

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Modificación en la seguridad, frenado y estabilidad
de un vehículo**

Proyecto técnico

Jonathan Alfredo Quistial Guaman

Electromecánica Automotriz

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del
título de Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, 18 de mayo de 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO- USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN

DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Modificación en la seguridad, frenado y estabilidad de un vehículo

Jonathan Alfredo Quistial Guaman

Calificación:

Nombre del profesor, título académico:

Gonzalo Tayupanta, MSc.

Firma:

Quito, 18 de mayo 2018

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Jonathan Alfredo Quistial Guaman

Código: 00114113

Cédula de Identidad: 1722400163

Lugar y fecha: Quito, 18 de Mayo 2018

RESUMEN

En este proyecto técnico se detalla puntualmente como realizar la modificación en un vehículo con la finalidad de mejorar la seguridad del mismo, utilizando herramientas técnicas, que nos faciliten y garanticen la fiabilidad de las modificaciones de un vehículo, y para que sus ocupantes se sientan protegidos, sin afectar las prestaciones del vehículo en el desempeño de torque y potencia, visto también desde la perspectiva del consumidor, se pretende idear esas herramientas en diseños de autos para uso deportivo.

ABSTRACT

In this technical project is detailed in detail how to make the modification in a vehicle in order to improve the safety of it, using technical tools, to facilitate and ensure the reliability of the modifications of a vehicle, and to make its occupants feel protected , without affecting the performance of the vehicle in the performance of torque and power, seen also from the perspective of the consumer, it is intended to devise these tools in designs of cars for sports use.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE CALIFICACIÓN.....	2
DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	2
DERECHOS DE AUTOR	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	8
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I. SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL VEHÍCULO	15
1.1. Sistema de seguridad	15
1.2. Fundamentos de los sistemas de seguridad en el vehículo	22
CAPÍTULO II. SISTEMA DE FRENO HIDRÁULICO.....	41
2.1. Principio de funcionamiento	41
2.2. Constitución.....	45
2.3. Funcionamiento	45
2.4. Detalle de los elementos.....	46
2.4.5. Frenos de disco	50
2.5. Averías	54

2.6. Mantenimientos	55
CAPÍTULO III. SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	58
3.1. Principio de funcionamiento	58
3.2. Constitución	59
3.3. Constitución y funcionamiento	74
3.4. Averías	77
3.5. Mantenimiento	78
CAPÍTULO IV. MODIFICACIONES EN EL VEHÍCULO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD.....	79
4.1. Diseño	80
4.2. Materiales	81
4.3. Diseño, armado y montaje de la estructura	81
4.4. Pintura	90
4.5. Soldadura	91
4.6. Cinturones de seguridad Takata homologados	91
4.7. Apoya pies de fibra de carbono.....	94
4.8. Switch master	96
4.9. Instalación de Switch Master	96
4.10 Refuerzo en la parte de apoyo de los amortiguadores Posteriores .	98
4.11. Sistema de freno delantero	100
4.12. Sistema de estabilidad posterior	105

4.13. Reemplazo de amortiguadores	109
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
6.GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	117
BIBLIOGRAFÍA	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Normativa de la ONU más importantes	21
Tabla 1.2. Directivas más importantes de la UE	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Unión entre un módulo hidráulico ABS con otro ASR	23
Figura 1.2. Diferencial controlado mediante un embrague de láminas.	24
Figura 1.3. Caja de dirección servoasistida.	25
Figura 1.4. Columnas de dirección	28
Figura 1.5. Partes columna de dirección fraccionada	31
Figura 1.6. Asiento para niños.....	39
Figura 2. 1. Funcionamiento de Sistema de freno	42
Figura 2. 2. Booster de vacío	42
Figura 2. 3. Booster de vacío	43
Figura 2. 4. Freno de tambor.....	43

Figura 2. 5. Componente del freno de Disco	44
Figura 2. 6. Constitución	45
Figura 2. 7. Detalles de Sistema de frenos hidráulicos	46
Figura 2. 8. Pedal de freno y ubicación	47
Figura 2. 9. Conjunto de servofreno	48
Figura 2. 10. Componentes de la Bomba de freno	49
Figura 2. 11. Corrector de frenada	50
Figura 2. 12. Sistema de frenos de disco	51
Figura 2. 13. Circuito de Tubería Convencional.....	52
Figura 2. 14. Circuito de Tubería Diagonal.....	53
Figura 3. 1. Ballestas dispuestas transversalmente.....	60
Figura 3. 2. Ballesta / perno-capuchino	61
Figura 3. 3. Muelle helicoidal.....	62
Figura 3. 4. Barra de torsión longitudinal.....	63
Figura 3. 5. Barra estabilizadora	65
Figura 3. 6. Brazos de suspensión	65
Figura 3. 7. Funcionamiento del amortiguador telescópico convencional	67
Figura 3. 8. Eje delantero con suspensión de trapecio articulado.....	68
Figura 3. 9. Eje delantero con suspensión McPherson.....	69
Figura 3. 10. Eje trasero con suspensión de eje suspendido o de Dion.....	71
Figura 3. 11. Sistema de Brazo	72

Figura 3. 12. Amortiguador pilotado electrónicamente.....	74
Figura 3. 13. Resorte neumático	75
Figura 3. 14. Funcionamiento de Suspensión neumático	77
Figura 4. 1. Jaula de seguridad	80
Figura 4. 2. Tipos de estructura FIA	82
Figura 4. 3. Definición del material	83
Figura 4. 4. Condiciones de contorno.....	84
Figura 4. 5. Aplicación de cargas	84
Figura 4. 6. Tensiones al aplicar carga.....	85
Figura 4. 7. Solid Works Solución al diseño	86
Figura 4. 8. Tubos de acero s355.....	87
Figura 4. 9. Corte de tubo S355 con amoladora	89
Figura 4. 10. Unión de tubos S355 con suelda MIG	89
Figura 4. 11. Fijar apoyo inferior a carrocería.....	89
Figura 4. 12. Jaula en proceso	90
Figura 4. 13. Jaula terminada.....	90
Figura 4. 14. Cinturón de seguridad Takata	91
Figura 4. 15. Forma de colocar el Cinturón de seguridad Takata	92
Figura 4. 16. Reemplazo de cinturón de seguridad	92
Figura 4. 17. Refuerzo en asiento	93
Figura 4. 18. Instalación de cinturón takata asiento conductor	94

Figura 4. 19. Apoya pies de fibra de carbono	95
Figura 4. 20. Apoya pies	96
Figura 4. 21. Verificación de 12 v antes de instalar	97
Figura 4. 22. Diagrama de Instalación	98
Figura 4. 23. Switch master	98
Figura 4. 24. Corte base amortiguador	99
Figura 4. 25. Superficie limpia	99
Figura 4. 26. Suelda MIG	100
Figura 4. 27. Proceso final.....	100
Figura 4. 28. Reemplazando discos de freno de vitara.....	101
Figura 4. 29. Pastilla de freno vitara 3 puertas	102
Figura 4. 30. Pastilla de freno vitara 5 puertas	102
Figura 4. 31. Mordazas de vitara 3 puertas	103
Figura 4. 32. Aflojar pernos de mordaza.....	103
Figura 4. 33. Mordaza vitar 5 puertas	104
Figura 4. 34. Sistema de freno vitara 5 puertas	105
Figura 4. 35. Perno estabilizador.....	106
Figura 4. 36. Caucho de barra estabilizadora posterior	106
Figura 4. 37. Barra de estabilidad posterior.....	107
Figura 4. 38. Sujetar barra estabilizadora.....	108
Figura 4. 39. Colocación de perno estabilizador.....	108

Figura 4. 40. Barra estabilizadora montada.....	109
Figura 4. 41. Amortiguadores Bilstein anteriores	110
Figura 4. 42. Base de amortiguador anterior reforzado	110
Figura 4. 43. Amortiguadores posteriores marca Bilstein	111
Figura 4. 44. Espirales Old man mu	111
Figura 4. 45. Instalación base de amortiguador delantero	112
Figura 4. 46. Reemplazo de amortiguadores.....	114

INTRODUCCIÓN

Hoy en día los accidentes de tránsito representan la segunda causa de muerte en Ecuador. Son muchas las personas que pierden la vida o sufren lesiones en nuestras carreteras, por lo que se considera que los choques suelen ser responsabilidad de los usuarios individuales de la vía pública, aunque pueden haber intervenido otros factores como el mal diseño del vehículo sobre el cual el conductor no tiene dominio.

El problema del tránsito terrestre en Ecuador, es responsabilidad de todas las personas que integran y hacen vida en esta sociedad, de allí la necesidad del buen comportamiento y fiel cumplimiento de los deberes y exigencias de los derechos en los diferentes roles: peatón, pasajero y conductor, que cada ciudadano realiza cuando hace uso del sistema vial. Es así, como el desconocimiento e inobservancia de las normas y leyes que rigen el tránsito terrestre en el país trae como consecuencia el aumento descontrolado de accidentes viales, lo que implica pérdidas de vidas humanas, materiales y tiempo vital para el desarrollo del mismo.

Una de las principales herramientas utilizadas han sido la observación directa e indirecta y fundamentación teórica, en materia de seguridad vial y en función a sus observaciones y sugerencias de elaboración de diseño y prototipo de auto para optimizar la seguridad, que proporcione información necesaria y eficaz a y que sea de carácter dinámico con mayor aceptación por los mismos.

Una vez definida la propuesta del instrumento se realizará la elaboración del mismo, con base en los resultados reflejados, ya que por medio de esta se obtendrá la información que requieren en materia de seguridad.

Posteriormente, se dará a consignación por parte de expertos la validación al diseño del instrumento de seguridad en función de los siguientes criterios:

Claridad en la redacción del contenido del instrumento

Pertinencia de la información con los objetivos planteados.

Coherencia en la estructuración del instrumento operativo

Sencillez en su contenido para la fácil interpretación y dominio del tema

Aplicabilidad del instrumento y calidad e innovación del instrumento con respecto a otros existentes.

Una vez analizado todos estos factores se acomete a través del instrumento de diseño, se pretende lograr mejoras en cuanto al conocimiento y actitud que poseen los conductores dentro del sistema seguridad específicamente en la estructura o jaula de seguridad, I a fin de concientizarlos sobre la problemática de los accidentes y con el propósito de poder disminuirlos.

CAPÍTULO I. SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL VEHÍCULO

1.1. Sistema de seguridad

Antes de describir que es un sistema de seguridad para vehículo, es indispensable exponer la definición de sistema. Con relación a la teoría de sistemas (Bertalanffy, 1976) considera que sistema es un todo organizado y complejo, de igual manera lo define como un conjunto o combinación de cosas o partes que forman un todo complejo o unitario, y acota además que es el conjunto de objetos unidos por una forma de interacción o interdependencia.

Cabe resaltar Bertalanffy (1976) indica; que de estos cambios y ajustes se derivan dos fenómenos: entropía y homeostasia; siendo la primera la tendencia de los sistemas a desgastarse, a desintegrarse, para el relajamiento de los estándares y un aumento de la aleatoriedad. La entropía aumenta con el correr del tiempo. Si aumenta la información, disminuye la entropía, pues la información es la base de la configuración y del orden.

De aquí nace la geneantropía, o sea, la indagación como medio o herramienta de disposición del sistema. Así mismo, se plantea el autor mencionado anterior, que es el equilibrio dinámico entre las partes del sistema. Los sistemas tienen una propensión a conformarse con el fin de adquirir un equilibrio interno frente a los cambios externos del entorno.

En cuanto a los tipos de sistemas (Solano, 2008) lo clasifica de acuerdo a su constitución: físicos o abstractos, y de acuerdo a su naturales cerrados o abiertos. Partiendo de la primera clasificación los sistemas físicos o concretos son aquellos compuestos por equipos, maquinarias, objetos y cosas reales se pueden incluir

herramientas, implementos, instrumentos, conexiones, ensamblajes, componentes y partes (p.1).

De igual modo Solano R (2008) indica que los sistemas abstractos: compuestos por conceptos, planes, hipótesis e ideas. Muchas veces solo existen en el pensamiento de las personas.

En este mismo orden de ideas y haciendo referencia a las clasificación de sistemas de acuerdo a su naturaleza, los sistemas cerrados y el autor enfatiza en que se da el nombre de sistema cerrado a aquellos sistemas cuyo comportamiento es determinístico y programado y que opera con muy pequeño intercambio de energía y materia con el ambiente. Se aplica el término a los sistemas completamente estructurados, donde los elementos y relaciones se combinan de una manera peculiar y rígida produciendo una salida invariable, como las maquinas.

Al tratar los sistemas abiertos el mismo autor pauta que son aquellos que presentan intercambio con el ambiente, a través de entradas y salidas. Intercambian energía y materia con el ambiente. Son adaptativos para sobrevivir. Su estructura es óptima cuando el conjunto de los elementos del sistema se organiza, aproximándose a una operación adaptativa, siendo la adaptabilidad un continuo proceso de aprendizaje y de auto-organización. Ahora bien, como un conjunto de elementos interrelacionados para alcanzar un objetivo, el sistema cumple con determinados parámetros con relación a ese punto (Catañeda , 2008) los señala y presenta de la manera siguiente:

- Entrada o insumo o impulso (input): es la fuerza de arranque del sistema, que provee el material o la energía para la operación del sistema.

- Salida o producto o resultado (output): es la finalidad para la cual se reunieron elementos y relaciones del sistema. Los resultados de un proceso son las salidas, las cuales deben ser coherentes con el objetivo del sistema. Los resultados de los sistemas son finales, mientras que los resultados de los subsistemas son intermedios.

- Procesamiento o procesador o transformador (throughput): es el fenómeno que produce cambios, es el mecanismo de conversión de las entradas en salidas o resultados. Generalmente es representado como la caja negra, en la que entran los insumos y salen cosas diferentes, que son los productos.

- Retroacción o retroalimentación o retroinformación (feedback): es la función de retorno del sistema que tiende a comparar la salida con un criterio preestablecido, manteniéndola controlada dentro de aquel estándar o criterio.

- Ambiente: es el medio que envuelve externamente el sistema.

Está en constante interacción con el sistema, ya que este recibe entradas, las procesa y efectúa salidas. La supervivencia de un sistema depende de su capacidad para adaptarse, cambiar y responder a las exigencias y demandas del ambiente externo. Aunque el ambiente puede ser un recurso para el sistema, también puede ser una amenaza.

Para finalizar con la teoría del sistema se incluye a (Kaufman, 1981), dicho autor aplicó el enfoque de sistemas a diversos ámbitos entre ellos el educativo, y señaló que este enfoque es un tipo de proceso lógico que se aplica para resolver problemas. También conceptualizó sistema como la suma total de partes que funcionan independientemente pero conjuntamente para lograr productos o resultados basándose en las necesidades (p. 82).

En virtud del basamento teórico presentado se hace necesario relacionarlo con la presente investigación. Al hablar de la teoría de sistema lo mismo se aplica perfectamente a estudio, por cuanto en primer término, la seguridad como tal representa un sistema, es decir un conjunto de elementos racionalmente enlazados entre sí.

En el mismo contexto sobre la seguridad (Chiavenato, 2002) plantea que “son un conjunto de medidas técnicas, educativas, médicas y psicológicas utilizadas para prevenir accidentes, eliminar condiciones inseguras, del ambiente instruyendo o convenciendo a las personas sobre la necesidad de implantar prácticas preventivas” (p. 397).

De esto se deduce que, son procedimientos y normas establecidas tanto en una organización como fuera, desarrollados con el objetivo de minimizar los riesgos y la disminución de condiciones inseguras, y se enfoca principalmente en la prevención de accidentes en este caso de estudio.

De acuerdo a esto (Grau & Moreno, 2003) “La seguridad consiste en un conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto evitar y, en su caso, eliminar o minimizar los riesgos que pueden conducir a la materialización de accidentes” (p.10).

Los autores con esta definición, asientan que la seguridad aplicada tiene como objetivo principal soslayar y disminuir cualquier situación riesgosa cuando a través de técnicas y procedimientos. Sin embargo; la seguridad no sólo se limita a evitar accidentes, también condiciona comportamientos evita incidentes y germina ventajas para que la realización del trabajo sea más cómoda y placentera.

El sistema de seguridad de un vehículo es un elemento importante de seguridad pasiva, ya que en caso de una colisión deberá proteger a los ocupantes absorbiendo la mayor parte de energía posible. Es decir, los vehículos al moverse a través del aire, crean perturbaciones aerodinámicas. Las fuerzas y presiones que se producen afectan su comportamiento.

Los fabricantes de vehículos automóviles, más conscientes de estas limitaciones que los propios usuarios, ya desde un principio se han ocupado de la seguridad que sus vehículos deben ofrecer.

Independientemente de los otros factores, es indiscutible la influencia del vehículo en los accidentes. Aunque actualmente no suelen ser intervenir como causa directa o principal, sí influye asociado a los demás factores, como elemento que puede incrementar o reducir el riesgo que se plantea en cada situación concreta.

Por otra parte, el diseño y construcción del vehículo juega un papel de máxima importancia, debiendo proteger de la forma más eficaz posible a sus ocupantes para que éstos sufran el mínimo daño en caso de que el accidente se produzca sea cual sea el uso del vehículo automotor.

Cuando aparecieron los primeros vehículos de motor, hace aproximadamente un siglo, la mayor preocupación de los fabricantes era la de perfeccionar técnicamente el invento sin tener en cuenta la seguridad, ya que el tráfico era muy escaso y las velocidades poco elevadas. Posteriormente, al aumentar la cantidad y gravedad de los accidentes, la seguridad se empezó a tener presente en los diseños de vehículos, ya fuera de forma voluntaria por los propios fabricantes, o por medio de normativas y políticas.

Actualmente, la seguridad de un automóvil es considerada desde dos puntos de vista diferentes pero complementarios, que engloban los aspectos de prevención y limitación de daños, en caso de accidente, para el vehículo y, de forma primordial, para las personas que utilizan el automóvil, ya sea como conductores o como pasajeros; estos conceptos se denominan: seguridad activa y seguridad pasiva.

En el cual se refiere, la seguridad activa a los sistemas, dispositivos, o mecanismos que, incorporados al automóvil, incrementan su seguridad en los desplazamientos; por ejemplo, los frenos ABS incrementan la eficacia del sistema de frenos o las suspensiones de dureza variable, que acoplan su acción al estado del firme, son elementos de seguridad activa. Con otra definición los podríamos denominar como aquellos sistemas que actúan siempre de acuerdo con el funcionamiento normal del vehículo.

La seguridad pasiva se refiere a aquellos componentes, ya sean sistemas, dispositivos o mecanismos, que, incorporados al vehículo, preservan a los ocupantes de posibles daños en caso de accidente. El autor (Martín Perera, 2000) los define como elementos pasivos cuya acción sólo se desarrolla en caso de accidente. Las bolsas de aire ("air bag") ocultas en el volante, las barras anti golpes situadas en el armazón de las puertas, o los cinturones de seguridad, son buenos ejemplos de estos elementos de seguridad (p.16)

De la misma manera, de las normativas planteadas anteriormente, la ONU (mediante la Comisión Económica para Europa) y la UE. Actualmente la Unión Europea, con su zona de libre tránsito de mercancías, la que va imponiendo las directivas parciales de homologación de partes de vehículos. También en EE.UU. se

ha legislado intensamente sobre los vehículos, pero sus normas no han tenido siempre repercusión en otros países, entre los cuales los reglamentos son;

Tabla 1.1. Normativa de la ONU más importantes

REGLAMENTOS MÁS IMPORTANTES DE LA ONU	
SEGURIDAD ACTIVA	SEGURIDAD PASIVA
Neumáticos	Protección en caso de choque
Avisadores acústicos	Salientes exteriores
Frenos	Autobuses y autocares
Prevención de incendios	parachoques
Retrovisores de vehículos de 2 ruedas	Dispositivo de retención de niños
Placas traseras para vehículos lentos	Dispositivo anti empotramiento

Fuente: Meganeboy (2014)

Tabla 1.2. Directivas más importantes de la UE

DIRECTIVAS MÁS IMPORTANTES DE LA UE	
SEGURIDAD ACTIVA	SEGURIDAD PASIVA
Velocímetros	Depósitos de carburante
Dispositivo antivuelco y anti bloqueo	puertas
Campo de visión	Acondicionamiento interior
Avisadores acústicos	Asientos y sus anclajes
Dirección	apoyacabezas
Dispositivos de alumbrado y señalización	Protección lateral
Limpia y lavaparabrisas	Cinturones de seguridad

Fuente: Meganeboy (2014)

Por lo cual, a dichas procedimientos se amplifican en cada país los de carácter nacional resultando, que el vehículo automóvil es, posiblemente, son unos de los mercados industriales más reglamentados.

En el diseño de los reglamentos participan órganos de las direcciones, asociaciones de fabricantes, usuarios y agencias de normalización. Cada estatuto, en algunas ocasiones tiene precedido de una importante labor investigadora, tanto

de los problemas que se detectan en el tráfico como de las soluciones que puedan hacer viable su incorporación.

1.2. Fundamentos de los sistemas de seguridad en el vehículo

1.2.1. Activa

El autor (Pulido Sanchez, 2004, pág. 7) en su temario expresa que “activa o primaria es la que debe tener un vehículo para evitar que se produzca un accidente. Comprende un conjunto de elementos destinados a que el conductor tenga siempre un completo y perfecto dominio sobre su vehículo, procurando que sea dueño de sus movimientos en cada momento. Como elementos de este grupo tenemos los frenos, dirección, controles, etc.”

Los sistemas y disposiciones adoptadas con objetivos que puedan incluirse en el apartado de seguridad activa tienen como finalidad primordial garantizar el equilibrio del vehículo cuando se desplaza.

En este sentido, hay sistemas de seguridad activa que impiden, mediante el control del par que entrega el motor y los diferenciales autoblocantes, que las ruedas resbalen sobre el asfalto, creando situaciones de deslizamiento sin control.

Así mismo, la seguridad activa del motor, son los sistemas de control del par motor, denominados inicialmente con las siglas ASR. En estos sistemas el pedal acelerador es un potenciómetro que genera una señal eléctrica proporcional a las órdenes del conductor del vehículo pedal pisado con mayor o menor fuerza. El microprocesador del sistema, según la señal del reóstato del pedal acelerador y la velocidad de giro de las ruedas, determina la cantidad de combustible que debe inyectarse al motor y, en consecuencia, el par motor que éste entrega a los ejes.

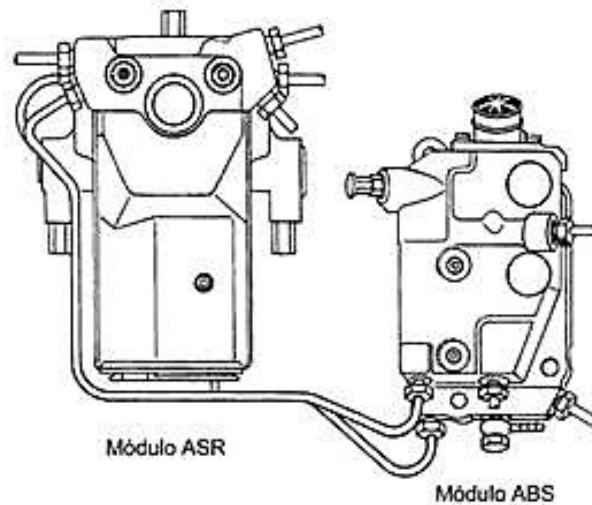


Figura 1.1. Unión entre un módulo hidráulico ABS con otro ASR
Fuente: Martín Perera (2000)

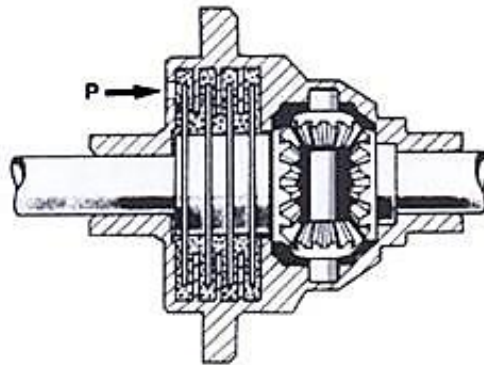
Este sistema ASR, como se muestra en la figura, recurren a los mismos sensores que los sistemas de freno antibloqueo de ruedas; esto se debe a esta disposición, cuando el vehículo se desliza sobre sitios inestables de poca adherencia, no se pueden causar acelerones esto causaría o lleva como consecuencia que hagan resbalar las ruedas sobre el firme con el consiguiente peligro de deslizamiento sin control.

En el sistema de seguridad en la transmisión, el mecanismo diferencial es un distribuidor del par motor a las dos ruedas de un eje, que permite al vehículo tomar las curvas sin arrastrar éstas; cuando el vehículo se encuentra con una rueda motriz sobre una superficie sólida y la otra sobre una superficie inestable, reparte todo el par sobre la rueda situada sobre el firme inestable y ésta empieza a resbalar, mientras que la rueda situada sobre el firme estable se queda quieta sin par motor y el vehículo queda parado.

No obstante, se sugiere que para impedir este escenario extremo y las situaciones intermedias, en caso de que pueda suceder al circular por una carretera de montaña con hielo o nieve en la calzada cerca del arcén, situación que puede

inducir que el vehículo marche dando balanceos por la diferente adherencia de la superficie con cada una de las ruedas motrices, se colocan los diferenciales controlados, tal como se muestra en la figura 1.2.

Según el autor (Martín Perera, 2000), sugiere que éstos, mediante un microprocesador controla la diferencia de giro de las ruedas motrices, gracias a los captadores del sistema ABS, y manda presión sobre un embrague de láminas, como los utilizados en algunas motocicletas, que hace solidarios los planetarios del diferencial con la corona del mismo, anulando así el mecanismo en mayor o menor grado hasta compensar el exceso de par entregado a la rueda con menor adherencia.



**Figura 1.2. Diferencial controlado mediante un embrague de láminas.
Fuente: Martín Perera (2000)**

Esto con la aprobación de que los diferenciales controlados de los vehículos no se quedan aferrados en los sitios pantanosos, así mismo, ni circulan a balanceos por firmes que ofrecen diferente adherencia a las dos ruedas de un mismo eje.

De la misma manera, la seguridad activa en los frenos, el antibloqueo de ruedas es otro de los sistemas de seguridad activa. Este dispositivo impide que el conductor bloquee las ruedas cuando efectúa una frenada enérgica, puesto que con éstas bloqueadas perderían el control direccional del vehículo según la ley de la

inercia, y se incrementa el esfuerzo de carga a los amortiguadores. De esta manera, el microprocesador determinará en cada momento la dureza de la suspensión del vehículo en función de la carga que lleva y del estado del firme por donde circula.

Por otro lado, los sistemas de dirección asistida por un servomecanismo como se muestra en la figura 3, suelen disponer de una desmultiplicación variable según sea la velocidad del vehículo, de manera que durante las pesadas maniobras de aparcamiento que se realizan a baja velocidad la ayuda del servomecanismo es la máxima y, a medida que aumenta la velocidad, la acción del servo se acomoda a las necesidades de la conducción, manteniendo un grado de dureza en el sistema que permita al conductor maniobrar sin esfuerzo pero sin perder el tacto de la conducción.

Estos sistemas disponen de un microprocesador que modula el servomecanismo, variando su resistencia interna en función de las revoluciones de giro de las ruedas y del ángulo girado en el volante.

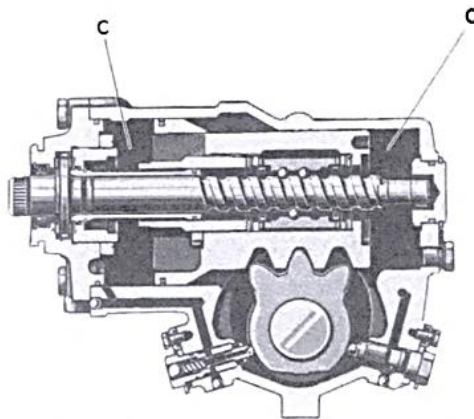


Figura 1.3. Caja de dirección servoasistida.
Fuente: Martín Perera (2000)

1.2.2. Pasiva

El mismo autor Pulido Sanchez (2004), mencionado anteriormente expone que la “seguridad pasiva o secundaria comprende una serie de dispositivos cuya misión consiste en tratar de disminuir al máximo la gravedad de las lesiones producidas a las víctimas de un accidente una vez que éste se ha producido. Aquí estarían los cinturones de seguridad, estructura deformable, parabrisas laminados, entre otros” (p.7).

De esta manera, cuando un vehículo adquiere una determinada velocidad, también ha adquirido una cantidad de energía y es su motor quien se la ha proporcionado. Tal como nos enseñan en física, la energía de un cuerpo en movimiento se denomina energía cinética y su valor equivale a la mitad del producto del cuadrado de la velocidad del móvil por su masa. En este cálculo la magnitud más importante es la velocidad del móvil, puesto que va elevada al cuadrado; en consecuencia, hemos de ser conscientes que la energía que poseen los vehículos que conducimos crece de manera cuadrática al aumentar la velocidad.

Sin embargo, transgredir el primer principio de la termodinámica, que enuncia:

Según Julios Von Mayer, la ley de conservación de la masa; "La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma",

Cuando el vehículo que se conduce choca contra un obstáculo, toda la energía cinética que poseía, debida a su velocidad, se transforma en energía de deformación, consumida en deformar y romper las estructuras metálicas de la parte delantera del automóvil y el obstáculo objeto de colisión.

El conductor y los pasajeros también participan en el reparto de energía, al tomar velocidad, con el vehículo y en el momento de la colisión devuelven la energía

desplazándose en el sentido de la marcha, acción que les lleva a tropezar de forma violenta contra las zonas del automóvil situadas enfrente de él.

Cuando esto sucede, el conductor experimenta cómo su cabeza y su tórax son lanzados contra el volante de dirección y el parabrisas, mientras sus rodillas se empotran en la bandeja del salpicadero.

Para paliar el daño que pueda causar este tipo de accidentes, además de la prudencia que cada uno debe desarrollar al volante de un vehículo, los fabricantes han dispuesto una serie de dispositivos, denominados de seguridad pasiva, destinados a proteger al conductor y ocupantes en caso de colisión.

Para proteger las rodilla, se diseñan todos los salientes y bandejas del salpicadero con los cantos redondeados, evitando cualquier arista que pueda convertirse en elemento cortante en caso de colisión; todos estos cantos redondeados se cubren de materiales blandos y acolchados con capacidad de absorber impactos, de manera que las personas que ocupan las plazas delanteras disfruten del mayor grado de protección.

Dos medidas se han adoptado para proteger el tórax del conductor y evitar que se empotre en la columna de dirección: las columnas de dirección fraccionadas y los cinturones de seguridad.

1.2.2.1. Columna de dirección fraccionada

Dada la importancia que tiene el sistema de dirección en la seguridad de un automóvil, desde sus inicios se le ha dotado de gran robustez. Esta propiedad afecta, en primer lugar, a la columna de dirección, por ser el eje que une el volante que maneja el conductor con el mecanismo de la dirección, denominado caja de la dirección. En esta se alargan los engranajes que transforman el giro del volante

en desplazamientos del varillaje que hace girar las ruedas e incrementan, gracias a la aplicación de la ley de la palanca, los esfuerzos del conductor sobre las ruedas. Esta robustez, que ofrece seguridad al conductor mientras dirige el vehículo, se convertía en arma letal en caso de colisión.

Cuando por la violencia de una colisión el capó delantero se aplasta, las ruedas delanteras sufren un empujón hacia atrás que se transmite a todo el sistema de dirección y el volante de dirección es empujado hacia la posición del conductor, justo en el momento que éste es desplazado enérgicamente hacia adelante; esta situación ha causado en el pasado la muerte a infinidad de conductores, que acabaron con el pecho atravesado por la columna de dirección.

En los vehículos actuales, en vez del único eje rígido de antaño, las columnas de dirección están formadas por dos mitades que van unidas por la interposición de diferentes tipos de juntas. Sin mermar la rigidez del eje, estas juntas permiten que éste acorte su longitud en caso de choque y el encuentro con el tórax del conductor sea menos violento. De esta manera la fuerza del impacto entre ambos disminuye y se limita la gravedad del accidente.

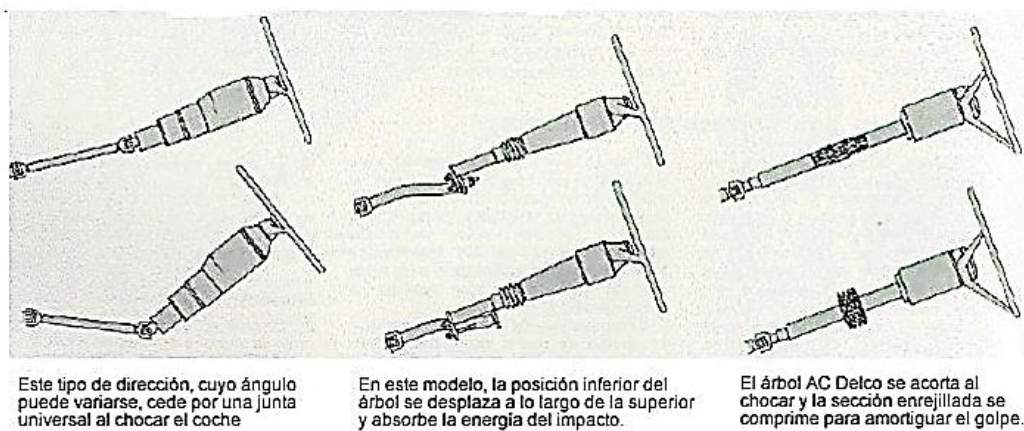


Figura 1.4. Columnas de dirección
Fuente: Martín Perera (2000)

Existen diferentes sistemas de juntas para árboles de dirección siendo las más usuales: las juntas cardan, la malla deformable y los pernos de rotura. La junta cardan es una unión articulada que permite el giro entre ejes que no estén alineados, de manera que el giro del volante se transmite íntegro a la caja de dirección, y gracias a la diferente inclinación entre las dos mitades de la columna de dirección, cuando ésta es sometida a esfuerzos opuestos en sus extremos se pliega por la junta evitando el lanzazo al conductor.

El sistema de malla deformable consiste en disponer la columna de dirección en dos tubos telescópicos que encajan, de forma deslizante, con unas estrías el uno dentro del otro y están unidos por su parte externa con un casquillo de malla metálica soldado a ambos tubos. La resistencia de esta malla es inferior a la fuerza de impacto con el cuerpo del conductor, de manera que al chocar se pliega la malla permitiendo que los tubos telescópicos deslicen, uno dentro del otro, disminuyendo la longitud de la columna de dirección.

Los pernos de rotura (columna con fiador) son la unión entre dos piezas soldadas a los dos extremos de cada mitad de la columna de dirección. Un golpe seco rompe los pernos y permite el deslizamiento de una semi columna respecto a la otra gracias a una leve desviación de una de las dos modulares.

La evolución de este sistema ha llevado a algunos constructores a incorporar volantes articulados al eje de la dirección; esta articulación. Los cinturones de seguridad están fabricados mediante una tela con la resistencia suficiente para absorber la energía que desplaza a los ocupantes del vehículo, sin romperse ni sufrir deformaciones permanentes, y tienen el ancho suficiente para que, en su acción de

retención, no lleguen a producir lesiones serias en el cuerpo de la persona que es retenida en el asiento.

La tela del cinturón está sujeta por sus dos extremos a la carrocería y, gracias a una hebilla deslizante que encaja en un cierre automático, el cinturón se ajusta al cuerpo de la persona. Uno de los puntos de anclaje está situado en un punto del bastidor del coche situado cerca del suelo y el otro extremo, que es retráctil, se encuentra detrás del hombro de la persona, cerca del cabezal del asiento correspondiente y anclado en la carrocería.

Un mecanismo retráctil consistente en un cilindro, solidario a un muelle sobre el que se enrolla la tela del cinturón, va encerrado dentro de un contenedor o caja; gracias a la acción del muelle, siempre queda ajustado el cinturón al tórax de la persona que lo utiliza, ejerciendo una suave presión sobre su cuerpo con independencia de su corpulencia. Cuando no se utiliza el cinturón, el muelle lo mantiene recogido, enrollado sobre el cilindro dentro de su caja.

El cierre automático de la hebilla está fijado al piso pero se eleva, gracias a un cable forrado de plástico, hasta el nivel de la cintura del ocupante y en el lado opuesto, respecto al asiento, donde se sitúan los anclajes del cinturón, de manera que la persona que lo utiliza sentada en su asiento queda sujeta a tres puntos de la carrocería: los dos anclajes del cinturón y el cierre de la hebilla.

El cuerpo del conductor o del pasajero queda sujeto por la cintura mediante el trozo de cinturón que va desde el anclaje inferior hasta la hebilla del cierre; y por el tórax mediante el resto del cinturón desde el cierre de la hebilla hasta el anclaje superior dentro de la caja; este tramo cruza sobre el tórax en bandolera, ofreciendo así una retención eficaz. Es primordial que el cierre de la hebilla funcione

correctamente y se pueda desabrochar con una simple presión para evitar quedar atrapados por el cinturón después de un accidente.

La eficacia del cinturón la proporciona un freno de inercia situado a la salida de la caja, que contiene el cinturón enrollado; este freno es sensible a las sacudidas ocasionadas por las fuerzas de inercia y traba el cinturón cuando el ocupante sale disparado hacia adelante, en caso de detención brusca o choque, y le retiene contra el respaldo del asiento impidiendo que se estrelle contra las estructuras del coche que están situadas frente a él.

Decelerómetro.
 Cajetín de conexión
 Soportes de barra de torsión
 Chapa triangular
 Resistencia extenso métricas
 Contrapes

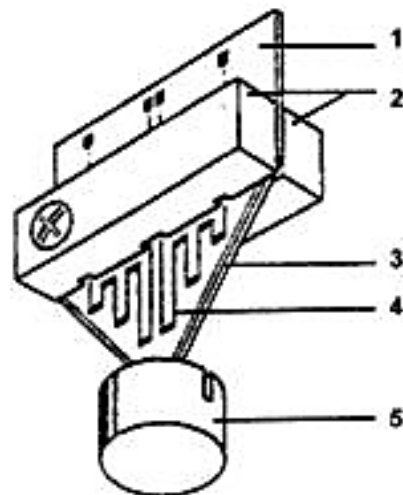


Figura 1.5. Partes columna de dirección fraccionada
Fuente: Martín Perera (2000)

En algunos modelos de cinturón se puede regular la presión que ejercen sobre el cuerpo de la persona que sujetan. Un pequeño electroimán se opone al resorte que mantiene enrollado el cinturón dentro de su caja; variando la corriente al electroimán, modificaremos su campo electromagnético y conseguiremos variar la fuerza con que actúa el resorte y, en consecuencia, la presión sobre el cuerpo del pasajero.

El tensor consta de una turbina solidaria con el eje del cilindro que enrolla el cinturón y, dispuesto sobre las paletas de esta turbina, un depósito que contiene una pastilla de nitruro sódico y un detonador, o fulminante, como los proyectiles utilizados en las armas de fuego.

Por medio de un decelerómetro se consigue una pequeña corriente eléctrica que provoca la explosión del fulminante y éste, a su vez, la de la pastilla de nitruro sódico; este último componente se comporta como algunos preparados de magnesio, que arden con gran facilidad y desprenden gran cantidad de gases en el proceso de su combustión. Estos gases salen del depósito que contiene el combustible y son dirigidos, a través de un tubo, sobre las aletas de la turbina solidaria al eje del cinturón, generando un enérgico tirón del cinturón que impide que la persona que lo lleva ajustado pueda levantarse del asiento durante los segundos que las fuerzas de inercia la empujan, con mayor intensidad, hacia la luna parabrisas.

El elemento clave del dispositivo es un decelerómetro formado por una chapa de acero flexible de forma triangular, que, unida por su base mayor a una barra sensible a la torsión, lleva en su vértice opuesto a la base una masa metálica. Este conjunto se comporta como un péndulo, al sufrir aceleraciones o deceleraciones, de manera que cuando éstas se producen el contrapeso y la chapa oscilan sobre el eje de la barra y la deforman retorciéndola.

Sobre la barra y en parte de la chapa se han acoplado resistencias extenso métricas; este tipo de resistencias tienen la peculiaridad que cuando se deforman generan pequeñas corrientes eléctricas que, tratadas como señales eléctricas y debidamente amplificadas, provocan la explosión del fulminante.

El conjunto del decelerómetro, encerrado en una caja que le permite bascular, se monta en un lugar estratégico de la carrocería en una posición lo más cercana posible al centro de gravedad del vehículo, o bien a su misma altura, para conseguir la máxima sensibilidad respecto a las deceleraciones que sufre el vehículo.

Cuando el decelerómetro es sacudido por las aceleraciones y deceleraciones que sufre el vehículo, su contrapeso actúa como el badajo de una campana y deforma la lámina elástica; esta deformación también la sufren las resistencias extenso métricas que, formadas por porcelanas con incorporación de óxidos de circonio, generan pequeñas corrientes eléctricas debido a los desplazamientos entre los cristales de su estructura; estas señales son proporcionales a las deceleraciones que sufre el vehículo.

Un microprocesador filtra las señales que se generan con el funcionamiento normal del vehículo, cuando acelera y cuando frena, de manera que sólo acceden al fulminante, para activarlo, las señales generadas por enormes deceleraciones, como las que se producen en caso de colisión (deceleraciones que pueden llegar a valores superiores a diez veces el valor de la aceleración de la gravedad, que es de $9,81 \text{ m/s}^2$). De esta manera se evitan actuaciones innecesarias del sistema que, si bien resulta de una eficacia excelente, tiene el inconveniente que cada vez que actúa se deben reponer el detonador y la pastilla de combustible sólido; en realidad, todo el depósito.

1.2.2.2. Mantenimiento de los cinturones de seguridad

Cualquier defecto, deformación o tara que se aprecie en la tela de los cinturones de seguridad hace que éstos deban ser desechados, pues resultan un menoscabo para la seguridad de los usuarios. Los frenos del cinturón deben actuar

frente a cualquier tirón que se produzca cuando se lo está colocando una persona; si al efectuar un tirón brusco para sacar el cinturón de su alojamiento éste no se queda trabado, es que el freno de inercia no va a retener el cinturón en caso de accidente.

No deben utilizarse pinzas que dejen el cinturón holgado sobre el cuerpo del usuario, pues provocan un incremento en el tiempo de actuación del freno del cinturón, que puede significar darse un golpe contra el volante, el salpicadero o la luna parabrisas, con posible fractura de alguna costilla por el tirón contra el cinturón.

En los cinturones con tensor, una vez éste ha actuado, deben reemplazarse todo el conjunto: generador de gas turbina.

El generador de gas, dada la delicadeza del fulminante, deberá manipularse con sumo cuidado, dejándolo, siempre que no está montado, dentro de su embalaje, evitando dejarlo en el suelo o encima de bancos, asientos, etc.

Al manipular el generador de gas deberemos tener la precaución de que el tubo de salida de los gases no apunte hacia ninguna parte de nuestro cuerpo, o al de cualquier otra persona que esté cerca de nosotros.

Para verificar el módulo electrónico, cada firma suele disponer de su aparato de diagnosis con el cual, además de poder leer los códigos de averías, podemos verificar la tensión de alimentación y la resistencia del fulminante.

1.2.2.3. Almohadillas de aire: el "air bag"

Uno de los sistemas de seguridad pasiva que se está imponiendo en el mundo del automóvil son las almohadillas de aire, en inglés llamadas "air bag".

Este dispositivo complementa con su actuación la acción del cinturón de seguridad y su objetivo es evitar que la cabeza del conductor se estrelle contra la luna parabrisas o el volante de dirección cuando ocurre una colisión.

La almohadilla de aire, o "air bag", es un sistema de seguridad pasiva que interpone entre la cabeza del conductor o la del acompañante, y la del parabrisas, el salpicadero o el volante de dirección, según los casos, un obstáculo flexible que acoja la cabeza de la persona y evite el golpe.

El mecanismo del "air bag" es parecido al utilizado en los tensores de los cinturones de seguridad, pero aquí el chorro gaseoso, producto. Si bien hay que reconocer la cantidad de vidas salvadas por la almohadilla de aire y las lesiones severas que han evitado (uno de cada cuatro conductores víctimas de accidentes de circulación han salvado su vida gracias a la almohadilla de aire), también debemos considerar que en Estados Unidos hasta el año 1997 han perecido 50 personas, 30 de ellas niños, por causa del "air bag".

Por estos motivos, resulta atractiva la posibilidad de ofrecer al usuario la opción de desactivar el dispositivo, como se está ofreciendo en dicho país, en donde, debido a estos accidentes de circulación con víctimas causadas por la almohadilla de aire, se han realizado minuciosos estudios y se ha llegado a las siguientes conclusiones:

A) Resulta una temeridad conducir o ir montado en un vehículo dotado de almohadillas de aire sin llevar ajustados los cinturones de seguridad, práctica habitual en Estados Unidos, ya que no es obligatorio en todos los estados el uso de los cinturones. Porque, en caso de colisión, al faltar la retención del cinturón, se

incrementa la fuerza de choque entre la persona y la almohadilla de aire y esta colisión puede ser fatal.

B) Las personas que conducen pegadas al volante, ya sea por mala postura en la conducción o para poder llegar a los pedales, son víctimas potenciales del golpe de "air bag". Se recomienda como medida de seguridad situarse a una distancia horizontal de 25 cm del volante de dirección, cuando se conduce, para evitar los efectos lesivos de la almohadilla de aire.

C) Los niños no deben ir en los asientos delanteros, aunque estén sentados en sillas o cunas de protección; el impacto del "air bag" y el poco peso de su cuerpo pueden resultar fatales a pesar de la protección de la silla o la cuna. También las mujeres embarazadas pueden perder su feto por causa del golpe de la almohadilla de aire. Se ha dado algún caso en Estados Unidos.

Analicemos a continuación cómo funciona la almohadilla de aire, para saber qué ocurre en realidad. El proceso de ignición del combustible sólido que genera el gas que infla la almohadilla, se desarrolla de manera tan rápida y violenta, que resulta una verdadera explosión; no podría ser de otra manera para que la almohadilla se expanda, en veintinueve diezmilésimas de segundo, y se interponga en la trayectoria de colisión de la cabeza del conductor llenando este espacio con su volumen.

El choque entre la tela de la almohadilla y la cara del conductor puede ocasionar leves rozaduras faciales o lesiones graves en función del buen uso de los cinturones, la posición del conductor y acompañantes y de la gravedad de la colisión.

Sería deseable que el usuario de vehículos equipados con almohadillas de aire, recibiera información para estar prevenido de lo que supone la entrada en servicio de la almohadilla de aire y los riesgos que de ello puedan derivarse; además de asegurarse del correcto estado de los cinturones de seguridad.

Otro elementos de sistema de seguridad pasiva, es los cinturones de seguridad están diseñados para actuar sobre el cuerpo de una persona adulta y no son adecuados para los niños, tanto los su poca talla como por su poco peso.

Resulta, pues, necesario adoptar las medidas pertinentes para que los niños viajen cómodos y seguros. Ya hemos apuntado con anterioridad que no deben viajar en los asientos delanteros para evitar ser víctimas del "air bag", pero resulta también peligroso que los pequeños viajen en el asiento delantero sobre el regazo del acompañante, en caso de colisión, las fuerzas de inercia los van a convertir en proyectiles que saldrán disparados del coche rompiendo la luna parabrisas.

Por los motivos expuestos, los niños pequeños deberán ir situados en los asientos traseros del coche, acomodados en sillas o cunas (capas); de esta manera, en caso de colisión, el respaldo de los asientos delanteros les protegen actuando de estructura acolchada y el impacto de sus cuerpos contra estas protecciones siempre resulta menos lesivo que el impacto contra el salpicadero o la luna parabrisas.

1.2.2.4. Asiento para niños

Las sillas utilizadas para acomodar a los pequeños de la familia dentro del vehículo deben disponer de su propio sistema de seguridad para sujetar al niño de manera cómoda en el asiento (Martín Perera, 2000, pág. 45).

Normalmente, los elementos que sujetan al niño suelen ser cinturones que, descendiendo por ambos hombros, forman un peto protector y también se ciñen a la cintura, como los empleados en los vehículos de competición; este tipo de cinturón mantiene al niño sujeto en su posición sentado impidiendo que salte de la silla, empujado por las fuerzas de inercia.

Teóricamente todo este planteamiento funciona de maravilla. En la realidad las cosas no son así de fáciles, pues la mayoría de las veces resulta imposible que los niños se estén quietos, bien sentados en su silla y con el cinturón puesto, sobre todo en viajes largos; por esto debe extremarse la prudencia cuando se viaja con el prole a bordo del automóvil y recordar que el respaldo de los asientos delanteros resulta una buena protección para quienes viajan en los asientos traseros.

Además, la silla debe fijarse al asiento del vehículo, para lo cual debe disponer de un sistema de unión al cinturón de seguridad de manera que la masa total del infante con su silla sea suficiente para activar el freno de inercia del cinturón de seguridad y éste frene al conjunto silla/niño en caso de deceleración enorme; esto impide que salgan disparados hacia adelante contra los respaldos de los asientos delanteros.



Figura 1.6. Asiento para niños
Fuente: Martín Perera (2000)

En síntesis, el cinturón de seguridad del automóvil sujeta la silla y los cinturones propios de la silla retienen al niño. Además, estos elementos, tanto la silla de seguridad como la cuna, deben presentar sus superficies acolchadas y sin ningún tipo de arista que pueda ocasionar heridas en caso de colisión, vuelco, etc.

1.2.2.5. Cunas para bebés

A pesar de algunas realizaciones que podemos encontrar en el mercado, que sitúan la cuna al lado del conductor, la presencia del "air ba2" desaconseja esta disposición: siempre es preferible ver las mismas razones de seguridad expuestas antes con las sillas para niños, colocar la cuna sobre los asientos traseros.

Las cunas para bebés para su utilización en vehículos automóviles deben situarse transversales a la marcha del vehículo y deben disponer de una cubierta superior que, si n cerrar toda la superficie de la cuna, pueda retener al bebé dentro

de la cuna; también debe disponer del correspondiente anclaje para su sujeción al cinturón de seguridad del asiento trasero, prestando la doble acción de retención que prestan las sillas en caso de choque, tal como se ha descrito antes. Además suelen disponer de un cinturón para fijar el bebé por la cintura dentro del capazo.

CAPÍTULO II. SISTEMA DE FRENO HIDRÁULICO

2.1. Principio de funcionamiento

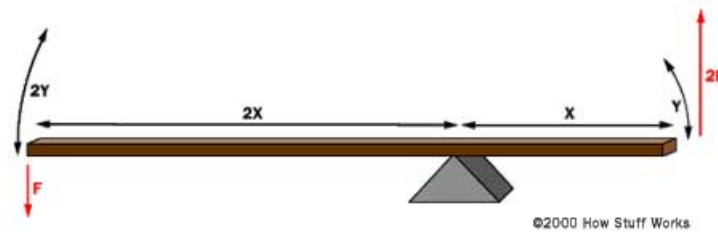
Según (Gobierno de España, 1998), definen en su decreto 2822, anexo VIII;

Dispositivo de frenado: el conjunto de los órganos que tienen por función disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo en marcha, o mantenerlo inmóvil si ya se encuentra detenido. El dispositivo se compone del mando, la transmisión y el freno propiamente dicho (p.71).

No obstante, en cuanto a la defunción anterior, es fundamental que el sistema hidráulico se basa en la Ley de Pasca. Al pisar el freno ejercemos una fuerza con el pie en el pedal que la transmite a un émbolo de sección pequeña que se mueve dentro de un pistón. Esa fuerza crea una presión en el interior del líquido de frenos. El fluido transmite la presión casi instantáneamente en todas direcciones. Al tener colocado otro pistón con su émbolo en el otro extremo del circuito hidráulico y, según la relación entre las secciones de los émbolos, la fuerza aplicada será amplificada en ese punto. El sistema hidráulico cambia también la dirección y el sentido de la fuerza aplicada.

Según (FRITEC , 2013) el sistema de frenos hidráulico es fundamentalmente es el que amplía la fuerza que el conductor emplea en el pedal del freno, transmitiéndola a las balatas para detener las ruedas.

Es decir, el primer elemento es amplificador, es el pedal del freno y estribando de su mayor o menor amplitud de la palanca será la amplificación de la fuerza.



En la figura vemos como se aplica una fuerza F del lado izquierdo de la palanca, este lado izquierdo es dos veces más largo ($2X$) que el lado derecho (X). Por lo tanto, sobre el lado derecho de la palanca resulta una fuerza $2F$ en sentido contrario, pero actúa a través de la mitad de de los (Y) de distancia que el lado izquierdo cambia de lugar ($2Y$). Cambiar los respectivos largos del lado izquierdo y derecho de la palanca, cambia los multiplicadores.

Figura 2. 1. Funcionamiento de Sistema de freno
Fuente: Frite (2000)

El otro elemento amplificador es el Booster, el cual el potenciador fortalece al motor pretenda diferencias de presiones, vacío en un lado y presión atmosférica al otro; al accionar el freno colabora con el esfuerzo del conductor. Entre mayor sea el diámetro mayor será la amplificación.

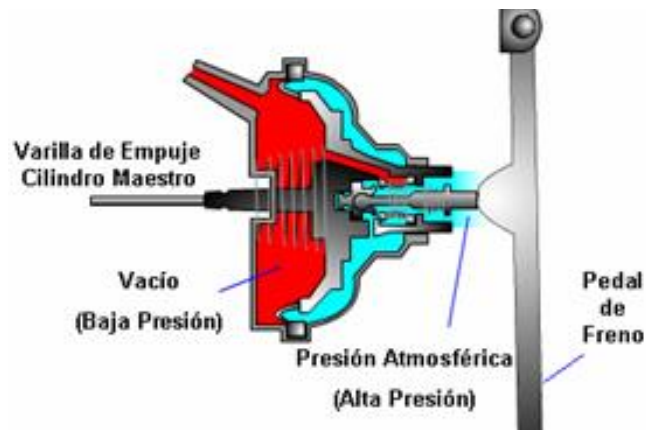


Figura 2. 2. Booster de vacío
Fuente: Frite (2000)

Como otra parte que colabora en el sistema hidráulico comprende entre el cilindro maestro (Bomba) y los cilindros de rueda y calipers, a mayor diferencia entre las áreas de los pistones del cilindro maestro y de los pistones del cilindro de rueda y calipers, mayor amplificación se obtendrá.

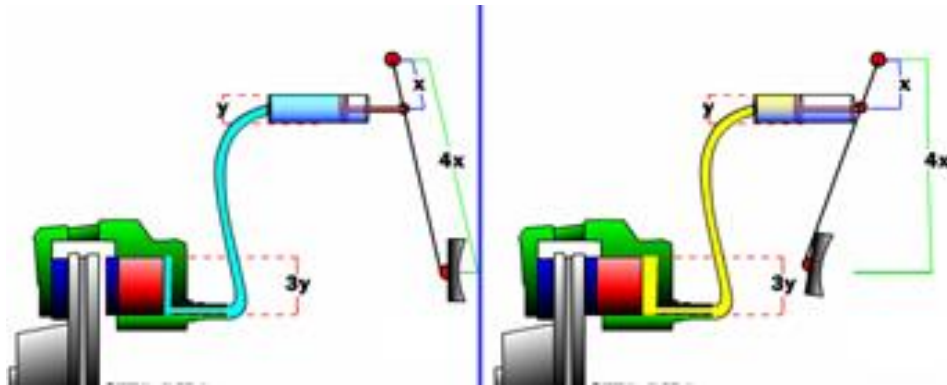


Figura 2. 3. Booster de vacío
Fuente: Frite (2000)

Al llegar al final del sistema se encuentra que las zapatas son otro amplificador que actúan como una palanca mecánica y su resultado es directamente proporcional a la longitud, entre el punto de apoyo (anclaje) y el punto en que se aplica la fuerza (del pistón). El elemento de movimiento es el tambor en conjunto con la rueda y sobre el actúan las zapatas para detener el movimiento (Freno de tambor). A mayor diámetro de tambor mayor potencia.

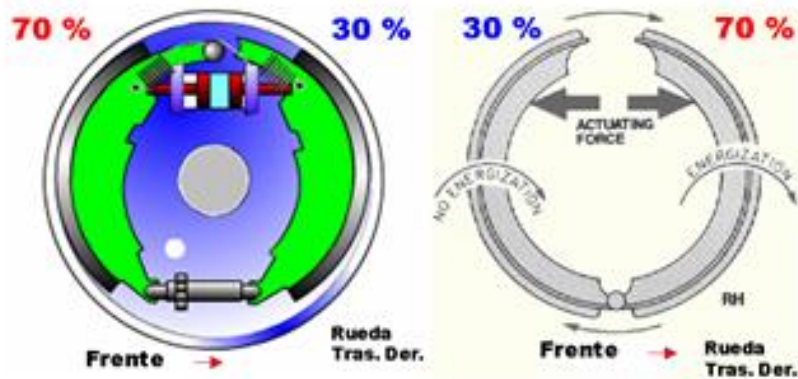


Figura 2. 4. Freno de tambor
Fuente: Frite (2000)

En el freno de disco, el elemento que gira es el rotor (Disco) y contra él se apoyarán las pastillas para inmovilizarlo.

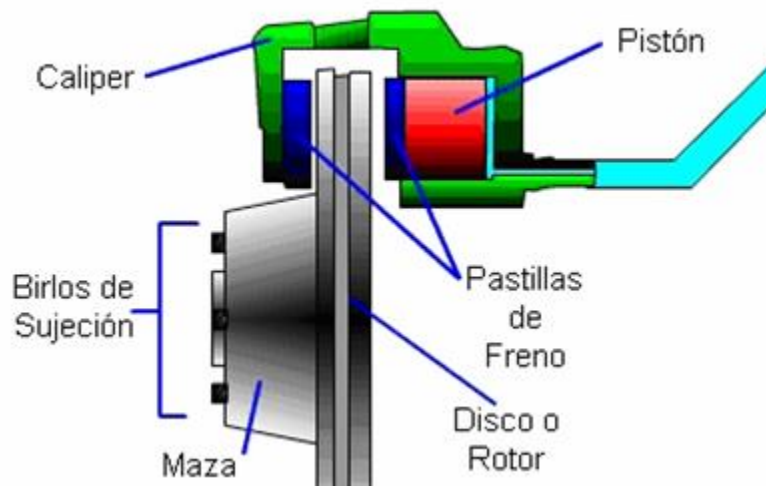


Figura 2. 5. Componente del freno de Disco
Fuente: Frite (2000)

Por lo cual se resumen que, Los frenos hidráulicos utilizan la presión de un líquido (presión hidráulica) para forzar las zapatas de freno hacia fuera, contra las tambores. La Figura 2.5 presenta esquemáticamente un sistema típico de frenos hidráulicos. El sistema consta esencialmente de dos componentes: el pedal del freno con un cilindro maestro y el mecanismo de freno de ruedas, junto con los tubos o conductos correspondientes y las piezas de sujeción.

Al funcionar, el movimiento del pedal del freno fuerza a un pistón para que se mueva en el cilindro maestro. Esto aplica presión a un líquido delante del pistón. Obligándolo a pasar – bajo presión – a través de los conductos de freno hacia los cilindros de ruedas. Cada cilindro de rueda tiene dos pistones, como se aprecia. Cada pistón está acoplado a una de las zapatas de freno mediante un pasador ejecutador. Por tanto, cuando el líquido es forzado al interior de los cilindros de ruedas, los pistones resultan empujados hacia fuera. Este movimiento fuerza las zapatas también hacia fuera, poniéndolas en contacto con el tambor.

2.2. Constitución

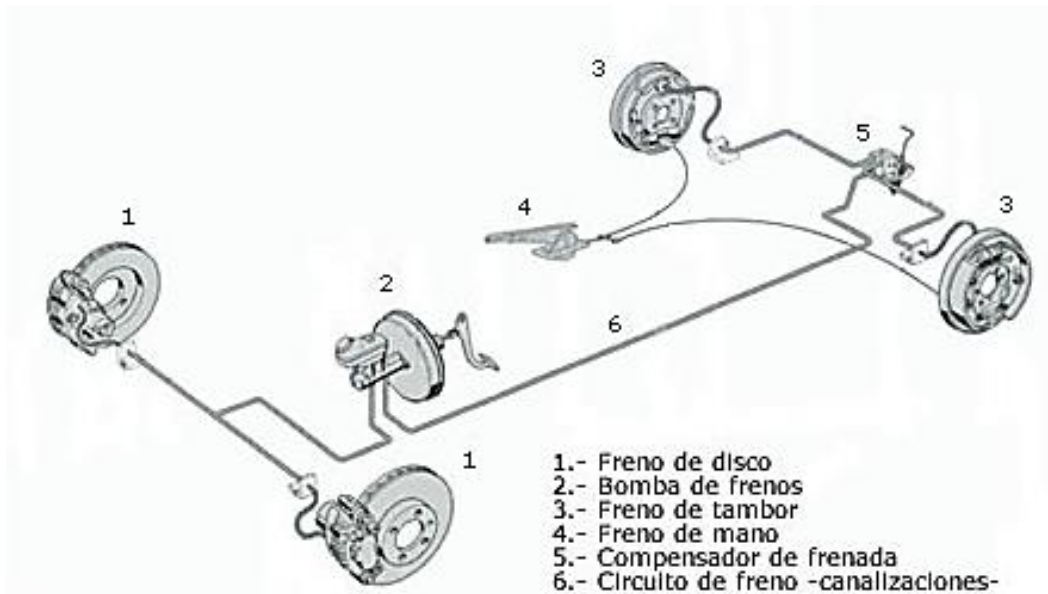


Figura 2. 6. Constitución

Fuente: Aficionados a la mecánica

2.3. Funcionamiento

Según el autor Palma (2012) el sistema de freno hidráulico, el desplazamiento de los patines de freno, para apoyarse contra los tambores, se obtiene mediante la presión transmitida por una columna de líquido. Al accionar el pedal de freno actúa la bomba de freno que envía líquido a presión por las cañerías de freno, hasta los cilindros de las ruedas; los pistones de cada cilindro son desplazados hacia fuera, presionando a los patines y balatas de frenado contra la superficie de trabajo del tambor de freno. Al soltar el pedal de baja la presión del líquido; los resortes de retracción de los patines retirándose estas del tambor haciéndola volver a su posición inicial, regresando el líquido del cilindro hacia la bomba.

Con el objeto de reforzar la fuerza de frenado, los automóviles y vehículos más pesados traen incorporado al sistema de freno hidráulico un dispositivo de ayuda accionado por vacío que se le conoce como servofrenos.

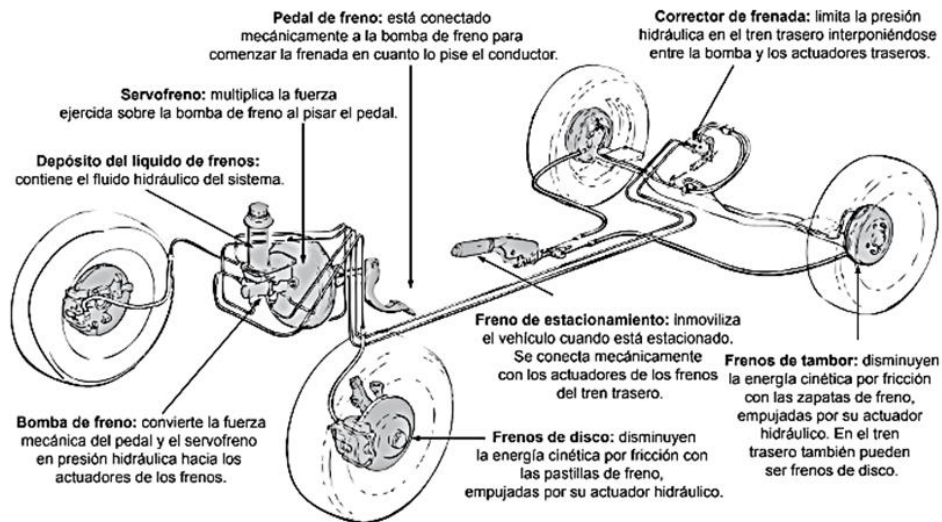


Figura 2. 7. Detalles de Sistema de frenos hidráulicos

Fuente: Palma (2012)

2.4. Detalle de los elementos

Los elementos más importantes del sistema de frenos hidráulico son los siguientes:

2.4.1. Pedal de freno

Es el elemento sobre el que actúa el conductor para activar la bomba de freno. En los vehículos modernos, con gestión electrónica del motor y sistema ABS y ESP, se dispone de un conmutador de pedal de freno, que suele ser doble para cumplir con la función de encendido de las luces de freno y para informar al sistema de gestión electrónica sobre la activación del freno.

La Figura 2.8 muestra el pedal de freno y la ubicación del conmutador de pedal de freno.

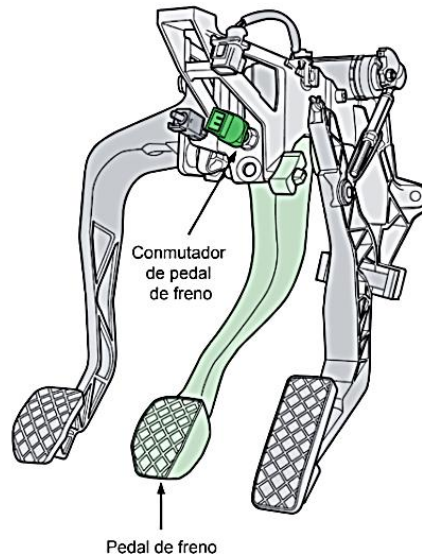


Figura 2. 8. Pedal de freno y ubicación
Fuente: Palma, (2012)

2.4.2. Servofreno

Es un mecanismo neumático que amplifica la fuerza que el conductor aplica sobre el pedal para mover la bomba de freno. Funciona por vacío, que se consigue de dos formas posibles:

- A través de la depresión que se produce después de la mariposa de gases en vehículo con motor de gasolina convencional. En este caso se conecta un tubo desde la caja de la mariposa de gases hasta el servofreno, interponiendo una válvula anti retorno.
- Por medio de un depresor, que es una bomba de vacío que se instala en los vehículos con motor diésel y en algunos motores de gasolina que funcionan con inyección directa. El depresor genera un circuito de vacío que utilizan otros dispositivos, además del servofreno, como por ejemplo las electroválvulas de control de la presión de sobrealimentación con o del sistema EGR, entre otros.

El servofreno se ubica entre el pedal y la bomba del freno, generando la fuerza de asistencia por medio de la diferencia de presiones entre las dos caras del diafragma de su interior, ya que una cara está a presión atmosférica y a la otra se le aplica vacío. La amplificación del esfuerzo es proporcional al diámetro del diafragma. En la Figura 2.9 puede verse un servofreno moderno con gestión electrónica seccionado y algunos elementos del sistema de vacío.

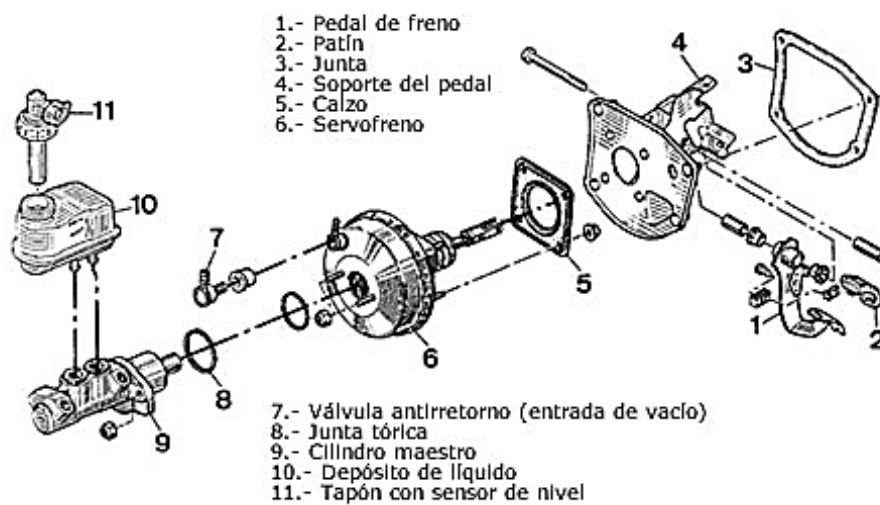


Figura 2. 9. Conjunto de servofreno
Fuente: Palma, (2012)

2.4.3. Bomba de freno

También denominado cilindro maestro, es el elemento que convierte la fuerza aplicada sobre el pedal y amplificada en el servofreno, en presión hidráulica hacia los bombines de los frenos. Como el circuito hidráulico es doble por seguridad, la bomba de freno es de dos etapas, cada una de ellas independiente por si existe alguna avería en un circuito, que el otro puede seguir funcionando. Sobre la bomba de freno se acopla el depósito de líquido de frenos, que alimenta la bomba de fluido de forma constante. El depósito contiene un flotador para avisar al conductor mediante un testigo en el cuadro de instrumentos cuando el nivel del líquido sea

demasiado bajo. La Figura 16 muestra un ejemplo de bomba de freno y depósito de líquido de frenos.

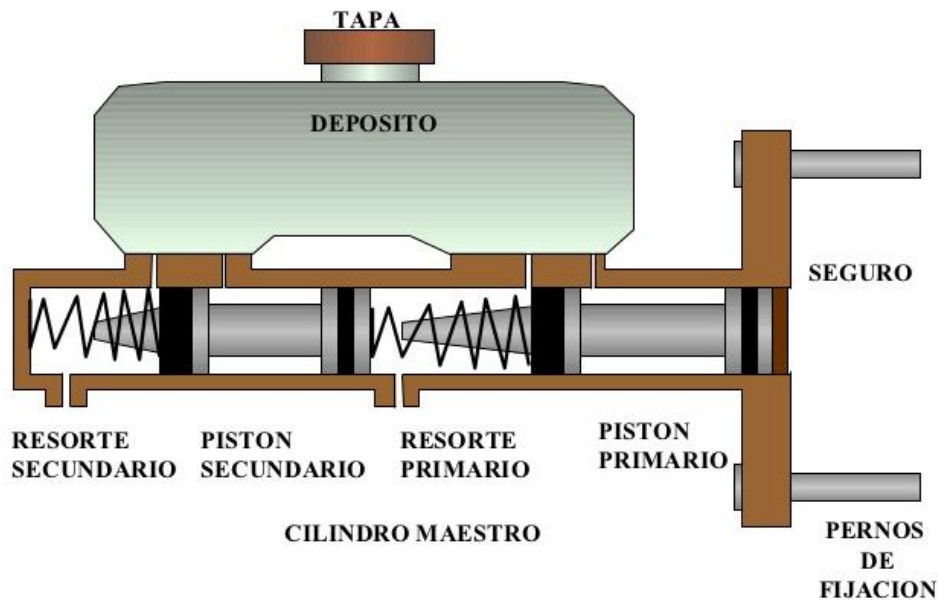


Figura 2. 10. Componentes de la Bomba de freno
Fuente: Palma, (2012)

2.4.4. Corrector de frenada

Durante la frenada se produce una transferencia de carga del eje trasero al eje delantero. El eje trasero se queda con menos peso a medida que el vehículo decelera a lo largo de la frenada. Para compensar la fuerza de frenado en las ruedas del tren trasero en estas circunstancias, se emplea un corrector de frenada, que consiste en un reductor de presión. Los reductores de presión pueden clasificarse según funcionen dependiendo de la carga, de la presión o de la deceleración.

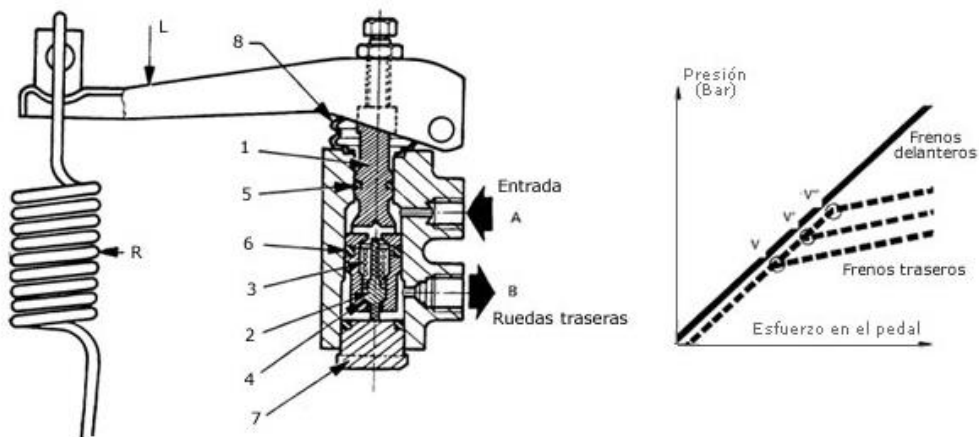


Figura 2. 11. Corrector de frenada
Fuente: Palma, (2012)

2.4.5. Frenos de disco

El sistema de frenos de disco se compone principalmente del disco, las pinzas y las pastillas. El disco gira de forma solidaria a la rueda y a la transmisión, interponiéndose entre el cubo de rueda y la llanta. Las pinzas contienen el bombín o bombines hidráulicos que empujan las pastillas de freno contra el disco en el momento de la frenada.

Las pinzas de freno convencionales son flotantes, es decir, el bombín empuja a una de las pastillas, aproximándose la otra al disco por el desplazamiento de todo el conjunto de la pinza. En vehículos de mayores prestaciones se usan pinzas con bombines que actúan sobre las dos pastillas. La Figura 2.12 muestra los componentes principales de un sistema de frenos de disco

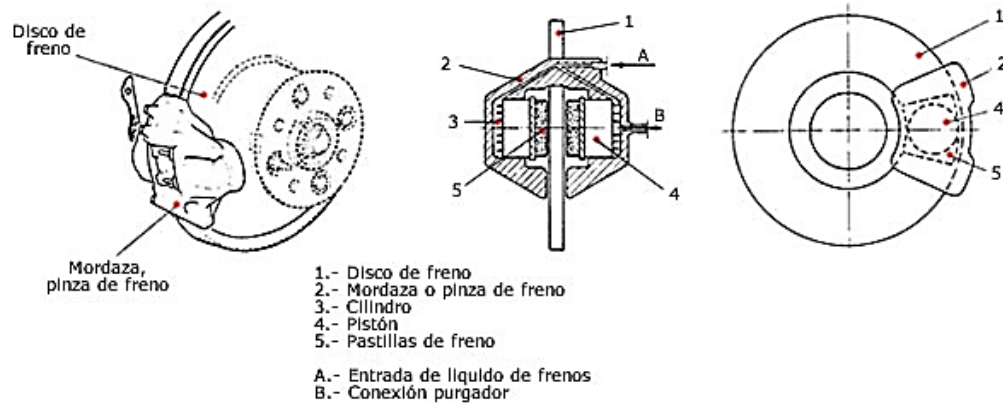


Figura 2. 12. Sistema de frenos de disco
Fuente: Palma, (2012)

El circuito se alimenta de líquido de frenos disponiendo de un depósito que sirve de reserva para compensar la diferencia de volumen en función del desgaste de las pastillas o zapatas. Cuando el conductor pisa el pedal del freno, activa la bomba del freno, que impulsa el fluido hacia los actuadores o bombines de freno, que oprimen las pastillas o zapatas contra los discos o tambores, respectivamente. Se utiliza un servofreno, que sirve de ayuda para que el conductor tenga que aplicar una menor fuerza sobre el pedal para conseguir la frenada necesaria. Otro elemento importante es el corrector de frenada, que ajusta la presión hidráulica sobre los bombines del tren trasero en función de la carga.

El cilindro maestro convierte el movimiento del pedal del freno en presión hidráulica. Consiste en el depósito, que contiene el líquido de frenos, el pistón y el cilindro que genera la presión hidráulica. El depósito está hecho principalmente de resina sintética, mientras que los cilindros están hechos de hierro fundido o de una aleación de aluminio.

2.4.5.1. Cilindro maestro

Cilindro Maestro: Contiene el líquido de frenos y convierte el movimiento del pedal del freno en presión hidráulica.

2.4.5.2. Cilindro Maestro tipo Tandem.

El cilindro maestro en tándem tiene dos cámaras hidráulicas separadas. Esto crea en efecto dos circuitos hidráulicos de frenado separados. Si uno de estos circuitos falla, el otro circuito todavía puede funcionar para detener el vehículo. La distancia de frenado se incrementa significativamente, sin embargo, cuando se opera en un solo circuito de frenado, si este falla, no hay forma de detener el vehículo. Esta es una de las características de los vehículos de seguridad más importantes.

2.4.5.3. Circuito de Tubería Convencional

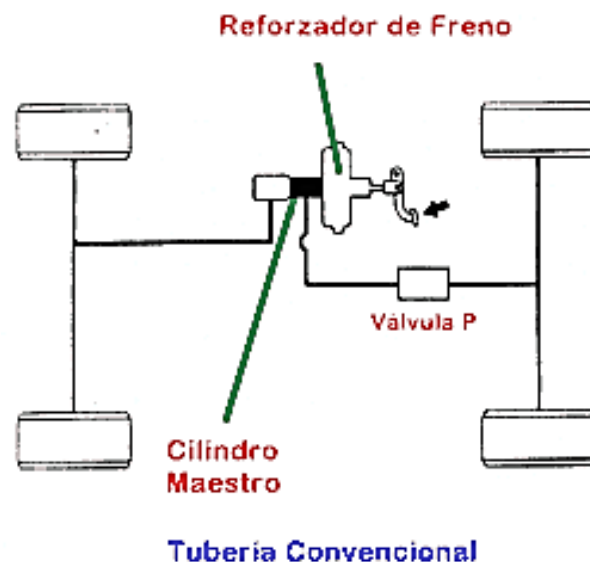


Figura 2. 13. Circuito de Tubería Convencional
Fuente: Distribuidor Autorizado Solución en Frenos

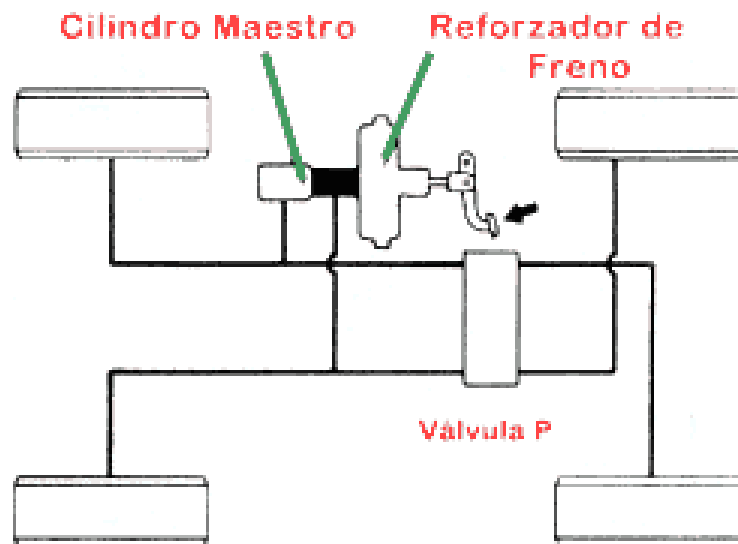
En vehículos de tracción trasera con motor delantero, una de las cámaras proporciona presión hidráulica de los frenos delanteros y el otro proporciona una presión para la parte trasera.

2.4.5.4. Cilindro maestro

Tubería convencional para vehículos de motor delantero con tracción trasera:

Cuando un circuito falla, el otro permanece intacta para detener el vehículo.

2.4.5.5. Circuito de Tubería Diagonal



Tubería en Diagonal

Figura 2. 14.Circuito de Tubería Diagonal
Fuente: Distribuidor Autorizado Solución en Frenos

En vehículos de tracción delantera con motor delantero, la carga adicional de frenado se mueve hacia los frenos delanteros, debido a la reducción de peso en la parte trasera. Para compensar el circuito hidráulico de freno delantero, debido al menor peso del eje trasero, se usa un sistema de frenos diagonal. Esto consiste en un sistema de frenos para la rueda frontal derecha y la rueda trasera izquierda y otro

sistema hidráulico separado para la rueda delantera izquierda y la rueda trasera derecha.

La capacidad de frenado sigue siendo igual en ambos lados del vehículo (pero con sólo la mitad de la potencia de frenado normal), incluso si uno de los dos sistemas separados tiene un problema.

2.4.5.6. Cilindro maestro

Tubería Diagonal para vehículos de motor delantero, tracción delantera:

Mejora la capacidad de frenado si un circuito falla por tener una rueda delantera y una rueda trasera de frenado.

El Cilindro Maestro tiene una sola cavidad separada en dos cámaras por los pistones primario y secundario. En el frente de pistón primario hay un empaque (retén), que sella el circuito primario. Otro empaque se encuentra en la parte posterior del pistón para prevenir fugas de líquido de frenos por la parte trasera del cilindro maestro.

En la parte delantera del pistón secundario hay un empaque que sella el circuito secundario, al otro extremo del pistón secundario hay otro empaque que separa el cilindro primario del secundario. El pistón primario está vinculado al pedal de freno a través de una varilla de empuje.

Los Componentes del cilindro Maestro: El Cilindro Maestro tiene un solo compartimento, separado en dos cámaras separadas para los pistones primario y secundario.

2.5. Averías

1. Desgaste de disco delantero por pérdida de balata.

2. Rotura de mangueras delanteras de frenos.
3. Pedal de freno excesivamente duro. Causa. BOOSTER o reforzador dañado tubo de vacío tapado.
4. Pedal de freno bajo frena a más de la mitad pero frena bien. Causa. Mal ajuste de frenos traseros de tambor
5. Perdida de líquido de frenos, llanta delantera mojada. Causa. Sello de caliper medidor dañado.
6. Pedal de frenos baja lentamente la presionarlo hasta llegar al fondo, causa, perdida de presión del cilindro maestro
7. Sesgaste excesivo de los discos delanteros.
8. Foco de aviso de frenos se enciende al frenar, causa perdida de presión en uno de los circuitos del cilindro maestro.

2.6. Mantenimientos

Domínguez & Ferrer, (s/a) expresan que el mantenimiento del sistema de frenos hidráulico puede resumirse en las tres siguientes operaciones básicas:

Inspección visual de los elementos principales: es conveniente revisar frecuentemente el pedal de freno, el servofreno, la bomba del freno, los frenos de disco y frenos de tambor si los incorpora el vehículo, el nivel de líquido de frenos y el estado de los conductos y latiguillos.

Sustitución de los elementos de fricción: la periodicidad del cambio de las pastillas, discos, zapatas y tambores depende mucho del tipo de conducción. Aunque el fabricante prescriba unos intervalos medios de sustitución, deberá

hacerse una inspección visual frecuentemente para comprobar su estado y decidir si es el momento de sustituirlos.

Sustitución del líquido de frenos : dada la degradación que sufre el líquido de frenos con el tiempo, principalmente por su capacidad de absorber agua, y su consecuente influencia en el sistema de frenos, que reduce su eficiencia, hay que sustituirlo con la periodicidad marcada por el fabricante. Hay que recordar que su sustitución debe hacerse siempre por otro fluido con las mismas especificaciones indicadas en el manual de fábrica del vehículo.

De la misma manera, se debe llevar a cabo la comprobación de la fugas del fluido de frenos debe realizarse manteniendo una presión constante sobre el pedal con el motor funcionando a ralentí y la palanca del cambio en posición de punto muerto. Si el pedal sigue bajando con la presión constante, puede que haya una fuga en el sistema de freno. En este caso se efectuara una comprobación visual para confirmar cualquier sospecha de fuga.

Comprobando el nivel del líquido en el depósito de la bomba o cilindro maestro se analiza lo siguiente:

- Un ligero descenso en el nivel del depósito es una consecuencia del desgaste normal de las pastillas o zapatas.
- Un nivel anormalmente bajo puede indicar la existencia de una fuga en el circuito hidráulico. Las fugas del circuito hidráulico pueden ser internas o externas. Cuando la fuga interna comunica el circuito primario y secundario de la bomba (bocha tándem) no existiendo disminución de líquido del depósito. Si la fuga es externa el líquido sale al exterior y desciende el nivel de líquido del depósito.

De igual forma la comprobación de las canalizaciones del sistema de freno hidráulico deben comprobarse al menos dos veces al año.

- En las tuberías se debe observar si presentan golpes o deformaciones, en cuyo caso se deben sustituir. No se permite realizar soldaduras en ellas, ni enderezarlas o curvarlas.

- En cuanto los latiguillos, se deben sustituir cuando presenten fisuras, ampollas, grietas, etc. o cuando los émbolos de la pinzas de freno vuelvan con dificultad. También se comprobará el recorrido y sujeción correcta. Un latiguillo de freno que roce con un componente de la suspensión se desgastará y acabará deteriorándose.

CAPÍTULO III. SISTEMA DE SUSPENSIÓN

3.1. Principio de funcionamiento

La suspensión constituye el conjunto de órganos mecánicos que unen los elementos de rodadura con la carrocería del vehículo, este absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo, ya que las vibraciones del vehículo son provocadas fundamentalmente por tres tipos de acciones: irregularidades de la calzada, acción de masas giratorias (motor y transmisión) y acciones aerodinámicas, siendo las primeras las más importantes. Es decir, el sistema de suspensión actúa entre el chasis y las ruedas, las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada.

Es por esto, que las irregularidades de la calzada las ruedas de un vehículo poseen siempre un movimiento vertical que, a una velocidad media se sucede en espacios muy cortos de tiempo produciéndose aceleraciones verticales en las ruedas que pueden ser múltiplo de la aceleración de la gravedad. Para evitar las consecuencias de esta situación, que compromete notablemente la confortabilidad y la estabilidad del vehículo, se acopla entre el bastidor y las ruedas, elementos de elasticidad que permiten transformar los golpes que produce el pavimento sobre las ruedas en oscilaciones.

No obstante, las funciones esenciales de un sistema de suspensión son:

- Dar estabilidad al vehículo controlando las principales acciones que se ejercen sobre él como fuerza centrífuga, esfuerzos de aceleración y frenada, acción

del viento, fluctuaciones del terreno y efectos de la dirección, otorgándoles a las ruedas una adherencia continua.

•Mantener un alto nivel de confort para los ocupantes reduciendo en lo posible los movimientos del vehículo.

En el automóvil se pueden distinguir entre masas suspendidas del bastidor del vehículo como el motor, carrocería con su carga. cte. y masas no suspendidas cuyo peso cuelga directamente del bastidor y están unidas a este a través de los elementos de elasticidad. El peso de las masas no suspendidas debe ser lo más pequeño posible. A continuación se describen los tipos de Suspensión, su constitución y elementos;

3.2. Constitución

3.2.1. Suspensión simple

3.2.1.1. Ballestas

Según la Autoescuelas, (2017) la ballesta se trata de láminas que permiten el deslizamiento entre hojas al deformarse. Pueden montarse de dos formas en el vehículo:

– Longitudinalmente: dispuestas con un punto de anclaje fijo delantero, siendo móvil el trasero (permite movimientos oscilantes). Normalmente se emplea en camiones y autocares.



Figura 3. 1. Ballestas dispuestas transversalmente
Fuente: Autoescuelas, (2017)

– Transversalmente: se unen los extremos a los brazos de suspensión o puente (con interposición de elementos móviles o gemelas) y la base a una traviesa del bastidor. Ballestas dispuestas transversalmente en el eje delantero de un vehículo. Las ballestas más comúnmente usadas en la suspensión trasera constan de varias láminas largas u hojas.

En la figura 3.2 se muestra una instalación característica de la ballesta para una rueda trasera, la cual la ballesta de cada rueda trasera está montada en el bastidor. Como el muelle de ballesta está desarrollado por una serie de láminas finas, colocadas una encima de otra, gracias a esto soportara durante el doblamiento.

Las láminas, son sostenidas en relación en el centro a través un perno central (capuchino) que las traspasa por agujeros para tal resultado dispuestos. En secuencias a lo largo de la ballesta se encuentra abrazaderas. Tal como se muestra en la figura 3.2..

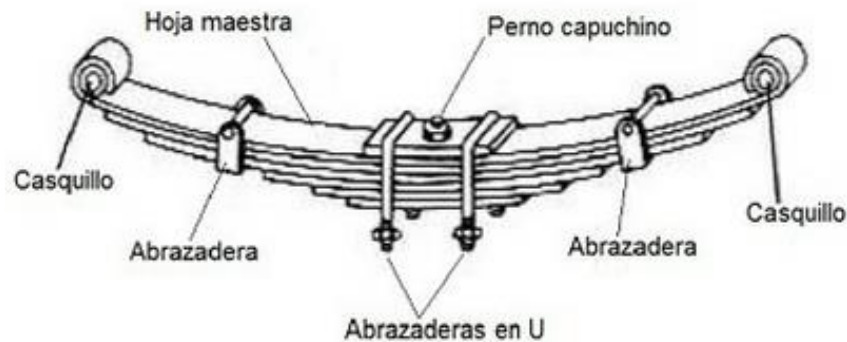


Figura 3. 2. Ballesta / perno-capuchino

Fuente: Autoescuelas, (2017)

3.2.1.2. Muelles helicoidales

Se utilizan modernamente en casi todos los vehículos de turismos, en sustitución de las ballestas. Es un arrollamiento helicoidal de acero elástico que trabaja a torsión. Su flexibilidad varía según su diámetro, número y espesor de espiras, paso entre espiras, etc. Se dispone entre el bastidor y la rueda. El muelle helicoidal está constituido por una determinada longitud de varilla de acero arrollada helicoidalmente. El muelle o resorte helicoidal es muy elástico y compresible cuando carga sobre él un peso. Cuanto mayor es el peso, más se comprime el muelle helicoidal. En la distensión, los brazos de control o los amortiguadores evitan que el movimiento sea excesivo y que los muelles helicoidales se salgan de sus asientos.

La finalidad de los brazos es mantener la alineación entre el alojamiento de los semiejes posteriores y el bastidor. Los dos brazos superiores pivotan sobre el bastidor y el cárter o alojamiento del diferencial, evitando el movimiento lateral del alojamiento del semieje. Los dos brazos inferiores pivotan sobre el bastidor y el alojamiento del semieje, evitando el movimiento relativo hacia adelante y hacia atrás del alojamiento. En otras palabras, los brazos permiten el movimiento ascendente y

descendente del alojamiento de los semiejes, pero evitan su movimiento lateral o relativo hacia adelante y hacia atrás.



Figura 3. 3. Muelle helicoidal
Fuente: Aficionado a la mecánica

3.2.1.3. Barra de torsión longitudinal

Se utilizan primordialmente en suspensiones independientes. Es una barra de acero fija en un extremo y sometida a torsión en el otro, que torna a su estado nuevo cuando finaliza el arranque. Uno de los extremos se sujeta al bastidor y el otro va independiente en el eje de la rueda.

Obtienes instalar longitudinales, transversales o de forma mixta (longitudinal en la suspensión delantera y transversal en la trasera). Cuando las ruedas traseras son inducidas por el tren de potencia y giran según el sentido pertinente, paralelamente los alojamientos de los semiejes o palieres, tienden a hacerlo en sentido opuesto.

Este movimiento torsional así aplicado al alojamiento del semieje, es mencionado como par de torsión del extremo trasero. Este par de torsión del extremo trasero es impregnado por los muelles y los brazos de control traseros. En la suspensión trasera de ballesta, ésta absorbe dicho par.

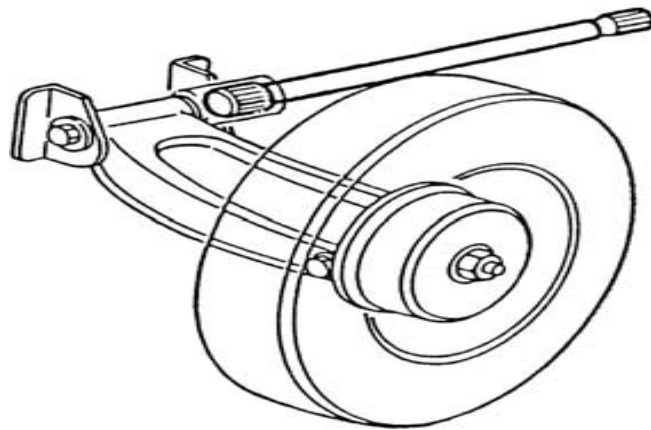


Figura 3. 4. Barra de torsión longitudinal
Fuente: Aficionado a la mecánica

3.2.1.4. Barras estabilizadoras

Según el autor Crouse, (1993, pág. 760) expone que la barra estabilizadora, es un componente de suspensión del auto, su función es sostener el movimiento vertical de las ruedas opuestas, disminuyendo con ello el declive lateral que tolera la carrocería de un vehículo, cuando es expuesto a una potencia centrífuga, principalmente en las curvas.

Es decir, es el apoyo del auto, el cual, es recomendable tener cimientos de calidad para que el auto se vuelva más estable. La barra trasfiere justamente la fuerza de un lado al otro del chasis. Además, esto resguarda el estado de otros mecanismos como los amortiguadores.

La barra estabilizadora está formada normalmente de acero flexible o elástico, la cual comúnmente es de forma de U y se localiza anclada a los neumáticos, adyacente a otros componentes de la suspensión (Domínguez & Ferrer, 2013).

Este es de gran importancia porque evitan la inclinación que toman los vehículos como consecuencia de la transferencia de carga entre ruedas que tiene lugar en las curvas e impiden vuelcos. Están compuestas por una varilla de acero

que, trabajando a torsión, absorbe la energía establecida cuando una rueda de un eje baja mientras sube la otra, imposibilitando la inclinación lateral de la carrocería. Se ensamblan entre los soportes de suspensión de las ruedas y el bastidor.

De tal manera, que en la marcha es dificultoso mantener la estabilidad del vehículo equivalente al suelo especialmente al curvar, ya que este se inclina y puede sufrir vuelco.

No obstante, para impedir esta consecuencia, se acoplan barras estabilizadoras sobre los trenes delantero y trasero, como se describe anteriormente, la cual realiza su oposición a estos desplazamientos mediante rigidez torsional. Las barras estabilizadoras tienen por misión compensar los esfuerzos de una rueda sobre la otra en el mismo eje.

Los autores (González, Río, Tena, & Torres, 2017) indican que el acoplamiento en el vehículo es relativo al prototipo de suspensión. Alcanzando ser adoptada mediante la siguiente forma:

En vehículos equipados con ruedas independientes, va colocada transversalmente unida al chasis por dos juntas elásticas. Cada extremo está fijado a un brazo de suspensión a través de una junta elástica de caucho. En otros casos se utiliza una disposición parecida a la anterior con la diferencia de que intercala una barra link de conexión entre los extremos de la barra estabilizadora y los brazos de suspensión de tal forma que un extremo de la barra link de conexión está fijado al extremo de la barra estabilizadora mediante una rótula y el otro se une al brazo superior de suspensión (p.168).

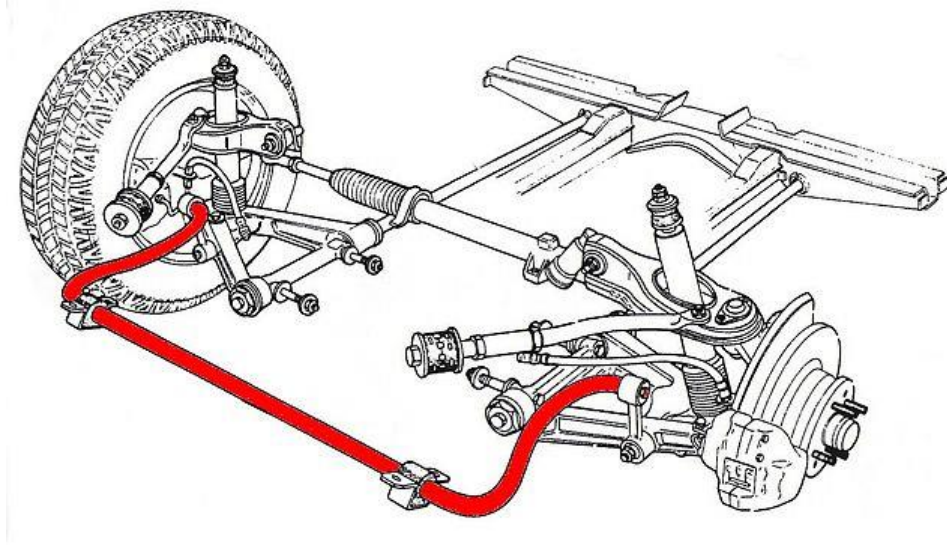


Figura 3. 5. Barra estabilizadora
Fuente: Doctor Auto Insurgentes (2017)

3.2.1.5. Brazos de suspensión

Un grupo de cuerpo de profesores de enseñanza secundaria, expresaron que este elemento; Se utilizan en vehículos con sistema de suspensión independiente (si la suspensión es rígida, los elementos de suspensión no necesitan brazo, puesto que apoyan directamente en el propio eje). Unen bastidor y ruedas, sirviendo de soporte para resortes y amortiguadores (MAD, s/a, pág. 7).



Figura 3. 6. Brazos de suspensión
Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

No obstante, de modo genérico, es un componente de la suspensión que vincula dos puntos. El cual, uno de ellos es la carrocería del vehículo, por otro lado el otro punto es la mangueta, pivote de dirección, un eje u otro brazo, barra o mecanismo. Los apoyos se modulan conforme a un cojinete o bien encima de una rótula en cada uno de sus extremos.

3.2.2. Amortiguadores

El objetivo de los amortiguadores en un vehículo es absorber los impactos que se genera de una fuerte colisión de ciertos momentos que sufre el automóvil y no acarrear a los pasajeros o conductor. Estos son componentes de la suspensión de los autos o diferentes vehículos, su función es absorber las imperfecciones y oscilaciones del camino, dando una sensación de estabilidad y confort al conducir, este mecanismo funciona en la transportación del aceite entre los dispositivos internos a través de un conjunto de válvulas que forman una intransigencia al paso del mismo entre las cámaras del amortiguador.

Estas acopian las oscilaciones de la carrocería y las transmutan en calor y rozamiento, no obstante los de simple efecto frenan al muelle cuando se proyecta; así mismo, los de doble efecto también cuando se comprime.

Están formados por un cilindro (unido a rueda) dentro del cual se mueve un pistón (unido a bastidor) que fracciona el cuerpo en dos cámaras (re llenas de aceite); las cámaras se intercomunican a través de orificios y válvulas que restringen el paso de aceite (efecto amortiguador).

Permiten dos compendios:

– Telescópico convencional: en ciclo de compresión, la rueda remonta con relación al chasis con lo que asimismo lo hace el cilindro. El aceite pasa de la

cámara inferior a la superior y a la auxiliar a través de orificios y válvulas. En fase de expansión, la rueda baja con respecto al chasis y el cilindro también. El aceite pasa de la cámara superior a la inferior y auxiliar por orificios de menor calibre (mayor amortiguación del rebote).

Interesa que en la compresión trabaje el muelle y en el rebote el amortiguador. Obviamente, variando las secciones de paso de orificios y válvulas se pueden conseguir amortiguadores más blandos o duros.

Los amortiguadores telescópicos convencionales tienen un inconveniente: ante elevadas exigencias (frenado) generan burbujas y disminuye su rendimiento. Además, la presencia del vástago del pistón hace que el volumen de las dos cámaras no sea el mismo, y es necesario el uso de cámaras auxiliares.

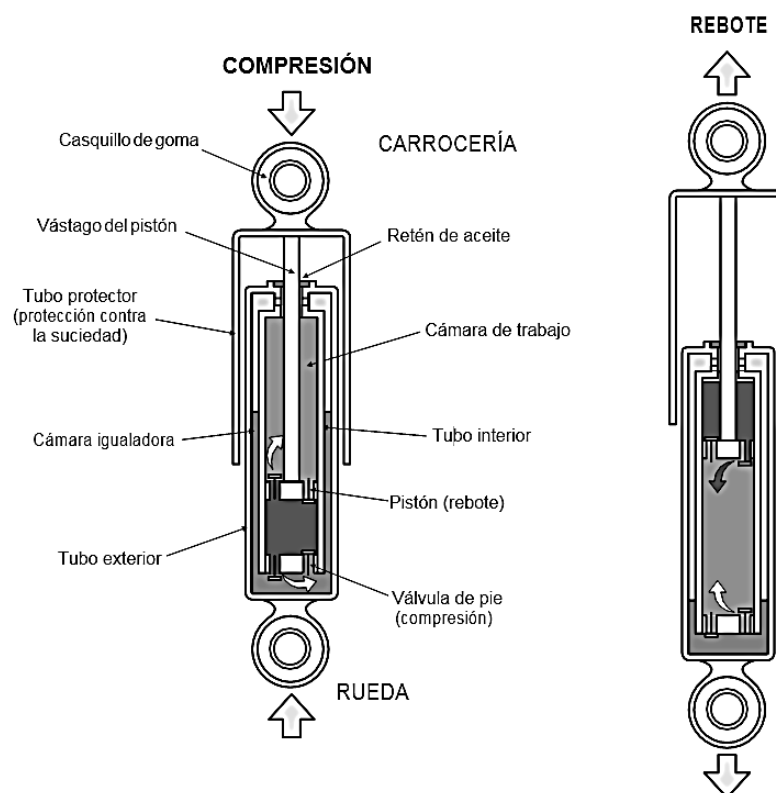


Figura 3. 7. Funcionamiento del amortiguador telescópico convencional
Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

– Telescópico con cámara de volumen variable: se implanta gas intrínsecamente dentro del cilindro, la cual, representa otra cámara de aire y presuriza el fluido hidráulico. De esta manera, se excluye el inconveniente de las burbujas que se producen y se repara la variación de volumen en las cámaras cardinales inducida por la presencia del vástago del émbolo. Sin embargo, el acoplamiento hace que el pistón se una a la rueda y el cilindro al bastidor.

3.2.3. Suspensiones convencionales

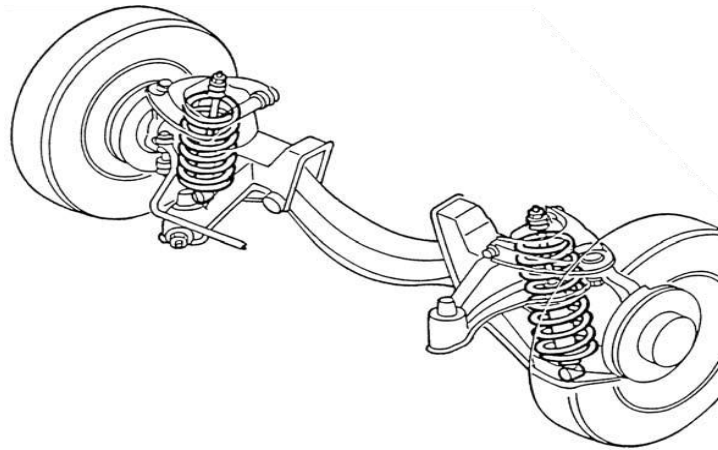


Figura 3. 8. Eje delantero con suspensión de trapecio articulado

Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

Los brazos se acoplan por un extremo al chasis y por del otro hacia la mangueta. El muelle y el amortiguador residen entre los dos brazos. Es decir, la rueda sube, se eleva la mangueta y se suben los brazos, enfrentándose a ello el muelle y mitigándose las oscilaciones a través del amortiguador. El fin del brazo superior el cual es más corto, es que en las curvas las ruedas marchen de manera paralelas.

3.2.4. Suspensión independiente McPherson

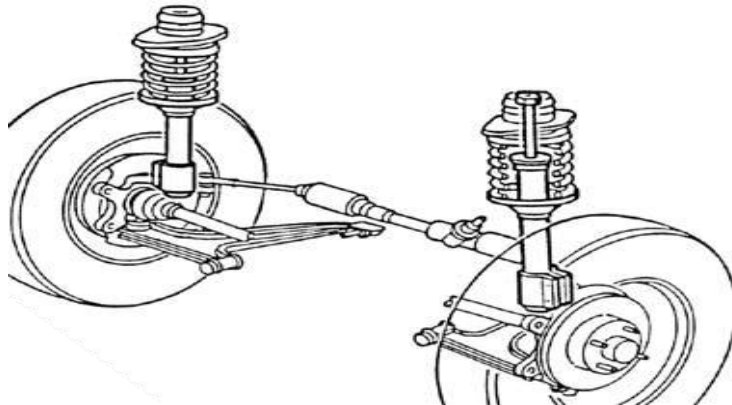


Figura 3. 9. Eje delantero con suspensión McPherson
Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

Es importante hacer notar que el nombre de McPherson, provienen del Earle S. McPherson, el cual fue un ingeniero que diseño en el año 1951, un modelo Ford Consul y posteriormente en el Zephyr.

Este tiene dos opciones para ser utilizadas tanto en el eje delantero así como en el trasero, comúnmente lo utilizan en el delantero, ya que suministra un punto de apoyo a la dirección e interviene como eje de giro de la rueda.

El proceso se cumple a través de la mangueta de la rueda, la cual une en su parte inferior al brazo y en su parte superior al amortiguador, estableciéndose éste a la carrocería mediante un platillo en su zona superior. El ángulo que constituyen las ruedas con el suelo se altera poco en cualquier circunstancia, no obstante, la resistencia de la carrocería en la zona donde se ajusta el amortiguador debe ser elevada.

3.2.5. Suspensión por ballesta y brazo articulado

Se reemplazan los muelles por una ballesta transversal acoplada entre ambas ruedas y anclada en su centro al chasis. El amortiguador se coloca entre ella y el brazo inferior.

3.2.6. Suspensión con barras de torsión

Los brazos de suspensión se conectan al chasis. Las barras de torsión se ubican prolongadamente, unidas por un extremo al brazo inferior y por el otro al bastidor. El amortiguador se instala entre el brazo inferior y la carrocería.

3.2.6.1. Eje trasero

3.2.6.1.1. Eje rígido o puente rígido

Esta suspensión cumple un esquema indicada por los autor (Luque Rodríguez, Álvarez , & Vera, 2008) suspensiones dependientes, en las que un conjunto de ruedas está conectado lateralmente por un única viga o fuste. Se emplea primordialmente por vehículos de propulsión con puente rígido. Entre los tipos se tiene:

- Ballestas: transversales o longitudinales (entre puente y bastidor) y absorbiendo en su centro al amortiguador (entre ballesta y bastidor) y al eje.
- Muelles helicoidales: los muelles se instalan entre las trompetas del eje y el bastidor (el amortiguador pasa por el centro); suelen montar un tirante pivotante entre el puente y el bastidor que procede como barra estabilizadora (las suspensiones de eje rígido transfieren carga de una rueda a otra).
- Tren trasero semirrígido de “brazos tirados”: los brazos forman cuerpo con la traviesa (ésta trabaja a torsión, como estabilizadora); en los extremos de los brazos se colocan muelles y amortiguadores.

3.2.7. Suspensión independiente de las ruedas traseras

- Eje suspendido o de Dion (utilizada en vehículos a propulsión): concurriría adecuadamente una suspensión semirrígida, puesto que el eje de Dion, que va de rueda a rueda, se ancla al chasis.

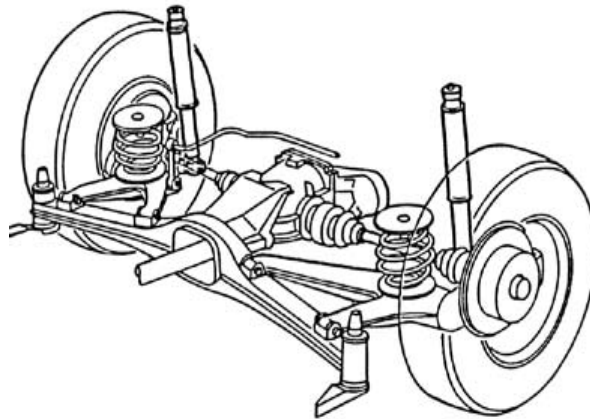


Figura 3. 10. Eje trasero con suspensión de eje suspendido o de Dion
Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

- Brazo semi arrastrado y muelle: este sistema de suspensión la mayoría tiene dos estribos o brazos que están unidos por un lado el bastidor y por el otro la manguera. Del cual, los brazos de suspensión y bielas de empuje establecen una forma de u acoplada al montura o chasis en los extremos; sobre los brazos parten muelles y espirales.
- Brazos semitirados y muelles: los brazos se acoplan al bastidor del cual, el puente trasero es “arrastrado”. Los muelles y amortiguadores parten entre los brazos y el chasis.

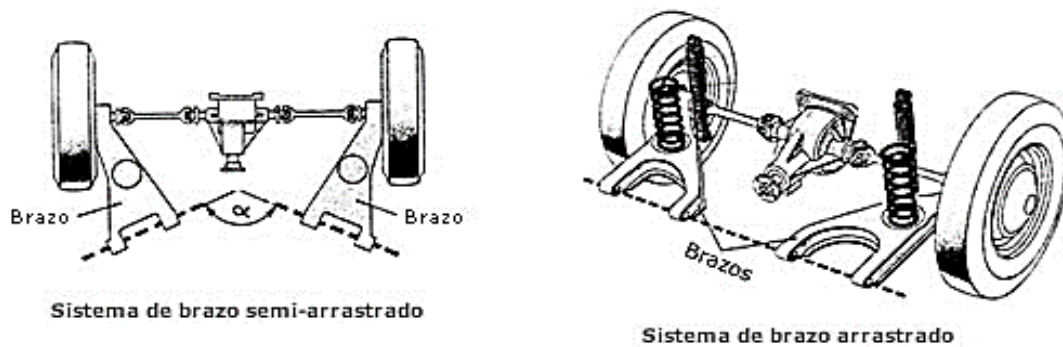


Figura 3. 11. Sistema de Brazo
Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

- Barras de torsión independientes para cada rueda: se sitúan dos barras de lado a lado dentro de un tubo (los brazos son soportados por las barras montadas estriadas por ambos lados al chasis).
- Barras de torsión en prolongación: se estaciona una barra después de otra dentro de respectivos tubos encastrados; cada tubo se une a un brazo de suspensión.
- Multibrazo o multilink: se caracteriza por ser un tipo de suspensión independiente, así mismo se identifica por el uso de cinco brazos. El avance en la suspensión de trapecio articulado, pero con varios brazos oscilantes. Este permite transformaciones de todos los ángulos de rueda y el la ocupación de ejes traseros autodireccionales.

3.2.8. Sistemas pilotados

El autor, Meganeboy (2014) esta suspensión tiene una peculiaridad, es que la regulación es transformada en la dureza de los amortiguadores a través de las válvulas de rigidez (electroválvulas), la cual, son dominadas a su vez por una central electrónica.

Es decir, la gestión electrónica reside en alcanzar adecuar el sistema de suspensión para certificar el estado necesario que debe cumplir, con la conservación del vehículo posicionado horizontalmente en toda circunstancia y asegurar unas condiciones de confort óptimas. Para conseguirlo, la suspensión debe ser blanda en recta y dura en curvas o a alta velocidad y para lograr estas circunstancias, se debe ajustar el tarado de los amortiguadores a las condiciones de marcha.

Esto se obtiene rigiendo al amortiguador con electroválvulas pilotadas por un calculador. La suspensión pilotada compone un comando eléctrico que permite modificar el nivel de amortiguación de los movimientos de la carrocería en destino de las diferentes necesidades.

Entre las características de este se tiene;

Este prototipo de suspensión acepta diferentes etapas de funcionamiento:

- Suspensión deportiva: los amortiguadores delimitan más el paso de fluido entre sus cámaras, se vuelven “duros”, para beneficiar el agarre y la estabilidad.
- Suspensión confortable: los amortiguadores consienten un mayor paso de fluido entre cámaras, se vuelven “blandos”, para beneficiar el confort.
- Suspensión normal: los amortiguadores arrancan un adeudo entre el confort y la estabilidad.

Los modos de uso también admiten regulación:

- Modo automático: la amortiguación es inspeccionada electrónicamente.
- Modo impuesto: la amortiguación es de forma perpetuamente.

3.3. Constitución y funcionamiento

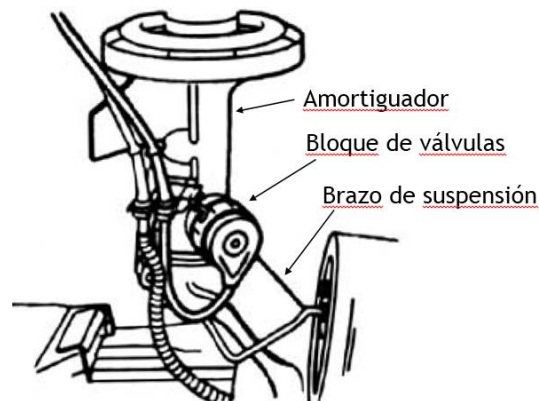


Figura 3. 12. Amortiguador pilotado electrónicamente
Fuente: Repuestos Traxxas (2018)

El funcionamiento se fundamenta de manera tradicional en un amortiguador al cual se unen dos electroválvulas (una que limita mucho el paso de fluido y otro que lo limita poco), el cual, es controlada por una unidad electrónica, que modifican los pasos calibrados, para admitir transformar la suspensión entre los tres cambios de funcionamiento característicos:

- Modo confortable
- Modo normal
- Modo deportivo

El dispositivo electrónico rige la perspectiva que adoptan las electroválvulas en función de las señales aceptadas de los captadores y después de haber realizado el proceso. Por esta razón, los sensores empleados determinan las siguientes dimensiones:

- Ángulo y velocidad de giro del volante
- Posición del acelerador
- Velocidad del vehículo

- Frenada
- Desplazamiento vertical de la carrocería durante la frenada

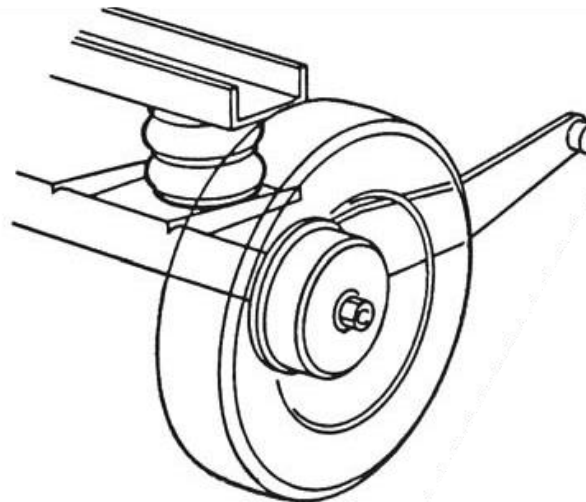
3.3.1. Suspensiones neumáticas

3.3.1.1. Sistemas convencionales

3.3.1.1.1. Características

Este tipo de suspensión habitualmente es utilizada para mantener, el vehículo a la altura educada en la parte de muelles de compresión, esta utiliza un compresor o moto-bomba, el cual este elemento propulsa el aire a presión a un fuelle flexible que es levantado hacia el chasis del eje hasta la altura esperada.

Se basa en intercalar entre ruedas y elementos suspendidos un resorte neumático. Este resorte está desarrollado por un pistón que procede sobre un diafragma relleno de aire a presión. La fuerza de resistencia está en función del deslizamiento del pistón y la presión interna del diafragma.



**Figura 3. 13. Resorte neumático
Repuestos Traxxas (2018)**

Es importante, hacer notar que este procedimiento es el conveniente para vehículos con frenos de aire, ya que se beneficia la instalación ya presente, lo que

hace que esté muy extendido su uso en vehículos industriales, camiones, autobuses, entre otros, y sobre todo en el eje trasero.

3.3.1.1.2. *Funcionamiento*

El sistema de suspensión neumática está formado por los propios resortes neumáticos y el circuito de aire comprimido que controla constantemente la presión dentro de los mismos. Este circuito, común con el de frenos, consta de las siguientes partes:

- Compresor el cual se acciona por el motor.
- Válvula limitadora de presión: esta controla y prioriza el circuito de frenos (aproximadamente 700 Kpa) con relación al de suspensión (aproximadamente 1200 Kpa).
- Calderín principal y auxiliar: esta tiene la función de acumular una consideración de aire y eliminar la humedad del aire.
- Calderín auxiliar: este está suministrado con una válvula de salida para admitir su llenado a partir de los 4 kg/cm².
- Unidades neumáticas: se encuentra ubicadas en cada una de las ruedas.
- Válvulas de nivel: Regularizan el paso de aire hacia los resortes neumáticos.
- Válvula niveladora: Admite el nivel de altura del vehículo, ya que dirige a las válvulas de elevación. Este control puede ser automático (pilotaje neumático) o impuesto por el conductor, por lo cual dispone del correspondiente mando en la cabina.
- Válvula limitadora de altura: Esta impide una elevación excesiva de la altura de la carrocería.

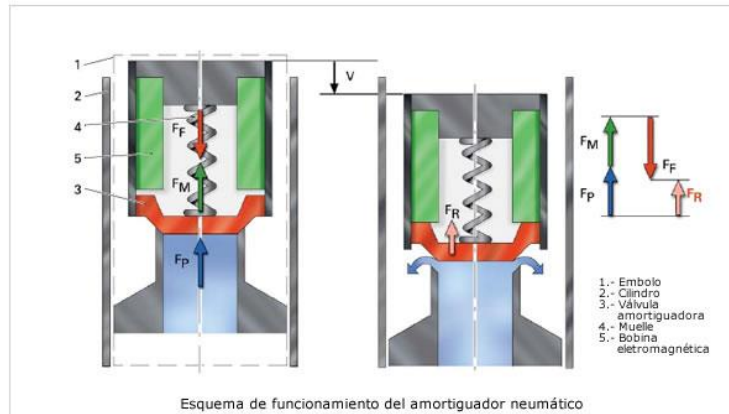


Figura 3. 14. Funcionamiento de Suspensión neumático
Fuente: Aficionados a la Mecánica

3.4. Averías

En el presente se describen las diferentes tipo y ejemplos de averías comunes en amortiguadores de cualquier caso según el autor (Red Operativa de Desguaces españoles, 2014);

Cabeceo del vehículo: un ejemplo de ello es cuando en frenadas violentas, la parte delantera del vehículo se baja de manera gradual, no obstante, cuando se detiene vuelve a su posición, lo que indica que los amortiguadores o los muelles están desgastados.

Vibraciones en el volante: cuando se manifiesta que el volante vibra especialmente al frenar en una curva, es probable que el amortiguador delantero del lado exterior del viraje esté defectuoso, o que la ballesta de ese lateral esté dañada.

Rebotes: en caso de oscilaciones en la carrocería, se puede comprobar presionando y observando si rebota varias veces. Teniendo como consecuencia que ha llegado la hora de sustituir los amortiguadores, puesto que se han desgastado.

Inclinación excesiva: En caso de una curva se detecta una inclinación acentuada hacia uno de los ejes se puede crear una avería en el sistema hidráulico,

efecto de esta de que la barra estabilizadora esté en deficiente, sin embargo, lo más frecuente es que un muelle se haya fracturado.

Desgaste de los neumáticos: Cuando los neumáticos se desgastan de forma anormal aun y cuando se mantenga a mismos niveles de presión, por lo cual, es frecuente que tenga un irregularidad en la suspensión del automóvil.

Suspensión demasiado dura o blanda : Los resortes asentidos, una mala presión de los neumáticos o directamente unos amortiguadores mal colocados trae como consecuencia tanto una suspensión demasiado dura, que dificulte e incomode la conducción o una demasiado blanda que haga perder el control del vehículo.

3.5. Mantenimiento

Según el autor del manual Servicio Murciano de Salud (2017) indica que en caso de que los amortiguadores no están funcionando adecuadamente, ya que se acrecienta el desgaste de múltiples elementos mecánicos como; los muelles de suspensión, la dirección, el diferencial, la caja de dirección o los neumáticos entre otros.

Entre las consecuencias de esta situación destaca en el riesgo de hidroplaneo, es decir, cuando un vehículo traspasa en la carretera a cierta velocidad una superficie cubierta de agua, llevándolo a una pérdida de tracción y control del mismo, o llevando un aumento de la distancia de frenado y la fatiga del mismo conductor.

No obstante, con un excelente mantenimiento, como la revisión absoluta cada 50.000 kilómetros de recomendación, no es usual encontrar fallos en el sistema, sin embargo, cuando los amortiguadores se encuentran en deficiente estado es prácticamente fácil detectarlo, a origen de las distintas anomalías que presenta.

CAPÍTULO IV. MODIFICACIONES EN EL VEHÍCULO EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD

En el presente capítulo se describe el diseño de una jaula de seguridad o también citada como jaula antivuelcos o barras de seguridad. El cual, es una estructura metálica especialmente edificado dentro o alrededor de la cabina de un vehículo, para resguardar a los ocupantes en un accidente o altercado, especialmente en vuelcos. Las jaulas de seguridad son usadas en la mayoría de los vehículos de carreras o para competencia y en conjunto de los autos transformados para competir en carreras.

Según el autor *García (2008) indica;*

Los arcos de seguridad se han convertido en el elemento más importante y determinante a la hora de salvaguardar la integridad física de los ocupantes de un coche de competición en caso de accidente. La evolución de éstos en los últimos 20 años ha sido espectacular. Se ha pasado de colocar cuatros barras escasas a auténticas joyas de ingeniería que llevan detrás profundos estudios de ligereza, materiales, resistencia, rigidez, etc (p.14).

No obstante, existe variados diseños de estructura de seguridad o jaulas de seguridad, todo obedece de acuerdo a las determinaciones la corporación y normas que regulan, en caso de autos de competición; la finalidad de estas es generar protección, en casos de alta velocidad. Esto es confrontable a la protección equipada en carreras, donde el caparazón es sólido cubre la mayor parte del cuerpo; se perfecciona esta seguridad con un arco antivuelco, el cual, se extiende por encima del casco del conductor, justo detrás de su cabeza. Así mismo, la jaula de seguridad de igual forma refuerza a incrementar el rigor del chasis, lo cual es el fin en tensiones de competencia.

El mismo autor antes mencionado, expresa en su trabajo que las funciones de estas estructuras de seguridad son, principalmente, dos. Una de ellas es la de aportar rigidez al conjunto, evitando los balanceos de la carrocería y así aportar una mayor eficacia a la hora de tomar las curvas; la otra es la más importante de todas, mantener “intacto” el habitáculo dónde se encuentran situados los pilotos evitando las deformaciones excesivas de la carrocería (p.14).

En el presente estudio, el vehículo en el cual se desarrolló el presente proyecto se implementó una jaula como sistema de seguridad pasiva.

4.1. Diseño



Figura 4. 1. Jaula de seguridad
Fuente: Iglesias Castro (2013)

Otro autor Iglesias Castro (2013) expresa en su proyecto que la jaula de seguridad;

...es un entramado de barras, formado por elementos tubulares de acero soldados entre sí, que se coloca en el interior de vehículos de competición. Esta estructura ira fijada al chasis original del vehículo mediante soldadura o tornillería. La principal función que tendrá esta estructura es la de formar un esqueleto interno dentro del habitáculo del vehículo, evitando que se produzca unas deformaciones elevadas en caso de un accidente con vuelco en carrera (p.3)

4.2. Materiales

Según (Real Federación Española de Automovilismo, 2017) en la normativa de en su apartado 8.3.3 – Especificaciones del material indica:

El material a emplear debe cumplir con una severidad mínima a la tracción de 350MPa. Se utilizó el acero, acero 41, el cual es de los estimados de alta resistencia.

Dicho acero también denominado cromo-molibdeno, sus especificaciones es de baja aleación 4140, posee amplias propiedades ventajosas en piezas o elementos, el cual, son sometidas a energías, de bajo precio. Este al ser templado consigue una gran dureza, así mismo en la superficie como en el núcleo, asumiendo un procedimiento muy homogéneo. Los aceros 4140 poseen de igual manera una muy buena resistencia al desgaste.

4.3. Diseño, armado y montaje de la estructura

Según las normas FIA establecidas, y ya definido el tipo y especificaciones del material, se procede a establecer el diámetro de los tubos, el cual se sugieren las siguientes proporciones:

- Arco principal: 50x2mm

- Semi arcos laterales y otras partes de la estructura: 40x2mm

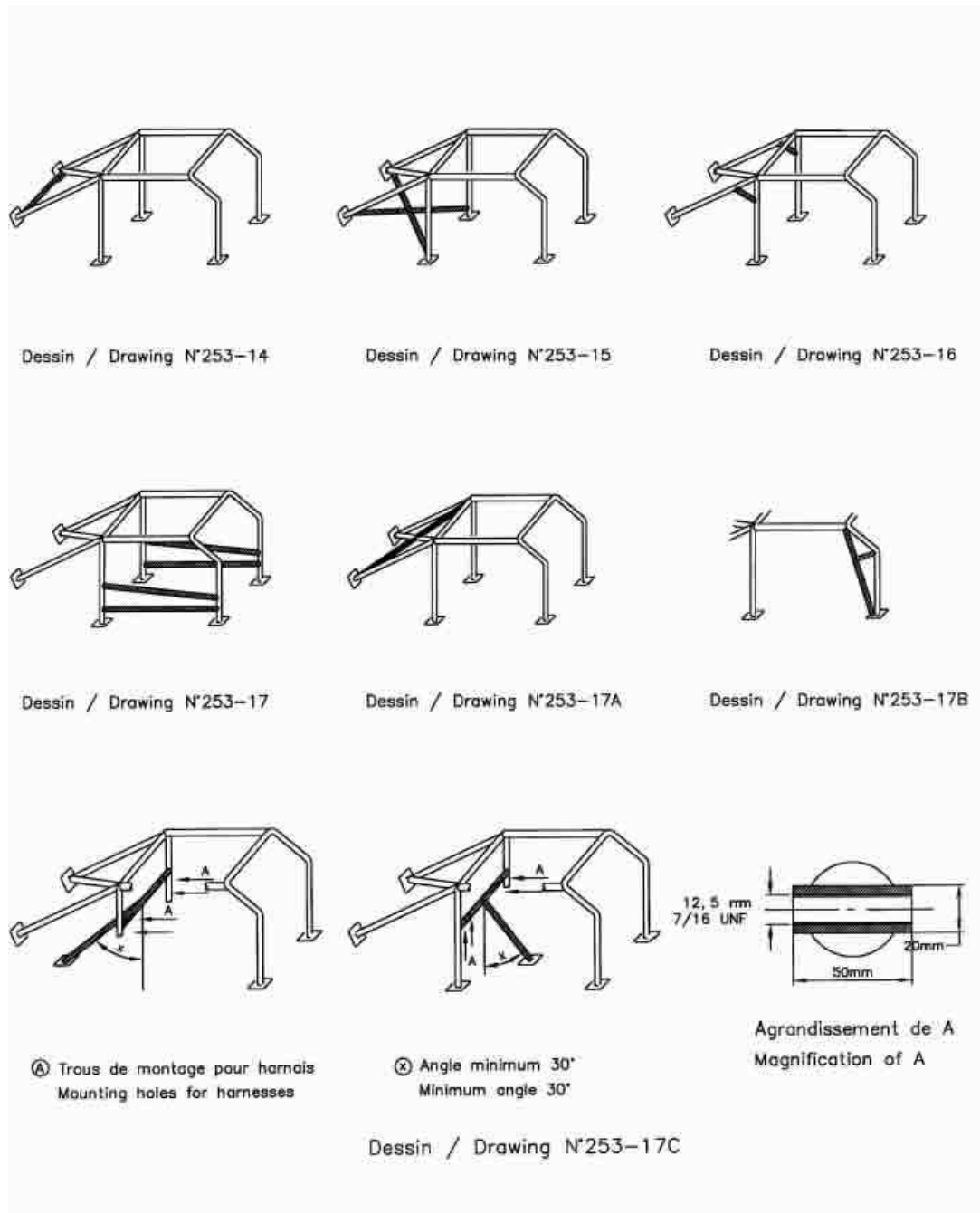


Figura 4. 2. Tipos de estructura FIA

Fuente: normas FIA

Según dicha normas, mencionada anteriormente, para legalizar dicha estructura de seguridad corresponderá homologar mediante un ADN he instalar una placa identificativa situada por el técnico, el cual, no sea borrable, ni duplicable, esta

debe ir incrustada toda la información en la placa, o tener registro como prolongación en la ficha de homologación del vehículo.

Por otro lado, se procede a realizar las etapas del proceso de modelación, mediante el software SolidWorks, el cual, es un CAD (dibujos o diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D.

A continuación se presenta los comandos de proceso;

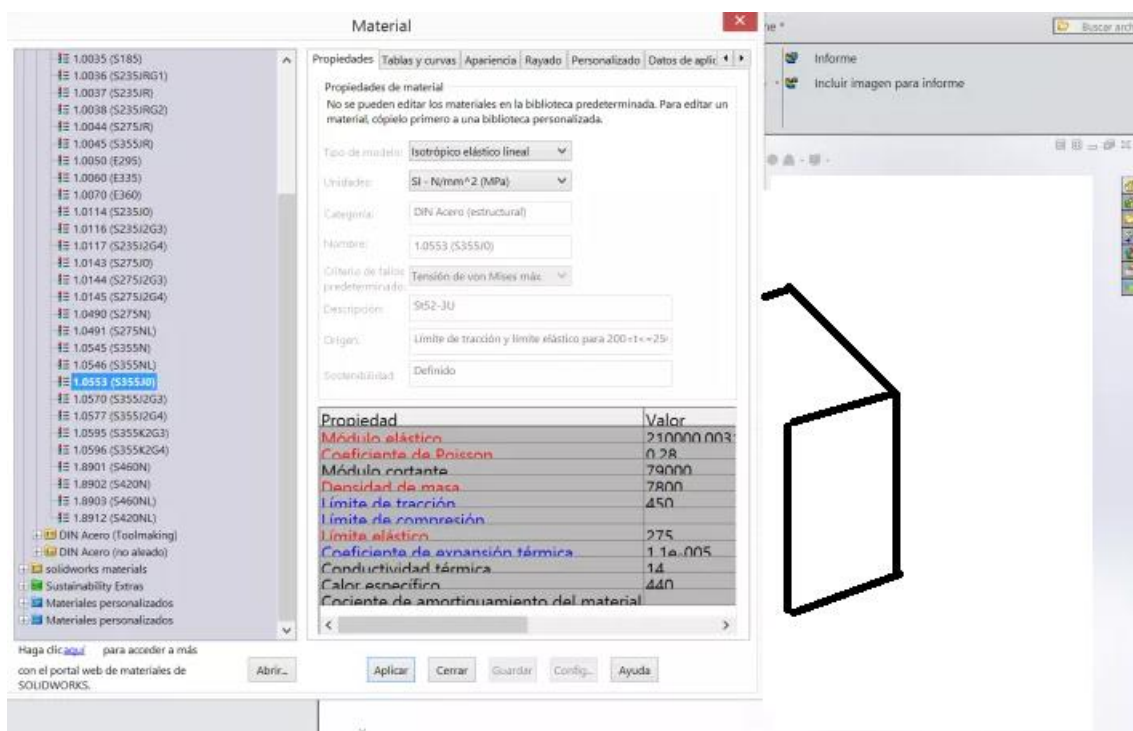


Figura 4. 3. Definición del material
Fuente: Capture en software SolidWorks

En nuestro caso usamos un acero S355, recomendado por sus características y resistencia elástica.

- Se define las condiciones del contorno las cuales deben tener una restricción en el movimiento de la estructura en todos los grados de fuga, tomando en cuenta estos puntos de unión y verificando si el ángulo nos permitirán obtener las características deseadas y probarlas en el simulador.

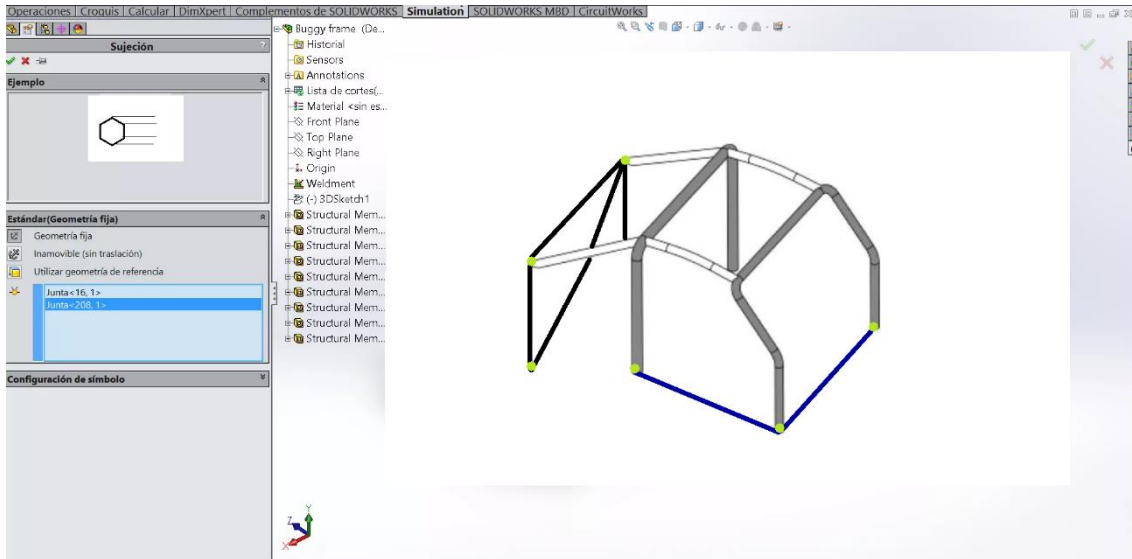


Figura 4. 4. Condiciones de contorno
Fuente: Capture en software SolidWorks

- Se debe aplicar carga donde optemos interesante

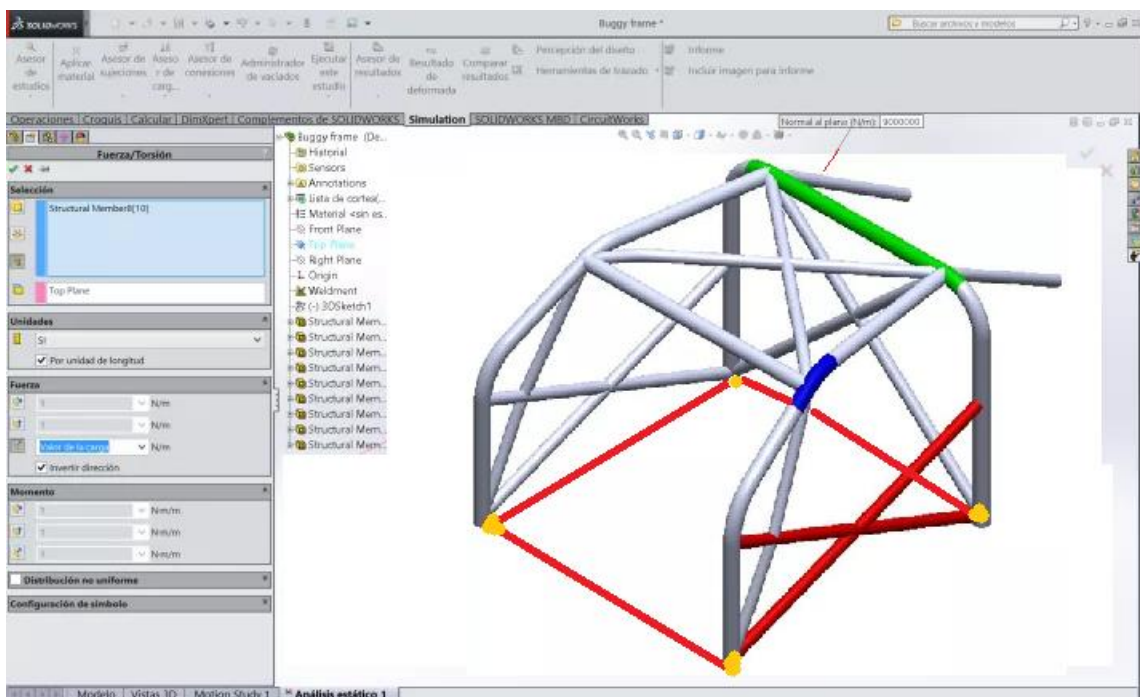


Figura 4. 5. Aplicación de cargas
Fuente: Capture en software SolidWorks

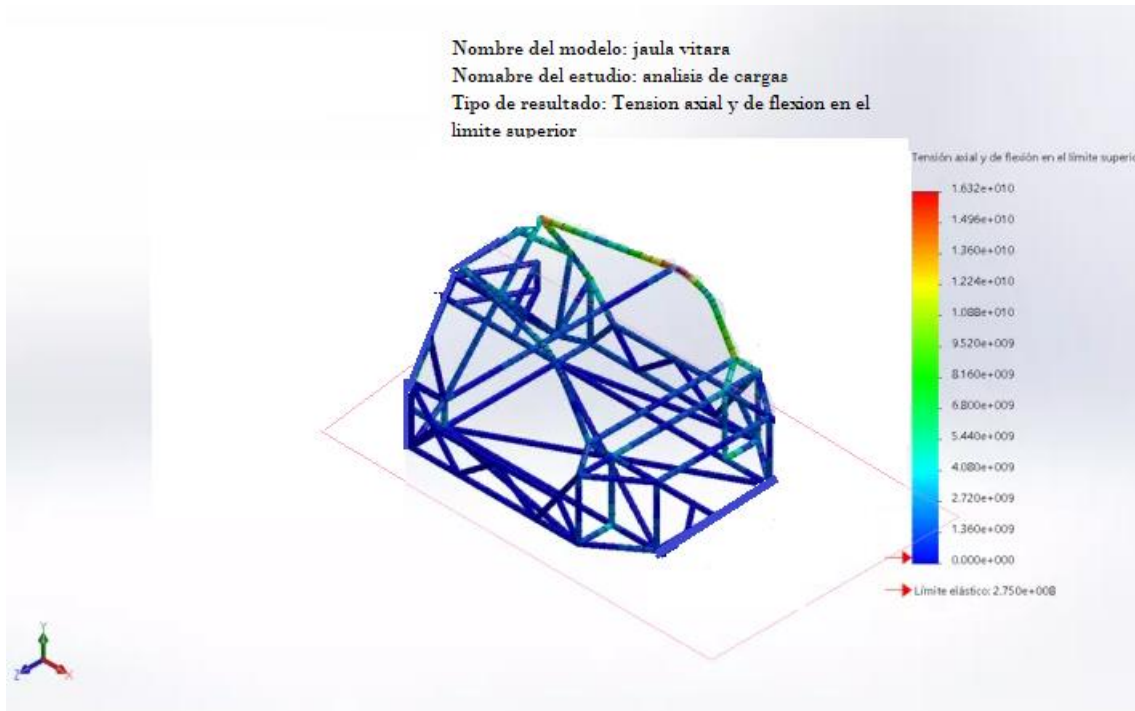


Figura 4. 6. Tensiones al aplicar carga
Fuente: Capture en software SolidWorks

- En la figura 4.5. se puede ver que existen puntos en donde las tensiones llegan al límite elástico, así como la deformación, las cuales no pueden ser mayores a 48mm en cualquier dirección.
- Es de ahí pues que parte la habilidad del ingeniero para ser capaz de buscar una posible solución y de rediseñar la estructura de seguridad, modificando ángulos, añadiendo refuerzos o cambiando el diámetro y espesor de los tubos.
- Como recomendación el sistema nos permite tomar sugerencias y añadir dos semi arcos laterales en forma de tirantes.

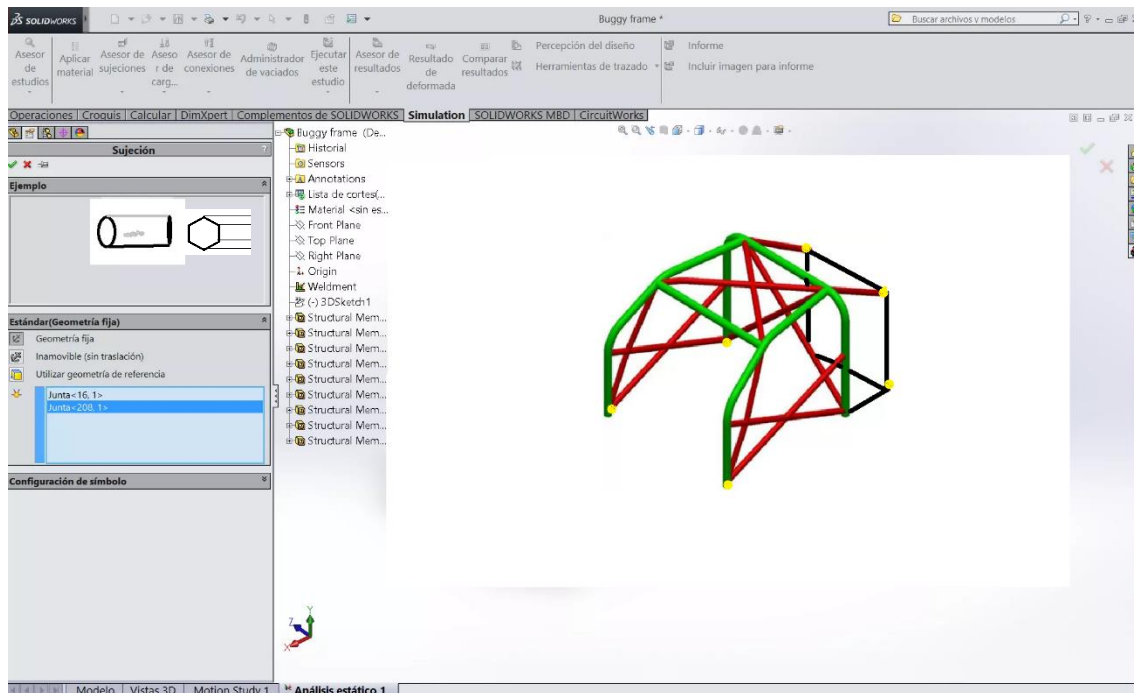


Figura 4. 7. Solid Works Solución al diseño
Fuente: Capture en software SolidWorks

Esta estructura ofrece unas características mecánicas, mejor rigidez trabajando a tracción y compresión, resistencia elástica. La estructura está formada por perfiles tubulares soldados entre sí.

Proceso inicial propone simular con un software, basado en estudio por elementos finitos, en el cual el diseñador debe ser capaz de hacer más viable una estructura, desde la resistencia de los materiales a la ergonomía del vehículo, pasando por la funcionalidad del diseño.

Datos para el análisis estático:

- Peso del vehículo: 1400kg (sin combustible ni ocupantes)
- Cargas al aplicar: frontal y lateral.

Magnitudes de estas Cargas:

- Carga frontal: 3,47- peso del vehículo + 152kg de carga adicional.
- Carga Lateral: 3,46- Peso del vehículo + 152kg de carga adicional.

Solución

Al momento de simular las cargas, pudimos observar porque la estructura que teníamos en mente al principio se deforma en hasta un 60% llegando casi al límite de elasticidad, pues el ángulo lateral superior mostraba poco apoyo a la estructura, por eso se rediseño la estructura teniendo como resultado una reducción de 45% en deformación total con la misma carga.

4.3.1. Ensamblaje

Materiales

- 5 tubos de acero S355 de 2,5 pulgadas x 2,5mm x 3 metros de largo
- Una amoladora con disco de corte de acero de 4,5pulgadas
- Soldadora con M.I.G
- cepillo de cerdas metálicas
- lija gruesa y fina
- pintura anticorrosiva
- pintura color plata (elección)
- 1 litro de catalizador con secado rápido
- equipo de protección (gafas, guantes, mascara, etc.)



Figura 4. 8.Tubos de acero s355
Fuente: El autor

4.3.2. Procedimiento

1. Primero se coloca el vehículo en un lugar plano.
2. Desconectamos la batería del vehículo.
3. Sacamos los asientos de vehículo
4. Quitamos el tapizado del vehículo
5. Nos colocamos el equipo de seguridad
6. Mediante los diagramas de solidWorks, comenzamos a realizar los cortes de los tubos para proceder a unir las piezas.
7. Una vez cortado los tubos, pintamos con la pintura anticorrosiva en la parte interna del tubo y dejamos secar aproximadamente por una hora.
8. Procedemos a ubicar las partes que van hacer soldadas, tomando en cuenta que la masa la vamos a tomar del chasis del auto.
9. Armamos el marco inferior y seguimos con los marcos de las puertas y finalmente con el techo.
10. Tomar en cuenta que en la parte superior hay tubos con ángulos y en lo posible respetar ese valor.
11. Vemos que va tomando forma la estructura
12. Con pernos m14 grado 8 inoxidable, vamos empernando la base de la estructura interior, con un torque de ajuste de 30 libras / pie a 20 grados.
13. Una vez verificado los puntos de suelda procedemos a empapelar el interior del auto excepto los tubos.
14. Colocamos en un recipiente la pintura (Wesco Platinum) $\frac{3}{4}$ de pintura y $\frac{1}{2}$ 4 de tinner, con el $\frac{1}{4}$ de catalizador de secado rápido.
15. Conectamos al compresor y damos la primera mano.

16. Dejamos secar 1 hora y continuamos con la segunda mano que en total se la debe dejar secar a reposo unos 2 horas a temperatura ambiente (23°C)



Figura 4. 9. Corte de tubo S355 con amoladora
Fuente: El autor



Figura 4. 10. Unión de tubos S355 con suelda MIG
Fuente: El autor



Figura 4. 11. Fijar apoyo inferior a carrocería
Fuente: El autor



Figura 4. 12. Jaula en proceso
Fuente: El autor



Figura 4. 13. Jaula terminada
Fuente: El autor

4.4. Pintura

Según la normativa FIA artículo 253 – 2009 Equipamiento de seguridad, artículo 8: estructura de seguridad, 8.3.5. En cuanto al revestimiento;

En los lugares donde los cuerpos de los ocupantes puedan entrar en contacto con la estructura de seguridad debe instalarse un revestimiento protector no inflamable. En aquellos puntos en los que los cascos de los ocupantes pudieran entrar en contacto con la estructura de seguridad, el revestimiento debe cumplir con la Norma FIA 8857-2001, tipo A (ver la Lista Técnica nº 23 "Revestimiento de Arco de Seguridad Homologado por la FIA").

4.5. Soldadura

Según las especificaciones de las norma, las soldaduras deben cubrir todo el perímetro del tubo, están tienen que ser de excelente calidad y de una agudeza total (destacadamente utilizando soldadura MIG.)

Por otra parte es importante mencionar, entre las modificaciones del vehículo los sistemas de seguridad empleado en el diseño presente son;

4.6. Cinturones de seguridad Takata homologados

La ventaja de utilizar este tipo de cinturón 5 puntas en el prototipo es que sistema de apertura "Quick release" (en caso de emergencia suelta las correas al instante y también al momento de un percance, los cinturones tienen mayor superficie de contacto la cual se distribuye el porcentaje de lesión en hombro y cuello entre un 70 y 80%.

Fabricados de fibra de polyester de la más alta calidad, diseñados bajo estrictas normas de seguridad, son los elementos de seguridad pasiva más importantes.



Figura 4. 14. Cinturón de seguridad Takata

Fuente: El autor



Figura 4. 15. Forma de colocar el Cinturón de seguridad Takata
Fuente: El autor

4.6.1. Instalación

Para la instalación de estos cinturones de seguridad vamos a necesitar:

- Juego de llaves de doble boca de 10mm hasta 17mm
- Fijador de pernos loctite
- Los nuevos cinturones de seguridad.

El proceso es muy sencillo, con la ayuda de la llave 17mm retiramos el pero que sujeta al mecanismo de cinturón de seguridad anterior (3 puntos), del mismo modo retiramos el perno superior, y finalmente, retiramos el perno con una llave 15mm que sujeta al chic del antiguo cinturón de seguridad



Figura 4. 16. Reemplazo de cinturón de seguridad
Fuente: El autor

El mismo procedimiento hacemos en los demás asientos. Una vez sacado los componentes del anterior sistema de cinturones de seguridad, revisamos que las partes donde son las bases de los asientos se encuentren en perfecto estado y no presenten mínimo movimiento, caso contrario se recomienda soldar refuerzos.



Figura 4. 17. Refuerzo en asiento
Fuente: El autor

Con los pernos del anterior cinturón de seguridad, colocamos la primera correa en al apoyo inferior del asiento del conductor, es recomendable ajustarlos con un torque de 35 libras/pie.

De lado derecho colocamos lo que vendría a ser el arnés de seguridad con un torque de 35 libras/pie, para las correas de atrás tienen que ir ancladas al piso del auto o también sujetas a los tubos de la jaula anti vuelcos.



Figura 4. 18. Instalación de cinturón takata asiento conductor
Fuente: El autor

El mismo procedimiento se debe hacer en los asientos sobrantes, siempre tomando en cuenta que los puntos donde van fijados los anclajes de las correas estén bien fijos, sin el mínimo movimiento.

4.7. Apoya pies de fibra de carbono

La fibra de carbón es uno de los materiales que partir de los años 1980 se lo viene utilizando en prototipos de la NASA, pero en actualidad algunos vehículos de marcas de prestigio, los implementan en algunas partes, como elementos de seguridad, ejemplo guardachoque delantero, soportes laterales de las puertas, y es que una de las características ventajosas que tiene este material es su bajo peso, que permite acercar el centro de gravedad al punto tierra, y esto en si beneficia en la estabilidad, consumo de combustible y mejores prestaciones por bajo peso.

4.7.1. Fibra de carbón vs el acero

La fibra de carbón es un material muy resistente, y a la vez liviano, el motivo por el que se utiliza fibra de carbón es por su bajo peso, a pesar de su costo, pues queremos que en el vehículo no se vea afectado el centro de gravedad.

Si bien es cierto, la fibra de carbón tiene que ser sometido a procesos para su implementación, y obtener su característica resistente, es así que en hornos especiales se somete a 1800 grados centígrados.

Una de las características en resistencia es que aproximadamente a unos 200 km/h la deformación de la pieza sería de un 30% con un peso de 10 N en carga, a diferencia de acero que con estas pruebas, llegaría a su punto de elasticidad y se deformaría en un 58%.

4.7.2. Ventajas

Como mencionamos antes las ventajas:

- Mejor resistencia
- Bajo índice de deformación
- Peso ligero

4.7.3. Montaje y procedimiento



Figura 4. 19. Apoya pies de fibra de carbono
Fuente: El autor

Él apoya pies va empernado con 4 pernos 14mm de grado 8 de acero inoxidable, con rodelas planas y tuerca con tapa de nilón, en este caso no se

recomienda ajustar a más de 10 libras/pies, pues con ese torque tenemos una buena sujeción.



Figura 4. 20. Apoya pies
Fuente: El autor

4.8. Switch master

Es un sistema de distribución de energía suministra una protección segura contra cualquier perturbación que se cause en las fuentes de alimentación, atribuible a la posible interrupción de las propias fuentes o a disfunciones en la línea de distribución, debido problemas o fenómenos ambientales, así mismo errores humanos, este es recomendable para el diseño del prototipo, ya que al momento de transigir algún percance inesperado se cortar la energía total del vehículo.

4.9. Instalación de Switch Master

El interruptor de desconexión de energía principal, tiene una capacidad continua de 20 Amperes, a 12V con capacidad instantánea de 125 Amperes a 12V.



Figura 4. 21. Verificación de 12 v antes de instalar

Fuente: El autor

1. Primero desconectamos la batería del auto.
2. Determinamos cual es el cable a masa
3. Elegimos la posición adecuada de montaje del interruptor, tomar en cuenta que al momento de instalarlo debe estar en un lugar visible y accesible a cualquier ocupante del vehículo.
4. Instalamos el interruptor bien firme, en este caso al habitáculo en la parte central.
5. Seguir el siguiente diagrama

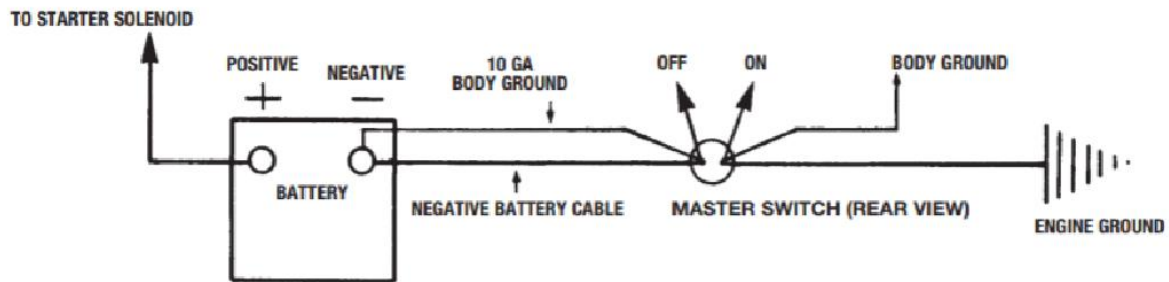


Figura 4. 22. Diagrama de Instalación
Fuente: Instalación Master Switch TM

6. Tomar en cuenta en vehículos GM y Chrysler, que la masa principal no vaya a chasis pues esto podría ocasionar daños en computadora al momento de arranque o bien explotar la batería.
7. Vuelva a conectar la batería y verifique el funcionamiento.
8. Debemos asegurarnos de que el interruptor de encendido este en la posición de apagado antes de poner el interruptor pues eliminamos posibles picos de voltaje.



Figura 4. 23. Switch master
Fuente: El autor

4.10 Refuerzo en la parte de apoyo de los amortiguadores Posteriores

4.10.1. Materiales

1. dos tiras de acero de 6 cm x 4 cm x 5mm.
2. Amoladora con disco de corte
3. equipo de protección

4. soldadora MIG.

4.10.2. Procedimiento

1. Colocamos el equipo de seguridad.
2. Con la amoladora cortamos la base de amortiguador superior posterior



Figura 4. 24. Corte base amortiguador

Fuente: El autor

3. Limpiamos bien la superficie.



Figura 4. 25. Superficie limpia

Fuente: El autor

4. Con la ayuda de un tornero pedimos que las tiras de acero las doble con forma de codo con inclinación de 90° a cada lado, también un agujero de 10mm para que pase el vástago del amortiguador.

5. Una vez doblado, procedemos a soldar con MIG, apoyando en una inclinación de 80° al chasis.



Figura 4. 26. Suelda MIG

Fuente: El autor



Figura 4. 27. Proceso final

Fuente: El autor

6. Dejamos que se enfríe y revisamos que no se encuentre líneas sin soldar, entre el chasis y el ángulo.
7. Con un spray en aerosol, pintamos la superficie con anticorrosivo.
8. El mismo procedimiento lo hacemos en el otro lado

4.11. Sistema de freno delantero

Originalmente este vehículo viene con discos de freno solidos de 280 mm de diámetro; los discos de freno que vamos a reemplazar son de mayor diámetro 289

mm adaptando mordaza de freno de Suzuki Vitara 5 puertas, pues en este vehículo no hay que perforar ni sustituir nada más pues en la mangueta encaja perfectamente con los pernos de la mordaza, con el fin de tener mejora en el frenado por mayor superficie de contacto.



Figura 4. 28. Reemplazando discos de freno de vitara
Fuente: El autor

4.11.1 Materiales y procedimiento

1. mordazas armadas del vitara 5 puertas.
2. pastillas de freno de vitara 5 puertas
3. limpia frenos
4. liquido de freno
5. Discos de freno de vitara 5 puertas
6. llave de rueda
7. juego de llaves de doble boca

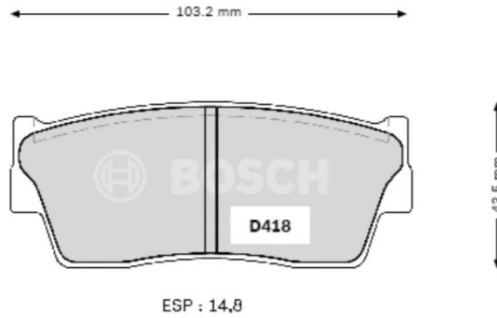


Figura 4. 29. Pastilla de freno vitara 3 puertas
Fuente: Sistema de freno delantero

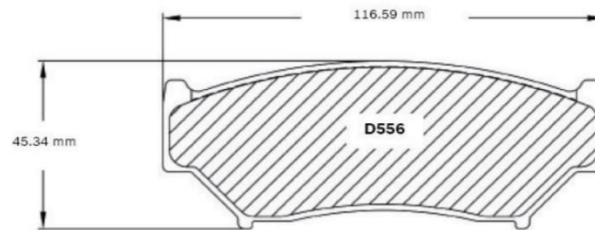


Figura 4. 30. Pastilla de freno vitara 5 puertas
Fuente: Sistema de freno

Siempre antes de comenzar un trabajo debemos, tener listos los elementos que pensemos necesarios y colocarnos el equipo de seguridad.

1. una vez embancado el vehículo, procedemos aflojar las tuercas de las ruedas.
2. Con la ayuda de una llave 15mm sacamos los pernos de la mordaza que sujetan a la mangueta.
3. Se procede a retirar las mordazas.



Figura 4. 31. Mordazas de vitara 3 puertas
Fuente: El autor

4. Con el limpia freno rociamos un poco para que se desprenda las partículas de carbón de los freno.



Figura 4. 32. Aflojar pernos de mordaza
Fuente: El autor

5. Retiramos el disco de freno aflojando el perno avellanado con un desarmador de cruz.
6. Limpiamos toda la superficie y colocamos el nuevo disco de freno del vitara 5 puertas.
7. Colocamos el perno de seguridad de cabeza avellanado con un desarmador de cruz.
8. Se coloca las nuevas mordazas



Figura 4. 33. Mordaza vitar 5 puertas
Fuente: El autor

9. Ajustamos los pernos colocando un poco de fijador de pernos loctite.
10. Revisamos que no tenga jugas el perno de la mordaza.
11. Colocamos las pastillas de freno, en el catálogo de servicio dice D556.
12. Colocamos la cañería de freno y procedemos a realizar el mismo trabajo en el otro lado de la rueda.
13. Una vez culminado no debemos olvidarnos que hay que sangrar o purgar el aire de las líneas de freno, comenzando siempre en cruz pero de la rueda más alejada al cilindro maestro



Figura 4. 34. Sistema de freno vitara 5 puertas
Fuente: El autor

4.12. Sistema de estabilidad posterior

En el sistema de estabilidad, se adaptó una barra de estabilidad en la parte posterior del vehículo pues el mismo no cuenta con la barra de estabilidad, caso curioso es que para este mismo vehículo en otras partes de mundo ejemplo en Estados Unidos es de nombre Sidekick y este vehículo viene equipado con una barra de estabilidad posterior.

4.12.1. Materiales

Para montaje de la barra estabilizadora posterior de este vehículo debemos tomar en cuenta algunos factores, por ejemplo: el espacio, que no vaya a influir con el funcionamiento de otros componentes, eje cardan, cables de energía, mangueras, etc., en este caso ninguno de esos elementos se ve afectado, y es por eso que en vez de adaptar una barra estabilizadora convencional, optamos por importar la barra estabilizadora original con la que viene montado en el vehículo versión americana.

1. Barra estabilizadora (con placa de anclaje de barra estabilizador)

2. pernos de la barra estabilizadora



Figura 4. 35. Perno estabilizador
Fuente: El autor

3. bujes de goma de poliuretano (duralon)

4. cauchos de barra estabilizadora con abrazadera.



Figura 4. 36. Caucho de barra estabilizadora posterior
Fuente: El autor

5. 4 pernos 12mm por una pulgada con su respectiva tuerca y arandela de presión.

6. Dos llave de 12 mm

4.12.2. Características de los materiales de fabricación de barra de estabilidad

Por lo general las barras estabilizadoras están construidas de acero con aleación de metales que garantizan la flexibilidad del elemento.

Las características que deben cumplir este elemento es

1. Resistencia a la tensión
2. Rigidez
3. Resistencia a la torsión

4.12.3. Procedimiento y resultados.



Figura 4. 37. Barra de estabilidad posterior
Fuente: El autor

Al momento de adquirir la barra estabilizadora, viene con su respectivo kit de instalación, lo cual facilita el ensamblaje de la pieza.

1. Colocamos la barra estabilizadora antes de instalarla, y revisamos si no influye componente del auto.
2. Colocamos los cauchos de la barra estabilizadora con su respectiva abrazadera.
3. Con la ayuda de otra persona sujetamos la barra estabilizadora con la funda de la transmisión y la placa.

4. Con la ayuda de una llave 12mm ajustamos los pernos dejando en media la transmisión.



Figura 4. 38. Sujetar barra estabilizadora

Fuente: El autor

5. El mismo procedimiento lo realizamos en el otro lado.
6. Una vez colocada la barra estabilizadora con la transmisión, colocamos los pernos de la barra de igual manera con una llave 12mm ajustamos la tuerca, verificando que cada caucho se quede en los extremos del perno.



Figura 4. 39. Colocación de perno estabilizador

Fuente: El autor



Figura 4. 40. Barra estabilizadora montada

Fuente: El autor

4.13. Reemplazo de amortiguadores

Se substituyó los amortiguadores delanteros y posteriores por unos de mayor rigidez para mejorar la estabilidad en curvas.

4.13.1. Características

Los amortiguadores sustituidos son los originales anteriores y posteriores que viene en marca Gabriel de la industria IMFRISA, en su interior tienen aceite hidráulico de una baja densidad pero alta resistencia a la temperatura y presiones.

Los amortiguadores que vamos a colocar: para la parte anterior, son amortiguadores de la marca Bilstein, en su interior contiene doble válvula de retención, una válvula de alivio y un retén de seguridad.

Esos amortiguadores utilizan un líquido con moléculas variables a las condiciones de trabajo, tiene una válvula en su interior que dependiendo de la inclinación, controlan la rigidez de amortiguador.



Figura 4. 41. Amortiguadores Bilstein anteriores
Fuente: El autor

Su vástago viene más reforzado y con una base para la torre de amortiguador de acero fundido, tratado a temperatura con baños de aceite.



Figura 4. 42. Base de amortiguador anterior reforzado
Fuente: El autor

De igual manera se optó por reemplazar los helicoidales anteriores que originalmente viene de la marca Imal, con un ancho de helicoide de 10 mm, con una altura muerta de 30 cm, por unos espirales old man emu, que tiene la misma altura pero con un ancho de helicoide de 11mm que le da una mejor estabilidad al momento de las curvas por efecto de rigidez.

En la parte posterior de igual manera se colocó dos amortiguadores de la marca bilstein de doble acción con 3 válvulas de alivio y liquido molecular con reacción al esfuerzo aplicado.



Figura 4. 43. Amortiguadores posteriores marca Bilstein
Fuente: El autor

De igual manera los espirales posteriores que originalmente viene con helicoidales planos de la marca Imal, con una altura de 38 cm y de grosor de espiral de 10mm, se le reemplazo por helicoidales reforzados marca Iron man sensa shock, con la misma altura del helicoidal pero con 11mm en el grosor del espiral.



Figura 4. 44. Espirales Old man mu
Fuente: El autor

4.13.2. Procedimiento

En si el procedimiento es muy sencillo, lo único que vamos a necesitar es:

1. Juego de llaves de doble boca desde la número 12 a la 19
2. Un playo
3. Loctite o sujetador de pernos
4. Un penetrante o Wd40
5. Nuevos espirales y amortiguadores.

Entes que nada debemos suspender el vehículo, si tenemos un elevador hidráulico mucho mejor o si tenemos jacks de apoyo, para la parte delantera los

apoyamos en las bandejas de suspensión y para la parte posterior, colocamos en la funda de la transmisión.

1. Colocamos penetrante en las tuercas de los pernos que vamos aflojar.
2. Procedemos aflojar los tuercas de la base de amortiguador anterior con una llave 14mm
3. Luego con una llave 17mm aflojamos los pernos de la parte inferior del amortiguador.
4. Sacamos el amortiguadores
5. Una vez sacado el amortiguador procedemos a cambiar el helicoidal, el cual solo hay que alar.
6. Sacado el espiral viejo colocamos el nuevo revisando que los cauchos topes estén en buen estado, sino lo reemplazamos para evitar posibles ruidos.
7. Limpiamos un poco con penetrante y procedemos a desmontar la torre de amortiguador vieja y se colocó la torre de amortiguador nueva.



Figura 4. 45. Instalación base de amortiguador delantero
Fuente: El autor

8. Una vez ajustado los pernos colocamos en la base superior del chasis del auto y ajustamos con un torque de 30 libras/pie.

9. Colocamos los pernos en la parte inferior con una llave 17mm que van sujetos a la mangueta con un poco de loctite en la rosca, ajustamos a 40 libras / pie cerciorándonos que este con arandela de presión.
10. El mismo procedimiento hacemos en el otro lado.
11. Para la parte posterior de igual manera, colocamos wd40 para aflojar los pernos con la ayuda de una llave 12mm y un playo para apoyo,
12. Una vez aflojado, procedemos aflojar la tuerca del perno inferior con una llave 17mm a cada lado.
13. Sacamos el amortiguador y procedemos a quitar el espiral viejo y colocar el nuevo.
14. Revisamos en los cauchos que van en las bases del espiral estén en buenas condiciones, en lo contrario reemplazarlos para evitar sonidos extraños.
15. El nuevo amortiguador lo colocamos primero en la parte superior con la tuerca M12.
16. Colocamos la tuerca y perno y ajustamos a 40 libras / pie, antes colocándolo fijador de roscas.
17. Del mismo modo se saca y coloca del otro lado siguiendo el mismo procedimiento.

4.13.3. Resultados

Así mismo, se procedió a realizar la revisión del procedimiento no es complicado, si tenemos los materiales y la seguridad del caso. El resultado fue el esperado, pues en las curvas se siente una gran mejora en la estabilidad del auto, a esto hay que adjuntarle la seguridad que se siente al movilizarnos en el vehículo.

Antes se podría afirmar que en una curva se debía tomar a una velocidad de 50 km por hora, ahora con el sistema de suspensión que tiene se puede tomar a unos 65km por hora, sin embargo estos valores cambian dependiendo de las condiciones de la vía y las del vehículo (con todos los ocupantes.)



Figura 4. 46. Reemplazo de amortiguadores
Fuente: El autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Después de realizar el estudio para desarrollar la estructura de modificación de los sistemas de seguridad de un vehículo, se ha llegado a las siguientes conclusiones:
- Los resultados de la aplicación del diseño, permitió determinar las pretensiones y necesidades del consumidor los cuales a partir de un grupo de propuestas de accesorios de seguridad se tiene siempre el eficaz y que cumpla con los reglamentos.
- Por otra parte, es necesario percibir el grado de satisfacción de los clientes en lo que respecta al servicio y seguridad que este le genera. Entre los cuales, se determinaron los puntos más fuertes y favorables, así como también los más débiles y desfavorables de los representantes con respecto a los deseos, gustos, carencias y necesidades de los clientes. Esto dio origen al análisis de oportunidades de mejoras en los centros de ensamblaje, el cual permitió el establecimiento de las estrategias, que a su vez dieron origen a planes de acción para obtener mejoras en el desempeño de los representantes y así alcanzar la satisfacción del cliente.
- Se proponen planes de acción para el desarrollo de un sistema de actualización para empleados y operarios así como también un programa de entrenamiento para el personal de los concesionarios de la Red.
- Así mismo, es conveniente reafirmar que la venta del vehículo no termina en el hecho de facturar y entregar el mismo, va mucho más allá, la relación que se pueda establecer entre los concesionarios y el cliente es una de las

bases más sólidas y resaltantes para ganar y retener la lealtad del consumidor.

- La seguridad es un punto muy importante al momento de establecer confianza, y eso hemos tratado crear en nuestro cliente, quien confió en nosotros y nos permitió modificar su vehículo siguiendo procesos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ABS

Sistema de frenos antibloqueantes (ABS).

Air bag

Bolsa de aire.

Bucking

Tironear, Jalonear.

Bumper

Parachoques, defensa.

Cage

Jaula, Caja, Carcasa.

Damper

Amortiguador.

Fluid level sensor

Sensor del nivel de líquido.

Four-wheel disc brakes

Frenos de disco en las cuatro ruedas.

Gross axle weight rating (GAWR)

Peso bruto de la capacidad del eje.

Hard braking

Frenadas fuertes, frenadas bruscas.

Ingestión pump

Bomba de inyección.

Inner tie rod end

Terminal de la dirección interno.

Limited slip differential

Diferencial de patinaje limitado.

Metal brake line

Línea de metal del freno.

Owner requirements (operator requirements)

Requisitos del dueño (operador).

Velocidad de rebase

Velocidad para pasar.

Passive restraint system

Sistema de restricción pasivo.

Upgraded

Mejorar calidad

BIBLIOGRAFÍA

- Autoescuelas Julio. (11 de Octubre de 2017). *El sistema de suspensión*. Recuperado el 6 de Febrero de 2018, de <http://autoescuelasjulio.com/el-sistema-de-suspension/>
- Bertalanffy, V. (1976). *Teoría general de Sistemas*. Petropolis Vozes.
- Catañeda , A. (2008). *Teoría del Proceso de la Información*. Colombia: Universidad Antonio Nariño. Facultad de Informática y Psicología.
- Chiavenato, I. (2002). *Gestión del Talento Humano*. México. Mc. México: Mc Graw Hill.
- Crouse, W. H. (1993). *Mecánica del automóvil*. Mexico: marcombo.
- Doctor Auto Insurgentes. (16 de Mayo de 2017). *¿Qué es una barra estabilizadora de auto?* Recuperado el 6 de Febero de 2018, de <http://www.doctorauto.com.mx/2017/05/16/una-barra-estabilizadora-auto/>
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2013). *Elementos amovibles*. Buenos Aires: Editex.
- Domínguez, E., & Ferrer, J. (s/a). *Sistema de Transmisión y frenado*. Editex.
- FRITEC . (2013). *Principios Basicos: FUNCIONAMIENTO DEL FRENO HIDRAULICO*. *Tus frenos MX*. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de <http://tusfrenos.mx/principios-basicos-funcionamiento-del-freno-hidraulico/>
- García, M. (2008). *Diseño y analisis de un arco de seguridad destinado a la competencia*. madrid: Universidad Carlos III.
- Gobierno de España. (Diciemre de 23 de 1998). *Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/pdf/1999/BOE-A-1999-1826-consolidado.pdf>
- González Bautista, T., Río Gómez, G., Tena Sánchez, J., & Torres Vega, B. (2017). *Circuito de fluidos. Suspensión y dirección*. Editex.
- Grau, M., & Moreno, D. (2003). *La seguridad industrial, fundamentos y aplicaciones*. *Fundación para el fomento de la innovación*. Recuperado el 02 de Febrero de

- 2018, de http://www.ffii.es/f2i2/publicaciones/libro_seguridad_industrial/LSI.pdf.
- Iglesias Castro, G. (11 de Mayo de 2013). *Diseño, Análisis y Optimización de una Estructura de Seguridad para un Vehículo de Rally*. Recuperado el 12 de Febrero de 2018, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5225/fichero/1.+Memoria+Proyecto+Final+de+Carrera.pdf>
- Kaufman, R. (1981). *Enfoque de Sistema. Material Mimeografiado*. Venezuela : Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Núcleo Dr. Félix Adom. Venezuela .
- Luque Rodríguez, P., Álvarez , D., & Vera, C. (2008). *Ingeniería del automóvil: sistemas y comportamiento dinámico*. España: Thomson.
- MAD. (s/a). *Sistema de Suspensión*. España.
- Martín Perera, A. (2000). Sistema de Seguridad y Confort en Vehículos automòviles. En M. d. Automociòn. España: Marcombo S.A.
- Meganeboy, D. (2014). *Afiliados a la Mecánica*. Recuperado el 6 de Febrero de 2018, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension7.htm>
- Palma, R. (30 de Septiembre de 2012). *Clasificación de los sistemas de frenos*. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de <http://ricardopalmanaas.blogspot.com/2012/09/clasificacion-de-los-sistemas-de-frenos.html?view=timeslide>
- Pulido Sanchez, C. (2004). *emario Específico ESTT - OEP 2005*. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de <http://autoescuela-valleaguado.com.es/wp-content/uploads/2014/05/SEGURIDAD-ACTIVA-Y-PASIVA.pdf>
- Real Federación Española de Automovilismo. (31 de Diciembre de 2017). *normativa de la RFEDA (Real Federación Española de Automovilismo) en su apartado 8.3.3 – Especificaciones del material*. Recuperado el 8 de Febrero de 2018, de normativa de la RFEDA (Real Federación Española de Automovilismo) en su apartado 8.3.3 – Especificaciones del material

Red Operativa de Desguaces españoles. (25 de Octubre de 2014). *Averías de los amortiguadores y ruidos que ayudan a identificar un fallo*. Recuperado el Febrero de 7 de 2018

REPUESTOS TRAXXAS. (2018). *Repuestos Summit, conjunto de brazos de suspensión*. Recuperado el 29 de Enero de 2018, de <http://www.radiocontrolymodelismo.com/conjunto-de-brazos-de-suspension>

Servicio Murciano de Salud. (2017). *Técnico Auxiliar Sanitario, opción Emergencias Sanitarias/Conductor*. España: CEP.

Solano, R. (2008). *Teoría de Sistemas*. Recuperado el 01 de Febrero de 2018, de <http://sisinformacion.obolog.es/clasificacion-sistemas-2002127>