

Nuevo Diseño del Punto de Sujeción para la Red de Carga Utilizado en la Cajuela de los Vehículos Automotrices

Ing. Ernesto Artigas Monroy¹, Dr. Manuel Gutiérrez Nava²

Resumen—Para obtener el nuevo diseño del punto de sujeción de la red de carga, se realizó un análisis del punto de sujeción y de su diseño actual para identificar áreas de oportunidad en el diseño de la pieza. En este artículo se reporta el nuevo diseño del punto de sujeción para la red de carga conceptualizado mediante el uso de Diseño Asistido por Computadora (CAD), así como el análisis de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE). Los resultados obtenidos indican que el nuevo diseño del punto de sujeción cumple con el requerimiento de retención establecido por el fabricante de vehículos automotrices.

Palabras clave—Punto de sujeción, Gancho, Vehículos SUV, Desarrollo CAD, Análisis CAE.

Introducción

El punto de sujeción para la red de carga utilizado en la cajuela de los vehículos automotrices es un aditamento cuya función es asegurar que la red de carga se encuentre bien sujeta y prevenir que los artículos u objetos que se encuentren en la cajuela puedan causar algún tipo de daño a los ocupantes del vehículo durante maniobras extremas de manejo o durante algún accidente, siendo este uno de los principales requerimientos que el punto de sujeción debe cumplir. En este sentido el sector automotriz exige que los puntos de sujeción cumplan con la norma ISO 27995 que “define los requisitos mínimos y las pruebas que los puntos de sujeción deben cumplir para poder asegurar una carga (equipaje o mercancía) de manera segura y apta para circular” (Technical Committee ISO/TC 22, 2010).

Actualmente los fabricantes de vehículos utilizan diferentes métodos y diseños de sujeción para la red de carga que dependen del tipo y marca de los vehículos. Los métodos de sujeción más comunes se pueden observar en la figura 1.



Figura 1. Puntos de sujeción para la red de carga.

Algunas de las ventajas de utilizar cualquier tipo de sujeción mostrados en la figura 1, es que pueden posicionarse en cualquier parte de la cajuela de los vehículos y el fabricante de vehículos puede seleccionar más de un tipo de sujeción para el área de carga o cajuela. Sin embargo, cada uno de ellos tiene limitantes, por ejemplo, el gancho en la imagen 2 de izquierda a derecha de la figura 1, forma parte de los paneles laterales de la cajuela por lo que, si se rompe, se tendría que reemplazar todo el panel. Por otro lado, otra de las desventajas en los puntos de sujeción de la imagen 4 y 5 de izquierda a derecha de la figura 1, es la cantidad de piezas con las que están ensamblados (de 5 a 7 piezas), lo que incrementa el costo del vehículo.

Para fines de este artículo, se va a considerar el método de sujeción tipo gancho mostrado en la imagen 1 de la figura 1 que se utiliza en los vehículos utilitarios deportivos (SUV) que, para fines de este artículo, se tomara como referencia para el desarrollo del nuevo diseño. Este tipo de sujeción al estar conformado por 2 piezas y al poder reemplazarse fácilmente, es una ventaja con respecto al resto de los tipos de sujeción. Un ejemplo de este tipo de sujeción se puede observar en la figura 2.



Figura 2. Punto de sujeción tipo gancho

¹ Ing. Ernesto Artigas Monroy es alumno del Posgrado Maestría en Manufactura Avanzada CIATEQ A.C., Unidad Edo Mex., Lerma de Villada, Estado de México. México ernestoartigas_monroy@hotmail.com (autor corresponsal)

² El Dr. Manuel Gutiérrez Nava es Encargado de la Gerencia de Síntesis y Formulación de Polímeros CIATEQ A.C. Unidad Edo Mex., Lerma de Villada, Estado de México. México manuel.gutierrez@ciateq.mx

El objetivo de este trabajo es obtener un nuevo diseño conceptual del punto de sujeción tipo gancho evaluando las áreas de oportunidad del gancho actual y evaluar el nuevo diseño mediante un análisis de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) para obtener la resistencia a la tracción y el desplazamiento máximo.

Descripción del Método

El diseño del nuevo punto de sujeción se realizó utilizando el software Siemens NX Modeling, este es un software que optimiza y acelera el proceso de desarrollo de productos, creando modelos virtuales de manera rápida y eficaz, disminuyendo los prototipos físicos. La simulación estructural de la pieza se realizó utilizando el software Siemens NX Pre/Post (NASTRAN), el cual es un software que proporciona herramientas integrales para elementos finitos y visualización de resultados, adaptadas para satisfacer las necesidades de analistas experimentados. Siemens NX “es un software para soluciones de diseño, simulación y fabricación de última generación. Ayuda a ofrecer productos mejorados de forma más rápida y eficaz” (Siemens, 2022).

El desarrollo de este trabajo considera un diseño conceptual del punto de sujeción para la red de carga que está basado en el análisis del tipo de punto de sujeción tipo gancho, que se utiliza actualmente en las cajuelas de los vehículos utilitarios deportivos (SUV), así como, el análisis de las áreas de oportunidad del diseño que se describen a continuación:

1.- Gancho fuera de posición como se muestra en la figura 3, donde se observa un gancho en posición vertical y el otro ligeramente inclinado. Por diseño, el gancho debe quedar en una posición horizontal o vertical para una mayor eficacia en la sujeción de la red de carga.

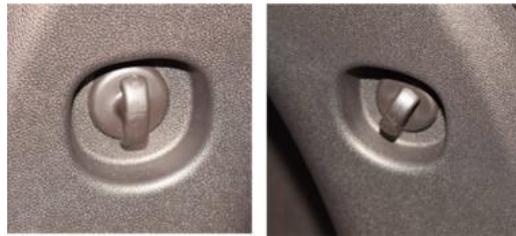


Figura 3. Gancho lado izquierdo y derecho.

2.- Percepción de calidad, al tener un gancho o ambos desalineados o que no quedan de manera simétrica, tiene como repercusión una mala percepción de calidad por los auditores en las plantas de ensamble.

Los anterior obligó al desarrollo de las siguientes etapas para la obtención del diseño y su análisis:

Pre-procesamiento. En esta etapa se realizó la creación del modelo geométrico de manera virtual, tomando en consideración el tipo de sujeción tipo gancho y las áreas de oportunidad antes mencionadas.

Procesamiento. Durante esta etapa, el modelo geométrico se evaluó mediante un análisis estructural tomando en cuenta el requerimiento de retención para obtener el resultado deseado, así como el tipo de material que se utiliza para la fabricación de la pieza.

Post-procesamiento. Es la etapa final donde se analizan e interpretan los datos obtenidos del análisis estructural obtenido en la etapa anterior.

Diseño conceptual del nuevo gancho

Durante la etapa de preprocesamiento, se diseñó un concepto del nuevo gancho como se muestra en la figura 4, este diseño tiene la característica de poder rotar para cambiar de posición y así poder alinear el gancho en una posición horizontal o vertical durante su instalación en las plantas de ensamble, además, proporciona al usuario del vehículo la capacidad de poder posicionar el gancho en cualquier posición de acuerdo con sus necesidades.

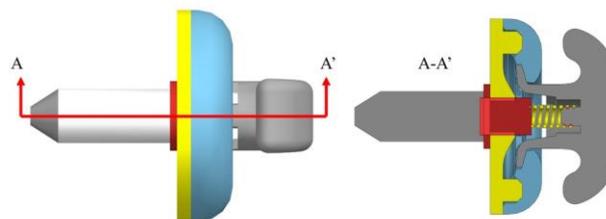


Figura 4. Diseño conceptual del nuevo gancho.

La principal característica de este nuevo diseño de gancho es que funciona a través de un sistema de resorte y engrane; cuando el gancho es empujado, el resorte que se encuentra adentro se comprime y las formaciones en el gancho se liberan con el fin de rotar el gancho en cualquier dirección, derecha o izquierda como se muestra en la figura 5.

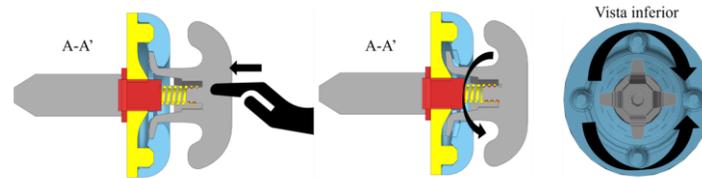


Figura 5. Funcionamiento del nuevo diseño del gancho.

En la etapa de procesamiento, el diseño conceptual obtenido se analizó en el módulo de Siemens NX Pre/Post (NASTRAN), haciendo un análisis estructural descartando el tornillo y el resorte, y considerando las propiedades mecánicas del material utilizado por el gancho actual, el cual es un ABS, utilizando una resina comercial “LG ABS XR401” (Ravago Shah Polymers, 2012) haciendo la asignación del material como se muestra en la figura 6.

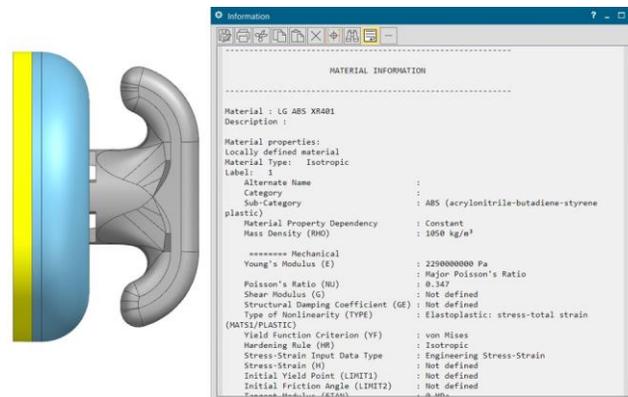


Figura 6. Asignación de material.

Se define la malla a utilizar mediante el comando 3D Tetrahedral para crear una malla de elementos tetraédricos de 4 o 10 nodos en un componente sólido. Este comando “crea una malla de elementos sólidos tridimensionales en el componente seleccionado, el software primero genera una malla en 2D en todas las caras o superficies del componente seleccionado y posteriormente usa los nodos y las caras de la malla en 2D para crear los elementos en 3D en todo el modelo” (Siemens, 2021). Posteriormente se hace la selección del tipo de malla CTETRA(10) que es un tipo de elemento cuadrático de 10 nodos, con un tamaño de malla de 1mm, el cual se obtiene de la selección automática del tamaño de malla dividido entre 2, para refinar al doble el tamaño de la malla y así tener una mejor resolución, entre más pequeño sea el tamaño de la malla, más preciso será el resultado de la simulación, sin embargo, entre más pequeño sea el tamaño de la malla, tomara más tiempo la resolución de la simulación. Es por ello que solo se toma la mitad del valor automático que arroja el software. La malla resultante está dada por la solución del software NX Nastran a través del método jacobiano y el resultado se puede observar en la figura 7.

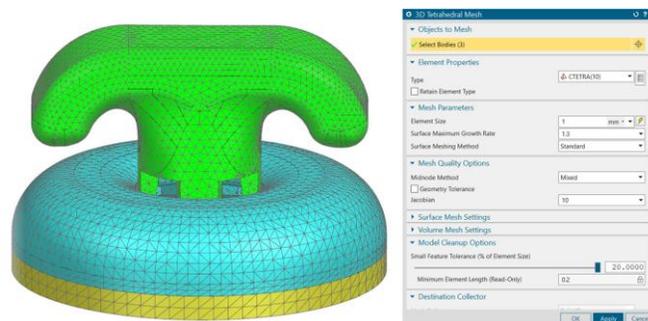


Figura 7. Malla resultante para el gancho.

Una vez definida y obtenida la malla, se definieron y asignaron las condiciones de frontera a la geometría del gancho, para lograr simular el tipo de sujeción y el tipo de fuerza a la que va a estar sometido, en este caso, se consideró una fuerza a tensión lineal de 450N que cumple con el requerimiento de retención de carga establecido por el fabricante de automóviles. En la figura 8 se muestran las restricciones que se utilizaron para delimitar el análisis de la geometría.

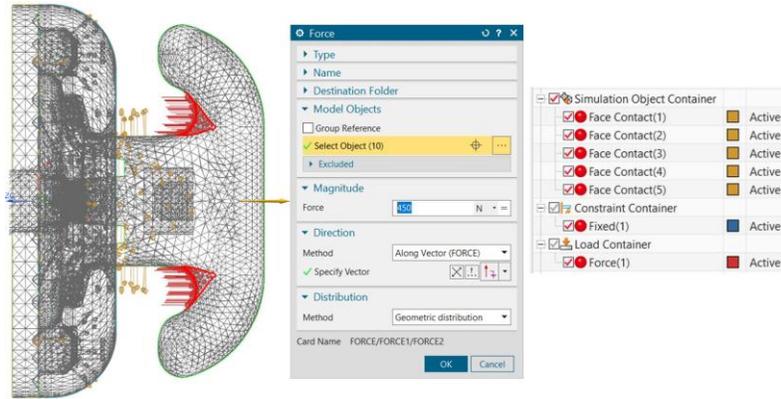


Figura 8. Restricciones de la geometría.

Posterior a la determinación de la geometría, se procedió a resolver el análisis estructural mediante una solución estática con los parámetros seleccionados anteriormente y tomando en consideración la resolución matemática del software NX Nastran utilizado.

Para la etapa final de post procesamiento los resultados del análisis estructural fueron obtenidos de forma gráfica para representar el desplazamiento, la resistencia a la tracción, la fuerza de reacción, el momento de reacción y el porcentaje de energía de deformación. En este trabajo se consideraron la resistencia a la tracción para evaluar si el valor obtenido está por debajo de la resistencia a la tracción del material, así como, el desplazamiento que sufre el gancho, con la finalidad de considerar estos dos factores para realizar alguna modificación o mejora al diseño y poder mejorar estas dos características en el análisis. La representación gráfica de estas dos características se reporta en la figura 9.

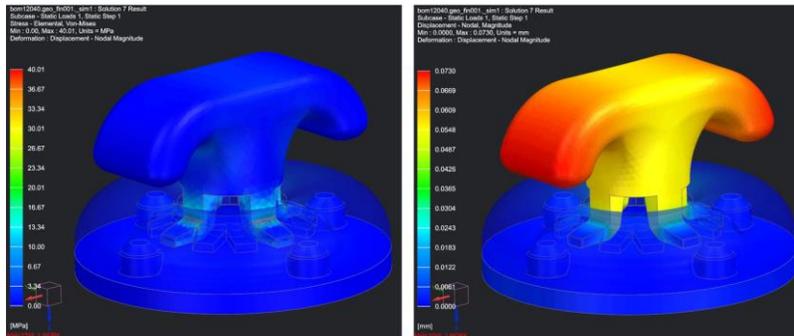


Figura 9. Análisis computacional estructural (CAE).

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Con el nuevo diseño conceptual, se están eliminando las áreas de oportunidad que presenta el gancho actual utilizado en los vehículos utilitarios deportivos (SUV) haciendo que el gancho pueda rotar y cambiar de posición. Por otro lado, se obtuvo una publicación defensiva documentada en Research Disclosed durante el desarrollo del diseño con el “número de registro #673049” (Anonymously, 2020).

Los resultados del análisis de CAE obtenidos en la figura 9, demuestran que el nuevo diseño del gancho cumple con el requerimiento de retención teniendo un porcentaje aproximado del 18% por debajo de la resistencia a la tracción del material actual como se observa en la tabla 1, en este caso con una fuerza a tensión lineal de 450N con el material utilizado actualmente (ABS).

Fuerza	Resistencia a la tracción (Análisis CAE)	Resistencia a la tracción (Material LG ABS XR401)	Porcentaje por debajo de la resistencia a la tracción del material
450N	40.01 MPa	49.03 MPa	18.3%

Tabla 1. Evaluación basada en la resistencia a la tracción.

Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se puede observar que haciendo un análisis de las áreas de oportunidad que se tienen actualmente en el punto de fijación tipo gancho, estas se pueden transformar en áreas de mejora y que, al aplicarlas en el desarrollo de un nuevo diseño, se puede obtener un diseño conceptual innovador y que al ser analizado mediante análisis CAE, se puede comprobar de una manera efectiva que cumple con los requerimientos establecidos.

Recomendaciones

Se propone continuar refinando y optimizando el diseño de tal manera que deje de ser solo un concepto, es decir, que se pueda llevar a su manufactura.

Se plantea trabajar en analizar la fuerza de compresión/tensión que se necesita en el resorte, haciendo un estudio de ergonomía para obtener la fuerza que necesita el usuario del vehículo para poder presionar el gancho sin tener alguna molestia o afectación.

Referencias

- Anonymously, D. (2020). Cargo Compartment with a Multi Set Cargo Net Hook. *May 2020 Paper Journal*.
- Ravago Shah Polymers. (2012, Enero 18). *Products: LG ABS XR 401 9001 (BLACK)*. Retrieved from Ravagosp Web Site: [https://ravagosp.com/DATASHEET/ABS/LG%20CHEM/LG%20ABS%20XR%20401%209001%20\(BLACK\).pdf](https://ravagosp.com/DATASHEET/ABS/LG%20CHEM/LG%20ABS%20XR%20401%209001%20(BLACK).pdf)
- Siemens. (2021). *Understanding the Tetrahedral Meshing Process*. Retrieved from Simcenter 3D Pre/Post: <https://docs.sw.siemens.com/en-US/product/289054037/doc/PL20200601120302950.advanced/html/xid377793>
- Siemens. (2022). *NX Siemens Software*. Retrieved from PLM Automation Siemens Web Site: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/nx/>
- Technical Committee ISO/TC 22. (2010). *Road vehicles — Securing of cargo in passenger cars, station wagons and multi-purpose vehicles — Requirements and test methods*. Retrieved from ISO (International Organization for Standardization): <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:27955:ed-1:v1:en>