

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz

“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE BANCOS DIDACTICOS
FUNCIONALES DEL GRUPO DIFERENCIAL CONO Y CORONA”

AUTORES:

John Patricio Monserrate Freire
Claudio Marcelo Morocho Guamán

DIRECTOR:

Ing. Paúl Narváez

Cuenca - Ecuador
2013

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: John Patricio Monserrate Freire y Claudio Marcelo Morocho Guamán, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



John Patricio Monserrate Freire



Claudio Marcelo Morocho Guamán

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por: John Patricio Monserrate Freire y Claudio Marcelo Morocho Guamán, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'P' followed by 'N' and 'A'.

Ing. Paúl Narváez

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios y Nuestra Madre Santísima sin ellos nada es posible. Agradezco a toda mi familia por el apoyo brindado durante estos años, en especial a mis padres por los valores inculcados, ya que ellos son nuestro primer centro de aprendizaje, por sus consejos y enseñanzas.

A todas las personas que integran esta prestigiosa institución, en especial a sus docentes por la entrega total de sus conocimientos y valores impartidos, millón gracias.

Al Ing. Paúl Narváez, por la guía y apoyo brindado durante el desarrollo de la tesis y de esta manera, poder culminar con éxito, eternamente agradecido.

John Patricio Monserrate Freire

DEDICATORIA:

Este trabajo dedico a quienes lo hacen posible todo, a Dios y Nuestra Madre Santísima, quienes son luz y guía de mis pasos en esta vida.

De manera especial dedico este proyecto a las personas que siempre estuvieron a mi lado, que muchas veces lo dejaron todo con el único propósito de que logre culminar mi carrera, a esas personas que dejando a un lado su descanso siempre estuvieron brindándome su apoyo, mis queridos Padres y hermana, este esfuerzo es por ustedes y para ustedes.

Dedico este trabajo también a mis abuelos, a mis tíos, a mis tías, a mis primos, a mis primas, a mis amigos, a mis amigas, a mi enamorada Ing. Priscila Jaya, a mis Compadres, personas que confiaron en mí y que en momentos difíciles siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo.

John Patricio Monserrate Freire

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber permitido culminar con éxito la carrera, dándome las fuerzas necesarias en los momentos más difíciles. De igual forma a mis padres por inculcarme valores esenciales y enseñarme que para triunfar en la vida siempre debemos de esforzarnos al máximo, para así poder alcanzar nuestras metas que nos proponemos para nuestro futuro.

También a la Universidad Politécnica Salesiana por haber abierto sus puertas para realizar mis estudios superiores, brindando conocimientos de sabiduría y los principales valores que hacen a una persona de un buen porvenir y responsable, y a todas las personas que de una u otra manera aportaron con sus conocimientos y experiencias para la culminación de este proyecto en especial al Ing. Paul Narváez por su apoyo constante.

Claudio Marcelo Morocho Guamán

DEDICATORIA:

Antes de todo dedico este trabajo a Dios quien a guiado mis pasos e iluminado mis senderos cuando mas oscuro ha estado y me ha dado la fortaleza para que nunca caiga y nunca pierda la fe.

De igual forma a mis padres, a mis hermanos, apoyos fundamentales en mi vida ya que sin el apoyo constante de ellos no hubiera sido posible la culminación de mi carrera, cuyas persona que están a mi lado día a día apoyándome y cuidándome sobre todas las cosas.

Claudio Marcelo Morocho Guamán

RESUMEN

En el capítulo uno se realizó un estudio de los sistemas del grupo diferencial en el cual explicamos la necesidad del diferencial en el vehículo, con su respectiva estructura y constitución del mecanismo diferencial, y en cuanto respecta a su funcionamiento tanto sea del grupo cónico y grupo diferencial, aplicado en diferentes situaciones de manejo como son: línea recta y en curva (derecha y izquierda), por lo cual necesitaremos de la ayuda de los diferenciales autoblocantes los cuales se clasifican en mecánicos, de deslizamiento limitado por discos de fricción, torsen y de deslizamiento controlado electrónicamente.

En este capítulo, posee el análisis de los diferentes sistemas de asistencia y regulación antideslizamiento que incorporan los vehículos, para realizar su clasificación se hace mediante condiciones dinámicas a la que están sometidos los vehículos como son arranque, marcha y frenada, conjuntamente con sus respectivos elementos que componen el sistema de control de tracción.

Continuamente en el capítulo dos, nos enfocamos en realizar el análisis de diseño y construcción de los bancos didácticos, para calcular los esfuerzos torsionales, factor de seguridad y el desplazamiento por efecto de la carga, lo cual se realizó mediante la ayuda de las herramientas informáticas como el software de diseño Autodesk Inventor.

En el capítulo dos se indica claramente como se realizó paso a paso los diferentes procesos de construcción como son: trazado, corte y soldadura. También se indica el seccionamiento del puente posterior y tambor de frenos para visualizar el funcionamiento de los respectivos elementos.

Con respecto al tercer capítulo, consta del desarrollo de una guía didáctica, el cual se logró mediante la ayuda de herramientas informáticas como son: Power Point, Adobe Reader y Windows Movie Maker.

Esta guía didáctica consta de teoría, gráficas y videos explicativos de cada tema relacionado al estudio del diferencial.

INDICE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA:	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA:	VII
RESUMEN	VII
INDICE.....	IX
ÍNDICE DE GRAFICOS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII

Pagina

CAPITULO I.....	1
ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DEL GRUPO DIFERENCIAL.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 NECESIDAD DE UN MECANISMO DIFERENCIAL.....	1
1.2 ESTRUCTURA DE UN PUENTE TRASERO RÍGIDO.....	3
1.3 CONSTITUCIÓN DEL MECANISMO DIFERENCIAL.....	4
1.4 FUNCIONAMIENTO DEL DIFERENCIAL.....	5
1.4.1 FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO CÓNICO	6
1.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO DIFERENCIAL.....	7
1.5 DIFERENCIALES AUTOBLOCANTES.....	8
1.5.1 TIPOS DE SISTEMAS AUTOBLOCANTES.....	9
1.6 CONTROL DE TRACCIÓN ELECTRÓNICA	28
1.6.1 CLASIFICACION DE SISTEMAS.....	30
1.6.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE CONTROL DE TRACCIÓN	32

CAPÍTULO II.....	41
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL BANCO DIDACTICO DEL DIFERENCIAL.....	41
INTRODUCCION	41
2.1 SELECCIÓN DEL MOTOR ELECTRICO.....	41
2.2 CALCULO DE LA CAJA REDUCTORA.....	44
2.3 ANALISIS DE LA ESTRUCTURA	50
2.3.1 SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	50
2.3.2 UBICACIÓN DE ESFUERZOS	50
2.4 SIMULACIÓN	51
2.4.1 TENSIÓN DE VON MISES	52
2.4.2 DESPLAZAMIENTO ESTATICO	52
2.4.3 FACTOR DE SEGURIDAD	53
2.4.4 CONCLUSIONES DE LA SIMULACIÓ	54
2.5 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	55
2.5.1 PROCESO DE TRAZADO, CORTE Y SOLDADURA	55
 CAPITULO III	
ELABORACIÓN DE MATERIAL MULTIMEDIA DE LOS BANCOS DIDÁCTICOS FUNCIONALES DEL GRUPOS DIFERENCIAL.....	60
INTRODUCCION.....	60
3.1CONTENIDO Y MODO DE USO.....	60
3.1.1INTRODUCCION.....	61
3.1.2 ESTRUCTURA DE UN PUENTE TRASERO RIGIDO.....	62
3.1.3 CONSTITUCION DEL MECANISMO DIFERENCIAL.....	62
3.1.4 FUNCIONAMIENTO DEL DIFERENCIAL.....	64
3.1.5 DIFERECIALES AUTOBLOCANTES.....	64

3.1.6 CONTROL DE TRACCION ELECTRONICA.....	65
3.2 FUENTES.....	65

ÍNDICE DE GRAFICOS

Figura 1. 1 Recorrido de las ruedas en una curva	2
Figura 1. 2 Despiece del puente trasero	3
Figura 1. 3 Mecanismo del diferencial	4
Figura 1. 4 Esquema del diferencial y función.....	5
Figura 1. 5 Esquema del grupo cónico	6
Figura 1. 6 Diferencial en línea recta.....	6
Figura 1. 7 Diferencial en curva.....	7
Figura 1. 8 Reparto del par de tracción con suelo deslizante.....	8
Figura 1. 9 Reparto del par de tracción entre las ruedas.....	8
Figura 1. 10 Detalle del posicionamiento del eje deslizante.....	10
Figura 1. 11 Esquema interno de un viscoacoplador.....	11
Figura 1. 12 Posición del viscoacoplador en la transmisión	12
Figura 1. 13 Esquema de unión de un diferencial convencional con un viscoacoplador.....	13
Figura 1. 14 Esquema interno de un viscoacoplador con tren de engranajes epicicloidal.....	14
Figura 1. 15 Despiece del viscoacoplador	14
Figura 1. 16 Esquema interno del diferencial viscoso para eje delantero o trasero	15
Figura 1. 17 Diferencial de acoplamiento viscoso	15
Figura 1.18 Transmisión trasera con diferencial autoblocante viscoso.....	15
Figura 1.19 Diferencial autoblocante por discos de fricción.....	16
Figura 1. 20 Estructura interna de un diferencial autoblocante por discos de fricción	17
Figura 1. 21 Despiece del diferencial autoblocante.....	18
Figura 1. 22 Vista en corte de un diferencial Torsen.....	19

Figura 1. 23 . Engranajes internos del Torsen.....	19
Figura 1. 24 Esquema completo del diferencial Torsen para eje delantero o trasero	20
Figura 1. 25 Diferentes modelos de diferenciales Torsen	21
Figura 1. 26 Autoblocante deslizamiento vs torsen.....	22
Figura 1. 27 Sistema Haldex	23
Figura 1. 28 Esquema de funcionamiento de un acoplamiento Haldex	24
Figura 1. 29 Haldex LSC	25
Figura 1. 30 Componentes del sistema Haldex.....	26
Figura 1. 31 Esquema de control de tracción.....	27
Figura 1. 32 Comportamiento del sistema de tracción	28
Figura 1. 33 Esquema de los sensores de velocidad.....	31
Figura 1. 34 Sensor de la rueda	32
Figura 1. 35 Captador inductivo.....	33
Figura 1. 36 Sensor de tipo HALL	34
Figura 1. 37 Central electrónica	35
Figura 1. 38 Unidad Hidráulica.....	36
Figura 1. 39 Unidad Hidráulica.....	37
Figura 1. 41 Testigos TCS	38
 Figura2. 1 Sistema de potencia por caja reductora	 43
Figura2. 2 Seccionado de la funda del puente posterior (Vista posterior).....	44
Figura2. 3 Diseño de la Estructura.....	48
Figura2. 4 Distribución de Esfuerzos.....	49
Figura2. 5 Tensión de Von Mises	50
Figura2. 6 Desplazamiento	51

Figura2. 7 Factor Seguridad	51
Figura2. 8 Trazado de las medidas.....	54
Figura2. 9 Corte de los elementos.....	54
Figura2. 10 Soldadura de los elementos.....	55
Figura2. 11 Limado y Pintado de los elementos del sistema	55
Figura3. 1 Presentación de material multimedia.....	57
Figura3. 2 Introducción.....	57
Figura3. 3 Estructura de un puente trasero rígido.....	58
Figura3.4 Constitución del mecanismo diferencial.....	59
Figura3.5 Grupo cónico.....	59
Figura3.6 Grupo diferencial	59
Figura3.7 Funcionamiento del diferencial.....	60
Figura3.8 Introducción y tipos de sistemas autoblocantes.....	61
Figura3.9 Icono de activación de video.....	61
Figura3.10 Control de tracción electrónica.....	62
Figura 3.11 Esquema de los sensores de velocidad.....	67
Figura 3.12. Central electrónica.....	68
Figura 3.13 Unidad Hidráulica.....	68
Figura 3.14 Unidad Hidráulica.....	69
Figura 3.15 Presocontacto de seguridad.....	69
Figura 3.16. Testigos TCS.....	70

INDICE DE TABLAS

Tabla2. 1 Características de motores eléctricos.....	41
Tabla2. 2 Lista de Esfuerzos.....	49
Tabla2. 3 Resumen de Resultados	52
Tabla2. 4 Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería.....	52
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	72

CAPITULO I

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DEL GRUPO DIFERENCIAL

INTRODUCCIÓN

El diferencial es un componente de la transmisión situado en la parte final de la cadena de transmisión, inmediatamente antes de los palieres o árboles de transmisión unidos a las ruedas. En los vehículos con la caja de cambios situada junto al eje tractor, suele formar con ésta un bloque. En aquellos cuya tracción está en un eje diferente, va dispuesto en el centro del mismo. Este elemento desempeña tres funciones:

- Actúa como reductor de velocidad, con una reducción que se encuentra habitualmente entre 3 y 4 a 1.
- Permite que la ruedas tractoras de un mismo eje giren a diferente velocidad, por ejemplo, en una curva.
- Transforma el par de lo que recibe de la caja de cambios mediante un solo eje, de forma que lo transmite a dos ejes situados a 180°.

Al no existir un diferencial, el árbol de salida de la caja de cambios estaría acoplado de manera rígida a ambas ruedas permitiendo su giro, como resultado se obtendría un deslizamiento o arrastre en las curvas. Esto produciría un desgaste excesivo de los neumáticos y sería muy complicado el control direccional del vehículo¹.

1.1 NECESIDAD DE UN MECANISMO DIFERENCIAL

Supóngase un vehículo cuya vía (distancia entre las ruedas del mismo eje) en el eje motriz es de 1.400 mm (1,4 m) y el diámetro efectivo de los neumáticos 600 mm (0,6 m).

Cuando este vehículo recorre una curva de 90° con un radio de giro de 20 m para la rueda interior, el radio de la curva para la rueda exterior será:

$$20 + 1,4 = 21,4 \text{ m}$$

¹LUQUE, Pablo y otros. Ingeniería del automóvil: sistemas y comportamiento dinámico/ Thomson. España. 2004.

El recorrido de la rueda interior será:

$$\pi \times d \times 90^\circ / 360^\circ = 3,14 \times 2 \times 20 \times 90 / 360 = 31,4 \text{ m}$$

y el de la rueda exterior:

$$3,14 \times 2 \times 21,4 \times 90 / 360 = 33,60 \text{ m}$$

Como cada rueda avanza en una vuelta:

$$3,14 \times 0,6 = 1,88 \text{ m}$$

el número de vueltas que tiene que dar la rueda interior es:

$$31,41 / 1,88 = 16,70$$

y el de la rueda exterior:

$$33,60 / 1,88 = 17,87$$

Como se puede apreciar, la rueda exterior tiene que dar:

$$17,88 - 16,70 = 1,18$$

vueltas más que la interior para recorrer la curva.²

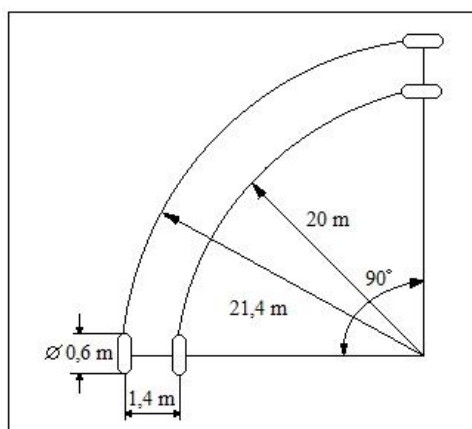


Figura 1. 1 Recorrido de las ruedas en una curva

Fuente: Manual del Automóvil CEAC

² Hermógenes Gil. Manual del Automóvil CEAC. Grupo. Editorial Ceac S.A. España.2003.pag 89

Si las dos ruedas estuvieran montadas rígidamente sobre el mismo eje darían las mismas vueltas, la exterior resultaría arrastrada mientras que la interior rodaría sobre sí misma, y la tendencia del vehículo sería continuar en línea recta. En estas condiciones la estabilidad sería mínima³.

1.2 ESTRUCTURA DE UN PUENTE TRASERO RÍGIDO

En la Figura 1.2 se muestra el despiece de un puente trasero de tipo convencional (rígido), en el cual los palieres o semiejes (9) quedan alojados en las fundas (6), apoyándose por su extremo interior en el conjunto diferencial (5), del cual recibe el movimiento, mientras que por el extremo exterior se apoyan en la funda por medio del rodamiento (8).

A la caja del diferencial (5) se fija la corona (4), que recibe movimiento del piñón de ataque (3), alojado en la carcasa del diferencial, apoyado sobre ella por medio de los cojinetes (1) y (7).

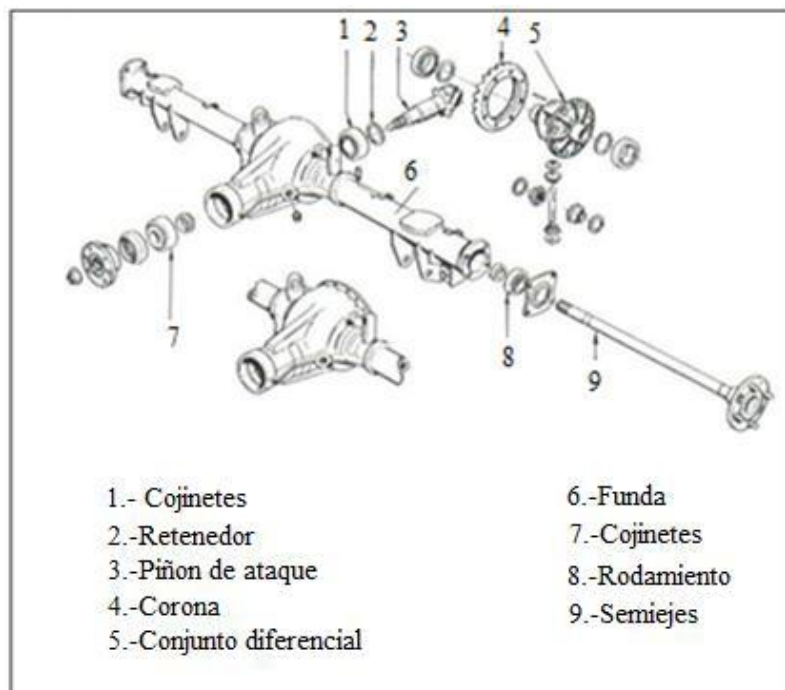


Figura 1. 2 Despiece del puente trasero

Fuente:<http://tuning.deautomoviles.com.ar/articulos/transmisión/diferencial-autoblocante.html>

³ ITEMS.pag 90.

1.3 CONSTITUCIÓN DEL MECANISMO DIFERENCIAL

El diferencial consta de dos grupos:

GRUPO CÓNICO:

- Un piñón de ataque cónico que recibe el movimiento de la caja de cambios y que engrana sobre la corona.
- Una corona cónica que está unida a una caja de satélites.

GRUPO DIFERENCIAL:

- Dos piñones cónicos, llamados planetarios, situados en el interior de la caja de satélites, engranados con los satélites, y unidos a los palier que transmiten el movimiento a la reducción final.
- Dos o cuatro piñones cónicos, llamados satélites, engranados con los planetarios, situados en el interior de la caja de satélites, con sus ejes de giro unidos a la caja.

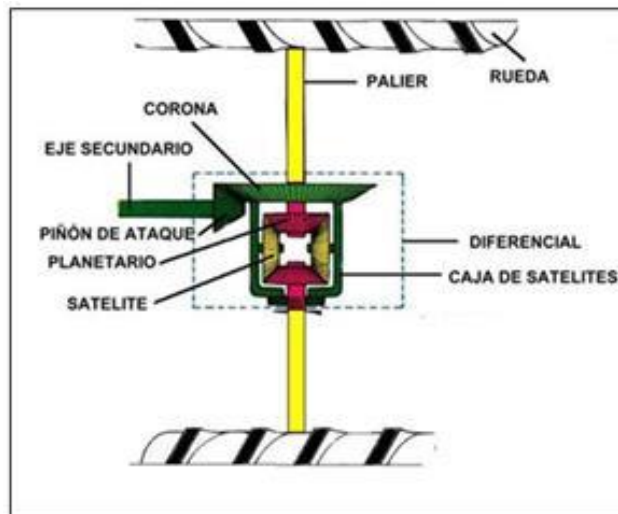


Figura 1. 3 Mecanismo del diferencial

Fuente: <http://tuning.deautomoviles.com.ar/articulos/transmision/diferencial-autoblocante.html>

1.4 FUNCIONAMIENTO DEL DIFERENCIAL

El principal objetivo del diferencial es permitir el movimiento independiente de las ruedas propulsoras sobre una curva, pero en el mismo sentido sin que estas se arrastren o patinen sobre la superficie. Como se pudo observar en la Figura 1. cuando un vehículo se encuentra circulando sobre una curva, la rueda exterior recorre un espacio mayor que la situada en la

parte interna, esto se debe a que las ruedas exteriores describen un radio mayor al de aquella que se encuentran circulando por la parte interna.⁴

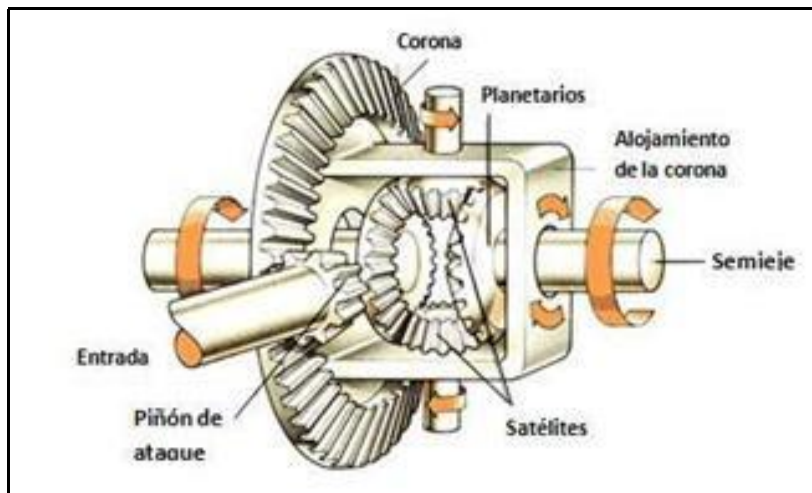


Figura 1. 4 Esquema del diferencial y función
Fuente: <http://www.autotecnic2000.com/>

1.4.1 FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO CÓNICO

La función principal del grupo cónico es permitir la desmultiplicación o reducción, esto variará dependiendo de la relación de dientes entre el cono y la corona. Gracias a esto, se logra la disminución de velocidad angular de giro para obtener como resultado el aumento de par. El piñón de ataque (cono) recibe el movimiento del cardan y la corona empieza a girar impulsada por éste.

⁴<http://www.autotecnic2000.com/>

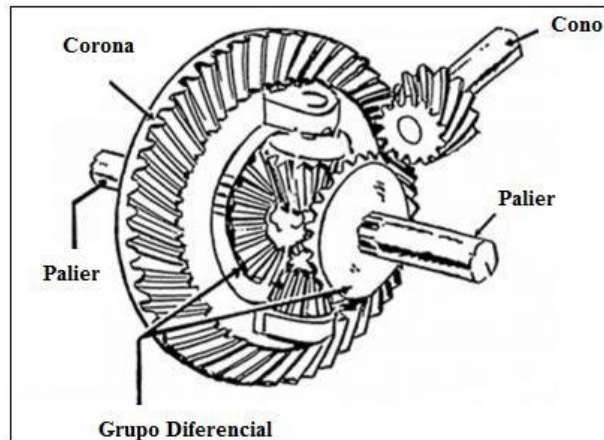


Figura 1. 5 Esquema del grupo cónico

Fuente: http://www.euro4x4parts.com/es/mecanica4x4_action4x4_matthieu_dadillon_grupos_conicos.html

1.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO DIFERENCIAL

Cuando el vehículo va en línea recta el piñón de ataque (cono) recibe el movimiento de la caja de cambios que a su vez lo transmite a la corona, y ésta arrastra a la caja de satélites que está unida solidariamente a ella. Los ejes de los satélites al estar unidos a la caja giran arrastrando a los planetarios, y por tanto, a través de los palieres hacen girar las ruedas. Los planetarios giran en el mismo sentido y velocidad que la corona mientras el vehículo marcha en línea recta.

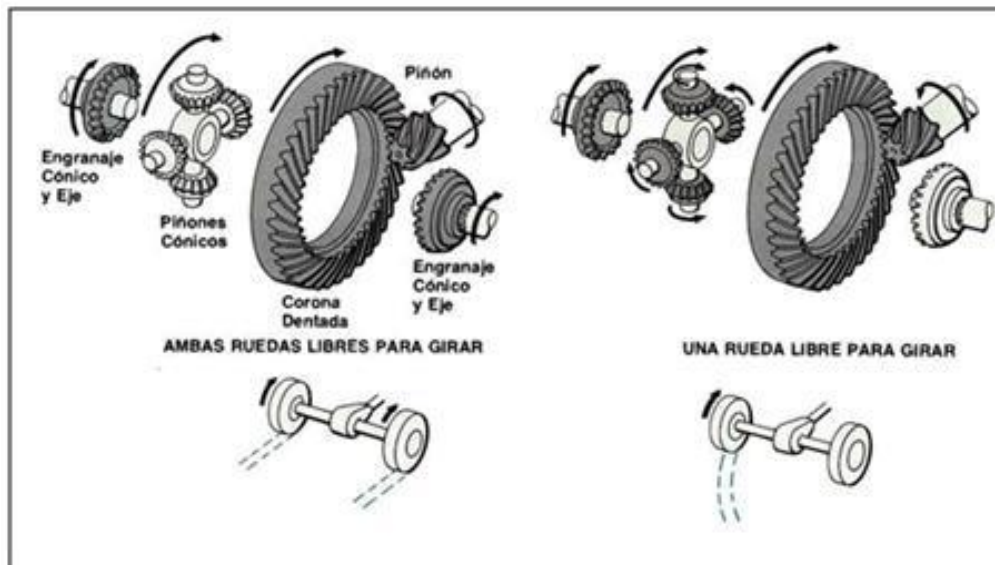


Figura 1. 6 Diferencial en línea recta

Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>

Cuando el vehículo toma una curva, la rueda interior ofrece más resistencia al giro que la exterior, ya que ésta última no puede moverse a la misma velocidad por tener que recorrer un camino mayor.

Al quedar frenada la rueda, frena también el movimiento de su planetario correspondiente y entonces los satélites tienden a rodar sobre él, multiplicando el giro en la otra rueda.

De esta forma, lo que pierde en giro una rueda lo gana en la otra, ajustándose así automáticamente el giro en cada una de ellas por la acción compensatoria de los satélites. Cuando se frena una rueda, ésta se detiene totalmente y automáticamente la otra pasa a dar el doble de vueltas.

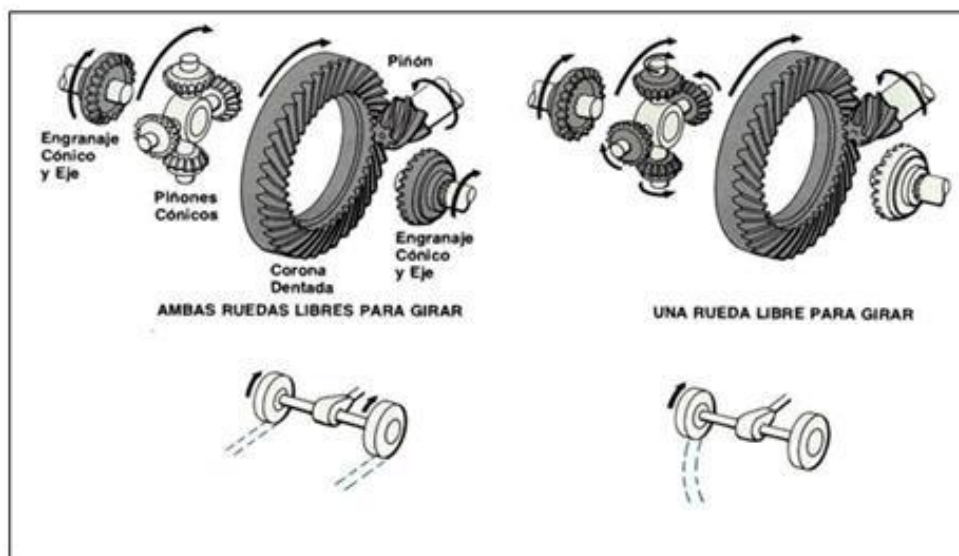


Figura 1. 7 Diferencial en curva

Fuente: <http://tuning.deautomoviles.com.ar/articulos/transmision/diferencial-autoblocante.html>

1.5 DIFERENCIALES AUTOBLOCANTES

En la Figura 8. se puede explicar el instante en que el diferencial actúa como balanza, podemos suponer que una de las ruedas se encuentra circulando por una superficie con poca adherencia (agua, hielo, nieve, etc.), o existe una pérdida de contacto del neumático con la superficie (a consecuencia de un desnivel en la calzada), mientras que la otra no, el efecto balanza del diferencial hace que todo el par motor se dirija hacia la rueda cuya adherencia se encuentra comprometida por los factores antes descritos, haciendo que ésta gire a gran

velocidad mientras que la otra se mantiene estática, como resultado se obtiene una pérdida de tracción del vehículo.

Por este motivo se utiliza el diferencial autoblocante que tiene como objetivo resolver el problema de pérdida de tracción

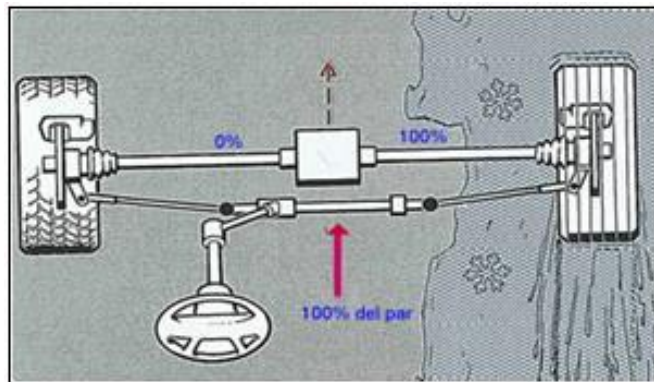


Figura 1. 8 Reparto del par de tracción con suelo deslizante
Fuente:<http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

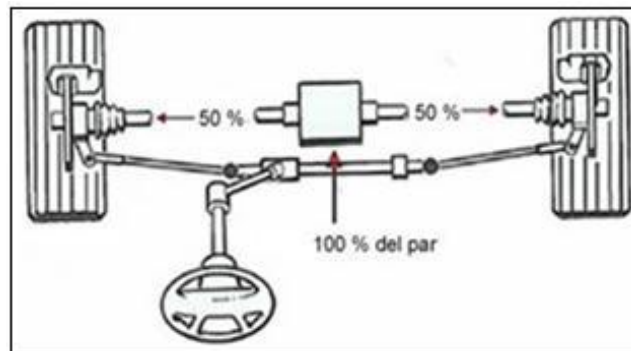


Figura 1. 9 Reparto del par de tracción entre las ruedas
Fuente:<http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Debido al avance de la tecnología, los diferenciales autoblocantes están siendo desplazados por controles de tracción electrónicos.

1.5.1 TIPOS DE SISTEMAS AUTOBLOCANTES

Entre los sistemas autoblocantes más utilizados actualmente son:

- Diferenciales de deslizamiento limitado:
 - Mecánicos

- Viscoso o Ferguson.
- Diferencial de deslizamiento limitado por discos de fricción, □

Diferenciales Torsen,

- Diferenciales de deslizamiento controlado (embragues multidisco HALDEX.)

1.5.1.1 Diferenciales de deslizamiento limitado de tipo mecánico

Este tipo de sistema se suele utilizar en vehículos de gran potencia, por lo general los de tracción trasera, ya que son propensos a perder adherencia durante aceleraciones bruscas en una de sus ruedas, para evitar un deslizamiento que provocaría un sobreviraje se hace necesario la activación de este sistema a un determinado valor.

De esta manera se gana una mejor transmisión de esfuerzo y se evita que la rueda con menos adherencia tenga un patinaje continuo provocando pérdidas de estabilidad.

De los diversos diferenciales autoblocantes (por conos de fricción, por discos de fricción, por acople estriado) el más efectivo es el de discos de fricción. En este sistema se constituyen dos piezas independientes, los discos se entrelazan uno sobre otro, a diferencia de los mecanismos corrientes, donde los elementos forman un solo conjunto con cuatro brazos. Los extremos de los ejes en la zona de acoplamiento con la caja de satélites tienen una forma de V. Estos alojamientos tienen una dimensión mucho mayor a la del eje permitiéndole tener una gran holgura.

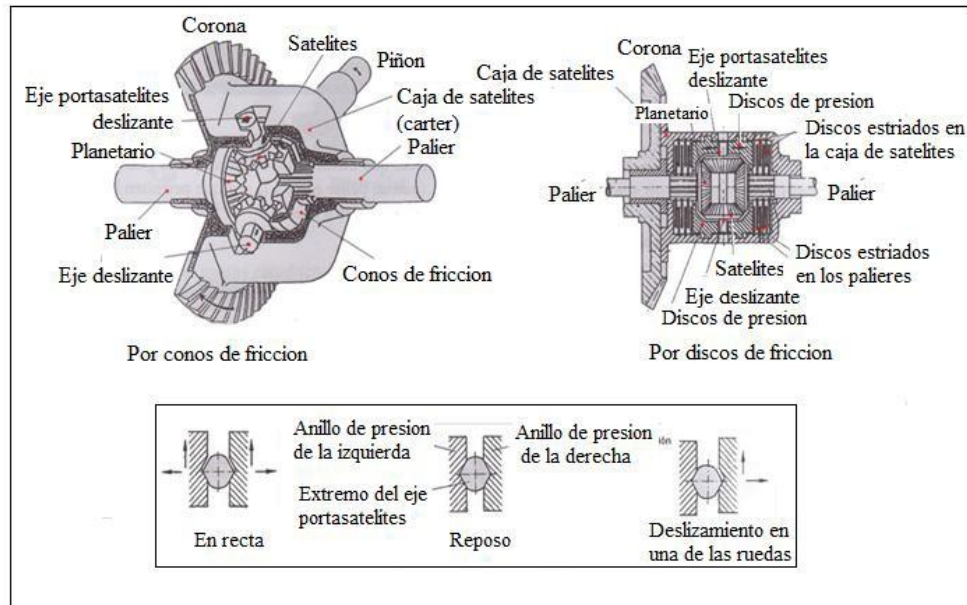


Figura 1. 10 Detalle del posicionamiento del eje deslizante

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Los piñones, satélites y planetarios son semejantes a los de un diferencial convencional. Cada piñón planetario se conecta a bujes estriados, que a la vez se alojan sobre cada mitad de la carcasa diferencial. Entre cada alojamiento y buje estriado, hay un embrague, que se compone por discos de fricción y arandelas elásticas de acero. Los discos de fricción que se encuentran entre el disco de presión y la carcasa, están combinadas, de manera que las que poseen dentado exterior entran en contacto con unas ranuras de la carcasa, y las que poseen dentado interior acoplan con los planetarios.

Cuando las ruedas tienen similar adherencia, los ejes de los satélites que se deslizan sobre las rampas en V, se someten a una fuerza que los hace ubicar en el fondo de la V, Figura 1.10.

Los embragues están diseñados para permitir cierto deslizamiento mientras no suceda una pérdida total de adherencia en una de las ruedas. De esta manera actúa como un diferencial convencional, esto le permite al vehículo que cuando tome una curva, la rueda interior gire menos que la rueda exterior. Al instante que una de las ruedas pierde totalmente la adherencia, la tensión sobre los satélites disminuye.

Deja de existir la posición de equilibrio de los ejes, cuando una de las ruedas que aun posee adherencia comienza a subir por las rampas en V, de esta manera se da un fuerza de empuje sobre el piñón planetario y su cubo estriado, con este movimiento se aprieta el embrague de dicho lado y el piñón planetario se hace solidario a la carcasa diferencial, de esta manera se anula en parte el efecto diferencial.

Los sistemas autoblocantes adquieren importancia a partir de su diseño de bloqueo (los diferenciales convencionales tienen un valor de bloqueo nulo, mientras que los autoblocantes van desde el 25% hasta un máximo de 70%). Estos valores se definen no por la cantidad de par a cada eje, sino en la variación de revoluciones que este genera, es decir, los sistemas autoblocantes permiten el reparto de revoluciones a cada eje, pero se bloquean a un determinado valor.

1.5.1.2 Diferencial viscoso o ferguson

Este diferencial se emplea en vehículos con tracción en las cuatros ruedas, comúnmente se utiliza como un diferencial central. Está formado por una carcasa solidaria al eje de transmisión que contienen unos discos, de los cuales, unos se unen a la carcasa y otros al portadiscos que es solidario al eje de salida, estos discos van alternados, poseen ranuras y perforaciones, a través de ellos pasa la mezcla, aceite siliconado con un 20% de aire, que inunda todo el interior del conjunto.

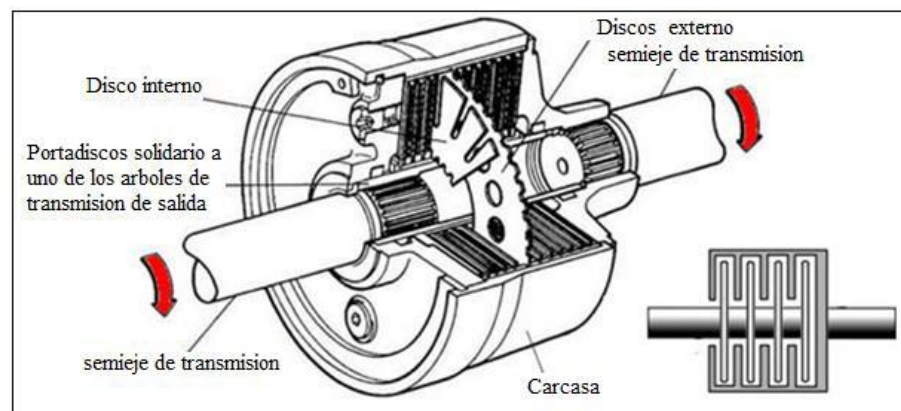


Figura 1. 11 Esquema interno de un viscoacoplador

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Cuando se circula en línea recta, las ruedas posteriores son arrastradas por las que reciben la tracción por medio del contacto con la calzada, formándose una pequeña ayuda de par, por medio del aceite siliconado.

Al perder tracción uno de los ejes, se produce un deslizamiento entre los discos, lo cual genera un aumento de temperatura y presión en el aceite siliconado, de esta manera aumenta la fuerza de cizalladura, y se unen los discos conductores y conducidos, formándose un movimiento solidario entre los dos.

El instante en el que actúa este sistema depende del número de discos, las perforaciones y la cantidad de aire que tenga en la mezcla. Este diferencial es utilizado cuando a un vehículo de tracción delantera se decide añadirle una trasera como ayuda ante una disminución de tracción en el eje delantero.

Una de las desventajas de este sistema, es que la tracción a las 4 ruedas no es constante, debido a que este sistema depende del aumento de temperatura y la diferencia de velocidad entre los discos que la componen, existiría cierto retraso mientras el vehículo comienza a perder tracción y el acoplador empieza a transferir el par de tracción al otro eje.

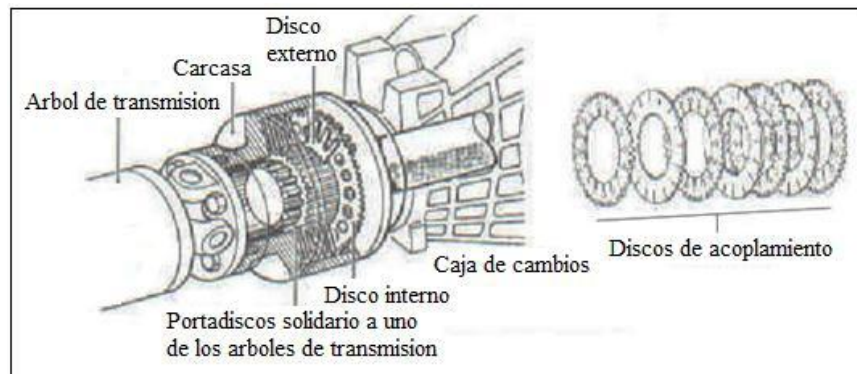


Figura 1. 12 Posición del viscoacoplador en la transmisión

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Para poder utilizar estos sistemas es necesario implementar un embrague automático, que desembrague la tracción al segundo eje en el instante que se produce un frenado, si el vehículo posee ABS podría verse afectado por este sistema, ya que el bloqueo se produce por diferencia de giro entre trenes.

Al implementar un embrague automático cuando se utiliza ABS, permite dar a este embrague la acción de reparto de par, de esta manera se sustituirá el diferencial por un embrague multidisco controlado como el Haldex.

Al usar un viscoacoplador como diferencial central, podría resultar menos eficiente que el sistema Torsen. Como ventaja de utilizar un viscoacoplador es que es barato y compacto, mientras que una de las mayores desventajas es que la tracción total actúa cuando existe una diferencia de tracción entre ejes, debido a la adherencia entre el neumático y calzada, comportándose generalmente como una tracción solo en las 2 ruedas.

Este sistema esta implementado en los siguientes vehículos: Lamborghini Diablo VT, VW Syncro, Porsche 993/996 Carrera 4 y Turbo, Lancia Delta integrale (diferencial central y delantero), Volvo 850 AWD etc.

Una forma de mejora la función del viscoacoplador es combinarlo con un diferencial convencional (como central), de esta manera el viscoacoplador actuaría como diferencial autoblocante, es decir, cuando hay una diferencia de velocidad entre uno y otro eje, éste bloqueará la transmisión a las 4 ruedas. El resultado de esta combinación es que el vehículo posee tracción en las 4 ruedas de manera constante.

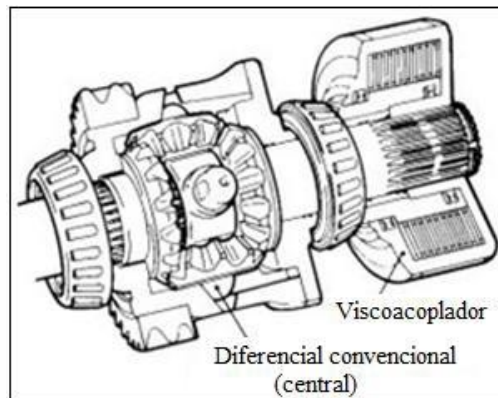


Figura 1. 13 Esquema de unión de un diferencial convencional con un viscoacoplador
Fuente:<http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Otra alternativa es la utilizada en el Mitsubishi 3000GT AWD, sistema viscoacoplador con un sistema de engranajes epicicloidales.

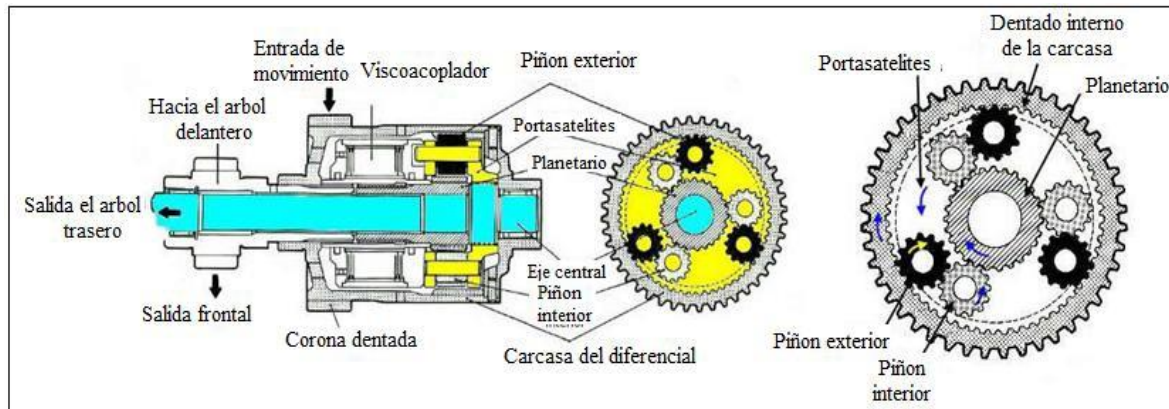


Figura 1. 14 Esquema interno de un viscoacoplador con tren de engranajes epicicloidales
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

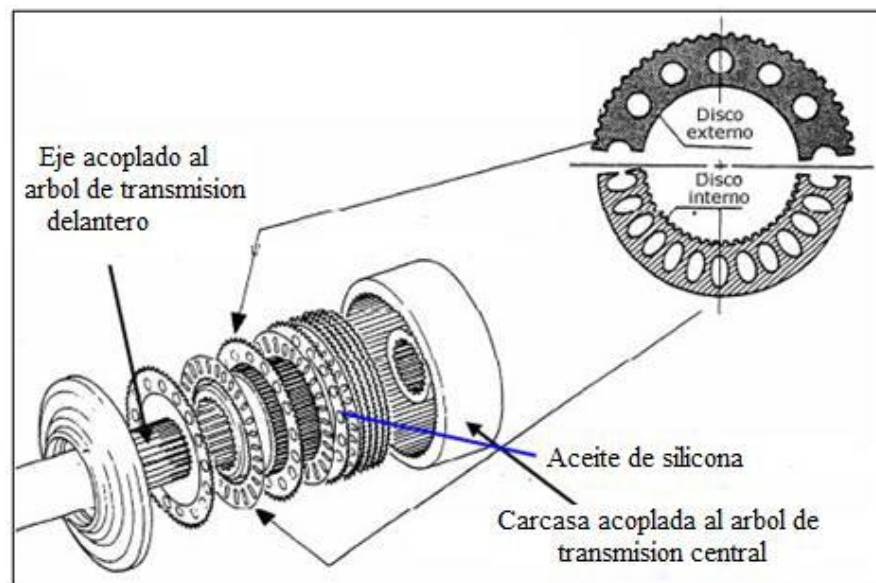


Figura 1. 15 Despiece del viscoacoplador.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

También se puede utilizar como diferencial en el eje delantero o posterior un sistema viscoacoplador, para lograr esto, este sistema se debe unir a la carcasa de un sistema diferencial convencional.

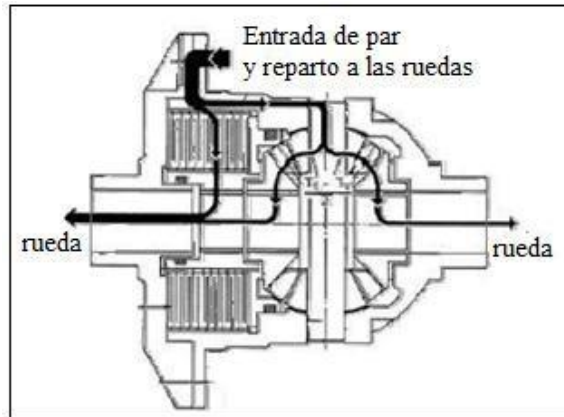


Figura 1. 16 Esquema interno del diferencial viscoso para eje delantero o trasero.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

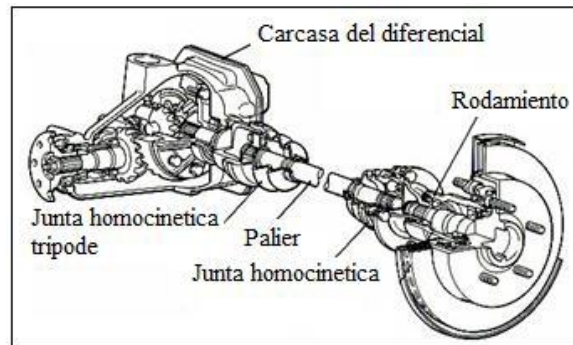


Figura 1. 17 Diferencial de acoplamiento viscoso.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

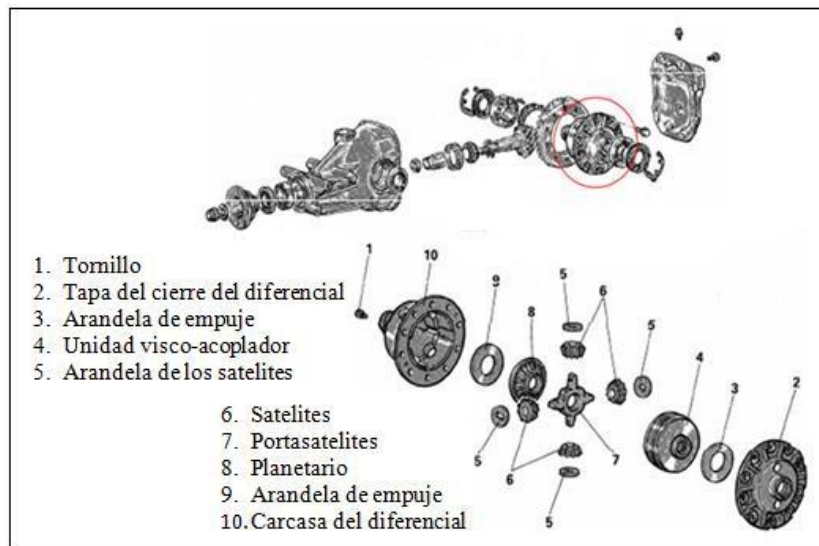


Figura 1. 18 Transmisión trasera con diferencial autoblocante viscoso.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

1.5.1.3 Diferencial de deslizamiento limitado por discos de fricción

Con la ayuda de estos sistemas, se tiene como resultado, mejorar las siguientes formas de marcha de un vehículo:

- Se impide en su mayoría, que una rueda patine durante arranques o durante la marcha sobre una calzada con mala adherencia.
- Al pasar sobre un desnivel en la calzada, se impide que las ruedas patinen.
- En vehículos de gran potencia, se elimina el peligro de patinar al conducir a altas velocidades sobre calzadas con adherencia mínima.
- El sistema autoblocantes de láminas, no necesita de la intervención humana para que funcione, es automático.
- Sobre nieve, hielo, las características de marcha mejoran notoriamente.

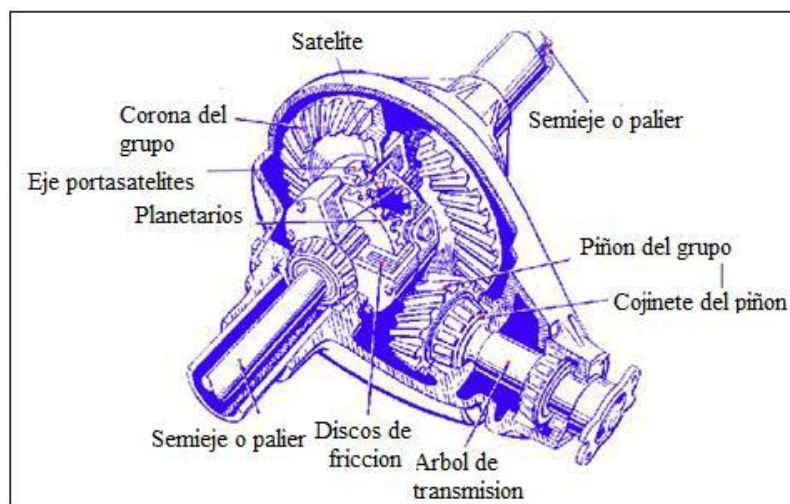


Figura 1. 19 Diferencial autoblocante viscoso

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

El efecto de bloqueo depende de la cantidad de apriete del paquete de discos contra la carcasa del diferencial. El par pasa por el grupo piñón-corona, es transmitido al cárter del diferencial, gracias a los discos de empuje va hacia los porta satélites, de ahí a los satélites, luego a los piñones planetarios y finalmente a los ejes de las ruedas.

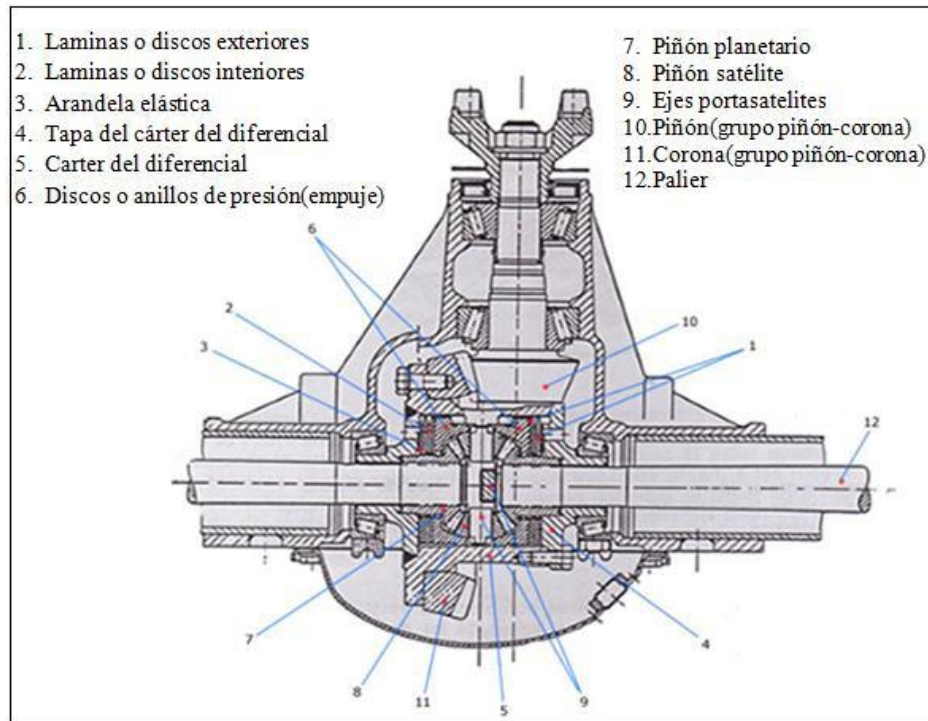


Figura 1. 20 Estructura interna de un diferencial autoblocante por discos de fricción.
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

El efecto de bloqueo no se produce como en un sistema convencional (porta satélites y satélites), se da gracias a los discos de empuje que se encuentran en el cárter diferencial, ya que estos funcionan bajo presión, de manera que no giren entre sí, pero que si les permite desplazarse en dirección axial.

El acoplamiento de los discos interiores y exteriores, dependen de la fuerza de expansión producida por el par de carga aplicada, que va en relación con el par de impulso. El bloqueo se acomoda al par cambiante del motor y al aumento o disminución de par en las distintas marchas.

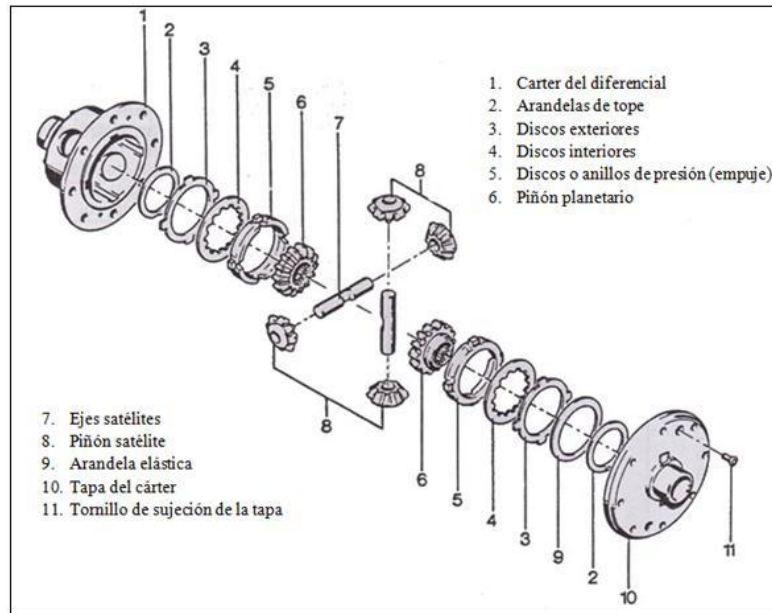


Figura 1. 21 Despiece del diferencial autoblocante

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Estos sistemas tienen acopladas una o dos arandelas elásticas, estas forman un par de bloqueo constante entre los discos, dichas arandelas sirven de ayuda en condiciones extremas, produciendo un bloqueo inmediato, esto representa una gran ventaja cuando la calzada es deficiente y existe una mala adherencia entre el neumático y la calzada.

Los diferenciales autoblocantes se puede decir que son libres de mantenimiento, pero en vehículos de servicio (taxis, policías, etc.) se hace necesario un cambio de aceite cada 30000km.

1.5.1.4 Diferencial torsen

La característica principal de este sistema es que distribuye la fuerza que resulta del motor hacia las ruedas de manera independiente a la rapidez rotatoria de cada uno de los árboles de transmisión. La mayor fortaleza de este sistema, es que, en una curva, puede transmitir mucho más par a la rueda que esta girando menos.

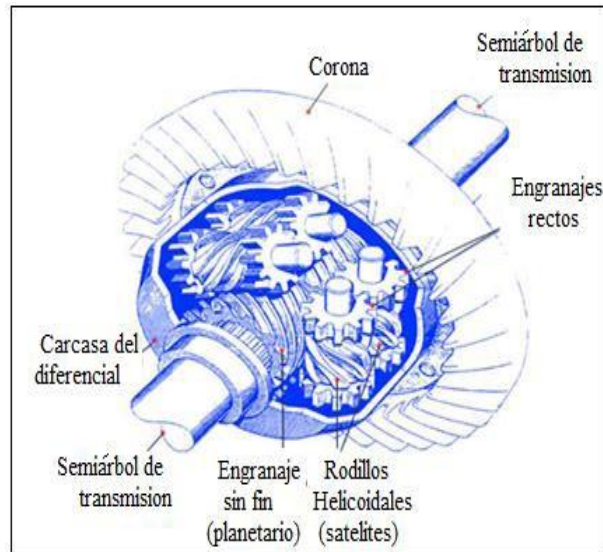


Figura 1. 22 Vista en corte de un diferencial Torsen.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Su funcionamiento se fundamenta en la mezcla de una serie de engranajes de dientes rectos y helicoidales. Se utiliza tres pares de engranajes helicoidales que se unen por medio de dientes rectos que se encuentran en los extremos. Existe un aumento de fricción debido a que las ruedas de dientes helicoidales trabajan como un tornillo sin fin. El grado de resistencia depende del ángulo de inclinación de estas ruedas.

La diferencia de este sistema con uno convencional, es que en éste, se reemplaza los satélites por tres pares de ruedas helicoidales, unidos por piñones de dientes rectos en sus puntas. De igual manera, los planetarios son tornillos sin fin, los mismos que se unen a los engranajes helicoidales

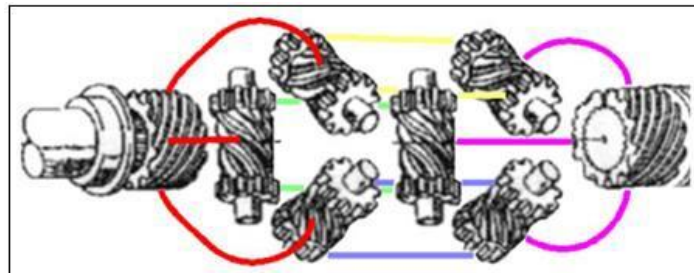


Figura 1. 23 . Engranajes internos del Torsen

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Para permitir la diferencia de velocidad de las ruedas frente a una curva, los satélites se mueven sobre sus ejes acelerándose uno y frenándose otro. Al producirse el deslizamiento de una rueda, los satélites no pueden hacer girar más rápido al planetario debido a su forma de tornillo sin fin. Debido a que los satélites forman parejas, esto impide el movimiento del planetario al existir un deslizamiento.

El ángulo de la hélice, determina la cantidad de par a la rueda que tiene mejor agarre.

Con esto logramos tener siempre el máximo par en la rueda que tenga mejor agarre, sin permitir que la rueda con menor agarre tienda a deslizarse, como resultado tenemos un buen comportamiento en las ruedas sin disminución o pérdida de tracción en una de ellas.

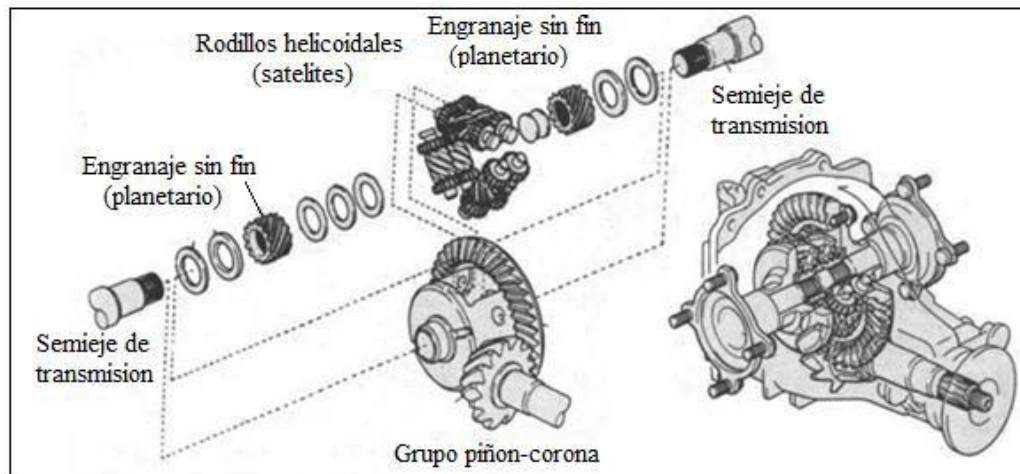


Figura 1. 24 Esquema completo del diferencial Torsen para eje delantero o trasero
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Los diferenciales Torsen tienen la característica de funcionar en aceleración y retención, es decir el diferencial contribuye con par de frenado (retención) a cualquiera de las dos ruedas, sea izquierda o derecha, todo depende de la que tenga el mayor agarre. Estos diferenciales poseen un límite, es decir, cuando el reparto de par ya sea a una o otra rueda llega a su límite, éste se bloquea por completo, siendo el porcentaje de bloqueo diferente, ya sea para aceleración o retención.

Existen distintas clases de diferenciales Torsen, su forma interna varía dependiendo del diseño.

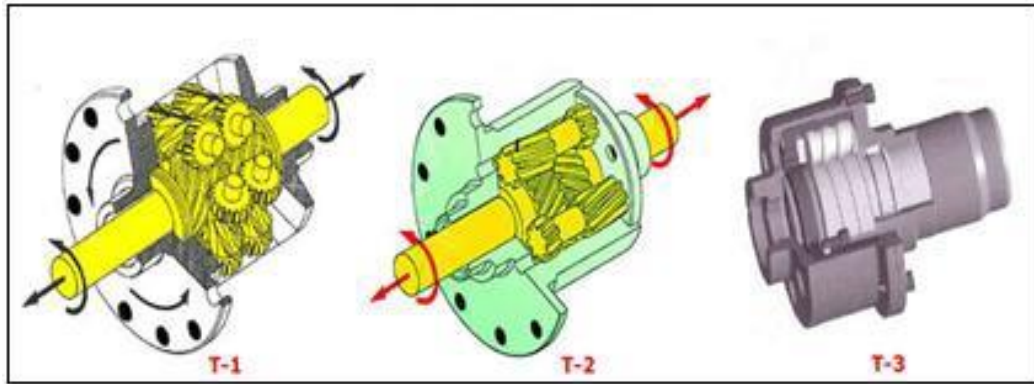


Figura 1. 25 Diferentes modelos de diferenciales Torsen

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Algunas ventajas de utilizar este sistema:

- ☐ Niveles de confort elevados, debido a que el efecto de bloqueo, se genera continuamente, de manera mecánica, encontrándose siempre listo y reaccionando sin escalonamientos.
- ☐ El vehículo nunca pierde su trayectoria.
- ☐ Mientras los pares de fricción sean los suficientes, el diferencial realiza su trabajo de manera imperceptible.
- ☐ El diferencial trabaja de manera automática.
- ☐ Este sistema está libre de desgaste, debido a la forma de sus elementos.

Este sistema trabaja bien al unirse a sistemas de controles de tracción electrónica (ABS/TCS), lo que no sucede con diferenciales de deslizamiento limitado (LSD), en estos sistemas sucede un pequeño deslizamiento antes de actuar este sistema, por lo que la tracción total no es continua, hasta que actúan los sistemas de control de tracción.



Figura 1. 26 Autoblocante deslizamiento vs torsen

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Este sistema permite un reparto exacto y preciso del par enviado por el motor a las 4 ruedas, sin sufrir deslizamiento alguno las ruedas. Puede ser utilizado como diferencial delantero, central o trasero, no entorpece el funcionamiento del sistema ABS.

- ☐ **VENTAJAS:** tracción permanente a las cuatro ruedas, inmediata respuesta ante la pérdida de tracción.
- ☐ **DESVENTAJAS:** no puede ser controlado, costos elevados.

1.5.1.5 Diferenciales de deslizamiento controlados (embragues multidisco haldex)

Este es uno de los sistemas de la familia de los embragues o acopladores multidisco, las diferencias con un viscoacoplador son el tipo de material de los elementos rozantes, el líquido utilizado, y el mecanismo de control. Contienen un paquete de discos conductores y conducidos, en este sistema los discos comunican el movimiento entre sí, por medio de fricción, poseen un sistema hidráulico que los hace actuar como un sistema convencional de embrague.

Una ventaja frente al viscoacoplador, es que puede enviar el par según la cantidad de presión ejercida sobre los discos, no necesita de un deslizamiento previo para que actúe.

Se puede crear entregas de par ya sea a uno u otro eje, con el cambio de marcha, de esta manera se puede enviar mas par, al eje delantero o posterior, dependiendo de la circunstancia de manejo, esto se da por medio de la gestión electrónica que considera los requerimientos del conductor, como también, si existe algún deslizamiento en uno de los ejes.

Se debe tener en cuenta que este sistema funciona en base a la adecuada aplicación de presión sobre los discos, para admitir el paso o no de par hacia las ruedas, ya sea en una curva o, si una de las ruedas esta sufriendo deslizamiento.

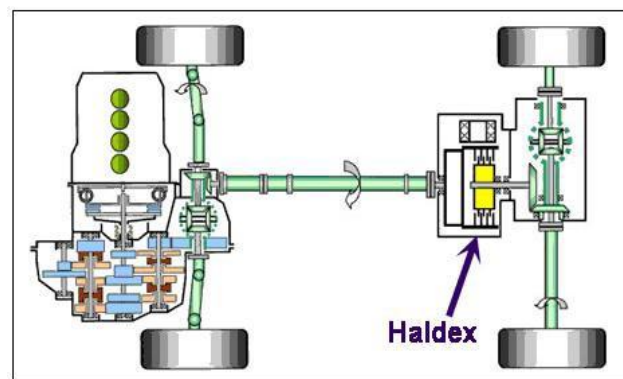


Figura 1. 27 Sistema Haldex

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Si el sistema detecta un deslizamiento más allá del límite permitido, se origina una diferencia de giro en las ruedas. La desigualdad de giro, activa una bomba hidráulica, que ejerce presión sobre un conjunto de discos conectados al motor y otros conectados a las ruedas posteriores. Conforme se ejerce la presión en los discos, es mayor la potencia que toman las ruedas posteriores. La presión que debe ejercer la bomba sobre los discos, es calculada por medio de un contador electrónico. De esta manera, en condiciones normales de operación, el sistema trabaja como si se tratara de un arrastre delantero común. En situaciones extremas las ruedas posteriores podrían ser las únicas que emitan motricidad.

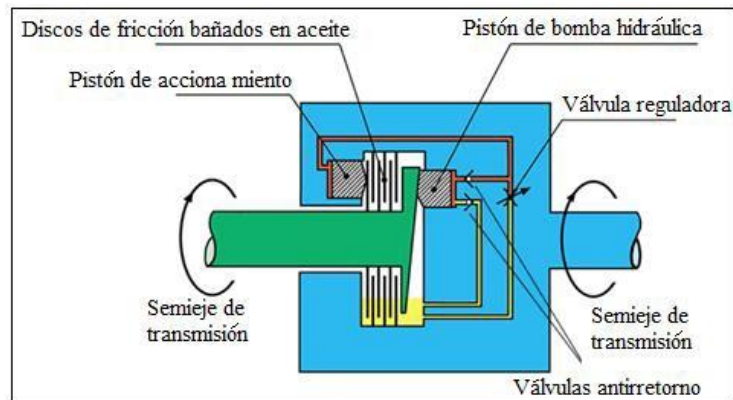


Figura 1. 28 Esquema de funcionamiento de un acoplamiento Haldex
Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>

El origen de trabajo de este sistema, se basa en un grupo de discos que acoplan el diferencial trasero con el árbol de transmisión. Los discos son los encargados de transmitir el par al eje posterior, por medio de un sistema de “autobombeo” que genera una presión sobre ellos. Si no existe una diferencia de giro entre los ejes delantero y posterior, el vehículo se comporta como un sistema de tracción delantera común, si se produce una variación, entra en funcionamiento la bomba que aprisiona los discos, permitiendo la unión entre ambos ejes.

Existe una válvula reguladora, que es controlada por la computadora, ésta es la encargada de determinar el grado de actuación del embrague, por ejemplo, para que la eficiencia del embrague sea total, la válvula deberá estar totalmente cerrada, existirá cierto resbalamiento, si la válvula se encuentra parcialmente abierta, en cambio, si la válvula permanece totalmente abierta, el tren trasero se desconectará.

La actuación del sistema depende, de las condiciones de marcha, registradas por los distintos sensores, ya sean los que se encuentra en el motor, ruedas, y carrocería, la información recolectada llega al procesador a través del CAN-Bus (sistema electrónico de intercomunicación). Los datos se analizan instantáneamente, de esta manera el sistema actuará de manera inmediata frente a las distintas situaciones de manejo.

Se puede destacar ciertas ventajas del sistema Haldex, no origina consecuencias de resistencia en maniobras de estacionamiento, permite circular con neumáticos a distintas presiones, no existe problema si el vehículo es remolcado con un eje levantando sin producirse tensiones en

su interior, lo más importante, se combina muy bien con los sistemas de seguridad (EDS, ABS, ESP), como resultado, dominio completo de los movimientos de los neumáticos contra la calzada.

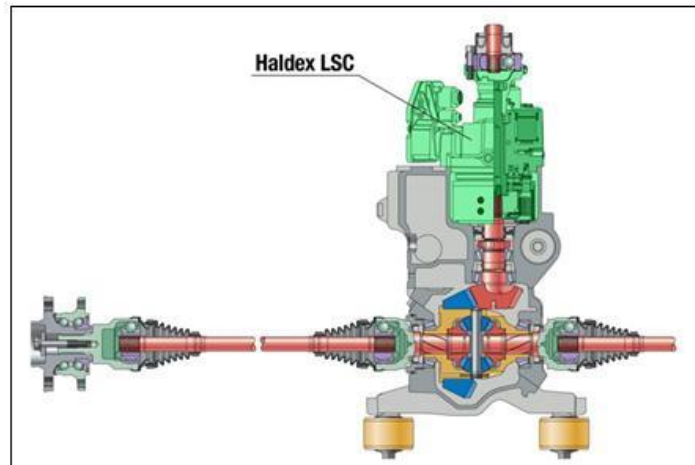


Figura 1. 29 Haldex LSC

Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>

Esta nueva versión es totalmente inteligente, localiza en qué condiciones se encuentra circulando el vehículo y que es lo que necesita el conductor, en comparación con el sistema anterior, el AWD tiene una respuesta mucho más rápida, para que este sistema actúe, se necesita solamente que una de las ruedas directrices derrape un séptimo de vuelta, en ese instante el sistema envía más potencia a las ruedas posteriores.

Como resultado, este sistema, brinda al vehículo una tracción mucho mejor en terrenos complicados, es decir, no hay necesidad de que la ruedas delanteras queden nulas en tracción para que el sistema actúe. Cuanto más complicado se vuelva el terreno, las ventajas en este sistema aumentan con respecto al anterior sistema. El sistema entrega entre 5 y 65 por ciento de la potencia a las ruedas posteriores, todo depende de las circunstancias de manejo. El cambio de cantidad de potencia hacia las ruedas posteriores, se produce de una manera considerablemente rápida, pero suave, sin que el conductor sienta estos cambios.

El AWD se conecta al Multiplex del vehículo. Obteniendo así, una comunicación con los demás sistemas que se encuentran en el vehículo, optimizando la tracción en todo momento en las cuatro ruedas. Esta información involucra al sistema de control de tracción. La repartición

de potencia entre la rueda derecha y la rueda izquierda es tramitada por el sistema de control de tracción, este sistema entra en funcionamiento, solo cuando es necesario, es decir, este sistema frena la rueda que se encuentra deslizando para aumentar la potencia en la otra. Como consecuencia, al combinar el AWD con el sistema de control de tracción, se puede lograr una mejor distribución de la potencia a las ruedas que poseen una mejor tracción en determinado momento.

Al momento de frenar, este sistema se desactiva, permitiendo el trabajo del ABS de manera efectiva, con esto logramos mantener la estabilidad y disminuir las distancias de frenado. Otra forma en que el sistema se puede desactivar, es cuando el Sistema de Control de Tracción y Estabilidad Dinámico detecta un deslizamiento al momento del frenado.

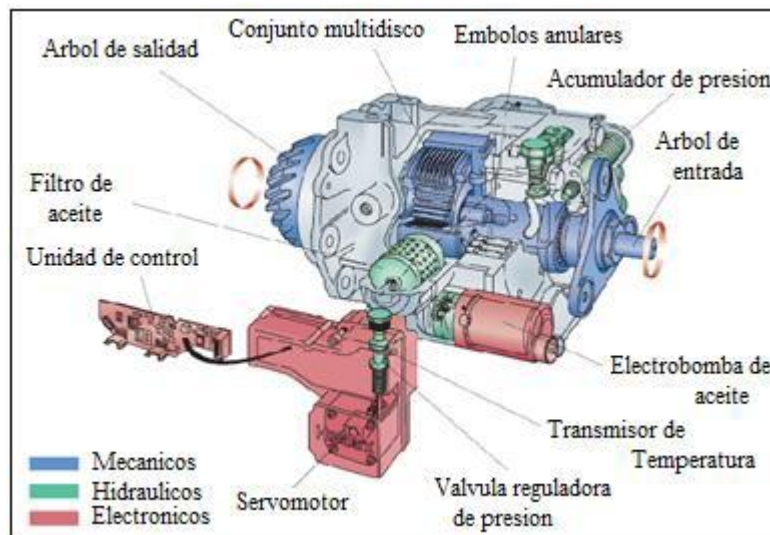


Figura 1. 30 Componentes del sistema Haldex

Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>

El AWD, a través del sistema Haldex, distribuye la potencia a las cuatro ruedas, podemos destacar tres componentes principales:

- ☐ Una Bomba hidráulica,
- ☐ Sistema Haldex y,
- ☐ Una Válvula de Control Electrónica.

La bomba hidráulica es considerada como una unidad, donde carcasa y pistón se conectan a un eje, en tanto que la unidad de control del pistón se une al otro eje. Si los ejes se encuentran girando a la misma velocidad, no se produce bombeo de aceite, en el instante que se produce una diferencia de velocidad, se da inicio al bombeo de aceite. Debido a la estructura interna de la bomba (bomba de pistón), la respuesta a una diferencia de velocidad es inmediata.

La reducción de velocidad se produce, gracias a que el aceite suministrado por la bomba, comprime al embrague. El aceite retorna al depósito por medio de una válvula reguladora de presión, por ende la presión del embrague. El embrague se puede adaptar a distintas formas de conducción, gracias al control electrónico. Debido al control electrónico, el sistema AWD no necesita tratos especiales, por ejemplo, en el remolque o cambio de ruedas.⁵

1.6 CONTROL DE TRACCIÓN ELECTRÓNICA

La principal función de los sistemas de tracción es evitar que una de las ruedas gire a mayor velocidad cuando ésta ha perdido contacto con calzada o cuando por efectos del terreno a perdido tracción.

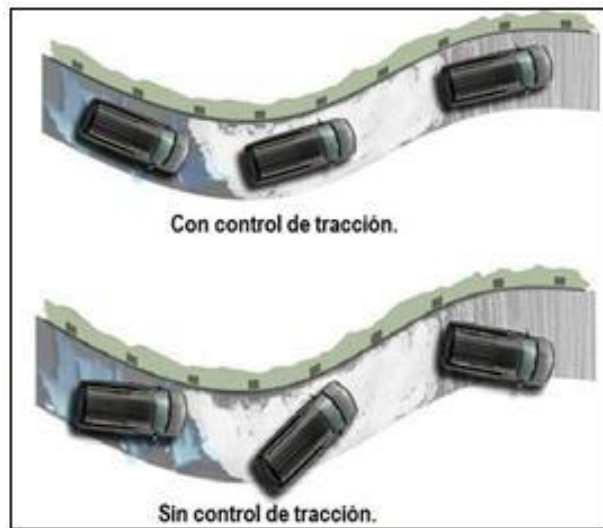


Figura 1. 31 Esquema de control de tracción

Fuente: <http://www.mpa-tech.net/master/traction-control-stability.html>

⁵ <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Estos controles trabajan conjuntamente con el ABS (sistema antibloqueo de frenos), detectando que rueda esta patinando, para frenarla y enviar el exceso de par a la otra rueda, realizando la misma función que un diferencial autoblocante.

Los controles de tracción actúan sobre la potencia del motor, esto se da como un complemento del sistema ABS. Luego de analizar los datos proporcionados por los sensores de las ruedas, la ECU determina si no es suficiente la intervención del ABS para evitar un deslizamiento y posterior pérdida de control, inmediatamente actúa sobre la válvula de la mariposa para que se cierre un poco y de esta manera reducir el par de tracción.

Un ejemplo, si vamos por la carretera a una velocidad de 100 km/h y los neumáticos del lado derecho pasan sobre lodo o arena, si el vehículo no posee un sistema de control de tracción, dichas ruedas sufrirán una pérdida de tracción y como resultado se tiene el aumento de velocidad de giro en ellas. Cuando los neumáticos vuelven a circular por una superficie normal de contacto, se produce la pérdida de control en el vehículo, debido a la diferencia de velocidad que existe entre las ruedas del lado derecho como las del lado izquierdo.



Figura 1. 32 Comportamiento del sistema de tracción

Fuente: <http://www.seguridad-vial.net/traccion.html>

Al poseer un sistema de control de tracción no se produciría dicha diferencia, la computadora detecta que rueda esta sufriendo un aumento de velocidad debido a la pérdida de contacto con

el suelo o porque esta pasando por una superficie de menor adherencia, en ese instante se dejará de enviar fuerza de giro a esa rueda y cuando se vuelva a un comportamiento normal de circulación le permitirá recibir fuerza de giro, por lo tanto, no se producirá la pérdida de control en el vehículo.

1.6.1 CLASIFICACION DE SISTEMAS

Debido a la gran cantidad de sistemas de regulación existentes en el mercado se hace difícil la clasificación de una manera lógica y clara de los sistemas de asistencia y regulación antideslizamiento. Para realizar una clasificación de estos sistemas, se utiliza las condiciones dinámicas a las que puede estar sometida un vehículo, como son: arranque, marcha y frenada.

ARRANCADA:
EDS, ASR, HHC, DAA, HAS
MARCHA:
ACC, ASR, ESP, MSR, CONTRA VOLANTE ASISTIDO ROP, ASISTENTE EN DESCENSO, ESTABILIZACION DEL TREN CON REMOLQUE
FRENADA:
ABS, EBV, ABS PLUS, HBA, HVV, FROM ASISTA, ESP SOBREALISTENCIA

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
ARP ROP - Roll Over Prevención	Prevención de vuelco
ACC	Control de cruce adaptativo
AWV1	Reducción del recorrido de parada 1
AWV2	Reducción del recorrido de parada 2
ABS	Sistema antibloqueo de frenos
ASR	Regulación antideslizamiento de la tracción
AHA Auto-Hold	Control de ascenso en pendiente
DSR	Control de volante asistido

DAA	Sistema de arracada asistida dinámica
EPB	Freno de estacionamiento electromecánico
DAA	Sistema de arracada asistida dinámica
EPB	Freno de estacionamiento electromecánico
EBV	Distribución electrónica de la fuerza de frenado
EDS	Bloqueo diferencial electrónico
ESP	Programa electrónico de estabilización
ABS plus	Sistema antibloqueo de frenos ampliado
ESBS	Sistema electrónico de estabilización en frenada
FBS Overos	Sobre asistencia
FSA_GMA GMB	Influencia sobre el par de guiñada
HDC	Asistente en descenso
HHC	Asistente de arrancada en subida
HSA	Arrancada asistida en subidas, Touareg y T5
HVV	Retención máxima del eje trasero
HBV	Servofreno hidráulico
HBA	Servofreno de emergencia hidráulico
MSR	Regulación del par de inercia del motor
RBS BSW	Secado de discos de freno
RAB Perfil	Precarga de frenos
ROP	Prevención de vuelco

1.6.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE CONTROL DE TRACCIÓN

Este sistema combina la mayor parte de los elementos que se compone el sistema ABS, entre los cuales tenemos:

- ☐ Sensores de velocidad en las ruedas, ☐
- Central electrónica,
- ☐ Unidad hidráulica,
- ☐ Bloque de electroválvulas,
- ☐ Presocontacto de seguridad en la cámara de amplificación, ☐
- Testigos de TCS y TCS CONTROL.

1.6.2.1 Sensores de velocidad en las ruedas

Mediante las señales de los sensores de velocidad de giro de las ruedas se logra que las unidades de control de los sistemas ABS, ASR y ESP deriven la velocidad de rotación de las ruedas (número de vueltas), de esta manera lograr que no se produzca el bloqueo o el patinaje de las ruedas y permitir asegurar la estabilidad y dirección del vehículo. Obteniendo así que los sistemas de navegación calculan la distancia recorrida.

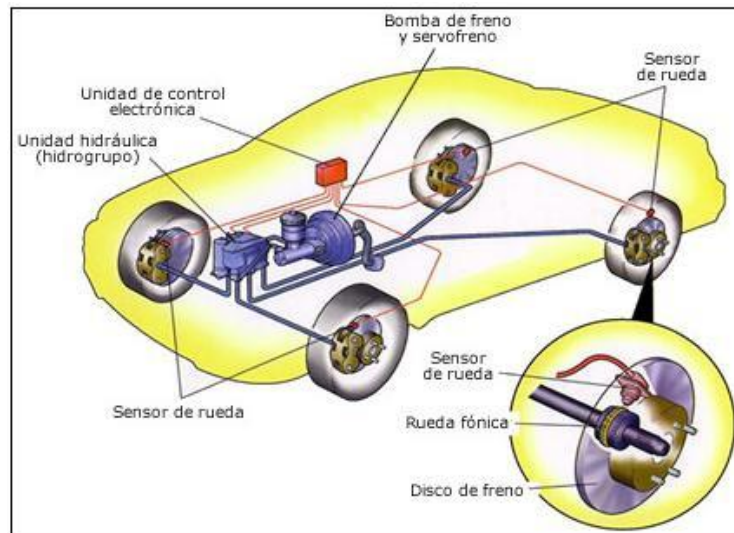


Figura 1. 33 Esquema de los sensores de velocidad

Fuente: <http://www.mecánicavirtual.org>

1.6.2.2 Sensores inductivos

Estos elementos son los encargados de detectar en que momento se produce un giro o movimiento de la rueda. Se ubican en cada una de ellas, son sensores de tipo inductivo, que se enfrentan a una rueda dentada o rueda fónica.

El captador inductivo se compone de dos elementos, una parte fija (imán) y otra móvil (rueda fónica), la rueda dentada se mueve solidaria a la rueda, al producirse el movimiento de la rueda dentada, ésta provocará una variación en la resistencia magnética que se crea entre los polos positivo y negativo del imán. El cambio de la resistencia magnética de manera variada, es directamente proporcional al movimiento de la rueda del vehículo.

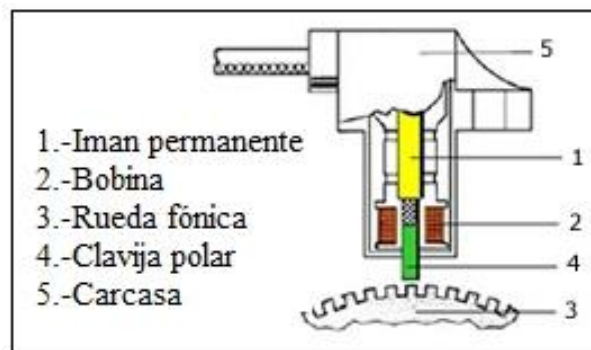


Figura 1. 34 Sensor de la rueda
Fuente: [http:// www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)

Estas variaciones las reconoce la central de control, la cual usa la frecuencia y así determina la velocidad de giro de la rueda. Un nivel de frecuencia y tensión alto, demuestran alta velocidad de giro de la rueda, al contrario, un nivel de frecuencia y tensión bajo, demuestra una baja velocidad de giro de la rueda. Como ejemplo citaremos un vehículo de tracción delantera, en la que las ruedas delanteras sufren un patinazo, en ese instante se produce un aumento en la velocidad de giro de las ruedas, mientras que las ruedas posteriores siguen su giro normal, las señales que emiten los sensores de velocidad las recibe la unidad de control, esta información se la puede representar con la siguiente grafica:

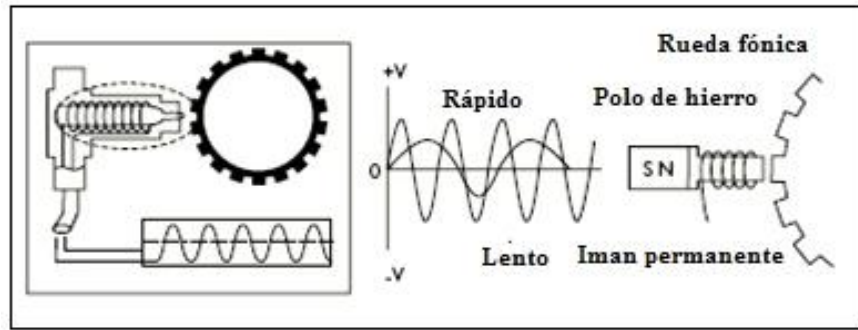


Figura 1. 35 Captador inductivo

Fuente: http://tec.upc.es/eau/Control_Traccion.pdf

Ventajas de los sensores inductivos

- Bajos costes de fabricación,
- Alta estabilidad a perturbaciones: baja resistencia interna estática (más elevada en modo dinámico), ninguna electrónica local (pasividad eléctrica) que haya de ser protegido.
- Ningún problema en caso de derivas de la tensión continua (principio de medición dinámico).
- Amplio margen de temperaturas (depende sobre todo de la masa de llenado).

Desventajas

- Límites de reducción del tamaño constructivo en caso de tecnología de bobinado convencional.
- Señal de salida dependiente de la velocidad de rotación, no sirve para movimientos casi estáticos.
- Sensibilidad a variaciones del entrehierro.

1.6.2.3 Sensores magnetostáticos

Para conseguir la detección casi estática de la velocidad de rotación se puede realizar con exactitud mediante sensores magnetostáticos.

La diferencia de estos sensores es que han logrado miniaturizar al sensor y poseer integrados, es decir que la amplificación y el tratamiento de las señales se localizan en ellos mismos.

El inconveniente de estos sensores radica en el margen de temperatura de funcionamiento ya que poseen elementos de silicio, los cuales no alcanzan resistir temperaturas tan altas como el resto de los elementos. Estos sensores trabajan alrededor de unos 12 voltios. El funcionamiento de los sensores magnetostáticos se basa en el principio de Hall.

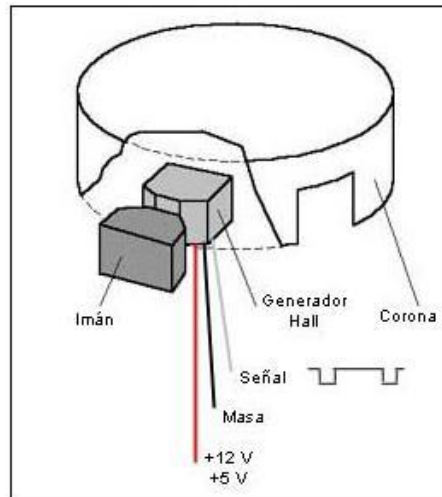


Figura 1. 36 Sensor de tipo HALL

Fuente:<http://autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=85>

Al momento de hacer pasar un sensor de campo magnético a través de un campo magnético cambiante permitirá variar la tensión de Hall, es decir obtenemos la variación de la resistencia. Si logramos que pasen rápidamente ante el sensor de campo magnético los campos de polaridad alterna en el anillo de referencia, por lo cual varía la tensión de Hall. Con este tipo de sensor se podrá calcular el régimen y la velocidad de las ruedas analizando la frecuencia con que varía la tensión.

Ventajas e inconvenientes

- ☐ Estos tipos de sensores suministran un resultado uniformemente exacto en todo el margen de medición, porque la intensidad de la señal no depende del régimen, sino que viene determinada por corrientes definidas.
- ☐ El inconveniente es que presentan unas condiciones menos propicias para comprobarlos con un óhmetro.

1.6.2.4 Central electrónica

La ECU recibe las señales de los sensores y permite la activación de las electroválvulas y motor-bomba. Con estos datos, la ECU puede determinar si existe o no un patinaje en alguna de las ruedas y a su vez, autorizar la activación del TCS.



Figura 1. 37 Central electrónica

Fuente: <http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/t-cnica-qu-es-y-c-mo-funciona-el-esp>

La ECU debe distinguir las distintas situaciones en las que se activa el TCS o el ABS, para el TCS la ECU debe detectar si existe un incremento anormal de la velocidad de giro de una de las ruedas, mientras que para el ABS debe detectar si existe un bloqueo en una de las ruedas. Para lograr este fin, la computadora analiza el progreso de las señales emitidas por los sensores en determinadas situaciones.

Un ejemplo claro de esto se da durante el arranque, si la señal que se envía de cada rueda va aumentando de manera progresiva, se dice que es un arranque normal, caso contrario, si las señales enviadas son de una manera violenta, se puede decir que esta sucediendo un patinaje. Una vez detectada esta anomalía, la computadora del TCS determina que rueda esta patinando y para contrarrestar esta situación activa los frenos para lograr una rapidez de giro normal.

1.6.2.5 Unidad hidráulica

La unidad hidráulica es la encargada de ejecutar las órdenes emitidas por la unidad de control. Va ubicada en el habitáculo del motor, entre el cilindro maestro y los cilindros que actúan en cada una de las ruedas.



Figura 1. 38 Unidad Hidráulica

Fuente: <http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/t-cnica-qu-es-y-c-mo-funciona-el-esp>

La unidad hidráulica es un conjunto de electroválvulas de entrada y salida que permiten enviar la presión de frenado necesaria para cada rueda.

Este grupo de electroválvulas mandan líquido a presión a la pinza de freno de la rueda que se acelera inesperadamente.

La encargada del control eléctrico, electrónico y de todas las funciones de regulación del sistema es la unidad de control hidráulico.

1.6.2.6 Bloque de electroválvulas

Los elementos que componen una electroválvula son, un solenoide o bobina y una pieza metálica móvil de libre desplazamiento cuando se activa la válvula. Existen dos tipos de válvulas utilizadas en este sistema:

- ☐ Normalmente abierta: en situaciones de frenado convencional y con ABS, o en un sistema de ABS normal sin control de tracción, concede el paso de alta presión, que va desde el conjunto bomba-acumulador hacia la válvula principal.
- ☐ Normalmente cerrada: Únicamente se abre cuando entra en funcionamiento el TCS, para transmitir alta presión a la válvula principal.

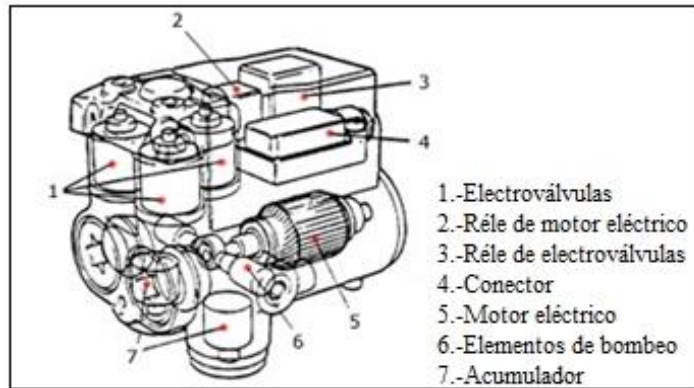


Figura 1. 39 Unidad Hidráulica

Fuente:<http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs>

1.6.2.7 Presocontacto de seguridad en la cámara de amplificación

La llegada de presión (mientras funciona el control de tracción) a la cámara de amplificación, es detectada por medio del presocontacto. Cuando el conductor pisa el pedal del freno, permite el paso de alta presión a la cámara de amplificación. El presocontacto es un complemento del sistema de frenado que detecta cuando se pisa el pedal del freno.

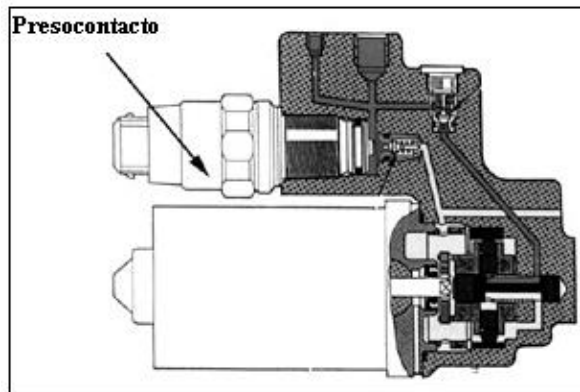


Figura 1. 40 Presocontacto de seguridad

Fuente:http://www.autotecnic2000.com/default.asp?c=cont_mues_for&ap=FOR&desc=FORMACI%D3N&cual=CAPPAC1600A00XS0TN1

1.6.2.8 Testigos de tcs y tcs control



Figura 1. 41 Testigos TCS

Fuente:http://tec.upc.es/eau/Control_Traccion.pdf

En el panel de instrumentación se distinguen dos señalizaciones que se relacionan con el TCS:

- ☐ TCS: Esta luz se enciende en dos situaciones, cuando el sistema de antideslizamiento esta listo para funcionar, y cuando aceleramos de una manera brusca
- ☐ TCS CONTROL: Únicamente se enciende cuando abrimos el swicht y se apaga automáticamente cuando termina el autotesteo. Si esta luz indicadora se encendiera en otras circunstancias, significa que hay un problema en el sistema de tracción.

El TCS es un sistema que trabaja de manera automática, pero podemos anular el sistema por medio de un interruptor, esto se puede hacer en situaciones particulares (conducción en nieve), pero debemos tomar en cuenta que este sistema se lo puede desactivar cuando circulamos a mínimas velocidades (menos de 60 km/h).

CAPÍTULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO DEL DIFERENCIAL.

INTRODUCCION

En este capítulo se explica el diseño y construcción de los bancos didácticos funcionales, los cuales permiten efectuar pruebas y demostraciones de funcionamiento de forma similar a como se produce en un vehículo.

2.1 SELECCIÓN DEL MOTOR ELECTRICO

Para la selección del motor eléctrico, debemos tener en cuenta varios factores entre ellos, aplicación, tipo de carga, horas de uso, tipos de instalaciones eléctricas que posee la institución, costo, potencia, el motor seleccionado debe cumplir las especificaciones necesarias para garantizar un óptimo funcionamiento, sin que éste se vea afectado por el exceso de trabajo.

Datos que se posee para la selección del motor:

- ☐ Torque a vencer 10 N.m
 - ☐ Tipo de carga, uniforme
 - ☐ Revoluciones de giro, 60 RPM
 - ☐ Tipo de instalaciones eléctricas que posee la institución, monofásica 110V ☐
- Horas de uso diarias, 2

En base a estos requerimientos procedemos al análisis, para la selección del motor eléctrico.

Calculo de la potencia necesaria para mover el grupo diferencial⁶

$$P^d = \frac{11}{0.9 \cdot 0.9} \cdot 110 \cdot 100$$

$$P^d = \frac{11}{0.9 \cdot 0.9} \cdot 110 \cdot 100$$

$$P^d = 137500$$

$$P^d = 0.084 \text{ HP}$$

La potencia necesaria que debe poseer el motor para lograr que el mecanismo funcione es de 0.084HP, con el dato obtenido, las horas de uso a las que va estar sometido, tipo de carga, observamos en la tabla 2 el motor que cumpla con los requerimientos necesarios. Para tener una visualización clara del movimiento de los elementos que componen el grupo diferencial se impone un movimiento de entrada al diferencial de 60RPM, para lograr este objetivo se utiliza una caja reductora.

⁶ <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm#10>.

Tabla2. 1 Características de motores eléctricos⁷

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (Nm)	Corriente con rotor trabado I/ In	Par con rotor trabado TVTn	Par máximo Tb/Tn	Momento de Inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (Kg)	Nivel de ruido dB (A)	110 V							
								RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)				
									Rendimiento			Factor de potencia							
KW	HP							Caliente	Frio				50	75	100	50	75	100	
N Polos - 1800 rpm - 60 Hz																			
Carcasa opcionales																			
0,12	0,16	71	0,674	4,5	2,2	2,6	0,00038	42	92	5,5	47	1700	48,0	56,0	60,0	0,44	0,54	0,63	0,415
0,18	0,25	71	1,01	4,5	2,3	2,6	0,00044	26	57	6,0	47	1700	50,0	58,0	61,0	0,43	0,54	0,63	0,615
0,25	0,33	71	1,42	4,4	2,2	2,4	0,00044	22	48	6,0	47	1680	54,0	61,0	63,0	0,46	0,58	0,68	0,770
0,37	0,5	80	2,04	6,0	2,1	2,8	0,0017	14	31	9,0	48	1730	60,0	67,0	71,0	0,50	0,63	0,72	0,950
0,55	0,75	80	3,04	6,2	2,4	2,8	0,0020	12	26	10,0	48	1730	66,0	72,0	73,0	0,52	0,65	0,75	1,32
0,75	1	90S	4,14	6,7	2,4	2,7	0,0033	17	37	16,0	51	1740	76,0	78,5	78,5	0,60	0,71	0,79	1,59
1,1	1,5	90S	6,08	6,7	2,4	2,7	0,0038	11	24	17,0	51	1730	77,5	79,5	79,5	0,58	0,71	0,79	2,30
1,5	2	90L	8,28	6,4	2,5	2,8	0,0049	10	22	18,5	51	1730	80,5	81,5	82,0	0,59	0,71	0,79	3,04
2,2	3	100L	12,2	6,1	2,3	2,6	0,0067	13	29	27,0	54	1720	82,0	83,0	83,1	0,61	0,73	0,80	4,34
3	4	112M	16,4	6,6	2,0	2,7	0,0117	17	37	39,0	58	1750	83,5	85,0	84,5	0,62	0,74	0,80	5,79
3,7	5	112M	20,3	6,5	2,0	2,7	0,0130	17	37	40,0	58	1745	84,5	86,0	85,5	0,63	0,75	0,81	7,01
4,5	6	132S	24,5	7,4	2,1	2,8	0,0301	13	29	58,0	61	1755	84,0	86,0	86,5	0,63	0,76	0,82	8,31
5,5	7,5	132S	29,9	7,4	2,1	2,9	0,0339	9	20	60,0	61	1760	84,0	86,5	87,0	0,63	0,75	0,82	10,1
7,5	10	132M	40,8	7,2	2,1	2,8	0,0413	8	18	63,0	61	1755	86,5	88,0	87,5	0,67	0,78	0,83	13,6
9,2	12,5	132S	50,1	7,5	2,2	2,9	0,0488	7	15	70,0	61	1755	87,5	88,5	88,0	0,67	0,79	0,83	16,5
9,2	12,5	160M	49,9	5,8	1,9	2,3	0,0652	11	24	86,0	64	1760	86,5	87,9	87,9	0,68	0,79	0,83	16,5
11	15	160M	59,5	6,0	2,0	2,5	0,0652	10	22	93,0	64	1765	87,5	88,6	88,6	0,67	0,78	0,83	19,6
15	20	160L	81,2	6,2	2,1	2,6	0,0954	9	20	105	64	1765	89,0	90,2	90,2	0,68	0,79	0,84	26,0
18,5	25	180M	100	6,1	2,2	2,6	0,1615	13	29	145	64	1760	89,3	90,5	91,0	0,68	0,78	0,83	32,1
22	30	180L	119	6,0	2,2	2,5	0,1615	12	26	150	64	1760	89,6	91,0	91,1	0,68	0,79	0,84	37,7

⁷ Fuente: [http:// WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol\[1\]](http://WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol[1]).

Como se puede apreciar en la tabla 2, el motor que cumple con las características necesarias sería el de 0.16 HP, ya que el mecanismo diferencial se activa con 0.084 HP, sin embargo, hay que tener en cuenta la disponibilidad de dicho motor en nuestro mercado, fiabilidad en su uso, al utilizar un motor más pequeño nos permite usar una caja reductora de menor tamaño, pero esto representaría un gasto mayor para su elaboración, sus elementos internos serían menos resistentes, al utilizar como medio de transmisión de movimiento de la caja reductora hacia el eje del diferencial un acoplamiento de catalina y cadena, los elementos internos no soportarían las vibraciones que estos generan, por lo tanto, se opta por un motor de 1HP de tipo monofásico a 110V con una salida de 1740RPM, que fácilmente se encuentra en el mercado y que su costo no es muy elevado, este motor nos garantiza el uso permanente de los bancos sin preocupaciones de deterioro por causa de un trabajo forzado, a la vez permite implementar una caja reductora de mayor tamaño a su vez los elementos que la conforman son más resistentes, de esta manera no habría problemas en su estructura interna a causa de las vibraciones que produce la cadena y catalina.

2.2 CALCULO DE LA CAJA REDUCTORA

Datos:

$n_m = 1740 \text{ rpm}$ Revoluciones del motor

$n_d = 60 \text{ rpm}$ Revoluciones a la entrada del diferencial

i_{caja} = Relación de transmisión⁸

$$i_{\text{caja}} = \frac{n_m}{n_d}$$

$$i_{\text{caja}} = \frac{1740 \text{ rpm}}{60 \text{ rpm}}$$

$$i_{\text{caja}} = 29$$

Por lo tanto, la caja reductora debe tener una relación de transmisión de 29:1, para conseguir esta relación, se utiliza un sistema de tornillo sin fin-corona.

⁸ M-ESPEL-0062 para la tesis.pdf.



Figura2. 1 Sistema de potencia por caja reductora
Fuente: Autores

Se realiza el seccionado del puente posterior con la finalidad de mostrar de una mejor manera el desplazamiento y la forma de operación de los respectivos engranajes, cada elemento y corte ha sido pintada con un color distinto, permitiendo una visualización clara de sus componentes.

Es necesario tomar en cuenta de no sacar material de manera excesiva, si no el necesario y que nos permita visualizar de una buena manera sus componentes, sin que esto afecte la estructura propia del puente (debilitamiento en sus apoyos, cavidades de alojamiento de rodamientos, etc.) y su funcionamiento. Se realizó tres cortes, en la figura 2.2 y 2.3 se indica el corte de la funda del puente posterior, este seccionado permite observar de manera general todos los elementos que componen el puente posterior (Corona, Conjunto diferencial, Rodamientos, Semiejes, Porta Satélites, Planetario, Satélite,). En la figura 2.4 y 2.5 se realiza el corte de la carcasa que cubre el grupo cónico y diferencial, permitiendo visualizar el comportamiento de sus elementos (Piñón de ataque, Cojinete, Rodamiento, Retenedor) en distintos estados que pueden suceder durante la conducción, en la figura 2.6 se realiza un corte en los tambores que permite ver las partes que conforman el sistema de frenos (Zapatatas, Bombines, Cable de freno de mano, Regulación del freno, Muelles, Seguros).



Figura2. 2 Seccionado de la funda del puente posterior (Vista posterior)
Fuente: Autores



Figura2. 3 Seccionado de la funda del puente posterior (Vista frontal)
Fuente: Autores



Figura2. 4 Seccionado de la carcasa del diferencial
Fuente: Autores



Figura2. 5 Seccionado de la carcasa del diferencial
Fuente: Autores



Figura2. 6 Seccionado de los tambores de freno
Fuente: Autores

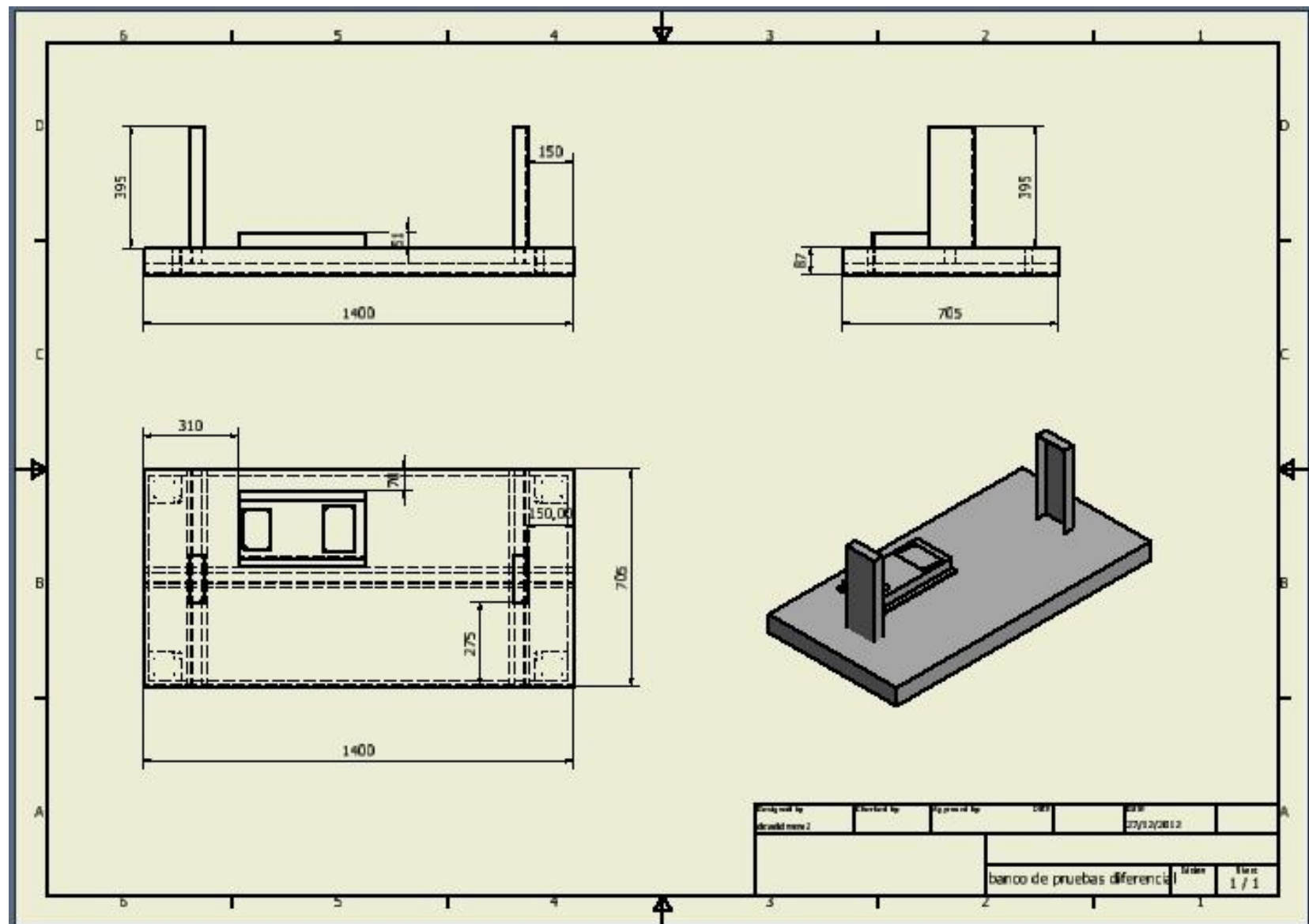
Las dimensiones del banco se determinan en base a varios aspectos como, los elementos que deben ser colocados en las mesas (motor y caja reductora), espacio donde se van a utilizar, peso y costo, no es necesario usar el puente posterior en su tamaño original, debido a que esto implica la construcción de una mesa más grande, por lo tanto se ve afectado el espacio físico donde se van usar, además de, la implementación de materiales más resistentes, el costo de construcción sería más elevado, por eso se optó por reducir el tamaño de los puentes posteriores, las mesas están diseñadas con el espacio necesario, poseen ruedas giratorias que permiten el fácil traslado de los bancos al lugar que se desee sin que esto involucre el esfuerzo físico para su transporte.



Figura2. 7 Ruedas
Fuente: Autores

La altura de los postes que soportan el puente, se determina en base a la distancia que hay desde el diferencial a la salida de la caja reductora, a mayor altura se debe utilizar una cadena más larga, como resultado se tiene, mayor vibración y mayor ruido, al utilizar una distancia muy corta, los elementos podrían chocar y afectar la comodidad del usuario, es por esto que se utilizó una distancia moderada en la que no se vea afectado el usuario y el diseño propio de los bancos.

Por efecto de que se van a elaborar dos diferenciales de iguales características, se indica un solo banco, lo cual se muestra a continuación con sus respectivas medidas.



2.3 ANALISIS DE LA ESTRUCTURA

Para realizar el diseño de la estructura tomamos en cuenta varios factores entre los cuales tenemos el peso del conjunto del diferencial que en este caso consta de 65Kg, para lo cual utilizamos el programa de diseño Autodesk Inventor, debido a que nos ayuda a obtener de una manera rápida los diferentes resultados de los esfuerzos a los que esta sometido la estructura.

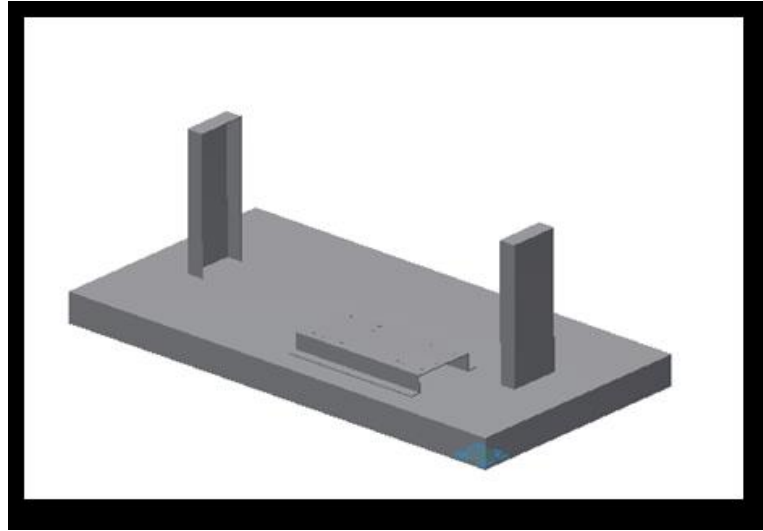


Figura2. 8 Diseño de la Estructura
Fuente: Autores

2.3.1 SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Para la selección de materiales de construcción de las estructuras, se eligió el acero estructural (ASTM-36) debido a que este acero es el más comercial y económico en nuestro medio y también tiene buenas características de maleabilidad y maquinabilidad.

Para lograr las uniones con soldadura se escogió un tipo de suelda tipo AGA 60-11 y 70-18 con un cordón continuo y con electrodo revestido lo cual nos ayuda a mantener constante la combustión de la llama.

2.3.2 UBICACIÓN DE ESFUERZOS

Para colocar los diferentes esfuerzos a los que va ha estar sometidas las estructuras, se procedió a pesar los componentes que van a colocarse en las respectivas estructuras. Teniendo como resultado las cargas que se presentan a continuación.

Tabla2. 2 Lista de Esfuerzos

ELEMENTO	PESO	FUERZA	MOMENTO
Conjunto diferencial	65 Kg	9.8 N	637 N
Motor eléctrico	12 Kg	9.8 N	117.6N
Caja reductora	8 Kg	9.8 N	78.4N
Sistema de Freno	5 Kg	9.8 N	49N

Con la ayuda del software Inventor colocamos los diferentes esfuerzos en el diseño de la estructura para su posterior simulación.

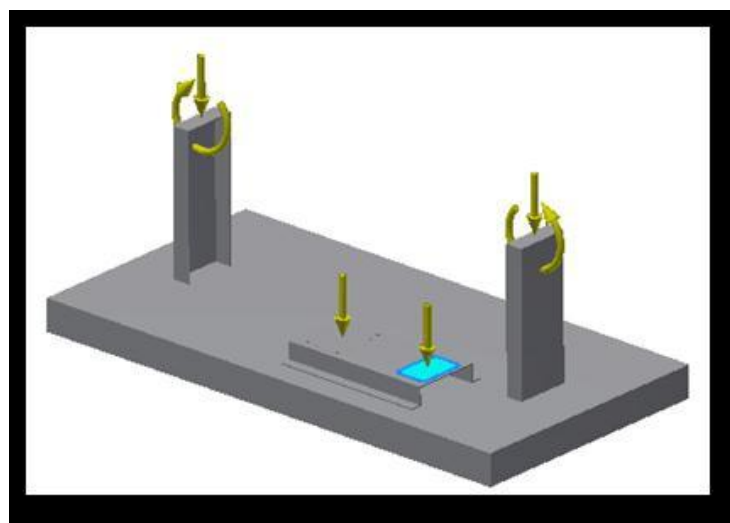


Figura2. 9 Distribución de Esfuerzos
Fuente: Autores

2.4 SIMULACIÓN

Para poder obtener resultados más exactos de cómo se comporta la estructura cuando es sometida a los diferentes esfuerzos, ocupamos una de las varias herramientas que nos ofrece el inventor como es la simulación. A continuación se indica las diferentes imágenes en donde los resultados más relevantes de la simulación.

2.4.1 TENSIÓN DE VON MISES

En la siguiente figura se demuestra la distribución de esfuerzos de Von Mises, mediante la aplicación de las fuerzas; como se observa el esfuerzo tiene un valor máximo de 154,32 Mpa, lo cual no supera los límites elásticos del material, para que llegue a una ruptura del material o deformación irreversible.

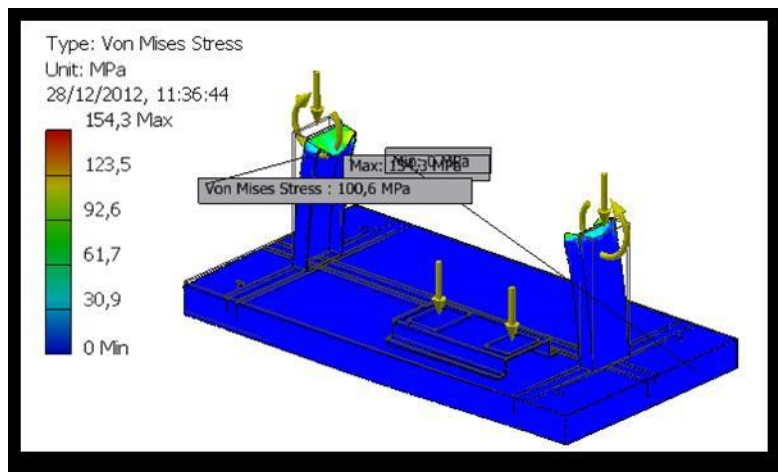


Figura2. 10Tensión de Von Mises
Fuente: Autores

2.4.2 DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO

Según la figura, se puede visualizar que el desplazamiento estático es mínimo en los puntos donde se aplica la fuerza, y en donde existe restricción el desplazamiento estático es nulo; por consiguiente se puede concluir que el banco didáctico no sufre a tener una deformación considerable ya que el desplazamiento es de 0,7271 mm, y no sobrepasa el límite elástico de los materiales utilizados en el diseño que la final es imprescindible la deformación.

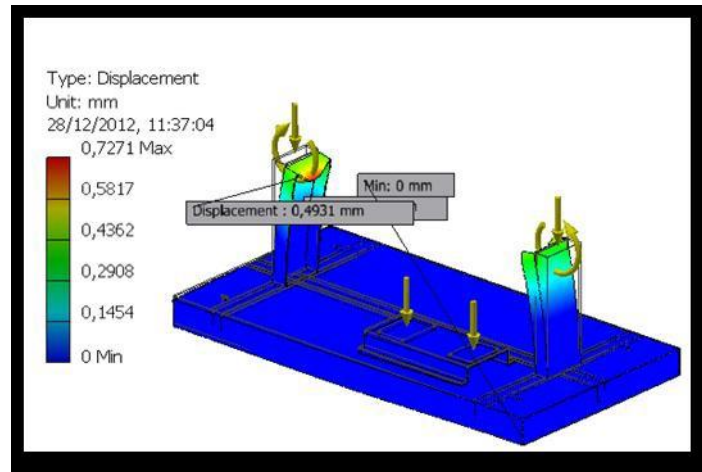


Figura2. 11 Desplazamiento
Fuente: Autores

2.4.3 FACTOR DE SEGURIDAD

La estructura al soportar las cargas esta siempre inmersa a un proceso de ruptura por ello el factor de seguridad se refiere al sobredimensionamiento, en este caso el banco produce un factor de seguridad mínimo de 1.3 lo cual es lo normal para el diseño y no causa deterioro del material.

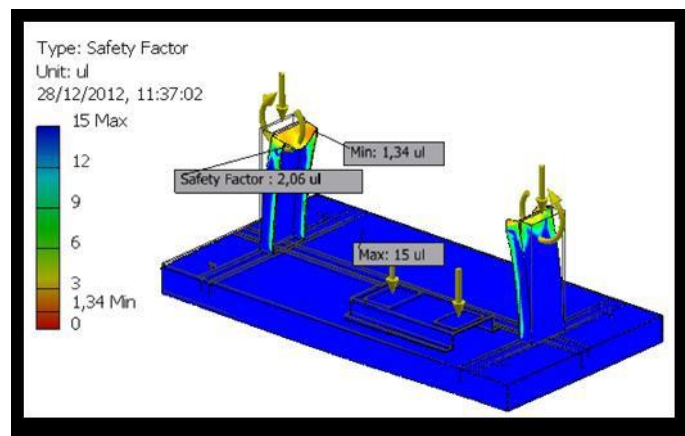


Figura2. 12 Factor Seguridad
Fuente: Autores

A continuación se presenta una tabla que contiene un resumen de los resultados obtenidos en la simulación mediante el software.

Tabla2. 3 Resumen de Resultados

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
Volumen	6671220 mm ³	
Masa	52,4358 kg	
Tensión de Von Mises	0,00004792 MPa	154,321 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,72707 mm
Factor Seguridad	1,34136	15

2.4.4 CONCLUSIONES DE LA SIMULACIÓN

Como se observa en la figura 2.10 Tensión de Von Mises, tiene un esfuerzo máximo de 154.32 MPa. Comparando los datos obtenidos con los de la Tabla 2.4 Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería, da como resultado que la estructura trabajara sin inconvenientes ya que la tensión ultima del material utilizado en la construcción del banco soporta 400 MPa.

Tabla2. 4 Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería⁹

MATERIAL	DENSIDAD Kg/m ²	RESISTENCIA ULTIMA			FLUENCIA		MODULO DE ELASTICIDAD GPa	MODULO DE RIGIDEZ GPa	COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TERMICA	DUCTIVIDAD PORCENTAJE DE ELONGACION
		Tensión MPa	Compresión MPa	Cortante MPa	Tensión MPa	Cortante MPa				
Acero Estructural (ASTM-A36)	7860	400			250	145	300	77.2	11.7	21

⁹BEER Ferdinand, JOHNSTON E. Russell and DEWOLF John. Mecánica de Materiales. 3ª Edición.

Esta estructura es la misma para los dos bancos por lo que tan solo se analizo con el peso del conjunto diferencial más pesado, por lo cual, si la estructura dibujada en Inventor soporta estas cargas, no tendrá ningún inconveniente para soportar el peso del otro conjunto diferencial que es más liviano.

2.5 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Para poder realizar la construcción de los bancos didácticos se requería de una elección de máquinas-herramientas y herramientas manuales.

- Las máquinas-herramientas utilizadas para la construcción del banco son:
 - Soldadora de arco
 - Máquina esmeriladora ➤
 - Soldadora de plasma ➤
 - Cortadora
- Las herramientas manuales utilizadas son:
 - Fluxómetro
 - Sierra de mano
 - Disco de corte
 - Lima
 - Brocas
 - Escuadra Metálica ➤
 - Soplete

2.5.1 PROCESO DE TRAZADO, CORTE Y SOLDADURA

2.5.1.1 Trazado

Para empezar la construcción del banco didáctico se comienza con el trazado de la bandeja, la cual está diseñada con un acero estructural ASTM-36, respectivamente reforzada con perfil omega de 2 mm, en su parte superior van colocadas dos columnas de perfil tipo u con dimensiones 200mmx50mmx6mm las cuales van a soportar todo el peso del puente trasero, posteriormente se procede a señalar las partes que se va a seccionar del diferencial, las fundas y el tambor de frenos.

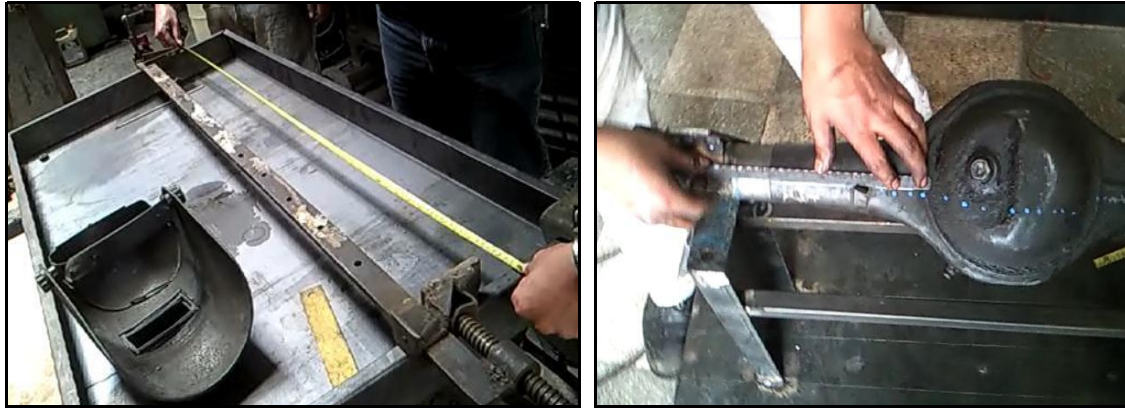


Figura2. 13 Trazado de las medidas
Fuente: Autores

2.5.1.2 Proceso de corte

Una vez culminado el trazado de todos los elementos procedemos a realizar el corte del material, de los perfiles, diferencial y del tambor de frenos. Para el seccionamiento del conjunto diferencial y del tambor de frenos se utilizó herramientas de corte manual, entre las cuales tenemos la amoladora para las partes de material suave y la soldadora de plasma de conexión trifásica para materiales de material duro, para obtener un seccionamiento eficaz.



Figura2. 14 Corte de los elementos
Fuente: Autores

2.5.1.3 Proceso de soldadura

Una vez culminado con el proceso de cortado y preparado del material, se procedió a unir las partes utilizando un equipo de soldadura por arco eléctrico, con la ayuda de electrodos de revestimientos, los cuales poseen la ventaja producir una continua llama y brindar una protección ante la oxidación, de esta manera culminamos el banco didáctico, para luego realizar el montaje de todos los elementos respectivos.

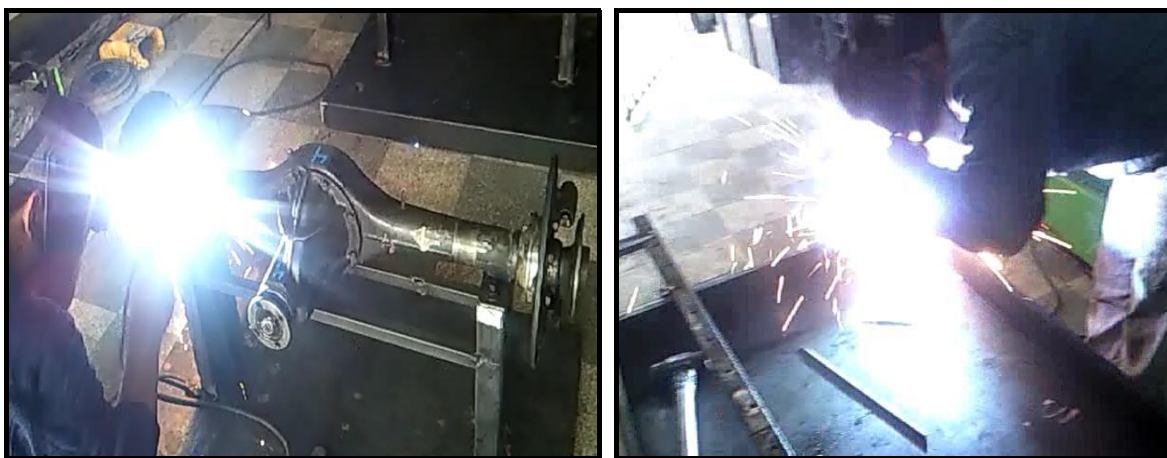


Figura2. 15 Soldadura de los elementos

Fuente: Autores

2.5.1.4 Acabados y pintura

Una vez terminado el proceso de soldadura, se realiza el esmerilado de las partes unidas, para retirar la escoria y el exceso. Luego se lija y se pinta para dar protección contra la corrosión y a la vez con un buen acabado mejora la presentación.

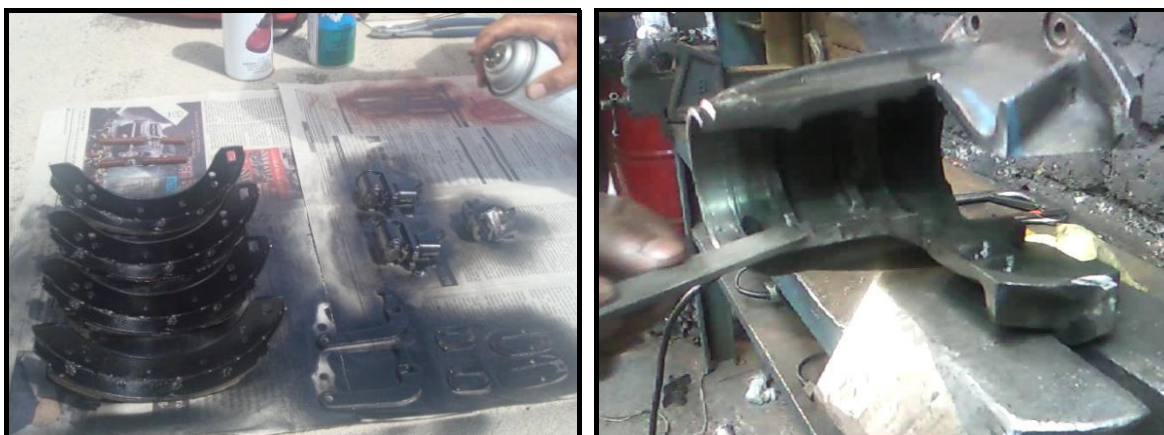


Figura2. 16 Limado y Pintado de los elementos del sistema

Fuente: Autores

CAPITULO III

ELABORACIÓN DE MATERIAL MULTIMEDIA DE LOS BANCOS DIDÁCTICOS FUNCIONALES DEL GRUPOS DIFERENCIAL

INTRODUCCION

La finalidad de este material multimedia, es facilitar el aprendizaje de una manera explicativa, el funcionamiento de los grupos diferenciales, además de brindar un conocimiento básico de los sistemas autoblocantes y sistemas inteligentes de tracción que hay en nuestro medio.

Para la elaboración de este capítulo, se utilizó como herramienta principal el programa Adobe Flash Player, para lograr la edición de videos, que incluye la mejora de la calidad de video y sonido, se utilizó el programa After Effects.

3.1 CONTENIDO Y MODO DE USO

El material posee una página principal, la cual indica los temas principales que conforman este material multimedia, para ingresar en cada uno de los temas, solo es necesario dar un clic sobre cada uno de los temas propuestos a continuación:

- ☐ Introducción
- ☐ Estructura de un puente trasero rígido
- ☐ Constitución del mecanismo diferencial
- ☐ Funcionamiento del diferencial
- ☐ Diferenciales autoblocantes
- ☐ Control de tracción electrónica



Figura3. 1 Presentación de material multimedia
Fuente: Autores

A continuación se describe el contenido de cada uno de los temas que conforman este material:

3.1.1 INTRODUCCION

Aquí se encuentra una breve explicación de la necesidad e importancia del grupo diferencial en un vehículo, además se observa un video, en el que se explica el funcionamiento del diferencial.



Figura3. 2 Introducción
Fuente: Autores

3.1.2 ESTRUCTURA DE UN PUENTE TRASERO RIGIDO

Con la ayuda de imágenes tomadas de los propios bancos, se puede observar cada una de las partes que conforman el puente trasero, para ello es suficiente acercar el cursor a cada una de las imágenes las cuales se amplían automáticamente.



Figura3. 3 Estructura de un puente trasero rígido
Fuente: Autores

3.1.3 CONSTITUCION DEL MECANISMO DIFERENCIAL En

esta parte se encuentran dos temas:

- ☐ Grupo cónico
- ☐ Grupo diferencial.

Cada tema posee imágenes propias del banco, las cuales permiten observar de manera clara cada una de sus partes. Para visualizar cada una de las imágenes, se da un clic sobre el ícono de imágenes, para continuar con la presentación se da clic sobre las flechas que se encuentran a los lados de la imagen, o si se desea salir de esta opción se da un clic sobre la palabra SALIR.

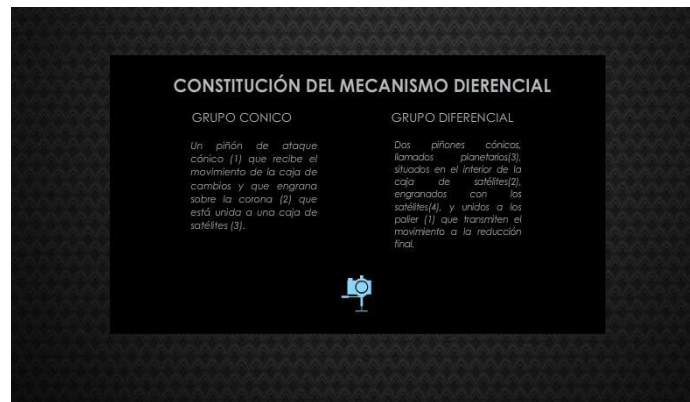


Figura3.4 Constitución del mecanismo diferencial
Fuente: Autores

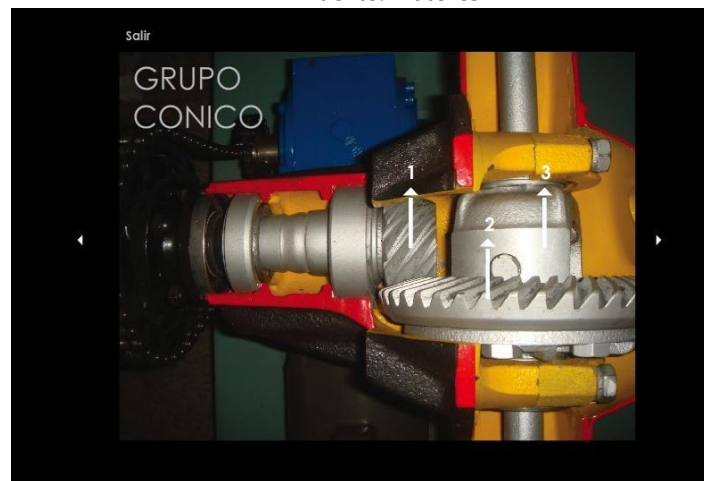


Figura3.5 Grupo cónico
Fuente: Autores



Figura3.6 Grupo diferencial
Fuente: Autores

3.1.4 FUNCIONAMIENTO DEL DIFERENCIAL A

continuación se observa los siguientes temas:

- ☐ Funcionamiento del grupo cónico
- ☐ Funcionamiento del grupo diferencial

En cada uno de los temas se observa una breve explicación acerca de la función de cada grupo, y con ayuda de imágenes se logra distinguir cada una de sus partes, para obtener las imágenes de cada grupo, se da un clic sobre su respectivo ícono.



Figura3.7 Funcionamiento del diferencial

Fuente: Autores

3.1.5 DIFERENCIALES AUTOBLOCANTES

En este tema se puede distinguir dos literales:

- ☐ Introducción
- ☐ Tipos de sistemas autoblocantes.

En el primer literal existe una breve explicación acerca de los diferenciales autoblocantes, sus ventajas con respecto a un sistema convencional. Al dar clic sobre cada uno de los iconos, se reproduce un video de manera automática, con esto se reforzara lo descrito en la teoría.

En el siguiente tema, se puede observar los diversos tipos de sistemas autoblocantes, su finalidad y ventajas, para proceder a ver su contenido se da clic sobre cada uno de los temas.



Figura3.8 Introducción y tipos de sistemas autoblocantes
Fuente: Autores

3.1.6 CONTROL DE TRACCION ELECTRONICA

Como introducción se tiene un video, el cual se reproduce al dar clic sobre el ícono que se encuentra en la parte inferior de la imagen.



Figura3.9 Icono de activación de video
Fuente: Autores

Además se encuentran los siguientes temas:

- Composición de los sistemas
- Elementos que componen el sistema electrónico de control de tracción

Para el primero se hace una clasificación de los distintos sistemas de regularización, en esta parte con la ayuda de videos (que se activan dando clic sobre cada uno de los íconos) se explica de manera práctica el funcionamiento de algunos sistemas que la conforman.

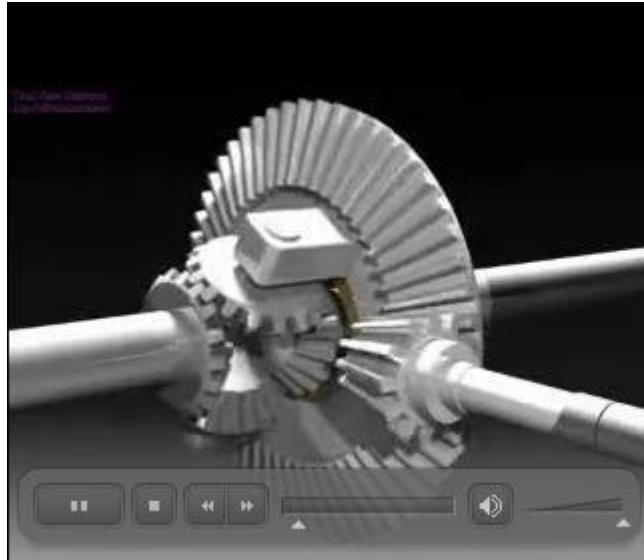
En el segundo tema se encuentra una explicación de los componentes que conforman el sistema electrónico de control de tracción, para observar su contenido se da clic sobre cada uno de los temas.



Figura3.10 Control de tracción electrónica
Fuente: Autores

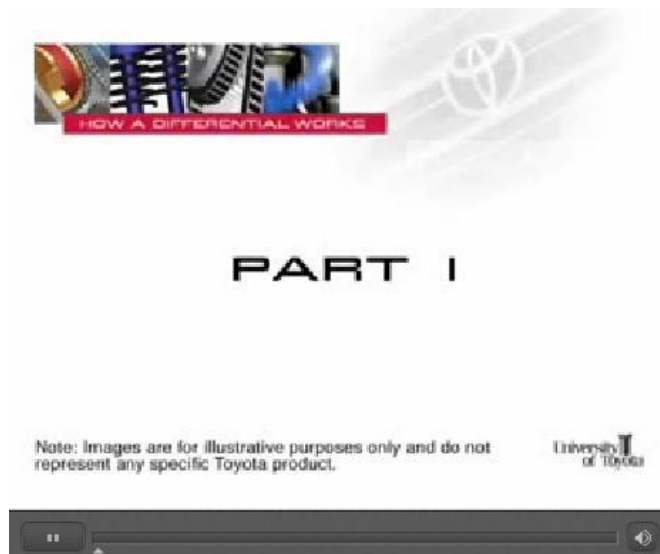
3.2 FUENTES

Para la elaboración de este material se utilizó videos e imágenes de la web, a continuación detallamos su fuente:



Video 3.1 Introducción

Fuente: Diferencial - Differential (Catia V5 3D) - YouTube



Video 3.2 Introducción sistemas autoblocantes

Fuente: How a Differential Works and Types of Differentials - YouTube



Video 3.3 Diferencial ferguson

Fuente: Transmisión Lancia 4WD (Autoblocante Ferguson y Torsen) - Parte 2 - YouTube2



Video 3.4 Diferencial Torsen

Fuente: #disqus_thread



Video 3.5 Diferencial de deslizamiento controlado

Fuente: Haldex 4motion hydraulic koppeling transmission - YouTube



Video 3.6 Control de tracción inteligente

Fuente: Citroën - Citroën C5 Sistema de Control de Tracción Inteligente - YouTube



Video 3.7 Arranque

Fuente: Funcionamiento del ASR - YouTube



Video 3.8 Marcha

Fuente: Control de crucero adaptativo - YouTube



Video 3.9 Freno

Fuente: Técnicas de Frenado - YouTube

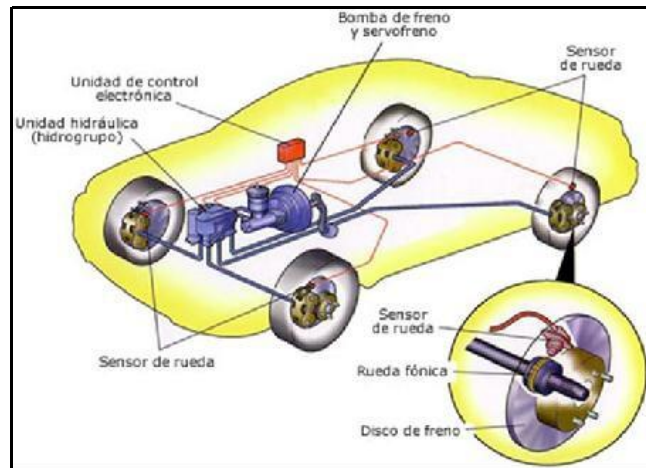


Figura 3.11 Esquema de los sensores de velocidad

Fuente://www.mecanicavirtual.org



Figura 3.12. Central electrónica.

Fuente: <http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/t-cnica-qu-es-y-c-mo-funciona-el-esp>



Figura 3.13 Unidad Hidráulica

Fuente: <http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/t-cnica-qu-es-y-c-mo-funciona-el-esp>

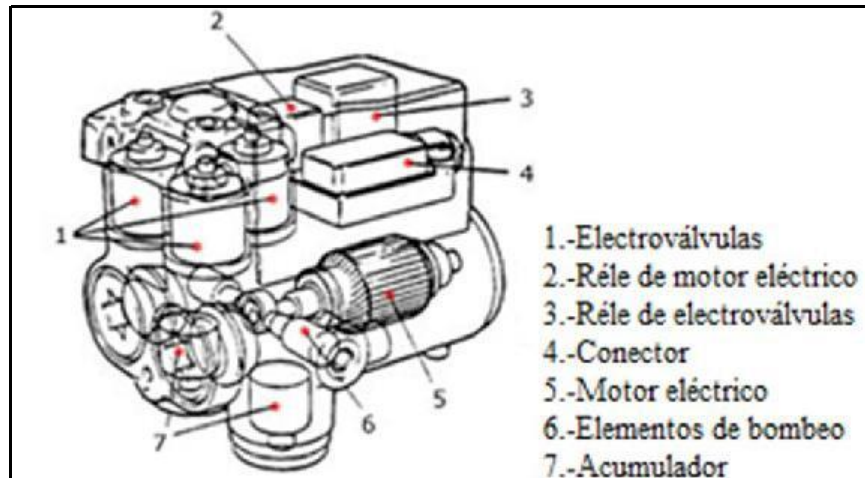


Figura 3.14 Unidad Hidráulica

Fuente:<http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs>

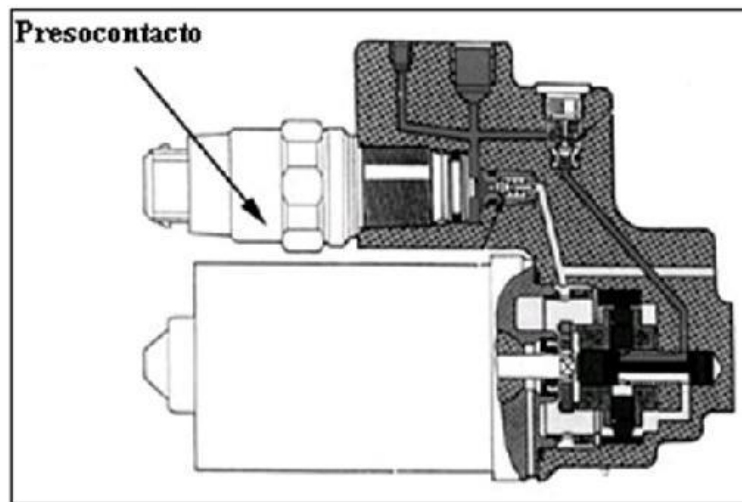


Figura 3.15 Presocontacto de seguridad.

Fuente:http://www.autotecnic2000.com/default.asp?c=cont_mues_for&ap=FOR&desc=FORMACI%D3N&cual=CAPPAC1600A00XS0TN1



Figura 3.16. Testigos TCS

Fuente: http://tec.upc.es/eau/Control_Traccion.pdf

CONCLUSIONES

- La realización de la tesis nos sirvió para comprender de una forma mas precisa y clara el funcionamiento, estructura, desarmado, comprobaciones, calibraciones y armado del diferencial, para cada uno de los bancos didácticos con la finalidad de elaborar una trabajo multimedia.
- Se logro entender de una manera práctica, todo lo que involucra al funcionamiento del grupo cónico como del grupo diferencial en distintas situaciones del vehículo. También se estudio los diferentes tipos de autoblocantes que existe para mejorar o ayudar a la perdida de tracción de las ruedas.
- La realización de la tesis se hizo con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza, mediante la construcción de bancos didácticos y trabajo multimedia, las cuales pueden ayudar al desempeño y el interés de cada uno de los estudiantes.

RECOMENDACIÓN

- Para proceder a poner en funcionamiento el diferencial se recomienda revisar los depósitos de aceite de la caja reductora en caso que hubiera fugas y que la fuente de energía se la adecuada. Además se recomienda no colocar o introducir los dedos en el diferencial ya que se encuentra seccionada, ya que podría ocasionar graves lesiones al operario.
- En el instante de proceder al desarmado del diferencial, se recomienda basarse en las guías de prácticas recomendadas por el fabricante, ya que la finalidad de los bancos es exclusivo para la enseñanza de los estudiantes y por lo tanto deseamos que tengan una larga vida útil.

BIBLIOGRAFIA

- LUQUE, Pablo y otros. Ingeniería del automóvil: sistemas y comportamiento dinámico/ Thomson. España. 2004.
- Hermógenes Gil/Manual del Automóvil CEAC/Grupo Editorial Ceac,S.A./ España.2003.
- BEER Ferdinand, JOHNSTON E. Russell y otros. Mecánica de Materiales. 3ªEdición.

DIRRECCIONES ELECTRONICAS

- Recuperado el 26 de Octubre de 2011, de
http://tuning.deautomoviles.com.ar/articulos/transmision/diferencial_autoblocante.html
- Recuperado el 04 de Noviembre de 2011, de
<http://www.autotecnic2000.com/>
- Recuperado el 15 de Diciembre de 2011, de
http://www.euro4x4parts.com/es/mecanica4x4_action4x4_matthieu_dadillon_grupos_conic_os.html
- Recuperado el 11 de Enero de 2012, de
<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-35.html>
- Recuperado el 23 Febrero de 2012, de
<http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>
- Recuperado el 18 de Abril de 2012, de
<http://www.mpa-tech.net/master/traction-control-stability.html>
- Recuperado el 17 de Junio de 2012, de
<http://www.seguridad-vial.net/traccion.html>
- Recuperado el 13 de Agosto de 2012, de
<http://www.mecanicavirtual.org>.
- Recuperado el 04 de Septiembre de 2012, de
http://tec.upc.es/eau/Control_Traccion.pdf
- Recuperado el 12 de Noviembre de 2012, de
<http://autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=85>
- Recuperado el 29 de Noviembre de 2012, de
<http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/tcnica-qu-es-y-c-mo-funciona-el-esp>
- Recuperado el 11 de Diciembre de 2012, de
<http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs>
- Recuperado el 19 de Diciembre de 2012, de
http://www.autotecnic2000.com/default.asp?c=cont_mues_for&ap=FOR&desc=FORMACI%D3N&cual=CAPPAC1600A00XS0TN1
- Recuperado el 02 de Enero de 2013, de

[http://WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol\[1\].pdf](http://WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol[1].pdf).

- Diferencial - Differential (Catia V5 3D).Recuperado el 05 de Enero de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=vBm-SzO3ggE>.
- How a Differential Works and Types of Differentials.Recuperado el 5 de Febrero de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=gIGvhvOhLHU>.
- Transmisión Lancia 4WD (Autoblocante Ferguson y Torsen) - Parte 2.Recuperado el 7 de Febrero de 2013, de http://www.youtube.com/watch?v=pU_ttJpEHbI.
- Diferencial torsen.Recuperado el 14 de Febrero de 2013, de http://www.youtube.com/watch?v=nszH3_PVVjE.
- Haldex 4motion hydraulic koppeling transmission.Recuperado el 19 de Febrero de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=dSP87ET596M>.
- Citroën - Citroën C5 Sistema de Control de Tracción Inteligente.Recuperado el 22 de Febrero de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=j4fCmktTqSg>.
- Funcionamiento del ASR.Recuperado el 25 de Febrero de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=SQx8Z0WCSSs>.
- Control de cruce adaptativo.Recuperado el 02 de Marzo de 2013, de http://www.youtube.com/watch?v=6IciHIKs_zQ.
- Técnicas de Frenado.Recuperado el 05 de Marzo de 2013, de <http://www.youtube.com/watch?v=QpiRXqrAayk>.
- Recuperado el 07 febrero de 2013, de <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm#10>
- Recuperado el 23 de Junio de 2012, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4470/1/M-ESPEL-0062.pdf>