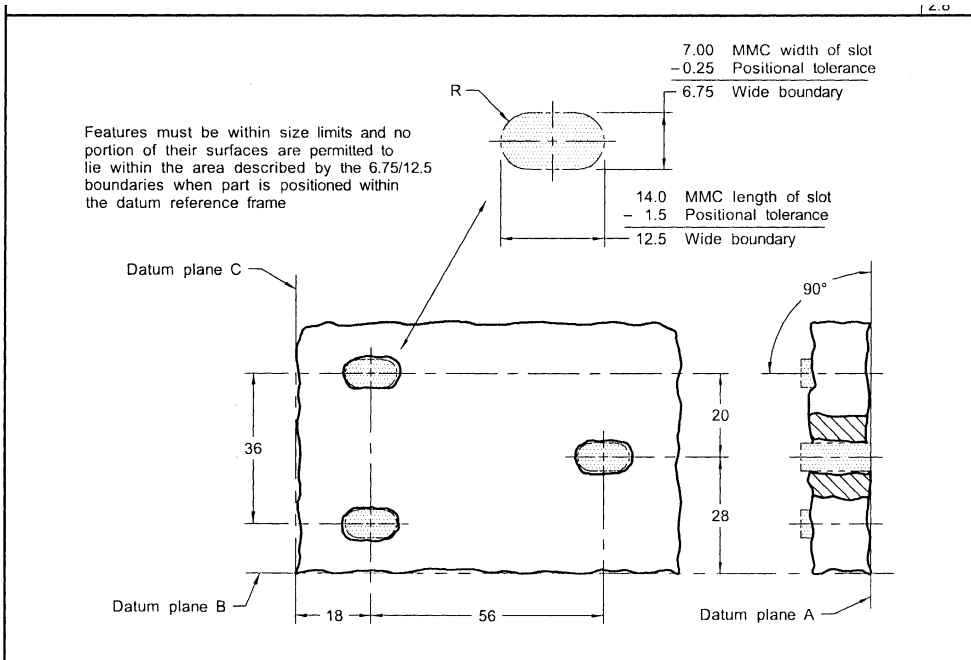
**ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA ORIFICIOS ALARGADOS-
MÉTODO DE FRONTERA**

ESTO EN EL DIBUJO



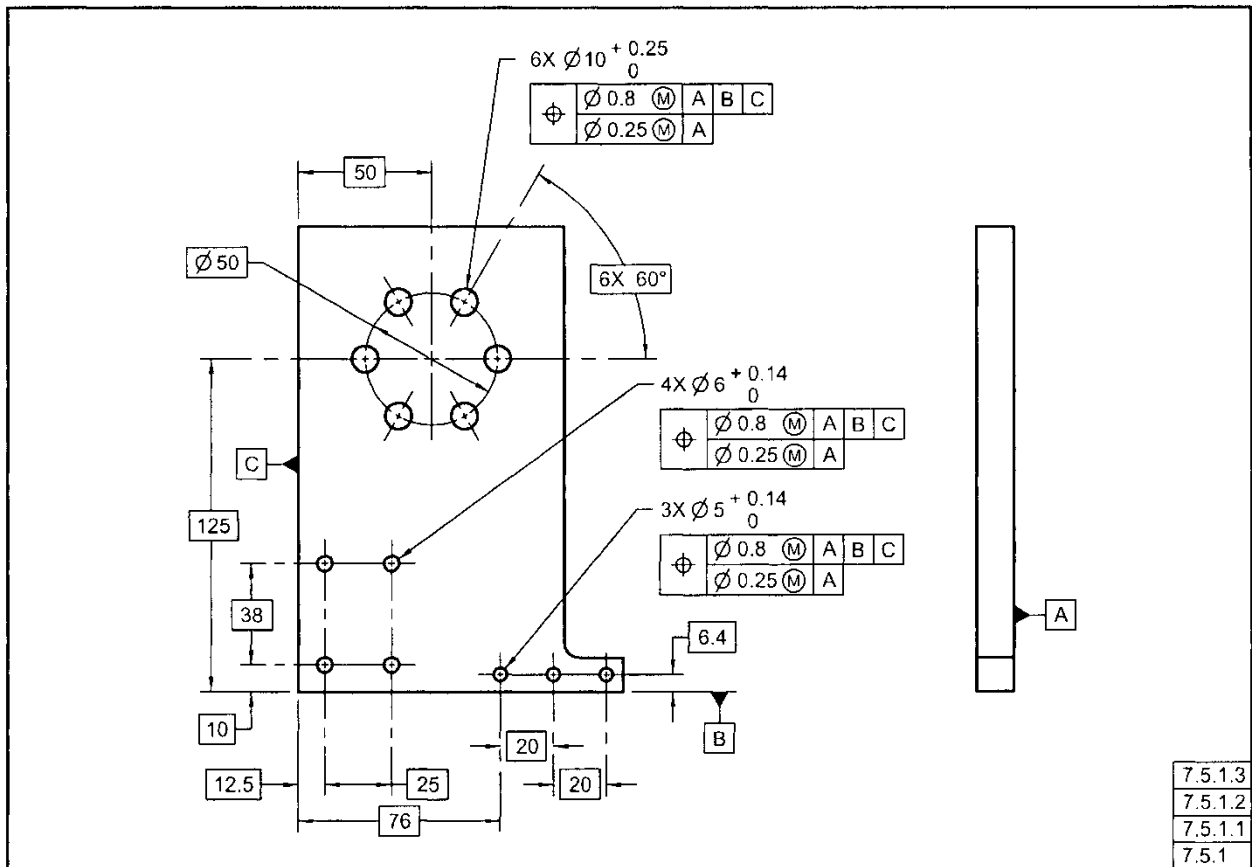
La característica de tamaño debe verificarse primero

SIGNIFICA ESTO



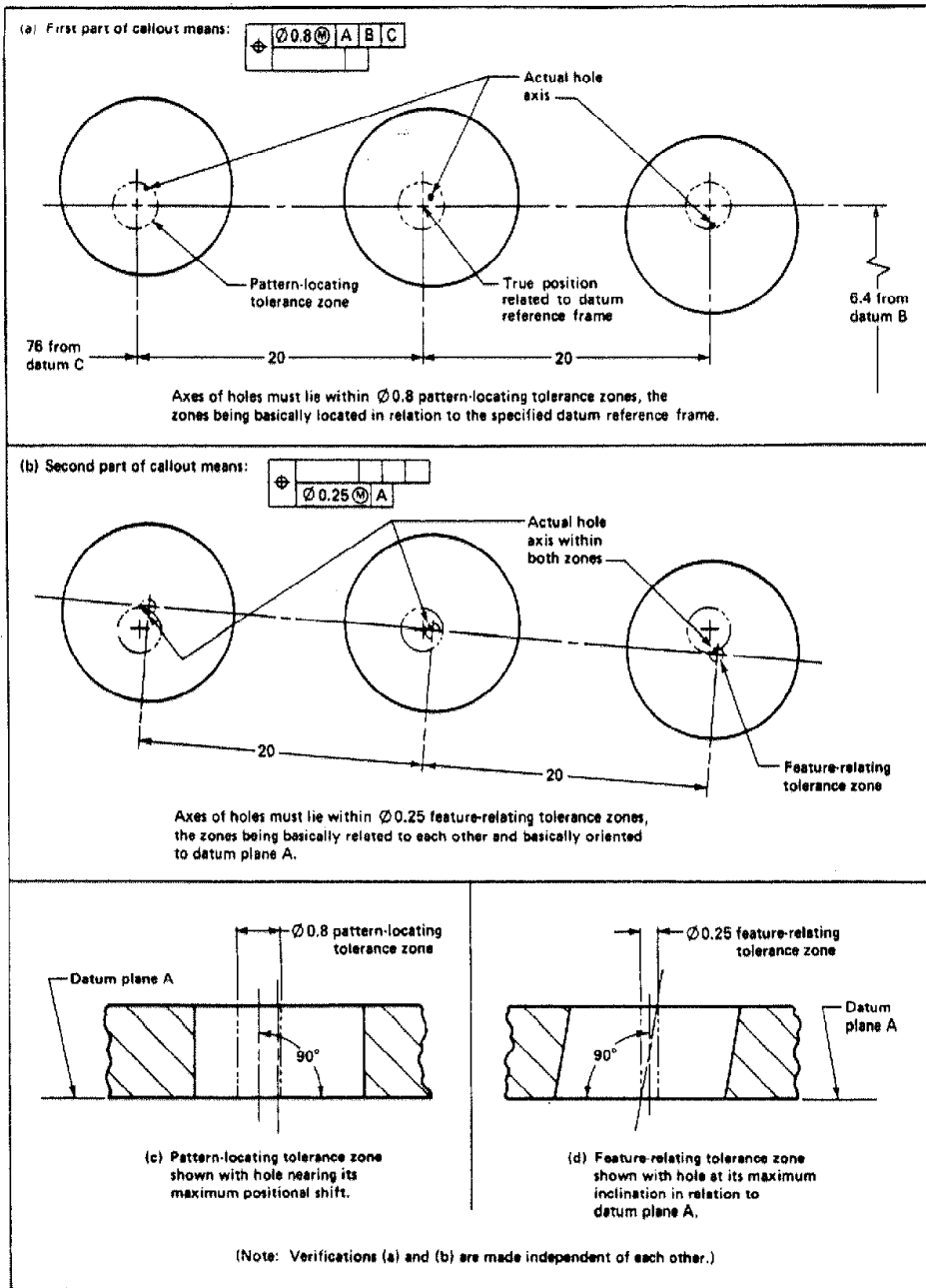
**ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA UNA PLANTILLA DE ORIFICIOS
POR TOLERANCIA POSICIONAL COMPUESTA**

ESTO EN EL DIBUJO



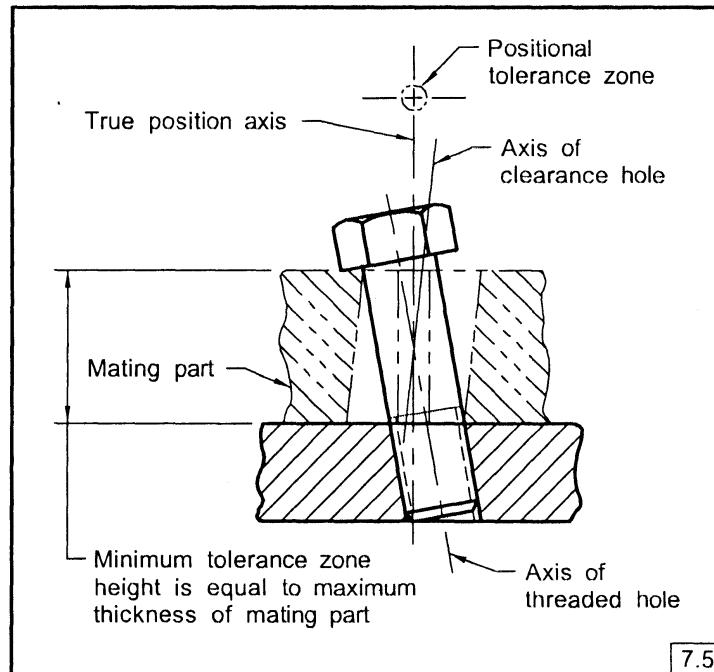
**ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA UNA PLANTILLA DE ORIFICIOS
POR TOLERANCIA POSICIONAL COMPUESTA.**

SIGNIFICA ESTO



La característica de tamaño debe ser verificada primero

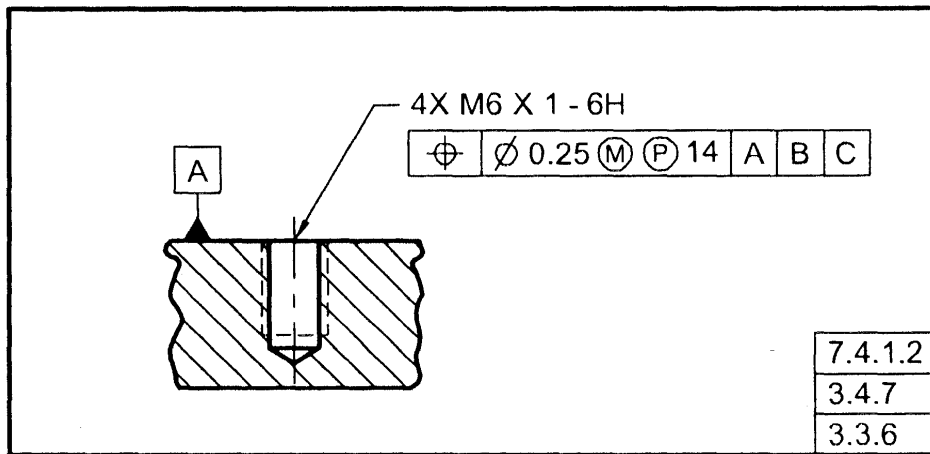
ESPECIFICANDO POSICIÓN - ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA



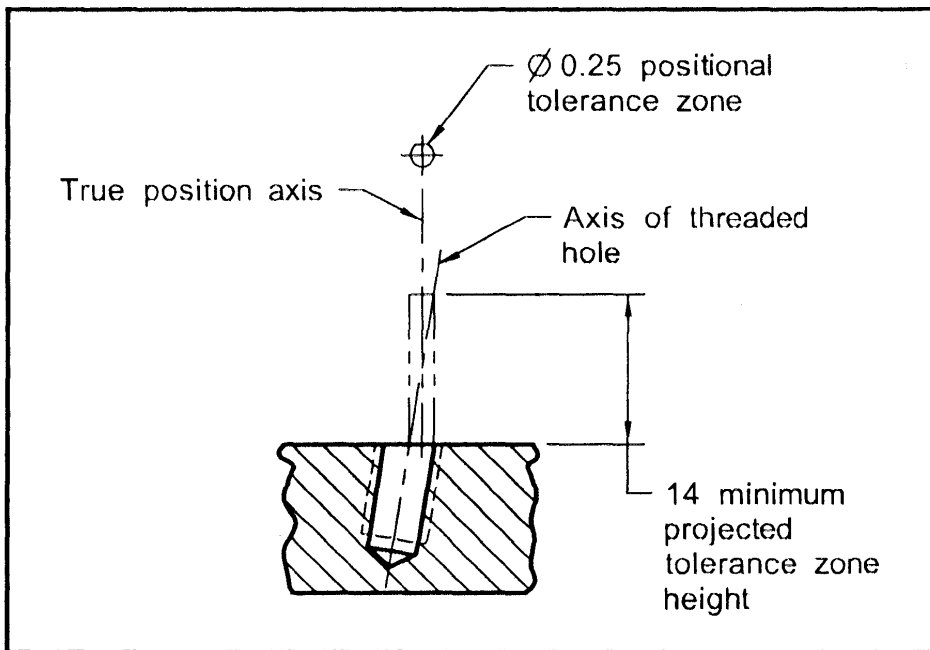
La zona de tolerancia proyectada puede ser usada cuando la variación en la perpendicularidad del agujero roscado o con ajuste a presión, puede causar que el tornillo interfiera con la parte ensamblada

ESPECIFICANDO POSICIÓN - ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA

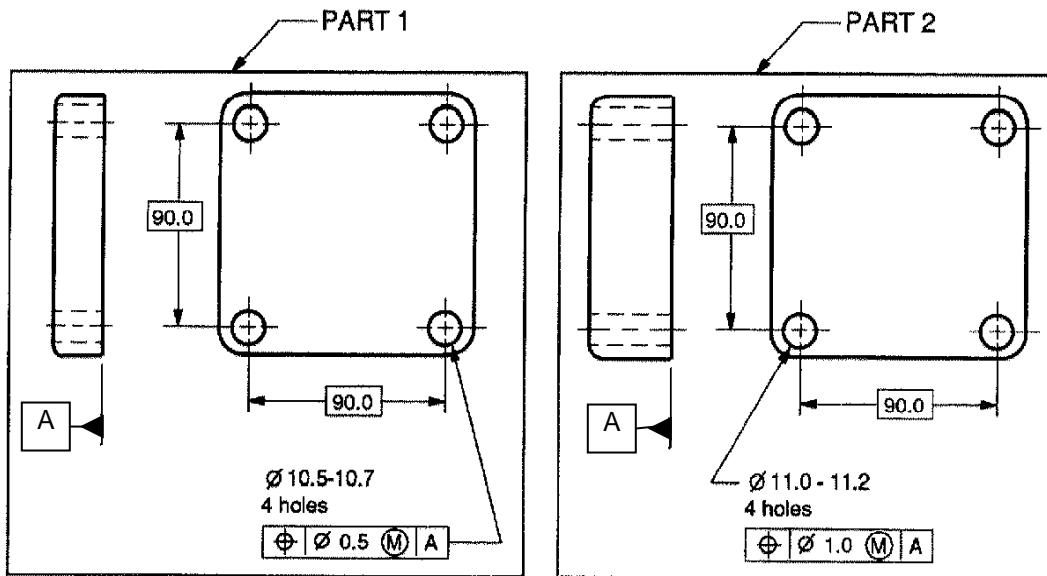
ESTO EN EL DIBUJO



SIGNIFICA ESTO



ESPECIFICANDO POSICIÓN - CALCULO DE LA TOLERANCIA DE UN TORNILLO FLOTANTE



Use la formula $T = H - F$ para cada parte

donde:

T = Diámetro de tolerancia de posición

H = Diámetro de mínimo tamaño del agujero (limite MMC)

F = Diámetro máximo del tornillo (limite MMC)

EJEMPLO

Las partes 1 y 2 se ensamblan juntas con tornillos de 10mm

PARTE 1

$$T1 = H1 - F1$$

$$= 10.5 - 10$$

$$T1 = 0.5$$

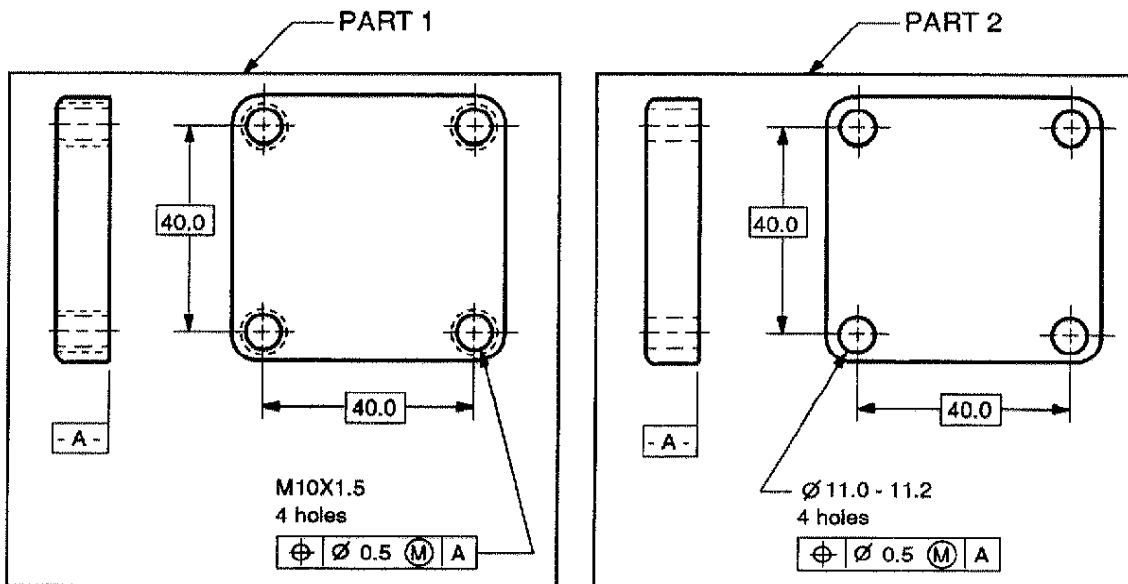
PARTE 2

$$T2 = H2 - F2$$

$$= 11.0 - 10.0$$

$$T2 = 1.0$$

ESPECIFICANDO POSICIÓN - CALCULO DE LA TOLERANCIA DE UN TORNILLO FIJO



Use la fórmula $T = H - F$ para la parte que tenga agujero sin rosca, se calcula la holgura entre el agujero y el tornillo.

donde:

T = Diámetro de la tolerancia de posición

H = Diámetro mínimo de diámetro del agujero (límite MMC)

F = Diámetro máximo del tornillo (límite MMC)

EJEMPLO

Las partes 1 y 2 se ensamblan juntas con tornillos de 10mm

PARTE 2

$$T_2 = H_2 - F_2$$

$$= 11.0 - 10.0$$

$$T_2 = 1.0$$

$T_2 = 1.0$; Es el total de la tolerancia de posición disponible para este ensamble

La tolerancia total debe ser dividida entre las dos partes en forma proporcional o igual o en cantidades diferentes.

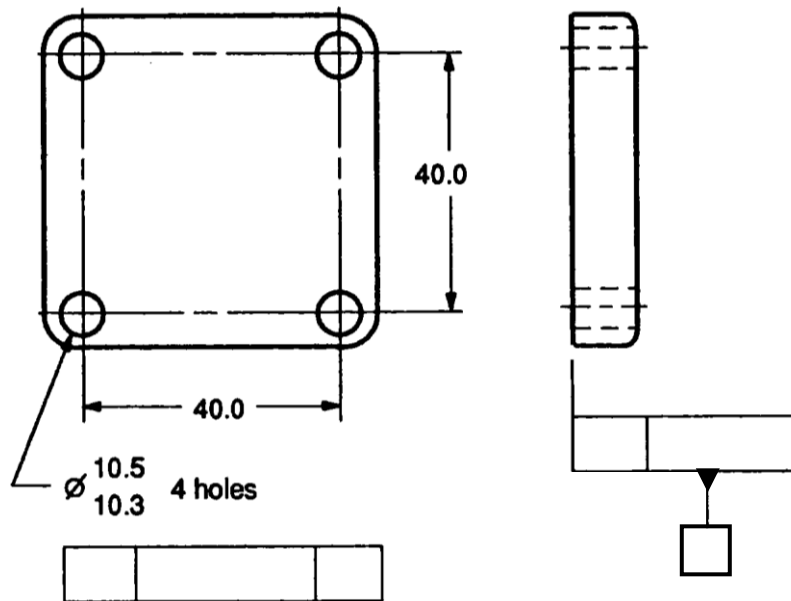
CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE TOLERANCIAS USANDO TOLERANCIAS DE POSICIÓN-MMC

<p>Drawing</p>	<p>STEP 1 Draw the cartoon gage</p>																																																
<p>STEP 2 Show the part in the gage</p>																																																	
<p style="text-align: center;">Holes apart</p>	<p style="text-align: center;">Holes together</p>																																																
<p>STEPS 3 & 4 Label start and end points; show the stack path</p>																																																	
<p>STEP 5 Calculate the answer</p>																																																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10px;">A</td> <td style="width: 10px;">-</td> <td style="width: 10px;">5.0</td> <td>Gage pin radius</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>+</td> <td>10.0</td> <td>Gage pin location</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>-</td> <td>1.6</td> <td>Gage pin radius</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="border-top: 1px solid black;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>+</td> <td>3.4</td> <td>Max distance X</td> </tr> </table>	A	-	5.0	Gage pin radius	B	+	10.0	Gage pin location	C	-	1.6	Gage pin radius						+	3.4	Max distance X	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10px;">A</td> <td style="width: 10px;">-</td> <td style="width: 10px;">10.4</td> <td>LMC hole dia.</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>+</td> <td>5.0</td> <td>Gage pin radius</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>+</td> <td>10.0</td> <td>Gage pin location</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>+</td> <td>1.6</td> <td>Gage pin radius</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>-</td> <td>3.6</td> <td>LMC hole dia.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="border-top: 1px solid black;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>+</td> <td>2.6</td> <td>Min distance X</td> </tr> </table>	A	-	10.4	LMC hole dia.	B	+	5.0	Gage pin radius	C	+	10.0	Gage pin location	D	+	1.6	Gage pin radius	E	-	3.6	LMC hole dia.						+	2.6	Min distance X
A	-	5.0	Gage pin radius																																														
B	+	10.0	Gage pin location																																														
C	-	1.6	Gage pin radius																																														
	+	3.4	Max distance X																																														
A	-	10.4	LMC hole dia.																																														
B	+	5.0	Gage pin radius																																														
C	+	10.0	Gage pin location																																														
D	+	1.6	Gage pin radius																																														
E	-	3.6	LMC hole dia.																																														
	+	2.6	Min distance X																																														

ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE – TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN

Instrucciones:

Especifica las tolerancias en el siguiente dibujo para lograr los requerimientos de diseño enlistados abajo



Requerimientos de diseño

La superficie de montaje debe ser plana dentro de 0.15, y debe ser identificada como característica datum A.

Los cuatro agujeros se posicionarán dentro de una tolerancia geométrica de $\varnothing 0.3$ RFS relativa a la superficie datum A. Especifica las dimensiones básicas.

PREGUNTAS

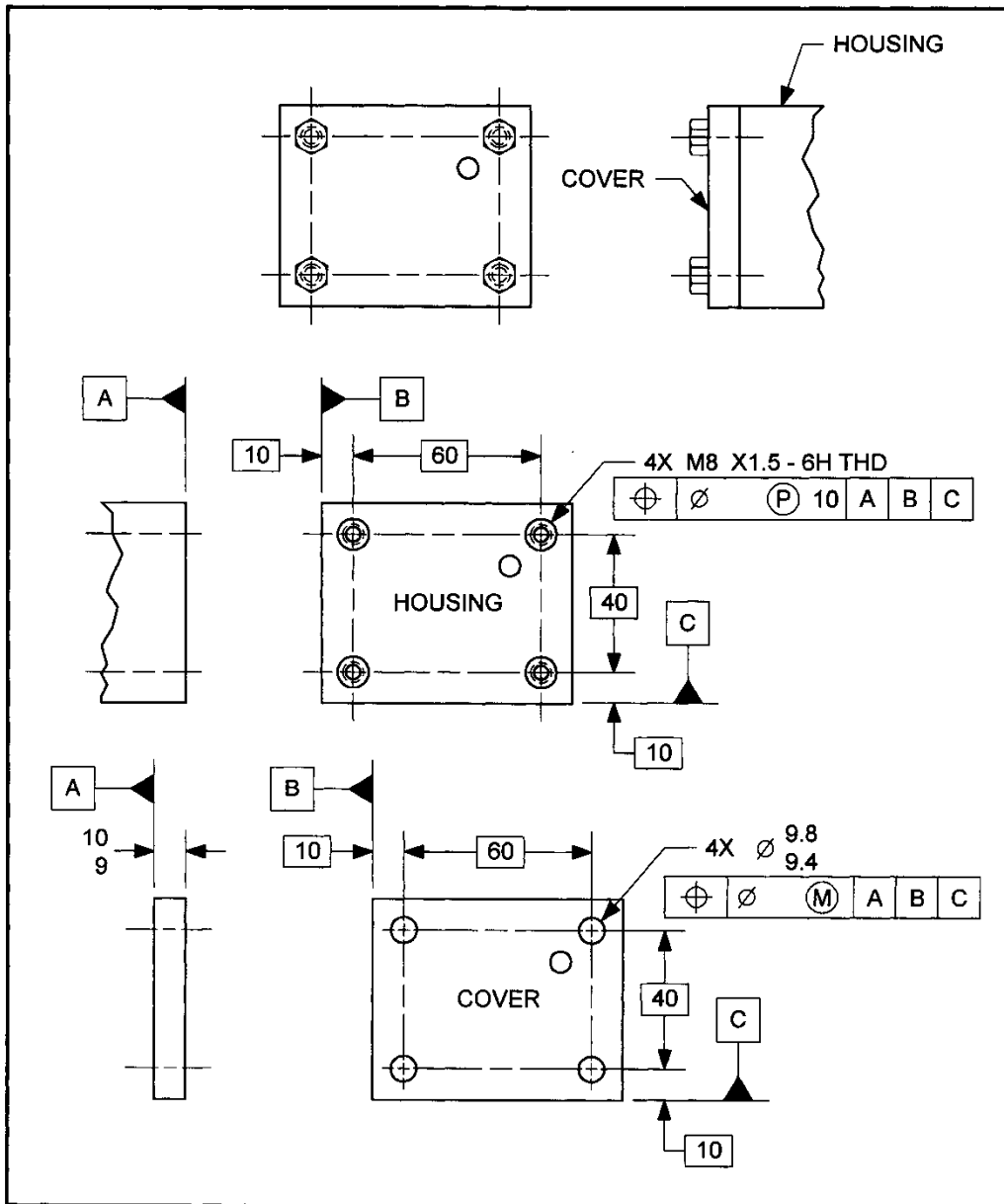
¿Se ha establecido una relación de perpendicularidad con la superficie?

SI _____ NO _____

¿Qué símbolo de condición de material podría usarse para permitir tolerancia geométrica adicional? _____

Instrucciones:

Especifica las tolerancias en los siguientes dibujos para lograr los requerimientos de diseño enlistados más abajo.



Requerimientos de diseño

Las dos partes deben ensamblarse juntas con tornillos de 8 mm.

La superficie de contacto de cada parte deberán ser planas dentro de 0.1. Ambas partes deberán tener la superficie identificada como característica datum A. Los cuatro agujeros en cada parte deberán ser posicionados con tolerancia geométrica igual, relativa a la característica datum A, característica datum B, y característica datum C, en esa secuencia. Un calibrador funcional se utilizará para verificar las posiciones de los agujeros para ambas partes.

PREGUNTAS:

Calcula las tolerancias de posición para cada parte.

La tolerancia de posición ¿es constante para cualquier tamaño del agujero de ensamble? SI _____ NO _____

Diseña un calibrador funcional para verificar la relación funcional entre los cuatro agujeros de la cubierta. Calcula el diámetro de los pins del calibrador y su altura.

Cuatro agujeros de la cubierta:

diámetro del pin _____ altura _____

PREGUNTA:

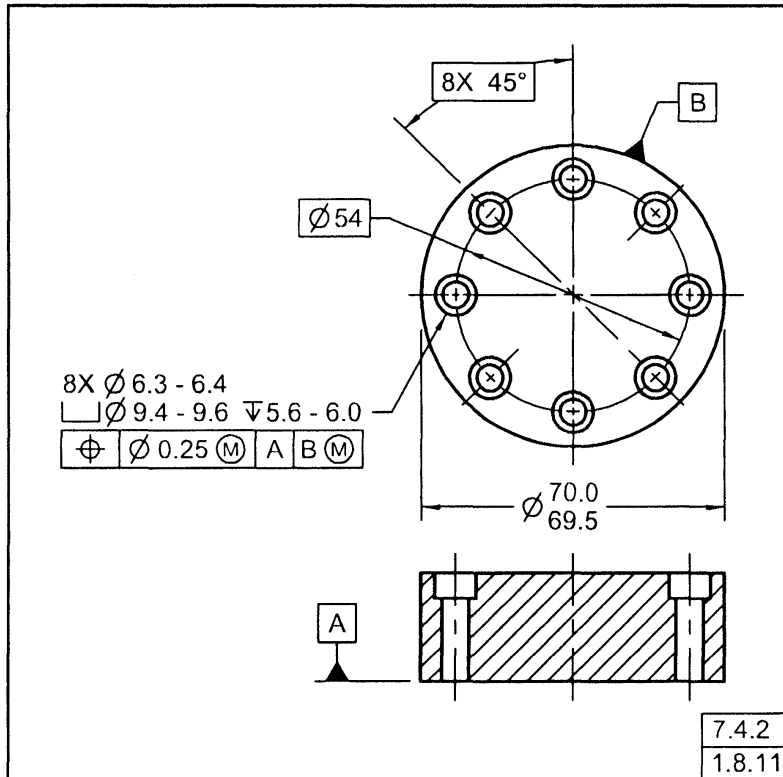
¿Se deben verificar primero los tamaños de los agujeros de la cubierta?

SI _____ NO _____

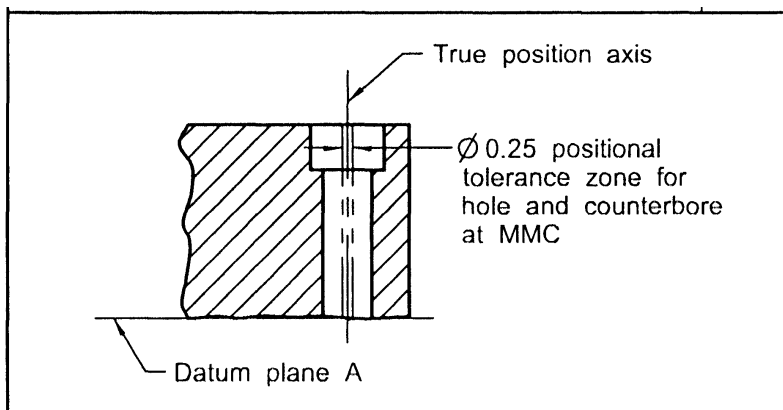
Explica tu respuesta:

ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA AGUJEROS CON CAJA - MISMA TOLERANCIA Y DATUMS DE REFERENCIA

ESTO EN EL DIBUJO



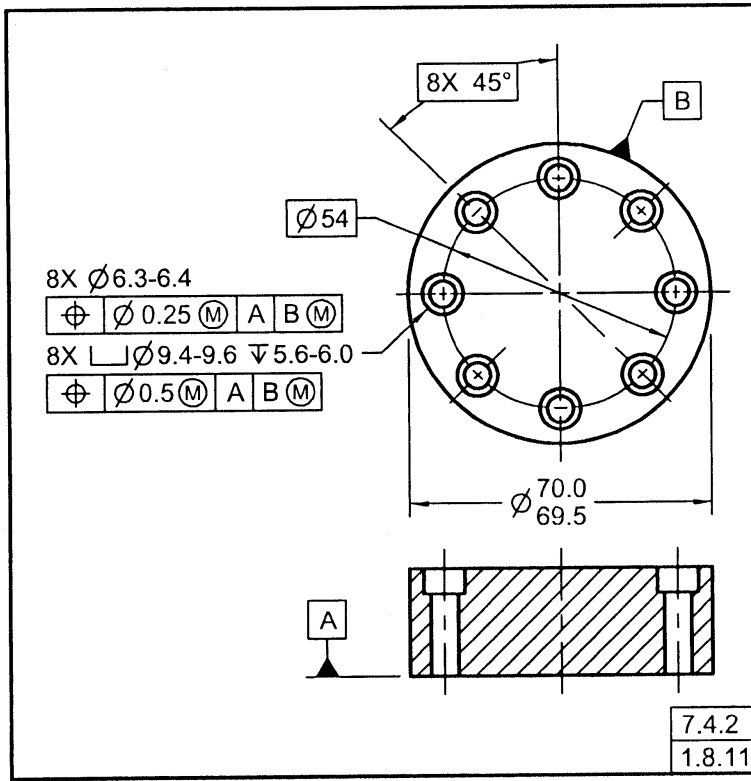
SIGNIFICA ESTO



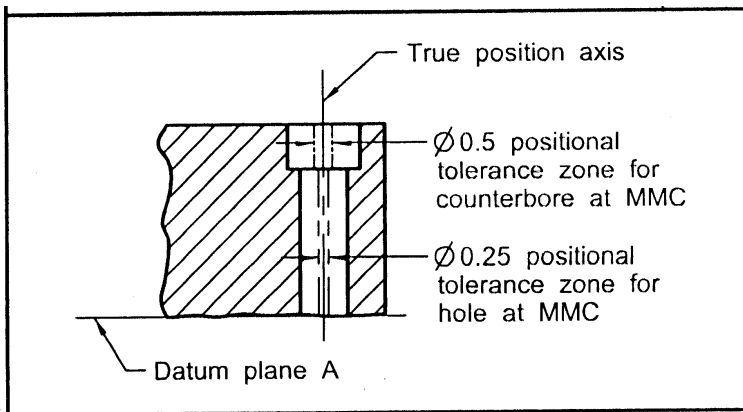
Las características de tamaño deben verificarse primero

**ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA AGUJEROS CON CAJA -
DIFERENTE TOLERANCIA, MISMOS DATUMS DE REFERENCIA**

ESTO EN EL DIBUJO



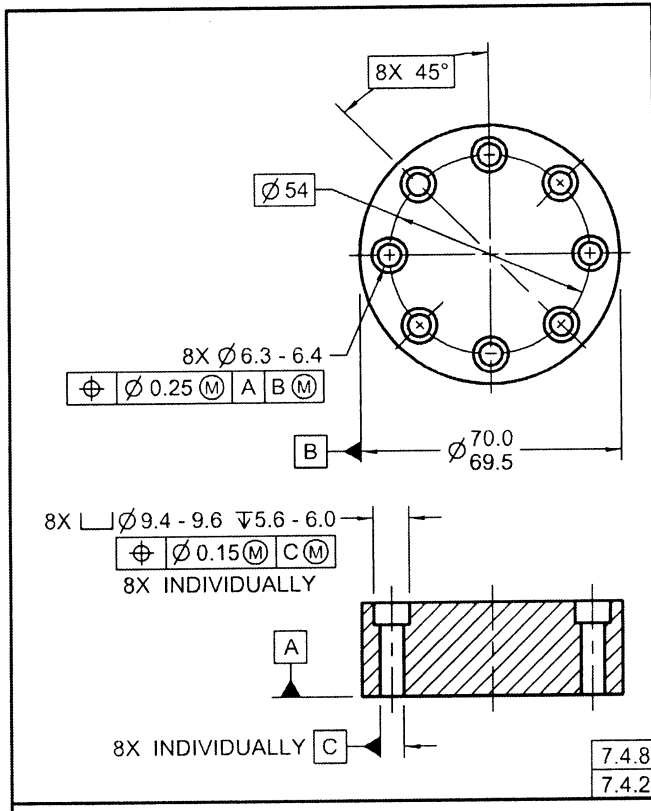
SIGNIFICA ESTO



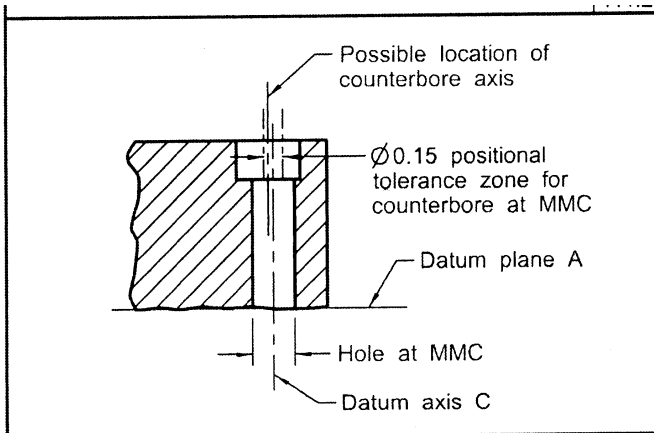
Las características de tamaño deben verificarse primero

**ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA AGUJEROS CON CAJA -
DIFERENTE TOLERANCIA Y DATUMS DE REFERENCIA**

ESTO EN EL DIBUJO



SIGNIFICA ESTO

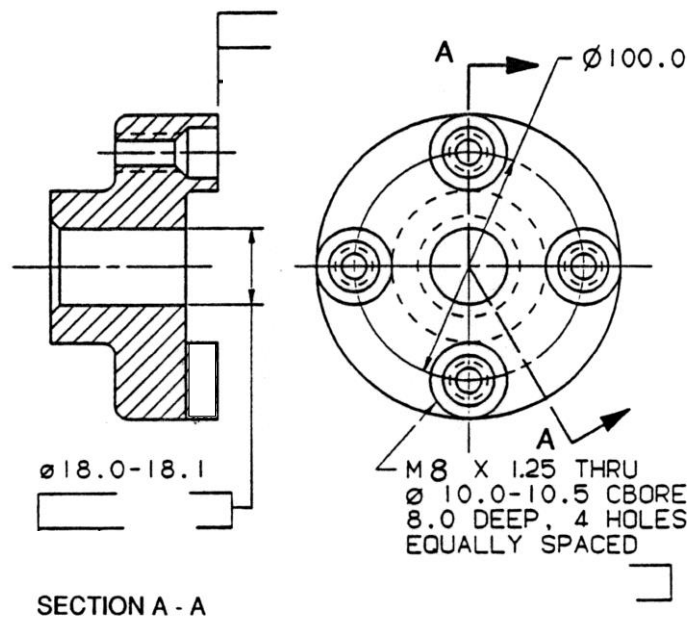


Las características de tamaño deben verificarse primero

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE – TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN

Instrucciones:

Especificar las tolerancias en el siguiente dibujo para lograr los requerimientos de diseño enlistados abajo:



Requerimientos de diseño:

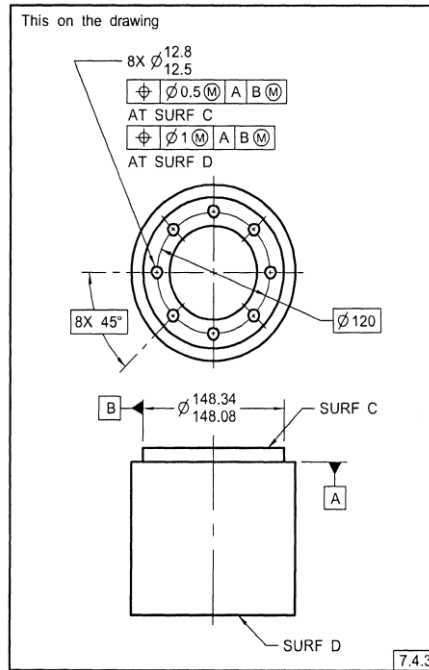
Las superficies en los cuatro mamelones deben ser planas en el mismo plano dentro de 0.08 y deben ser la característica datum A.

El agujero central es una característica datum B y debe ser perpendicular a la característica datum A dentro de una tolerancia geométrica a MMC de $\varnothing 0.01$

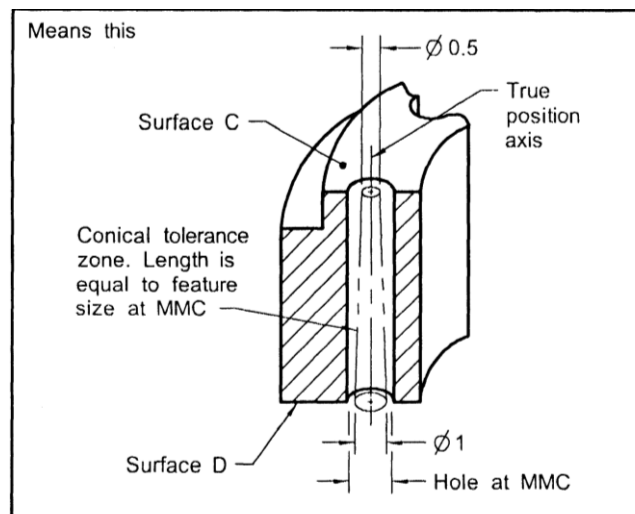
Los agujeros roscados con caja deben ser verificados simultáneamente mediante un calibrador funcional y deben estar posicionados dentro de una tolerancia geométrica a MMC de $\varnothing 0.3$, relativa a la característica datum A y característica datum B a MMB, en esa secuencia

**ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN AGUJEROS LARGO -
DIFERENTE TOLERANCIA EN CADA EXTREMO**

ESTO EN EL DIBUJO



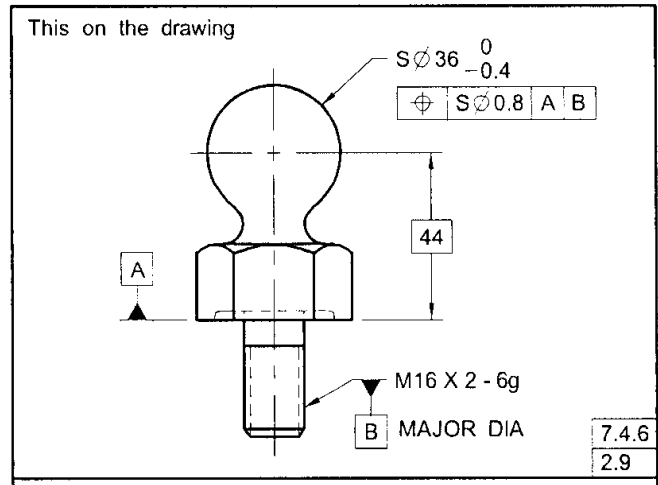
SIGNIFICA ESTO



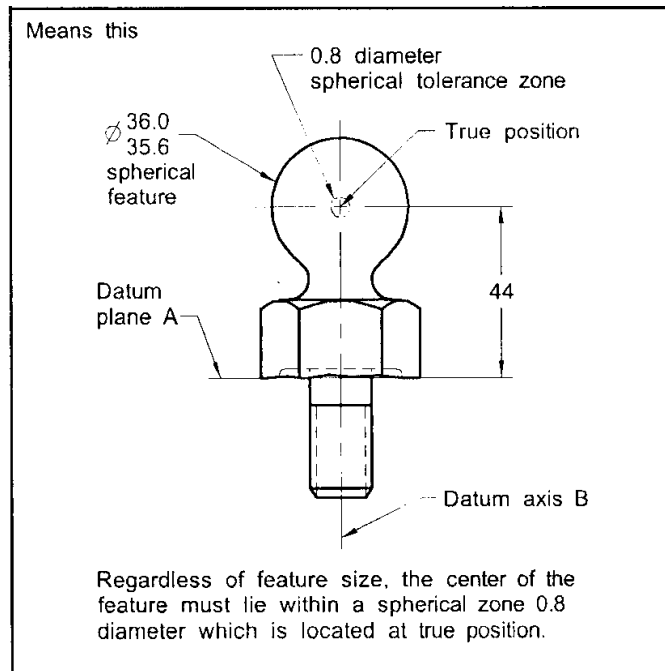
Las características de tamaño deben verificarse primero

ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA DISPOSITIVOS ESFÉRICOS

ESTO EN EL DIBUJO

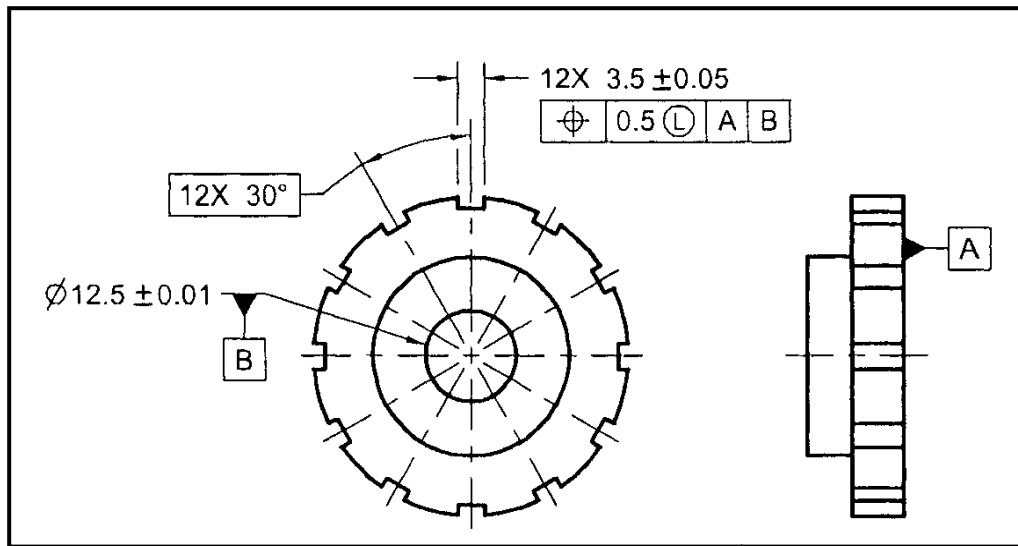


SIGNIFICA ESTO



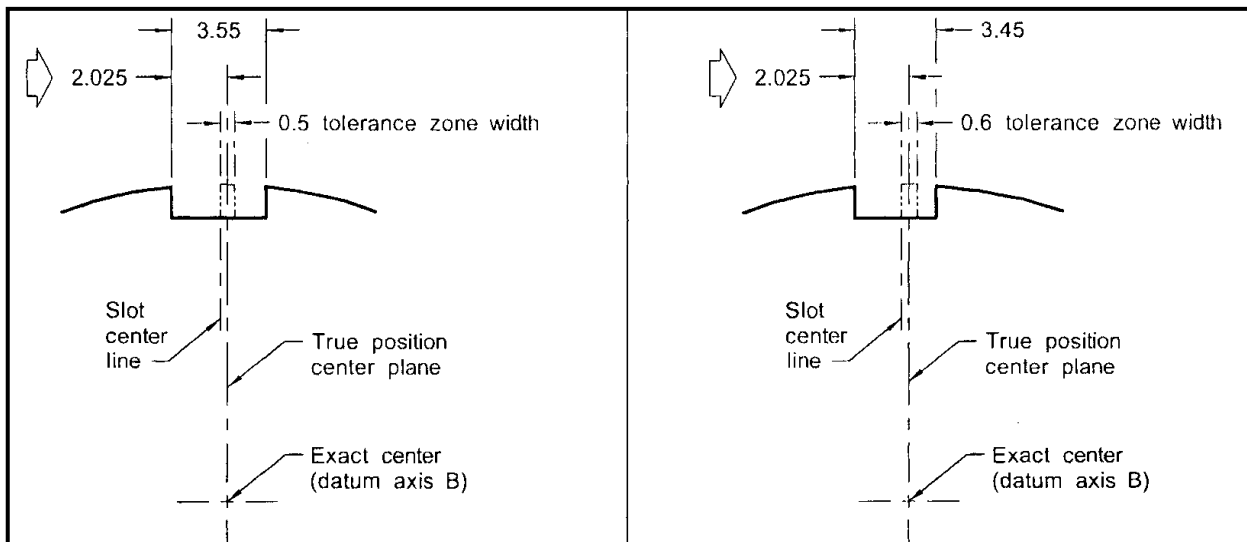
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UNA PLANTILLA CON RANURAS- LMC

ESTO EN EL DIBUJO



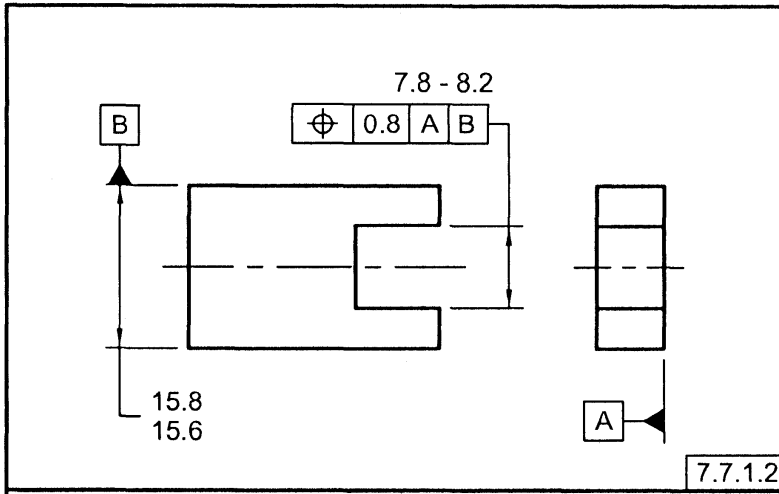
SIGNIFICA ESTO EN LMC

SIGNIFICA ESTO EN MMC

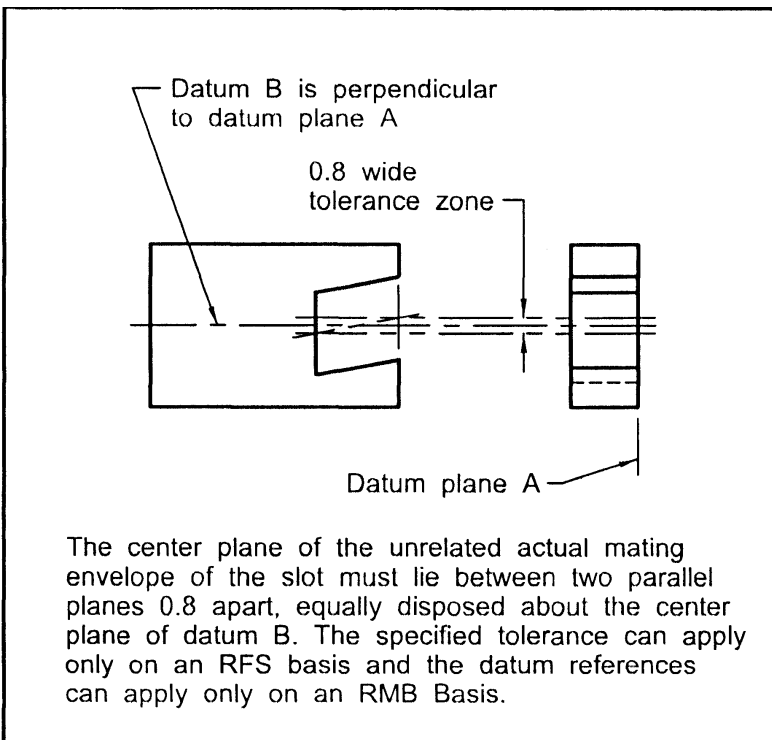


ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA CONTROL DE SIMETRÍA - RFS

ESTO EN EL DIBUJO



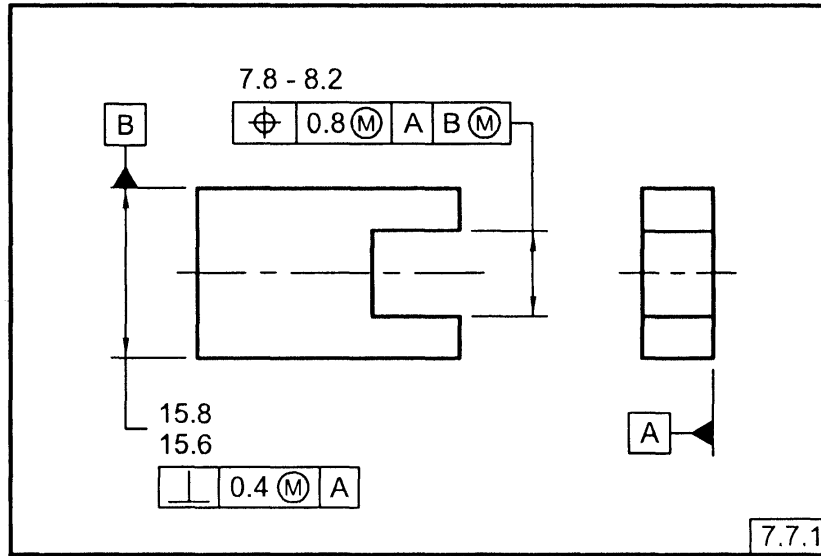
SIGNIFICA ESTO



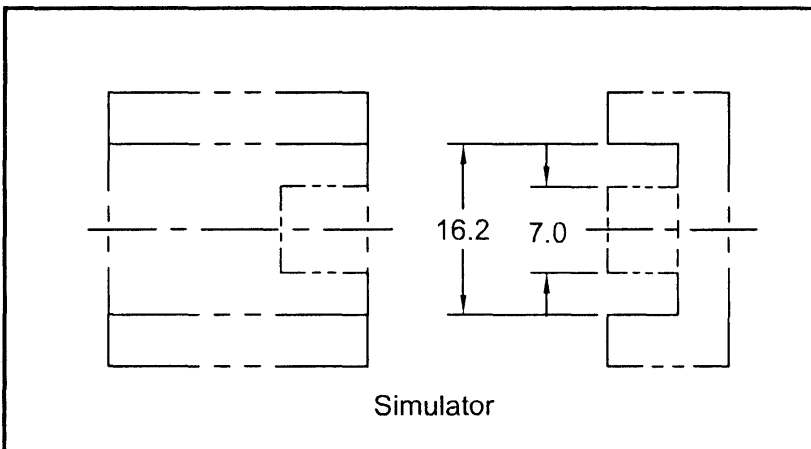
La característica de tamaño debe verificarse primero

ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA CONTROL DE SIMETRÍA - MMC

ESTO EN EL DIBUJO



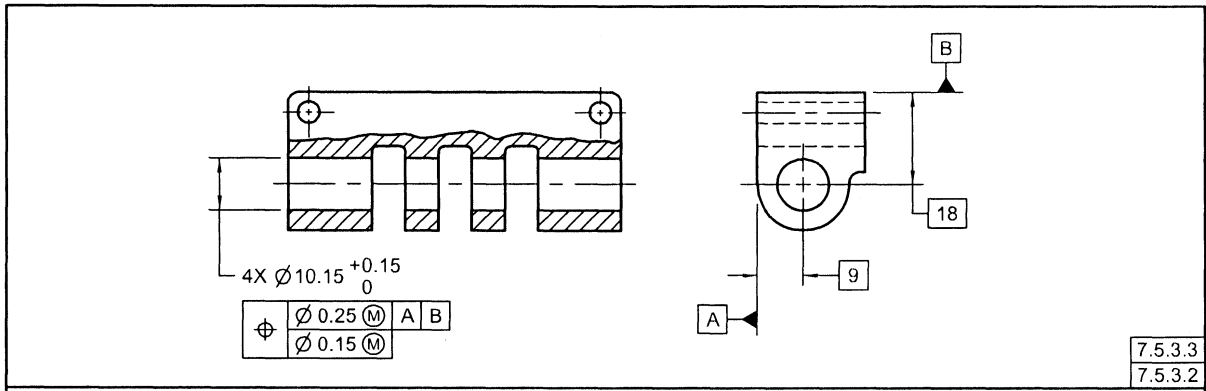
SIGNIFICA ESTO



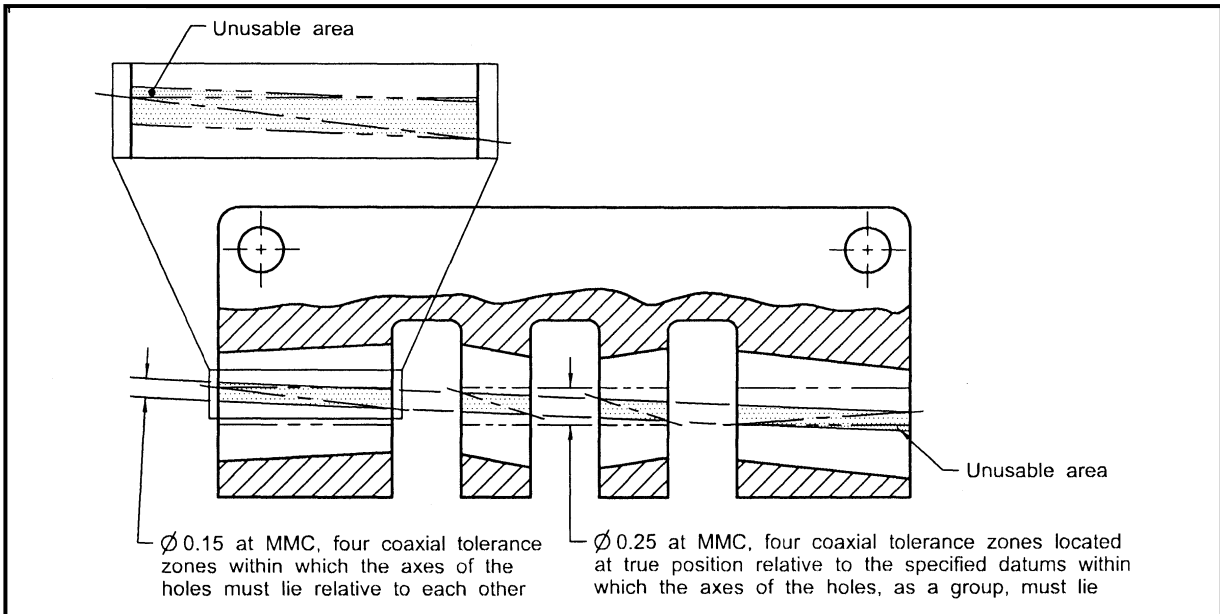
La característica de tamaño debe verificarse primero

ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA ALINEAMIENTO COAXIAL DE AGUJEROS

ESTO EN EL DIBUJO



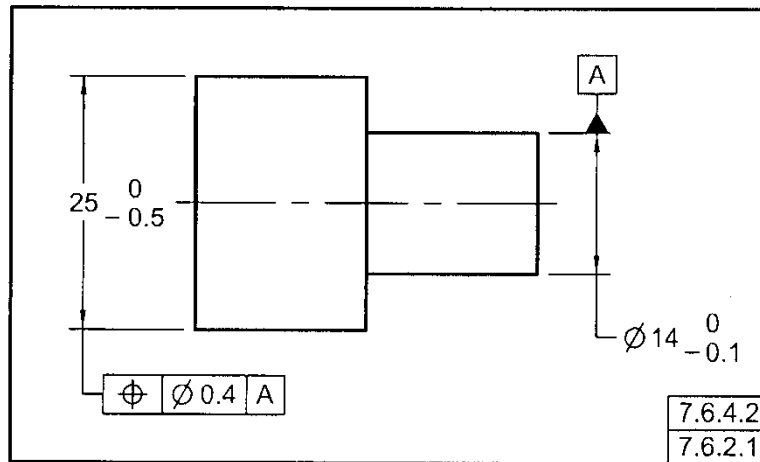
SIGNIFICA ESTO



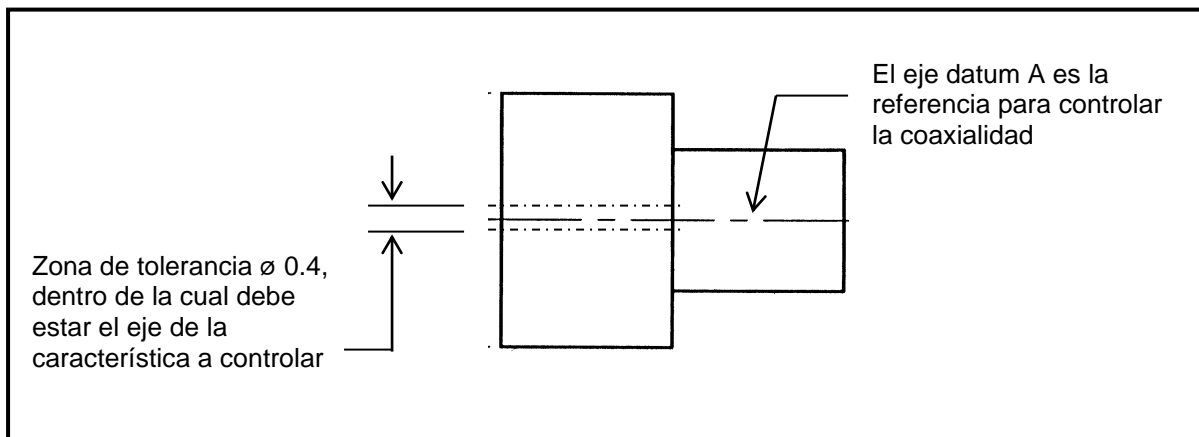
La característica de tamaño debe verificarse primero

ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA COAXIALIDAD DE EJES - RFS

ESTO EN EL DIBUJO

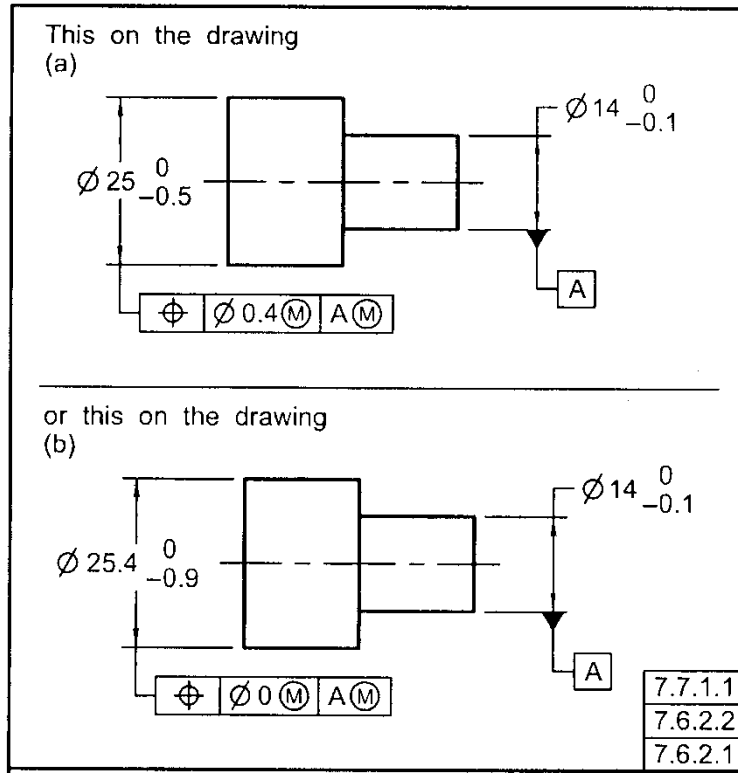


SIGNIFICA ESTO

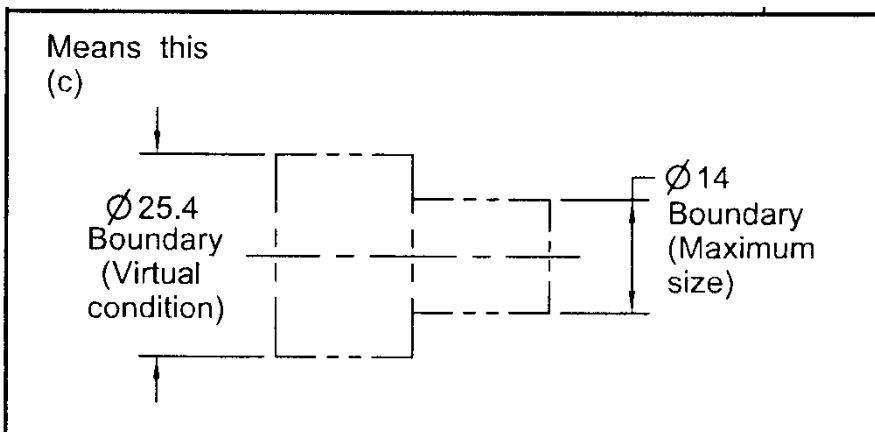


ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA COAXIALIDAD DE EJES - MMC

ESTO EN EL DIBUJO (a) ó (b)



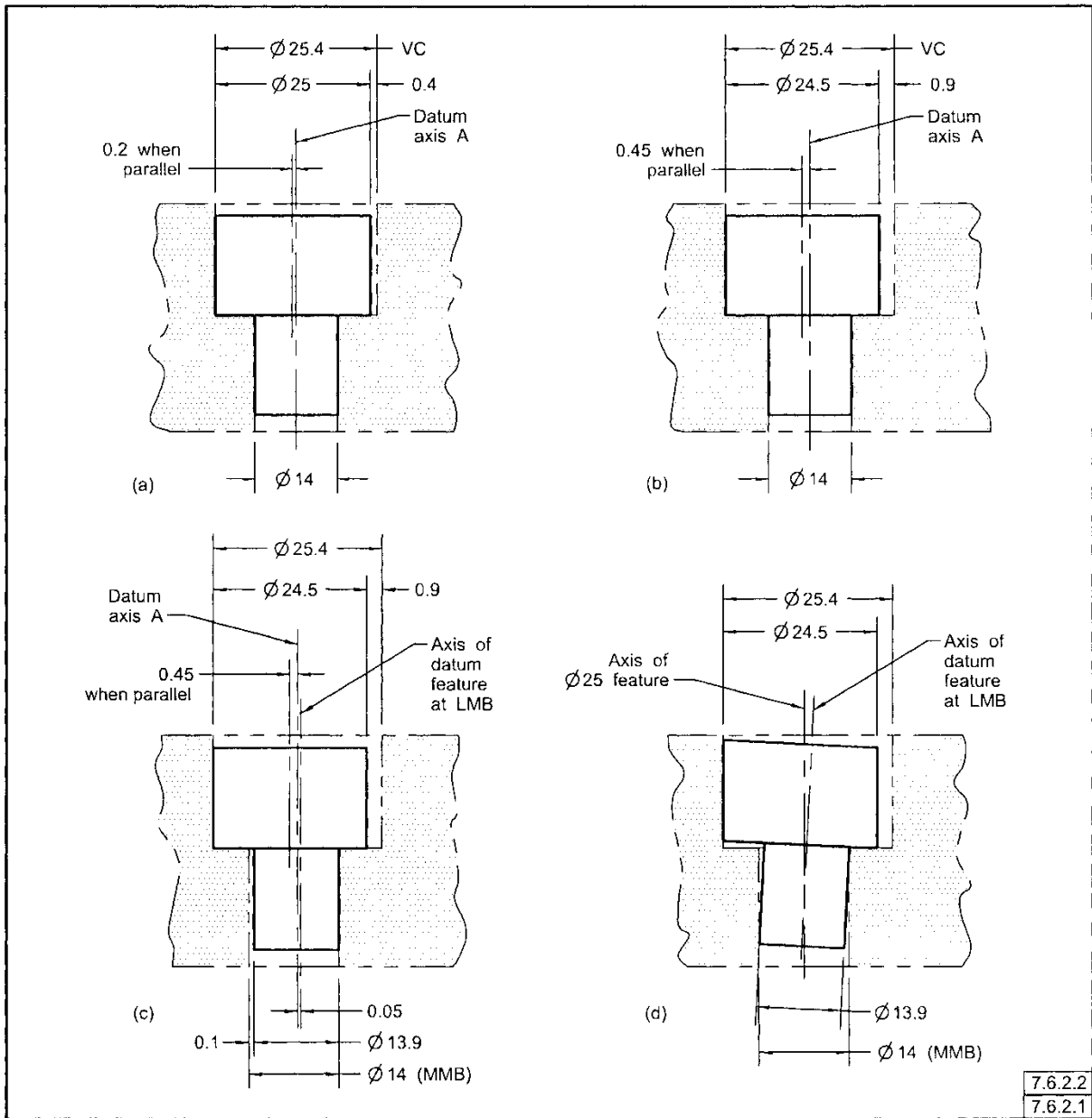
SIGNIFICA ESTO



La característica de tamaño debe ser verificada primero

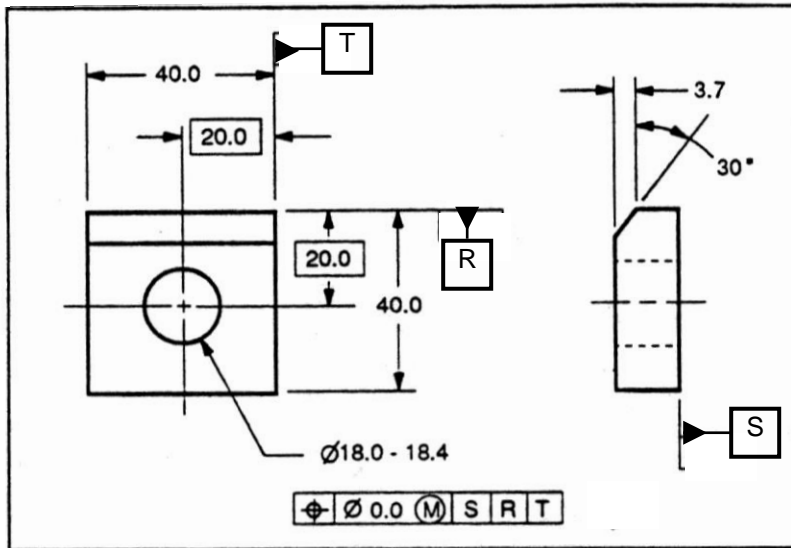
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA COAXIALIDAD DE EJES -MMC

POSIBLES CONDICIONES PARA COAXIALIDAD DE EJES – MMC

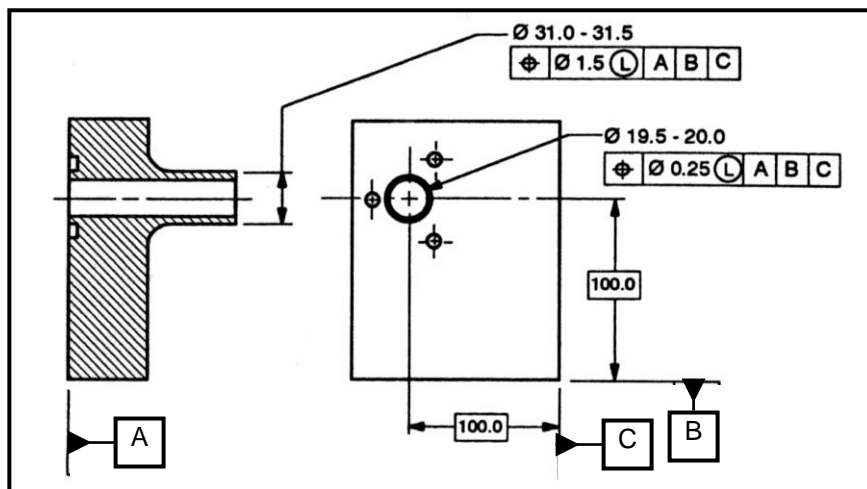


ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE – TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN

En el siguiente dibujo, construya una tabla para indicar los valores de la tolerancia de posición para cada tamaño del agujero, la condición virtual y la condición de frontera resultante cuando el orificio esta en el límite de tamaño LMC.

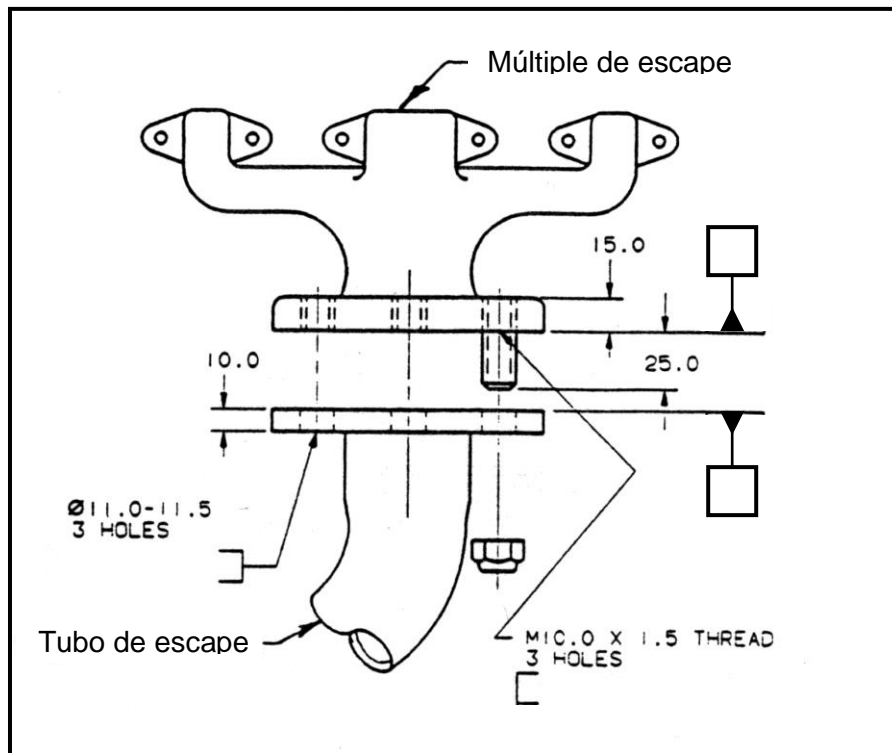


Para el siguiente dibujo, calcule el espesor mínimo de pared de la protuberancia tubular-cilíndrica



1. Para el siguiente dibujo,
 - Calcule las tolerancias de posición para cada una de las dos bridas (brida del múltiple de escape y brida del tubo de escape).
 - Complete los cuadros de control con los valores de las tolerancias calculadas.
 - Nombre las superficies datum de cada brida como datum A.

NOTA: el birlo es de $\varnothing 10$ mm, y ensambla a presión en la brida del múltiple de escape.



TOLERANCIAS DE CABECEO

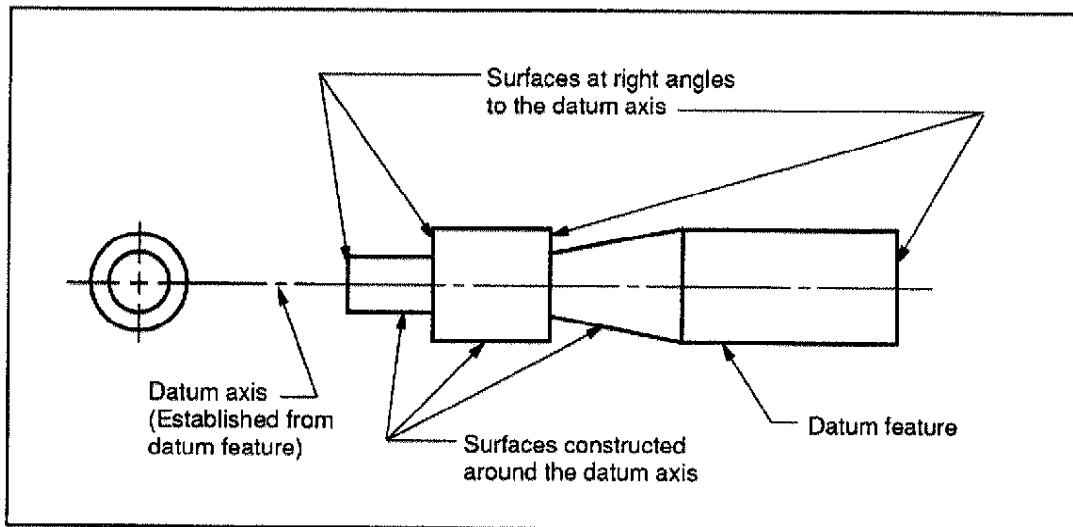
INTRODUCCION

PROPOSITO

El propósito de esta sección es el definir los principios para la tolerancia del cabeceo.

APLICACIÓN

El cabeceo es el componente de tolerancia utilizado para controlar la relación funcional de una o más características de una parte con referencia a un eje datum, como se muestra abajo.



OBJETIVO

Esta sección está diseñada para permitirle:

1.- Interpretar y aplicar las tolerancias especificadas para:



Cabeceo Circular



Cabeceo Total

A. CABECEO CIRCULAR

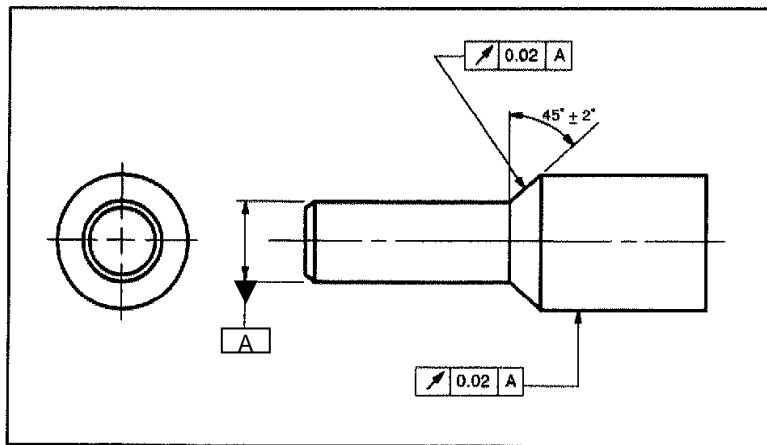
DEFINICION

Cabeceo circular es una condición en donde:

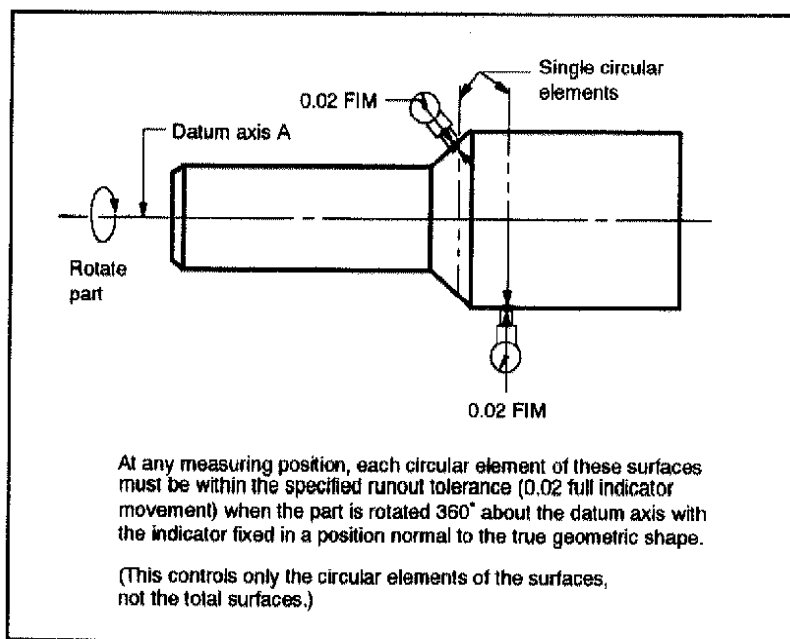
- Elementos circulares sencillos, controlan la variación acumulada de circularidad y coaxialidad para superficies construidas alrededor de ejes datum.
- Elementos circulares sencillos de una superficie plana construida en ángulo recto con respecto a unos ejes datum son controlados de forma similar a los elementos de línea para perpendicularidad o rectitud.
- La tolerancia es la variación total, y aplica independientemente a cualquier elemento como si la parte estuviera rotando 360° alrededor de los ejes datum.
- RFS está implícito.

ESPECIFICANDO CABECEO CIRCULAR RELATIVO A UN EJE DATUM.

ESTO EN EL DIBUJO



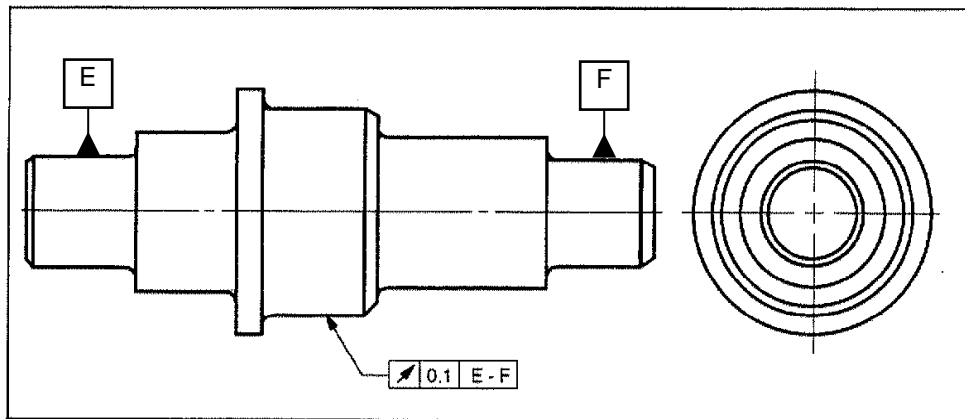
SIGNIFICA ESTO:



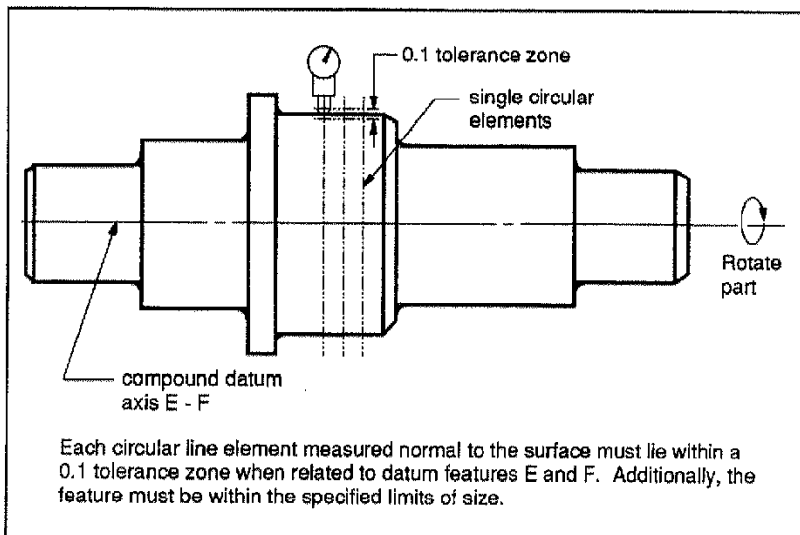
Las características de tamaño deben verificarse primero.

ESPECIFICANDO CABECEO CIRCULAR RELATIVO DOS DATUMS COAXIALES.

ESTO EN EL DIBUJO



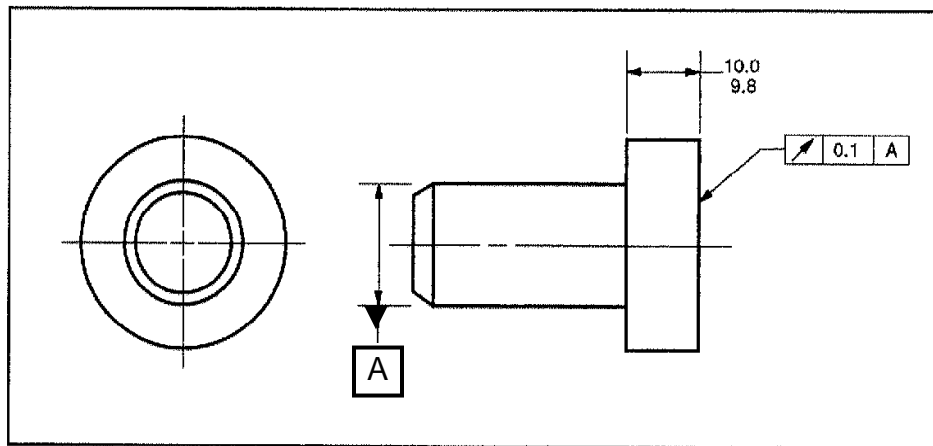
SIGNIFICA ESTO:



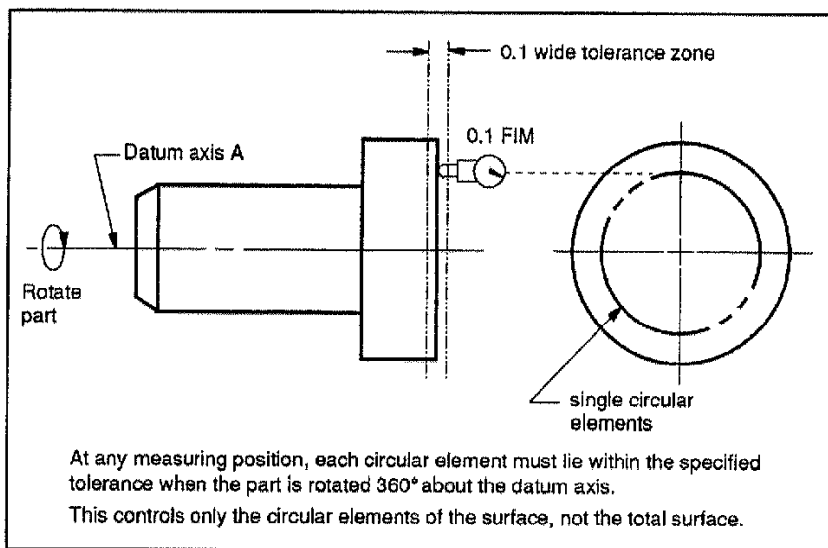
Las características de tamaño deben verificarse primero.

ESPECIFICANDO CABECEO CIRCULAR PARA UNA SUPERFICIE PERPENDICULAR RESPECTO A UN EJE DATUM.

ESTO EN EL DIBUJO



SIGNIFICA ESTO:



Las características de tamaño deben verificarse primero.

B. CABECEO TOTAL

DEFINICION

Cabeceo total es una condición en donde:

- Todos los elementos de la superficie construida alrededor de un eje datum están simultáneamente controlados por las variaciones acumuladas de:
 - Circularidad
 - Rectitud
 - Coaxialidad
 - Angularidad
 - Perfil de una superficie
 - Acabado cónico

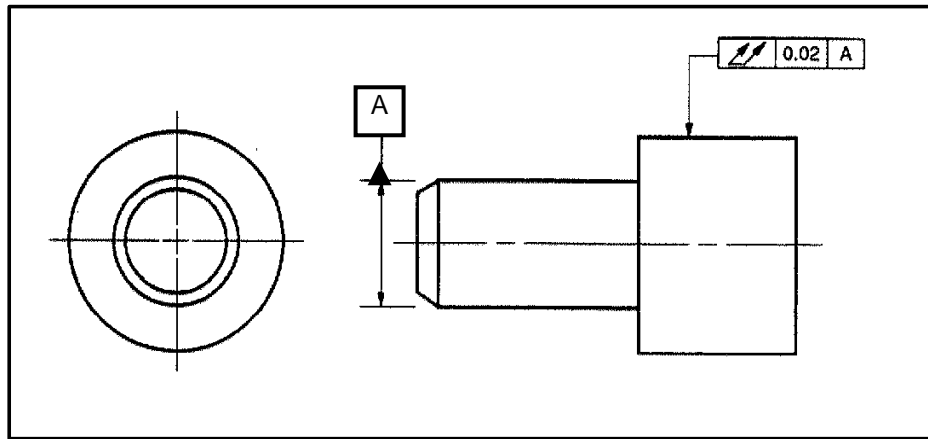
- Todos los elementos de la superficie construida en ángulos rectos, con respecto a unos ejes datum, son simultáneamente controlados por las variaciones acumuladas de:
 - Perpendicularidad (para detectar alabeo)
 - Planitud (para detectar concavidad o convexidad)

- La tolerancia es la variación total, y aplica simultáneamente a todas las posiciones de mediciones circulares y de perfil conforme la parte esta rotando 360° alrededor de los ejes datum.

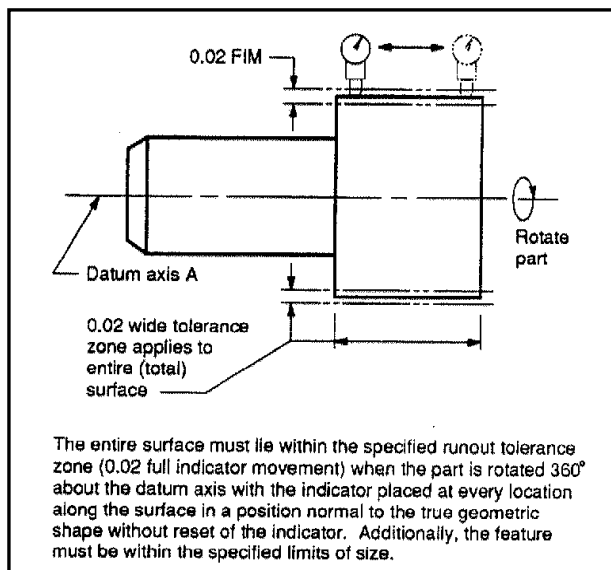
- RFS está implícito.

**ESPECIFICANDO CABECEO TOTAL RELATIVO A UN EJE
DATUM**

ESTO EN EL DIBUJO



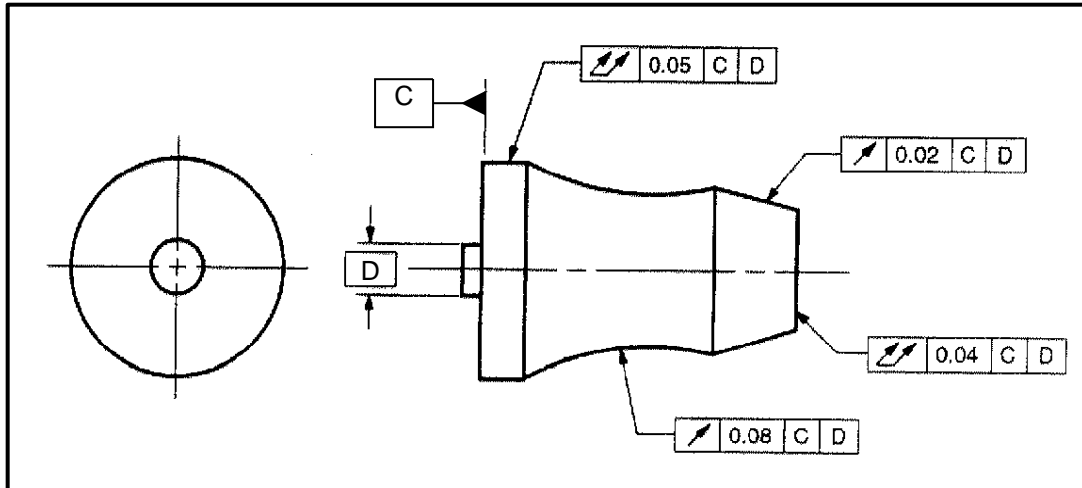
SIGNIFICA ESTO:



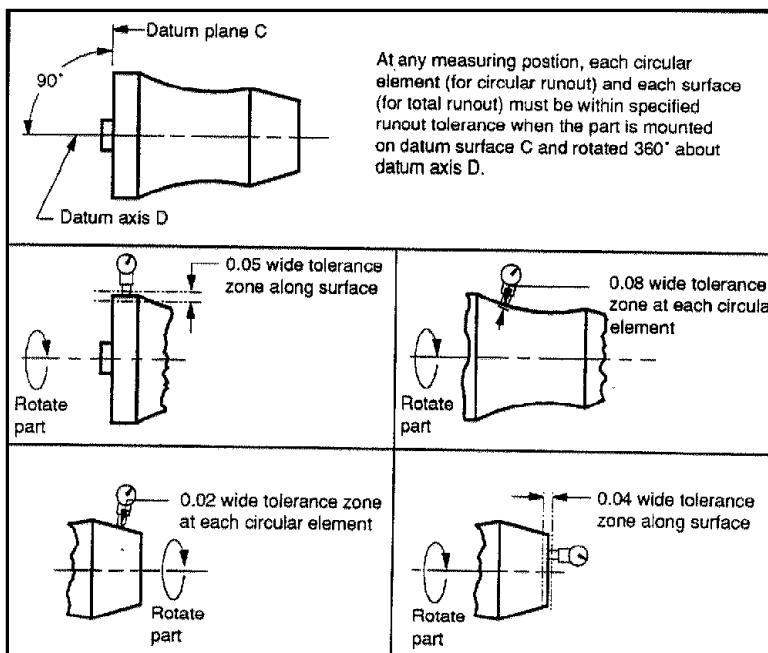
Las características de tamaño deben verificarse primero.

ESPECIFICANDO CABECEO (CIRCULAR Y TOTAL) RELATIVO A DATUMS DE SUPERFICIE Y UN EJE.

ESTO EN EL DIBUJO



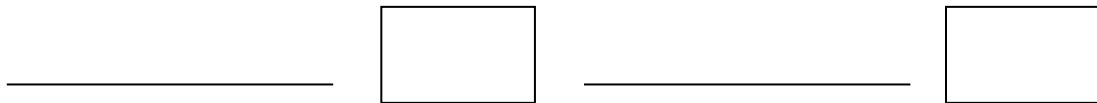
SIGNIFICA ESTO:



Las características de tamaño deben verificarse primero.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE - TOLERANCIAS DE CABECEO

Nombra y dibuja los dos símbolos genéricos característicos para la tolerancia de cabeceo y que requieren de un datum de referencia.



Subraya la respuesta correcta.


















1. El cabeceo es una combinación de controles que pueden incluir:
 - Control de elementos circulares de una superficie
 - Control de la variación acumulada de circularidad, rectitud, coaxialidad, angularidad, acabado cónico y perfil de la superficie.
 - Control de variación para perpendicularidad y Planitud.
 - Todos los de arriba.

2. Cualquier superficie alrededor o perpendicular a un eje datum pueden ser controladas por cabeceo :

SI _____ NO _____

3. El cabeceo _____, provee control de elementos circulares sencillos de una superficie.
4. El cabeceo _____, provee un control combinado de los elementos de una superficie.
5. Explica la diferencia entre las dos tolerancias de cabeceo:

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE - FINAL

								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19 Identificador de característica de tamaño 20 Forma 21 Orientación 22 Localización								

Llena con el número correcto lo siguiente:

Definición	SIMBOLO	CONTROL (ES)
Rectitud		
LMC		
Perfil de línea		
Circularidad		
Posición		
Perfil de superficie		
Perpendicularidad		
Designación de características datum		
Cabeceo circular		
RFS		
Angularidad		
Datum objetivo		
MMC		
Cabeceo total		
Paralelismo		
Zona proyectada de tolerancia		
Planitud		
Cilindricidad		

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	3
TOLERANCIA DE FORMA	7
INTRODUCCIÓN	8
<i>PROPOSITO</i>	8
<i>APLICACIÓN</i>	8
OBJETIVOS	9
A. RECTITUD	10
<i>DEFINICIÓN</i>	10
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN ELEMENTO DE SUPERFICIE CIRCULAR - RFS	11
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN EJE - RFS	12
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN EJE – MMC	13
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UN EJE – POR UNIDAD DE LONGITUD CON UNA ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD TOTAL	14
.....	14
.....	14
ESPECIFICACIÓN DE RECTITUD DE UNA SUPERFICIE NO CIRCULAR	15
PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE RECTITUD	16
B. PLANITUD	17
<i>DEFINICIÓN</i>	17
ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD DE UNA SUPERFICIE	18
ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD UNITARIA DE UNA SUPERFICIE CON ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD TOTAL	19
ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD DEL PLANO MEDIO DERIVADO - RFS	20
ESPECIFICACIÓN DE PLANITUD DEL PLANO MEDIO DERIVADO - MMC	21
PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE PLANITUD	22
C. CIRCULARIDAD	23
<i>DEFINICIÓN</i>	23
ESPECIFICACIÓN DE CIRCULARIDAD PARA UN CILINDRO O UN CONO	24
ESPECIFICACIÓN DE CIRCULARIDAD PARA UNA ESFERA	25
ESPECIFICACIÓN DE CIRCULARIDAD PARA PARTES NO RIGIDAS	26
PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE CIRCULARIDAD	27
D. CILINDRICIDAD	28
<i>DEFINICIÓN</i>	28
ESPECIFICACIÓN DE CILINDRICIDAD PARA UN CILINDRO	29
TOLERANCIAS DE PERFIL	35
INTRODUCCIÓN	36
<i>PROPOSITO</i>	36
<i>APLICACIÓN</i>	36
OBJETIVOS	37
A. PERFIL DE UNA LÍNEA	38
<i>DEFINICIÓN</i>	38
ESPECIFICANDO EL PERFIL DE UNA LÍNEA – ZONA DE TOLERANCIA BILATERAL	39
ESPECIFICANDO PERFIL DE LÍNEA - ZONA DE TOLERANCIA UNILATERAL	40
ESPECIFICANDO PERFIL DE LÍNEA – TODO EL CONTORNO	41
ESPECIFICANDO PERFIL DE LÍNEA Y CONTROL DE TAMAÑO	42
B. PERFIL DE UNA SUPERFICIE	43
<i>DEFINICIÓN</i>	43
ESPECIFICANDO UNA ZONA DE TOLERANCIA PARA EL PERFIL DE UNA SUPERFICIE	44
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - CARACTERÍSTICA DE TAMAÑO IRREGULAR	45
ESPECIFICANDO ZONA DE TOLERANCIA DINÁMICA	46

TABLA DE CONTENIDO

SÍMBOLO Δ	46
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - CARACTERÍSTICA CÓNICA	47
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - TODO EL CONTORNO.....	48
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE – EN TODA LA CUBIERTA.....	49
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - ALINEAMIENTO DE SUPERFICIES COPLANARES	50
ESPECIFICANDO PERFIL DE UNA SUPERFICIE - ALINEAMIENTO DE SUPERFICIES MULTIPLES ..	51
ACUMULACION DE TOLERANCIAS USANDO TOLERANCIAS DE PERFIL	52
PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE TOLERANCIAS DE PERFIL.....	53
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE - TOLERANCIAS DE PERFIL	54
TOLERANCIA DE ORIENTACIÓN.....	57
INTRODUCCIÓN	58
<i>PROPOSITO</i>	58
<i>APLICACIÓN</i>	58
OBJETIVOS	59
A. PERPENDICULARIDAD	60
<i>DEFINICIÓN</i>	60
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UNA SUPERFICIE PLANA	61
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA ELEMENTOS DE LINEA DE UNA SUPERFICIE	62
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA ELEMENTOS RADIALES DE UNA SUPERFICIE	63
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN PLANO CENTRAL	64
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE - RFS	65
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE DE UN PERNO - RFS.....	66
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE DE UN PERNO - MMC	67
ESPECIFICACIÓN DE PERPENDICULARIDAD PARA UN EJE – CON TOLERANCIA CERO EN MMC	68
B. ANGULARIDAD.....	69
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UNA SUPERFICIE PLANA.....	70
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UNA SUPERFICIE RELACIONADA A DATUMS PRIMARIOS, Y SECUNDARIOS.....	71
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UN EJE - RFS	72
ESPECIFICANDO ANGULARIDAD PARA UNA EJE RELATIVO A DATUMS PRIMARIO Y SECUNDARIO - RFS	73
C. PARALELISMO	74
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA UNA SUPERFICIE PLANA	75
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA ELEMENTOS DE LINEA DE UNA SUPERFICIE RELACIONADA A DATUMS PRIMARIO Y SECUNDARIO	76
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA UN EJE RELACIONADO A UN DATUM PRIMARIO.....	77
ESPECIFICANDO PARALELISMO PARA UN EJE A MMC.....	78
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE – TOLERANCIAS DE ORIENTACIÓN.....	79
TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN	83
INTRODUCCIÓN	84
POSICIÓN	85
<i>DEFINICIÓN</i>	85
<i>REQUERIMIENTOS</i>	85
ESPECIFICACIÓN DE POSICIÓN PARA UN ORIFICIO – METODO DE TOLERANCIA Y DIMENSIONAMIENTO POR COORDENADAS.....	86
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO - MÉTODO TOLERADO Y DIMENSIONADO GEOMÉTRICO	87
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO – RFS	88
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO - MMC	89

TABLA DE CONTENIDO

ESPECIFICANDO POSICIÓN CON TOLERANCIA CERO PARA UN ORIFICIO – MMC.....	90
ESPECIFICANDO POSICIÓN – MMC ANÁLISIS POR EL METODO DE SUPERFICIE	91
ESPECIFICANDO POSICIÓN – MMC ANÁLISIS POR EL METODO DEL EJE O PLANO CENTRAL	92
ESPECIFICANDO POSICIÓN – MMC ANÁLISIS POR EL METODO DEL EJE O PLANO CENTRAL	93
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN ORIFICIO - LMC	94
CARACTERISTICA DE TAMAÑO DATUM -RMB	95
ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA TOLERANCIA BIDIRECCIONAL - MÉTODO DE COORDENADAS	96
ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA ORIFICIOS ALARGADOS- MÉTODO DE FRONTERA.....	97
ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA UNA PLANTILLA DE ORIFICIOS POR TOLERANCIA POSICIONAL COMPUESTA	98
ESPECIFICANDO POSICIÓN - PARA UNA PLANTILLA DE ORIFICIOS POR TOLERANCIA POSICIONALCOMPUESTA.....	99
ESPECIFICANDO POSICIÓN - ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA	100
ESPECIFICANDO POSICIÓN - ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA	101
ESPECIFICANDO POSICIÓN - CALCULO DE LA TOLERANCIA DE UN TORNILLO FLOTANTE	102
ESPECIFICANDO POSICIÓN - CALCULO DE LA TOLERANCIA DE UN TORNILLO FIJO	103
CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE TOLERANCIAS USANDO TOLERANCIAS DE POSICIÓN-MMC	104
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE – TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN	105
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA AGUJEROS CON CAJA - MISMA TOLERANCIA Y DATUMS DE REFERENCIA	108
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA AGUJEROS CON CAJA - DIFERENTE TOLERANCIA, MISMOS DATUMS DE REFERENCIA	109
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA AGUJEROS CON CAJA - DIFERENTE TOLERANCIA Y DATUMS DE REFERENCIA	110
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE – TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN	111
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UN AGUJEROS LARGO - DIFERENTE TOLERANCIA EN CADA EXTREMO	112
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA DISPOSITIVOS ESFÉRICOS	113
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA UNA PLANTILLA CON RANURAS- LMC	114
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA CONTROL DE SIMETRIA - RFS	115
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA CONTROL DE SIMETRIA - MMC	116
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA ALINEAMIENTO COAXIAL DE AGUJEROS	117
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA COAXIALIDAD DE EJES - RFS	118
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA COAXIALIDAD DE EJES - MMC	119
ESPECIFICANDO POSICIÓN PARA COAXIALIDAD DE EJES -MMC	120
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE – TOLERANCIAS DE LOCALIZACIÓN	121
TOLERANCIAS DE CABECEO	124
INTRODUCCION	125
OBJETIVO	126
A. CABECEO CIRCULAR	127
ESPECIFICANDO CABECEO CIRCULAR RELATIVO A UN EJE DATUM.....	128
ESPECIFICANDO CABECEO CIRCULAR RELATIVO DOS DATUMS COAXIALES.	129
ESPECIFICANDO CABECEO CIRCULAR PARA UNA SUPERFICIE PERPENDICULAR RESPECTO A UN EJE DATUM.	130
B. CABECEO TOTAL.....	131
ESPECIFICANDO CABECEO TOTAL RELATIVO A UN EJE DATUM	132
ESPECIFICANDO CABECEO (CIRCULAR Y TOTAL) RELATIVO A DATUMS DE SUPERFICIE Y UN EJE.	133
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE - TOLERANCIAS DE CABECEO.....	134
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE - FINAL.....	135

(Intencionalmente dejada en blanco)