

APLICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS EN UN MECANISMO DE CRUZ DE MALTA*

Ricardo Yáñez-Valdez[†]

L. Guillermo Jiménez González[‡]

Facultad de Ingeniería, DIMEI-UNAM.

ABSTRACT

Las tolerancias y el dimensionamiento geométrico es un lenguaje especializado que comunica requerimientos de diseño ingenieril, el cual incluye símbolos, definiciones, fórmulas matemáticas y reglas de aplicación. Este trabajo muestra el diseño de un mecanismo de cruz de Malta, el cual se diseñó con la intención de aplicar las tolerancias geométricas. Se muestra una breve introducción al tema, la aplicación de un mecanismo de cruz de Malta así como los planos de definición y de conjunto del mismo. Finalmente, se proporciona una liga para reproducir una animación hecha en solidworks.

Palabras Clave- Mecanismo de cruz de Malta, Tolerancias geométricas.

I. INTRODUCCIÓN

Normalmente cuando una persona requiere fabricar piezas para la realización de algún proyecto, lo único que tiene que hacer es utilizar las máquinas o herramientas a su disposición, las cuales no necesariamente son de tipo industrial. Debido a que esta persona por si misma es el diseñador, operador e inspector de calidad, no requiere de un plano de ingeniería detallado. Sin embargo, en la industria manufacturera el diseñador, operador e inspector de calidad son por lo general personas distintas que probablemente se encuentran laborando en sitios diferentes y muy alejados entre sí. El diseñador crea piezas considerando que estas se ensamblarán de manera perfecta y no presentarán algún problema al momento de interactuar entre ellas, pero esto no es posible debido a que cada proceso de manufactura presenta variaciones y desperfectos lo cual anula la posibilidad de crear piezas con las mismas dimensiones. Por ello, el diseñador debe analizar a detalle el ensamble propuesto para conocer la variación máxima posible de tamaño, forma, orientación y posición en cada una de las piezas.

*Este es un resumen de la experiencia adquirida por estudiantes de la FI en la aplicación de las tolerancias geométricas, tema desarrollado en la materia de temas selectos de diseño mecánico impartida en el semestre 2018-2.

[†]Profesor de carrera de la Facultad de Ingeniería de la DIMEI-UNAM. (*ryv77@unam.mx*).

[‡]Estudiante de la carrera de Ing. Mecatrónica FI-UNAM. (*guillermo_648@hotmail.com*)

Este problema genera la necesidad de comunicar los requerimientos del diseño a otros diseñadores, operadores e inspectores para que así puedan fabricar las piezas solicitadas de manera adecuada y que al momento de su ensamble no presenten problemas. Sin embargo, el utilizar indicaciones como “se requiere una pieza con una superficie muy plana” no brinda elementos suficientes para comunicar la idea precisa del requerimiento. En respuesta a esta necesidad ha surgido un lenguaje gráfico especializado que facilita la comunicación e interpretación de planos de ingeniería conocido como *Tolerancias y Dimensionamiento Geométrico*.

TOLERANCIA DE INGENIERÍA MODERNA

Un dibujo de ingeniería de una pieza fabricada tiene por objeto transferir información del diseñador al fabricante e inspector. Debe contener toda la información necesaria para que la pieza se fabrique correctamente. También debe permitir a un inspector determinar con precisión si la pieza es aceptable. Por consiguiente, cada dibujo debe transmitir tres tipos esenciales de información:

- *El material a ser utilizado.* Se tratan mediante especificaciones a parte o documentos suplementarios.
- *El tamaño o dimensiones de la pieza.* Se especifica mediante dimensiones lineales y angulares. Se pueden aplicar tolerancias directamente a estas dimensiones o pueden ser especificadas por medio de una nota de tolerancia general.
- *La forma o características geométricas.* Tales como orientación y posición, se describen por medio de vistas en el dibujo, complementadas hasta cierto grado por dimensiones.

El dibujo también debe especificar variaciones permisibles de cada uno de estos aspectos en la forma de tolerancias o límites.

II. ¿QUÉ SON LAS TOLERANCIAS Y EL DIMENSIONAMIENTO GEOMÉTRICO? (TDG)

Las tolerancias y el dimensionamiento geométrico es un lenguaje especializado que comunica requerimientos de diseño ingenieril, el cual incluye símbolos, definiciones, fórmulas matemáticas y reglas de aplicación. Este lenguaje incluye las dimensiones nominales (dimensión ideal) y las tolerancias requeridas, la mayor ventaja de este lenguaje es que se expresa utilizando símbolos y números los cuales pueden ser interpretados por cualquier persona independientemente de su idioma nativo.

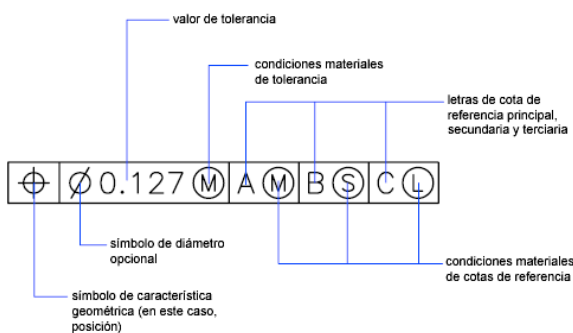
Las tolerancias y el dimensionamiento geométrico sólo expresan lo que una superficie debería ser, es incapaz de indicar los procesos de manufactura para lograrlo. En resumen, este lenguaje permite a los diseñadores convertir requerimientos de diseño en especificaciones cuantificables.

Las tolerancias y dimensionamiento geométrico queda totalmente definido en los siguientes estándares de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME):

- ASME Y14.5M-1994, Dimensioning and tolerancing.
- ASME Y14.5.1M-1994, Mathematical definition of dimensioning and tolerancing principles.

III. CLASIFICACIÓN DE LAS TDG

Una tolerancia geométrica es la variación máxima permisible de forma, perfil, orientación, ubicación y descentrado de lo especificado en un dibujo. Para indicar una TDG se utiliza un símbolo rectangular llamado marco de control el cual se encuentra dividido en segmentos los cuales poseen el siguiente significado:



El primer compartimento contiene el símbolo de característica geométrica el cual indica el tipo de control geométrico.

El segundo compartimento contiene el valor de tolerancia geométrica. Cuando la tolerancia se aplica a una geometría circular, se añade el símbolo Ø.

Los compartimentos 3, 4 y 5 se añaden únicamente de ser necesario e indican los planos de referencia a los cual la tolerancia geométrica hace alusión. También se añaden símbolos modificadores.

Existen 14 características geométricas básicas las cuales pueden definir en su totalidad aspectos geométricos de las piezas en cuestión. La siguiente tabla muestra cada una de ellas y el tipo de característica que controla.

TOLERANCIAS	CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO
Forma	Rectitud	—
	Planitud	□
	Redondez	○
	Cilindricidad	∅
	Perfil de una línea	⤿
	Perfil de una superficie	⤿
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	⊥
	Angularidad	∠
Localización	Posición	⊕
	Concentricidad y Coaxialidad	⊙
	Simetría	≡
Alabeo	Circular	↗
	Total	↗↘

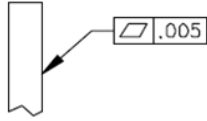
Símbolos de características geométricas

TERMINO	ABREVIACIÓN	SÍMBOLO
CONDICIÓN DE MÁXIMO MATERIAL	MMC	Ⓜ
CONDICIÓN DE MÍNIMO MATERIAL	LMC	Ⓛ
INDIFERENCIA DIMENSIONAL	RFS	Ⓢ
ZONA PROYECTADA		Ⓟ
DIÁMETRO	DIA	∅

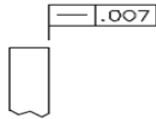
Símbolos modificadores

EJEMPLOS

Se enlistan algunos ejemplos comunes de tolerancias geométricas y su significado.



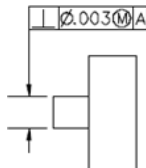
Indica una tolerancia geométrica de planicidad de .005 sobre la superficie.



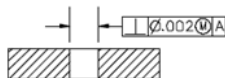
Indica una tolerancia geométrica de rectitud de .007 sobre la superficie.



Indica una tolerancia geométrica de rectitud de .007 sobre la superficie.



Indica una tolerancia geométrica de perpendicularidad de .003 aplicada a una forma cilíndrica con condición de máximo material y referenciada al plano A.

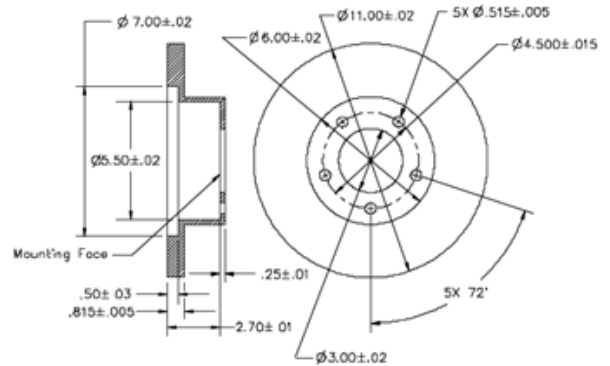


Indica una tolerancia geométrica de perpendicularidad de .002 aplicada a un huevo con condición de máximo material y referenciada al plano A.

IV. ¿POR QUÉ UTILIZAR LAS TOLERANCIAS Y EL DIMENSIONAMIENTO GEOMÉTRICO?

Cuando muchas personas intervienen en la fabricación de una pieza es importante que todas ellas puedan interpretar las dimensiones especificadas en un plano de ingeniería, más importante aún será el estar de acuerdo respecto a donde comenzar la medición de la dimensión especificada en el plano, que dirección seguir y en donde terminar la medición. Debido a que en la industria moderna las mediciones pueden ser tan precisas como una milésima de pulgada (0.0254 milímetros), la mínima diferencia entre donde inicia la medición y donde termina puede ser la diferencia entre una pieza que pasará o no una inspección de calidad.

Para ejemplificar la importancia de las TDG se muestra un dibujo de ingeniería con dimensionamiento clásico.

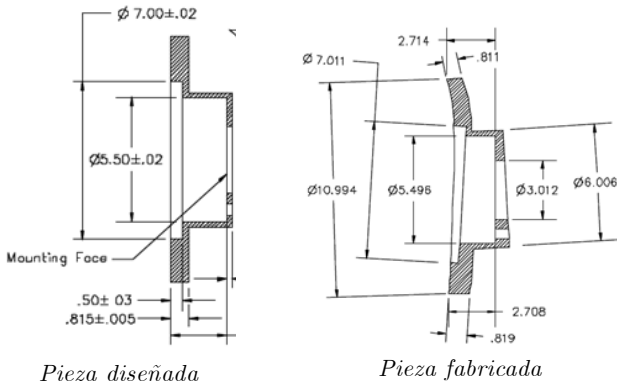


Pieza con dimensionamiento clásico

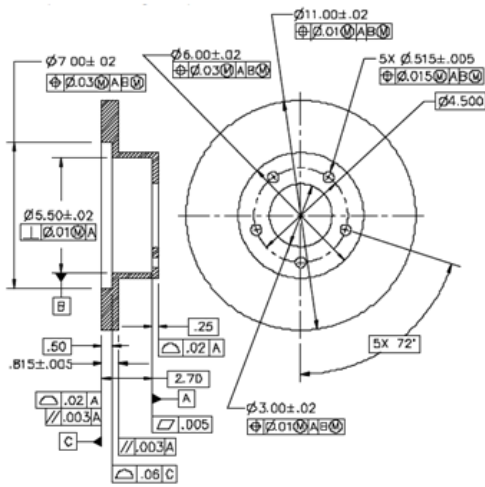
A pesar de que el dibujo muestra una apariencia uniforme en la pieza, deja muchas relaciones entre elementos de la misma sin un control detallado. Existen ciertas características posibles dentro de la pieza que no son especificadas por ejemplo:

- ¿Qué sucedería si el barreno de diámetro 5.50 requiriera ser forzosamente perpendicular a la superficie de montaje para que pudiera realizarse un ensamble?
- ¿Qué sucedería si el barreno de diámetro 5.50 y el barreno de diámetro 11.00 requirieran ser concéntricos para asegurar el montaje de la pieza?

El siguiente dibujo muestra el resultado posible al manufacturar la pieza solicitada y que según el dimensionamiento especificado anteriormente se aceptaría como una pieza válida porque todas las dimensiones se encuentran dentro de la tolerancia indicada.



Si ahora se aplican las Tolerancias y Dimensionamiento Geométrico al diseño anterior, se podrá observar como la información que provee el dibujo será mucho mayor y ayudará a tener mayor control al momento de fabricar la pieza. Se muestran las siguientes características:



Aplicación de las TDG

- La superficie de montaje será ahora referida como el plano de referencia A.
- Algunas superficies se indican como paralelas respecto al plano de referencia A y poseen una tolerancia de paralelismo de .003.
- El barreno de diámetro 5.50 se la añade la característica de ser perpendicular al plano de referencia A con una tolerancia de perpendicularidad de .01.

En conclusión, la razón fundamental de utilizar las TDG es para poder tener mayor control sobre las superficies de una pieza y asegurar la correcta interpretación de un dibujo de

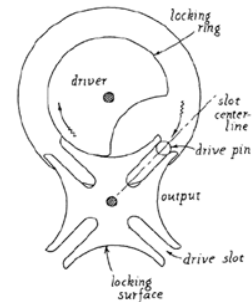
ingeniería. Tener una clara comunicación entre diseñador y fabricante asegura que las piezas manufacturadas tendrán un funcionamiento correcto.

V. MECANISMO DE CRUZ DE MALTA

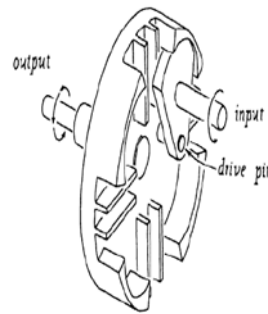
El mecanismo de cruz de Malta, también conocido como mecanismo de Ginebra, es un tipo especial del sistema leva seguidor que puede generar movimiento intermitente. Dentro de sus grandes ventajas puede mencionarse su bajo costo respecto a otros mecanismos de movimiento intermitente, además de evitar la holgura entre elementos mecánicos al poseer superficies de bloqueo.

Este mecanismo convierte un movimiento giratorio continuo en un movimiento rotario intermitente, se compone de dos piezas principales, la rueda conductora, que a la vez cuenta con un pin guía el cual se introduce en una ranura ubicada en la rueda conducida.

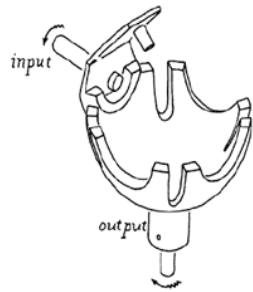
Existen tres tipos de mecanismos de Ginebra, internos, externos y esféricos.



Mecanismo externo de cuatro ranuras



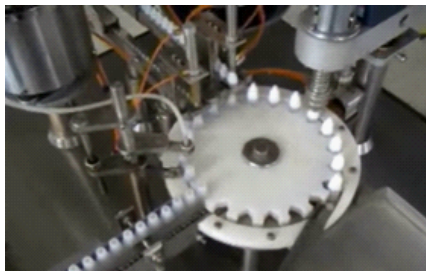
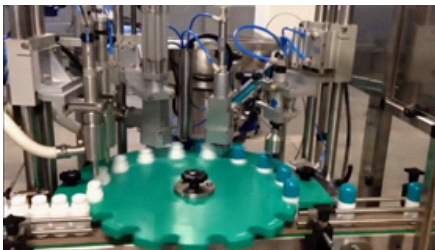
Mecanismo interno de cuatro ranuras



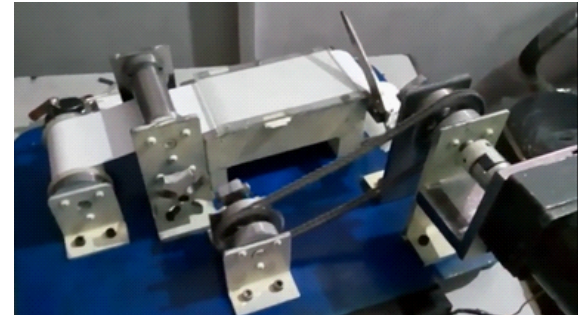
Mecanismo esférico de cuatro ranuras

El mecanismo de Ginebra posee diversas aplicaciones entre ellas:

- Máquinas llenadoras de contenedores y tapadoras, basadas en el mecanismo de Ginebra.



- Máquinas cortadoras cuyo movimiento provenga de un mecanismo de Ginebra.



- Bandas transportadoras.



APLICACIÓN DE LAS TDG A UN MECANISMO DE CRUZ DE MALTA

Los anexos muestran el resultado de aplicar TDG a un mecanismo de Ginebra. Estos resultados se muestran en dibujos de definición y de conjunto.

CONCLUSIONES

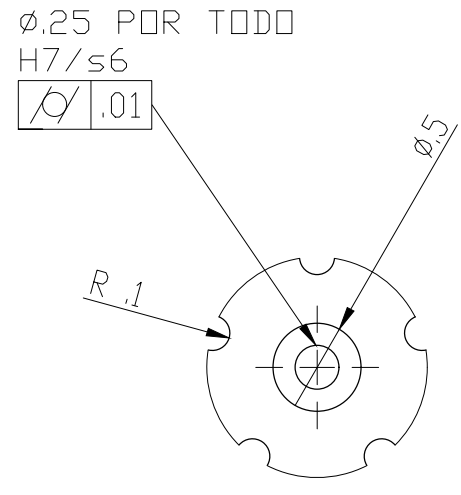
Se diseñó un mecanismo de leva de cruz de Malta, al cual se aplicó tolerancias geométricas. Se generaron los dibujos de definición y de conjunto del mecanismo. El uso de los mecanismos de Ginebra para aplicaciones industriales puede reducir significativamente el costo de proyectos con otro tipo de mecanismos base, además de que ayuda a automatizar ciertas tareas sin la necesidad de circuitos electrónicos.

El video de la animación lo puedes ver copiando la siguiente liga: <https://youtu.be/80c7HUWCsIo>

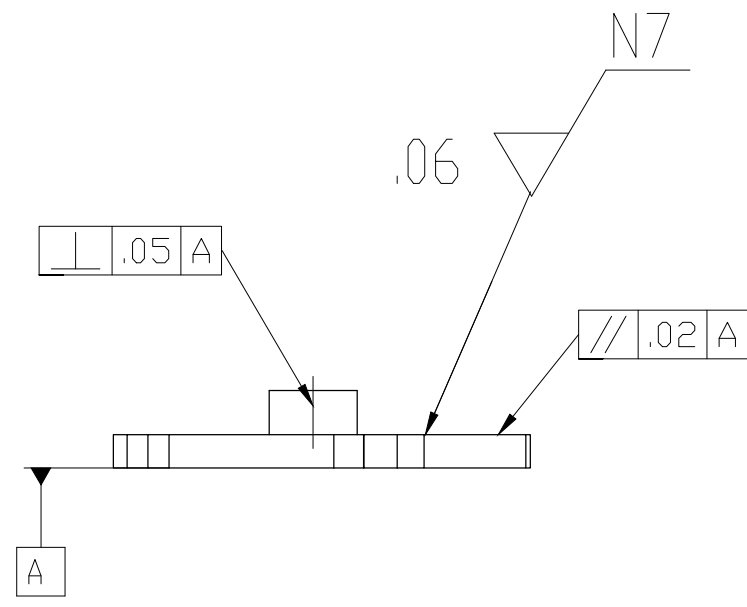
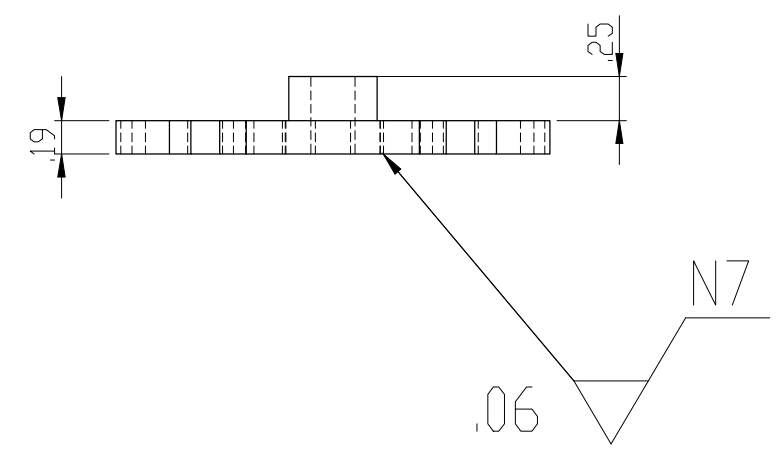
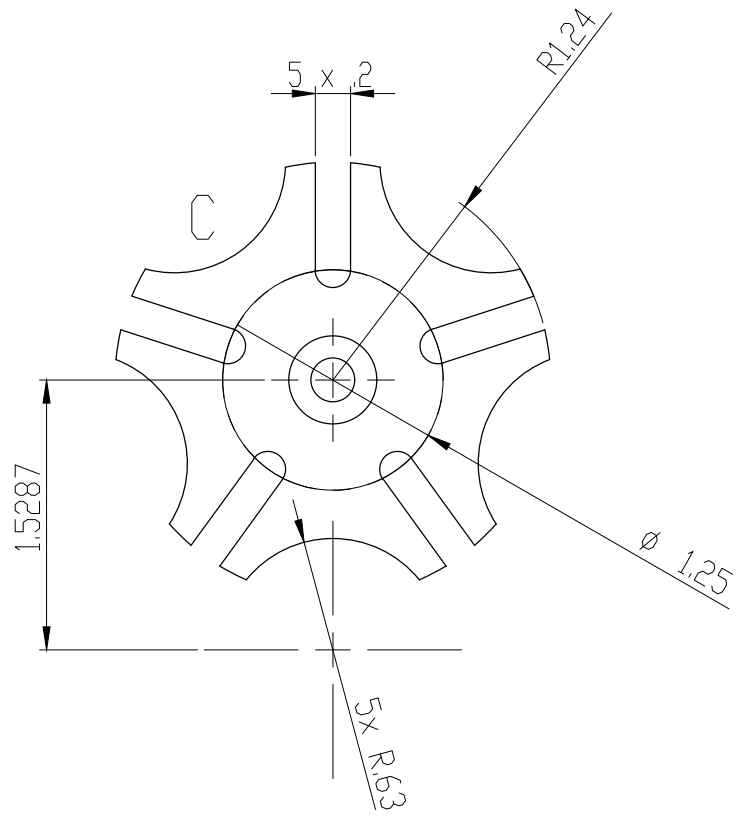
REFERENCIAS

- [1] Drake P. "Dimensioning and Tolerancing Handbook", McGraw Hill, 1999.
- [2] Gene R. Cogorno "Geometric Dimensioning and Tolerancing for Mechanical Design" McGraw Hill, 2006.


NUM	REVISIONES	FECHA	REV
1	REVISIÓN 1	May-30-2018	

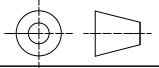


DETALLE c
ESCALA 1:1

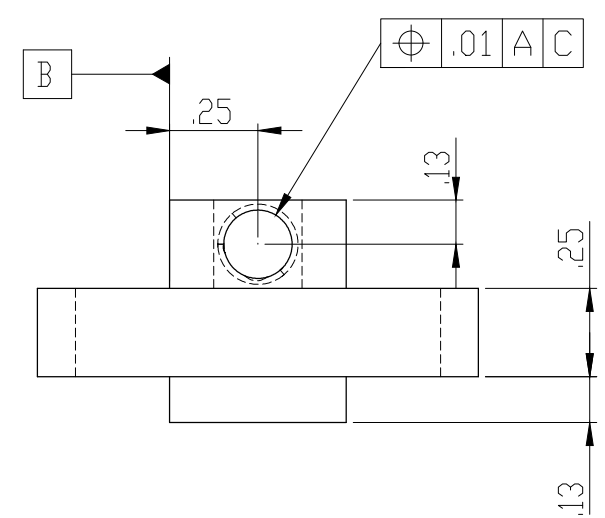
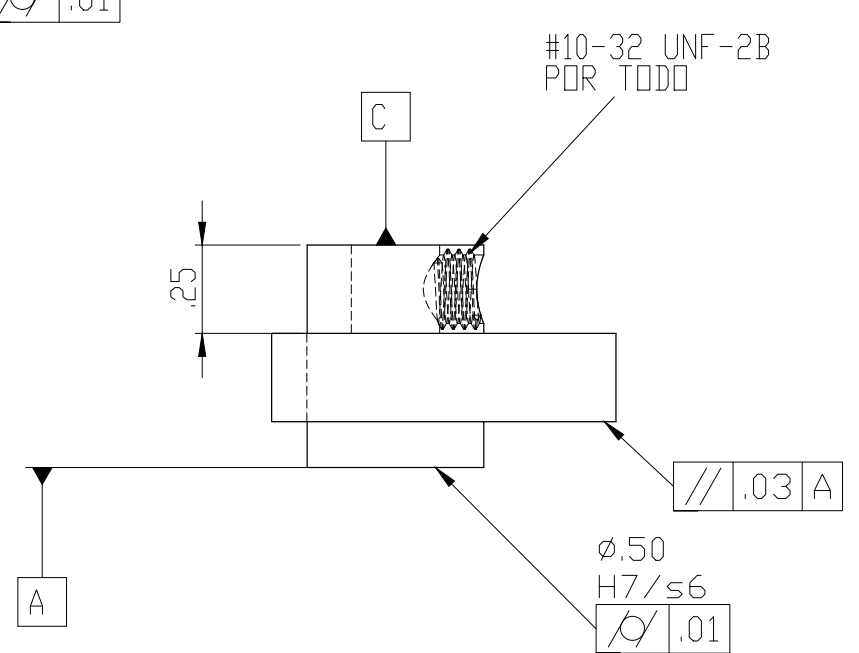
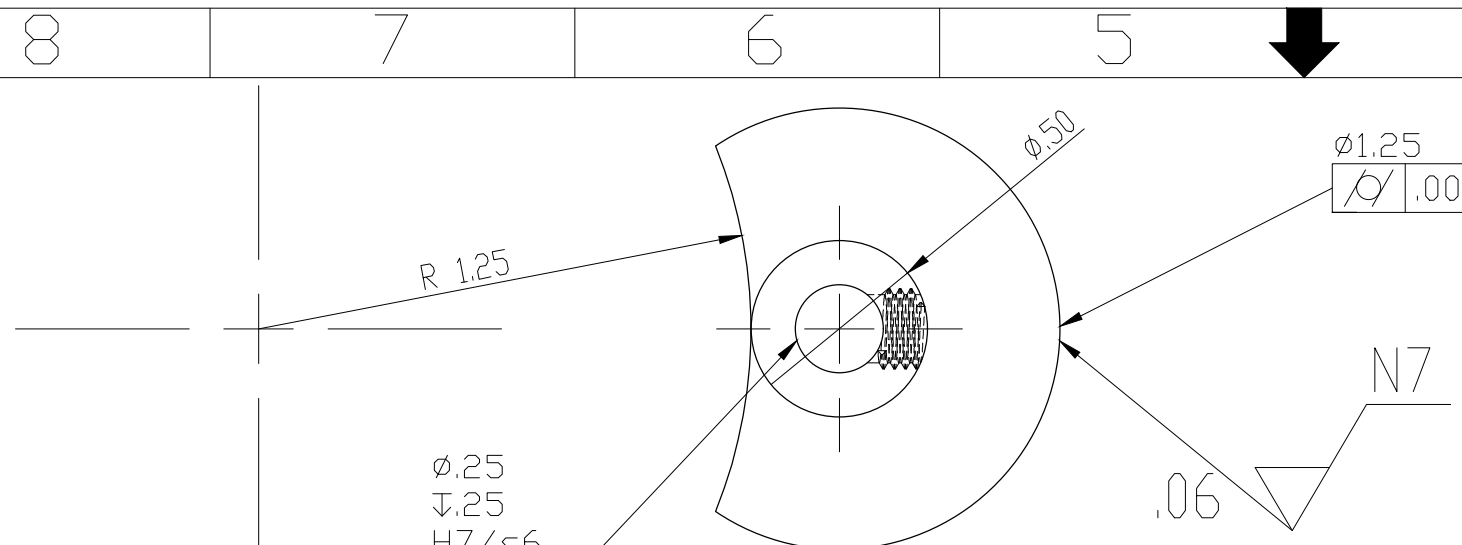


9	PRISIONERO	1	ACERO
8	EJE	2	ACERO
7	PRISIONERO DE CABEZA	1	ACERO
6	TUERCA HEXAGONAL PLANA	1	ACERO
5	ARANDELA	2	ACERO
4	BUJE	1	LATÓN
3	LEVA CRUZ DE MALTA	1	ACERO
2	PLACA ÍNDICE	1	ACERO
1	ÍNDICE	1	ACERO

ITEM	NOMBRE DE LA PIEZA	QTY	MATERIAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA - U.N.A.M. COYOACÁN, CDMX			
ÍNDICE - 1			

Rev. por:	Tr. por:	
Dib. por:	Apr. por:	SECC. A
Escala: 1:1	2018 - MAY - 30	HOJA 1

NUM	REVISIONES	FECHA	REV
1	REVISIÓN 1	May-30-2018	



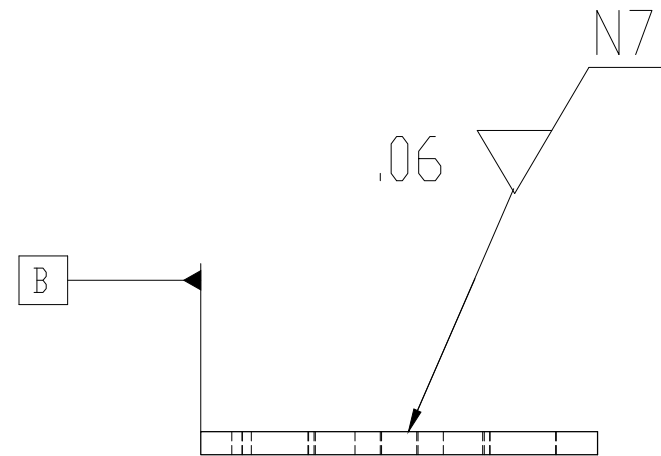
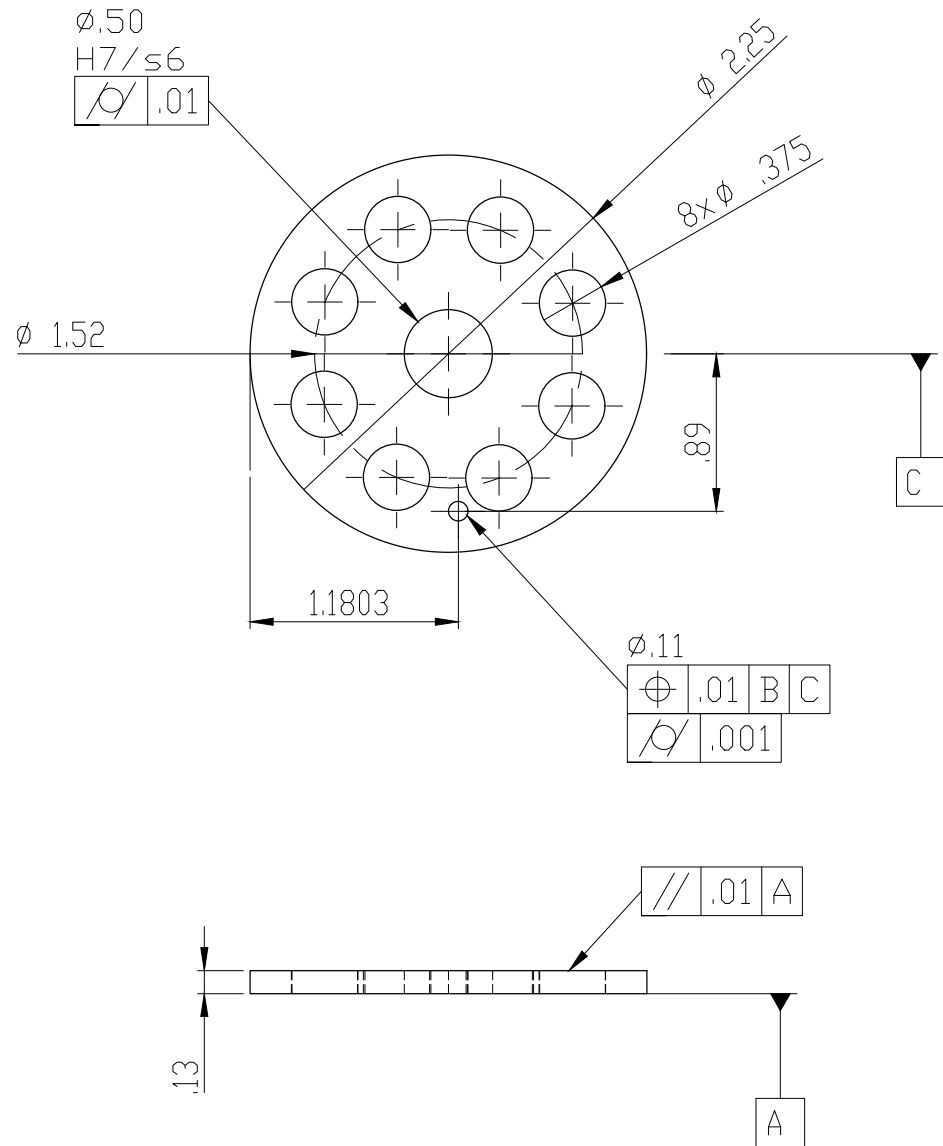
9	PRISIONERO	1	ACERO
8	EJE	2	ACERO
7	PRISIONERO DE CABEZA	1	ACERO
6	TUERCA HEXAGONAL PLANA	1	ACERO
5	ARANDELA	2	ACERO
4	BUJE	1	LATÓN
3	LEVA CRUZ DE MALTA	1	ACERO
2	PLACA ÍNDICE	1	ACERO
1	ÍNDICE	1	ACERO
ITEM	NOMBRE DE LA PIEZA	QTY	MATERIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA - U.N.A.M.
COYACÁN, CDMX

LEVA CRUZ MALTA - 3

Rev. por:	Tr. por:	
Dib. por:	Apr. por:	SECC. A
Escala: 2:1	2018 - MAY - 30	HOJA 1

NUM	REVISIONES	FECHA	REV
1	REVISIÓN 1	May-30-2018	



9	PRISIONERO	1	ACERO
8	EJE	2	ACERO
7	PRISIONERO DE CABEZA	1	ACERO
6	TUERCA HEXAGONAL PLANA	1	ACERO
5	ARANDELA	2	ACERO
4	BUJE	1	LATÓN
3	LEVA CRUZ DE MALTA	1	ACERO
2	PLACA ÍNDICE	1	ACERO
1	ÍNDICE	1	ACERO
ITEM	NOMBRE DE LA PIEZA	QTY	MATERIAL

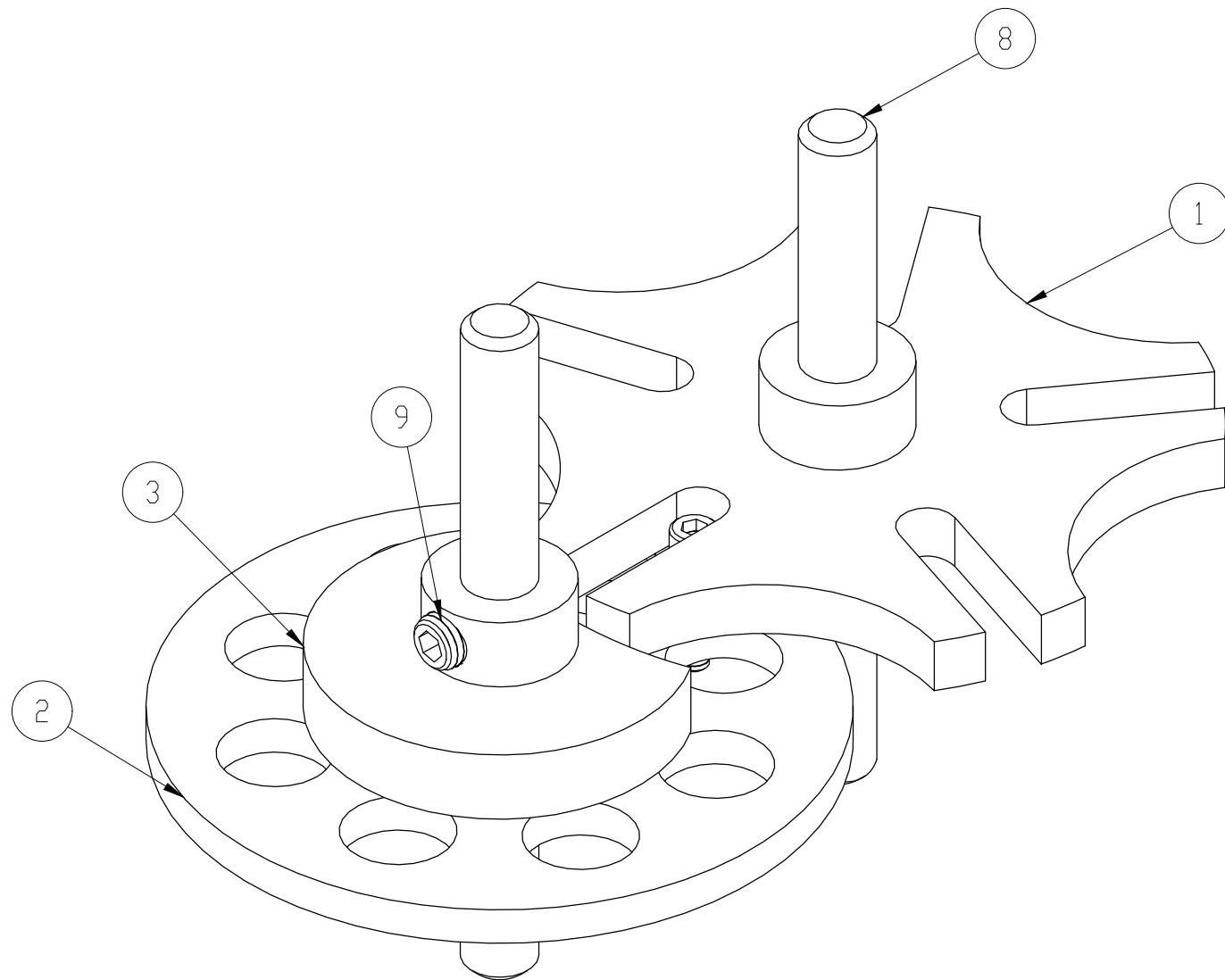


FACULTAD DE INGENIERÍA - U.N.A.M.
COYOACÁN, CDMX

PLACA ÍNDICE - 2

Rev. por:	Tr. por:	
Dib. por:	Apr. por:	SECC. A
Escala: 1:1	2018 - MAY - 30	HOJA 1

NUM	REVISIONES	FECHA	REV
1	REVISIÓN 1	May-30-2018	



9	PRISIONERO	1	ACERO
8	EJE	2	ACERO
7	PRISIONERO DE CABEZA	1	ACERO
6	TUERCA HEXAGONAL PLANA	1	ACERO
5	ARANDELA	2	ACERO
4	BUJE	1	LATÓN
3	LEVA CRUZ DE MALTA	1	ACERO
2	PLACA ÍNDICE	1	ACERO
1	ÍNDICE	1	ACERO

ITEM	NOMBRE DE LA PIEZA	QTY	MATERIAL
------	--------------------	-----	----------

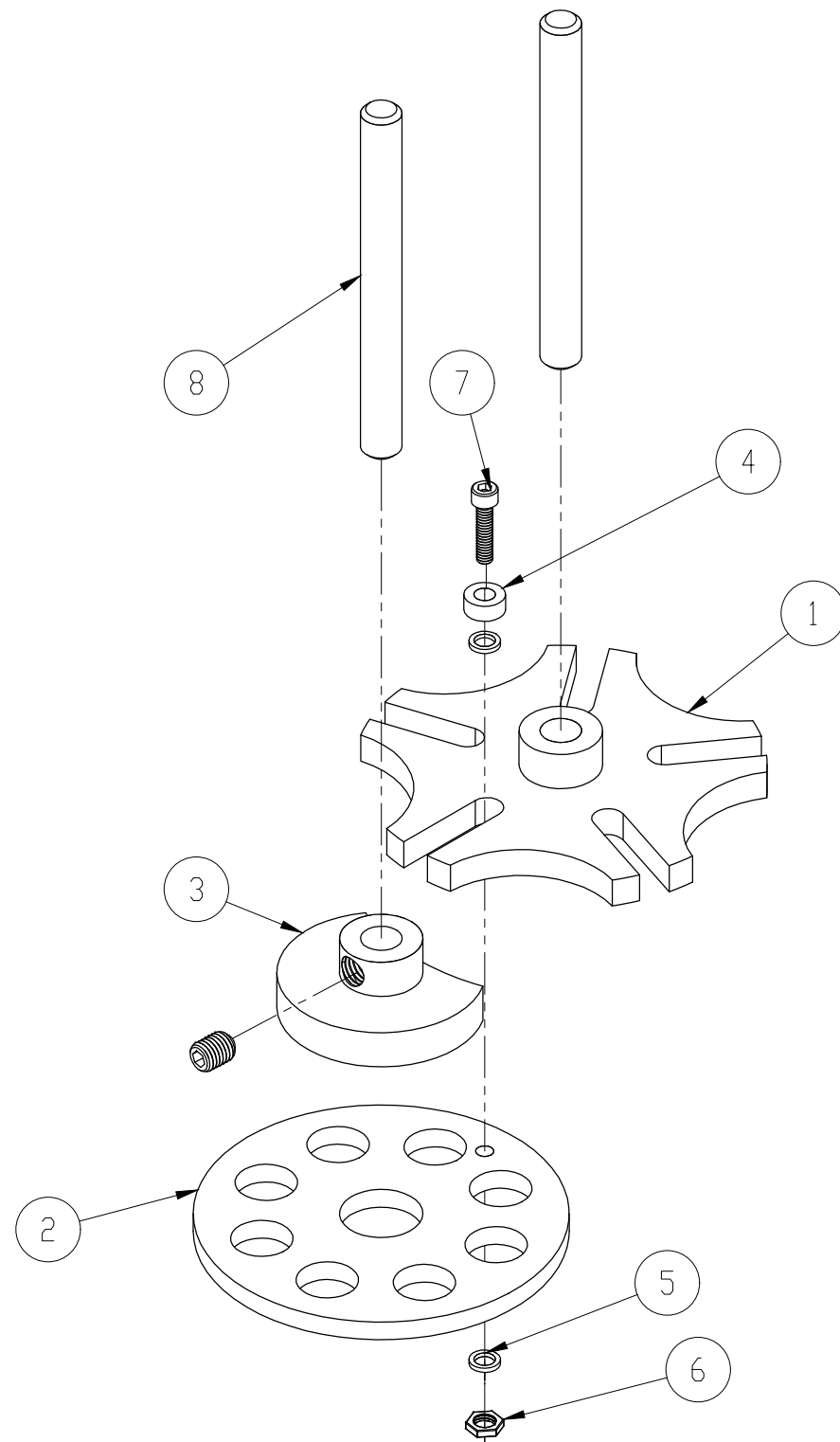


FACULTAD DE INGENIERÍA - U.N.A.M.
COYACÁN, CDMX

CRUZ DE MALTA

Rev. por:	Tr. por:	
Dib. por:	Apr. por:	SECC. A
Escala: 2:1	2018 - MAY - 30	HOJA 1

NUM	REVISIONES	FECHA	REV
1	REVISIÓN 1	May-30-2018	



9	PRISIONERO	1	ACERO
8	EJE	2	ACERO
7	PRISIONERO DE CABEZA	1	ACERO
6	TUERCA HEXAGONAL PLANA	1	ACERO
5	ARANDELA	2	ACERO
4	BUJE	1	LATÓN
3	LEVA CRUZ DE MALTA	1	ACERO
2	PLACA ÍNDICE	1	ACERO
1	ÍNDICE	1	ACERO
ITEM	NOMBRE DE LA PIEZA	QTY	MATERIAL



FACULTAD DE INGENIERÍA - U.N.A.M.
COYACÁN, CDMX

MECANISMO DE GINEBRA

Rev. por:	Tr. por:	
Dib. por:	Apr. por:	SECC. A
Escala: 10:1	2018 - MAY - 30	HOJA 1