

“CRITERIOS PARA ACOTACIÓN Y APLICACIONES”

CONTENIDO.

RESUMEN

1. Introducción.

1.1 Algunas características de los procesos productivos.

2. Criterio Geométrico.

3. Criterio funcional.

4. Criterio Tecnológico.

5. Ejercicios.

6. Conclusiones.

7. Anexo Acotación.

8. Bibliografía.

Resumen:

En este documento se muestran los criterios para acotación de piezas aisladas o ensambladas, así como la influencia que éstos tienen en el diseño y en la fabricación de un producto cuyas partes requieren ser intercambiadas.

Preparado por:
Sergio A. Villanueva P.

1. INTRODUCCIÓN.

México se ha distinguido por ser un país que produce bellas artesanías en diferentes regiones de la República, y está intentando convertirse en un país industrializado.

Una de las principales características de la producción artesanal, es la fabricación por pieza, en la que cada una de ellas lleva el sello personal del artesano y no hay dos iguales, eso le da un valor artístico que a veces se convierte en un valor comercial alto.

La producción industrial, contrariamente a la artesanal, se caracteriza por la intercambiabilidad de las partes que componen a los conjuntos, presentando la facilidad de fabricar las diferentes piezas en distintos lados con diferentes individuos pero respetando especificaciones de forma, dimensiones, tolerancias, materiales, tratamientos térmicos y/o recubrimientos superficiales, que se han establecido en un dibujo de definición del producto. Todas las piezas producidas son muy semejantes y con la mecanización del proceso de manufactura, las piezas se producen en cantidades masivas y su valor se reduce considerablemente.

1.1 Algunas características de los procesos productivos.

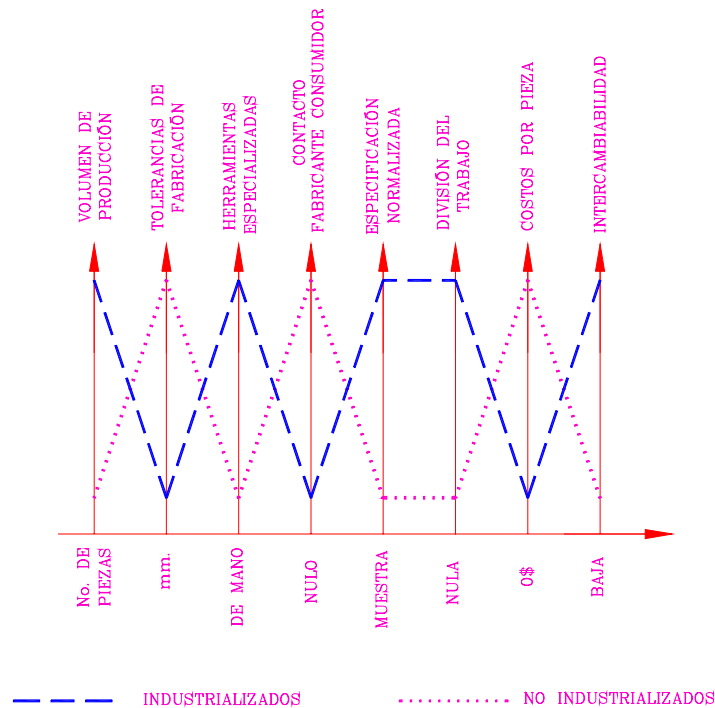


Figura 1. Gráfica comparativa de las características más significativas de la fabricación de productos de un país industrializado y uno que no lo es.

En la Figura 1 se muestra el contraste que existe entre diversas características de los procesos productivos entre los países industrializados y los que no lo son.

Así se indica, que mientras en los países tecnológicamente desarrollados se tienen:

- altos volúmenes de producción, logrando éstos con herramientas y maquinaria especializada generalmente diseñadas y fabricadas por ellos mismos.
- productos, maquinaria y herramienta especificados obedeciendo normas ya establecidas.
- contacto entre el fabricante y el consumidor prácticamente nulo.
- procesos de fabricación con una división del trabajo muy marcada.
- intercambiabilidad total entre las partes producidas.
- estricto control en las tolerancias de las especificaciones de sus productos.
- costo del producto muy accesible.

Contrariamente los países no industrializados se identifican por tener:

- producciones del tipo artesanal, con mano de obra muy cara y especializada, obteniendo unas cuantas y valiosas piezas por unidad de tiempo.
- tolerancias muy amplias de fabricación, debidas al gusto y trabajo manual del artista o artesano, que labora siempre con herramientas de mano o de uso general.
- contacto cliente-fabricante muy estrecho, por lo que las especificaciones del producto son particulares, pues las establecen entre el cliente y el artesano dando como resultado productos únicos.
- intercambiabilidad nula, entre las partes producidas.
- procesos de fabricación hechos por una sola persona.
- nula división del trabajo.
- costo por producto muy alto.

En este documento se aborda lo que se refiere al dimensionamiento de partes y/o conjuntos, tarea a la que comúnmente se le conoce como acotación.

La acotación consiste en asignar dimensiones a las formas de un cuerpo aislado o a un conjunto de piezas ensambladas entre sí.

Pueden definirse tres criterios para acotación dependiendo del motivo que existe para dimensionar las formas y/o posiciones de un cuerpo cualquiera.

Estos criterios son:

- Geométrico,
- Funcional, y
- Tecnológico.

2. CRITERIO GEOMÉTRICO.

El criterio más sencillo es el geométrico, pues implica el dimensionamiento de formas y posiciones cuando se elabora la construcción geométrica, utilizando los trazos elementales de líneas, enlaces y proyecciones, ya sea por medio de instrumentos o a mano alzada.

Nótese que el criterio geométrico puede aplicarse a piezas aisladas sin conocer su función ni elementos vecinos.

EJEMPLO 1:

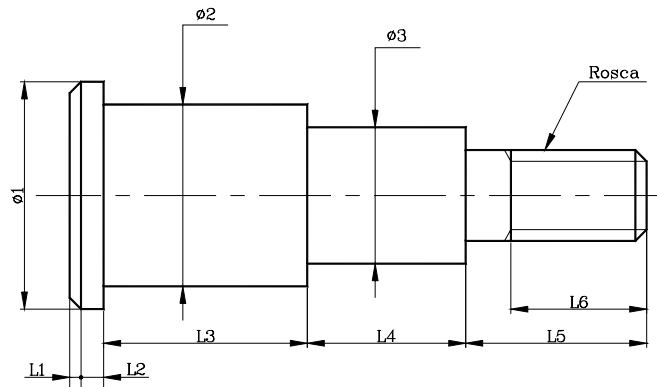


Figura 2.

Desde el punto de vista geométrico, la pieza anteriormente ilustrada, podría dibujarse de nuevo o fabricarse con los datos contenidos en la Figura 2.

3. CRITERIO FUNCIONAL.

El segundo es el criterio funcional, que además de considerar la construcción geométrica, toma en cuenta que el elemento acotado funcione de manera adecuada en el conjunto al que pertenece.

Para aplicar este criterio es menester tomar en cuenta una serie de principios y nomenclatura* que facilitan la determinación de las cotas verdaderamente importantes para el correcto funcionamiento del conjunto de piezas ya ensambladas.

A las cotas “verdaderamente importantes” se les conoce con el nombre de cotas funcionales.

Las ventajas de determinarlas, son:

* Ver “anexo acotación”

- Permiten asignar las máximas tolerancias compatibles con el correcto funcionamiento del conjunto estudiado.
- Disminuyen las dificultades de fabricación por permitir trabajar con tolerancias amplias.
- Permiten lograr la característica de intercambiabilidad, tan deseada en las producciones masivas, en las que se requiere facilitar el trabajo de ensamble.
- Inciden directamente en el descenso de los costos de fabricación.

EJEMPLO 2:

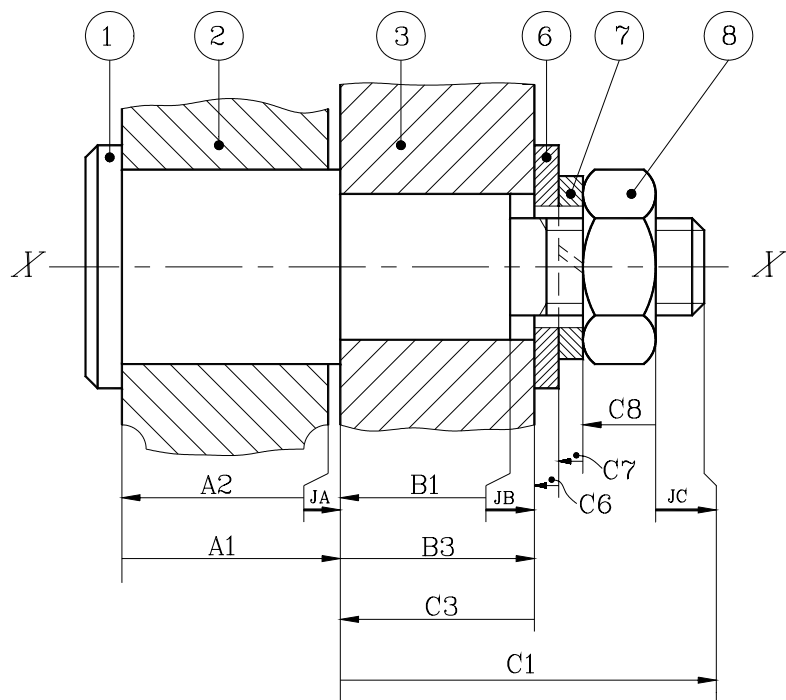


Figura 3.

Al observar la figura anterior se deduce lo siguiente:

- 2a). Es un conjunto de seis piezas ensambladas.
- 2b). Las piezas 1, 3, 6, 7 y 8 permanecen fijas.
- 2c). La pieza 2 tiene dos grados de libertad, uno de rotación y uno de traslación respecto al eje X-X'.
- 2d). La pieza 2 tiene un juego longitudinal JA.

2e). Entre la pieza 1 y la 6 existe una separación JB.

2f). Hay una saliente JC del extremo de la parte roscada de la pieza 1, a la pieza 8.

Para determinar las cotas de la pieza 1 que van a influir directamente en las condiciones funcionales JA, JB y JC, se deducirán las cadenas mínimas de cotas y en la Figura 4 se indican las dimensiones de la pieza 1 que son verdaderamente importantes para dichas condiciones.

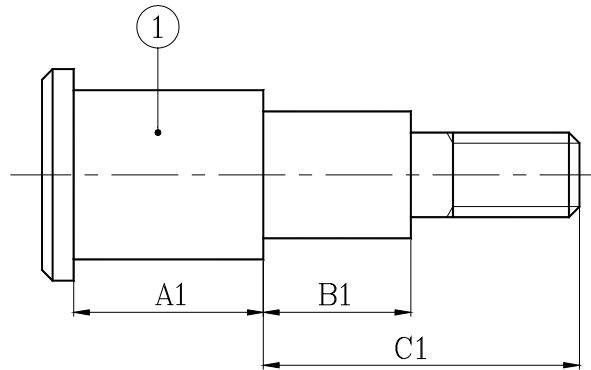


Figura 4.

Nótese que en la figura anterior, sólo se indican las cotas funcionales de la pieza 1, que influyen en las condiciones de funcionamiento JA, JB y JC.

EJEMPLO 3:

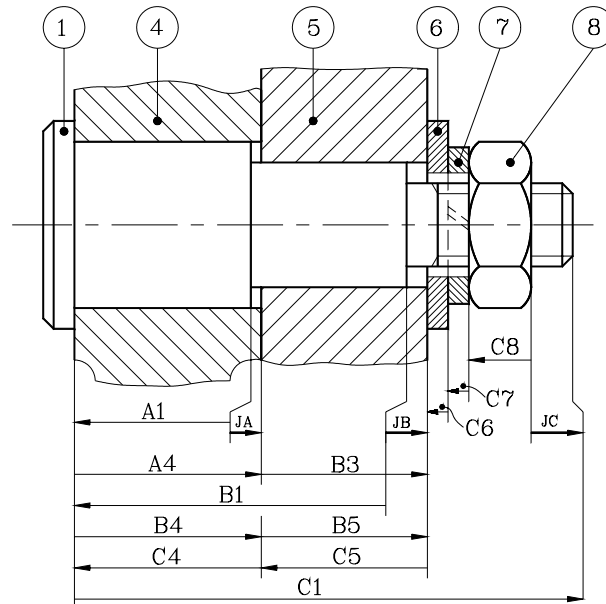


Figura 5.

Al analizar la figura anterior se deduce lo siguiente:

- 3a). Es un conjunto de seis piezas ensambladas, muy semejantes al del ejemplo 2.
- 3b). Todas las piezas permanecen fijas.
- 3c). Existe una separación JA entre 1 y 5.
- 3d). Entre la pieza 1 y la 6 existe una separación JB.
- 3e). Hay una saliente JC del extremo de la parte roscada de la pieza 1, a la pieza 8.

Para determinar las cotas funcionales de la pieza 1 que van a influir en las condiciones JA, JB y JC, se deducirán las cadenas mínimas de cotas, y en la Figura 6 se indican dichas dimensiones.

Al lado de la Figura 6 se reproduce la Figura 4 con objeto de comparar las dimensiones resultantes de los dos estudios funcionales.

Con los ejemplos 2 y 3 se muestra claramente la influencia que tiene la acotación de una pieza con respecto a su funcionamiento.

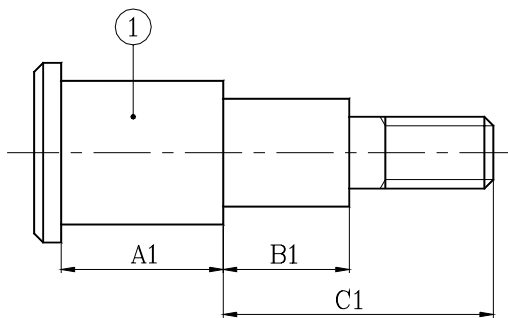


Figura 4.

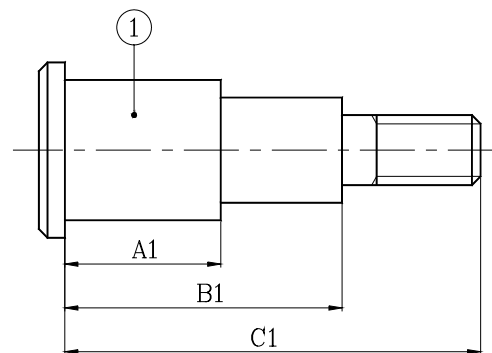


Figura 6.

4. CRITERIO TECNOLÓGICO.

El tercer criterio es el tecnológico, que basándose en los criterios geométrico y funcional, toma en cuenta las características de los procesos de manufactura y los aplica de tal modo que la transformación del diseño a la fabricación, sobre si es en serie, se lleva a cabo de la manera más directa y económica posible.

La mejor acotación, es aquella que permite usar directamente las cotas geométricas y funcionales, para la fabricación de las partes y/o para el ensamble de los conjuntos.

EJEMPLO 4:

La acotación de la pieza 1 implica que se debe utilizar un dispositivo como el DS-1, para que se cumpla la cota de 36 ± 0.1 (Ver Figura 7)

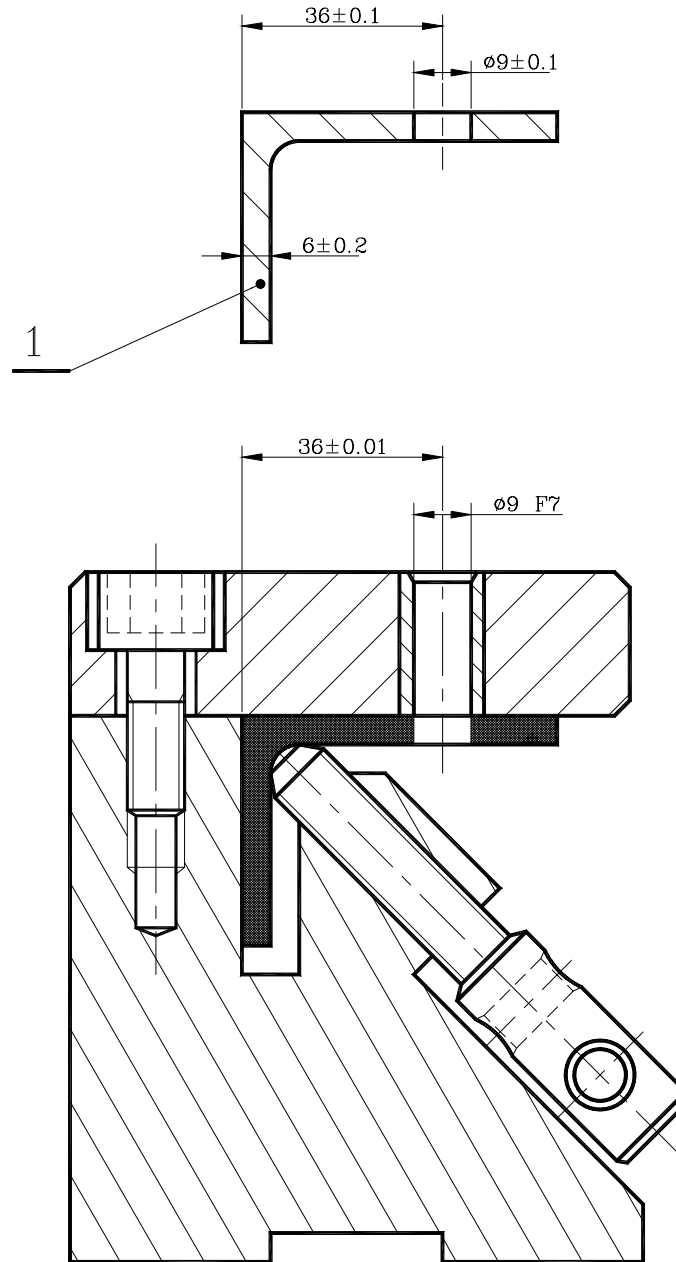


Figura 7.

EJEMPLO 5:

La acotación de la pieza 2, implica que se debe utilizar un dispositivo como el DS-2, para que se cumpla la cota de 30 ± 0.1 (Ver Figura 8)

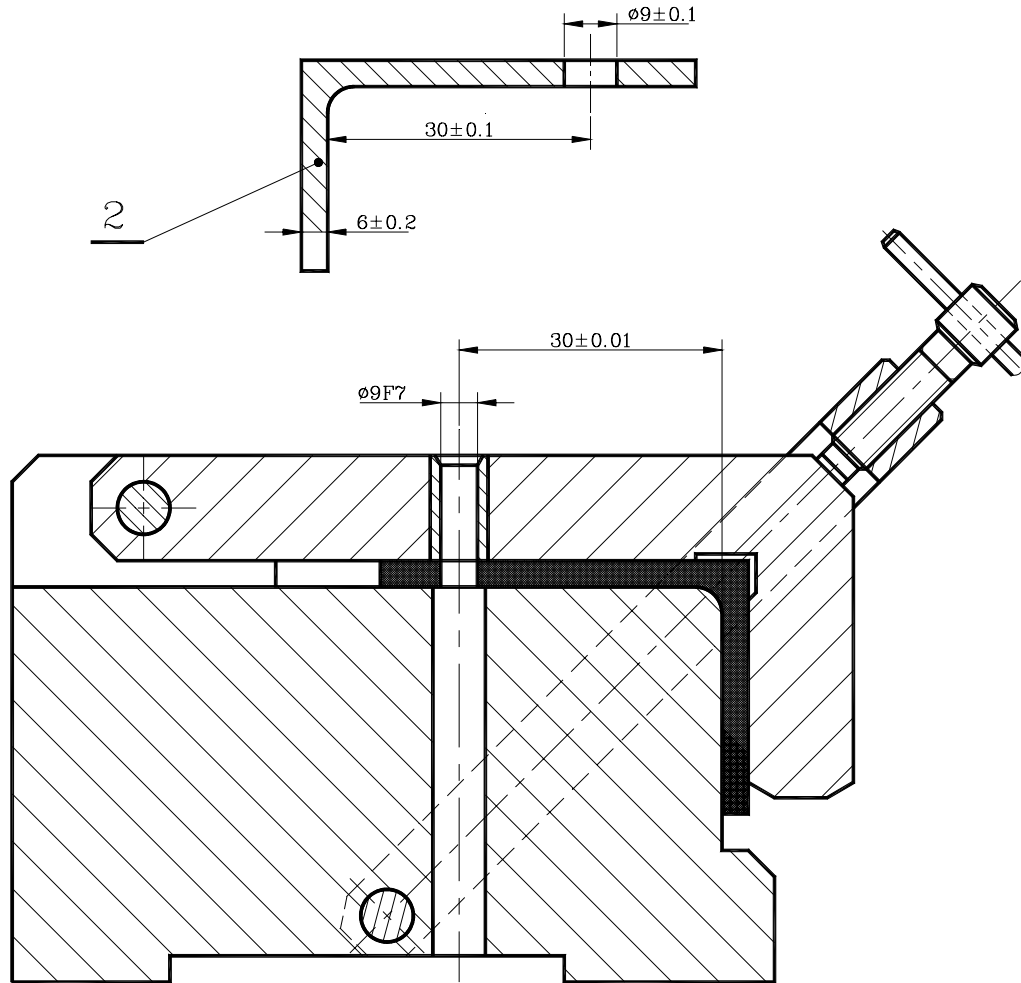


Figura 8.

Cuando la cota por obtener, no es la misma que la cota funcional, es necesario hacer un cambio de acotación, pero con el inconveniente de que la tolerancia de la cota suprimida, debe repartirse entre las cotas que la reemplazan, de modo que se cumpla la ley de las tolerancias que indica que el intervalo de tolerancia de una cota resultante es igual a la suma de intervalos de tolerancia de las cotas que la componen.

$$IT_{\text{Cota resultante}} = \sum IT_{\text{Cotas componentes}}$$

EJEMPLO 6:

Cuando en el diseño se especifica una acotación funcional como la de la Figura 9 y por disponibilidad de los medios de fabricación, se decide utilizar una máquina taladradora de control numérico, una acotación a partir de dos superficies de referencia, es muy útil para la programación de los movimientos de la herramienta.

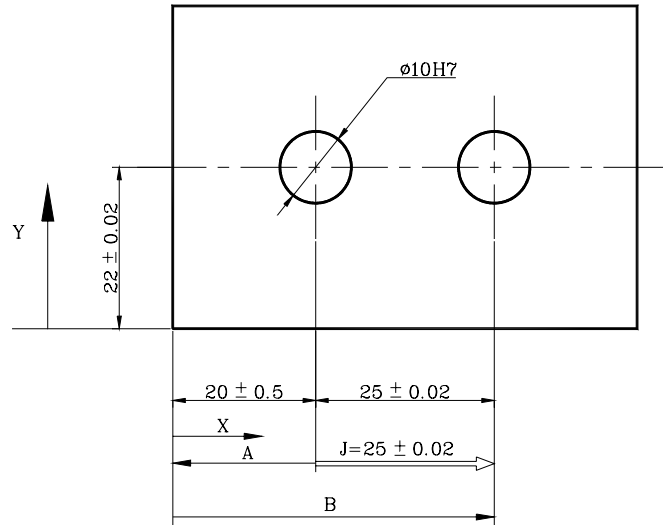


Figura 9.

Por lo que los datos de la Figura 9 se transformarían a lo que se indica en la Figura 10 con la consecuente reducción de los intervalos de tolerancia.

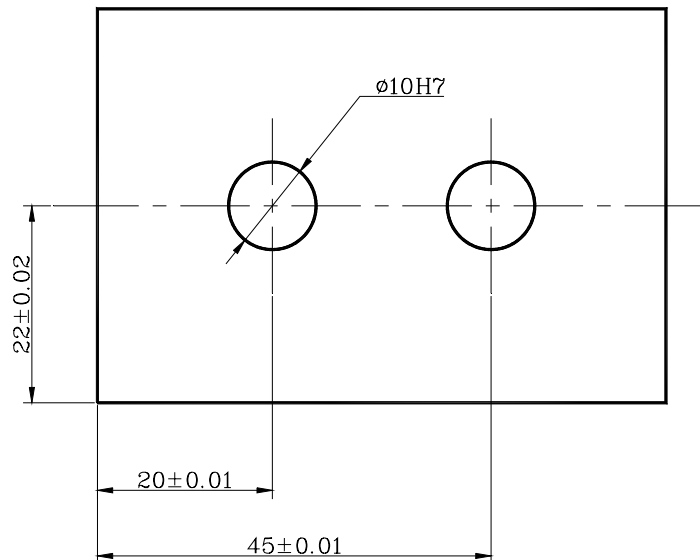


Figura 10.

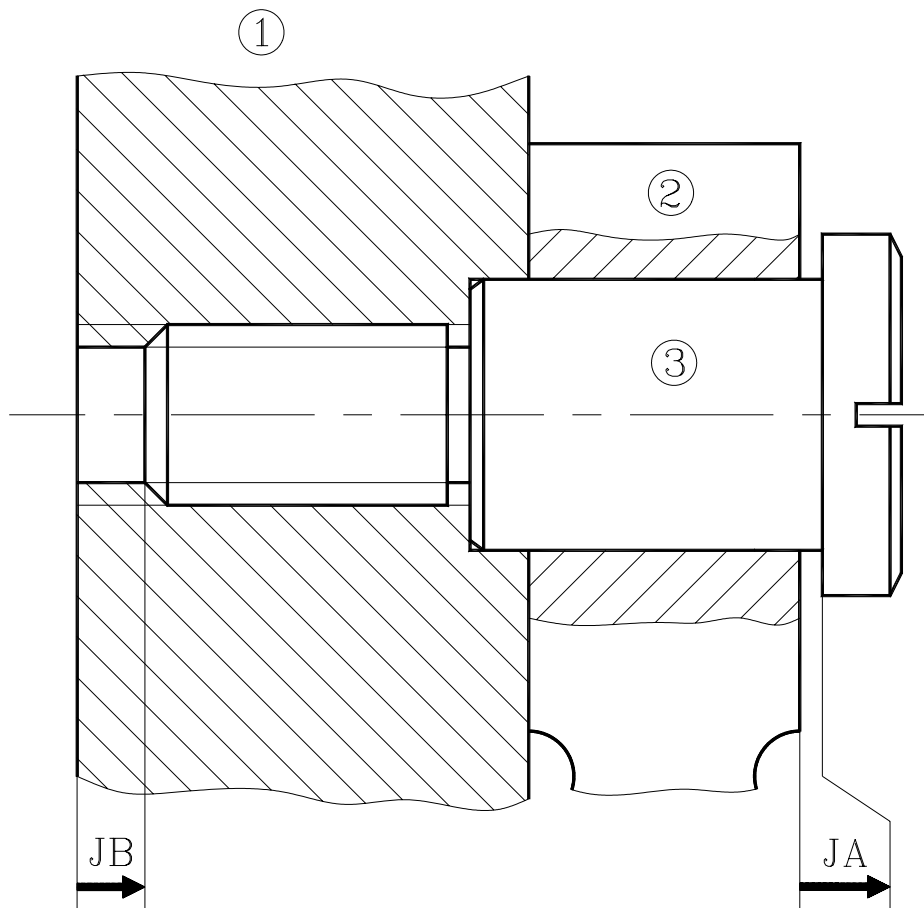
5. EJERCICIOS.

5.1 Conjunto Tornillo-eje.

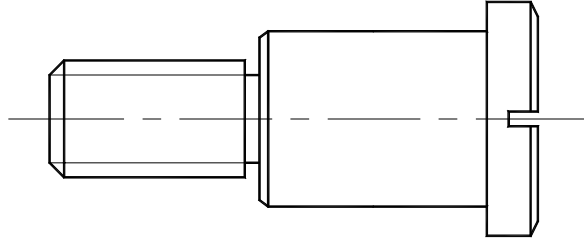
A continuación se muestran tres piezas ensambladas, que se identifican con sus respectivos nombres y números. En el dibujo de conjunto se aprecia una condición JA que denota juegos tanto radial como axial, para permitir que la pieza intermedia tenga libre movimiento, mientras que el tornillo - eje y el alojamiento permanecen fijos.

El claro JB debe garantizar que la rosca del tornillo – eje, nunca llegue al fondo del alojamiento.

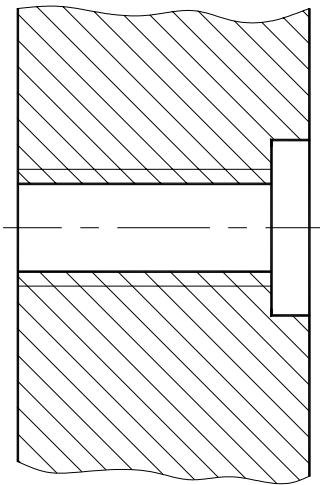
- ❖ Determinar el ajuste radial entre las piezas 2 y 3, suponiendo que el diámetro nominal entre ellas es de 35 mm.
- ❖ Trazar sobre el dibujo de conjunto, las cadenas mínimas de cotas para las condiciones JA y JB.
- ❖ Indicar las cotas funcionales encontradas, en los dibujos de cada una de las piezas que forman parte del conjunto.



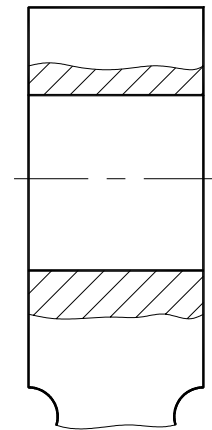
③ Tornillo - eje



① Alojamiento



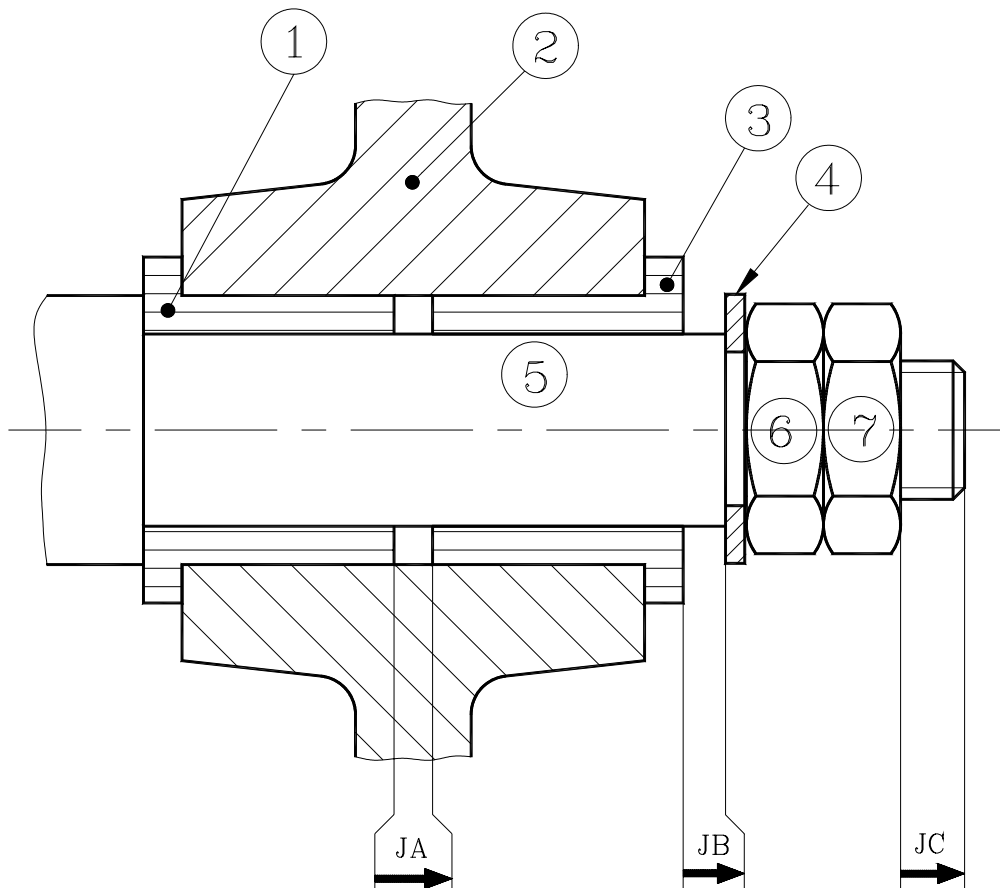
② Pieza intermedia

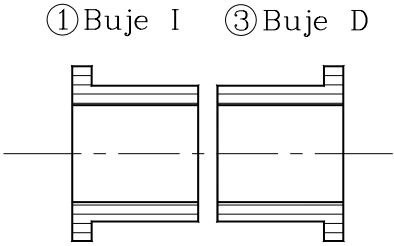
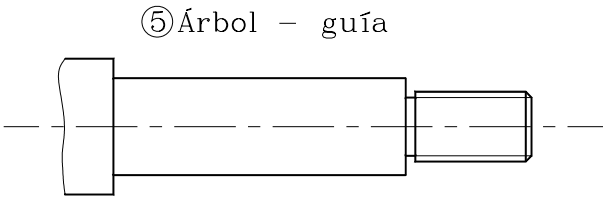
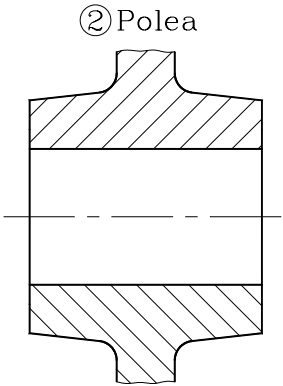
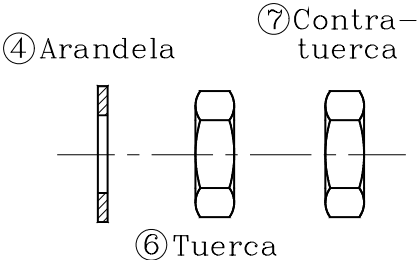


5.2 Conjunto árbol-guía.

En la siguiente ilustración aparecen cinco piezas ensambladas, que se identifican con sus respectivos nombres y números. En el dibujo de conjunto se aprecia una condición JA que marca el claro que debe existir entre los bujes, el claro JB entre la arandela y el buje y finalmente el claro JC que en diseño, se deja por seguridad como hilos libres de una rosca.

- ❖ Determinar el ajuste radial entre las piezas 1, 3 y 2, suponiendo que el diámetro nominal entre ellas es de 25 mm, si los bujes deben entrar apretados.
- ❖ Determinar el ajuste radial entre 1, 3 y 5 si debe existir juego pequeño entre el árbol – guía y ellos.
- ❖ Trazar sobre el dibujo de conjunto, las cadenas mínimas de cotas para las condiciones JA, JB y JC.
- ❖ Indicar las cotas funcionales encontradas, en los dibujos de cada una de las piezas que forman parte del conjunto.

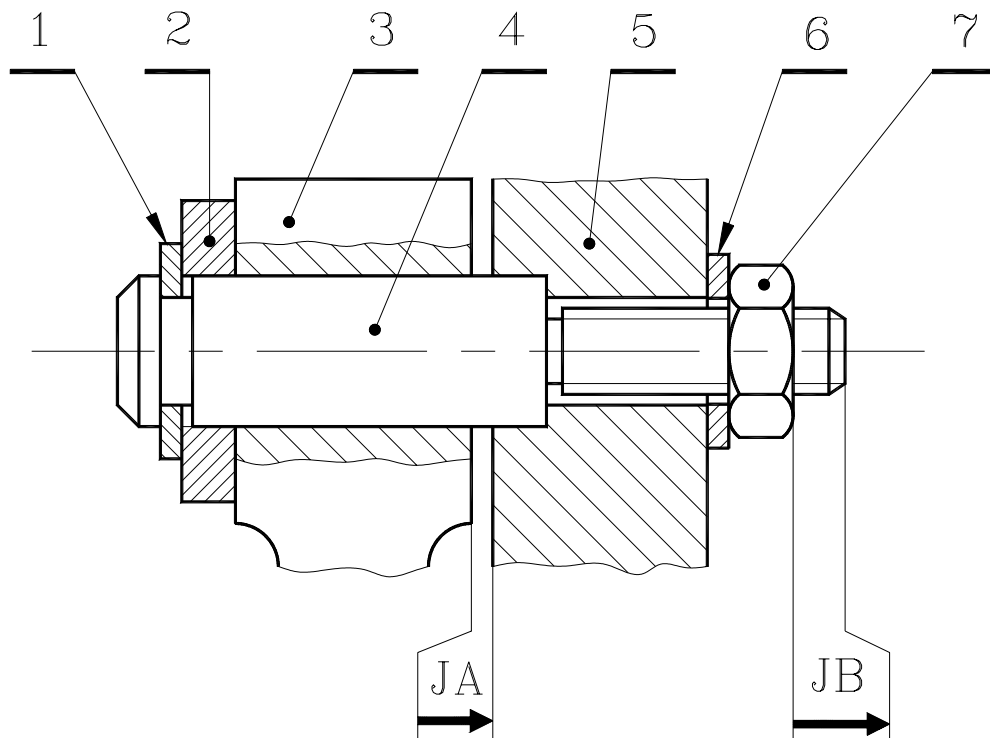


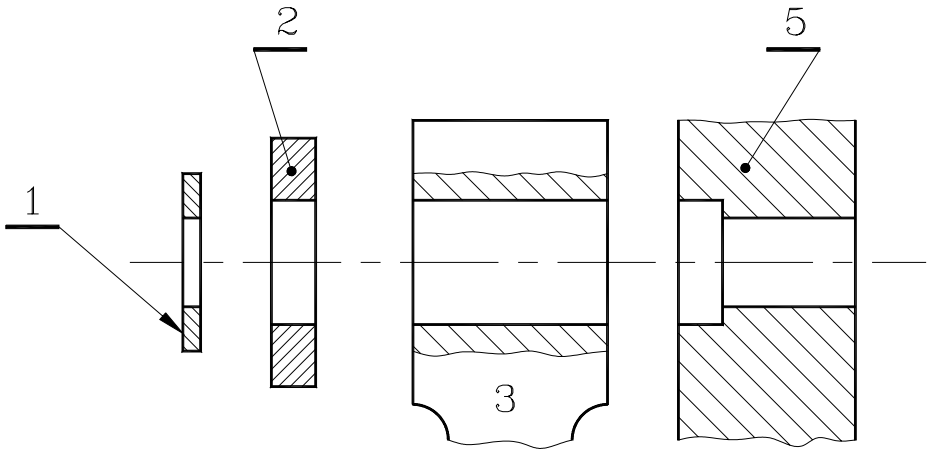
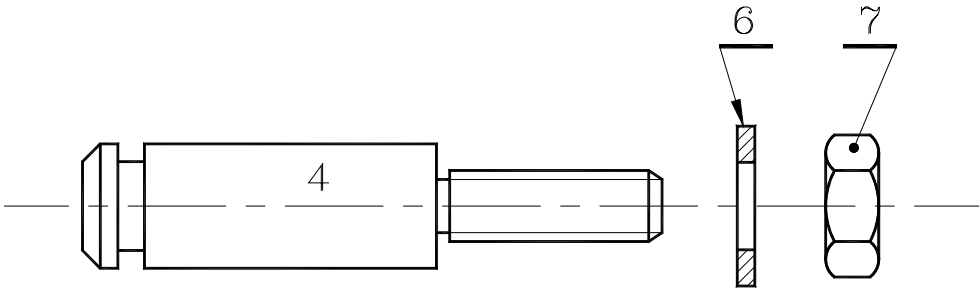


5.3 Soporte palanca.

A continuación se muestra un conjunto de siete piezas ensambladas, de las cuales sólo las primeras tres tienen posibilidad de movimiento radial y longitudinal respecto al árbol 4, mientras que las últimas tres permanecen fijas al mismo.

- ❖ Deducir las cadenas mínimas de cotas que satisfacen las condiciones JA y JB.
- ❖ Trasladar las cotas funcionales correspondientes a cada pieza, al dibujo correspondiente de cada una de las mismas.



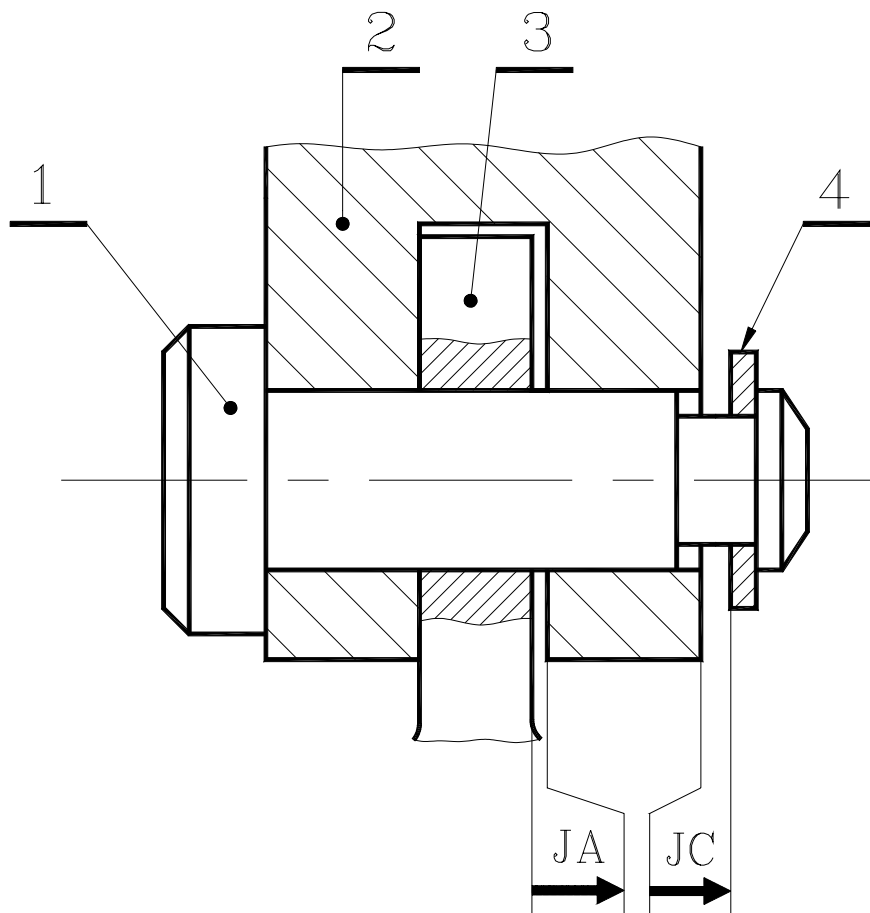


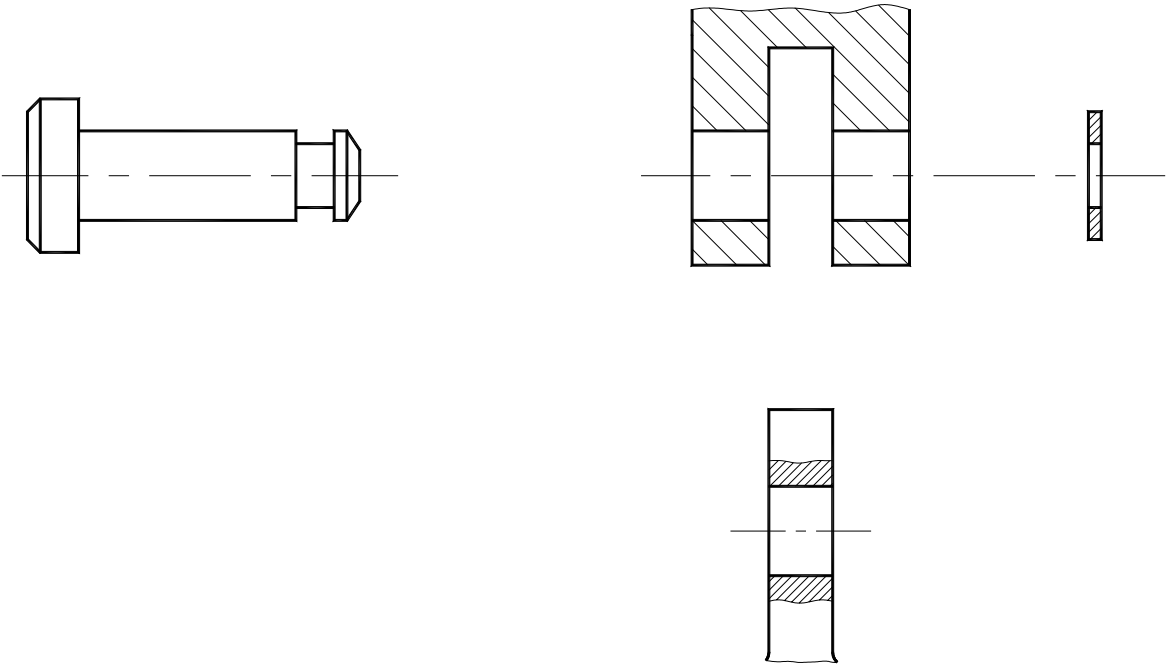
5.4 Seguro.

En el conjunto siguiente, las piezas 1 y 4 aseguran que la 3 permanezca articulada al soporte 2.

En él se establecen las condiciones de funcionamiento JA y JC para asegurar el correcto funcionamiento del conjunto.

- ❖ Deducir las cadenas mínimas de cotas correspondientes a las condiciones funcionales establecidas y trazar sobre los dibujos de las piezas ilustradas, las cotas funcionales con que cada una de ellas participa.

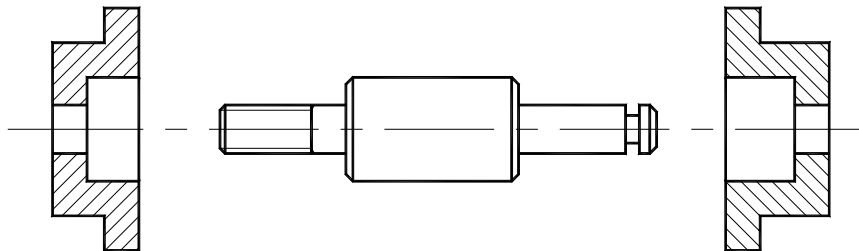
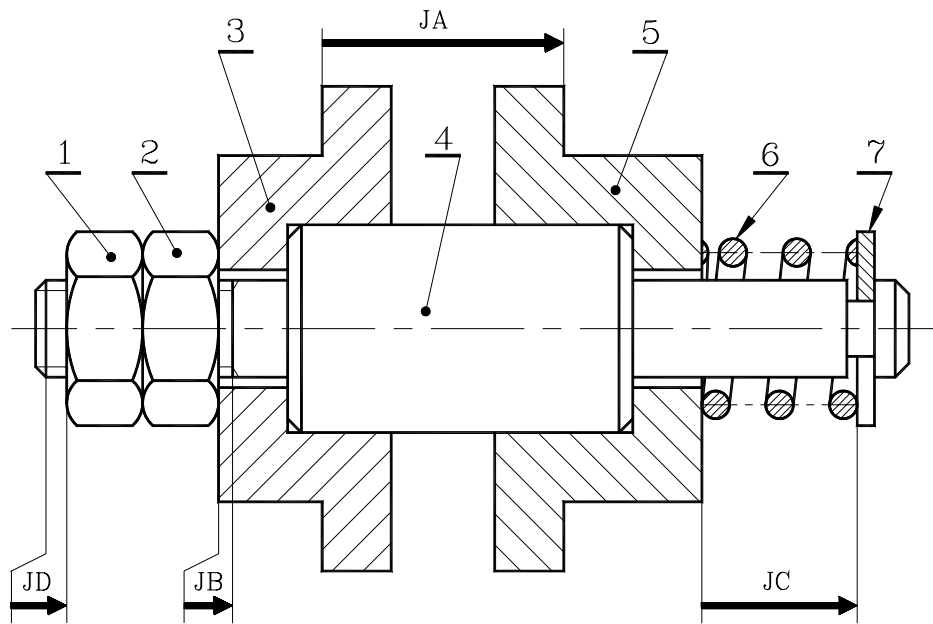




5.5 Unión elástica.

Al estudiar la relación funcional que tienen las siete piezas ilustradas en el conjunto mostrado, se deduce que la pieza 3 permanece firmemente unida a 4, por medio del sistema de tuerca y contratuerca formado por 1 y 2.

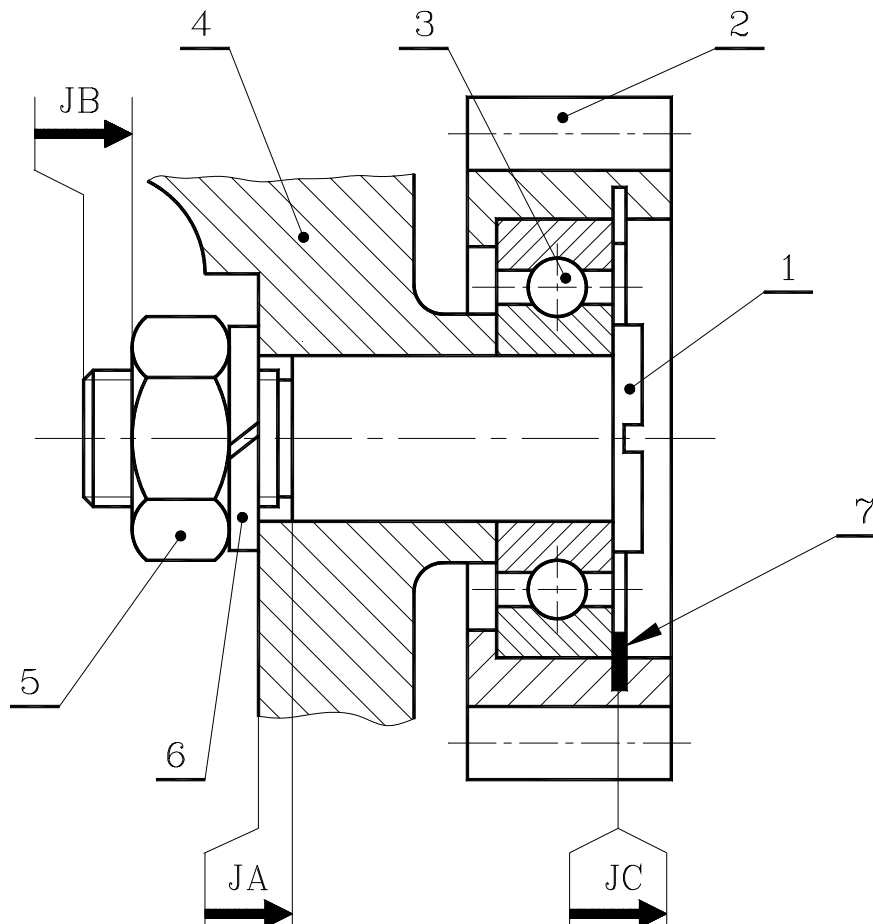
- ❖ Deducir las cadenas mínimas de cotas correspondientes a las condiciones funcionales establecidas y trazar sobre los dibujos de las piezas ilustradas, las cotas funcionales con que cada una de ellas participa.
- ❖ Explicar la razón de la existencia de cada una de las condiciones funcionales JD y JB.



5.6 Engrane intermedio.

Al estudiar el funcionamiento del conjunto mostrado, se puede deducir que el soporte 4 y la pista interior del rodamiento 3, permanecen unidas por medio del tornillo 1 y las piezas 5 y 6, de modo que el anillo elástico 7 (tipo Truarc), asegura que la pista exterior del rodamiento permanezca dentro del engrane 2.

- ❖ Deducir las cadenas mínimas de cotas correspondientes a las condiciones funcionales establecidas, trazándolas sobre el dibujo de conjunto mostrado.
- ❖ Establecer las seis ecuaciones de los juegos máximos y mínimos para las condiciones de funcionamiento JA, JB y JC.



5.7 Tope elástico retráctil.

El tope elástico retráctil tiene dos posiciones de trabajo. La libre o normal que es la que se muestra en la Figura 1 y una posición retraído (no mostrado), que se logra comprimiendo el resorte y haciendo un giro de 90° con la empuñadura 8 para que el pasador 6 se apoye en el exterior de la ranura de la base 5, con lo que el extremo del tope 2 queda oculto.

En la Figura 1:

- ❖ Deducir las cadenas mínimas de cotas correspondientes a las condiciones funcionales establecidas, trazándolas sobre el dibujo de conjunto mostrado.
- ❖ Sugerir un ajuste normalizado para que resulte una condición JA adecuada.
- ❖ Establecer las ecuaciones que determinan las dimensiones máxima y mínima que pueden existir en la posición “Libre”, entre el extremo izquierdo de la empuñadura 8 y el extremo derecho de la base 5, llamando a esta nueva condición JF.

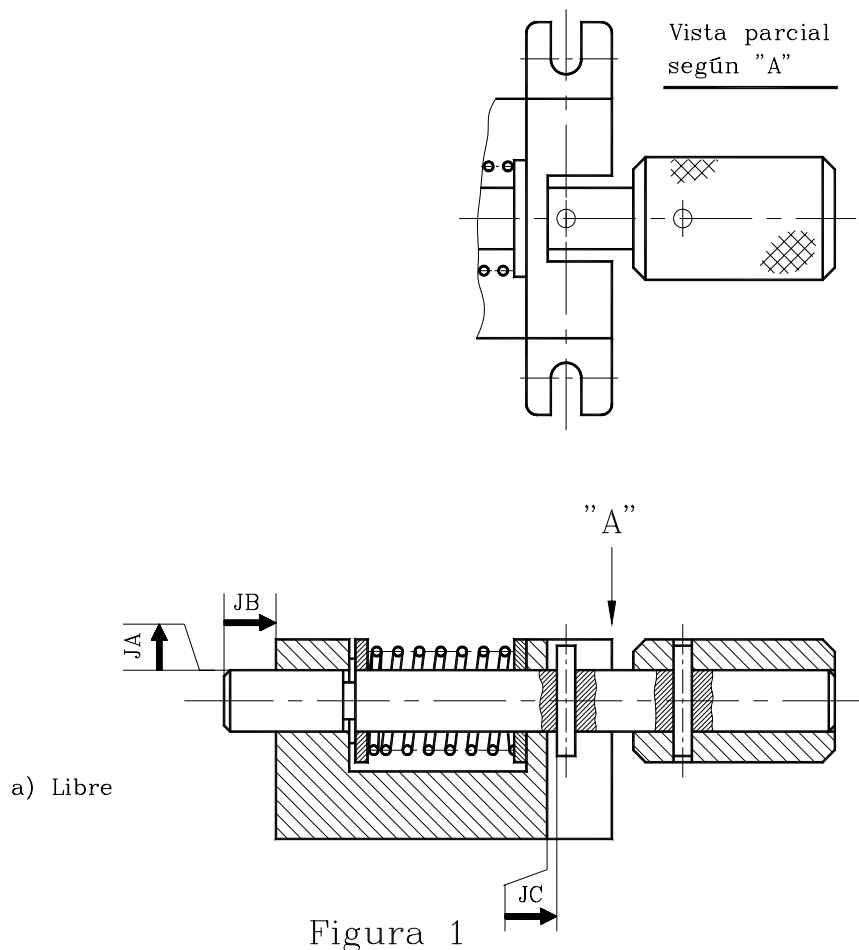


Figura 1

En la Figura 2 se muestra el tope elástico en la posición en la que el resorte 3 se encuentra completamente comprimido.

- ❖ Establecer las dos ecuaciones que determinan las condiciones máxima y mínima de JD, para encontrar la dimensión D1 con su tolerancia.
- ❖ Elaborar el dibujo del tope 2 a escala 1: 1, suponiendo que se hace con una barra de NOM – 1045, de 9 mm de diámetro.

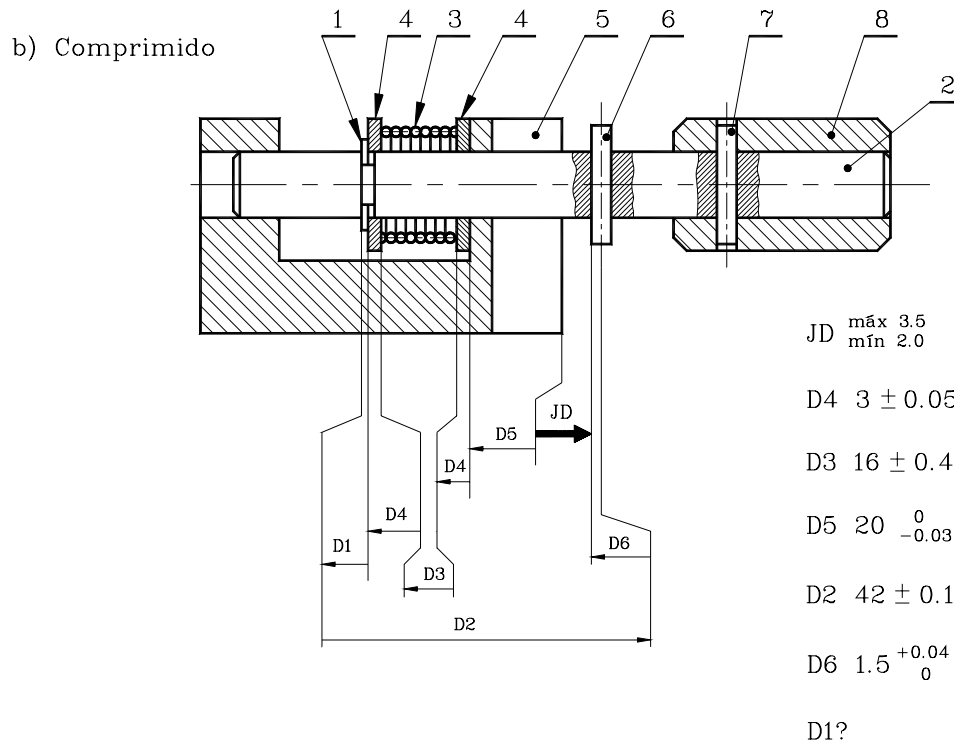


Figura 2

La acotación tecnológica es una herramienta para facilitar o para adecuar los medios de fabricación a las necesidades funcionales.

Por ello, sin importar la transformación por este criterio de acotación la verificación final de las cotas de la pieza, se hará tomando como base la acotación funcional.

6. CONCLUSIONES.

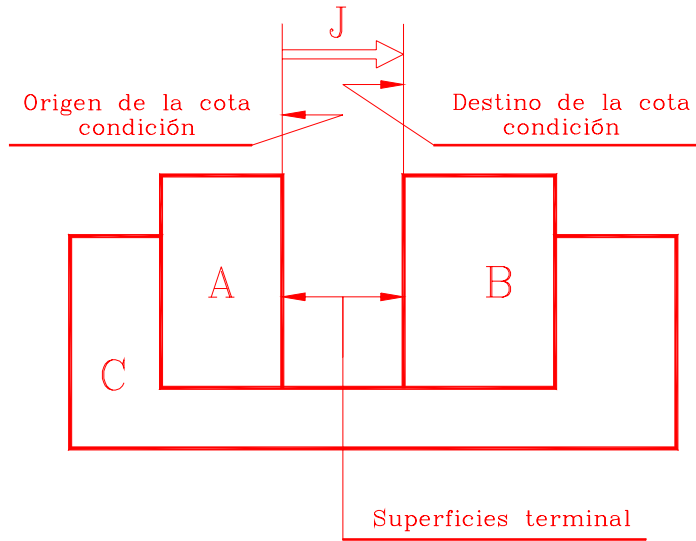
- a). Para poder fabricar productos pensados en México, se debe aprender a especificarlos.
- b). Los ingenieros deben saber dibujar, pues es la manera de conocer los productos antes de que existan.
- c). Deben ser los ingenieros y no los dibujantes, los que decidan sobre la definición de dimensiones de un producto.
- d). Se debe estar consciente de que las cotas mal asignadas, influyen directamente tanto en el funcionamiento del conjunto como en el costo de fabricación del mismo.
- e). El no usar tolerancias en las cotas, invariablemente conduce a la producción artesanal o a la no intercambiabilidad.
- f). Una tolerancia innecesariamente pequeña encarece el producto porque alarga los procesos de fabricación.
- g). La acotación implica conocimientos de diseño, procesos de manufactura y metrología.

7. ANEXO ACOTACIÓN.

Nomenclatura fundamental para aplicar la acotación funcional y tecnológica.

- a). Superficie funcional es una superficie que participa directamente en la función del conjunto.
- b). Superficie de apoyo es una superficie que está en contacto con otra.
- c). Superficie terminal es aquella superficie que no tiene contacto con otra.
- d). Cota condición es aquella que limita la distancia entre dos superficies terminales.

Esta cota se indica generalmente por medio de una flecha gruesa, cuyo origen está en la línea de referencia que parte de una de las superficies terminales, y cuyo destino o punta de flecha indica la línea de referencia de la otra superficie terminal.



e). Cadena de cotas, es la serie de cotas eslabonadas que permiten pasar de una superficie terminal a la otra, por medio de las superficies de apoyo de las diferentes piezas del conjunto estudiado.

La definición de una cadena de cotas se hace tomando en consideración lo siguiente:

- e1). Analizar el problema, determinando la cota condición sea de juego o de apriete.
- e2). Dibujar todas las piezas apoyadas unas contra las otras.
- e3). Identificar los apoyos y superficies terminales.
- e4). Instalar la cota condición, amplificando su magnitud, entre las superficies terminales.
- e5). Trazar la cadena partiendo del origen.
- e6). Orientar los eslabones componentes de la cadena según los apoyos elegidos.
- e7). Cerrar la cadena de cotas llegando al destino de la cota condición.
- e8). Comprobar que la cadena de cotas es mínima, asegurándose de que sólo contiene una cota funcional por cada pieza. La cadena de cotas debe ser mínima para asegurar las buenas condiciones de funcionamiento, además de que evita las cotas repetidas y las redundantes.

e9). Cotas repetidas son aquellas que indican más de una vez la magnitud de un elemento geométrico.

e10). Cotas redundantes son las que se especifican y pueden obtenerse por suma y/o diferencia de otras.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- 1). R. Durot, R. Lavaud, J. Visart - “LA COTATION FONCTIONNELLE” - Classiques Hachette - France.
- 2). A. Chevalier - “GUIDE DU DESSINATEUR INDUSTRIEL” - Classiques Hachette - France.
- 3). Villanueva Pruneda Sergio A. - “METODOLOGÍA PARA EXTRACCIÓN DE TECNOLOGÍA” - Tesis SEPI-ESIME-IPN - 1996 - México.