

ANÁLISIS DE ESFUERZOS DURANTE EL ENSAMBLE DE PIEZAS MEDIANTE EL SOFTWARE COMSOL MULTIPHYSICS

Autores

Julio César Minjarez Enríquez
Universidad Politécnica de Chihuahua
Av. Téofilo Borunda No. 13200, Col. Labor de Terrazas. C.P. 31220 Chihuahua, Chih.
ing.juliominjarez@hotmail.com

Dr. Alberto Díaz Díaz,
CIMAV (Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C)
Av. Miguel de Cervantes No. 120, Complejo Industrial Chihuahua. C.P. 31136
Chihuahua, Chih.
alberto.diaz@cimav.edu.mx

RESUMEN

El presente artículo presenta la simulación por contactos entre dos componentes utilizados en una pluma inyectora mediante el software COMSOL Multiphysics. Se muestran los resultados obtenidos para el modelo original así como las modificaciones propuestas a las geometrías y su validación.

PALABRAS CLAVE

Elemento finito, esfuerzos, contacto, ensamble.

INTRODUCCIÓN

En la industria se presentan problemas los cuales involucran ensamblajes o contactos entre diferentes componentes, para los cuales es de suma importancia simular su comportamiento mecánico. Sin embargo, este tipo de simulaciones involucra problemas con cálculos no lineales, simulación de grandes transformaciones y en la mayoría de los casos tiene un alto costo computacional.

El software COMSOL Multiphysics es un programa de elemento finito, el cual permite realizar diversos fenómenos físicos así como simulaciones complejas como lo son las simulaciones por contacto.

El presente artículo se desglosa en tres partes principales. La primera parte explica el pre-procesamiento aplicado a la geometría original. La segunda etapa expone los resultados obtenidos del modelo original y en la etapa final se exponen las modificaciones propuestas así como los resultados obtenidos.

MODELO ORIGINAL Y METODOLOGÍA DE CÁLCULOS

Las piezas que fueron simuladas pertenecen a un prototipo de pluma inyectora. La Figura 1 muestra la geometría de las piezas. La vista "A" muestra la extensión y la vista "B" el botón, el cual se ensambla en la extensión. Durante el ensamblaje, estos componentes sufren esfuerzos que provocan la ruptura de las piezas. La simulación se controla por medio de un parámetro de desplazamiento "D", con el cual se controla la penetración del componente.

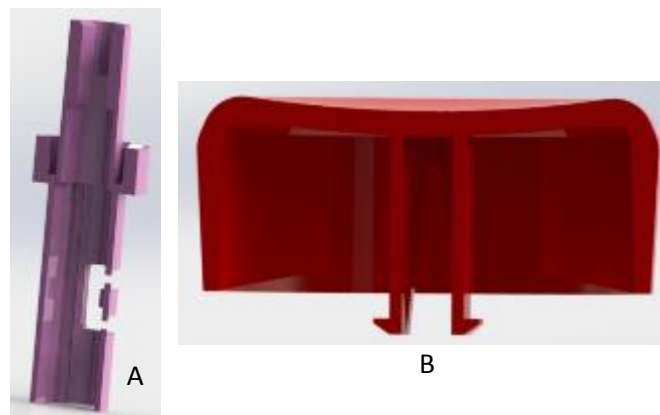


Figura 1. Modelo con extensión – botón.

El material empleado para ambos componentes fue ABS, en la Tabla 1 se enlistan las propiedades mecánicas del material.

Material	E (GPA)	ν	σ^{\max} (MPa)	ϵ^{\max} (%)
ABS	2.08	0.33	45.1	40

Tabla 1. Tabla de material

Se situaron las piezas con un milímetro de distancia antes de generar contacto entre los componentes y se aplicaron simetrías en dos planos. Dado que la parte inferior de la extensión no sufre daño estructural considerable durante el ensamblaje con el botón se descartó dicha sección. Al efectuar las simplificaciones, el modelo inicial se resume a lo mostrado en la Figura 2.

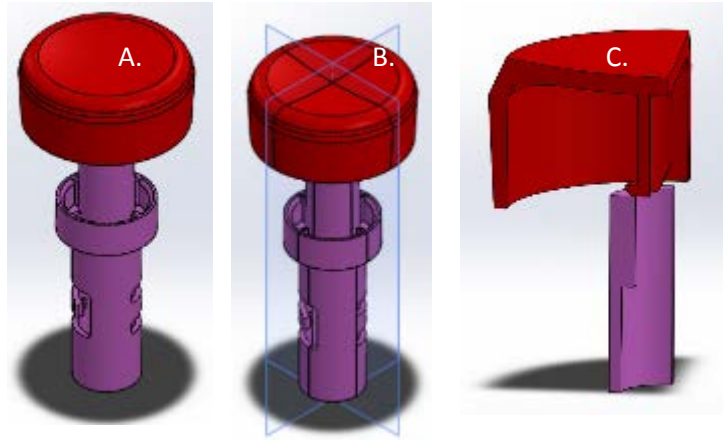


Figura 2. Simetría empleada al ensamble.

El parámetro de desplazamiento "D" se aplicó en la superficie superior del botón y se varió de 0mm a 0.77mm. En las paredes donde se encontró la simetría de plano y en la cara inferior de la extensión, se aplicó la condición de frontera de tipo rodillo. En la Figura 3 se muestran las condiciones de frontera aplicadas a los modelos.

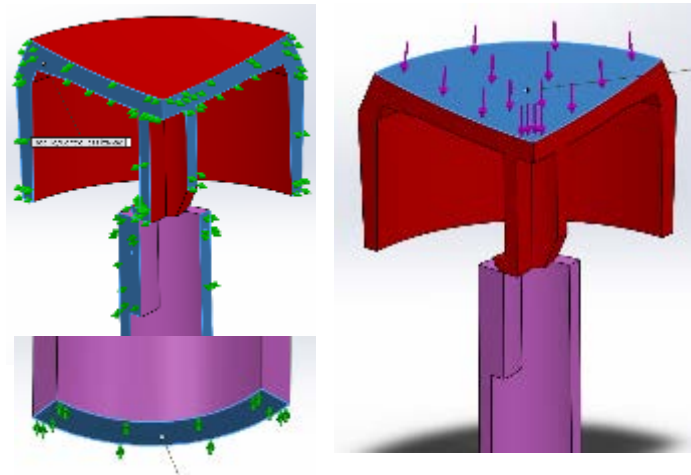


Figura 3. Condiciones de frontera para el ensamble botón/extensión.

La discretización del modelo o mallado, es la etapa final de pre-procesamiento. Se aplicó un mallado grueso a las piezas, con la finalidad de ahorrar recursos computacionales y tiempo de cálculo. Las zonas de contacto se mallaron con elementos más finos, ya que son zonas de importancia y es necesario obtener resultados precisos en dichas zonas. En la Figura 4 se muestra la malla utilizada para la simulación.

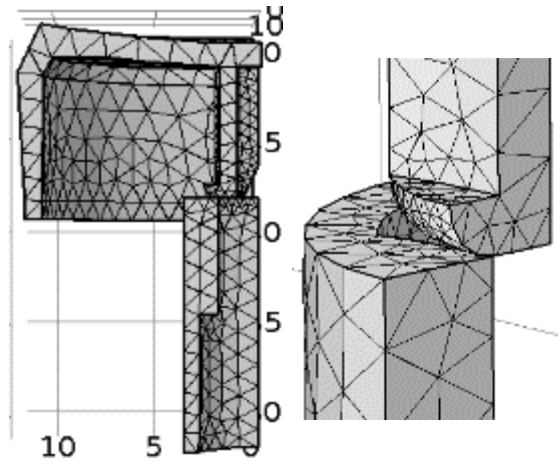


Figura 4. Mallado empleado en el modelo.

SIMULACIÓN Y RESULTADOS DE MODELO ORIGINAL

La Figura 5 muestra el mapa de esfuerzos de von-Mises durante el ensamblaje de los componentes a diferentes niveles de penetración. El valor máximo de la escala corresponde al esfuerzo máximo del material 45.1MPa. Se observa que durante el ensamblaje, se presentan grandes zonas de esfuerzos en ambos componentes, superando el esfuerzo máximo del material. Esto permite deducir que se están generando deformaciones plásticas (no calculadas) que debilitan el material y muy probablemente lo llevan a la falla.

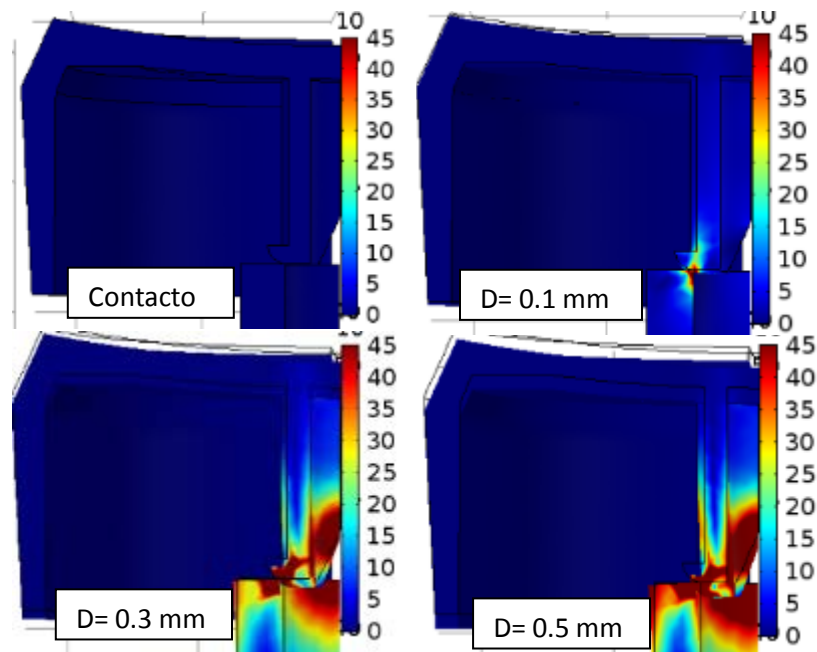


Figura 5. Mapa de esfuerzos de von Mises durante el ensamblaje original (Valores en MPa).

De la simulación anterior se concluye que el modelo original podría sufrir daños permanentes y muy probablemente ocurriría la falla del componente durante el ensamblaje.

MEJORAS Y VALIDACIÓN

Al analizar la geometría se observó que las piezas diseñadas son muy rígidas, por lo que se propuso una modificación a la geometría con la cual se redujera la rigidez del botón y el ensamblaje fuese más suave para los componentes. Algunas de las principales modificaciones fue aumentar el vástago del botón para hacerlo más flexible. Se aplicaron chaflanes en las esquinas para con esto hacer el ensamblaje más suave. La Figura 6 muestra algunas de las modificaciones realizadas a las geometrías.

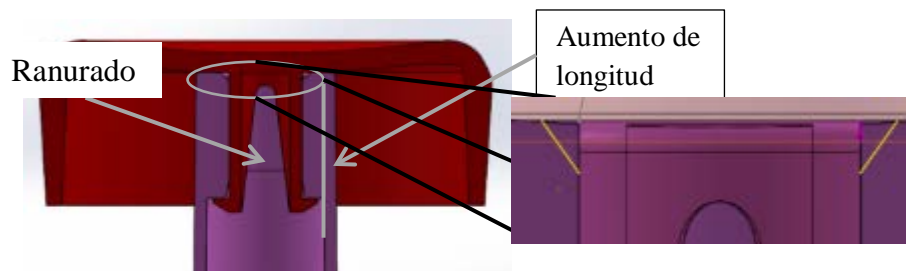


Figura 6. Modificaciones (Valores en MPa).

Las condiciones de frontera aplicadas al modelo fueron las mismas que se aplicaron al original, al igual que la simetría y el material empleado. Al realizar la simulación se observó que a los diferentes niveles de penetración los esfuerzos se redujeron considerablemente. La Figura 7 muestra como las zonas críticas del modelo original disminuyeron notoriamente con las modificaciones propuestas, estos cambios le permiten a la pieza ser flexible sin comprometer un ensamblaje adecuado. Se puede observar una zona muy pequeña la cual presentará deformaciones plásticas permanentes, sin embargo, estas no impedirán que el vástago regrese a su posición original, impidiendo así, el desplazamiento axial entre los componentes.

Con las modificaciones propuestas a las geometrías y analizando la simulación del software COMSOL, se valida el diseño propuesto para un ensamblaje adecuado, sin debilitar los componentes.

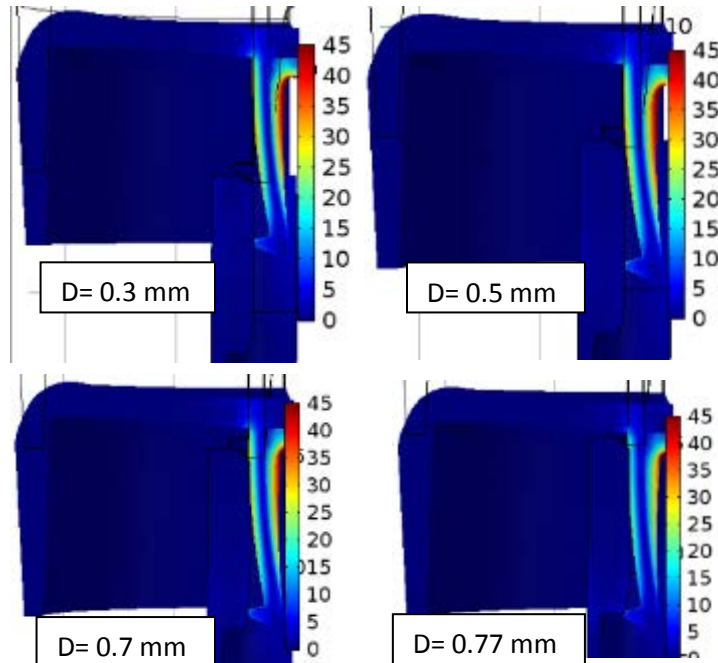


Figura 7. Mapa de esfuerzos de Von Mises durante el ensamblaje (Valores en MPa).

CONCLUSIONES

Las simulaciones realizadas en el software COMSOL dan resultados confiables, y permiten obtener el comportamiento del fenómeno que se simule. Cabe mencionar que dentro del software se permiten simular múltiples fenómenos físicos en un estudio. Es decir el comportamiento mecánico del algún componente estructural sometido a efectos térmicos, este tipo de análisis involucra cálculos complejos no lineales.

Con COMSOL se pudieron observar las zonas que se encuentran comprometidas dentro del modelo original para así realizar las correcciones pertinentes y validar, para luego proponer un modelo óptimo, el cual pueda soportar las cargas a las que se someterá.

El software COMSOL actualmente se utiliza en el Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados para desarrollo de nuevas tecnologías. COMSOL le permite al investigador modificar y/o agregar nuevas ecuaciones para simular los fenómenos que se estén desarrollando durante la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Bathe, K. J. (1996). *Finite Element Procedures*. New Jersey: Prentice hall.

Olivella, X. O. (2000). *Mecanica de Medios Continuos Para Ingenieros*. Barcelon: Ediciones UPC.

S., G. R. (2003). *The Finite Element Method*. Burlington: Butterworth Heinemann.