

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

Metrología avanzada

Docente:

“Análisis estadístico y consideraciones diversas de la aplicación del análisis de acumulación de tolerancias”



Equipo 5

Integrantes:

INDICE

CAPITULO 8.....	2
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TOLERANCIAS.....	2
ACUMULACIÓN ESTADÍSTICA DE TOLERANCIAS.....	2
CAPITULO 17.....	3
CAPITULO 18	5
CIERRE FLOTANTE, FORMULAS DE SUJETADORES FIJOS Y CONSIDERACIONES	5
SUJETADOR FLOTANTE.....	5
SUJETADOR FIJO.....	6
CLASIFICACION DE LÍMITES Y AJUSTES.....	7
AJUSTE DE HOLGURA	7
AJUSTE DE TRANSICIÓN.....	7
AJUSTES DE INTERFERENCIA (AJUSTE FORZADO).....	7
LÍMITES Y AJUSTES EN EL CONTEXTO DE DIMENSIONAMIENTO GEOMÉTRICO Y TOLERANCIA	7
SIMULACIÓN DEL MÉTODO DE MONTE CARLO.....	8
CONCLUSION.....	10
BIBLIOGRAFÍA.....	10

CAPITULO 8

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TOLERANCIAS

El análisis estadístico de tolerancias determina la probable variación máxima posible para una dimensión seleccionada. Todas las tolerancias y otras variables son agregadas para obtener la variación total. Este método, asume más realísticamente que es altamente improbable que todas las dimensiones en las tolerancias acumuladas estén en su límite inferior del peor de los casos o su límite superior al mismo tiempo.

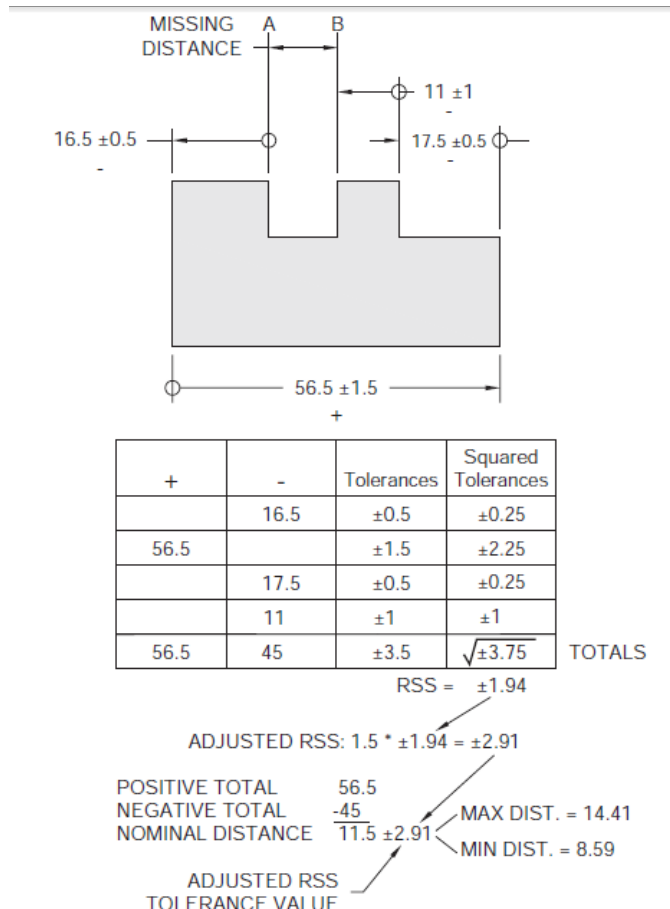
Hay muchos métodos estadísticos disponibles para análisis de tolerancias. “La raíz de la suma de los cuadrados” (RSS) y Las Simulaciones De Monte Carlo son las dos más comunes. La RSS es usada comúnmente en modelado manual y en acumulación de tolerancias basada en hojas de cálculo.

$$\text{RSS Tolerance} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + \dots T_n^2}$$

Dónde: Tn = Tolerancia en la acumulación de tolerancias.

ACUMULACIÓN ESTADÍSTICA DE TOLERANCIAS.

1. Seleccione la distancia cuya variación será determinada.
2. Determine si se requieren una, dos o tres análisis de dimensiones.
3. Determine una dirección positiva y una dirección negativa.
4. Convierta todas las dimensiones y tolerancias a un formato igual-bilateral ($\pm$ del mismo valor).
5. Ahora todas las dimensiones tolerancias son ingresadas en una tabla y totalizada para propósitos de reporte.
6. Coloque los valores de tolerancia para cada dimensión en la columna de tolerancias. Este valor es la mitad de la variación total permitida por la tolerancia.
7. Tome cada valor de tolerancia y elévela al cuadrado. Coloque este valor en la columna de tolerancia estadística al lado de cada tolerancia.
8. Agregue las entradas en cada columna, ingresando los resultados al final de la tabla.
9. Determine la **RSS**. Ingrese este resultado al final de la tabla. Este es el valor de la tolerancia **RSS**.
10. Reste el total negativo al total positivo. Esto dará la dimensión o distancia nominal.
11. Aplique la tolerancia estadística total. Sumando y restando la tolerancia estadística de la dimensión nominal obtendremos los probables máximos y mínimos valores de distancias.
12. Si se desea tener un enfoque ligeramente más conservadora, multiplique la tolerancia RSS por un factor de ajuste (en este ejemplo es 1.5), realice este paso aquí, sustituyendo un valor de RSS ajustado más grande para el valor RSS.



Por mucho el método más fácil para resolver problemas de acumulación tolerancias lineales es usar un formato de reporte diseñado por un programa de hojas de cálculo, como por ejemplo Microsoft Excel.

CAPITULO 17

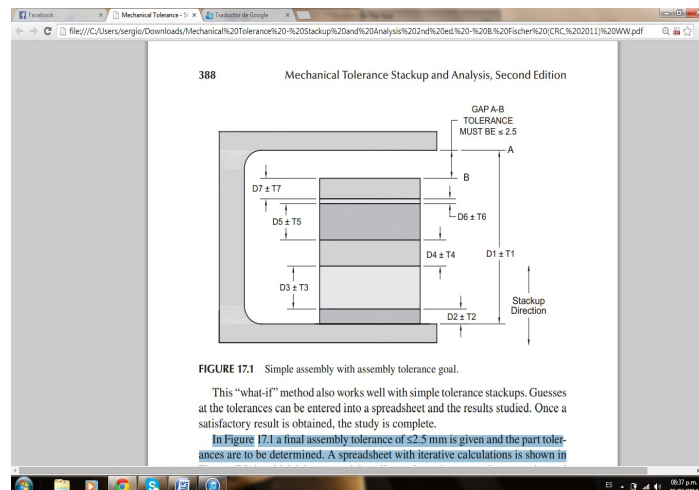
A veces las tolerancias requeridas para un ensamble final son conocidas, y las tolerancias deben ser determinadas para dejar el requerimiento final. Esto es comúnmente encontrado donde el nivel de ensamblaje o el nivel del producto final están por ser ajustados.

Los ensambles complejos como el cuerpo de un vehículo se les agrega las tolerancias usando una combinación de tolerancias “what-if” y un modelo variable estadístico por computadora. Las iteraciones son realizadas hasta que una combinación realizable de las tolerancias de los componentes es mostrada para mostrar un rendimiento de un aceptable resultado estadístico.

Las tolerancias de los componentes deben ser seleccionadas dentro de las capacidades del proceso de fabricación conocidos para que el análisis tenga sentido. Que están dentro de las capacidades de proceso de fabricación conocidos para el análisis para que tenga sentido. Diferentes industrias y preferencias conjunto de accionamiento diferentes soluciones a este dilema.

Industrias donde el ensamblaje es automatizado o donde el ensamblaje en línea de producción predomina no pueden basarse en el ensamblador para realizar ajustes finos en el montaje final. Las partes deben funcionar aunque hayan sido ensambladas de la peor manera. Usualmente estos diseños deben ser alterados para permitir los “worst-case” ensambles.

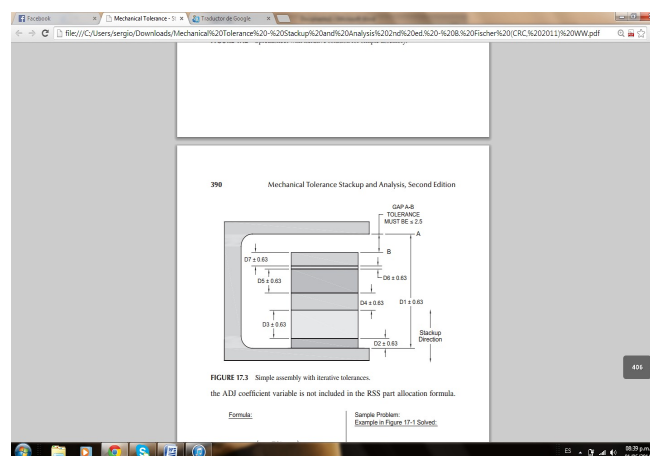
Este “what-if” método también funciona bien con tolerancias acumuladas simples. Suponer que las tolerancias pueden agregarse en una hoja de datos y los resultados pueden ser estudiados. Una vez que un resultado satisfactorio es obtenido el estudio está completo.



En la figura 17.1 una tolerancia final de ± 2.5 mm es dada y las tolerancias de las partes de ben ser determinadas.

Otra técnica más precisa es usar la función “the goal Seek” en Microsoft Excel, el cual permite al analista determinar la tolerancia requerida sin la necesidad de iterar.

Las tolerancias derivadas en la hoja de datos, son usadas para los componentes en el ensamble. El ensamble simple es mostrado en la figura 17.3 con los valores de tolerancia calculados iterando.



CAPITULO 18

CIERRE FLOTANTE, FORMULAS DE SUJETADORES FIJOS Y CONSIDERACIONES

SUJETADOR FLOTANTE

En los sujetadores flotantes son donde el eje o sujetador queda flotando dentro del agujero. Usados comúnmente en las tuercas y tornillos, pernos y agujeros, la determinación del tamaño de las arandelas, etc.

Un ejemplo de una relación de elemento de fijación flotante en las partes de acoplamiento se puede ver en la Figura 18.1, que muestra una sección a través de dos piezas de acoplamiento con los patrones de juego de agujeros de paso. Tenga en cuenta que los diámetros de los orificios pueden ser diferentes en cada parte. En este ejemplo, la función de los agujeros es para permitir el paso de elementos de fijación por lo que las partes se pueden fijar juntas. También es importante que los agujeros no son tan grandes y que no hay ninguna superficie de apoyo ya adecuada para la cabeza de los tornillos y tuercas. La fórmula de fijación flotante permite al diseñador determinar el tamaño mínimo que pueden ser los orificios y así permitir que los elementos de fijación pasen al peor de los casos.

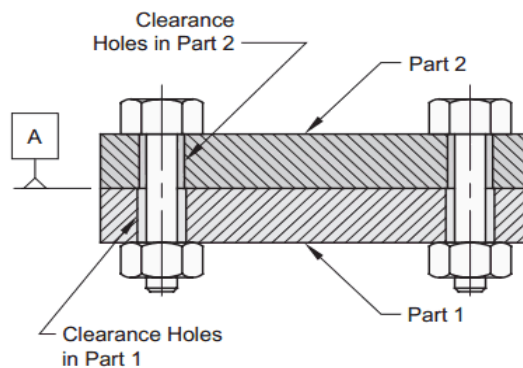


FIGURE 18.1 Floating fastener: section through mating parts.

Formula de sujeción fija: $H = F + T$

Dónde:

H = Diámetro mínimo de holgura del agujero (MMC)

F = Diámetro máximo de sujeción (MMC)

T = Tolerancia posicional del agujero de paso en MMC en la parte considerada

SUJETADOR FIJO

Se le llama sujetador fijo a la unión de una o más partes cuando una de ellas se encuentra unida o fija al sujetador.

Un ejemplo de una relación de sujeción fija en las partes de acoplamiento se puede ver en la Figura 18.7, que muestra una sección a través de dos piezas de acoplamiento. En este ejemplo, la función de los agujeros de paso es para permitir el paso de elementos de fijación en los orificios roscados. La fórmula sujetador fijo permite al diseñador determinar el tamaño mínimo al que pueden ser los orificios y así permitir que los elementos de fijación pasen dentro de los agujeros roscados en el peor de los casos.

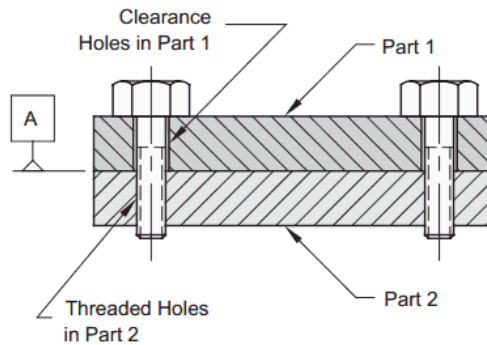


FIGURE 18.7 Fixed fastener: section through mating parts.

Fórmula de sujetador fijo: $H = F + T1 + T2$

Dónde:

H = Diámetro mínimo de holgura del agujero (MMC)

F = Diámetro máximo del sujetador (MMC)

T1 = Tolerancia posicional del agujero de paso en MMC

T2 = Tolerancia posicional del orificio roscado en MMC

CAPITULO 19

CLASIFICACION DE LÍMITES Y AJUSTES

Generalmente hablando, hay tres tipos de ajustes entre las características de tamaño y piezas. Estas son ajustes de holgura, ajustes de transición y ajustes de interferencia, estas son clasificaciones de ajuste estándar; son basadas en funcionamiento de las características de acoplamiento en las piezas de acoplamiento. U.S e internacional standards define sistemas de límites y ajustes que rigen esa clasificación, tanto como el estándar de ASME e ISO.

Usualmente estos ajustes son usados en los ejes dentro de los rodamientos presionando pasadores en los agujeros, llaves o aplicaciones similares. Interesantemente estas clasificaciones no toman en cuenta el error de la orientación o posición entre las piezas; las características de las piezas se supone que son coaxiales.

Los estándares de la clasificación de ajustes incluyen tablas de ajustes estandarizados, cada uno con un poco más o menos holgura o interferencia relativa. Dando un tamaño nominal, el diseñador determina las piezas funcionales requeridas y selecciona el ajuste apropiado.

Cualquier ajuste entre una característica de tamaño interna y externa puede ser clasificado como ajuste de holgura, ajuste de transición o ajuste de interferencia, independientemente si el ajuste fue seleccionado de un estándar de la tabla.

AJUSTE DE HOLGURA

Un ajuste de holgura siempre está entre un eje y un agujero. El tamaño máximo del eje debe ajustar en el mínimo del agujero. Es decir que el agujero siempre será más grande que el eje.

AJUSTE DE TRANSICIÓN

Un ajuste de transición debe haber holgura o interferencia entre el eje y el agujero. Esto quiere decir que el agujero es más grande que el eje o que el agujero es más pequeño que el eje.

AJUSTES DE INTERFERENCIA (AJUSTE FORZADO)

Un ajuste de interferencia siempre debe haber interferencia entre el eje y el agujero. El tamaño mínimo del eje debe ajustar con el máximo del agujero con interferencia. Esto quiere decir que el agujero siempre es más pequeño que el eje.

LÍMITES Y AJUSTES EN EL CONTEXTO DE DIMENSIONAMIENTO GEOMÉTRICO Y TOLERANCIA

La variación permitida en orientación y localización entre características de tamaño tiende a decrecer la holgura o incrementar de interferencia entre las piezas. Este decremento o incremento (dependiendo del punto de vista) generalmente crea un problema en la relación virtual entre las características.

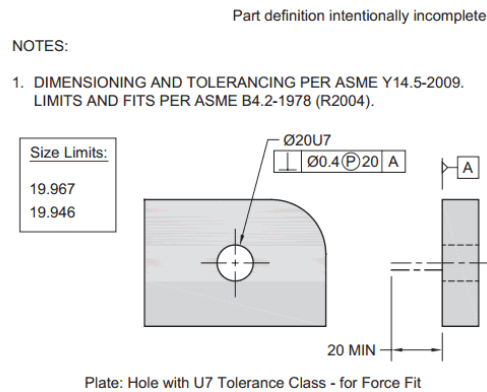
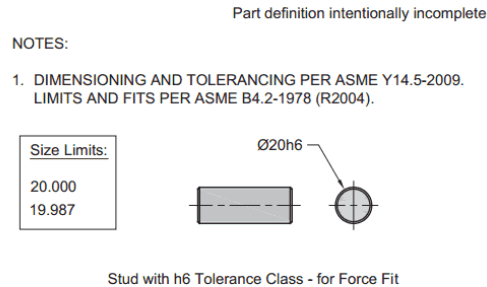


Figura 19.1 pieza dibujada: clase de tolerancia símbolos y tolerancia orientación

La figura 19.1 muestra un dibujo de un perno y una placa con un agujero. El perno y agujero están dados con tamaño básico de dimensionamiento y la tolerancia usando códigos representando el tipo de tolerancia para la caracterización.

SIMULACIÓN DEL MÉTODO DE MONTE CARLO.

El método Monte Carlo estima la variación dimensional en un ensamblaje, debido a las variaciones dimensionales y geométricas de los distintos componentes del ensamblaje.

Conocida o estimada la distribución de las variables de entrada, podemos estimar la variable de salida (en el ensamblaje), de forma estadística y la distribución que sigue, siempre y cuando se conozca la función de ensamblaje.

En la figura 6, se muestra conceptualmente este método:

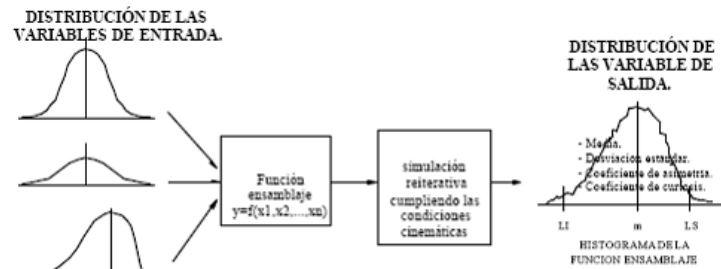


Fig. 6.- El método Monte Carlo.

La simulación consiste en seleccionar valores aleatorios para las dimensiones de entrada independientes, de sus respectivas distribuciones probabilísticas, y calcular las dimensiones resultantes de la función ensamblaje. El proceso se realiza de forma iterativa si la función es implícita. Estimamos la media, la desviación típica y coeficiente de curtosis, pudiendo compararse las características del ensamblaje a las de una muestra.

Los ensamblajes rechazados por estar fuera de los límites, pueden ser contados durante la simulación, o sus percentiles en las salidas del método de Monte Carlo, pudiendo estimar los rechazos. La distribución más utilizada es la normal o de Gauss, cuando no se conoce su distribución.

El número requerido para el muestreo es función de la exactitud en la variable de salida.

[Gao, 1995] Realizó un estudio de siete mecanismos en 2D, uno en 3D, incluyendo en dos de ellos control de tolerancias geométricas, además de las dimensionales.

Comparó el método Monte Carlo con el método DLM, obteniendo los siguientes resultados:

- El método DLM es preciso estimando la variación del ensamblaje. Es también preciso en predecir los rechazos de ensamblajes, en la mayoría de los casos, excepto cuando el número de restricciones cinemáticas no lineales es alto.
- Las restricciones no lineales en los ensamblajes, pueden causar un cambio significativo en el resultado de las dimensiones cinemáticas del ensamblaje y en la simetría de la distribución.
- Para muestreo superior a 30.000, es más preciso el método Monte Carlo, que el método DLM en predecir la variación del ensamblaje.
- Para muestreo superior a 10.000 es más preciso el método Monte Carlo, que el método DLM en predecir los ensamblajes rechazados. Por debajo de este muestreo la predicción de rechazos da peor resultado
- Para muestreo de 100.000 o superior los resultados son razonablemente precisos.

Posteriormente [Cvetko, 1998] comprueba la influencia del tamaño de la muestra en la simulación por el método Monte Carlo, comparando el error cometido en un ensamblaje entre muestras de 1.000 y 10.000 ensamblajes, con intervalo de confianza de ?? (68%). Comprobando que:

- Las medias y las variaciones son suficientemente próximas.
- Los momentos de tercer y cuarto orden (simetría y curtosis), pueden no ser próximos.

CONCLUSION

Para que un proceso se siga de manera correcta debe cumplir con ciertos rangos en su distribución normal y cumplir con algunos métodos ya mencionados como el six sigma y RSS para que el proceso esté dentro los rangos de variación permitidos por el proceso. Gracias al análisis estadístico de acumulación de tolerancia pudimos ver que somos capaces de aprender de la acumulación de tolerancia en cuanto su variación y como la misma variación afecta el proceso. Para que un proceso se siga de manera correcta debe cumplir con ciertos rangos en su distribución normal y cumplir con algunos métodos ya mencionados para que el proceso esté dentro los rangos de variación permitidos por el proceso. También vemos que la acumulación de tolerancias es un tema muy crítico en metrología, ya que las piezas en un ensamble no podrán ensamblar, funcionar o ser intercambiables entre sí, si no se analiza la acumulación de tolerancias a detalle.

BIBLIOGRAFÍA

Fischer, B. (2011). Mechanical Tolerance - Stackup and Analysis 2nd ed. CRC Press.