

ANALISIS DE ELEMENTOS FINITOS (FEA)

31 de octubre de 2019



Mtro. Carlos Enrique Moran Garabito,
Academia de Ingeniería Mecatrónica,
grupo 7mo A,
Materia: Cinemática de Robots,

Integrantes:
Jonathan Alejandro Alferez Torres,
Juan Manuel Navarrete Diaz,
Alejandro Almaraz Quintero,
Diego Hildebrando Ramirez Aguilera,

1. Introduccion

La simulación computacional se utiliza ampliamente en las empresas para hacer análisis y mejorar la calidad de los productos y proyectos. la mayoría de estos análisis se llevan a cabo mediante uso de software que utilizan el método de elementos finitos, lo cual permite obtener respuestas para numerosos problemas de ingeniería.

Los software de simulación computacional están evolucionando y mejorando los análisis con base en el método, promoviendo la mejora de selección de tipos y generación de malla de elementos, las técnicas de modelado, criterios de aceptación, los errores y la presentación de los resultados, permitiendo la utilización más fácil de las herramientas. Por lo tanto, el conocimiento de los fundamentos del método es necesario para que juntamente con el dominio del software se desarrollen las mejores prácticas para la aplicación de éste poderoso recurso en el desarrollo y evaluación de productos y proyectos.

2. Definición

El análisis de elementos finitos FEA (finite elements analysis) por sus siglas en ingles, consiste en el modelado de productos y sistemas en un entorno virtual, con el objetivo de encontrar y resolver posibles problemas estructurales o de rendimiento (o problemas ya existentes).

2.1. ¿ Cómo funciona?

La geometría de la pieza sometida a cargas y restricciones, se subdivide en partes más pequeñas, conocidas como “elementos”, que representan el dominio continuo del problema. La división de la geometría en pequeños elementos resuelve un problema complejo, al subdividirlo en problemas más simples, lo que permite a la computadora hacer las tareas con eficiencia.

El método propone que un número infinito de variables desconocidas, sean sustituidas por un número limitado de elementos de comportamiento bien definido. Esas divisiones pueden tener diferentes formas, tales como triangular, cuadrangular, entre otros, dependiendo del tipo y tamaño del problema. Como el número de elementos es limitado, son llamados de “ elementos finitos ” – palabra que da nombre al método.

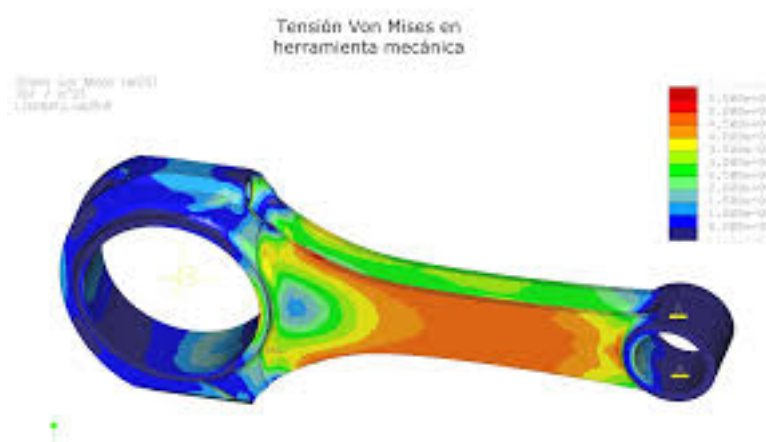


Figura 1: Ejemplo de un análisis de una pieza

3. Objetivo

Realizar el análisis de elementos finitos del proyecto en curso, aplicado al un robot tipo esférico de 3 grados de libertad, revisando puntos críticos de esfuerzo en el mismo.

4. Procedimiento

Antes del análisis, se procede a realizar el ensamble de los elementos mecánicos del robot, mediante el software de aplicación Autodesk Inventor 2016. En dicha aplicación se abren los archivos CAD y se realizara el ensamble de cada una de las piezas desarrolladas para posteriormente, mediante el mismo software, realizar el análisis de elementos finitos.

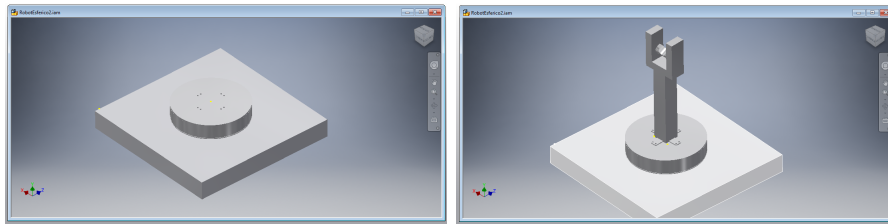


Figura 2: Ensamble de los CAD de la base y soporte

En la figura 2 se puede observar, que la base del robot esta conformado por una placa de 40x40cm, esta base ademas de ser el soporte del robot, también jugara un papel muy importante para ayudar a darle estabilidad y equilibrio en el momento de estirar el cilindro en su máxima longitud, principalmente cuando sostenga un objeto de un peso considerable, pues recordemos que el peso mínimo que deberá levantar sera de 500g. Al centro de la base contara con un plato fijo, su única función sera de soporte ya que no tendrá ningún movimiento, se encargara con ayuda de un rodamiento axial a brindarle soporte y movimiento al plato móvil, cabe mencionar que al centro del plato fijo tiene un pivote donde ira ensamblado el plato móvil que ayudara a la rotación.

El Soporte o eslabón 1 estará centrado y fijo al plato móvil (Figura 2), aunque solo sera de soporte, se debe tener en cuenta que sera una pieza fundamental que soportara gran parte del peso de todo el sistema, por lo que sera de vital importancia utilizar un material resistente con la suficiente capacidad de soportar el peso y a la vez sea ligero para no forzar los motores con los que se contara para el sistema robotico. Al otro extremo del soporte, el cual se asemeja a una Y, estará una flecha entre las dos columnas que al igual que la base tendrá un movimiento rotacional. La flecha tiene una ranura redondeado donde se asentara el cilindro o actuador lineal.

Ahora que el sistema esta ensamblado 3, utilizando el software Autodesk Inventor (El mismo software donde se realizo en ensamble de los CAD) se realizara el análisis correspondiente para determinar que material es el mas adecuado para el desarrollo del brazo robotico, de modo que el sistema sea lo suficientemente resistente a los diferentes esfuerzos a los que se someterá y ligero para que el sistema sea eficiente al momento de realizar su función. En el siguiente apartado se mostrara los pasos e instrucciones del desarrollo del análisis de elementos finitos.

5. Análisis del robot

Con ayuda del software () se procederá a realizar el análisis de elementos finitos con el único fin de seleccionar un buen material conforme a las especificaciones requeridas así como ligeras

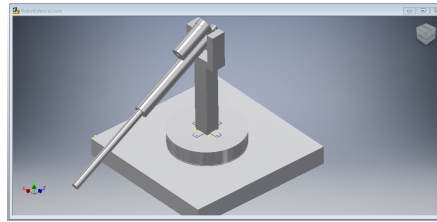


Figura 3: Elementos CAD ensamblados

para un mejor desempeño del sistema. A continuación se mostraran paso a paso los resultados obtenidos tras finalizar el análisis del sistema mecánico, así como una explicación detallada de cada una de las gráficas obtenidas.

Uno de los principales problemas mas frecuentes en en desarrollo de diseños, es el hecho de seleccionar un material que cumpla con los requisitos necesarios para el desarrollo del proyecto, por lo que una herramienta muy eficaz para ayudar a resolver este problema es la utilización de software especializado en análisis de materiales que ayudara a seleccionar el material mas viable para la construcción de un prototipo. En este caso se desarrollara el prototipo de un brazo robotico, que se someterá a un análisis de elementos finitos para determinar posibles problemas que pueda desarrollarse en un futuro.

El brazo embotico en desarrollo se analizara si utilizar aluminio es una buena opción, por lo que, después de ensamblar los CAD mediante el software Autodesk Inventor, se procederá a realizar el análisis correspondiente del prototipo. En la la pestaña *Entornos* de inventor se selecciona la opción *Análisis de tensión* (Figura 4), para después seleccionar *Crear Simulación*.

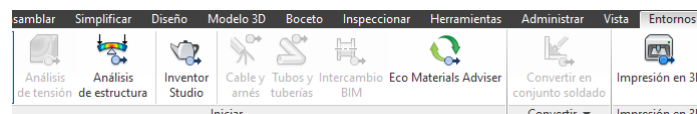


Figura 4: Selección de análisis

Cuando se cea la simulación, lo primero que se debe realizar es ponerle una restricción al sistema mecánico, ya que de no hacerlo provocaría un error en los resultados. Esta restricción en este caso, sera la base del robot, ya que esta sera fija, por lo que en el apartado de *Análisis de tensión* se da clic en *fijos* y selecciona la cara de la base que estará fija.

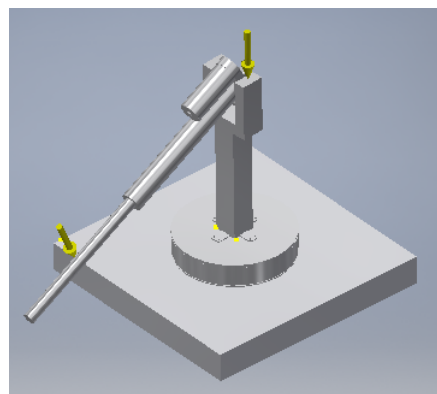


Figura 5: Aplicación de fuerzas al sistema mecánico

El siguiente paso es aplicar las fuerzas y esfuerzos a los que se expondrá. Al sistema se le aplicara una fuerza de gravedad y una fuerza al extremo de actuador lineal o eslabón 2, como se

muestra en la figura 5, ambas están representados por unas flechas amarillas, la flecha sobre el soporte o eslabón 1 es la fuerza de gravedad, mientras que la flecha aplicada al actuador lineal representa una carga de 4.903 N que equivalen 500g que el brazo deberá soportar.

Por ultimo, después de seleccionar las fuerzas que se le aplicaran, en la parte superior del programa se encuentran las opciones *Material* y *Aspecto* (figura ?? donde se seleccionara el material *Aluminio 6061-AHC* y se agregara el material dando clic en el diseño. En la misma pestaña de *Análisis de tensión* solamente queda dar clic en la opción *Simular*, después se abrirá una ventana donde se dará clic en *Empezar* y el Software se encargara de realizar el análisis correspondiente y nos entregara los resultados que se revisara cuidadosamente.



Figura 6: Selector de Material

6. Resultados

Los resultados que se obtuvieron enseguida, corresponden al sistema mecánico del brazo robotico en desarrollo, por lo que se explicara brevemente que corresponde a cada gráfica y lo que significa con respecto al proyecto. Cabe resaltar que los materiales que se escogieron y las dimensiones del proyecto permiten que el desarrollo sea fiable. A continuación se mostrara cada una de las gráficas resultantes del análisis de elementos Finitos que corresponden que le corresponden.

Para un buen desempeño del sistema mecánico y utilizando Aluminio como posible material para el desarrollo del brazo, se realizo el análisis correspondiente de las diferentes tensiones que posiblemente se aplicaran al prototipo. El primer resultado obtenido, muestra nuestro sistema mecánico de un tono azul, ademas muestra lo que parece ser una deformación en el prototipo (Figura 7), esto debido a las cargas que se le aplicaron, sin embargo, no significa que el prototipo tenga un mal diseño o el material no tenga la suficiente resistencia a la fuerza aplicada. Esta deformación solo muestra como actúan las fuerzas aplicadas en el prototipo como se muestra en la figura 8, el color azul indica que el punto critico se encuentra bajo en el indicador de desgaste por tension, ya que el punto critico máximo se encuentra indicado por el color rojo.

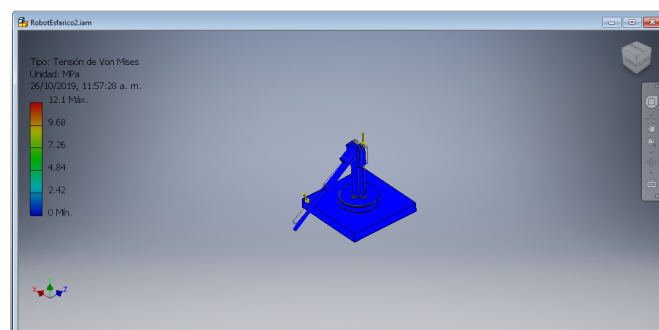


Figura 7: Tensión de Von Mises

El siguiente resultado que se analizara es el indicador de desplazamiento, en el cual se puede ver el desplazamiento que tendría el prototipo por la tension aplicada, teniendo así, el extremo del eslabón 2 como punto critico en color rojo. Este indicador se muestra así ya que ese punto

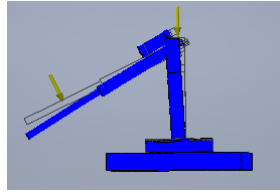


Figura 8: Tensión aplicada al prototipo

es el que recibe gran parte de la tension de la carga para el que esta diseñado, el indicador se encuentra en un punto mientras que el resto del cilindro se encuentra en un tono color verde ya que es el punto donde menos recibe la carga al estar cerca eslabón 1, por lo que es menos propenso a tener un desplazamiento con respecto a su base. En la figura 9 se puede ver con detalle el resultado del desplazamiento que podría tener al aplicarse una fuerza.

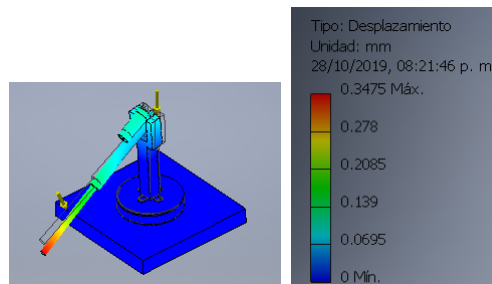


Figura 9: Resultado del desplazamiento del prototipo

Por ultimo, el coeficiente de seguridad indica que tan seguro es la utilización del material, en este caso se encuentra en un color azul, en la figura 10 se puede mostrar que el coeficiente de seguridad se encuentra en 15, por lo que el material que se usara y el prototipo aprobaron las pruebas realizadas.

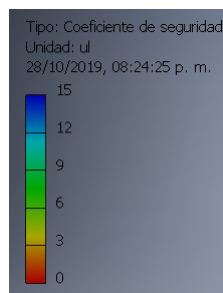


Figura 10: Coefeciente de seguridad

Los resultados del análisis son favorables para la construcción del prototipo utilizando el aluminio como material principal, después del análisis, lo único que queda es comenzar a desarrollar cada uno de los elementos necesarios para iniciar con el desarrollo del prototipo.

7. Conclusiones

El análisis de elementos finitos es una herramienta muy útil, en cuanto a elegir un material se refiere. Por eso es muy necesario tener en cuenta cuales son los objetivos que se desean alcanzar y hasta donde la creatividad y el empeño pueden llegar, para diseñar el prototipo de manera que sea sencillo de desarrollar y de la manera mas simple para que el sistema mecánico

como el análisis no sea muy extenso y complejo. Este prototipo a pesar que tiene un diseño sencillo, son muchas las variables que se deben de tener en cuenta para que el desarrollo del robot sea la mas adecuada así como el funcionamiento, es por eso que este análisis a pesar de ser breve, nos indica lo necesario que se debe de considerar para que el sistema mecánico no tenga fallas y de no ser así, corregir esos detalles, ahora que aun hay tiempo para volver a desarrollar el análisis, para evitar iniciar la construcción del prototipo y que tenga una falla al momento de realizar las pruebas correspondientes. Este análisis puede darse por concluido al realizar las pruebas correspondientes con éxito, aunque la exportación de archivos CAD y el ensamble en Autodesk Inventor se haya complicado debido a la compatibilidad de formato de los archivos.

8. Bibliografia

<https://www.esss.co/es/blog/metodo-de-los-elementos-finitos-que-es/>