

CIATEQ, A. C. Centro de Tecnología Avanzada
Dirección de Posgrado



*Diseño de un mecanismo de seguridad para la retención y
apertura del piso de cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV's)*

TESIS QUE PRESENTA

Ing. Uriel Torres Dávalos
Asesor: Dr. Hugo Arcos Gutiérrez

Para obtener el grado de

Maestro en
Manufactura Avanzada

Toluca, Estado de México
agosto, 2021

CARTA DE LIBERACIÓN DEL ASESOR

San Luis Potosí, S.L.P 18 de febrero del 2021.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico de Posgrado
CIATEQ, A.C.

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del Ing. Uriel Torres Davalos, una vez revisado su Proyecto Terminal de tesis/tesina, titulado "Diseño de un mecanismo de seguridad para la retención y apertura del piso de cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV's)" autorizo que el citado trabajo sea presentado por el alumno para su revisión, con el fin de alcanzar el grado de **Maestro en Manufactura Avanzada**.

Sin otro particular por el momento, agradezco la atención prestada.



Dr. Hugo Arcos Gutiérrez
Asesor Académico

CARTA DE LIBERACIÓN DEL REVISOR



GOBIERNO DE
MÉXICO

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



San Luis Potosí, SLP, 28 de julio del 2021

Dra. María Guadalupe Navarro Rojero
Directora de Posgrado
CIATEQ, A.C.

Por medio de la presente me dirijo a usted en calidad de Revisor del proyecto terminal del alumno **Uriel Torres Dávalos**, cuyo título es:

“Diseño de un mecanismo de seguridad para la retención y apertura del piso de cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV’s)”

Después de haberlo leído, corregido e intercambiado información con el alumno, y realizado los cambios que le fueron sugeridos, puede ser autorizada su impresión, a fin de que se inicien los trámites correspondientes para su defensa.

Sin otro particular por el momento, y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta en beneficio del estudiante y la Institución, agradezco la atención prestada.

Atentamente,

Raúl P.B.
Dr. Raúl Pérez Bustamante

Eje 126 No. 225, Zona Industrial del Potosí, CP, 78395, San Luis Potosí, SLP., México.
Tel: +52 (444) 824 03 10 www.ciateq.mx



DEDICATORIA

En primera instancia quiero dedicar a mi esposa Jayime este trabajo de investigación ya que es parte fundamental de mi motivación, que siempre ha estado a mi lado incondicionalmente y deseo de todo corazón que podamos seguir cumpliendo más metas juntos.

Dedico también este trabajo a mis padres que son un pilar importante y ejemplo de mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi esposa Jayime Georgina Mejía Blanco por todo el apoyo e inspiración que me brindo durante esta etapa académica, que siempre ha sido y será la persona más importante en mi vida.

También quiero agradecer al convenio entre General Motors de México y el CIATEQ que hicieron posible para que pudiera tener la oportunidad de cursar el Postgrado en Manufactura Avanzada y hacer el uso de los recursos necesarios para completar satisfactoriamente las actividades planteadas.

Por último, pero no menos importante, agradezco a mi Asesor el Dr. Hugo Arcos Gutiérrez, así como a mi revisor al Dr. Raúl Pérez Bustamante por su apoyo, dirección y retroalimentación en mi documento recepcional. También a la Mtra. Edna Estevez Zamudio por su apoyo, paciencia y por haberme guiado durante mi formación en la Maestría.

RESUMEN

Un diseño de calidad requiere del análisis de los posibles problemas que se pueden suscitar para así encontrar una solución para su mejora. En la industria automotriz es de gran importancia realizar análisis de impacto virtual para poder identificar el comportamiento de los componentes internos, las áreas de oportunidad o las inconformidades en el funcionamiento de las piezas que se diseñan para salvaguardar la seguridad de los ocupantes del vehículo.

Hablando del análisis de un mecanismo de retención de piso para vehículos SUV's que se realizó, se encontró que dicho mecanismo no es lo bastante flexible para que el piso de la cajuela pueda mantenerse retenido cuando existe un impacto frontal debido al empaquetamiento y a las fuerzas de aceleración. Por tal motivo, se detectó la oportunidad de realizar el diseño de una propuesta de un mecanismo de retención para dicha plataforma de vehículos y tener un piso de cajuela que no sea un peligro para la integridad de los individuos que puedan estar dentro del vehículo durante un evento de impacto.

Por consecuencia, se realizó una propuesta en donde se diseñó un mecanismo que brindara la seguridad de que el piso de la cajuela de una camioneta SUV cumpliera con la apertura, cierre y retención requerida para la prueba virtual durante un impacto frontal.

Palabras claves: Piso de cajuela, Compartimento de la cajuela, Bisagras, Mecanismo, Apertura y cierre.

ABSTRACT

A quality design requires the analysis of the possible problems that may arise to find a solution for their improvement. In the automotive industry, it is of great importance to perform virtual impact analysis to be able to identify the behavior of internal components, areas of opportunity or non-conformities in the operation of parts that are designed to safeguard the safety of vehicle occupants.

Speaking of the analysis of a floor retention mechanism for crossovers vehicles that was carried out, it was found that said mechanism is not flexible enough so that the trunk floor can be retained when there is a frontal impact due to packing and acceleration forces.

For this reason, the opportunity was detected to design a proposal for a retention mechanism for said vehicle platform and to have a trunk floor that is not a danger to the integrity of the individuals who may be inside the vehicle during an impact event.

Consequently, a proposal was made where a mechanism was designed to ensure that the rear compartment floor of an SUV truck complies with the opening, closing and retention required for the virtual test during a frontal impact.

Keywords: Rear compartment floor, storage bin, Hinges, Mechanism, Opening and closing.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
GLOSARIO	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. HIPÓTESIS.....	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. MECÁNICA DE LOS MATERIALES	5
2.1.1. Materiales estructurales	11
2.2. MATERIALES PLÁSTICOS UTILIZADOS EN LOS VEHÍCULOS	13
2.3. MÁQUINAS Y MECANISMOS	15
2.3.1. Mecanismos de apertura y cierre en los vehículos	16
2.3.2. Bisagra	17
2.3.3. Tipos de Pruebas de Impacto Vehicular	18
2.3.4. Impacto frontal.....	20
2.4. SISTEMA CAD (COMPUTER AIDED DESIGN)	22
2.5. SISTEMA CAE (COMPUTER AIDED ENGINEERING)	23
3. MODELADO DEL MECANISMO DE SEGURIDAD PARA LA RETENCIÓN Y APERTURA DEL PISO DE CAJUELAS DE SPORT UTILITY VEHICLES (SUV´S)	26
3.1. MODELADO DE ELEMENTOS DEL COMPARTIMIENTO DE ALMACENAMIENTO	27
3.2. ENSAMBLE	29

3.3. COMPARATIVA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DEL MECANISMO CONTRA LOS MECANISMOS ACTUALES.....	34
3.4. ANÁLISIS CAE DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.....	35
4. RESULTADOS	40
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
APORTACIÓN DE LA TESIS.....	46
APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS.....	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXO	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva representativa de Tensión – Deformación	7
Figura 2 Determinación del límite elástico convencional	8
Figura 3 Ejemplo de componentes plásticos en un vehículo.....	14
Figura 4 Plásticos más utilizados en un vehículo	14
Figura 5 Representación simbólica de elementos de un mecanismo de barras....	16
Figura 6 Prueba de impacto frontal	19
Figura 7 Distintos tipos de choques más habituales	20
Figura 8 Secuencia de choque frontal	21
Figura 9 Mecanismo de Seguridad para la Retención y Apertura del Piso de Cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV´s)	26
Figura 10 Ensamble de Mecanismo de Seguridad del Piso de Cajuelas	27
Figura 11 Diseño sistema de bloqueo del piso de cajuela	28
Figura 12 Datums de la base de sistema de bloqueo del piso de cajuela	28
Figura 13 Características de fijación de la base del sistema de bloqueo del piso de cajuela	29
Figura 14 Diagrama de bloques de un ensamble.....	30
Figura 15 Primer subensamble del mecanismo	31
Figura 16 Segundo subensamble del mecanismo	32
Figura 17 Pasos de ensamble del mecanismo de retención	33
Figura 18 Cajuela de un SUV con los mecanismos comunes en el mercado actual	34
Figura 19 Selección de material del mecanismo de retención.....	37
Figura 20 Selección de tipo de contacto entre el ensamble	38
Figura 21 Selección de tipo de contacto entre el ensamble	38
Figura 22 Propuesta de diseño con la carga mínima de retención 1350 N	39

Figura 23 Resultado del Análís CAE del desplazamiento de la propuesta de diseño 42

Figura 24 Resultado del Análís CAE del Von Mises de la propuesta de diseño 43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz Pugh de la comparación de la propuesta de diseño contra los mecanismos actuales de retención del piso de cajuela.	35
Tabla 2 Características del material PP/PE-M15-T6B	36

GLOSARIO

Altair SimSolid®: Software de simulación que cambia para diseñadores, ingenieros y analistas. preside la preparación de la geometría y el mallado de una simulación estructural convencional.

CAE: Computer Aided Engineering por sus siglas en inglés.

CAD: Computer Aided Design por sus siglas en inglés.

CCC: Corporate Common Components.

G: Gravedad.

Máquina: Conjunto de elementos que tienen como objetivo específico compartir la presencia de movimientos y fuerzas, en inicio de ejecutar un trabajo designado.

Mecanismos: Grupo de componentes mecánicos que realizan una tarea específica en una máquina. El grupo de las tareas de los mecanismos de una máquina son requeridos para que ésta realice las funciones específicas.

NX Siemens®: Software de desarrollo de productos, flexible e innovador de la industria, tiene las características, el rendimiento y las capacidades para ayudarlo a llevar el producto al mercado más rápido.

SUV's: Vehículo utilitario deportivo por sus siglas en inglés (Sport Utility Vehicle), estos términos se han aplicado actualmente a los modelos de vehículos que mezclan las prestaciones de vehículos todoterreno y de los vehículos de turismo.

1. INTRODUCCIÓN

Los componentes principales que integran una cajuela de las camionetas SUV's son: un piso de carga y una caja de almacenamiento. Dichos elementos están unidos mediante un mecanismo de bisagra que le permite al piso girar hasta 180° sobre un vértice de la caja de almacenamiento.

En la actualidad las propuestas de diseño requieren cumplir con estándares de calidad, como fácil ensamble, mínima cantidad de piezas, materiales resistentes y duraderos, etc.; esto nos obliga a tener mayor control del desarrollo con la ayuda de softwares avanzados que permiten tener control, trazabilidad y visualización de los posibles problemas que se puedan suscitar, como mecanismos sobre diseñados en espesor, dimensiones, o que no cumplan con los requerimientos mínimos de resistencia.

Estos posibles problemas se pueden reducir, realizando análisis en 3D de los esfuerzos a los que son sometidos a tensión o compresión por lo que se pueden anticipar posibles modos de falla o bien optimizar el diseño.

Por lo tanto, en la presente propuesta de diseño del mecanismo de seguridad de retención, se tomó en cuenta modelarlo en formato 3D para el conjunto de almacenamiento trasero de una SUV's y proponer un sistema de bisagra para que el piso de carga permita la apertura y cierre, así como la retención de este en un evento de impacto frontal, ejecutando un análisis de cargas para la aprobación del sistema, haciendo uso de los programas computacionales NX Siemens® y Altair SimSolid®.

1.1. ANTECEDENTES

El diseño y desarrollo de los vehículos consta de diversas etapas, tales como la planificación, los requisitos legales y reglamentarios, así como las buenas prácticas de la empresa.

Por otra parte, también se toman en cuenta los controles de diseño en revisiones con grupos de expertos, para verificar que se cumpla con los requerimientos establecidos con anterioridad.

Lo anteriormente mencionado, se tiene que identificar, documentar y autorizar para que dicho diseño cumpla con sus objetivos y prevenir impactos que perjudiquen al cliente.

En base a dicho proceso, la presente propuesta de diseño surge a partir de uno de los requerimientos en el proceso de desarrollo de los componentes de las camionetas SUV's. Las herramientas tecnológicas que se toman en cuenta para evitar daños al cliente y a la que está enfocada la propuesta es en la prueba de impacto virtual. Ésta prueba se realiza mediante un software, por sus siglas en inglés Computer Aided Engineering (CAE), usando modelos de elemento finito, en este caso se simula que el vehículo desacelera de 'X' G a 0 G de forma abrupta, para analizar el comportamiento de los componentes. Para los componentes de la cajuela de camionetas SUV's la prueba se clasifica como aprobada cuando todos los componentes se mantienen retenidos en su lugar de diseño. Entre la retención de los componentes está el piso y la caja de almacenamiento de la cajuela. Actualmente existe un catálogo en donde se indican los mecanismos de retención y apertura aprobados y específicos para cada plataforma SUV's (crossover, base de ruedas corta y base de ruedas larga).

Al tratar de utilizar un mecanismo de retención de piso de la cajuela recomendado para Crossovers en una plataforma de base de ruedas corta se encontró que los mecanismos no son lo suficientemente flexibles para mantener retenido el piso de la cajuela en el requerimiento de la prueba de impacto frontal virtual, por tal motivo se identificó un área de oportunidad para diseñar una propuesta de mecanismo de retención que funcione para las diversas plataformas de SUV's y reducir la proliferación de números de parte, así como la integridad del cliente en un evento de impacto.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el análisis de impacto del proyecto en desarrollo, se identificó una inconformidad al requerimiento de retención del piso de carga durante un evento virtual de impacto frontal del vehículo, debido a que el piso no se mantenía retenido durante dicho análisis, aún y cuando se utilizaron las recomendaciones de diseño para su fijación contra la tina de almacenamiento. Dicho problema fue ocasionado por las condiciones de empaquetamiento y fuerzas de aceleración del piso de carga durante la simulación virtual.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de mantener los componentes internos del vehículo, como los portavasos, asientos, estéreo, llanta de refacción, caja y piso de almacenamiento de la cajuela, etc., sujetos en su posición durante un evento de impacto, es fundamental para mantener la seguridad e integridad de los ocupantes en cabina del vehículo.

El analizar virtualmente el comportamiento de los componentes internos de un vehículo es con el fin de predecir y reflexionar acerca del comportamiento de los mismos, simulando diferentes tipos de escenarios que puedan ocurrir al conducir un vehículo, la necesidad de diseñar un prototipo de mecanismo de seguridad que sea útil para las diferentes plataformas de camionetas SUV'S surgió con un incumplimiento al requerimiento de retención del piso de una camioneta de mediano tamaño en una de menor tamaño, ya que el piso no se mantenía retenido durante dicha prueba. Se identificó que fue debido a las condiciones de empaquetamiento y fuerzas de aceleración del piso de carga durante la simulación virtual.

Los beneficios para la empresa son en costo, ya que se reducirá la proliferación de números de partes teniendo un mecanismo de seguridad único (parte CCC), así como también en el tiempo de diseño al tener un mecanismo de seguridad con una configuración estándar de diseño definido que se utilizaría para las diferentes

plataformas vehiculares que cumpla los requerimientos de retención y servicio para el cliente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un mecanismo de seguridad que pueda ser utilizado en los pisos de cajuela de diferentes plataformas de camionetas SUV's que cumpla con la retención y apertura requerida en la prueba virtual mediante un análisis CAE (Altair SimSolid®).

1.4.2. Objetivos específicos

- Diseñar un prototipo de mecanismo de seguridad que cumpla con los requerimientos de apertura y retención del piso.
- Determinar que el mecanismo prototipo cumpla con los requerimientos de funcionalidad y manufacturabilidad.
- Desarrollar la configuración estándar del diseño para utilizar el prototipo de mecanismo de seguridad en las diferentes plataformas de camionetas SUV'S.

1.5. HIPÓTESIS

El diseño de un mecanismo de retención y apertura de piso de cajuela, con una configuración estándar y aplicable a diferentes plataformas, permitirá cumplir con los requerimientos de sujeción en un evento de impacto de 1200 Newtons, si las dimensiones en el mecanismo máximas son de 50, 100 y 40 mm para "X", "Y" y "Z" respectivamente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. MECÁNICA DE LOS MATERIALES

Las características de la mecánica de los materiales son inherentes que dan la pauta para distinguir los materiales entre sí, teniendo en cuenta el comportamiento mecánico en ingeniería, igualmente se analiza el comportamiento que tiene un material en los diferentes procesos de mecanizado. Entre los materiales las peculiaridades tecnológicas y mecánicas que sobresalen son:

- Flexión, torsión, tracción,
- Resistencia a esfuerzos de compresión, así como fatiga y desgaste,
- Tenacidad,
- Elasticidad,
- Fragilidad,
- Dureza,
- Cohesión,
- Plasticidad,
- Ductilidad,
- Magnetismo,
- Porosidad,
- Maleabilidad,
- La compatibilidad del material a ser soldado,
- Tratamiento térmico, mecanizado,
- Resistencia que haya a los procesos de oxidación y corrosión,
- Grado de conductividad eléctrica y la conductividad térmica que tenga, y
- La compatibilidad con otros materiales para formar aleaciones.

Además de las propiedades tecnológicas y mecánicas, algunos otros factores que se deben considerar al momento de seleccionar un material para diseñar y fabricar una pieza determinada, es el color de ese material, la densidad, la disponibilidad, el punto de fusión y el costo.

Teniendo en cuenta que cada material tiene un comportamiento diferente mecánicamente, es necesario analizar mediante pruebas virtuales, para obtener información acerca de los componentes en menor tiempo y costo.

Las principales propiedades mecánicas que se consideran en los materiales son la deformación, la compresión, la resistencia a tracción, el coeficiente de Poisson y el módulo de elasticidad o módulo de Young.

El módulo elástico longitudinal o módulo de Young es una cuantificación que define el comportamiento de un material elástico, respecto con la dirección en la que se aplica una fuerza.

El módulo de Young tiene el mismo valor para una compresión que para una tracción, ya que son isótropos y es un material elástico lineal. El límite elástico se denomina así porque tiene un valor máximo determinado, ya que cuenta con una constante independiente del esfuerzo siempre que no se exceda, y es siempre mayor que cero, por ejemplo, si a una barra se le aplica una fuerza de tensión, incrementa de longitud, no disminuye. Esta conducta se observó y estudio por el científico inglés Thomas Young (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

El límite elástico, así como el módulo de Young son diferentes para los diversos materiales. El límite elástico es una constante elástica semejante al módulo de elasticidad, esto se puede encontrarse empíricamente con base al ensayo de tracción del material. Conjuntamente al módulo de elasticidad longitudinal se logra definirse en un material el módulo de elasticidad transversal (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

El módulo de elasticidad longitudinal es una constante. En este ejemplo su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y deformación que aparece en una barra recta estirada que está fabricada en el material para el cual pretendemos calcular el módulo de elasticidad (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013):

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

Donde:

Es el módulo de elasticidad longitudinal.

Es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.

Es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

La ecuación anterior se puede expresar también como (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013):

$$\sigma = E\epsilon$$

De modo que, dadas dos prismas mecánicos o barras geoméricamente idénticos, pero de diferente material elásticos, al realizar para ambas barras la prueba de deformaciones idénticas, se provocarán mayores tensiones cuanto mayor sea el módulo de elasticidad. De manera análoga, tenemos que, si son sometidas a la misma fuerza, la ecuación anterior reescrita como (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013):

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Se argumenta que las deformaciones menores son para la barra con mayor módulo de elasticidad. En este caso de estudio, se dice que el material es más rígido.

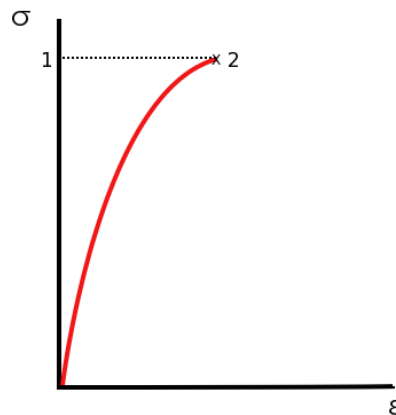


Figura 1 Curva representativa de Tensión – Deformación
(Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013)

El módulo de Young figura 1 está representada por la tangente a la curva en cada punto. Esto en los materiales como el acero les resulta alrededor de constante dentro del límite elástico.

El límite de elasticidad, igualmente denominado límite elástico, es la tensión máxima que un material elástico que consigue tener sin sufrir deformaciones permanentes. Si se emplean tensiones mayores a este límite, el material advierte deformaciones permanentes y no retorna a su forma principal cuando se le retiran las cargas. En general, un material al que se le aplican tensiones inferiores a su límite de elasticidad podemos tener como resultado su deformación temporal de acuerdo con la ley de Hooke (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

El comportamiento plástico se refiere a los materiales a los cuales se le aplica una tensión superior a su límite de elasticidad. Así que las tensiones aplicadas continúan incrementando, el material llegará a su punto de fractura. El límite elástico determina, que, por tanto, el recorrido del campo elástico al área de la fluencia. Esto resume que, en un escenario de tensión uniaxial, el límite elástico es la tensión admisible a partir de la cual se entra en la superficie de fluencia del material (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

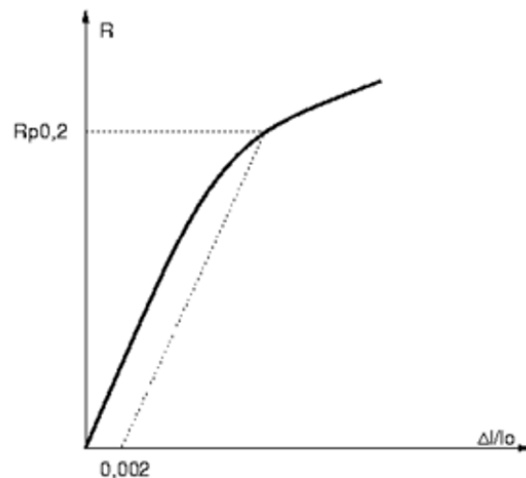


Figura 2 Determinación del límite elástico convencional
(Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013)

Teniendo el gráfico de las deformaciones en función de las tensiones se puede observar que existe una distribución casi lineal en una zona determinada, dada que la pendiente es el módulo de elasticidad 'E'. Esta representación demuestra a las deformaciones elásticas del material incluso un punto donde la función se transforma de dependencia y empieza a curvarse, esta área correspondiente al principio del régimen plástico. A este punto se le conoce como el punto de límite elástico (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

Ya que existe un cierto margen de error al ubicar puntualmente y máxima exactitud el punto del límite elástico, para ingeniería se adquiere unas condiciones estándar para estimar como límite elástico la tensión a la cual el material tiene una deformación plástica del 0.2% (o también $\epsilon = 0.002$) (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

Para temas del estiramiento longitudinal inicialmente formulados por la ley de Hooke o ley de elasticidad de Hooke, dice que el alargamiento unitario ' ϵ ' que advierte un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada 'F':

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{F}{AE}$$

Donde:

δ el alargamiento.

L: la longitud original.

E: módulo de Young.

A: la sección transversal de la pieza estirada.

Se puede aplicar esta ley a los materiales hasta su límite nombrado límite elástico.

La tensión es una fuerza que tira; por ejemplo, la fuerza que actúa sobre un peso sostenido por un cable. Bajo tensión, el material suele deformarse, y así regresar a sus dimensiones originales si la fuerza no excede el límite elástico del material. Bajo tensiones mayores, el material no regresa completamente a sus medidas originales, y cuando la fuerza es aún mayor, se produce la ruptura del material (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

La presión es una compresión que suele ocasionar una disminución de volumen. Cuando se somete un material a una fuerza de torsión, cizalladura o flexión, actúan simultáneamente fuerzas de tensión y de compresión. Por ejemplo, cuando se flexiona una varilla, uno de sus lados se comprime y el otro se estira.

La plastodeformación es una deformación permanente gradual causada por una fuerza continuada sobre un material. Los materiales expuestos a altas temperaturas son directamente vulnerables a esta deformación. La pérdida de apriete gradual de las tuercas, la combadura de cables tendidos sobre distancias largas o la deformación de los componentes de máquinas y motores son ejemplos visibles de plastodeformación. Consecuentemente, esta deformación lenta disminuye porque la fuerza que la produce desaparece a causa de la propia deformación. Cuando la plastodeformación se prolonga durante mucho tiempo, el material acaba excediendo el límite elástico teniendo una deformación permanente o en el peor de los casos llegando a la ruptura del material (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

Una fractura progresiva puede definirse como la fatiga. Se causa cuando un material mecánico está siendo aplicado un esfuerzo cíclico o repetido, por ejemplo, una vibración. A pesar de que el esfuerzo máximo no excede el límite elástico, el material puede llegar a la fractura a escaso tiempo de iniciada la fuerza.

Existen algunos metales, ejemplo las aleaciones de titanio, puede evitarse la fatiga conservando la fuerza cíclica por debajo de un nivel máximo de fatiga. En esta no se puede visualizar ninguna deformación aparente, sin embargo, se pueden observar pequeñas aberturas localizadas que se propagan por el material hasta

que la superficie es mínima y no es capaz de soportar el esfuerzo máximo de la fuerza cíclica. La plastodeformación y la fatiga son considerablemente importantes en ingeniería, así como tener conocimiento de la resistencia de los materiales, los límites elásticos y esfuerzo de tensión (Beer, Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2013).

2.1.1. Materiales estructurales

La ingeniería y la ciencia son clave importante para tener el conocimiento de los procesos de fabricación de diferentes componentes, ya que facilitan el uso de diferentes materiales para un mismo producto tomando en cuenta los diferentes requerimientos de uso, anteriormente el material de más interés para el uso industrial era el metal, ya que es un material con altas características de resistencia y de formalidad, en la actualidad con las nuevas tecnología de los materiales ha perdido posición de uso y remplazado por cerámicos, materiales compuestos y polímeros esto por las nuevas tecnologías de fabricación.

Los procesos tecnológicos actuales en conjunto con la investigación de nuevas aplicaciones y mezclas de estos nos permiten cubrir los requerimientos de los diferentes sectores industriales sin dejar atrás los materiales tradicionales a fin de tener procesos más rápidos y de menor costo con la mezcla de nuevas tecnologías de los materiales tradicionales.

Para el desarrollo de estructuras el objetivo de estudio son las características particulares de los materiales. Las características principales de estudio las podemos definir como: estructurales esenciales y propiedades generales.

Algunas características estructurales esenciales de los materiales son:

- Dureza: resistencia al corte de la superficie, desgaste, abrasión o raspaduras.
- Resistencia: puede ser diferente para la variedad de tipos de fuerzas, como por ejemplo en direcciones diferentes, en edades diferentes o valores de temperatura o contenido de humedad diferentes.
- Resistencia a la deformación: grado de rigidez, ductilidad, elasticidad; variación con la temperatura, tiempo, entre otros.

- Resistencia a la fatiga: desgaste de la resistencia a favor del tiempo; fractura progresiva; permutación de su forma original con el tiempo.
- Uniformidad de estructura física: nudos y vetas en la madera, agrietamiento del concreto, planos cortantes en la roca, efectos de la cristalización en los metales.

Las características generales:

- Forma: natural, reconstituida o remoldada.
- Resistencia al fuego: conductividad, combustibilidad, comportamiento general de altas temperaturas y punto de fusión.
- Durabilidad: resistencia al clima, pudrición, insectos y desgastes.
- Peso: como responsable a las cargas gravitacionales de la estructura.
- Coeficiente de expansión térmica: concierne con las permutas dimensionales debidos a los cambios de temperatura (Hibbeler R., 2017).

Propiedades mecánicas:

- Elasticidad: es la característica de un material para retornar su forma original al dejar de someter a la fuerza que lo ha deformado.
- Resiliencia: Es la facultad que presentan los materiales para dispersar energía por unidad de volumen en la zona elástica.
- Ductilidad: es la competencia que poseen los materiales para resistir deformaciones a tracción relativamente alta, hasta llegar al punto de fractura.
- Fragilidad: corresponde a las características que expresa ausencia de plasticidad y por consiguiente la fuerza los metales frágiles se rompen en el límite elástico su rotura ocurre cuando excede la carga del límite elástico.
- Plasticidad: corresponde a la capacidad de deformación de un metal sin que alcance a romperse si la deformación se presenta por alargamiento también nombrada ductilidad y por compresión maleabilidad.

- Tenacidad: se conceptualiza como el aguante a la rotura por esfuerzos que deforman el metal; por lo consiguiente un metal es tenaz si tiene cierto aforo de dilatación sin llegar a romperse.
- Estado de agregación, peso específico, materia, peso, densidad, volumen, masa y cuerpo (m/v) (Fitzgerald, 2000).

2.2. MATERIALES PLÁSTICOS UTILIZADOS EN LOS VEHÍCULOS

Los plásticos consiguen definirse como un grupo de materiales de origen orgánico, solido en una temperatura ambiente, fácilmente transformado con procesos de moldeado mediante calor (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, García Jiménez, & Gracia, Elementos estructurales del vehículo, 2016).

Se puede observar la presencia de plásticos en los vehículos de hoy en día y como se ha cambiado a los materiales clásicos en aplicaciones impensables hace unos años, esto no solo en los vehículos, sino en una gran cantidad de productos que actualmente usamos dentro de nuestras vidas cotidianas (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, García Jiménez, & Gracia, Elementos estructurales del vehículo, 2016).

La selección de un tipo de plástico para ser incorporado a una parte específica del vehículo empieza por el cumplimiento de los requerimientos mecánicos, la manufacturabilidad de la parte, el costo de fabricación, la estabilidad dimensional, resistencia a los agentes atmosféricos, conservación de propiedades estéticas, posibilidad de reciclado, entre otras, básicamente se utilizan los materiales plásticos en busca de comodidad del cliente final, reducción de masa y de ruido (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, García Jiménez, & Gracia, Elementos estructurales del vehículo, 2016).

En su totalidad de los plásticos se utilizan en el interior del vehículo: salpicaderas, paneles, mandos, etc. Asimismo, la aplicación en las carrocerías y se extienden: portones, capos, para choques, accesorios de deportivos tales como spoilers, estribos laterales y alerones superiores y frontales, como se puede ver en la siguiente figura:

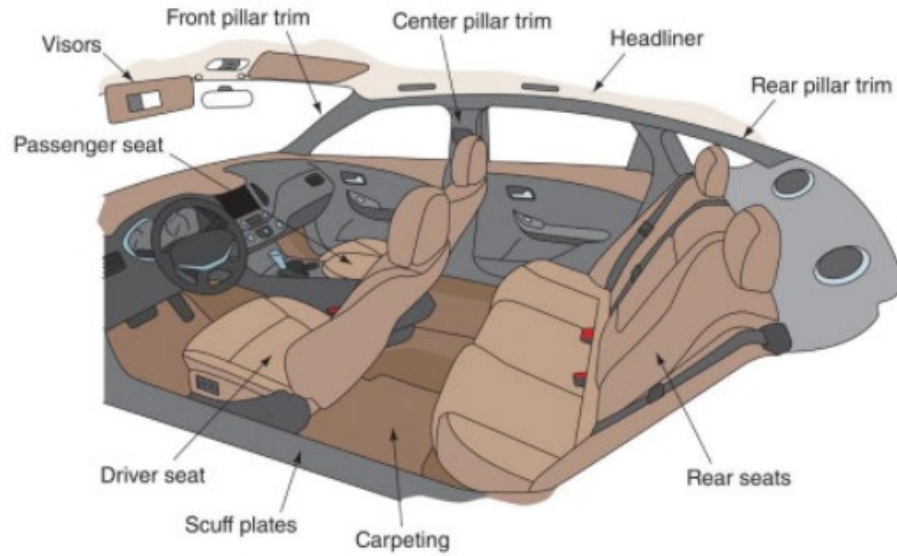


Figura 3 Ejemplo de componentes plásticos en un vehículo
(Duffy & Beaty, 2020)

En la siguiente figura (3) pueden apreciarse algunos de los materiales plásticos más representativos que suelen incorporar los vehículos.

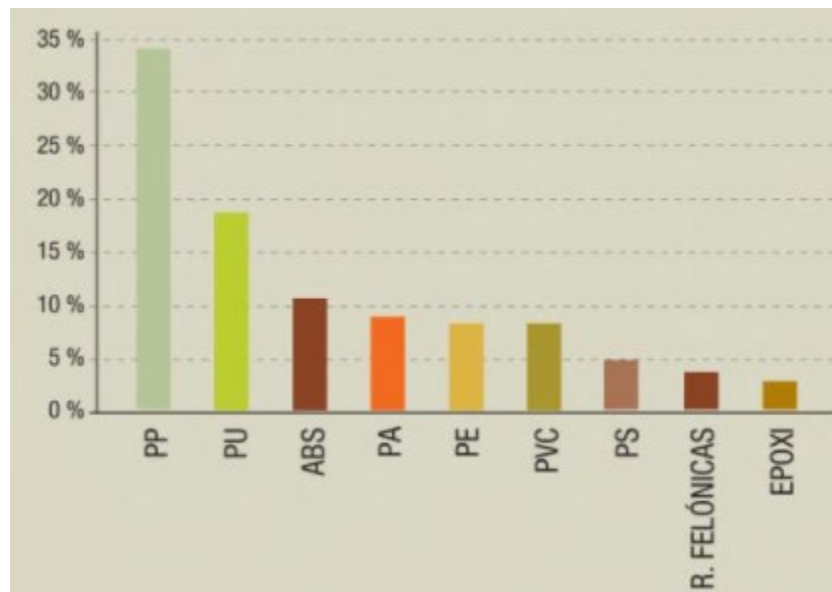


Figura 4 Plásticos más utilizados en un vehículo
(Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, García Jiménez, & Gracia, Elementos estructurales del vehículo, 2016)

PP: Polipropileno, **PU:** Poliuretano, **ABS:** Acrilo-Nitrilo-Butadieno-Estireno, **PA:** Poliamida, **PE:** Polietileno, **PVC:** Cloruro de polivinilo, **PS:** Poliestireno, **RES. FENÓL:** Resinas Fenólicas, **EPOXI:** Epóxido.

Las causas principales que han impulsado a las empresas automotrices a aplicar los plásticos de forma productiva son algunas ventajas que se describen a continuación:

- Alta resistencia a la fricción (cojinetes y casquillos).
- Animalización de choques sin deformarse (para choques y otros elementos de carrocerías).
- La disminución de masa, que puede oscilar del 17 al 50%, aumentando la dinámica del vehículo es decir requiriendo menor fuerza mecánica para su movimiento.
- Resistencia a productos químicos y corrosión (depósito de combustible y de los componentes del circuito de refrigeración), etc.
- Posibilidad de tener textura y adquirir color.
- Mezclar diferentes materiales para mejorar la apariencia del vehículo.
- Altas características de aislamiento eléctrico, térmico y acústico.
- Mayor maleabilidad, que permite conseguir componentes complejas y varias (Gómez Morales, Navarro, García Jiménez, & Águeda Casado, 2016).

2.3. MÁQUINAS Y MECANISMOS

La teoría de las máquinas y mecanismos (TMM) es una ciencia aplicada que describe las relaciones entre el movimiento y la geometría de los componentes de un mecanismo o un aparato, de las fuerzas que actúan en estos movimientos y de la energía relacionada a su funcionamiento (Cardona S., Clos D., 2000).

Algunos de los mecanismos de menor complejidad se pueden representar con esquemas de barras con pares inferiores. Así mismo estos mecanismos se aplican para tener una representación de las trayectorias entre puntos especificados de los acopladores o bielas, que reciben el nombre de curvas de acoplador, estas

tienen como función la vinculación el movimiento de destinos componentes (Cardona S., Clos D., 2000).

Dos mecanismos de barras se nombran cognados si logran tener una única curva de acoplador. El interés de su investigación es en la disminución de la complejidad de mecanismos, debido a que nos proporciona más de una opción a una obligación acotado. Como, por ejemplo, en la siguiente figura 5 se muestra una representación simbólica de elementos de un mecanismo de barras (Cardona S., Clos D., 2000).

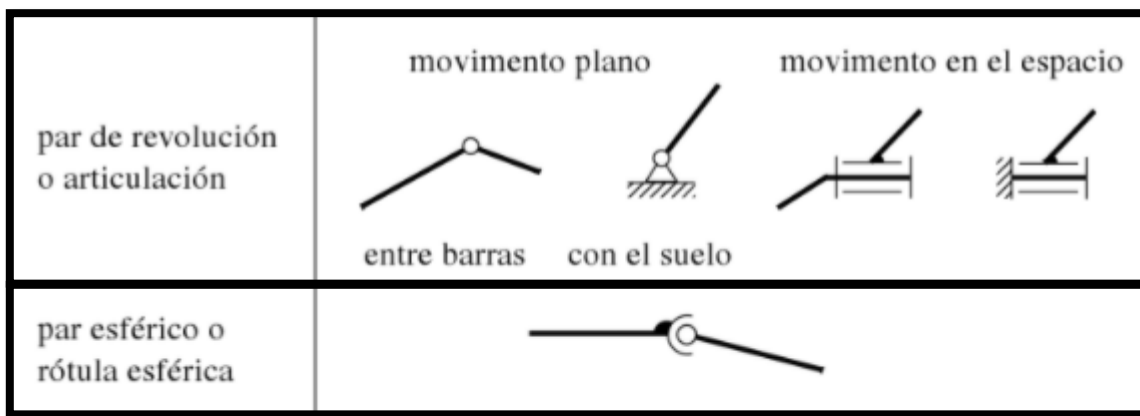


Figura 5 Representación simbólica de elementos de un mecanismo de barras (Cardona S., Clos D., 2000)

2.3.1. Mecanismos de apertura y cierre en los vehículos

Los vehículos, para el acceso a su interior o para el cierre de estos, dispone de mecanismos manuales o automáticos que permiten la apertura o cierre de las puertas. Así mismo, mecanismos similares a los utilizados en las puertas también se utilizan en otros elementos como capó, el portón o la tapa del maletero, la puerta de llenado de depósito de combustible, la guantera, etc.

Los mecanismos de apertura y cierre pueden ser de distintas naturalezas, es decir pueden ser mecánicos, neumáticos, eléctricos o mezcla de ambos.

Principalmente, los mecanismos de apertura y cierre de vehículos realizan las siguientes funciones:

- Mantener cerradas de manera segura las puertas y cajuelas de los vehículos para poder circular de manera segura.
- Facilidad del acceso al habitáculo o a compartimientos del vehículo.
- Imposibilitan la apertura del vehículo cuando está en circulación.
- En caso de un impacto, se conservan las puertas totalmente cerradas durante la colisión y luego proveen un fácil desbloqueo una vez que se ha producido una colisión.

Los mecanismos de apertura y cierre pueden disponer o no de una cerradura. Por ejemplo, algunos modelos de vehículos disponen de cerraduras de llave para la apertura del capó delantero, mientras que otros vehículos disponen de un tirador en el interior del habitáculo.

El mecanismo de apertura y cierre de los elementos amovibles están formado básicamente por los siguientes componentes:

- Bisagras.
- Dispositivos de cierre y mecanismos de apertura.

2.3.2. Bisagra

El elemento o mecanismo que realiza la articulación de puertas, capós, etc., se le nombra bisagra.

Una bisagra consiste en dos piezas ensambladas mediante un pasador el que funge como eje de pivote y permite el libre giro entre las dos piezas.

Las bisagras son unidas al chasis de vehículo empleado principalmente los siguientes métodos:

- Mediante soldadura. La bisagra se une por uno de los dos lados mediante un cordón de soldadura. El otro lado se reserva para el mecanismo de articulación. La soldadura se puede utilizar en las dos partes de la bisagra o en una de ellas. Las bisagras soldadas se emplean en puerta, portones, etc.

- Mediante atornillado. En este caso, las bisagras disponen en sus piezas de orificios por donde se atornilla a la carrocería y al elemento móvil. Las bisagras atornilladas se utilizan en elementos como el cofre delantero, tapa del maletero, etc. (Domínguez Soriano & Ferrer Ruiz, 2018).

2.3.3. Tipos de Pruebas de Impacto Vehicular

Las pruebas de impacto de un vehículo son parte principal del proceso de diseño y de la posterior aprobación de este; ya que todos los vehículos fabricados deben adecuarse a una serie de requerimientos establecidos por la ley, bajo pena de no tener la homologación necesaria para poder comercializarse. Para disponer de un marco lo más completo posible, hay que tener en cuenta la enorme cantidad de accidentes reales, que dependen de distintas velocidades a las que se pueden producir los choques, de los diferentes obstáculos encontrados (fijos, móviles y más o menos deformables), y de las características físicas de las personas dentro del habitáculo del vehículo. Con la complejidad, el nivel de seguridad pasiva de un vehículo se puede establecer gracias a la repetición de una larga serie de pruebas los constructores suelen hacer más de 40 tipos distintos de impactos para evaluar cada uno de sus modelos (ver figura 2.4), cada una de estas pruebas no se realiza una sola vez, si no se repiten en las distintas fases de desarrollo del vehículo, desde los prototipos hasta los modelos fabricados en serie. Así mismo, después de que el vehículo se encuentra en la producción continua se realizan aleatoriamente muestreos de los vehículos para comprobar que se alcancen los requerimientos de seguridad del diseño (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

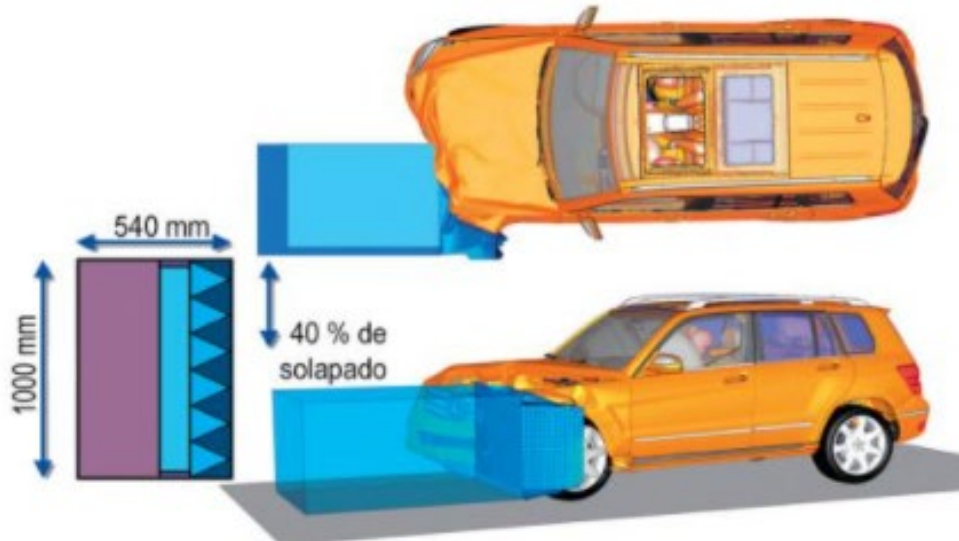


Figura 6 Prueba de impacto frontal

(Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016)

El diseño de diversas pruebas de impactos se realiza con base en el estudio de las características de los tipos de impactos más comunes (figura 6). De sus análisis se depende que más de dos tercios de los accidentes producidos afectan a la parte delantera del vehículo frontalmente o de modo oblicuo (en cuyo caso repercutirá respectivamente en toda la anchura de este o sólo en una parte). Todos estos choques suceden entre vehículos distintos tamaños y velocidades diferentes (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

Si bien existe un gran tipo de pruebas, los únicos ensayos estandarizados por la reglamentación europea vigente, consiste en investigar los aspectos biomecánicos y de armazón que se desglosan de las pruebas de ocurrencia exterior y laterales. En general, los objetivos que se persiguen en los diferentes ensayos de choques son:

- En los impactos frontales se busca disminuir los refuerzos de las estructuras y alcanzar unos mecanismos de retención adecuada para los componentes de la carrocería y habitáculo.

- En los impactos laterales se tiene como objetivo que no exista intrusión en la cabina de los ocupantes.
- En el caso de los vuelcos, lo que se desea es limitar las deformaciones de la cabina por hundimiento.
- En caso de los impactos traseros se analiza la conducta del reposacabezas y del depósito de combustible y sus conexiones (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

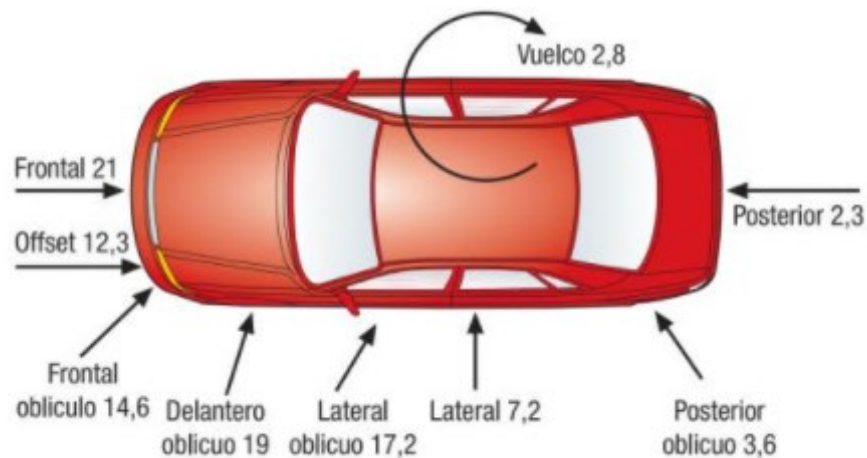


Figura 7 Distintos tipos de choques más habituales
(Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016)

2.3.4. Impacto frontal

Los accidentes muestran por estadística que: casi dos terceras partes de los impactos frontales, y de la mitad de ellas muestran una cobertura de entre 30 y el 50% de la frontal (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

Para evidenciar los resultados de este tipo de colisión se realizan una prueba que consiste, según la norma ECE R94 de la directiva 96/97 CE, en un impacto frontal desalineado a una velocidad de 56 Km/h contra una armazón deformable con un arreglo de panel (que simula otro vehículo) y que afecta el 40% de la parte frontal

del vehículo en el lado del conductor(compensar) (es como si el conductor hubiera tenido tiempo de girar el volante para evitar el impacto totalmente frontal) figura 8.



Figura 8 Secuencia de choque frontal

(Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016)

En este tipo de choques, el desarrollo del ensayo se ejecuta con dos maniqués o *dummies* ubicados en la parte frontal del vehículo (asientos delanteros) usando los sistemas correspondientes de seguridad para mantener en los asientos a los maniqués. Los maniqués están configurados con una serie de sensores para medir aceleraciones y las fuerzas a las que se ve aplicadas en un choque las diversas partes anatómicas como: tórax, cabeza, cuello, tibia y fémur (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

Como resulta del choque, la energía cinética es absorbida por la deformación del para golpes frontales, del delantero y en caso graves, así como por la zona frontal de habitáculo (zona de la pared del salpicadero). La longitud de la parte delantera se comprime de 40 a 70 cm (según la concepción del vehículo: forma de la carrocería, tipo de tracción, posición del motor, masa y dimensiones). Asimismo, el motor, los ejes y las llantas absorban energía. La columna de dirección, por su parte, debe deformarse de tal manera que el volante solo se desplace unos pocos centímetros (como máximo 10 cm) en dirección al conductor. En caso de fuerte impacto, los pedales deben elevarse quedando descansados contra la salpicadera, siempre y cuando su alojamiento este diseñado convenientemente

(Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

A continuación, se enumeran de forma resumida, los requerimientos de seguridad que deben aprobar los vehículos en este tipo de choques:

- Durante la prueba no deberá abrirse ninguna puerta ni accionarse fortuitamente los sistemas de bloqueo de las puertas delanteras.
- Después de la colisión debe abrirse como mínimo una puerta delantera y otra trasera (sin ser necesario utilizar ningún tipo de herramientas) para poder extraer a los maniqués del vehículo liberándolos previamente de su sistema de retención, para lo cual será necesario aplicar una fuerza de 60N sobre el dispositivo de apertura. Asimismo, en caso necesario se podrán inclinar los respaldos de los asientos (o los propios asientos) para evacuar a todos los ocupantes (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, Estructuras del vehículo, 2016).

2.4. SISTEMA CAD (COMPUTER AIDED DESIGN)

El CAD (por sus siglas en inglés Computer Aided Design), en español lo podemos encontrar como Diseño Asistido por Computador. Es una tecnología que se desarrolló en los años 70's para un sector restringido de la industria en este caso para la industria automotriz y aeronáutica debido a su alto costo de adquisición en la actualidad se ha aplicado el uso de CAD en diferentes sectores industriales tales como: sector textil, sectores farmacéuticos, sectores electrónicos, entre otros (Hernández Albaladejo, 1997).

En la evolución de las herramientas de la ingeniería dio un salto con el sistema CAD, ya que anteriormente los diseños de componentes para ser fabricados se realizaban en dos dimensiones plasmados en papel utilizando herramientas tales como restiradores, hojas de diversos tamaños y diferentes lápices, en este tipo de representaciones de la ingeniería se tenía un alto margen de error y de retrabajos a la hora de diseñar comparado con la actualidad, el diseñador solo requiere de

una computadora, un monitor, teclado y puntero para realizar todo tipo de diseños y no solo en dos dimensiones y piezas aisladas, con la integración de CAD como herramienta de diseño se puede tener representaciones de los componentes a diseñar en tres dimensiones, subensambles y ensambles. Así teniendo menos margen de error en los diseños (Hernández Albaladejo, 1997).

Se puede decir que los sistemas CAD es una herramienta que permite crear, modificar, analizar y optimizar un diseño en menor tiempo y con menor costo con base en la productividad, precisión de los diseñadores. Así como mejorar la comunicación del diseño a través de la generación de documentación y creación de base de datos de componentes para su fabricación (Hernández Albaladejo, 1997).

El resultado de la información puede ser mediante planos en dos dimensiones digitales o en papel o en archivos electrónicos estos pueden ser en dos o tres dimensiones.

En la actualidad la herramienta de diseño CAD nos permite poder usar nuevas tecnologías de fabricación de componentes como, las impresiones 3D, es decir que nos permite llevar un prototipo de diseño del software CAD a una representación física del mismo en poco tiempo sin el uso de herramientas o planos en dos dimensiones (Lee K., Larry R., 2000).

2.5. SISTEMA CAE (COMPUTER AIDED ENGINEERING)

CAE es el acrónimo por sus siglas en inglés (Computer Aided Engineering) ingeniería asistida por computadora, esta herramienta es una evolución del uso de los sistemas CAD para el análisis de geometrías para su evaluación u optimización esto tiene como base el cambio mediante la conversión de formatos gráficos para su estudio.

Este sistema CAE es un proceso analítico virtual que se tiene que realizar antes de la fabricación de cualquier componente de los diversos sectores industriales, ya que cada sector tiene diferentes requerimientos de uso de las tecnologías de los

materiales o aplicaciones del producto final y así tener la certeza que los productos fabricados en serie cumplen con las necesidades y requisitos legales para el uso del consumidor (Ören & George, 1996).

Anteriormente los diseñadores solo contaban con su habilidad, buena memoria, experiencia y ocasionalmente con ensayos de prueba y error para diseñar y tener un producto final, todo esto plasmado en hojas o planos, es quizás que los primeros paquetes de software contaban con una interface máquina diseñador muy limitada, pero con las cualidades de fácil uso, edición de los diseños con rapidez y focalizadas en los hallazgos de las pruebas realizadas físicamente.

Con el tiempo y la evolución tecnológica los hardware y software disminuirían de costos y ofrecerían mayores beneficios tales como: rapidez y bases de datos con mayores capacidades de almacenaje teniendo como novedad poder realizar desde bocetos hasta tener concluido no un componente sino un proyecto completo.

Para poner en práctica la ingeniería asistida por computador (CAE), se instalan programas que permiten determinar el comportamiento mecánico del componente en el entorno real, en características diversas como deformaciones, vibraciones, propiedades térmicas, resistencias. Prácticamente se realizan siguiendo el método de los elementos finitos, haciendo como primera necesidad el mallar la pieza en pequeños elementos y realizar el cálculo que se lleva a terminar si sirve para establecer las interacciones entre estos elementos.

Por medio de esta lógica, por ejemplo, se tendrá el resultado de que material cumple con las funciones mecánicas para resistir cargas requeridas por las normas, o bien conservando un espesor, analizar el comportamiento de materiales con distinto límite de resistencia. Otra de las aplicaciones sobresalientes de estos sistemas en el diseño de moldes en la cual se realiza la simulación del llenado del este a partir de unas dimensiones volumétricas de la pieza deseada, y muy importante es el análisis del gradiente de temperaturas durante el llenado.

La consumación de importancia de los resultados de CAE dependerá de los requerimientos de la complejidad del diseño, y suponen siempre un valor agregado

al diseño al encontrar y eliminar áreas de mejora que detendrían el fabricación e instalación del producto.

Los sistemas CAE nos brindan numerosas ventajas:

- Exactitud, Rapidez y uniformidad en la fabricación.
- Comodidad, facilidad y simplicidad en la etapa de diseño.
- Alto porcentaje de éxito.
- Aumento de la productividad.
- Prototipos no necesarios.
- Componentes más competitivos.
- Sin problemas adicionales, fácil integración, en una línea de fabricación.
- Se fabrican componentes económicos, de calidad competitiva y en el menor tiempo posible (Goetsch, Rickman, & Chalk, 2015).

Su (2009) en su artículo "Virtual Durability Tests of Automotive Products in the Frequency Domain" menciona que los modelos de elementos finitos utilizados en el sector automotriz se desarrollan junto con sus elementos y propiedades de rigidez dinámica y amortiguación de frecuencia no lineal. Se emplean propiedades estadísticas para tener en cuenta la naturaleza de dispersión de los datos brutos S-N de fatiga del material, y luego se establece un modelo de daño para el rendimiento, mediante el uso de técnicas de intervalo de confiabilidad y tolerancia.

3. MODELADO DEL MECANISMO DE SEGURIDAD PARA LA RETENCIÓN Y APERTURA DEL PISO DE CAJUELAS DE SPORT UTILITY VEHICLES (SUV'S)

En el comienzo del modelado del mecanismo de seguridad para la retención y apertura del piso de cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV's), se usa como herramienta el software NX Siemens® y Altair SimSolid® se utiliza para realizar el análisis estructural, en estos se diseñaron y se desarrollaron los componentes necesarios para funcionamiento del mecanismo, así como los análisis correspondientes para cumplir los requerimientos de manufacturabilidad y carga requeridos. En la Figura 9 se muestra los componentes que contiene el mecanismo como: La sección del compartimento de almacenamiento, el barril de bloqueo, el barril libre y la sección del piso de carga.

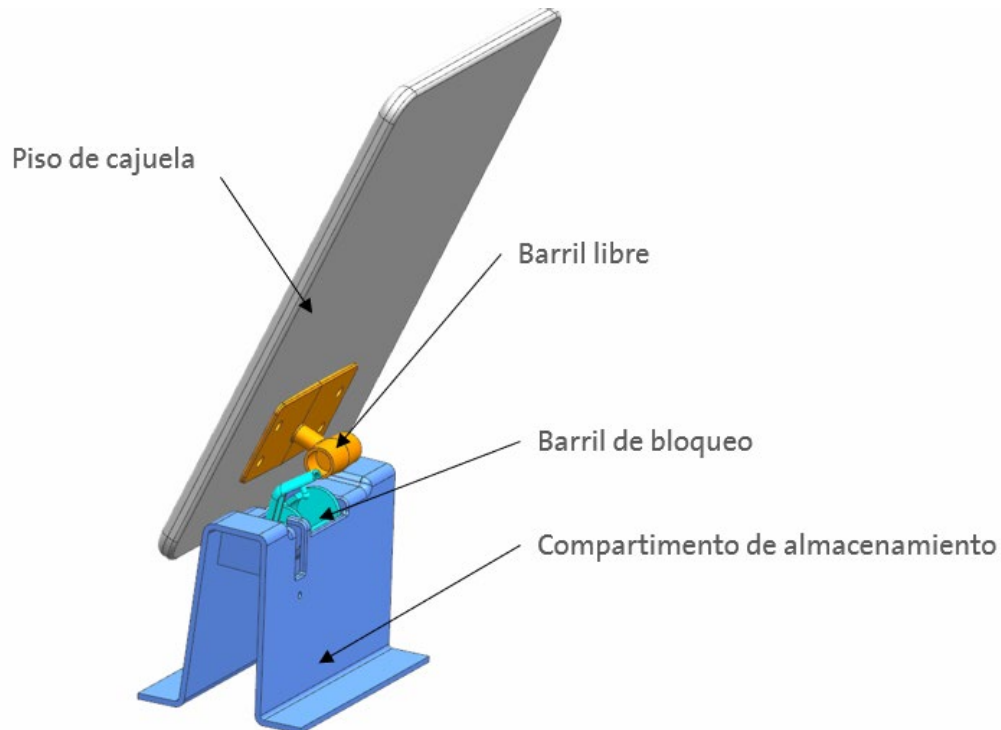


Figura 9 Mecanismo de Seguridad para la Retención y Apertura del Piso de Cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV's)

Elaboración propia

3.1. MODELADO DE ELEMENTOS DEL COMPARTIMIENTO DE ALMACENAMIENTO

En el presente capítulo se establecerán las acciones realizadas del proceso de diseño del mecanismo, es decir, dar a conocer qué y cómo se hizo.

El proceso de modelado que sigue para diseñar una pieza es el mismo tanto si diseña piezas independientes como si diseña piezas dentro de un ensamblaje. Las decisiones que toma en cada paso dependen de sus objetivos de diseño.

Estos son algunos de los pasos principales en el proceso de diseño de piezas en NX Siemens®:

Comience con un archivo nuevo

- Cree un archivo vacío para su modelo de pieza.
- Agregue el archivo vacío al ensamblaje como un nuevo componente para diseñar la pieza dentro de un contexto de ensamblaje.

Diseñe piezas dentro de un conjunto para crear un ajuste y una alineación adecuados con otras piezas y evitar interferencias no intencionales.

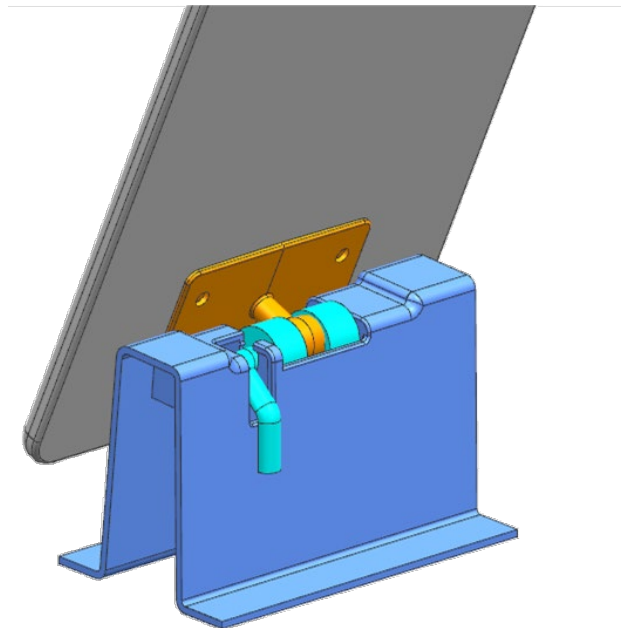


Figura 10 Ensamble de Mecanismo de Seguridad del Piso de Cajuelas

Elaboración propia

Defina su estrategia de modelado y si su pieza final será un cuerpo sólido o un cuerpo de hoja. Esto afectará su estrategia de modelado sobre qué características crear primero.

- Los cuerpos sólidos son los preferidos para la mayoría de los modelos porque proporcionan una definición inequívoca del volumen y la masa.
- Los cuerpos de chapa se utilizan a veces para fabricación o simulación. También se pueden utilizar como herramientas de recorte para modelos de cuerpo sólido.

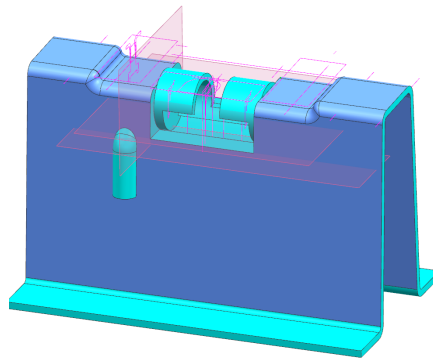


Figura 11 Diseño sistema de bloqueo del piso de cajuela
Elaboración propia

Crear Datums.

Cree sistemas de coordenadas de referencia y planos de referencia para colocar entidades de modelado. Estos Datums forman el comienzo de una cadena de asociatividad para las características que agrega a continuación.

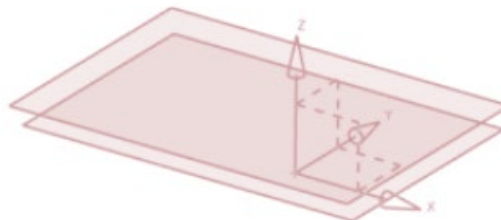


Figura 12 Datums de la base de sistema de bloqueo del piso de cajuela

Elaboración propia

Crea características.

Cree características de acuerdo con su estrategia de modelado.

- Comience con características de diseño como extrusión, revolución o barrido para definir formas básicas. Estas funciones suelen utilizar bocetos para definir secciones.
- Continúe agregando otras características para diseñar el modelo.
- Termine con características detalladas como combinaciones de bordes, chaflanes y borrador para agregar los detalles finales.

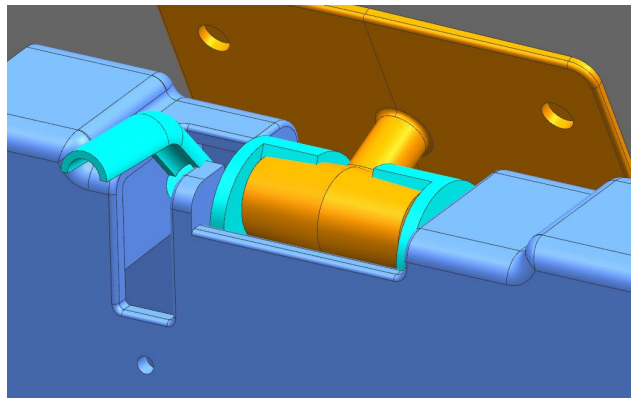


Figura 13 Características de fijación de la base del sistema de bloqueo del piso de cajuela

Elaboración propia

3.2. ENSAMBLE

Una pieza componente es un archivo de pieza al que hace referencia un objeto componente en un ensamblaje. La geometría almacenada en una pieza componente se ve, pero no se copia, en el ensamblaje.

Los términos pieza de pieza o pieza independiente se refieren a un archivo de pieza que no es en sí mismo un ensamblaje.

Un objeto de componente es un puntero no geométrico al archivo que contiene la geometría del componente. Después de definir un componente, el archivo de pieza en el que lo define tiene un nuevo objeto de componente. El objeto de componente permite que el componente se muestre en el ensamblaje sin duplicar ninguna geometría.

Los objetos componentes almacenan información sobre la pieza componente, como:

Capa, color, coloque los datos del componente en relación con el ensamblaje.

Los componentes tienen varios tipos de nombres asociados, que incluyen:

Nombre de la pieza

El nombre del archivo de pieza que utiliza el sistema operativo. Este es el nombre que tiene la pieza independientemente de si la convierte o no en un componente de su ensamblaje (Siemens, 2021).

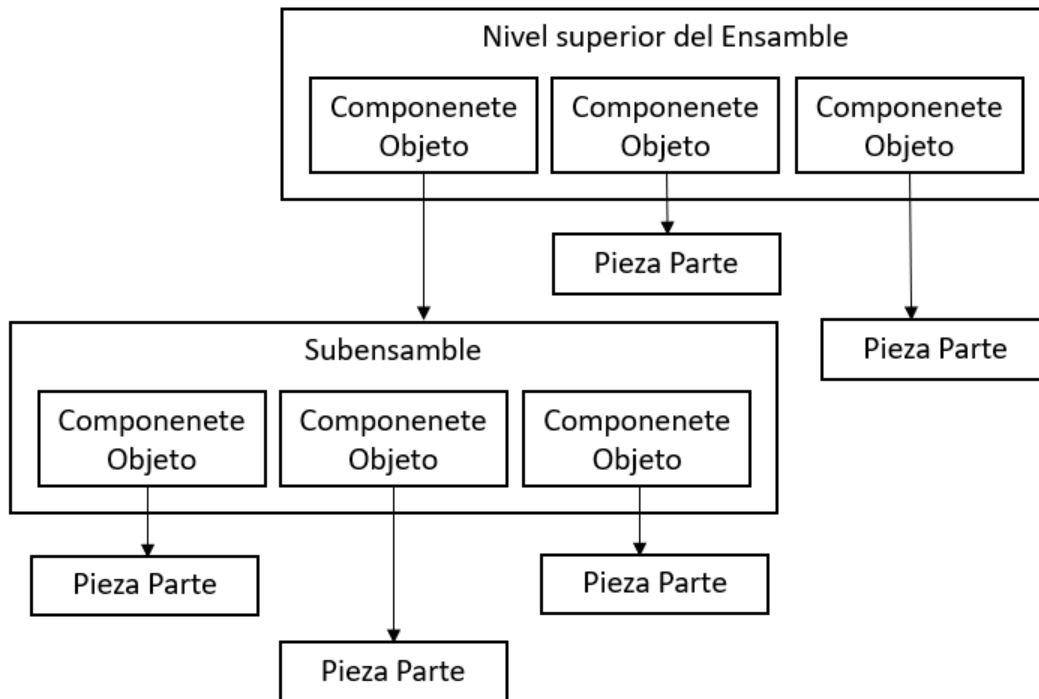


Figura 14 Diagrama de bloques de un ensamblaje
(Siemens, 2021)

Ya teniendo las piezas modeladas con las dimensiones adecuadas se prosiguió a generar los subensambles y el ensamble final.

De los componentes del mecanismo podemos realizar 2 subensambles en el primer subensamble, se realizó la sección específica donde se colocaría el mecanismo de retención, que a su vez es un subensamble con el barril de bloqueo como se muestra en la figura 15.

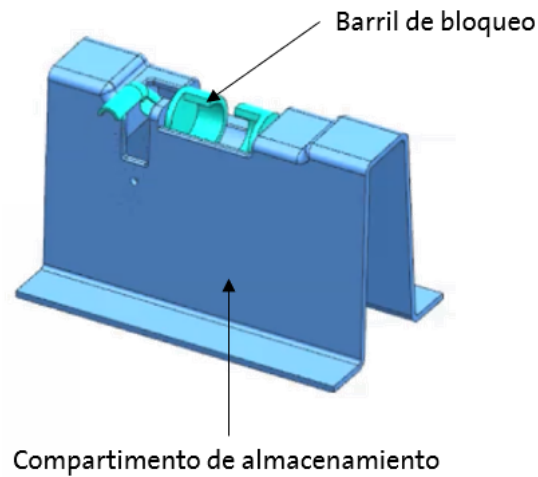


Figura 15 Primer subensamble del mecanismo
Elaboración propia

En el segundo subensamble, se modeló la sección del piso de carga donde se fijaría el barril libre a este por medio de tornillería y con esto tener un eje de rotación para permitir que el piso de carga tenga la función de apertura y cierre como se muestra en la figura 3.8.

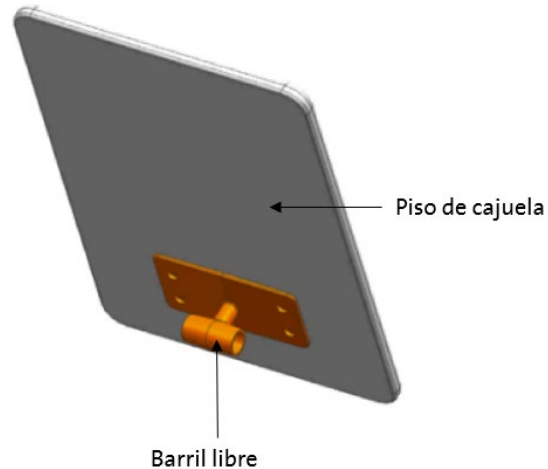


Figura 16 Segundo subensamblado del mecanismo
Elaboración propia

La necesidad de modelar el mecanismo de seguridad es para mantener el piso de cajuela sujeto al compartimento de almacenamiento en todo momento, es decir en la función habitual de apertura y cierre, así como en el peor de los casos que sería en un evento de impacto del frontal del vehículo esto con el fin de que el piso de cajuela no salga proyectado al habitáculo y causar cualquier daño a los ocupantes del vehículo.

Los pasos para seguir para el ensamble físico del mecanismo son: se coloca el barril de bloqueo en la posición del contenedor de almacenamiento, gire el barril de bloqueo en la posición de "recepción".

Se inserta el barril libre procedente de la tapa con un movimiento hacia arriba y hacia abajo dentro del barril de bloqueo.

Se vuelve a colocar el cilindro de bloqueo en la posición bloqueada, gírelo y encájelo en el orificio del depósito de almacenamiento como se muestra en las figuras siguientes figura 17.

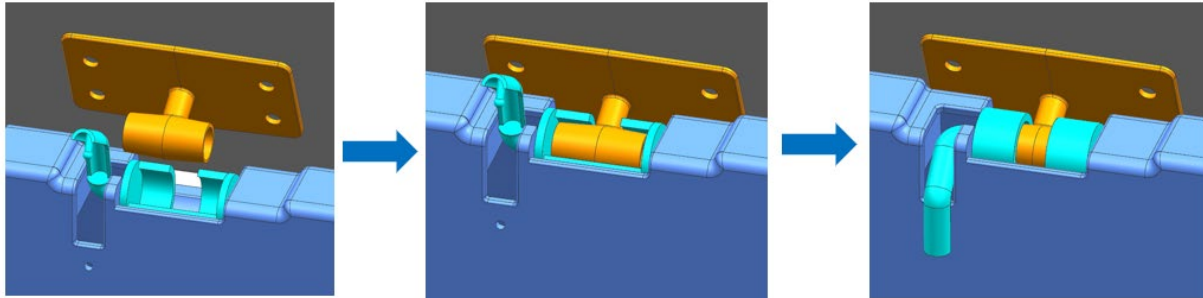


Figura 17 Pasos de ensamble del mecanismo de retención

Elaboración propia

Se seleccionaron cuidadosamente los criterios a evaluar de la propuesta ya modelada del mecanismo contra las soluciones existentes en el mercado mediante una matriz de decisión.

Las puntuaciones que utiliza los criterios para determinar cuál de varias soluciones o alternativas potenciales debe seleccionarse. La técnica recibe su nombre de Stuart Pugh y se ha convertido en una parte estándar de la metodología Six Sigma. Normalmente se utiliza después del desarrollo del VOC (Voice of the Customer) voz del cliente y después de la creación de un QFD (Quality Function Design) Diseño de funciones de calidad. Se usa una escala simple para indicar si cada solución es mejor, peor o igual que la propuesta de diseño. Por lo general, la escala, es más, menos y cero, aunque las empresas reemplazan el cero con una S para lo mismo. Esto con el fin de verificar que la propuesta de diseño del mecanismo de retención del piso de cajuela supera los criterios de los mecanismos actuales en el mercado (Tayntor C., 2007).

Los mecanismos en uso para la apertura y cierre del piso de cajuela son los siguientes:

- Bisagra de torsión.

Las bisagras de torsión se han utilizado tradicionalmente en la industria informática, pero existen nuevos mercados en los que las bisagras de torsión se pueden utilizar para reemplazar los resortes de gas o las bisagras sin fricción normales. Ahora se

pueden encontrar en computadoras portátiles, dispositivos médicos, en las industrias aeroespacial y automotriz.

- Bisagra de estándar.

Mecanismo que permite la apertura o cierre de unas tapas, puerta o para articular dos superficies; mediante dos piezas metálicas o de plástico que están unidas y articuladas por un eje común y se fijan en dos superficies separadas (ver figura 3.10).



Figura 18 Cajuela de un SUV con los mecanismos comunes en el mercado actual
Elaboración propia

3.3. COMPARATIVA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO DEL MECANISMO CONTRA LOS MECANISMOS ACTUALES

Teniendo en cuenta los mecanismos de apertura y cierre del piso de cajuela, así como la propuesta de diseño, se prosigue a realizar el análisis del criterio y requerimientos que se deben cumplir usando una matriz Pugh que se muestra en la Tabla 1. En la siguiente tabla se muestran los criterios más sobresalientes que se utilizan en la rama automotriz para evaluar la factibilidad de los diseños, en este caso, entre las bisagras ya existentes (Figura 18) y la propuesta de diseño del mecanismo de retención (Figura 10). Dicha tabla se llena colocando un signo +, - o S en cada celda para representar si el concepto es significativamente mejor, peor o igual que el concepto de datum.

Tabla 1 Matriz Pugh de la comparación de la propuesta de diseño contra los mecanismos actuales de retención del piso de cajuela.

Concepto \ Criterio	BISAGRA DE TORCION	BISAGRA ESTANDAR	PROPUESTA DE DISEÑO
Fácil Diseño	S	S	+
Manufacturabilidad	S	S	+
Complejidad de la pieza	S	S	+
Proliferación de piezas	S	S	+
Fácil Ensamble	S	S	+
Bloqueo Mecánico	-	S	+
costo	-	-	+
Fácil instalación del piso	S	S	+
Fácil desinstalación del piso	S	S	+
Retención de piso en evento de colisión	S	S	S
S+ (Sum of positives)	0	0	9
S- (Sum of negatives)	2	1	0
SS (Sum of "sames")	8	9	1

Elaboración propia

Después del análisis de los resultados obtenidos, se puede identificar que la propuesta de diseño tiene criterios positivos a comparación de las bisagras ya existentes (bisagra de torción y la bisagra estándar). Dichos datos, demuestran que se cumple con lo establecido en el objetivo general y la hipótesis de la propuesta.

3.4. ANÁLISIS CAE DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

Para realizar este análisis del mecanismo de retención, se utilizó el software de análisis Altair SimSolid®. Este software es un entorno en donde se pueden realizar pruebas virtuales y que ayudan a dar soluciones de análisis de tipo estructural para procesos de diseño. La tecnología única de SimSolid® elimina por completo la malla y la simplificación de la geometría, las dos tareas más extensas, con mayor experiencia a errores realizadas FEA (Finite Element Analysis) tradicionales.

Se eligió este software debido a que permite ejecutar y comparar opciones de diseño de manera rápida y eficiente, las condiciones de configuración y carga se aplican automáticamente a cualquier actualización de geometría CAD, se

pueden tomar decisiones de diseño sin comprometer el rendimiento y sin realizar iteraciones de diseño que consumen mucho tiempo, permite predecir e identificar fallas o áreas de mejora en las primeras etapas del diseño, entre otros beneficios.

El primer paso que se realizó para el análisis es generar un archivo en NX Siemens® que fuera compatible con Altair SimSolid®.

Teniendo el archivo cargado en el software Altair SimSolid® de la propuesta de diseño del mecanismo de retención el paso que se realizó es la asignación del material (ver Figura 3.4.1), en este caso el material será el mismo con el que se construyen los mecanismos que se usan en los vehículos en la actualidad, ya que el proceso de validación de nuevos materiales es un tema que no se consideró en el alcance de este proyecto. El material será: PP/PE-M15-T6B Polipropileno con Poliestireno más 15% en contenido de talco como relleno mineral tipo 6B con las siguientes características como se puede ver en la Tabla 2:

Tabla 2 Características del material PP/PE-M15-T6B

Modulo Elástico	$2.3700e^{+9}$ [Pa]
Poisson	0.39
Densidad	$1.0100e^{+3}$
Yield	$8.75050e^{+5}$ [Pa]

Elaboración propia

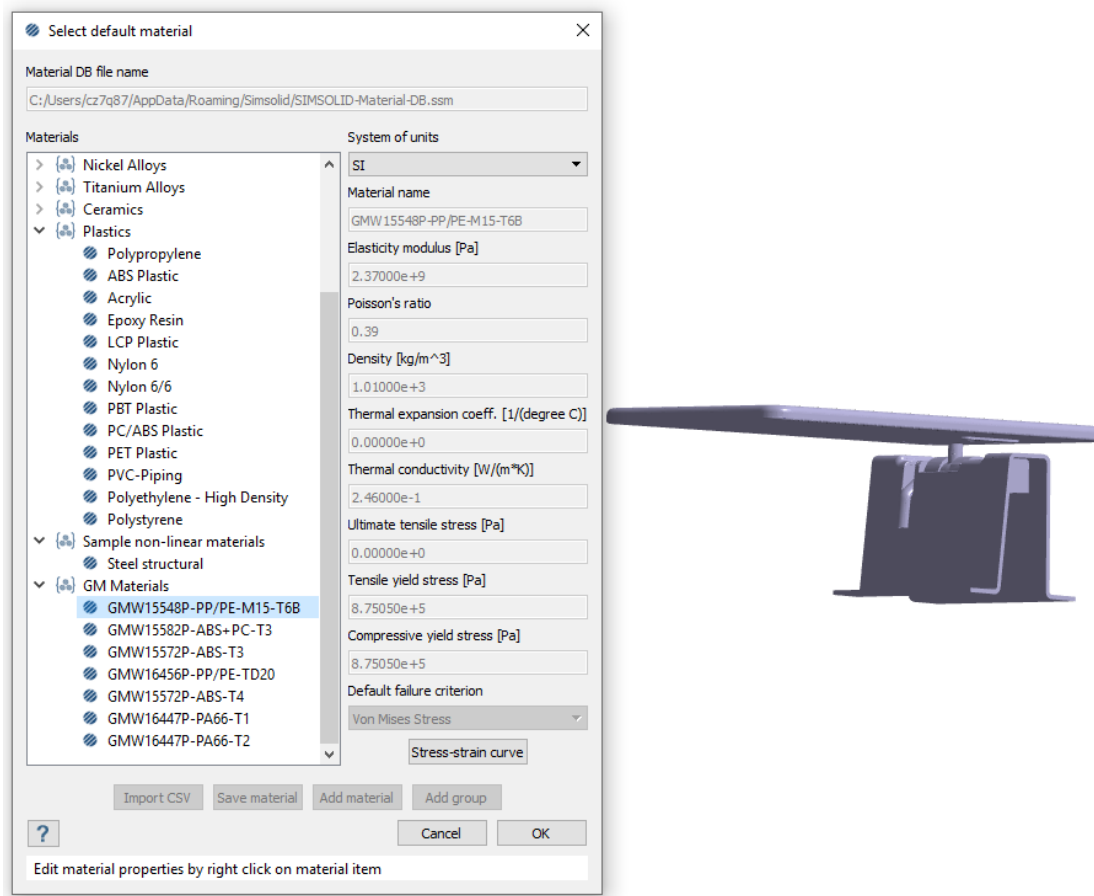


Figura 19 Selección de material del mecanismo de retención
Elaboración propia

En este paso se agregan las condiciones de contacto entre los subensamblés que son: Primer subensamblé del mecanismo Figura 15 y la Figura 16 Segundo subensamblé del mecanismo. La condición de contacto en este caso es movimiento rotativo sin fricción, esto hace que el piso de cajuela cumpla con el requerimiento de apertura y cierre Figura 20.

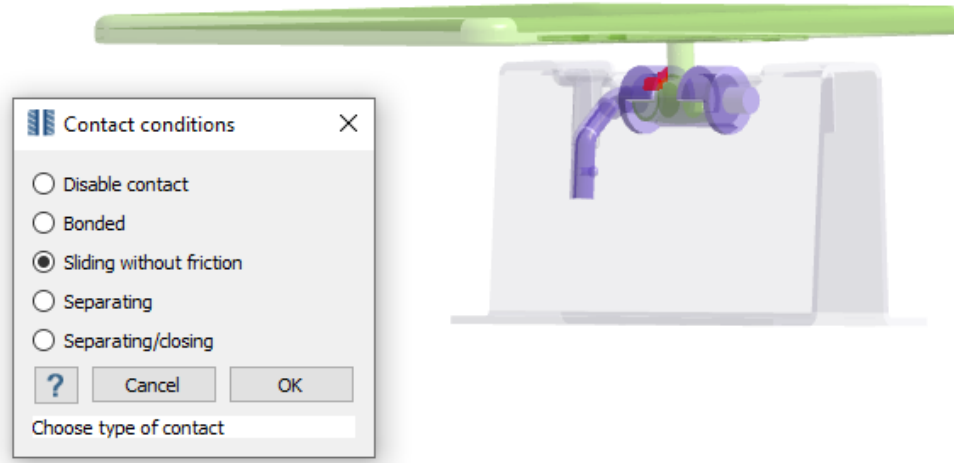


Figura 20 Selección de tipo de contacto entre el ensamble

Elaboración propia

Teniendo definidas las condiciones de contacto, el paso siguiente es definir la superficie que están fijas al vehículo, considerando la fijación rígida a la base de la propuesta de diseño como lo muestra la figura 21.

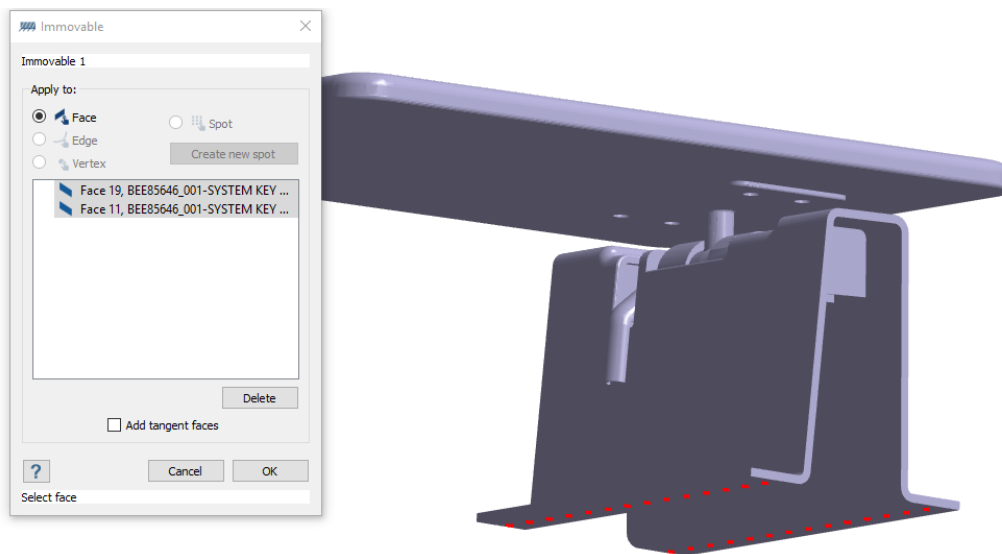


Figura 21 Selección de tipo de contacto entre el ensamble

Elaboración propia

En este paso se coloca al sistema las condiciones de fuerza a las que se sometió en este caso la fuerza mínima de retención que es de 1350 N, esta fuerza corresponde a un promedio del peso de los pisos de cajuela de las diferentes plataformas multiplicado por la fuerza de gravedad. Posteriormente, se consideró el área a la que se le aplicaría esta fuerza como se muestra en la figura 22 por la consideración del evento de impacto frontal.

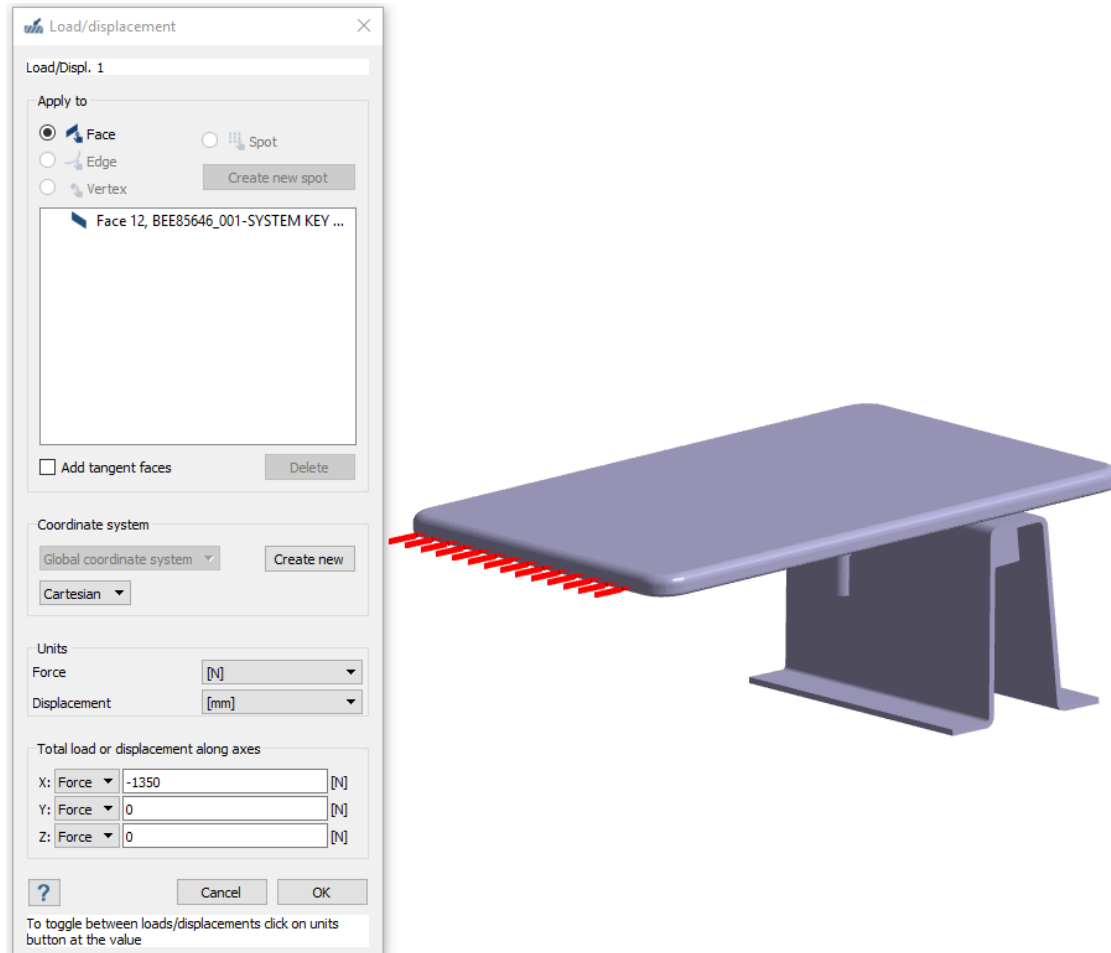


Figura 22 Propuesta de diseño con la carga mínima de retención 1350 N

Elaboración propia

4. RESULTADOS

Durante el proceso de diseño se pudo identificar que el mecanismo de retención al ser de plástico (PP/PE-M15-T6B Polipropileno con Poliestireno más 15% en contenido de talco como relleno mineral tipo 6B) tiene ventajas de formabilidad, se puede reducir hasta un 15% de masa en comparación de mecanismos metálicos y también es importante mencionar, así como lo establece Aneja, H., Singh, H., Parmar, A., and Sharma, R. (2017) en su artículo "*OEM's Approach on Design and Evaluation of Plastic Clamps*" que con el uso de plásticos se tienen mejoras en la resistencia en impactos debido a las características específicas diseñadas en los mecanismos de retención (Aneja, Singh, Parmar, & Sharma, 2017).

La eficacia de la propuesta de diseño es debido a la conjunción de las características del material antes mencionado y las geometrías utilizadas en el mecanismo ya que este cuenta con un cilindro y un sistema de bloqueo en el compartimiento de almacenamiento que consiste en que el piso de cajuela se mantenga retenido en un evento de impacto y a su vez el piso de carga cuenta con un vástago que gira dentro del cilindro, lo que permite que el piso pueda abrir y cerrar sin problema.

En comparación con los mecanismos de bisagras usados actualmente, este diseño, es manufacturable, es de fácil instalación para la planta de ensamble, así como también para el cliente final en caso de que requiera retirar el piso de carga del vehículo, debido a que los componentes de este mecanismo son intuitivos y de fácil manejo ya que no se requieren herramientas adicionales para su instalación.

Por lo que se refiere al proceso de manufactura de fabricación del mecanismo propuesto, en comparación con otros mecanismos, algunas de sus ventajas que se identificaron es que por ser del mismo material que el compartimiento de almacenamiento y con geometrías simples, se puede integrar en el proceso de inyección de plástico sin costos adicionales o moldes específicos.

Por otra parte, el vástago que se coloca en el piso de carga es una pieza pequeña que puede ser fabricada en un molde de inyección de múltiples cavidades y así

tener mayor cantidad de piezas con menor costo y tiempo ciclo de fabricación, mientras que en los mecanismos actuales que son del tipo bisagra estándar y de torsión son componentes metálicos maquinados unidos por vástagos metálicos y específicamente en el caso de la bisagra de torsión, ésta contiene un mecanismo extra que permite la apertura y cierre de pisos de carga, aunado a esto se tiene un estación adicional para realizar el ensamble final y posteriormente ser instaladas en el compartimento de almacenamiento y piso de carga utilizando una herramienta específica.

En cuanto al modelado 3D, se puede decir que una de las recomendaciones es realizar geometrías básicas, como rectángulos, cilindros, esferas etc. Ya que ayuda a dimensionar la pieza que se va a diseñar en su entorno final y posteriormente realizar las geometrías finales del componente, así como realizar subensambles del diseño para tener mejor administración de las partes que lo componen.

Para el análisis CAE se optó por usar como herramienta el software Altair SimSolid®, debido a que es un software de análisis estructural desarrollado específicamente para procesos de diseño que son de rápida evolución, que elimina la simplificación de geometría y malla, las dos tareas más extensas y que requieren más experiencia en el análisis por elementos finitos tradicional por ejemplo el uso de Ansys®, AutoFEM®, Simulation Mechanical® entre otros, permitiendo el análisis de ensamblajes CAD con todas las funciones en menor tiempo y con alta confiabilidad de los resultados.

Con el cilindro y sistema de bloqueo integrados en el compartimento de almacenamiento teniendo el mismo material (PP/PE-M15-T6B Polipropileno con Poliestireno más 15% en contenido de talco como relleno mineral tipo 6B) es de gran utilidad ya que para realizar el análisis CAE, se reducen los elementos que contienen el modelo, así como los materiales caracterizados que generan un análisis estructural en menor tiempo y con alta fiabilidad en los resultados de deformación. En caso de que el mecanismo requiera ser reforzado estructuralmente se puede lograr fácilmente con sobre espesores de material

localizados o con formas rectangulares de refuerzo, esto sin complicaciones en el molde de inyección o costos adicionales.

Teniendo el resultado la comparativa de los mecanismos actuales que se presentan en vehículos para sujetar y permitir la apertura y cierre del piso de cajuela contra la propuesta de diseño por medio de la matriz Pugh Tabla 1, teniendo la propuesta 9 criterios/requerimientos mejores que los mecanismos actuales, posteriormente se continuo con el análisis CAE para revisar el comportamiento del mecanismo al requerimiento mínimo de retención y se obtuvo lo siguiente:

Analizando el desplazamiento que resulto del análisis CAE con ayuda del software Altair SimSolid®, se puede observar que el desplazamiento máximo es de $9.52e+1$ mm y el mecanismo mantuvo retenido el piso de cajuela en la simulación del impacto como se puede observar en la Figura 23.

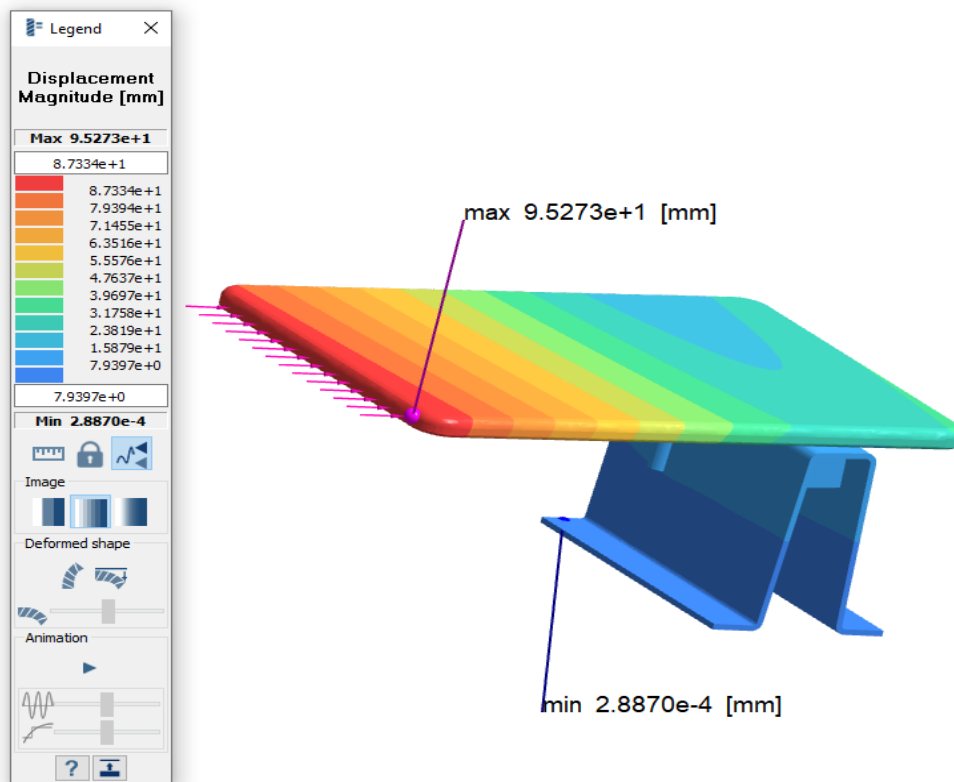


Figura 23 Resultado del Análís CAE del desplazamiento de la propuesta de diseño

Elaboración propia

Analizando el resultado de Von Mises del análisis CAE con ayuda del software Altair SimSolid®. Podemos observar que se tiene un estrés máximo es de $2.678e^{+1}$ MPa y un estrés mínimo de $1.475e^{-2}$ MPa de la propuesta de diseño del mecanismo de retención del piso de cajuela, comparando el estrés máximo contra el estrés permisible del material PP/PE-M15-T6B Polipropileno con Poliestireno más 15% en contenido de talco como relleno mineral tipo 6B con el cual fue analizado el sistema que el módulo elástico de material es $2.3700e^{-9}$ [Pa] (ver Tabla 2) se observa que no se excede el módulo elástico del material y no existiría una deformación permanente de la propuesta de diseño después de ser sometida a la carga mínima de retención del impacto frontal como se puede ver en la Figura 24.

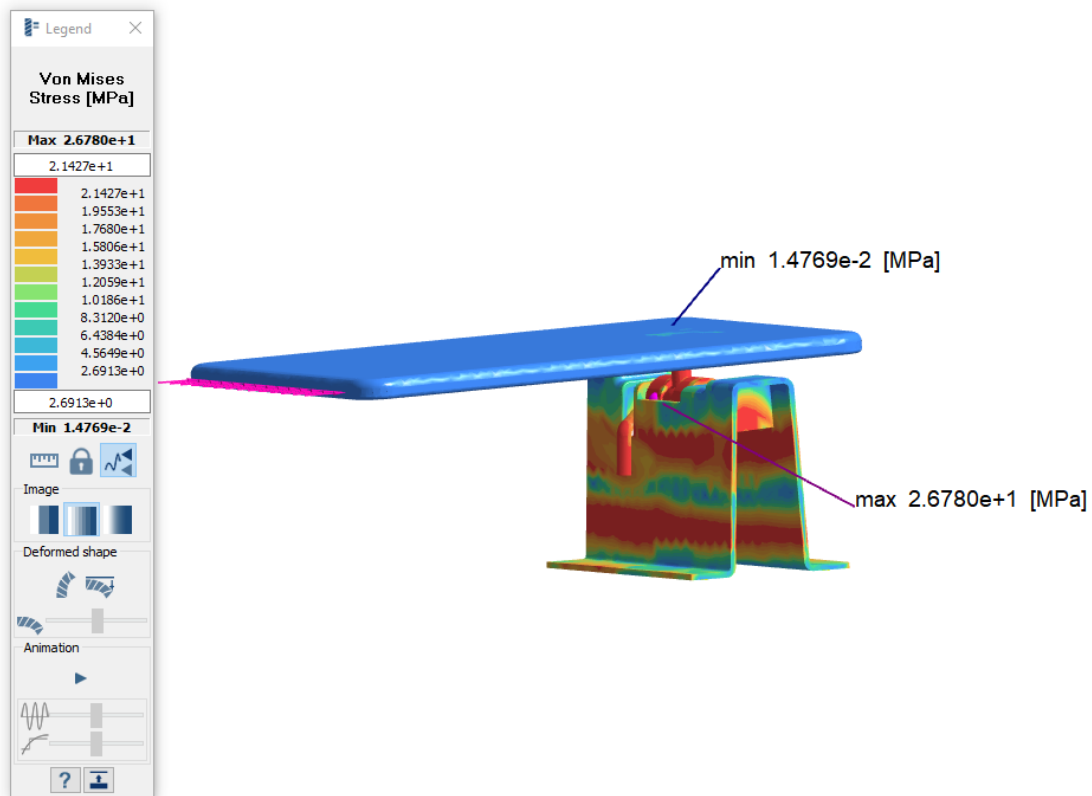


Figura 24 Resultado del Análís CAE del Von Mises de la propuesta de diseño
Elaboración propia

CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis de la propuesta se puede concluir que el diseño del mecanismo de seguridad para la retención y apertura del piso de cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV's) cumple con los requerimientos de la hipótesis, en las dimensiones máximas en 'X', 'Y', 'Z', 50mm, 100mm, 40mm.

En el análisis estructural, se puede identificar que la sección de piso no sufre deformaciones, debido a que los materiales de fabricación son una hoja de cartón con un patrón de panal de abeja recubierto con una capa de fibra de vidrio y poliuretano revestido con una carpeta decorativa. Gracias a la combinación de materiales, sus propiedades mecánicas exceden a las del material PP/PE-M15-T6B, con el cual se está realizando el diseño de la propuesta de mecanismo. Como se observó en el análisis no se excede el límite elástico del material, aunque se pueden identificar pequeñas concentraciones de esfuerzos máximos, optimizando el diseño en esos puntos, se podría reducir dichas fuerzas con patrones geométricos en forma de costilla por la parte interna de la propuesta de diseño.

Y por lo anteriormente mencionado, se puede decir que se cumple con la retención mínima de 1350 Newtons por ensamble y que se puede adaptar a todos los tipos de tamaños de piso de cajuela ya que tiene una geometría estándar que permite ser integrada en las diferentes cajas de cajuela de las distintas plataformas.

A partir del estudio de la propuesta de diseño y de los resultados obtenidos se realizó el proceso documental para obtener la patente del mecanismo; la patente fue otorgada con el título y número siguiente: **Locking cylinder hinge, Patent #US10760313B2** (ver Anexo A).

RECOMENDACIONES

De la experiencia recogida en esta propuesta de diseño se ponen en manifiesto algunas recomendaciones que pueden ayudar a implementar este mecanismo en vehículos productivos de línea.

La primera recomendación es realizar modelos de prototipado del mecanismo para verificar que los ensambles sean funcionales en el tiempo ciclo de instalación en una fábrica de ensamble vehicular, así como integrarlos en un vehículo de pruebas físicas de impacto frontal para analizar el comportamiento mecánico y de retención del piso de carga para generar datos estadísticos que den muestra de tener un mecanismo validado virtual y de forma física, por otra parte, poder realizar una optimización del modelo y mejorar el mecanismo.

Posteriormente teniendo validado el mecanismo de bisagra, se recomienda integrarlo a la librería de diseño para implementarse en los desarrollos de nuevos vehículos que requieran una bisagra en el compartimiento de almacenamiento no importando la plataforma vehicular.

APORTACIÓN DE LA TESIS

Con la elaboración de esta propuesta se obtuvo un diseño de un mecanismo de retención del piso de carga de la cajuela para diferentes tamaños de plataformas vehiculares integrado en el compartimiento de almacenamiento, teniendo una reducción de partes en el subensamble, así como la eliminación de herramientas adicionales para retirar o colocar el piso de carga. Otro beneficio al que se puede hacer referencia es la configuración estándar del mecanismo, es decir, los diseñadores podrán usar el diseño del mecanismo e integrarlo a los nuevos desarrollos sin invertir más tiempo diseño. Asimismo, se tiene un ahorro económico en la disminución de números de parte y espacio de almacenamiento en planta, así como también en procesos de manufactura ya que no se requiere un proceso de fabricación específico para dicho mecanismo.

APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS

Por lo que se refiere a la aportación social de la propuesta de diseño de mecanismo de retención es que se puede reducir la fabricación de piezas, moldes o maquinar piezas adicionales, que pudiera representar un ahorro en el uso de materiales primarios y tener impactos ambientales de bajo nivel. Por otro lado, la seguridad es un elemento indispensable que se debe tomar en cuenta en el diseño y fabricación de vehículos y con esta propuesta de mecanismo se asegura que los ocupantes no sean dañados por el piso de carga en un evento de impacto frontal.

REFERENCIAS

- Aneja, H., Singh, H., Parmar, A., & Sharma, R. (2017). "OEM's approach on design and evaluation of plastic clamps. *SAE International Journal of Passenger Cars Mechanical Systems*, 10(1), 141-149. Retrieved from <https://doi.org/10.4271/2017-01-0484>
- Beer, F., Johnston, E., DeWolf, J., & Mazurek, D. (2013). *Mecánica de materiales* (6 ed.). México: McGraw-Hill Interamericana. Retrieved from <https://online.mobissue.com/gjum/fwpr/>
- Cardona S., Clos D. (2000). *Teoría de máquinas*. Barcelona: UPC. Retrieved from https://www.google.com/books/edition/Teor%C3%ADa_de_m%C3%A1quinas/h9M4zVa8FYC?hl=en&gbpv=1&dq=Teor%C3%ADa+de+M%C3%A1quinas,+Cardona&printsec=frontcover
- Domínguez Soriano, E., & Ferrer Ruiz, J. (2018). *FPB Amovibles (Formación Profesional Básica)*. Madrid: Editex.
- Duffy, J., & Beaty, J. (2020). *Auto body repair technology* (7 ed.). Boston: Cengage Learning. Retrieved from https://www.google.com/books/edition/Auto_Body_Repair_Technology/4Gf6DwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=componentes+pl%C3%A1sticos+en+un+veh%C3%ADculo+2021&pg=PA1047&printsec=frontcover
- Fitzgerald, R. (2000). *Mecánica de materiales*. México: Alfaomega.
- Goetsch, D., Rickman, R., & Chalk, W. (2015). *Technical drawing for engineering communication* (7 ed.). USA: Cengage Learning. Retrieved from https://www.google.com/books/edition/Technical_Drawing_for_Engineering_Communication/IC5BBAAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Technical+drawing+for+engineering+communication,+Goetsch&printsec=frontcover
- Gómez Morales, T., Navarro, J., Águeda Casado, E., & García Jiménez, J. (2016). *Estructuras del vehículo* (3 ed.). Madrid: Paraninfo. Retrieved from https://www.google.com/books/edition/Estructuras_del_veh%C3%ADculo_3%C2%AA_edici%C3%B3n/Rh6rCwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Estructuras+del+Veh%C3%ADculo&printsec=frontcover
- Gómez Morales, T., Navarro, J., Águeda Casado, E., García Jiménez, J., & Gracia, J. (2016). *Elementos estructurales del vehículo* (3 ed.). Madrid: Paraninfo. Retrieved from https://www.google.com/books/edition/Elementos_estructurales_del_veh%C3%ADculo/M2kPDQAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Elementos+Estructurales+del+Veh%C3%ADculo&printsec=frontcover
- Gómez Morales, T., Navarro, J., García Jiménez, J., & Águeda Casado, E. (2016). *Elementos amovibles y fijos no estructurales* (3 ed.). Madrid: Paraninfo.

Retrieved from

https://www.google.com/books/edition/Elementos_amovibles_y_fijos_no_es_estructur/U44mDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Elementos+Amovibles+y+Fijos+no+Estructurales&printsec=frontcover

Hernández Albaladejo, M. (1997). *Introducción al diseño asistido por computadora*. Murcia: Editum (Universidad de Murcia).

Hibbeler R. (2017). *Mecánica de materiales (9 ed.)*. México: Pearson Educación.

Lee K., Larry R. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México: Pearson Educación.

Ören, T., & George, J. (Eds.). (1996). *Computer aided systems theory CAST '94*. Canadá: Springer. doi:10.1007/3-540-61478-8

Siemens. (2021). *Siemens digital industries software*. Retrieved from Siemens: <https://www.sw.siemens.com/en-US/>

Tayntor C. (2007). *Six sigma software development*. New York U.S.: Auerbach Publications.

ANEXO

ANEXO A. Patente del mecanismo de seguridad para la retención y apertura del piso de cajuelas de Sport Utility Vehicles (SUV's).



US010760313B2

(12) **United States Patent**
Alvarez Lopez et al.

(10) **Patent No.:** **US 10,760,313 B2**
(45) **Date of Patent:** **Sep. 1, 2020**

- (54) **LOCKING CYLINDER HINGE**
- (71) Applicant: **GM Global Technology Operations LLC**, Detroit, MI (US)
- (72) Inventors: **Andres Omar Alvarez Lopez**, Toluca (MX); **Uriel Torres Davalos**, Toluca (MX)
- (73) Assignee: **GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC**, Detroit, MI (US)
- (*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 123 days.
- (21) Appl. No.: **16/193,492**
- (22) Filed: **Nov. 16, 2018**

(65) **Prior Publication Data**
US 2020/0157862 A1 May 21, 2020

(51) **Int. CL**
B60R 11/06 (2006.01)
E05D 7/10 (2006.01)
E05D 3/02 (2006.01)
B60R 7/04 (2006.01)

(52) **U.S. CL**
CPC *E05D 7/1061* (2013.01); *B60R 7/04* (2013.01); *E05D 3/02* (2013.01); *E05Y 2900/538* (2013.01)

(58) **Field of Classification Search**
CPC . F16M 11/10; F41C 23/16; B60R 7/14; E04B 1/344; E05B 73/0041; E05D 11/1007; A47J 2037/0617; A47J 37/0611; F41A 3/66

See application file for complete search history.

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

- 5,576,929 A * 11/1996 Uchiyama A45C 13/1076 190/109
- 7,937,169 B2 * 5/2011 Kneller B64D 11/003 244/118.1
- 8,955,805 B2 * 2/2015 Savian B64D 11/0015 244/118.5
- 9,789,963 B2 * 10/2017 Savian B64D 11/003
- 10,029,794 B2 * 7/2018 Savian B64D 11/0015
- 10,106,258 B2 * 10/2018 Kammerer B64D 11/003
- 2007/0018043 A1 * 1/2007 Lamoree B64D 11/003 244/118.1
- 2008/0078868 A1 * 4/2008 Lamoree B64D 11/003 244/118.1
- 2008/0078869 A1 * 4/2008 Kneller B64D 11/003 244/118.5
- 2008/0078870 A1 * 4/2008 Kneller B64D 11/003 244/118.5
- 2008/0112754 A1 * 5/2008 Schmitz B60R 5/003 403/350

(Continued)

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

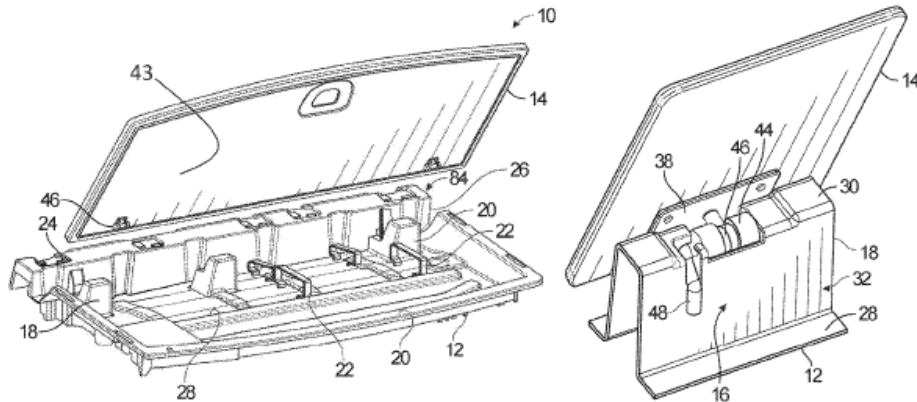
- DE 102007031918 A1 12/1899
- DE 102018126565 A1 5/2019

Primary Examiner — Kiran B Patel

(57) **ABSTRACT**

A stowage compartment for a vehicle comprises a bin, a lid, and a first hinge assembly. The bin includes a bottom surface and a first hinge mount. The lid includes a second hinge mount and a latch mechanism. The second hinge mount is disposed proximate the first hinge mount of the bin. The first hinge assembly includes a lock barrel and a free barrel. The lock barrel is rotatably supported in the first hinge mount of the bin, the free barrel is fixed to the second hinge mount of the lid. The free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

20 Claims, 4 Drawing Sheets



(56)

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

2010/0040828 A1* 2/2010 Cook B32B 3/12
428/116
2015/0102624 A1* 4/2015 Kmita B60R 9/06
296/37.6
2015/0367783 A1* 12/2015 Gaudig B60R 7/04
296/37.8
2017/0283058 A1* 10/2017 Papke E05D 5/02
2018/0281967 A1* 10/2018 Stephens B64D 11/0636
2020/0040620 A1* 2/2020 Cavallin E05B 83/28

* cited by examiner

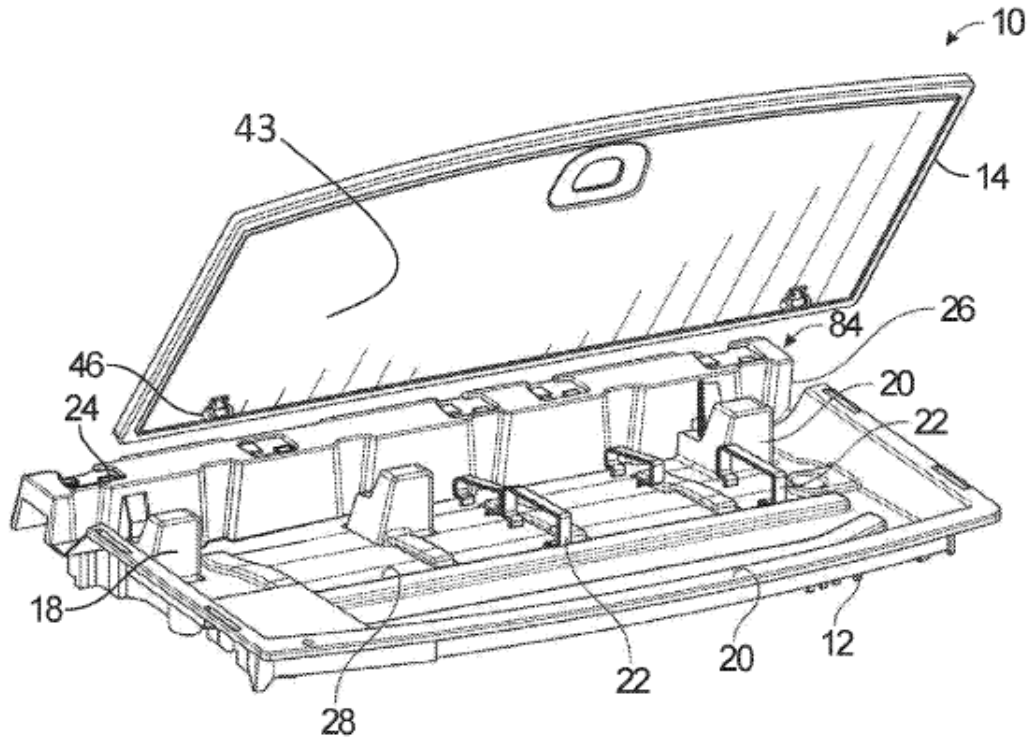


FIG. 1

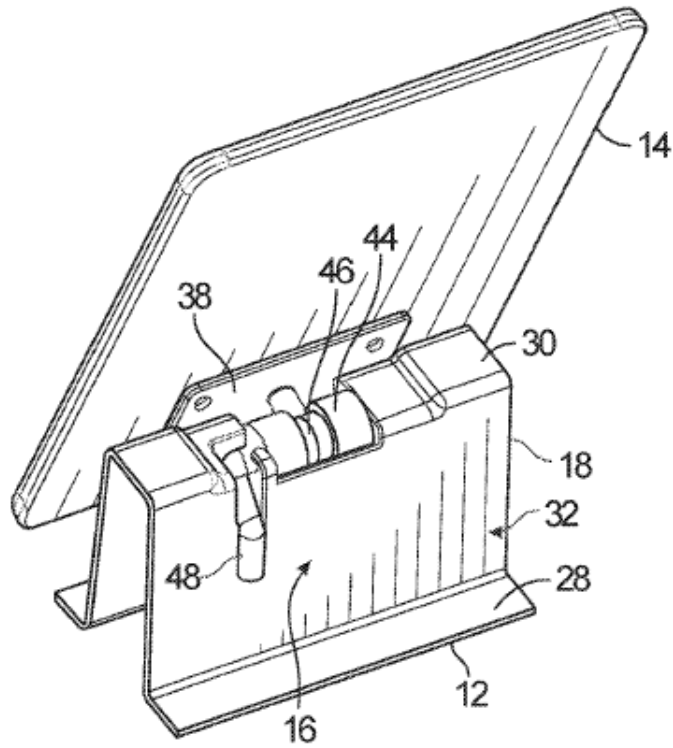


FIG. 2

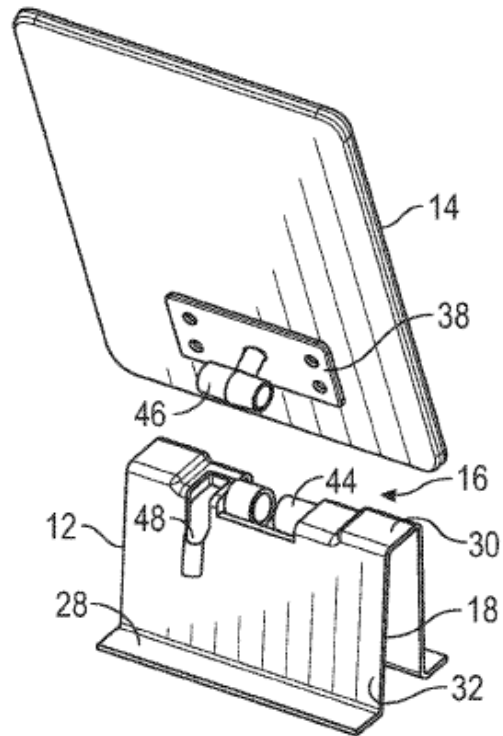


FIG. 3

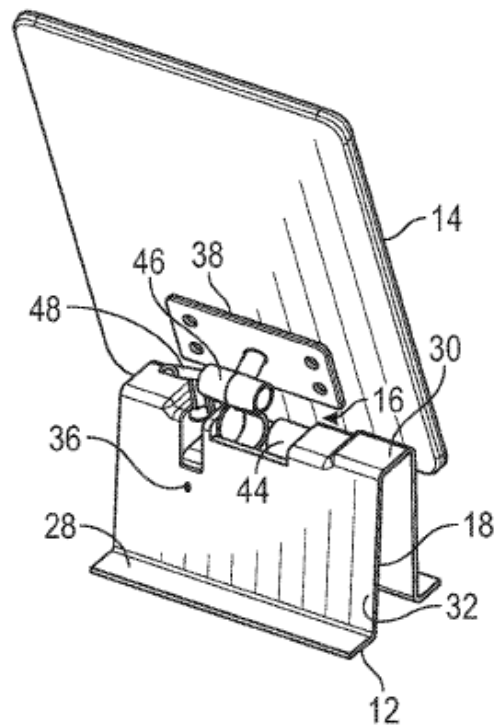


FIG. 4

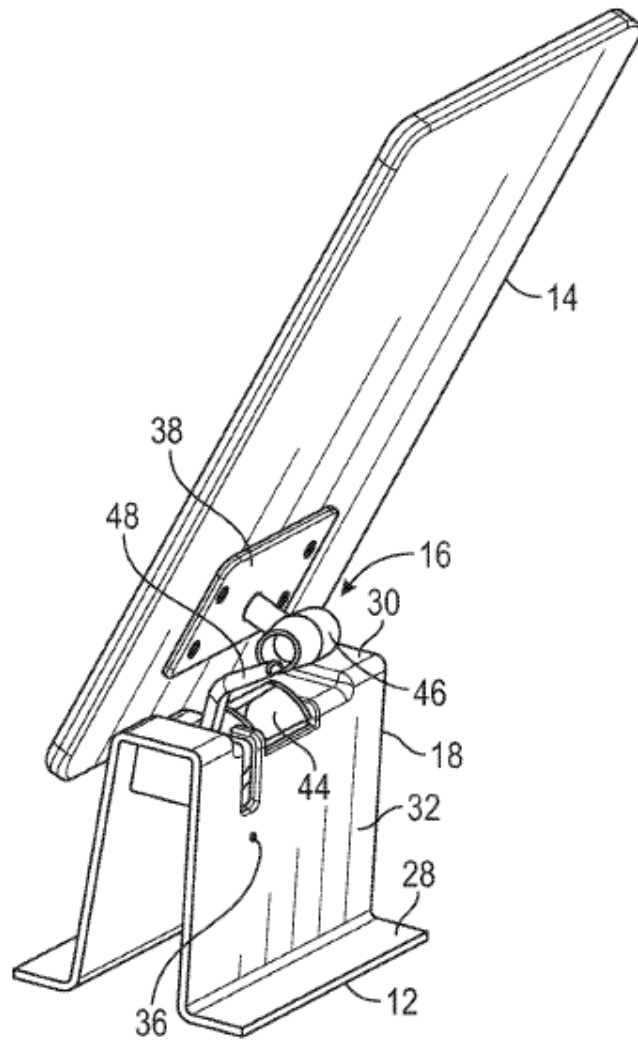


FIG. 5

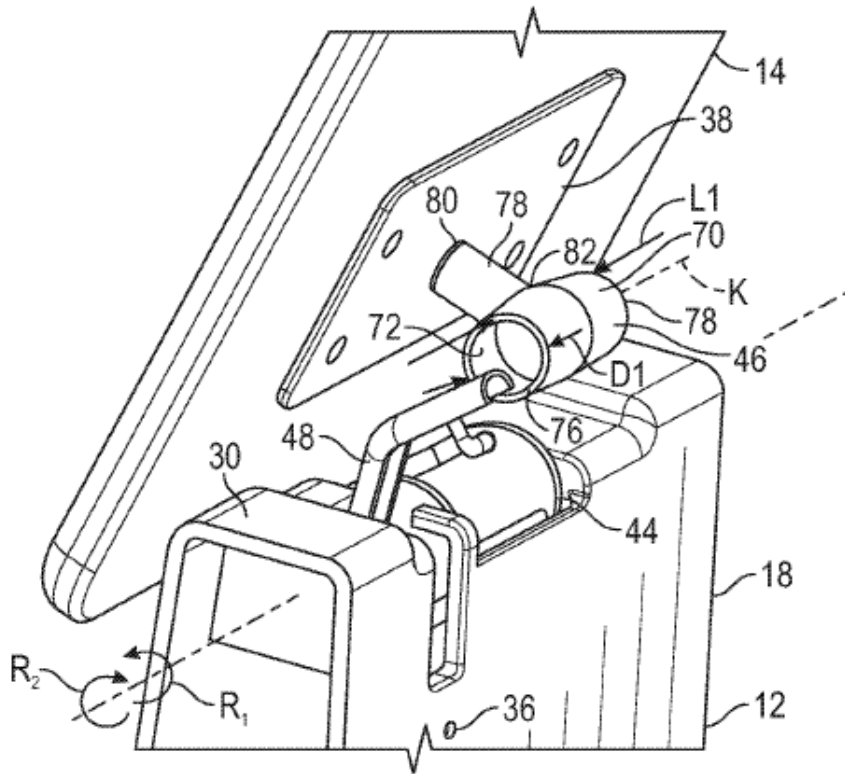


FIG. 6

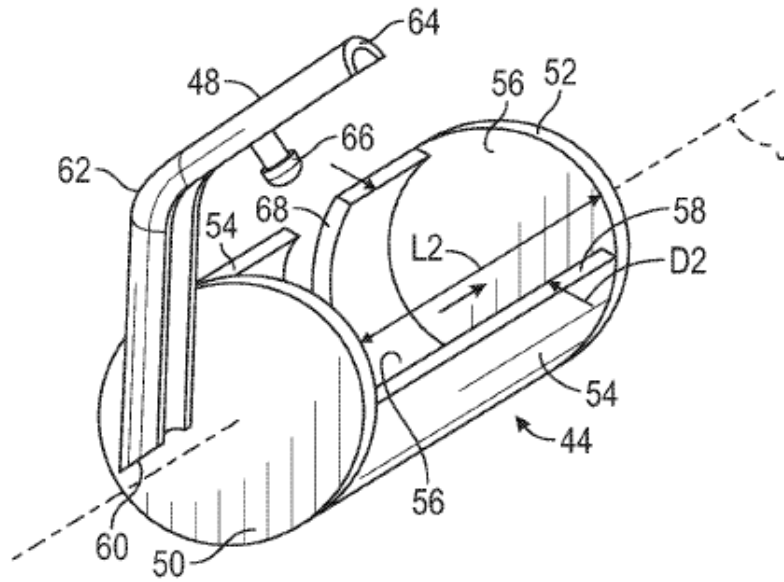


FIG. 7

1

LOCKING CYLINDER HINGE

INTRODUCTION

The present disclosure relates generally to mechanical hinges and more particularly assemblies incorporating a mechanical hinge requiring minimal assembly effort and tooling.

When it comes to the design of interiors of vehicles, there are nearly as many varieties of stowage compartments, bins, cup holders and compartments as there are vehicles. The complexity of these design range from simple to complex. Stowage compartments are often designed by the constraints set upon them by the surrounding architecture. Safety devices, infotainment systems, seats, cup holders, and various controls are all vying for "real estate" on the interior of vehicles. Additional constraints placed on stowage compartment design include the ability to assemble the stowage compartments efficiently and ergonomically as well as performance characteristics in crash testing. Thus, improvements in the area of stowage compartments design and assembly are constantly sought.

Accordingly, there is room in the art for new and improved stowage compartments and mechanisms that allow for improved assembly, ergonomics, cost, safety, and performance characteristics of vehicle stowage compartments.

SUMMARY

The present disclosure provides a stowage compartment for a vehicle. The stowage compartment comprises a bin, a lid, and a first hinge assembly. The bin includes a bottom surface and a first hinge mount. The lid includes a second hinge mount and a latch mechanism. The second hinge mount is disposed proximate the first hinge mount of the bin.

In one example of the present disclosure, first hinge assembly includes a lock barrel and a free barrel. The lock barrel is rotatably supported in the first hinge mount of the bin, the free barrel is fixed to the second hinge mount of the lid. The free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

In another example of the present disclosure, the lock barrel of the first hinge assembly comprises a lever having a retention pin and the retention pin is disposed in a retention bore of the first hinge mount of the bin.

In yet another example of the present disclosure, the first hinge mount comprises a top portion, a side surface, and a retention bore and is disposed on the bottom surface of the bin proximate a first corner of the bin.

In yet another example of the present disclosure, the lock barrel comprises a side wall forming a hollow interior, a first end, and a second end, and the side wall comprises an opening to the hollow interior and a notch.

In yet another example of the present disclosure, the free barrel comprises a cylindrical shape, and a radially extending post. The free barrel is fixed to the second hinge mount via the radially extending post.

In yet another example of the present disclosure, the radially extending post of the free barrel is at least partially disposed in the notch of the lock barrel.

In yet another example of the present disclosure, the lock barrel further includes a lever having a retention pin, an angled portion, a first end, and a second end. The first end of the lever is fixed to a first end of the lock barrel. The angled portion is disposed between the first end and the

2

second end. The retention pin is disposed between the angled portion and the second end of the lever.

In yet another example of the present disclosure, the lock barrel is disposed in at least one of a first position and a second position. The first position includes the lock barrel rotated in a first direction such that the opening of the side wall is uncovered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is extended vertically from the first hinge mount. The second position includes the lock barrel rotated in a second direction such that the opening of the side wall is covered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is disposed proximate a side surface of the first hinge mount and the retention pin of the lever is disposed in a retention bore of the first hinge mount.

The present disclosure also provides a stowage compartment for a vehicle. The stowage compartment includes a bin, a lid and a first hinge assembly. The bin includes a bottom surface and a first hinge mount. The first hinge mount comprises a retention bore disposed on a side surface of the first hinge mount and is disposed on the bottom surface of the bin proximate a first corner of the bin. The lid includes a second hinge mount and a latch mechanism. The second hinge mount is disposed proximate the first hinge mount of the bin. The first hinge assembly comprises a lock barrel and a free barrel. The lock barrel comprises a lever having a retention pin. The retention pin is disposed in the retention bore of the first hinge mount of the bin. The lock barrel is rotatably supported in the first hinge mount of the bin. The free barrel is fixed to the second hinge mount of the lid, and the free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

In one example of the present disclosure, the lock barrel comprises a side wall forming a hollow interior, a first end, and a second end, and the side wall comprises an opening to the hollow interior and a notch.

In another example of the present disclosure, the free barrel comprises a cylindrical shape, and a radially extending post, and the free barrel is fixed to the second hinge mount via the radially extending post.

In yet another example of the present disclosure, the radially extending post of the free barrel is at least partially disposed in the notch of the lock barrel.

In yet another example of the present disclosure, the lock barrel further includes a lever having a retention pin, an angled portion, a first end, and a second end. The first end of the lever is fixed to a first end of the lock barrel. The angled portion is disposed between the first end and the second end. The retention pin is disposed between the angled portion and the second end of the lever.

In yet another example of the present disclosure, the lock barrel is disposed in at least one of a first position and a second position. The first position includes the lock barrel rotated in a first direction such that the opening of the side wall is uncovered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is extended vertically from the first hinge mount, and the second position includes the lock barrel rotated in a second direction such that the opening of the side wall is covered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is disposed proximate a side surface of the first hinge mount and the retention pin of the lever is disposed in a retention bore of the first hinge mount.

In yet another example of the present disclosure, the stowage compartment includes a second hinge assembly. The bin further comprises a third hinge mount disposed on the bottom surface of the bin proximate a second corner of the bin. The second hinge assembly is supported by the third hinge mount.

3

The present disclosure also provides a hinge assembly for a stowage compartment. The hinge assembly includes a lock barrel and a free barrel. The lock barrel includes a first end, a second end, a lever, and a side wall forming a hollow interior. The lock barrel is rotatably supported by a first hinge mount disposed in the bin. The side wall comprises an opening to the hollow interior and a notch. The lever is disposed on the first end of the lock barrel and comprises a retention pin. The free barrel is fixed to a second hinge mount of the lid. The free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

In one example of the present disclosure, the free barrel comprises a cylindrical shape and a radially extending post. The free barrel is fixed to the second hinge mount via the radially extending post.

In another example of the present disclosure, the radially extending post of the free barrel is at least partially disposed in the notch of the lock barrel.

In yet another example of the present disclosure, the lever of the lock barrel further comprises an angled portion, a first end, and a second end. The first end of the lever is fixed to a first end of the lock barrel. The angled portion is disposed between the first end and the second end. The retention pin is disposed between the angled portion and the second end of the lever.

In yet another example of the present disclosure, the lock barrel is disposed in at least one of a first position and a second position. The first position includes the lock barrel rotated in a first direction such that the opening of the side wall is uncovered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is extended vertically from the first hinge mount. The second position includes the lock barrel rotated in a second direction such that the opening of the side wall is covered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is disposed proximate a side surface of the first hinge mount and the retention pin of the lever is disposed in a retention bore of the first hinge mount.

The above features and advantages and other features and advantages of the present disclosure are readily apparent from the following detailed description when taken in connection with the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING

The drawings described herein are for illustration purposes only and are not intended to limit the scope of the present disclosure in any way.

FIG. 1 is a perspective view of a stowage compartment assembly according to the principles of the present disclosure;

FIG. 2 is a perspective view of stowage compartment assembly according to the principles of the present disclosure;

FIG. 3 is a perspective view of a disassembled stowage compartment according to the principles of the present disclosure;

FIG. 4 is a perspective view of a disassembled stowage compartment according to the principles of the present disclosure;

FIG. 5 is a perspective view of a disassembled stowage compartment according to the principles of the present disclosure;

FIG. 6 is a perspective view of a disassembled stowage compartment according to the principles of the present disclosure, and

4

FIG. 7 is a perspective view of a portion of a hinge of a stowage compartment according to the principles of the present disclosure.

DESCRIPTION

Examples of the present disclosure advantageously provide a stowage compartment 10 for a vehicle that is both easy to assemble and passes safety criteria for vehicle impacts. The stowage compartment 10 is illustrated in FIGS. 1-6 and will now be described. The stowage compartment 10 shown in totality in FIG. 1 includes a bin 12, a lid 14, and a hinge assembly 16. More particularly, the bin 12 is either mounted to, or a portion of a larger member that is a dash panel, a side panel, or a center counsel of an interior of the vehicle. The bin 12 includes a first and a second hinge mount 18, 20 and a latch retention portion (not shown). The bin 12 may include other features such as coin holders (not shown), tool retainers 22, etc. without departing from the scope of the disclosure. These features keep items that are stowed in the stowage compartment 10 from sliding about or rattling within the bin 12 while the vehicle is in motion.

The first hinge mount 18 is located proximate a first corner 24 of the bin 12 while the second hinge mount 20 is located proximate a second corner 26 of the bin 12 opposite the first corner 24. The first and second hinge mounts 18, 20, more easily viewed in FIGS. 2-6, are pedestal-type features projecting from the base 28 of the bin 12 and include a top portion 30 and a side surface 32. The top portion 30 receives the hinge assembly 16 that will be described further below. The side surface 32 includes a retention feature 36 or bore that functions to secure the hinge assembly 16 after the lid 14 is assembled to the bin 12.

The lid 14 of the stowage compartment 10 includes a first and second hinge mount portion 38, 40 which cooperate with the retention feature 36 and the hinge assembly 16 to maintain the lid 14 in a closed position, as will be described in greater detail below. The first and second hinge mount portions 38, 40 are disposed on the bottom surface 43 of the lid 14 proximate to the first and second hinge mounts 18, 20, respectively, of the bin 12. The first and second hinge mount portion 38, 40 may be a surface to which a portion of the hinge assembly 16 is fixed with fasteners or it may be a feature that includes a snap or interference fit as a way to retain the portion of the hinge assembly 16.

The hinge assembly 16 includes a lock cylinder or barrel 44 and a free cylinder or barrel 46. More particularly, the lock barrel 44 is rotatably supported and axially retained by the top portion 30 of the first hinge mount 18 of the bin 12 while the free barrel 46 is fixed to the hinge mounting portion 38 of the lid 14. The lock barrel 44, shown in more detail in FIG. 7, includes a rotating axis j that is coaxial with a rotating axis k of the free barrel 46 when assembled. The lock barrel 44 further includes a lever 48, a disk-like first end 50, a disk-like second end 52 opposite the first end 50, and a side wall 54 that only partially separates the interior surface 56 of the lock barrel 44 from the exterior leaving an opening 58. The lever 48 is an elongated portion having a first end 60 fixed to the first end 50 of the lock barrel 44, an angled portion 62 in the middle of the lever 48, a second end 64 opposite the first end 60, and a retention pin 66 disposed between the second end 64 and the angled portion 62. The side wall 54 of the lock barrel 44 includes a cut-away or notch 68 portion that further exposes the interior surface 56 from the exterior of the lock barrel 44.

The free barrel 46 is a hollow cylindrical shaped member including an outer surface 70, an inner surface 72, a first end

5

74, a second end 76 opposite the first end 74, and a radially extending post 78. More particularly, the free barrel 46 is fixed to the hinge mount portion 38 of the lid 14 via the post 78. The post 78 also has a cylindrical shape with a first end 80 fixed to the hinge mount portion 38 of the lid 14 and a second end 82 fixed to the free barrel. The length L1 of the free barrel 46, the distance from the first end 74 to the second end 76 is slightly less than the length L2 from the interior surface of the first end 50 of the lock barrel 44 to the interior surface of the second end 52 of the lock barrel 44. Furthermore, the outer diameter D1 of the free barrel 46 is slightly less than the inner diameter D2 of the lock barrel 44. The term slightly less as used in this context is defined as free to move relative to each other without imparting an excessive amount of interference or friction to prevent movement. In the same context, the diameter D1 and length L1 of the free barrel 46 should not be so small relative to the diameter D2 and length L2 of the lock barrel 44 so that the free barrel 46 rattles about the interior of the lock barrel 44. In addition to these dimensions, the diameter D3 of the post 78 is slightly less than the length L3 of the notch 68 of the lock barrel 44.

Looking now with more detail at FIGS. 2, 6, and 7, the assembly of the stowage compartment 10 is illustrated and will now be described. In FIG. 6, the lock barrel 44 is disposed in the top portion 30 of the first hinge mount 18 and rotated in a first rotational direction R1 such that the interior surface 56 of the lock barrel 44 is exposed and visible through the opening 58. The lid 14 and therefore the free barrel 46 is axially aligned with the axis J of the lock barrel 44 by disposing the free barrel 46 on the interior surface 56 of the lock barrel 44. This is shown more precisely in FIG. 7. Moving on to FIG. 2, the lock barrel 44 is rotated in the opposite second rotational direction R2 by moving the lever 48. The side wall 54 rotates into a position that closes the interior surface 56 of the lock barrel 44 and captures the free barrel 46 restricting it to the interior of the lock barrel 44. Additionally, the post 78 fits into the notch 68 of the lock barrel 44 and thus allows for a hinge-type movement between the lock barrel 44, the hinge mount 18 and the lid 14. The retention pin 66 of the lever 48 is received and retained through an interference fit by the retention feature 36 of the hinge mount 18 of the bin 12.

The above described features are duplicated for the second hinge mount 20 and a second hinge assembly 84.

While examples have been described in detail, those familiar with the art to which this disclosure relates will recognize various alternative designs and examples for practicing the disclosed structure within the scope of the appended claims.

The invention claimed is:

1. A stowage compartment for a vehicle, the stowage compartment comprising:

a bin comprising a base and having a first hinge mount extending from the base;

a lid having a bottom surface and a first hinge mount portion connected to the bottom surface, and wherein the first hinge mount portion is disposed proximate the first hinge mount of the bin;

a hinge assembly comprising a lock barrel and a free barrel, and wherein the lock barrel is rotatably supported in the first hinge mount of the bin, the free barrel is fixed to the first hinge mount portion of the lid, and the free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

2. The stowage compartment of claim 1 wherein the lock barrel includes a lever having a retention pin and the first hinge mount includes a retention feature, and the retention

6

pin is disposed in the retention feature when the lock barrel is rotated relative to the free barrel to latch the lid closed.

3. The stowage compartment of claim 1 wherein the first hinge mount comprises a top portion, a side surface, and a retention feature located on the side surface, and the first hinge mount is disposed proximate a first corner of the bin.

4. The stowage compartment of claim 1 wherein the lock barrel comprises a side wall forming a hollow interior, a first end, and a second end, and the side wall comprises an opening to the hollow interior and a notch.

5. The stowage compartment of claim 4 wherein the free barrel comprises a cylindrical shape, and includes a post extending radially from the cylindrical shape, and the free barrel is fixed to the first hinge mount portion via the post.

6. The stowage compartment of claim 5 wherein the post of the free barrel is at least partially disposed in the notch of the lock barrel.

7. The stowage compartment of claim 4 wherein the lock barrel further includes a lever having a retention pin, an angled portion, a first end, and a second end, and wherein the first end of the lever is fixed to a third end of the lock barrel, the angled portion is disposed between the first end and the second end, and the retention pin is disposed between the angled portion and the second end of the lever.

8. The stowage compartment of claim 7 wherein the lock barrel is disposed in at least one of a first position and a second position, the first position includes the lock barrel rotated in a first direction such that the opening of the side wall is uncovered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is extended vertically from the first hinge mount, and the second position includes the lock barrel rotated in a second direction such that the opening of the side wall is covered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is disposed proximate a side surface of the first hinge mount and the retention pin of the lever is disposed in a retention feature of the first hinge mount.

9. A stowage compartment for a vehicle, the stowage compartment comprising:

a bin comprising a base and having a first hinge mount, and wherein the first hinge mount includes a retention feature disposed on a side surface of the first hinge mount, and wherein the first hinge mount is disposed on the base proximate a first corner of the bin;

a lid having a first hinge mount portion, and wherein the first hinge mount portion is disposed proximate the first hinge mount of the bin;

a hinge assembly comprising a lock barrel and a free barrel, and wherein the lock barrel comprises a lever having a retention pin and the retention pin is disposed in the retention feature of the first hinge mount of the bin, the lock barrel is rotatably supported in the first hinge mount of the bin, the free barrel is fixed to the first hinge mount portion of the lid, and the free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

10. The stowage compartment of claim 9 wherein the lock barrel comprises a side wall forming a hollow interior, a first end, and a second end, and the side wall comprises an opening to the hollow interior and a notch.

11. The stowage compartment of claim 10 wherein the free barrel comprises a cylindrical shape, and includes a post extending radially from the cylindrical shape, and the free barrel is fixed to the first hinge mount portion via the post.

12. The stowage compartment of claim 11 wherein the post of the free barrel is at least partially disposed in the notch of the lock barrel.

7

13. The stowage compartment of claim 10 wherein the lever of the lock barrel includes an angled portion, a first end, and a second end, the first end of the lever is fixed to a third end of the lock barrel, the angled portion is disposed between the first end and the second end, and the retention pin is disposed between the angled portion and the second end of the lever.

14. The stowage compartment of claim 13 wherein the lock barrel is disposed in at least one of a first position and a second position, the first position includes the lock barrel rotated in a first direction such that the opening of the side wall is uncovered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is extended vertically from the first hinge mount, and the second position includes the lock barrel rotated in a second direction such that the opening of the side wall is covered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is disposed proximate a side surface of the first hinge mount and the retention pin of the lever is disposed in a retention feature of the first hinge mount.

15. The stowage compartment of claim 14 further comprising another hinge assembly comprising a second hinge mount disposed on the base of the bin proximate a second corner of the bin, and further comprising a second hinge mount portion connected to the lid.

16. A hinge assembly for a stowage compartment comprising a bin and a lid, the hinge assembly comprising:

a lock barrel comprising a first end, a second end, a lever, and a side wall forming a hollow interior, and wherein the lock barrel is rotatably supported by a first hinge mount disposed in the bin, the side wall comprises an opening to the hollow interior and a notch, the lever is disposed on the first end of the lock barrel and comprises a retention pin;

8

a free barrel fixed to a first hinge mount portion of the lid, and the free barrel is disposed in and rotatably supported by an interior of the lock barrel.

17. The hinge assembly of claim 16 wherein the free barrel comprises a cylindrical shape, and includes a post extending radially from the cylindrical shape, and the free barrel is fixed to the first hinge mount portion via the post.

18. The hinge assembly of claim 17 wherein the post of the free barrel is at least partially disposed in the notch of the lock barrel.

19. The hinge assembly of claim 18 wherein the lever of the lock barrel further comprises an angled portion, a first end, and a second end, the first end of the lever is fixed to a third end of the lock barrel, the angled portion is disposed between the first end and the second end, and the retention pin is disposed between the angled portion and the second end of the lever.

20. The hinge assembly of claim 19 wherein the lock barrel is disposed in at least one of a first position and a second position, the first position includes the lock barrel rotated in a first direction such that the opening of the side wall is uncovered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is extended vertically from the first hinge mount, and the second position includes the lock barrel rotated in a second direction such that the opening of the side wall is covered by the first hinge mount and the lever of the lock barrel is disposed proximate a side surface of the first hinge mount and the retention pin of the lever is disposed in a retention feature of the first hinge mount.

* * * * *