

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSIÓN,
DIRECCIÓN, FRENOS Y ALUMBRADO DE UN VEHÍCULO
MONOPLAZA TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA
ESPE-L EN LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA
(FAU)”**,

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

**ENDARA ESTÉVEZ OSCAR PAÚL
ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER**

Latacunga, Junio 2009.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, ENDARA ESTEVEZ OSCAR PAÚL
ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN, FRENOS Y ALUMBRADO DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA (FAU)”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 16 de junio del 2009

ENDARA ESTEVEZ OSCAR PAÚL
CI. N° 1715361232

ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER
CI. N° 1003062021

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, ENDARA ESTEVEZ OSCAR PAÚL
ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN, FRENOS Y ALUMBRADO DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA (FAU)”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 16 de junio del 2009

ENDARA ESTEVEZ OSCAR PAÚL
CI. N° 1715361232

ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER
CI. N° 1003062021

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

CERTIFICADO

ING. JUAN CASTRO (DIRECTOR)

ING. LUÍS MULLO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN, FRENOS Y ALUMBRADO DE UN VEHÍCULO MONOPLAZA TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA (FAU)”, realizado por el señor ENDARA ESTEVEZ OSCAR PAÚL y el señor ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimiento y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de **UN** empastado y **UN** disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil. Autorizan al señor ENDARA ESTEVEZ OSCAR PAÚL y el señor ENRÍQUEZ POZO WILSON JAVIER que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de la carrera.

Latacunga, 16 de junio del 2009

Ing. Juan castro
DIRECTOR

Ing. Luís mullo
CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Endara Estévez Oscar Paúl y Enríquez Pozo Wilson Javier, bajo nuestra supervisión.

ING. JUAN CASTRO
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. LUÍS MULLO
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Como grupo investigativo en primera instancia queremos agradecer a dios por darnos la luz de la vida y sabernos guiar por el camino de la verdad y justicia sin importar los obstáculos que se nos presenten, ya que el nos enseñó que, “cuando nuestra vida marcha sin sentido, generalmente termina en un callejón que no presenta ninguna alternativa para seguir viviendo, que cuando parece que no hay salida, y todos los intentos son vanos, el nos muestra un camino excelente lleno de esperanza y amor”.

De igual forma a nuestros queridos padres por estar siempre junto a nosotros brindándonos todo su apoyo quienes han sido el pilar fundamental en nuestras vidas y a nuestra institución la cual nos ha brindado una educación en excelencia preparándonos como verdaderos profesionales.

Y por último queremos agradecer, a todos nuestros maestros por habernos llenado de sus conocimientos, por su dedicación y colaboración para la culminación de esta tesis

Paúl

Javier

DEDICATORIA

Este triunfo quiero dedicarlo primero a mi díos por su infinito amor hacia mí, a mis padres Serafín y Lucía quienes hicieron posible el logro de esta carrera.

A todos ustedes les dedico mi esfuerzo y trabajo, por ayudarme a culminar la meta que he propuesto.

Paúl Endara

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi madre Feliza Pozo, porque sin su sacrificio, sin su entrega, sin su amor no podría ser lo que hasta hoy soy, a ud mamita linda la que lucho por sacarnos adelante la cual siempre llevare en mi corazón esta pequeña muestra de mi gran amor, gracias por todo.

Javier Enríquez

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN.....	iii
CERTIFICADO.....	iv
CERTIFICACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	vii
INDICE.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE TABLAS.....	xx
PRESENTACIÓN.....	xxi

CAPITULO 1

I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. ESTUDIO DE REGLAMENTACIÓN DE LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA	1
1.2. SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UN VEHICULO	10
1.2.1 FUNCIONAMIENTO	10
1.2.1.1 Partes de una suspensión	11
1.2.2 TIPOS DE SUSPENSIÓN EN EL VEHICULO	14
1.2.2.1 Suspensión convencional	14
1.2.2.2 McPherson	14
1.2.2.3 Paralelogramo deformable	15
1.2.2.4 Rueda tirada	16
1.2.2.5 Suspensión hidroneumática	17
1.2.2.5.1 <i>Funcionamiento</i>	18
1.2.2.5.2 <i>Fabricación</i>	20
1.2.2.6 Otro tipo de suspensión	20

1.2.3.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSIÓN	21
1.2.3.1.- El Pasado	21
1.2.3.2.- El presente	23
1.2.3.3. El Futuro	32
1.2.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	45
1.2.4.1.- Ventajas	45
1.2.4.2 Desventajas	45
1.3.- SISTEMA DE FRENOS DE UN VEHICULO	46
1.3.1.- FUNCIONAMIENTO	46
1.3.2 FUNCIONAMIENTO GENERAL	46
1.3.3.- TIPOS DE FRENOS	48
1.3.3.1.- Freno de llanta	48
1.3.3.2.- Frenos de disco	48
1.3.3.3 Frenos de tambor	49
1.3.3.4 Freno de mano o de estacionamiento	50
1.3.3.5 Frenos Hidráulicos	52
1.3.3.5.1 <i>Proceso de purga el circuito hidráulico</i>	53
1.3.4 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE FRENOS	54
1.3.4.1 Frenos anti-bloqueo (ABS)	59
1.3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	61
1.3.5.1 Ventajas	61
1.3.5.2 Desventajas	62
1.4 SISTEMA DE DIRECCIÓN DE UN VEHICULO	62
1.4.1 FUNCIONAMIENTO	62
1.4.1.1 Arquitecturas del sistema de dirección	66
1.4.1.2.- Componentes del sistema de dirección	66
1.4.1.3 Columna de la dirección	67
1.4.2 TIPOS DE DIRECCIÓN	70
1.4.2.1 Dirección con barra de acoplamiento	70
1.4.2.2.- Dirección de tornillo sinfín	71
1.4.2.3.- Mecanismo de dirección de cremallera	72
1.4.2.3.1.- <i>Sistema de reglaje en el mecanismo de cremallera</i>	75

1.4.2.3.2.- <i>Sistemas de montaje</i>	76
1.4.2.4.- Dirección hidráulica	78
1.4.2.4.1.- <i>Elementos del sistema hidráulico</i>	79
1.4.2.5 Dirección electrohidráulica	81
1.4.3.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN	81
1.4.3.1 Dirección electromecánica de asistencia variable	81
1.4.3.1.1 <i>Elementos del sistema eléctrico de dirección</i>	83
1.4.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	89
1.4.4.1. Ventajas	89
1.4.4.2. Desventajas	90

CAPITULO 2

II.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN	92
2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	92
2.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN	92
2.3. MODELACIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL PROGRA SOLIDWORKS	93
2.3.1. Brazo de Gobierno Delantero Superior	93
2.3.2. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Derecho	93
2.3.3. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Izquierdo	94
2.3.4. Amortiguador Delantero	94
2.3.5. Punta de Eje Delantero	95
2.3.6. Elemento Axial	95
2.3.7. Brazo de Gobierno Posterior	96
2.3.8. Amortiguador Posterior	96
2.3.9. Neumatico y Aro	97
2.3.10. Perspectiva Estallada	97
2.3.11. Perspectiva Completa	98
2.4. ASIGNACIÓN DE CARGAS	99
2.5. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN	

EL PROGRAMA COSMOSMOTION	99
2.5.1. Altura de la carroceria al piso	100
2.5.2. Desplazamiento del Amortiguador Delantero	101
2.5.3. Desplazamiento del Amortiguador Posterior	102
2.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSWORKS	102
2.6.1. Brazo de Gobierno Superior Delantero	104
2.6.1.1. Tensiones brazo superior delantero	104
2.6.1.2. Desplazamientos brazo superior delantero	104
2.6.1.3. Deformaciones brazo superior delantero	105
2.6.1.4. Verificacion del Diseño brazo superior delantero	105
2.6.2. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Izquierdo	106
2.6.2.1. Tensiones brazo delantero inferior izquierdo	106
2.6.2.2. Desplazamientos brazo delantero inferior izquierdo	107
2.6.2.3. Deformaciones brazo delantero inferior izquierdo	107
2.6.2.4. Verificacion del Diseño brazo delantero inferior izquierdo	108
2.6.3. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Derecho	109
2.6.3.1 Tensiones brazo Delantero Inferior Derecho	109
2.6.3.2. Desplazamientos Delantero Inferior Derecho	109
2.6.3.3. Deformaciones Delantero Inferior Derecho	110
2.6.3.4. Verificacion del Diseño Delantero Inferior Derecho	110
2.6.4. Brazo de Gobierno Posterior	111
2.6.4.1. Tensiones brazo de Gobierno Posterior	111
2.6.4.2. Desplazamientos brazo de Gobierno Posterior	112
2.6.4.3. Deformaciones brazo de Gobierno Posterior	112
2.6.4.4. Verificacion del Diseño brazo de Gobierno Posterior	113

CAPITULO 3

III.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACION DEL SISTEMA DE FRENOS	114
3.1. PARAMETROS DE DISEÑO	114

3.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS	114
3.3. MODELACIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE FRENOS EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS	115
3.3.1. Disco de Freno Delantero	115
3.3.2. Disco de Freno Posterior	116
3.3.3. Caliper	116
3.3.4. Pastilla de freno	117
3.3.5. Bomba de freno	117
3.3.6. Cañería	118
3.3.7. Perspectiva Estallada	118
3.3.8. Perspectiva Completa	119
3.4. CALCULOS	119
3.5. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENOS MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSMOTION	120
3.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE FRENOS MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSFLOWWORKS	121

CAPITULO 4

IV.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACION DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN	125
4.1.- PARAMETROS DE DISEÑO	125
4.2.- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN	125
4.3.- MODELACIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS	125
3.6.1. Cremallera	126
3.6.2. Tornillo sin fin y columna de dirección	126
3.6.3. Barra de la dirección	127
3.6.4. Terminal de la Dirección	127
3.6.5. Volante	128
3.6.6. Perspectiva Estallada	128
3.6.7. Perspectiva Completa	129

4.4.- CALCULOS Y ASIGNACION DE CARGAS	129
4.5.- SIMULACIÓN Y ANALISIS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSMOTION	130
4.6.- DISEÑO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSWORKS	133
4.6.1.- CREMALLERA	135
4.6.1.1. Tensiones de la cremallera	135
4.6.1.2. Desplazamientos de la cremallera	135
4.6.1.3. Deformaciones de la cremallera	136
4.6.1.4. Verificación del Diseño de la cremallera	136
4.6.2.- TORNILLO SIN FIN	137
4.6.2.1. Tensiones Tornillo Sin Fin	137
4.6.2.2. Desplazamientos Tornillo Sin Fin	138
4.6.2.3. Deformaciones Tornillo Sin Fin	138
4.6.2.4. Verificación del Diseño Tornillo Sin Fin	139

CAPITULO 5

V.- SISTEMA DE ALUMBRADO	140
5.1.- NECESIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO	140
5.2.- ESQUEMA ELÉCTRICO	141
5.3.- ESQUEMA DONDE SE REPRESENTAN LOS MAZOS DE CABLES QUE INTERCONECTAN LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL AUTOMÓVIL	144
5.4. REPRESENTACIÓN DE UN "CONMUTADOR MÚLTIPLE"	145
5.5.- RELÉS	146
5.6.- CÁLCULOS BÁSICOS	147
5.7.- LÁMPARAS UTILIZADAS EN EL AUTOMÓVIL	148
5.8.- TIPOS DE LÁMPARAS	150
5.9.- LÁMPARAS HALÓGENAS	154
5.10.- LÁMPARAS DE XENÓN	157
5.10.1.- ESTRUCTURA DEL FARO DE XENÓN	157

5.10.2.- FUNCIONAMIENTO	158
5.11.- FAROS CON LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS BIXENON	159
5.12.- REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL ALCANCE LUMINOSO	161
5.13.- CUADRO DE INSTRUMENTOS	161
5.14.- INDICADOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE	163
5.15 Cuentakilómetros	166
5.16.- COMPROBACIÓN Y DIAGNOSIS DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO	167
5.16.1.- CONECTORES E INSTALACIÓN	168
5.16.2.- SENSORES Y RELÉS	168
5.16.3.- MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE CONTINUIDAD	169
5.16.4.- MÉTODO DE COMPROBACIÓN DEL VOLTAJE	170
5.16.5.- MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA O AISLAMIENTO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO CON RESPECTO A MASA	171
5.16.6.- INSPECCIÓN DE MASA	172
5.17.- PRUEBAS DE CAÍDA DE VOLTAJE	173
5.17.1.- MEDICIÓN DE LA CAÍDA DE VOLTAJE (MÉTODO CONJUNTO)	174
5.17.2.- MEDICIÓN DE LA CAÍDA DE VOLTAJE (PASO A PASO)	174
5.18.- ESQUEMA ELÉCTRICO DE LUCES DEL AUTOMÓVIL	176
5.18.1.- LUCES DE POSICIÓN	176
5.18.2.- LUCES DE FRENO (STOP)	177
5.18.3.- LUCES DE INTERMITENCIA Y EMERGENCIA	178
5.19.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	179
5.19.1.- VENTAJAS	179
5.19.2.- DESVENTAJAS	179
 VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1.- CONCLUSIONES	181
6.2.- RECOMENDACIONES	183
BIBLIOGRAFÍA.....	185

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1.1. Disposición del conjunto de la suspensión del Renault Laguna	11
Figura 1.2. Conjunto amortiguador y resorte	12
Figura 1.3. Conjunto suspensión completa	13
Figura 1.4. Esquema interno de las rótulas de dirección	13
Figura 1.5. Suspensión MacPherson	15
Figura 1.6. Suspensión Paralelogramo	16
Figura 1.7. Rueda Tirada	17
Figura 1.8. Distribución hidráulica	19
Figura 1.9. Suspensiones delantera y trasera convencionales del Fiat Stilo	21
Figura 1.10. Ballesta primitiva	22
Figura 1.11. Ballesta como elemento elástico	22
Figura 1.12. Amortiguador de fricción	23
Figura 1.13. Amortiguador hidráulico telescópico actual	24
Figura 1.14. Flujo de aceite a través del paso permanente	24
Figura 1.15. Flujo de aceite a través de las válvulas de apertura por presión	25
Figura 1.16. Explosión del pistón de un amortiguador monotubo	25
Figura 1.17. Esquema simplificado de un amortiguador bitubo	26
Figura 1.18. Amortiguador no presurizado Figura 1.19. Amortiguador presurizado	27
Figura 1.20. Esquema simplificado de un amortiguador monotubo	28
Figura 1.21. Esquema completo de un amortiguador monotubo	29
Figura 1.22. Flujo de aceite a través del pistón durante la carrera de compresión	30
Figura 1.23. Flujo de aceite a través del pistón durante la carrera de extensión	30
Figura 1.24. Elementos del sistema Hidractiva de Citroën montado en un	

C5	31
Figura 1.25. Elementos del sistema de suspensión neumática del VW Phaeton	32
Figura 1.26. Esquema de una suspensión pasiva	33
Figura 1.27. Esquema de una suspensión adaptiva	33
Figura 1.28. Tren delantero del S – Type equipado con el sistema CATS	34
Figura 1.29. Four – C del volvo S60 R	35
Figura 1.30. Magic Senna ganó 2 GP con el Lotus T99 de suspensión activa	36
Figura 1.31. Esquemas de las suspensiones activas y semiactivas	36
Figura 1.32. Elementos del sistema ABS de Mercedes montado en un SL	37
Figura 1.33. El Cadillac Seville STS esta equipado con el sistema Magne Ride de Delphi	39
Figura 1.34. Magnetización del fluido del MagneRide	40
Figura 1.35. Esquema del sistema completo MagneRide	40
Figura 1.36. Conjunto muelle helicoidal-amortiguador monotubo	41
Figura 1.37. Detalle de la ruedecilla de ajuste de dureza del amortiguador	42
Figura 1.38. Dibujo de la arandela de ajuste de la precarga del muelle	42
Figura 1.39. Suspensión delantera	43
Figura 1.40. Suspensión trasera	44
Figura 1.42. Bomba y servo de freno	47
Figura 1.43. Sistema de freno delantero	47
Figura 1.44. Disco de freno	48
Figura 1.45. Tambor de freno	50
Figura 1.46. Esquema hidráulico	52
Figura 1.47. Sistema hidráulico	53
Figura 1.48. Freno de palanca con ganancia mecánica	54
Figura 1.49. Freno mecánico con pedal	55
Figura 1.50. Sensor de desgaste de la pastilla de freno	56
Figura 1.51. Desgaste de la pastilla de freno	57
Figura 1.52. Zapata de freno	58

Figura 1.53. Pastillas de competición	58
Figura 1.54. Regulador de frenado	59
Figura 1.55. Pérdida de control con las llantas delanteras bloqueadas	60
Figura 1.56. Esquema simplificado del sistema ABS	61
Figura 1.57. Componentes del sistema de dirección	63
Figura 1.58. Geometría de la dirección	65
Figura 1.59. Eje delantero rígido	66
Figura 1.60. Columna de dirección	67
Figura 1.61. Columnas que ceden en un choque	68
Figura 1.62. Despiece de la columna de dirección	69
Figura 1.63. Regulación de la altura de la columna de la dirección	69
Figura 1.64. Elementos de la dirección con barra de acoplamiento	70
Figura 1.65. Tipos de mecanismos de dirección tornillo sin fin	71
Figura 1.66. Despiece del sistema de tornillo sin fin	72
Figura 1.67. Mecanismo de dirección por cremallera	73
Figura 1.68. Despiece de la dirección por cremallera	74
Figura 1.69. Sistema de reglaje de la dirección por cremallera	75
Figura 1.70. Dispositivos de reglaje de holgura de cremallera	76
Figura 1.71. Sistema de montaje lineal	77
Figura 1.72. Sistema de montaje de la dirección no lineal	77
Figura 1.73. Sistema Hidráulico	78
Figura 1.74. Esquema del mando hidráulico	80
Figura 1.75. Esquema de la bomba de presión	80
Figura 1.76. Sistema de dirección Eléctrico	82
Figura 1.77. Esquema de funcionamiento	83
Figura 1.78. Sensor de ángulo de dirección	84
Figura 1.79. Esquema del sensor de ángulo de dirección	85
Figura 1.80. Sensor de par de dirección	85
Figura 1.81. Esquema de un sensor de par	86
Figura 1.82. Motor eléctrico	87
Figura 1.83. Unidad de control para la dirección	88
Figura 1.84. Testigo de averías	89

CAPITULO 5

Figura 5.1. Diagrama del conmutador del limpiaparabrisas	146
Figura 5.2. Esquema del relé utilizado en el sector del automóvil	147
Figura 5.3. Lámpara de incandescencia	149
Figura 5.4. Tensiones de las lámparas usadas por el automóvil	149
Figura 5.5. Tipos de lámparas utilizadas en el automóvil	151
Figura 5.6. Formas de proyección de los rayos de luz	152
Figura 5.7. Desviación de los rayos de luz	153
Figura 5.8. Lámpara de alumbrado (cruce/carretera)	154
Figura 5.9. Haz simétrico	154
Figura 5.10. Halógeno	155
Figura 5.11. Tipos de lámparas halógenas	156
Figura 5.12. Estructura de un faro de xenón	158
Figura 5.13. Funcionamiento de la lámpara de xenón	159
Figura 5.14. Elementos que forman el foco bixenón	160
Figura 5.15. Funcionamiento de un foco bixenón	160
Figura 5.16. Funcionamiento de la regulación automática del alcance luminoso	161
Figura 5.17. Cuadro de instrumentos	162
Figura 5.18. Esquema eléctrico que se encuentra alojado en el interior del cuadro de instrumentos	163
Figura 5.18. Esquema básico de un medidor del nivel de combustible	164
Figura 5.19. Reloj indicador de combustible	164
Figura 5.20. Funcionamiento interno del indicador de combustible	165
Figura 5.21. Esquema eléctrico del nivel de combustible	166
Figura 5.22. Elementos de un cuentakilómetros analógico	167
Figura 5.23. Pruebas de vibraciones	169
Figura 5.24. Tester	169
Figura 5.25. Esquema de comprobación de circuitos abiertos	170
Figura 5.26. Comprobación de cortocircuitos	172
Figura 5.27. Inspección de masa	173

Figura 5.28. Comprobación de las caídas de tensión en el circuito	174
Figura 5.29. Caídas de tensión en un circuito eléctrico	175

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

2.5.1.1 Tabla altura de la carrocería	101
2.5.2.1. Tabla reducción del vástago del amortiguador delantero	101
2.5.3.1.- Tabla reducción del vástago del amortiguador posterior	102
2.6.1.- Tabla de Propiedades del Material	103
2.6.1.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Superior delantero ...	106
2.6.2.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Delantero Inferior Izquierdo	108
2.6.3.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Delantero Inferior Derecho	111
2.6.4.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Posterior	113

CAPITULO 3

3.5.1. Tabla desplazamiento del pistón del caliper	121
3.6.1. Tabla Presiones del sistema al caliper	124

CAPITULO 4

4.5.1. Tabla Giros del volante, desplazamiento de la cremallera	132
4.6.1. Tabla Propiedades del material	134
4.6.1.1. Tabla de Resultados de la Cremallera	137
4.6.2.1. Tabla de Resultados del Tornillo Sin Fin	139

PRESENTACIÓN

El desarrollo tecnológico en la industria automotriz permite en la actualidad tener en nuestro medio vehículos seguros, eficientes. Los diseños se logran mediante avanzados programas de simulación de cargas y esfuerzos en los sistemas de frenos, dirección y suspensión, determinando de esta manera la selección de elementos y la perfecta ubicación de los diferentes componentes y sistemas para un óptimo desempeño del vehículo.

La Fórmula Automovilística Universitaria proporciona a los estudiantes la oportunidad de desarrollar y demostrar sus habilidades, entusiasmo, ingenuidad y entrega a la excelencia de la ingeniería. Por lo que a la industria se refiere, este proyecto nos permite acercarnos al mundo competitivo de la ingeniería automotriz, cuyo objetivo es el desarrollo de las actitudes necesarias para un futuro lleno de éxitos.

A pesar que, aparentemente, parece estar enfocado en el diseño y construcción de un monoplaza de competición, busca el desarrollo de un futuro talento de ingenio en el estudiante, no solo en ámbitos como el diseño y la construcción, sino en muchos otros aspectos como la gestión y la administración, marketing o el trato personal a través de todos los campos del mundo laboral tan importantes en la industria automotriz.

La necesidad del desarrollo de este proyecto tiene la finalidad de fortalecer la conexión entre la teoría y la práctica. Y con ello, conseguir que la ESPEL forme mejores ingenieros y mejor preparados, además de ampliar el campo automotriz universitario del país en el diseño y construcción de prototipos monoplaza para la participación de estudiantes universitarios en las competencias organizadas por la FAU, logrando así que la ESPEL sea parte de esta futura organización como equipo de competencia y dueña de una sede. Razón por la cual el proyecto se enfoca en el diseño, preparación y adaptación de los sistemas de suspensión, dirección, frenos y alumbrado de un vehículo monoplaza tipo buggy mediante el empleo del paquete COSMOS, el mismo que nos da simulaciones virtuales rápidas y precisas, permitiéndonos construir de manera segura y confiable partes de un vehículo capaces de soportar las diferentes condiciones de manejo y superficies geográficas a la cual éste va a ser sometido.

I.- MARCO TEÓRICO

1.1.-ESTUDIO DE REGLAMENTACIÓN DE LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA

Objetivo de la competencia de la Fórmula Automovilística

Universitaria

Las competencias de la serie Fórmula Automovilística Universitaria desafían a los equipos de estudiantes universitarios graduados y no graduados a desarrollar, diseñar, fabricar y competir con un vehículo tipo Buggy para eventos de Rally. La Fórmula da a los equipos la flexibilidad máxima del diseño y la libertad para expresar su creatividad e imaginación, es así que las restricciones en el diseño total del vehículo son muy pocas. Los equipos pasarán alrededor de seis a ocho meses diseñando, construyendo, probando y preparando sus vehículos antes de una competencia. En las competencias ellos mismos dan al equipo la oportunidad de demostrar y de probar su creatividad y sus habilidades de ingeniería con respecto a los equipos de otras universidades del país.

Objetivos de diseño de vehículo

La empresa automotriz los ha contratado para diseñar, fabricar y demostrar un coche prototipo para la evaluación como artículo de la producción. El mercado previsto para las ventas es el corredor no profesional de rally del fin de semana. Por lo tanto, el coche debe tener rendimiento muy alto en términos de su aceleración, frenando, y las cualidades de dirección. El coche debe ser bajo en el costo, fácil mantener, y confiable. Debe acomodar a los conductores cuya estatura corresponda al hombre 95%. El desafío del equipo es el diseño de un coche prototipo que el mejor resuelva estas metas e intentos. Cada diseño será probado en la competencia, comparado y juzgado con otros diseños determinando el mejor coche.

El presupuesto para el desarrollo del proyecto es de USD 5000 (cinco mil dólares)

Buenas prácticas de la ingeniería

Se espera que se los vehículos que se fabriquen para la FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA sean diseñados de acuerdo con las buenas prácticas de la ingeniería.

El participar en la competencia

Se considera parte de los equipos, a los miembros de equipo como individuos, a los asesores de la facultad y a otros representantes registrados en la Universidad que están presentes en sitio de la competencia a partir del momento que llegan el sitio de la competencia hasta que salgan del sitio de la competencia.

Dentro del equipo debe existir un mínimo de 5 personas y máximo 10 con un porcentaje de mujeres no inferior al 10%. Se considera parte del equipo al piloto/s, alternante/s y equipo de apoyo.

Intento de violación del reglamento

El intento de violación de una regla será considerada una violación de la regla en sí. Las preguntas sobre el intento o el significado de una regla se pueden consultar al comité de reglas de la FÓRMULA AUTOMOVILISTICA UNIVERSITARIA o por los organizadores de la competencia.

Derecho a confiscar

La FÓRMULA AUTOMOVILISTICA UNIVERSITARIA se reserva el derecho de confiscar cualquier vehículo registrado en la competencia en cualquier momento durante una competencia para la inspección y exanimación de los organizadores, de los funcionarios y de los inspectores técnicos.

Autoridad general

La FÓRMULA AUTOMOVILISTICA UNIVERSITARIA se reserva el derecho de revisar el horario de cualquier competencia y/o de interpretar o de modificar las reglas de competencia en cualquier momento y de cualquier manera es decir, en su único juicio, requerido para la operación eficiente del acontecimiento de la FÓRMULA AUTOMOVILISTICA UNIVERSITARIA en conjunto.

Reglamento Fórmula Automovilística Universitaria y Autoridades

Reglamento

El reglamento de la FAU es responsabilidad del comité encargado del reglamento conformado por un representante de cada universidad interesada en participar en la Fórmula Automovilística Universitaria.

Validez del reglamento

El reglamento de la FAU tendrá validez durante el año en curso y podrá ser modificado por el comité cuando lo consideren necesario, dichas modificaciones entraran en vigencia un mes posterior a su publicación.

Comprensión del reglamento.

Los equipos, los miembros individuales del equipo, los asesores de la facultad, son responsables de leer y comprender las reglas vigentes para la competencia en la que van a participar.

Participación en la competencia.

Los equipos, los miembros individuales del equipo, los asesores de la facultad y otros representantes registrados en la universidad que estén presentes

en el sitio de la competencia serán considerados participantes en la competición por lo tanto cualquier falta que cometieran en beneficio o perjuicio de cualquier participante provocaran la exclusión de la competencia.

Derecho a imputar

Los miembros del comité y los organizadores se reservan el derecho de imputar la participación de cualquier vehículo en cualquier momento de la competencia para una inspección técnica.

Elegibilidad

Requisitos individuales del participante

La elegibilidad se limita al estudiante y a los estudiantes de los últimos semestres de ingeniería automotriz, esto para asegurar que sea una competencia de ingeniería del mismo nivel. Los miembros individuales del equipo para participar en esta competencia deben satisfacer los requisitos siguientes:

Estado de estudiante:

Los miembros de equipo deben ser estudiantes o graduados de la universidad a la que representan. Los miembros de equipo que se han graduado durante el semestre en curso siguen siendo elegibles para participar y lo podrán seguir haciendo durante un periodo de seis meses posteriores al inicio del campeonato, siempre y cuando hayan sido parte del proyecto desde sus inicios.

Edad:

Los miembros de equipo deben tener por lo menos dieciocho (18) años de edad.

Licencia de conducir

Los miembros de equipo que conducirán el vehículo en cualquier momento durante la competencia deben tener la licencia de conducción tipo B.

Renuncia de la responsabilidad

Se requiere que todos los participantes del equipo, incluyendo estudiantes y los voluntarios, firmar una renuncia de la responsabilidad sobre los organizadores del evento ya que asisten al sitio por propia voluntad.

Seguro médico

El seguro medico es la única responsabilidad del participante, la cobertura del seguro médico debe ser individual.

Asesor de la facultad

Se espera que cada equipo tenga un asesor de la facultad designado por la universidad. Se espera que acompañe al equipo a la competencia y será el asesor de la facultad el considerado por los organizadores de la competencia para ser el representante oficial de la universidad. Los asesores de la facultad pueden aconsejar a sus equipos en el diseño general y los conceptos para la gestión del proyecto, pero no puede diseñar cualquier pieza del vehículo ni participar directamente en el desarrollo de cualquier documentación. Además, los asesores de la facultad no pueden ni fabricar ni montar cualquier componente ni asistir la preparación, el mantenimiento, las pruebas o la operación del vehículo. En resumen los asesores de la facultad no pueden diseñar, construir o reparar cualquier pieza del coche.

Requisitos del registro

Elegibilidad del vehículo

Los vehículos para entrar en competencias de la FÓRMULA AUTOMOVILISTICA UNIVERSITARIA, debe ser concebido, diseñado, fabricado y mantenido por los miembros del equipo de estudiantes sin la implicación directa de Ingenieros profesionales, Ingenieros Automotrices, Corredores, motoristas, etc. Los estudiantes puede utilizar cualquier literatura o conocimiento sobre el diseño del coche e información de profesionales mientras la información sea dada como discusión de alternativas con sus pros - y - contra. Los profesionales no pueden tomar decisiones de diseño, trazado y el asesor de la facultad debe firmar una declaración de la conformidad con esta restricción. La categoría FAU, es el intento de que los estudiantes palpen y experimenten en forma directa las competencias automovilísticas. Por lo tanto, los estudiantes deben realizar todas las tareas de la fabricación siempre que sea posible.

Diseño

Requerimientos Generales de Diseño

Carrocería y estilo

El auto debe ser de ruedas descubiertas y cockpit abierto. El vehículo no debe tener aperturas en la carrocería desde la parte frontal hasta la parte posterior del arco principal o pared de fuego, otras aberturas se requieren para hacer la cabina abierta. Esta permitido tener mínimas aperturas alrededor de los componentes de la suspensión delantera.

Distancia entre ejes y configuración del vehículo

El vehículo debe tener una distancia entre ejes no menor que 1525mm. La distancia entre ejes es medida desde el centro del punto de contacto del

neumático delantero al posterior. El vehículo debe tener cuatro neumáticos no necesariamente alineados.

Trocha del vehículo

La troche menor (delantera o posterior) no debe ser menor que el 75% de la troche más larga.

Acceso visible

Todos los ítems de la Forma de Inspección deben ser claramente visibles para los inspectores técnicos.

Los accesos visibles pueden ser dotados removiendo paneles de la carrocería o por medio de paneles de acceso removibles.

Peso.

En ningún momento de la prueba el peso mínimo del vehículo podrá ser inferior a 310Kg sin piloto, sin combustible, sin agua en el pulverizador y en orden de marcha, El uso de lastres está prohibido.

Reglas del chasis

Suspensión

El vehículo debe estar provisto de un sistema de suspensión totalmente operacional con amortiguador adelante y atrás, el recorrido es libre.

Los jueces se reservan el derecho de descalificar el vehículo que no representen un intento de tener un sistema de suspensión operacional o que sea inapropiado para la competencia. Todos los anclajes de suspensión deben ser visible para el inspector técnico, ya sea directamente o desmontando algún cobertor.

Las dimensiones máximas de los vehículos, incluida la carrocería, serán las siguientes:

Longitud: 2.600mm.

Ancho: 1.600mm.

Altura: 1.400mm.

Distancia al piso

La distancia al piso debe ser suficiente para evitar que alguna parte del vehículo (distinto a los neumáticos) toque el piso durante la competencia, con el piloto abordo y debe tener como mínimo de 10cm.

Neumáticos y aros

Aros

Los aros del vehículo de tener un diámetro entre 8plg y 15plg.

Cualquier aro que tenga un sistema de anclaje de tuerca única debe incorporar un aditamento que retenga el aro en caso de que la tuerca falle.

Neumáticos

Los neumáticos de los vehículos son libres en cuanto a marca, modelo y compuesto, etc. deben ser ranurados con una profundidad mínima 2.5mm.

Dentro la competencia cada set de neumáticos debe ser del mismo compuesto, marca y dimensiones.

Dirección

El sistema de dirección debe tener limitadores de movimiento para evitar que el varillaje pueda trabarse, los limitadores deben prevenir que los neumáticos topen con los elementos de la suspensión, carrocería, etc., durante la

competencia. Esta permitido un juego libre total en la dirección de 7 grados, medido en el volante.

No está permitido el giro de los neumáticos posteriores.

Sistema de frenos

El vehículo debe estar equipado con un sistema de frenos que trabaje sobre las cuatro ruedas y operado por un solo control.

Debe tener dos circuitos hidráulicos independientes tal que: cuando uno pierda líquido o falle, el poder de frenado se mantenga en las dos ruedas restantes. Cada circuito hidráulico debe tener su propio reservorio. Una sola acción de frenado debe ser capaz de bloquear las cuatro ruedas durante el test.

El sistema de frenos por cable está prohibido.

Líneas de frenos plásticas están prohibidas.

El sistema de frenos debe estar protegido en caso de que el tren de potencia falle o por colisiones menores.

Test de frenado

El sistema de frenos será dinámicamente comprobado y debe demostrar la capacidad de actuar sobre las cuatro ruedas y detener el vehículo en línea recta al final de una aceleración especificada por el inspector de frenos.

Freno de emergencia.

Un freno de emergencia debe ser incluido en el vehículo este debe trabajar sobre las dos ruedas posteriores, puede ser de tipo hidráulico o mecánico (por cable).

Luz de freno

El vehículo debe estar equipado con una luz roja de freno, debe ser claramente visible bajo condiciones de luz solar intensa. La luz debe estar montada en el eje central del vehículo, en un lugar que dificulte su ruptura.

Ganchos de remolque

El vehículo debe incorporar dos ganchos de remolque de fácil acceso, uno frontal y otro posterior claramente identificados por una flecha color roja que indique su posición o de color blanco en caso de que el vehículo sea rojo.

1.2 SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UN VEHICULO

1.2.1 FUNCIONAMIENTO

La suspensión en un **automóvil**, **camión** o **motocicleta**, es el conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el **chasis** y las **ruedas**, las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada

En la actualidad las suspensiones que se emplean en los automóviles convencionales (con cuatro ruedas y dos ejes) son muy variadas y todas están basadas en unos pocos sistemas diferenciados. Estas se pueden distinguir según su funcionalidad.

En casi todos los automóviles el eje delantero es independiente, ya que es el eje que soporta las ruedas con direccionalidad y es necesario que se puedan girar. También depende de si la transmisión se realiza a las ruedas delanteras, traseras o a las cuatro ruedas.

La suspensión más utilizada en el eje delantero es la de tipo MacPherson u otras soluciones más modernas basadas en ella. Sin embargo, la ausencia de direccionalidad en las ruedas traseras, además de que normalmente tampoco intervienen en la transmisión, hace que las soluciones empleadas en el eje trasero puedan ser más sencillas que las del delantero. Sobre todo en los autos de gama más baja, en las que la suspensión en las ruedas traseras no es independiente. Estos tipos de suspensión, en principio, no tienen tan buen comportamiento como las independientes, pero su buen compromiso entre costo y comportamiento hace que sean ampliamente utilizadas.

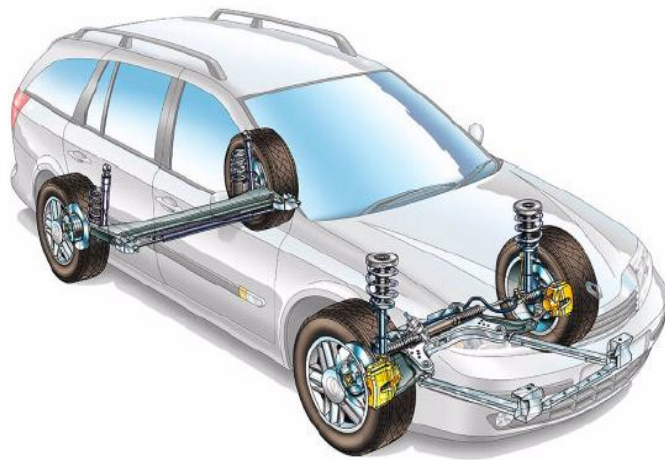


Figura 1.1. Disposición del conjunto de la suspensión del Renault Laguna

1.2.1.1 Partes de una suspensión

➤ **Resorte:**

Es uno de los principales componentes para absorber el impacto inicial de las irregularidades del piso. Después de que el resorte se comprime sufre el efecto contrario y comienza a extenderse. Enseguida inicia un movimiento oscilante, asegurando el confort, pero sin mucha seguridad. Esto vale para cualquier tipo de resortes, ya sean helicoidales (espirales) o de flejes (ballestas).

➤ **Amortiguador:**

Su función es eliminar las constantes vibraciones de los resortes. Los primeros eran de acción simple: operaban apenas en un sentido y, por eso, no ofrecían resistencia a la compresión. El amortiguador moderno, de doble acción, controla los dos movimientos del resorte: compresión y expansión. En la fase de compresión actúa como auxiliar del resorte, dividiendo con él la intensidad del choque. Eso sucede porque la presión que se ejerce dentro del amortiguador aumenta conforme sus cámaras intercambian el fluido hidráulico: con el impacto, la parte externa de la pieza desciende o baja y presiona una cámara repleta de aceite, enseguida, a través de válvulas y orificios, parte de ese fluido se transfiere

a un segundo compartimiento que, a su vez, lo pasa a un tercero. Estos sucesivos cambios impiden que el resorte vuelva a su posición original.

Ya en la extensión, o rebote, la serie de transferencias de aceite entre las cámaras sucede en sentido contrario. Con el amortiguador estirado, el resorte es empujado al estado de reposo, eliminando las oscilaciones.



Figura 1. 2. Conjunto amortiguador y resorte

➤ **Componentes de apoyo:**

Dispositivos como tensores o brazos triangulares u oscilantes, ejercen papeles secundarios en los sistemas de suspensiones. Pero son ellos los que soportan los resortes y amortiguadores, fijando el conjunto a la carrocería del auto. También tienen la función de impedir que las ruedas de las suspensiones independientes se muevan para adelante o para atrás.

➤ **Barra estabilizadora:**

Cumple la función de neutralizar la carrocería durante las curvas, absorbiendo el movimiento del auto. Por la fuerza centrífuga, el chasis tiende a rolar hacia el lado de afuera de la curva.

Doblando a la derecha, por ejemplo, la rueda delantera izquierda sufre una fuerte transferencia de carga de la carrocería, mientras que la opuesta funciona aliviada.

Entonces entra en acción la barra estabilizadora disminuyendo el efecto de inclinación. El equilibrio lo logra aprovechando el movimiento ascendente de una rueda y comienza a nivelar con el descendente de la otra.

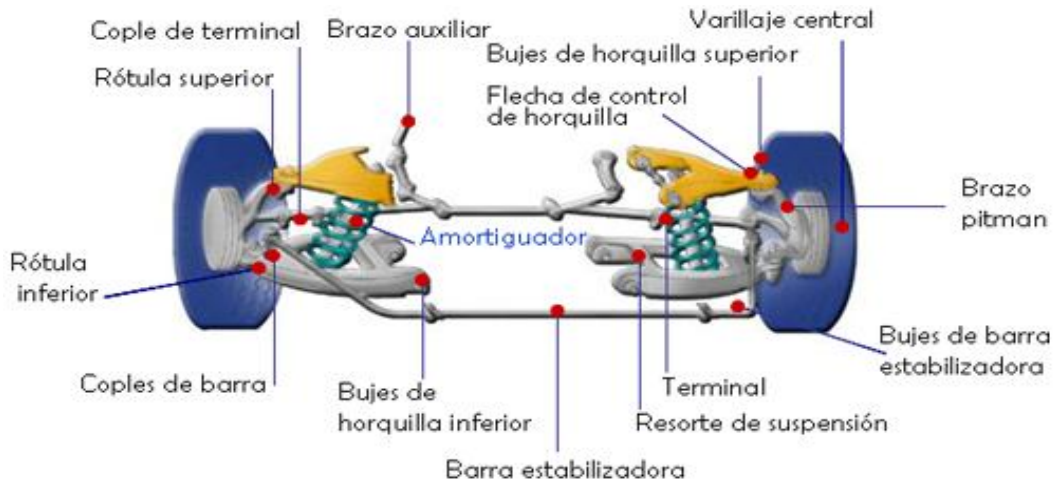


Figura 1.3. Conjunto suspensión completa

➤ **Rótulas**

La rótula es el elemento encargado de conectar los diferentes elementos de la suspensión a las bieletas de mando, permitiéndose el movimiento de sus miembros en planos diferentes. La esfera de la rótula va alojada engrasada en casquillos de acero o plásticos pretensados. Un fuelle estancado evita la pérdida de lubricante. La esfera interior, macho normalmente, va fija al brazo de mando o a los de acoplamiento y la externa, hembra, encajada en el macho oscila en ella; van engrasadas, unas permanentes herméticas que no requieren mantenimiento, otras abiertas que precisan ajuste y engrase periódico



Figura 1.4. Esquema interno de las rótulas de dirección

1.2.2 TIPOS DE SUSPENSIÓN EN EL VEHICULO

1.2.2.1 Suspensión convencional

Este tipo de suspensión la tienen normalmente los vehículos de carga y pasajeros. Es usada normalmente en vehículos que llevan chasis y se utiliza con amortiguador, resortes del tipo hoja, muelle o barra de torsión.

Para controlar o absorber las vibraciones del resorte, utiliza amortiguadores del tipo convencional

En los vehículos modernos de gama media-alta se montan suspensiones totalmente independientes, que son aquéllas en la que no hay una unión rígida entre las ruedas de un mismo eje. Hay básicamente tres tipos de suspensión independiente, según el movimiento de la rueda con relación a la carrocería:

Suspensión autonivelante. En los vehículos que están pensados para llevar grandes cargas, la altura de la suspensión puede variar debido a este peso. Para mantener la misma altura, este tipo de suspensiones tiene unos sensores que detectan la variación de la altura de la carrocería y mediante un sistema neumático vuelve a la posición normal.

Suspensión de altura variable. Se basa en los muelles neumáticos. En lugar de una ballesta o un muelle helicoidal se pone un cilindro lleno de aire unido al eje de las ruedas y un pistón que se desplaza por su interior unido a la carrocería. Para bajar y subir la carrocería, se desinfla o se infla el cilindro y se sube o se baja el pistón. Para inflarlo o desinflarlo se utiliza un compresor que funciona por el motor del coche. Esta altura puede variarla el conductor a través de un mando situado en el salpicadero, o se puede cambiar de forma automática mediante sensores que detecten las necesidades del vehículo. Este sistema de amortiguación es de los más caros del mercado. Normalmente aparece como extra en las listas de opciones de modelos de gama alta.

1.2.2.2 McPherson

Suspensión en la que el amortiguador está solidariamente unido al buje de la rueda, de manera que el movimiento del bastidor con relación a la rueda tiene la misma dirección que el eje perpendicular del amortiguador.

Como elementos de unión entre rueda y bastidor, la suspensión McPherson necesita además del amortiguador, articulaciones en la parte inferior del buje. La versión original tenía un brazo transversal y la barra estabilizadora en función de tirante longitudinal. En versiones posteriores se reemplaza la estabilizadora por otro brazo, o ambos brazos por un triángulo. En ruedas que no son motrices, hay versiones de la suspensión McPherson con dos brazos transversales y uno oblicuo o longitudinal.

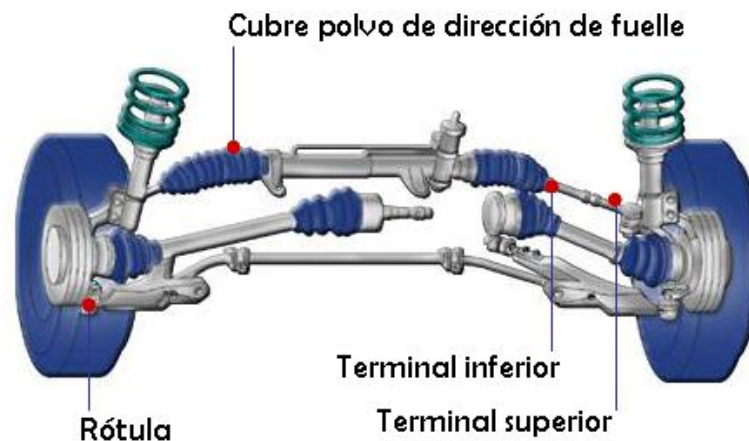


Figura 1.5.Suspensión MacPherson

1.2.2.3 Paralelogramo deformable:

Sistema de suspensión en el que la unión entre la rueda y la carrocería son elementos transversales, colocados en diferentes planos. Toma su nombre de los primeros sistemas de este tipo, en los que hay dos elementos superpuestos paralelos que, junto con la rueda y la carrocería, forman la aproximadamente la figura de un paralelogramo. Al moverse la rueda con relación a la carrocería, ese paralelogramo se «deforma». No todos los paralelogramos deformables son tan simples, los hay con varios elementos (hasta cinco) y no todos ellos transversales, también alguno oblicuo. El paralelogramo deformable es fácilmente visible en la suspensión delantera de un auto de Fórmula 1.

El paralelogramo deformable más común inicialmente tenía como elementos de unión dos triángulos superpuestos. Hay variantes de este sistema en el que se reemplaza un triángulo por otro elemento de unión; en esta

suspensión, el plano inferior lo forman un brazo transversal (que hace de soporte para el muelle) y un brazo casi longitudinal. En esta suspensión hay un brazo curvo como elemento superior y un trapecio en el plano inferior.



Figura 1.6. Suspensión Paralelograma

1.2.2.4 Rueda tirada:

Tipo de suspensión en el que el elemento de unión entre la rueda y el bastidor está articulado por delante del eje. La suspensión de rueda tirada tiene un brazo que en su parte anterior está unido al bastidor y en la posterior a la rueda. Si los brazos de cada lado están unidos, se trata de una suspensión de «eje torsional » o «en H». El elemento de unión puede ser más complejo que un brazo, bien un triángulo (dos puntos de unión al bastidor en lugar de uno) o bien varios brazos independientes.

Son muy raros los casos en los que este tipo de suspensión se usa en el eje delantero. Todas las que se pueden ver seguidamente son suspensiones traseras.

Hay básicamente dos tipos de suspensión longitudinal o de rueda tirada: una, la que tiene un brazo longitudinal para cada rueda (unidos por un eje torsional); dos, la que tiene otros elementos de unión, que pueden ser más de un brazo, un triángulo o un trapecio.

Por todo esto, controlar que cada elemento de la suspensión esté en buen estado es fundamental no sólo para evitar el desgaste del vehículo, sino también, grandes sustos.



Figura 1.7. Rueda Tirada

1.2.2.5 Suspensión hidroneumática

La suspensión hidroneumática es un tipo de [suspensión](#) de [automóvil](#) desarrollado por [Citroën](#) y equipado en sus coches, así como adaptado por otros fabricantes, notablemente [Rolls-Royce](#), [Mercedes-Benz](#) y [Peugeot](#). También fue usado en camiones [Berliet](#). Algunos vehículos militares usan sistemas parecidos.

El objetivo de este sistema es proporcionar una conducción suave y cómoda aunque bien controlada. Su suspensión de nitrógeno es aproximadamente seis veces más flexible que el acero convencional, por lo que se añade un [sistema autonivelador](#) para permitir que el vehículo aproveche esta característica. Francia destacaba por la baja calidad de sus carreteras en los años de [posguerra](#), por lo que la única forma de mantener una velocidad relativamente alta en un vehículo era que fuese capaz de absorber fácilmente las irregularidades del firme.

Aunque este sistema tiene ventajas inherentes sobre la suspensión de acero, generalmente reconocidas en la industria automovilística, también tiene cierto grado de complejidad, por lo que fabricantes como [Mercedes-Benz](#), [British Leyland](#) ([Hydrolastic](#), [Hydragas](#)) y [Lincoln](#) han buscado crear variantes más simples.

El sistema usa una bomba movida por correa o levas desde el motor para presurizar un fluido hidráulico especial, que impulsa entonces los [frenos](#), la [suspensión](#) y la [dirección](#). También puede impulsar ciertos elementos como el [embrague](#), los [faros giratorios en curva](#) e incluso los [elevelunas](#). El sistema de suspensión suele permitir [ajustar](#) la [altura de conducción](#), para permitir un mayor recorrido en terrenos desiguales.

Este sistema de suspensión se denomina «oleoneumática» (oléopneumatique) en la literatura más antigua, indicando que el aceite y el aire son sus principales componentes.

Se han realizado muchas mejoras al sistema a lo largo de los años, incluyendo la dureza variable de la suspensión ([Hydractive](#)) y el control activo del balanceo del chasis ([Activa](#)). Sus últimas versiones presentan una esfera simplificada que combina bomba y acumulador.

El sistema tuvo un impacto negativo clave sobre su inventor, [Citroën](#): sólo los talleres especializados estaban cualificado para trabajar sobre estos automóviles, lo que les hacía parecer radicalmente diferentes del resto para los mecánicos corrientes. Citroën sufrió así el mismo problema que [Apple Computer](#): construir un sistema propietario priva del beneficio del [efecto red](#).

Los fabricantes de automóviles siguen intentando lograr la combinación de características ofrecidas por este sistema de suspensión de 1955, típicamente añadiendo capas de complejidad a un sistema mecánico convencional de muelles de acero

1.2.2.5.1 Funcionamiento

En el corazón del sistema, funcionando como un cárter de presión además de como elementos de suspensión, están las llamadas «esferas», cinco o seis en total, una por cada rueda y un acumulador principal, además de un acumulador dedicado a los frenos en algunos modelos. En los coches equipados con sistema antihundimiento o suspensión activa puede haber hasta nueve esferas. Cada una consiste en una bola metálica hueca, abierta por el fondo, con una membrana flexible de goma [desmopan](#), sujeta al «ecuador» interior, separándolo en dos mitades. La mitad superior se llena con [nitrógeno](#) a alta presión, hasta 75 [bares](#), y la inferior está conectada con el circuito de fluido LHM del coche. La bomba de alta presión impulsada por el motor presuriza el circuito y una [esfera acumuladora](#). Esta parte de circuito alcanza una presión de entre 150 y 180 bares. Alimenta los frenos delanteros primero, a los que se da prioridad mediante

una válvula de seguridad, y según el tipo de sistema, puede alimentar la dirección asistida, el embrague, el cambio de marchas, etcétera.

La presión va desde este circuito a las esferas de las ruedas, presurizando la parte inferior de las mismas y las barras conectadas a la suspensión de la rueda. La suspensión funcionan cuando la barra presiona el fluido LHM al interior de la esfera. El LHM se comprime a través de esta válvula, lo que provoca resistencia y controla los movimientos de la suspensión, siendo el amortiguador más simple y no de los más eficientes. La corrección de altura del coche funciona gracias a los correctores de altura conectados a las barras estabilizadoras delantera y trasera. Estos correctores de altura permiten que más fluido viaje bajo presión al sistema de barra y esfera cuando detectan que la suspensión está más baja que su altura de conducción esperada (es decir, cuando el coche está cargado). Cuando el coche está demasiado alto (es decir, cuando se descarga) el fluido es devuelto al sistema de reserva a través de un circuito de retorno a baja presión. Los correctores de altura funcionan con algún retardo para no corregir los movimientos normales de suspensión. Los frenos traseros son impulsados desde las esferas de suspensión traseras. Debido a que la presión en ellas es proporcional a la carga, así lo es también la fuerza de frenado

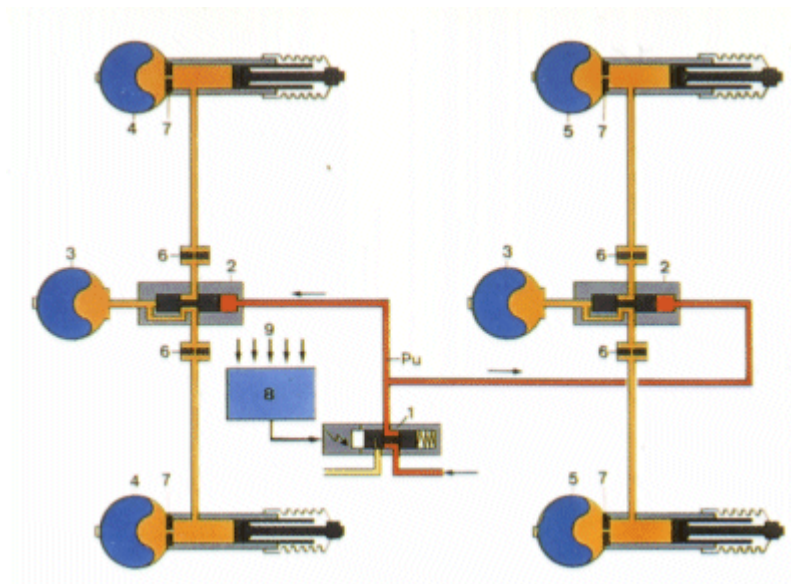


Figura 1.8. Distribución hidráulica

1.2.2.5.2 Fabricación

Toda la parte a alta presión del sistema se fabrica con tubos de acero de pequeño diámetro, conectados a las unidades de control de válvulas mediante tubos de unión de tipo Lockheed con sellos especiales hechos de desmopan, un tipo de goma compatible con el fluido LHM. Las partes móviles del sistema, es decir, los amortiguadores de suspensión o el cilindro de dirección, se sellan con tolerancias extremadamente bajas entre el cilindro y el pistón para ajusten bien bajo presión. Las otras partes de plástico o goma son los tubos de retorno desde las válvulas, como el control de frenos o las válvulas correctoras de altura, tomando también el fluido filtrado de los émbolos de suspensión. Las partes de metal y aleación del sistema raramente fallan incluso tras kilometrajes excesivamente altos, pero los componentes de goma (especialmente los expuestos al aire) pueden endurecerse y agrietarse, siendo los puntos de fallo típicos del sistema.

Las esferas no sufren desgaste mecánico pero sí pérdida de presión, principalmente debido a que el nitrógeno se escapa de forma natural a través de la membrana, lo que sucede típicamente cada 60.000-100.000 km. Las esferas usadas originalmente tenían una válvula en su parte superior para permitir la recarga. Las modernas carecen de dicha válvula, pero pueden ser actualizadas. Aunque una esfera recargable tiene una vida mayor, las membranas terminarán desgastándose, aunque esto puede necesitar unos 20 años. Una membrana rota significa la pérdida de suspensión en la rueda correspondiente, si bien la altura de conducción no se ve afectada. En el caso de la esfera acumuladora, la rotura del membrana implica depender de la bomba de alta presión como única fuente de presión para los frenos delanteros

1.2.2.6 Otro tipo de suspensión

Existen además otros tipos de sistemas de suspensión que no se basan en la clásica disposición muelle helicoidal-amortiguador telescópico, pero no se

pretende ahondar en ellos debido a su particularidad y escasa presencia en el mercado.

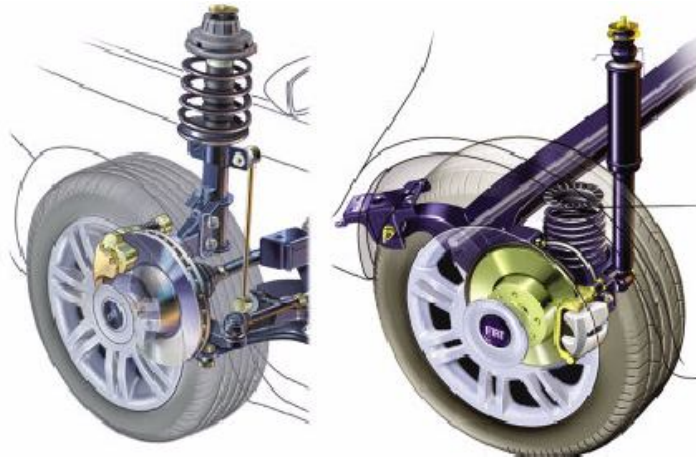


Figura 1.9. Suspensiones delantera y trasera convencionales del Fiat Stilo

De todos modos se debe mencionar a las suspensiones neumáticas por tradicionales, (Citroën las lleva utilizando desde los años 50) y porque cada vez más fabricantes las están redescubriendo, sobre todo en sus modelos de gama alta (Mercedes con la clase E y Audi con su incipiente A8 entre otras).

1.2.3.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSIÓN

1.2.3.1.- El Pasado

Los primitivos automóviles de finales del siglo XIX eran básicamente carruajes de caballos con motor. Las velocidades que alcanzaban eran muy reducidas y apenas necesitaban suspensión. Según fueron incrementándose las prestaciones se fue haciendo patente la exigencia de dotarlos de confort y manejabilidad. De hecho hasta 1898 las primeras suspensiones eran simples ballestas (tienen cualidades elásticas con cierto poder amortiguador) como las de los coches de caballos.



Figura 1.10. Ballesta primitiva

Aún hoy en día se siguen empleando ballestas, pero como elemento elástico en conjunción con modernos amortiguadores telescópicos. Su uso se restringe a vehículos pesados como camiones, camionetas, todo terrenos e incluso algún deportivo de renombre como el chevrolet Corvette.

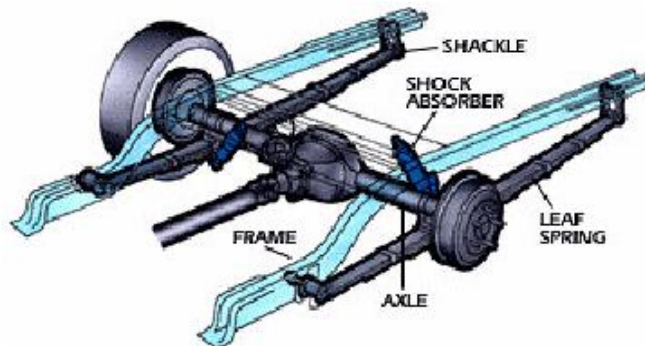


Figura 1. 11. Ballesta como elemento elástico

Enseguida se vio la necesidad de amortiguar el movimiento oscilatorio que creaban las ballestas. Así, entre 1898 y 1899 y basándose en un invento para bicicletas los fabricantes comienzan a instalar unos primeros amortiguadores que consistían en dos simples brazos unidos mediante un tornillo con un disco de fricción entre ellos. La resistencia se ajustaba apretando o aflojando el tornillo. Como es de esperar. Estos amortiguadores no eran muy duraderos, y su funcionamiento dejaba bastante que desear.

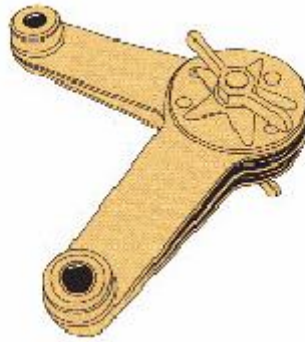


Figura 1. 12. Amortiguador de fricción

Las diferencias que presentan los amortiguadores de fricción frente a los actuales amortiguadores hidráulicos se encuentran las siguientes:

- ❖ En tanto no se supera la fuerza de fricción la suspensión permanece bloqueada, y el vehículo queda sin suspensión.
- ❖ Una vez superada dicha fuerza de fricción, la fuerza amortiguadora disminuye en vez de aumentar con la velocidad, como sería deseable.
- ❖ Su comportamiento se altera con el desgaste.
- ❖ Es necesario reponer las piezas desgastadas periódicamente.
- ❖ El uso de amortiguadores de fricción en automoción es ya prácticamente inexistente.

1.2.3.2.- El presente

Actualmente y desde hace unos años atrás se ha impuesto en la industria el uso de los amortiguadores hidráulicos. En estos casos, la fuerza amortiguadora es función creciente con la velocidad.

Han existido otros tipos de amortiguadores hidráulicos. Como son los giratorios y los de pistón, pero apenas se estiran y los que actualmente se utilizan son los de tipo telescópico, que son los que se van a presentar con más detalles y a los que se hará mención de aquí en adelante.



Figura 1.13. Amortiguador hidráulico telescópico actual

Básicamente, los amortiguadores hidráulicos telescópicos constan de un pistón que trabaja dentro de un cilindro en el que hay aceite. Sobre el pistón existente una serie de orificios y unas válvulas precomprimidas que permiten el paso de aceite de una parte a otra del pistón cuando la presión supera un valor dado. Los orificios representan el paso permanente y las válvulas el paso de apertura por presión respectivamente.

El paso permanente vienen a ser orificios fijos (salvo cuando el amortiguador es un monotubo regulable, en cuyo caso la regulación suele consistir en la variación del tamaño del orificio) que restringen el flujo del caudal. En el caso de las válvulas de apertura por presión, para que estas se abran es necesario ejercer sobre ellas una determinada presión y a medida que ésta aumenta la apertura va siendo mayor.

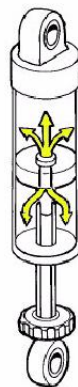


Figura 1.14. Flujo de aceite a través del paso permanente



Figura 1.15. Flujo de aceite a través de las válvulas de apertura por presión

A continuación se puede ver en detalle el pistón con los discos que componen las válvulas por presión y la aguja que regula el diámetro de la válvula de apertura por área cuando el amortiguador es variable, como es nuestro caso. Si se mueve la rosca de ajuste de la dureza del amortiguador para ablandarlo, la aguja abrirá el orificio facilitando el paso del aceite y disminuyendo la rigidez del amortiguador y viceversa.

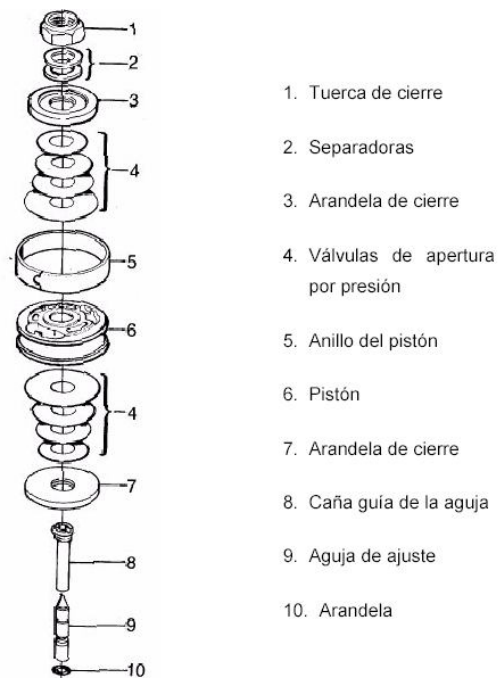


Figura 1.16. Explosión del pistón de un amortiguador monotubo

Cuando la velocidad entre ambos extremos del amortiguador es baja, las válvulas de apertura por presión permanecen cerradas y el aceite pasa a través de los orificios del paso permanente. Una vez que el aceite alcanza la presión de las válvulas, éstas empiezan abrirse y dejan pasar el aceite. Cuanto más aumenta la presión las válvulas se abren más hasta que su apertura sea completa y la ley de fuerza en el amortiguador queda controlada nuevamente por el paso del aceite a través del orificio del paso permanente.

Existen en el mercado fundamentalmente dos tipos de amortiguadores hidráulicos telescópicos. Los de doble tubo o bitubo y los de un solo tubo o monotubo.

➤ **Amortiguadores de doble tubo**

Son los más comunes en la actualidad. A su vez los hay de dos tipos. No presurizados (aceite) y presurizados (con aceite y gas). Constan de dos cámaras una llamada inferior y otra de reserva. Hay válvulas en el pistón y en la base del amortiguador, llamada válvula de pie

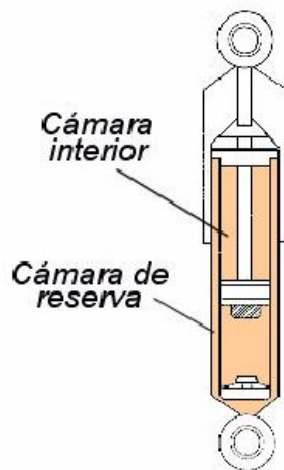


Figura 1.17. Esquema simplificado de un amortiguador bitubo

El funcionamiento de ambos tipos es similar. A continuación se detalla el mismo.

- ❖ Tubo y cámara exterior o de reserva (6)
- ❖ Tubo y cámara interior o cilindro (5)

- ❖ Pistón (2) acoplado al vástago (1)
- ❖ Válvula de pie (7)
- ❖ Guía del vástago (3)
- ❖ Acoplamientos superior e inferior

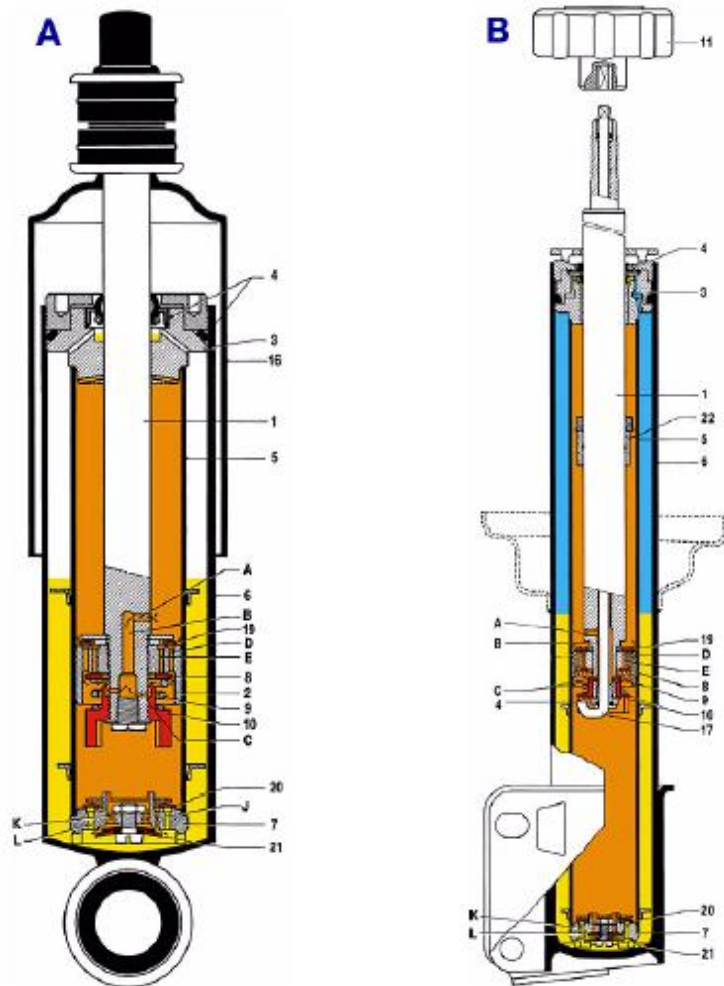


Figura 1.18. Amortiguador no presurizado Figura 1.19. Amortiguador presurizado

- ❖ **Carrera de compresión:** Cuando el vástago penetra, el aceite contenido en la cámara inferior fluye sin resistencia a través de los orificios A, B, C y D y la válvula de no retorno (19) hacia el espacio generado al otro lado del pistón. Simultáneamente, una cierta cantidad de aceite se ve desplazada por el volumen que el vástago va ocupando en la cámara inferior. Este aceite forzosamente pasa por la válvula de pie hacia la cámara de reserva (llena de aire a presión atmosférica o nitrógeno entre 4 y 8 bar.). la fuerza

de amortiguamiento viene dada por la resistencia que impone la válvula de pie al paso del aceite.

- ❖ **Carrera de extensión:** Al tirar del vástago hacia fuera el aceite queda por encima del pistón se comprime y pasa a través de las válvulas que hay en él. La resistencia que el aceite encuentra en dichas válvulas es la fuerza de amortiguamiento de extensión. El aceite que había llegado a la cámara de reserva (6) vuelve hallar resistencia por la válvula de pie a la cámara interior para compensar el volumen liberado por el vástago

➤ **Amortiguador monotubo**

De aparición más tardía que los bitubo, su uso está cada vez más extendido, sobre todo en vehículos de altas prestaciones y en competición. Consta de dos cámaras principales. Una contiene el aceite y la otra gas a presión (normalmente nitrógeno) que están separadas por un pistón flotante. Solamente hay válvulas en el pistón.

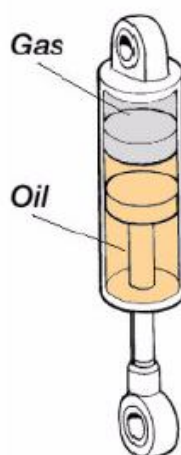


Figura 1.20. Esquema simplificado de un amortiguador monotubo

A la hora de describir su funcionamiento se pueden distinguir sus componentes principales.

- ❖ Tubo de presión (5)
- ❖ Pistón (2) acoplado al vástago (1)

- ❖ Pistón flotante, también llamado pistón separador (15)
- ❖ Guía del vástago (3)
- ❖ Acoplamiento superior e inferior.

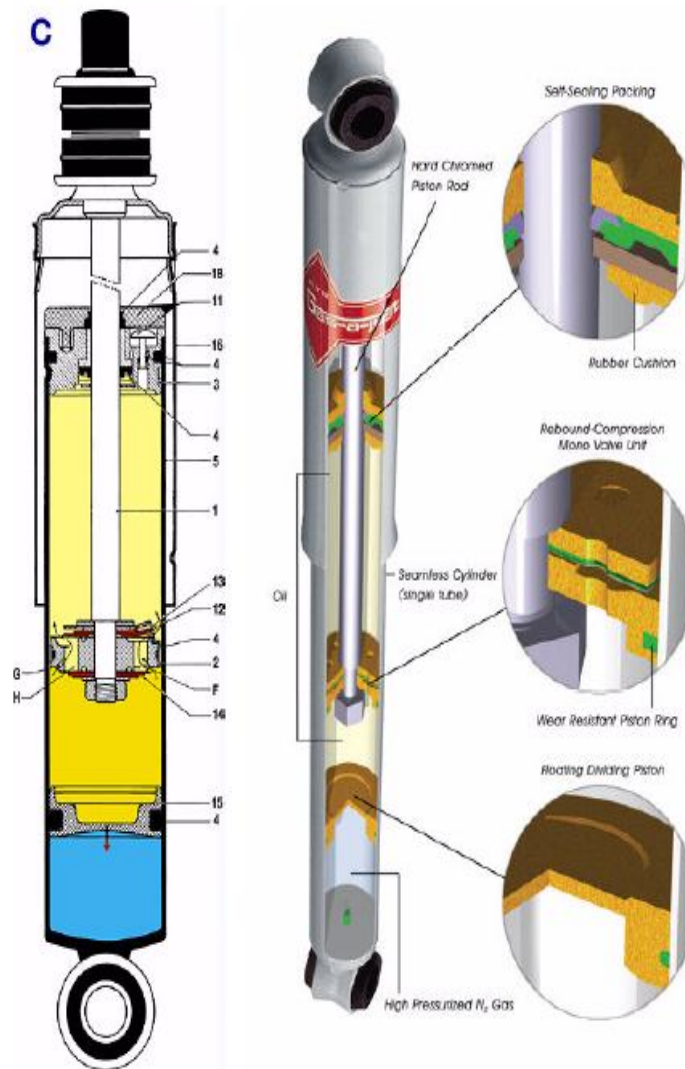


Figura 1.21. Esquema completo de un amortiguador monotubo

- ❖ **Carrera de compresión:** a diferencia del bitubo el amortiguador monotubo no tiene cámara de reserva. El problema de ubicar el aceite que ocupa el espacio tomado por el vástago al penetrar se soluciona con una cámara de volumen variable. Mediante el pistón flotante se consigue dividir la cámara inferior en dos zonas. Una la del aceite, y otra rellena de gas presurizado a una presión que oscila entre 20 y 30 bares. Al empujar el vástago hacia

dentro, la presión que ejerce el aceite sobre dicho pistón flotante hace que la zona del gas se comprima, aumentando la presión a ambos lados (gas y aceite). Asimismo el aceite se ve obligado a pasar a través de las válvulas del pistón. La fuerza de amortiguamiento viene dada por la resistencia que oponen dichas válvulas al paso del aceite.

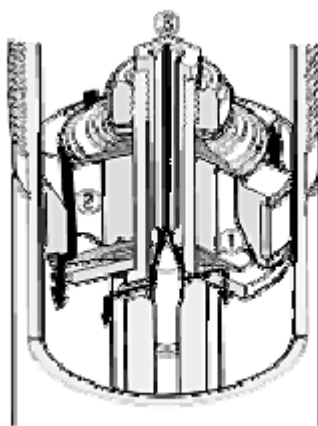


Figura 1.22. Flujo de aceite a través del pistón durante la carrera de compresión.

- ❖ **Carrera de extensión:** Al tirar del vástago hacia fuera el aceite que queda por encima del pistón se comprime y pasa a través de las válvulas que hay en él. La resistencia que el aceite encuentra en dichas válvulas es la fuerza del amortiguamiento de extensión. Por la disminución de presión en la cámara, el pistón flotante vuelve hacia arriba recobrando su posición original para compensar el volumen liberado por el vástago.

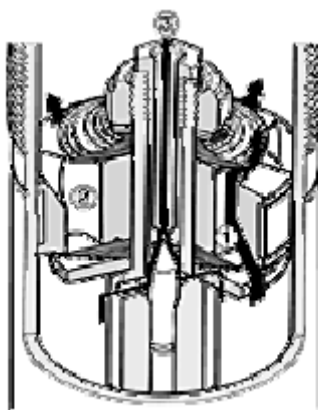


Figura 1.23. Flujo de aceite a través del pistón durante la carrera de extensión

➤ **Evolución del sistema de Suspensión Hidroneumático (hidractiva 3)**

Este sistema, en su última evolución ha sido denominado por Citroën Hidractiva 3. Mantiene los muelles neumáticos y el sistema de conductos de aceite en el que están integrados los amortiguadores. Podría enmarcarse entre las suspensiones semiactivas, mas que el hecho de que sea un sistema semiactivo. Se compone de:

- ❖ Un BHI (Bloque hidro _electrónico integrado), verdadero corazón del sistema que integra una potente caja electrónica un generador autónomo de presión hidráulica (bomba y electroválvulas de distribución hidráulica) y un motor eléctrico.
- ❖ Cuatro elementos portadores con esferas de suspensión.
- ❖ Reguladores de rigidez delanteros y traseros con su esfera.
- ❖ Captadores de altura eléctricos unidos a las barras estabilizadoras.
- ❖ Un depósito de fluido

La suspensión hidractiva 3 conserva las ventajas inherentes a la hidráulica, como por ejemplo, la altura de referencia constante cualquiera que sea la carga del vehículo.

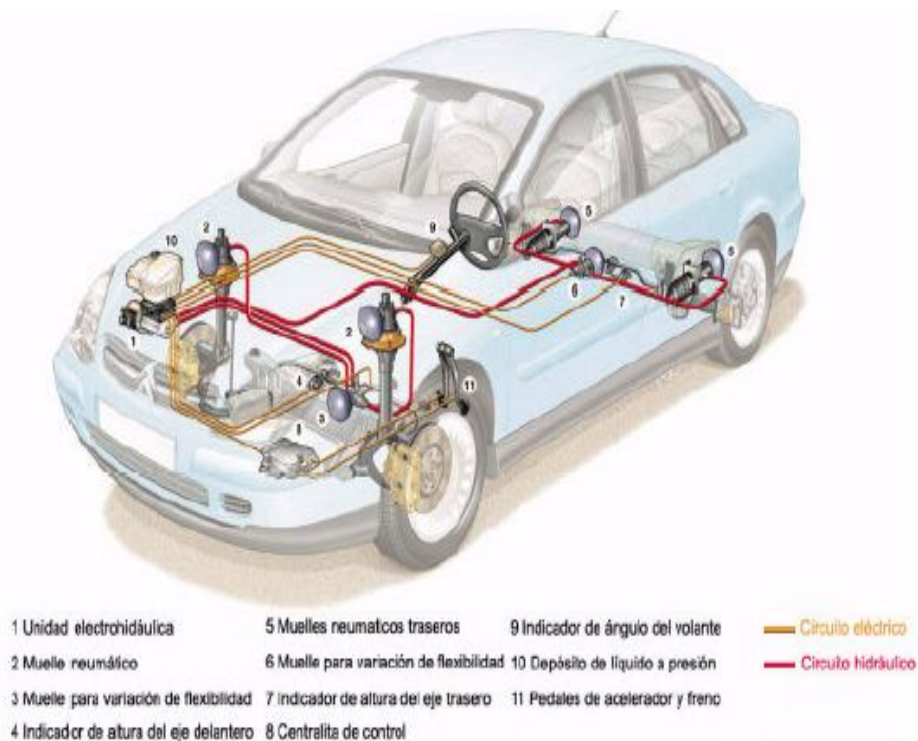


Figura 1.24. Elementos del sistema Hidractiva de Citroën montado en un C5

Por otro lado el Volkswagen Phaeton es la primera berlina que tiene suspensión neumática de serie en toda la gama. El sistema puede variar el volumen de los muelles neumáticos y con ello su flexibilidad. Consta de una bomba neumática, un acumulador de presión y sensores de altura. Un controlador electrónico determina la dureza del muelle y también la altura de la carrocería, pero no tienen ningún sistema antibalanceo. El conductor puede elegir entre dos alturas, una 25mm superior a la normal y una 15mm inferior (que se conecta automáticamente a partir de 160 Km./h).



Figura 1.25.Elementos del sistema de suspensión neumática del VW Phaeton

Los amortiguadores también tienen dureza variable. No es el sistema continuo de otros modelos recientes, sino que tiene cuatro grados de dureza. El conductor puede seleccionar cualquiera de ellas manualmente.

1.2.3.3. El Futuro

Como en todos los ámbitos del automovilismo cada vez son más los dispositivos controlados electrónicamente. Los amortiguadores no suponen una excepción.

Lo que hasta ahora se ha visto (exceptuando las suspensiones neumáticas) han sido los componentes de las tradicionales suspensiones pasivas.

Hoy en día aún es lo más común debido en gran parte a su menor costo, pero presentan inconvenientes. El principal es el de lograr el compromiso confort _ estabilidad. Si se hace un vehículo muy cómodo para los ocupantes, se sacrifica su comportamiento dinámico y viceversa.

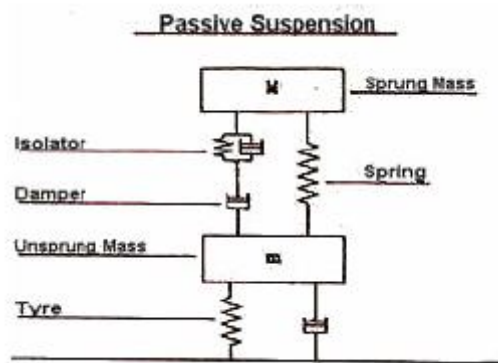


Figura 1.26. Esquema de una suspensión pasiva

Es por ello que actualmente están apareciendo infinidad de posibilidades de regulación. Así, la evolución de los sistemas de suspensión parece que va en la línea de los llamados sistemas inteligentes.

➤ **Suspensiones adaptativas**

Representan una evolución respecto de las suspensiones pasivas basadas en amortiguadores. Se trata de modificar la rigidez del muelle o bien del amortiguador mediante actuadores de baja potencia, normalmente de manera discreta en función de diferentes parámetros monitorizados por sensores.

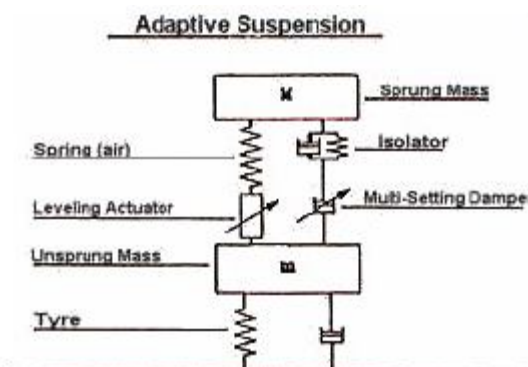


Figura 1.27. Esquema de una suspensión adaptativa.

Un ejemplo comercial lo constituye la suspensión CATS (Computer Active Technology Suspensión) instalada en los modelos más deportivos de Jaguar como el XKR y el S- Type R, que utiliza tecnología de regulación electrónica adaptable para cambiar de un ajuste más suave a uno mas duro o firme, dependiendo de la carretera y de las condiciones dinámicas de conducción. Puede variar la dureza del amortiguador en dos posiciones, de forma automática o manual. Lo curioso es que, en modo automático, la variación de dureza no es necesariamente simultánea en los cuatro amortiguadores. El sistema de control puede elegir qué amortiguadores endurece antes, para aumentar o disminuir el efecto de guiñada.



Figura 1.28. Tren delantero del S – Type equipado con el sistema CATS

Otro ejemplo lo representa el volvo S60 R que monta un sistema de suspensión adaptiva desarrollado en colaboración con Ohlins Racing AB y Monroe denominado four – C (Continuously Controlled Chasis Concept). Consiste en amortiguadores de dureza variable controlados por una centralita, que recibe información de distintos sensores y que está conectada con el sistema electrónico del coche. Cada milésima de segundo alterna (500 veces por segundo) la centralita controla la posición exacta de la carrocería con relación a las ruedas.

La mayor parte de la información que llega a la centralita proviene de los sensores que indican la altura de la carrocería, pero también recibe información

de dos acelerómetros situados en la parte delantera, uno en la parte trasera y de uno que mide el desplazamiento del volante. Al estar integrada en el sistema electrónico del coche, la centralita puede contar con informaciones como el deslizamiento de las ruedas que transmiten los sensores de giro, e incluso puede anticipar acontecimientos. Por ejemplo, si el conductor pisa el pedal de freno, una señal eléctrica viaja más rápidamente que el aumento de presión en el sistema hidráulico, y su señal llega a la centralita antes que las pastillas lleguen a morder el disco. En tal caso, el sistema endurece la amortiguación antes incluso de que comience la deceleración.

Con toda esta información, la centralita adecua la dureza de cada amortiguador para proporcionar el mejor contacto posible entre rueda y carretera sin que la suspensión sea incomoda. Actúa según tres programas:

Confort, deportivo y deportivo avanzado.

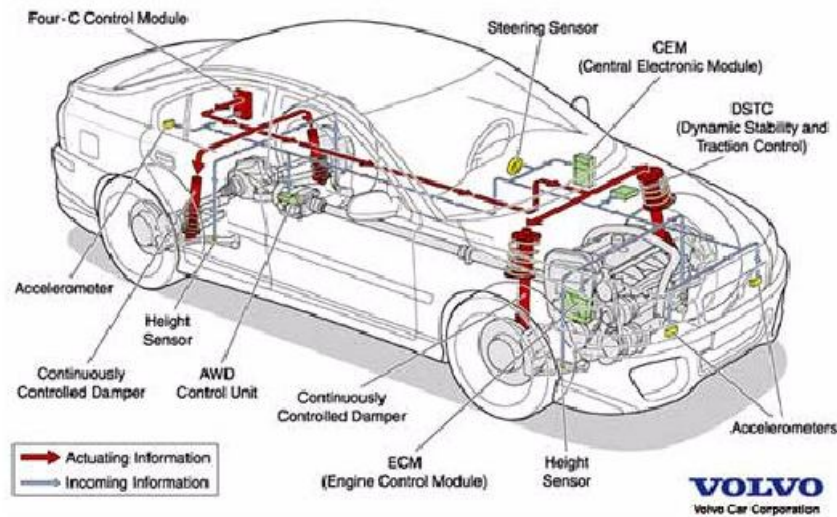


Figura 1.29.Four – C del volvo S60 R

➤ Suspensiones activas y semiactivas

Aunque sus inicios se remontan a los primeros años 80, cuando la escudería Lotus de Formula 1 comenzó a experimentar con suspensiones activas en el T92, no fue hasta la década de los 90 cuando realmente convirtieron en algo

práctico y variable. El motivo, sus altos costos y el consumo energético que conllevan.



Figura 1.30. Magic Senna ganó 2 GP con el Lotus T99 de suspensión activa

Las suspensiones activas y semiactivas consisten en un sistema de lazo cerrado con retroalimentación. En las activas no hay muelle ni amortiguador. Un actuador hidráulico genera fuerzas para compensar el balanceo y cabeceo del vehículo, mientras que un computador electrónico se encarga de monitorizar constantemente (gracias a los diversos sensores), el perfil de la carretera y envía señales eléctricas a las suspensiones delanteras y trasera. Aquí será donde los componentes hidráulicos, consistentes en bombas, actuadores y servoválvulas, actuarán manteniendo un nivel máximo de estabilidad.

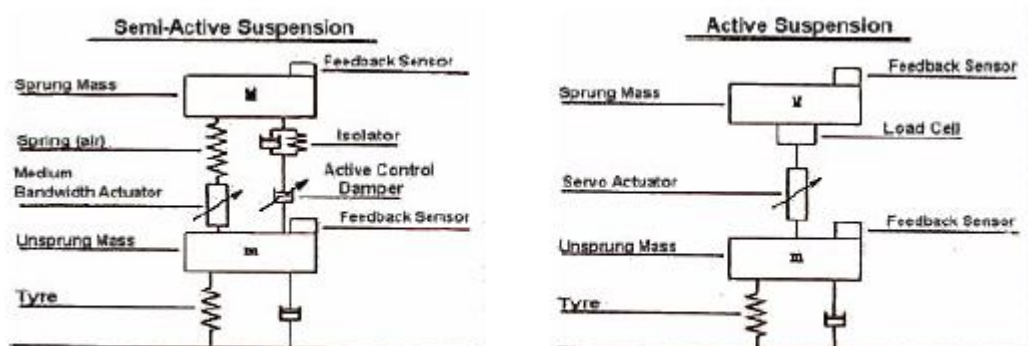


Figura 1.31. Esquemas de las suspensiones activas y semiactivas

El tiempo de respuestas nos indica el ancho de banda. Si éste abarca un rango de frecuencias de hasta 3 o 5 Hz el sistema de suspensión se denomina de baja frecuencia (Low Bandwidth Systems), mientras que si el rango abarca frecuencias más elevadas, hasta 10 ó 12 Hz, se denomina de alta frecuencia (High Bandwidth Systems).

El sistema de suspensión pasiva funciona tanto para un rango alto de frecuencias como para uno bajo. La suspensión activa puede controlar ambos rangos. Pero debido al coste que suponen y a la potencia que éstos necesitan para funcionar y que roban al motor, por tanto el uso de los sistemas para altas frecuencias (suspensión activa) se reduce a la competición (como Formula 1, hasta que fue prohibida en 1994), aunque Lotus está desarrollando un sistema comercial que se dice verá la luz hacia 2010.

Lo que se utiliza fuera de los circuitos son las suspensiones semiactivas, que controlan las bajas frecuencias con elementos activos y las altas con pasivos. La diferencia estriba en que éstas sí que emplean muelles convencionales.

Otro ejemplo es el ABS (Active Body Control) de Mercedes Benz, en él los muelles helicoidales se apoyan en 4 cilindros hidráulicos.

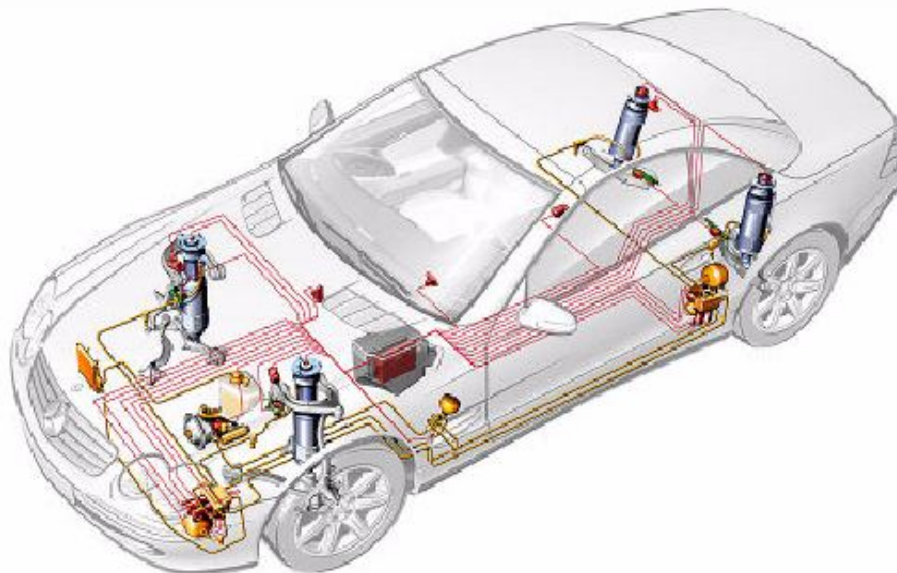


Figura 1.32. Elementos del sistema ABS de Mercedes montado en un SL

Extensibles abastecidos por una bomba de alta presión (200 bares). Estos cilindros pueden hacer una fuerza para compensar la extensión o compresión del muelle. De esta manera puede anular o limitar el balanceo y el cabeceo.

Se compone además de 11 sensores que miden 100 veces por segundo el movimiento de la carrocería. Dos, situados en los laterales del vehículo miden su altura y los otros 9, distribuidos en distintos lugares, miden las aceleraciones triaxialmente (lateral, longitudinal y vertical). El circuito hidráulico incluye también 2 acumuladores de presión y un refrigerador de aceite.

Los cilindros hidráulicos forman un mismo cuerpo con amortiguadores pasivos corrientes (para las altas frecuencias) que no tienen dureza variable y no necesitan barras estabilizadoras.

➤ **Amortiguadores magnetorreológicos**

Representan un caso particular de suspensión semiactiva y un avance relativamente reciente. Los primeros prototipos datan de principios de los 90, aunque General Motors presentó este sistema en el salón de Francfort de 1999, y ahora emplea la segunda generación en modelos como el Cadillac Seville y paradójicamente el Chevrolet Corvette.

Se trata de amortiguadores monotubo semiactivos que en vez de aceite corriente llevan un fluido magnético-reológico, prescindiendo de válvulas electromagnéticas. Este fluido está compuesto de un 40% aproximadamente de partículas metálicas flotando en él. Al magnetizarse, según si lo hace mucho o poco, modifica su viscosidad, consiguiéndose variar la dureza del amortiguador.



Figura 1.33.El Cadillac Seville STS esta equipado con el sistema Magne Ride de Delphi

El sistema Magne Ride de Delphi Automotive es la primera aplicación industrial de un fluido cuya viscosidad varía ante la presencia de un campo magnético. El fluido que utiliza el sistema Magne Ride es una suspensión no coloidal, con partículas de hierro con un tamaño de algunas micras en un hidrocarburo sintético. Sin la presencia de un campo magnético, las partículas de hierro están dispersas al azar en el seno del fluido. A medida que aumenta el campo magnético, el fluido se vuelve fibroso y su estructura llega a ser casi plástica.

Las reacciones del fluido al pasar por los dos orificios del amortiguador cambian con la diferencia de la viscosidad. Cuando no está magnetizado, hay una gran diferencia de viscosidad entre las partículas que están próximas a las paredes del orificio, y las que fluyen rodeadas de otras partículas de fluido. Gracias a esa diferencia de velocidad, el caudal puede ser grande y, por tanto, el amortiguador es suave. Cuando el fluido está magnetizado, la velocidad de todas las partículas es muy semejante. El flujo es más lento y, por tanto, la dureza del amortiguador aumenta.

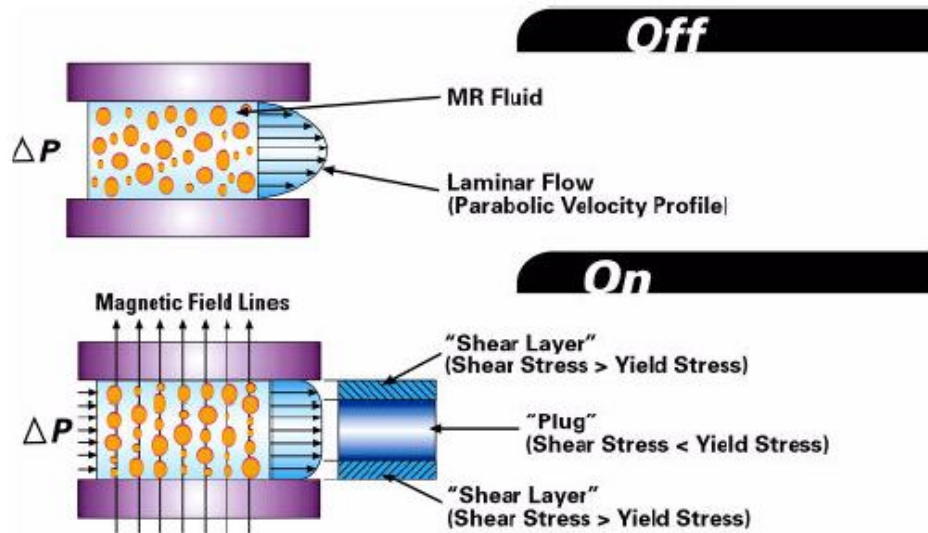


Figura 1.34. Magnetización del fluido del MagneRide

La intensidad del campo magnético la ajusta una centralita, que recibe señales de cinco sensores. Tres de ellos están ya en el control de estabilidad (ángulo de dirección, guiñada y aceleración transversal), otro es la velocidad del coche y otro la posición relativa de las ruedas. Delphi ha previsto que esta misma centralita pueda controlar un sistema de altura constante.

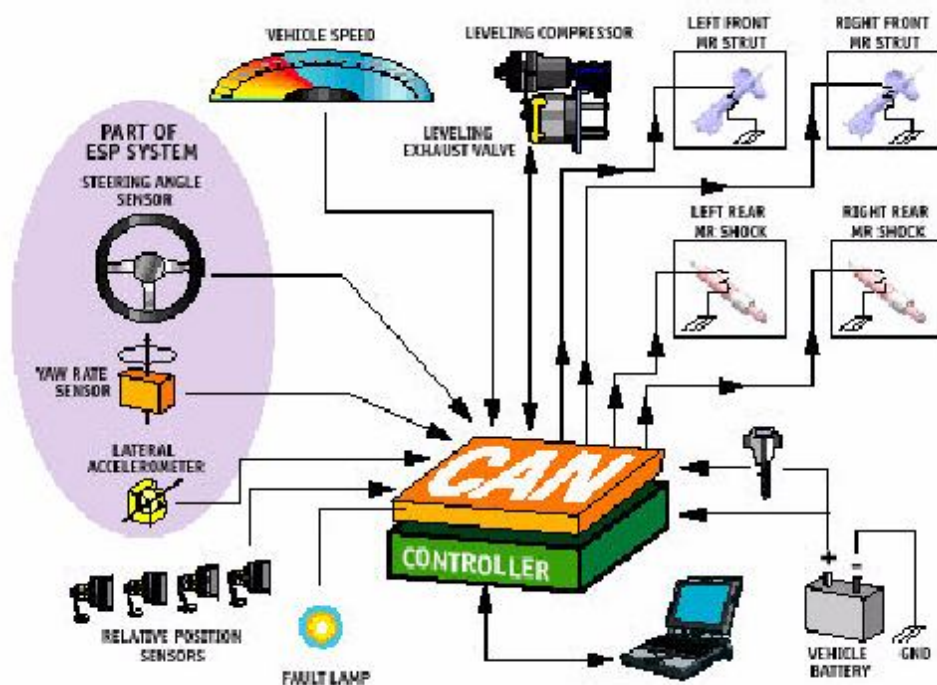


Figura 1.35. Esquema del sistema completo MagneRide

Esta amortiguación variable sigue el mismo principio de funcionamiento que una de electroválvulas, suave cuando es posible y dura cuando es necesario. El amortiguador se endurece cuando es preciso limitar más los rebotes del muelle para aumentar el contacto con el suelo, bien por razones de estabilidad o bien por frenada.

➤ **Suspensión de Melmac**

El sistema de suspensión de Car Cross lleva amortiguadores hidráulicos telescópicos del tipo monotubo con gas a presión, y muelles helicoidales montados coaxialmente a los mismos. El fabricante que afirma los amortiguadores es Ollé.

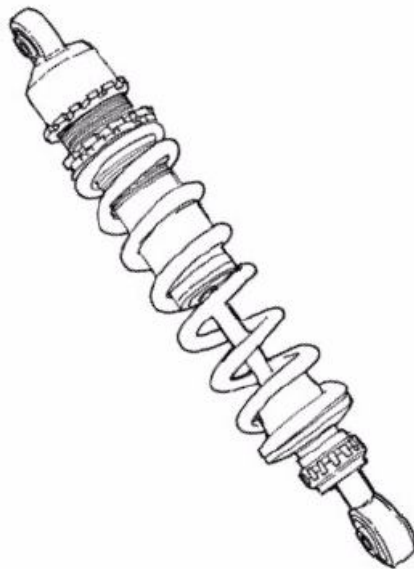


Figura 1.36. Conjunto muelle helicoidal-amortiguador monotubo

Estos van provistos de un dispositivo de regulación manual, que posibilita la elección de diferentes durezas de amortiguación mediante la variación del paso de aceite en su interior. La regulación es discreta y se dispone de una treintena de posiciones diferentes seleccionables por medio de una ruedecilla situada en el propio amortiguador. Según se avance en los click de la ruedecilla el amortiguador se vuelve más o menos rígido.

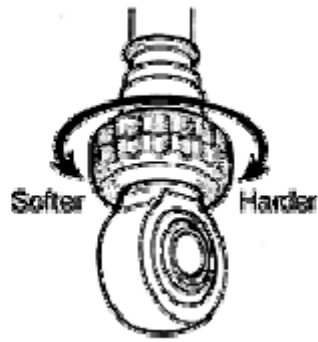


Figura 1.37. Detalle de la ruedecilla de ajuste de dureza del amortiguador

Asimismo, tienen mecanizada una rosca en su carcasa exterior, que hace de guía de una arandela que permite variar la precarga del muelle. Cuanto más se aprieta la arandela, más comprimido quedará el muelle

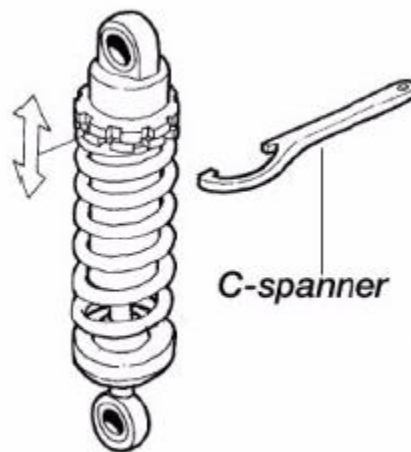


Figura 1.38. Dibujo de la arandela de ajuste de la precarga del muelle

Los amortiguadores llevan incorporados sensores de desplazamiento tanto delante como detrás. Además, el Melmac equipa también sensores de fuerza en un lado, que miden la fuerza ejercida por el conjunto muelle-amortiguador. Con esto y gracias al sistema de adquisición de datos, es posible monitorizar y archivar los movimientos y fuerzas generados en la suspensión del monoplaza para su posterior análisis y estudio.

➤ **Suspensión delantera**

La suspensión delantera es independiente de doble triángulo, con el conjunto formado por muelle y amortiguador anclado al triángulo inferior en su parte exterior y al chasis por encima del triángulo superior en su parte interior.

Los triángulos giran respecto a un eje en el chasis, mientras que el conjunto muelle-amortiguador, al actuar ligeramente inclinado en otro plano, va anclado al triángulo inferior y al chasis mediante silentblocks que permiten esa cierta desalineación

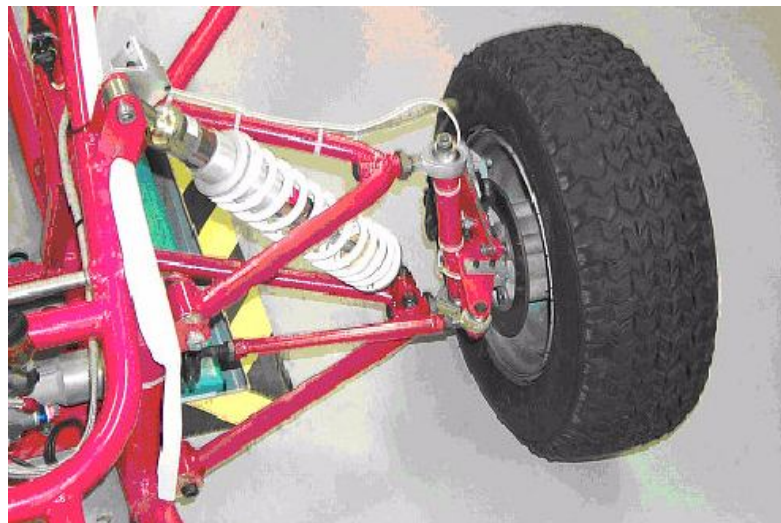


Figura 1.39. Suspensión delantera

La posición del triángulo superior es regulable longitudinalmente y las rótulas que articulan con la mangueta pueden cambiar su posición colocándolas más o menos introducidas mediante una tuerca. De esta manera se puede variar la suspensión para hacer la dirección más o menos estable retrasando o avanzando el triángulo superior respecto al inferior. Esta regulación permite modificar el ángulo de avance, un parámetro que controla la estabilidad de la dirección, su tendencia a volver a la posición recta.

Variando la cantidad de rosca que queda introducida en las rótulas se puede modificar. Además de la anchura entre ruedas. La caída de las mismas pudiendo adaptar la suspensión a recorridos de tierra o asfalto con más o menos curvas. Las caídas negativas mayores se utilizarán en tierra y con curvas,

mientras que las caídas prácticamente nulas se usarán cuando se circule por asfalto, como regla habitual, aunque hay que decir que los Formula 1 actuales tienen una gran caída negativa en las ruedas delanteras.

➤ **Suspensión trasera**

La suspensión trasera es independiente del tipo doble triángulo, aunque en este caso consta de un trapecio superior y un triángulo y un brazo inferiores, todos ellos unidos a la mangueta mediante rótulas. Las uniones del chasis a trapecio, triángulo y brazo se realizan mediante pares de revolución cuya posición no es regulable. El conjunto muelle-amortiguador va unido mediante silentblocks a la mangueta por encima del trapecio superior, ya que tiene que quedar espacio para el palier.

Como en la suspensión delantera, las uniones realizadas mediante rótulas se pueden regular, así que se puede variar la caída para adaptar el vehículo al terreno por donde vaya a circular y también es posible modificar la convergencia de las ruedas sacando más o menos las rótulas traseras respecto a las delanteras. Además, se puede ajustar ligeramente la anchura de vías, sacando o introduciendo todas las rótulas dentro del margen de roscas que hay disponible.



Figura 1.40.Suspensión trasera.

1.2.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS

1.2.4.1.- Ventajas

- ❖ Reducción de fuerzas causadas por irregularidades del terreno
- ❖ Control de la dirección del vehículo
- ❖ Mantenimiento de la adherencia de los neumáticos a la carretera
- ❖ Mantenimiento de una correcta alineación de las ruedas
- ❖ Soporte de la carga del vehículo
- ❖ Mantenimiento de la altura óptima del vehículo
- ❖ En la suspensión independiente cada rueda esta conectada al automóvil de forma separada con las otras ruedas, lo cual permite que cada rueda se mueva hacia arriba y hacia abajo sin afectar la rueda del lado opuesto
- ❖ La suspensión independiente se puede utilizar en las cuatro ruedas.
- ❖ En una suspensión no independiente las ruedas izquierda y derecha están conectadas al mismo eje sólido, y es utilizada en la parte trasera de algunos automóviles con tracción trasera y en algunos automóviles en la parte delantera con tracción de cuatro ruedas.
- ❖ La suspensión de nitrógeno es aproximadamente seis veces más flexible que el acero convencional, por lo que se añade un [sistema autonivelador](#) para permitir que el vehículo aproveche esta característica (Suspensión hidroneumática).
- ❖ En la suspensión adaptiva el sistema de control puede elegir qué amortiguadores endurece antes, para aumentar o disminuir el efecto de guiñada o amortiguación.

1.2.4.2 Desventajas

- ❖ En el caso de las suspensiones que utilizan ballestas, su uso se restringe a vehículos pesados como camiones, camionetas, todo terreno e incluso algún deportivo de renombre como el chevrolet Corvette.

- ❖ En la suspensión con amortiguadores de fricción su comportamiento se altera con el desgaste, y es necesario reponer las piezas desgastadas periódicamente
- ❖ La suspensión activa puede controlar ambos rangos. Pero debido al coste que suponen y a la potencia que éstos necesitan para funcionar y que roban al motor, por tanto el uso de los sistemas para altas frecuencias (suspensión activa) se reduce solo a vehículos de competición (formula 1).
- ❖ En el eje rígido todos los movimientos de una rueda se transmiten a la otra.

1.3.- SISTEMA DE FRENOS DE UN VEHICULO

1.3.1.- FUNCIONAMIENTO

Un freno es un dispositivo utilizado para detener o disminuir el **movimiento** de algún cuerpo, generalmente, un **eje**, **árbol** o **tambor**. Los frenos son transformadores de **energía**, por lo cual pueden ser entendidos como una **máquina**, ya que transforman la **energía cinética** de un cuerpo en **calor** o **trabajo** y en este sentido pueden visualizarse como “extractores“ de energía. A pesar de que los frenos son también máquinas, generalmente se les encuentra en la literatura del diseño como un elemento de máquina y en literaturas de **teoría de control** pueden encontrarse como actuadores

1.3.2 FUNCIONAMIENTO GENERAL

Al pisar el pedal del freno, el cilindro maestro asistido por un reforzador de vacío para frenos de potencia (booster], envía líquido o fluido con igual presión, a cada cilindro de rueda, cuyos pistones, presionan las pastillas o zapatas contra los discos o tambores

Los vehículos con tracción delantera, vienen equipados con cilindro maestro doble, y válvula distribuidora; con este sistema la acción de frenar se traslada en dos circuitos, la rueda derecha de adelante; y la izquierda de atrás en un circuito, y las otras dos, en el otro circuito. La idea es que si; hay fallas por

fugas de fluido en un circuito; el otro siga funcionando sin acentuar demasiado el frenado.



Figura 1.42. Bomba y servo de freno

La acción de frenar es bastante cómoda, cuando se cuenta, con un reforzador de vacío (booster); pero tenga en cuenta, y recuerde siempre, que, el vacío que hace funcionar al booster proviene del motor en funcionamiento; si este se apagara en plena marcha, el pedal se pondrá bastante duro, y su nerviosismo le hará creer que se quedo sin frenos, si esto le sucediera, mantenga la calma y tome conciencia del problema presionando el freno con firmeza, porque el booster dejó de funcionar, pero el sistema de frenos sigue funcionando aun sin asistencia del booster

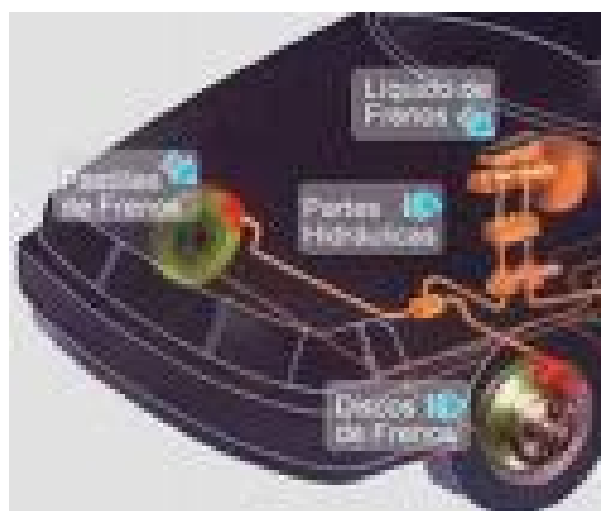


Figura 1.43. Sistema de freno delantero

1.3.3.- TIPOS DE FRENOS

1.3.3.1.- Freno de llanta.

Utilizan como cuerpo móvil la llanta de una rueda. Son muy utilizados en bicicletas y existen varios tipos

En la actualidad, los dos grandes sistemas que se utilizan en los conjuntos de frenado son: frenos de disco (contracción externa) y frenos de tambor (expansión interna).

Todos los conjuntos de frenado sean de disco o de tambor tienen sus elementos fijos sobre la mangueta del vehículo, a excepción de los elementos que le dan nombre y que son sobre los que realizamos el esfuerzo de frenado (estos elementos son solidarios a los conjuntos de rueda a través de pernos o tornillos).

1.3.3.2.- Frenos de disco

Los frenos de fricción están diseñados para actuar mediante fuerzas de **fricción**, siendo este el medio por el cual se transforma en calor la energía cinética del cuerpo a desacelerar. Siempre constan de un cuerpo fijo sobre el cual se presiona un cuerpo a desacelerar. Son muy utilizados en los vehículos.

Frenos de cinta o de banda. Utilizan una banda flexible, las mordazas o zapatas (suelen ser de amianto) se aplican para ejercer tensión sobre un cilindro o tambor giratorio que se encuentra solidario al eje que se pretenda controlar. La banda al ejercer presión, ejerce la fricción con la cual se disipa en calor la energía cinética del cuerpo a regular, entre ellos tenemos:

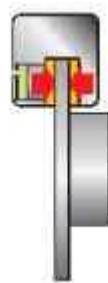


Figura 1.44. Disco de freno

➤ **Características del freno de disco.**

- ❖ Mayor refrigeración.
- ❖ Montaje y funcionamiento sencillo.
- ❖ Piezas de menor tamaño para la misma eficacia.

1.3.3.3 Frenos de tambor

Este tipo de frenos se utiliza en las ruedas traseras de algunos vehículos. Presenta la ventaja de poseer una gran superficie frenante; sin embargo, disipa muy mal el calor generado por la frenada.

Los frenos de tambor están constituidos por los siguientes elementos:

Tambor unido al buje del cual recibe movimiento.

Plato portafreno donde se alojan las zapatas que rozan con dicho tambor para frenar la rueda.

Sistema de ajuste automático.

Actuador hidráulico.

Muelles de recuperación de las zapatas.

Frenos de disco: Utilizado normalmente en las ruedas delanteras y en muchos casos también en las traseras. Se compone de:

Un disco solidario al buje del cual toma movimiento, pudiendo ser ventilados o normales, fijos o flotantes y de compuestos especiales.

Pinza de freno sujeta al porta pinzas, en cuyo interior se aloja el bombín o actuador hidráulico y las pastillas de freno sujetas de forma flotante o fija.

Asistencias al freno (Servofreno)

Estos elementos se montan en el sistema de frenado para reducir el esfuerzo del conductor al realizar la frenada. La asistencia al freno que funciona por depresión y que se monta en la mayoría de los vehículos se sitúa entre el pedal del freno y la bomba. Es un receptáculo en cuyo interior se haya una membrana que separa dos cámaras. La cámara delantera (más próxima a la bomba) está sometida a la depresión que se genera en el colector de admisión (motor gasolina) o algún generador de vacío (depresiones en Diesel).

La conexión entre la cámara delantera y el elemento de vacío se haya controlada por una válvula antiretorno cuya dirección de funcionamiento es siempre hacia la asistencia. En la cámara posterior (más cercana al pedal), reina la presión atmosférica estando conectada directamente con el exterior.

Repartidor de frenada en función del peso del eje trasero:

Es un elemento instalado en las canalizaciones de los frenos traseros que disminuye la presión hidráulica para no bloquear las ruedas, y así, realizar una frenada progresiva y homogénea. Su funcionamiento se justifica por la pérdida de adherencia que sufren las ruedas traseras cuando durante la frenada, parte relativa de la masa del vehículo tiende a deslizarse hacia delante:

Su funcionamiento puede ser mecánico o inercial. El mecánico es un elemento de regulación sujeto a la carrocería, y que tiene una palanca unida al elemento de suspensión que regula la presión del circuito en función del movimiento de dicha suspensión. En cambio, el funcionamiento inercial regula la presión en función del desplazamiento de la masa del vehículo.

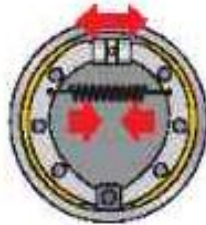


Figura 1.45. Tambor de freno

- **Características del freno de tambor.**
 - ❖ Mayor eficacia (mayor superficie)
 - ❖ Refrigeración escasa.
 - ❖ Sistema más complejo.

1.3.3.4 Freno de mano o de estacionamiento

Son los conjuntos que bloquean el vehículo cuando esta parado o que permiten una frenada de emergencia en caso de fallo en el sistema de frenado normal.

Su funcionamiento es habitualmente mecánico, teniendo que realizar un esfuerzo sobre una palanca para el tensado del cable que bloquea las ruedas.

Sistema de frenado

El sistema de frenos está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el vehículo a voluntad del conductor.

La base del funcionamiento del sistema principal de frenos es la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor, para conseguir detener el coche con el mínimo esfuerzo posible.

Las características de construcción de los sistemas de frenado se han de diseñar para conseguir el mínimo de deceleración establecido en las normas.

El sistema de frenos se constituye por dos sistemas:

1.- El sistema que se encarga de frenar el vehículo durante su funcionamiento normal (funcionamiento hidráulico).

2.-El sistema auxiliar o de emergencia que se utilizará en caso de inmovilización o de fallo del sistema principal (funcionamiento mecánico).

Componentes del sistema de frenado

Pedal de freno: Pieza metálica que transmite la fuerza ejercida por el conductor al sistema hidráulico. Con el pedal conseguimos hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza. El pedal de freno forma parte del conjunto "pedalera", donde se sitúan 2 o 3 palancas de accionamiento individual que nos permiten manejar los principales sistemas del vehículo.

Bomba de freno: Es la encargada de crear la fuerza necesaria para que los elementos de fricción frenen el vehículo convenientemente. Al presionar la palanca de freno, desplazamos los elementos interiores de la bomba, generando la fuerza necesaria para frenar el vehículo; Básicamente, la bomba es un cilindro con diversas aperturas donde se desplaza un émbolo en su interior, provisto de un sistema de estanqueidad y un sistema de oposición al movimiento, de tal manera que, cuando cese el esfuerzo, vuelva a su posición de reposo.

Los orificios que posee la bomba son para que sus elementos interiores admitan o expulsen líquido hidráulico con la correspondiente presión.

Canalizaciones: Las canalizaciones se encargan de llevar la presión generada por la bomba a los diferentes receptores, se caracterizan por que son

tuberías rígidas y metálicas, que se convierten en flexibles cuando pasan del bastidor a los elementos receptores de presión. Estas partes flexibles se llaman “latiguillos “y absorben las oscilaciones de las ruedas durante el funcionamiento del vehículo. El ajuste de las tuberías rígidas o flexibles se realiza habitualmente con acoplamientos cónicos, aunque en algunos casos la estanqueidad se consigue a través de arandelas deformables (cobre o aluminio).

Bombines (frenos de expansión interna): Es un conjunto compuesto por un cilindro por el que pueden desplazarse uno o dos pistones, dependiendo de si el bombín es ciego por un extremo o tiene huecos por ambos lados (los dos pistones se desplazan de forma opuesta hacia el exterior del cilindro).

Los bombines receptores de la presión que genera la bomba se pueden montar en cualquiera de los sistemas de frenos que existen en la actualidad.

1.3.3.5 Frenos Hidráulicos

Según el señor Blas Pascal (1623-1662) los líquidos bajo presión ejercen una fuerza en todos los sentidos y direcciones en la misma magnitud. Esto da por sentado que para efectos prácticos los líquidos no son compresibles, es decir, que al ser sometidos a presión no reducen su volumen, por lo que pueden ser utilizados como medio para transmitir fuerzas a través de tuberías como si fueran sólidos.

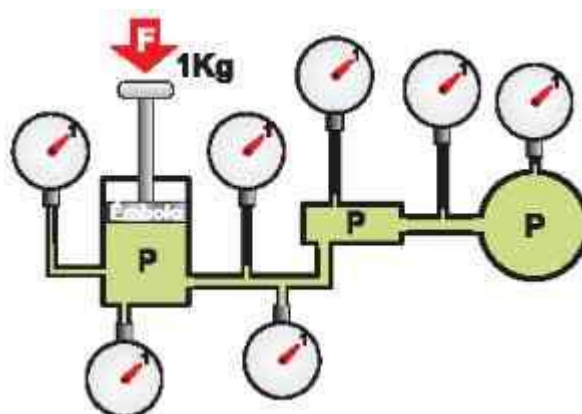


Figura 1.46 Esquema hidráulico

En un sistema hidráulico, se puede tener diferentes fuerzas de frenado con sólo aumentar o disminuir el diámetro de los émbolos de ruedas conservando el mismo cilindro maestro. Para reducir el riesgo de bloqueo de las ruedas traseras, el diámetro de sus émbolos es siempre menor que el de las delanteras, de una manera proporcional y adecuada a las características de cada modelo de automóvil.

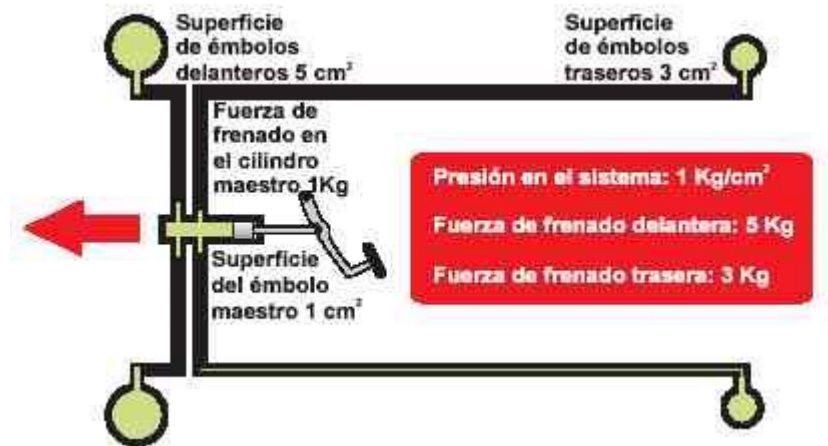


Figura 1.47. Sistema hidráulico.

1.3.3.5.1 Proceso de purga el circuito hidráulico

Todo circuito hidráulico para su funcionamiento necesita funcionar sin aire. Cuando se realiza cualquier sustitución de un elemento hidráulico, es necesario la purgación del circuito. Dicha operación consiste en extraer todo el aire del circuito para dejar simplemente líquido hidráulico.

➤ Sistema Automático

Consiste en colocar sobre el depósito una fuente de presión que empujará el líquido hacia los elementos de bombeo. Con este sistema el único trabajo a realizar es abrir cada purgador de los elementos de bombeo hasta verificar que el líquido sale libre de burbujas, y en caso de cambio de líquido, apreciaremos la diferencia entre el nuevo y el usado.

➤ Sistema Manual

Para el purgado manual es necesaria la intervención de dos personas. La primera persona se sentará en el asiento del conductor y con el motor en marcha realizara una serie de presiones de forma continuada con todo el recorrido del pedal. Una vez realizado dichas presiones el conductor debe mantener constante la presión del pedal, y con dicha presión, la segunda persona encargada de purgar el circuito abrirá y cerrara el purgador varias veces hasta que el líquido sea homogéneo (sin aire). Se cerrará el purgador, y si es necesario se solicitara a la primera persona que vuelva a presionar varias veces el pedal

1.3.4 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE FRENOS

Uno de los primeros sistemas de freno fueron los de carreta, y sus principales elementos consistían en elementos básicos, una palanca con cierta ganancia mecánica para reducir el esfuerzo físico del conductor e intensificar la energía de frenado y una superficie de fricción contra la rueda. Salvando la época y la tecnología, actualmente el principio sigue siendo el mismo. Los que han cambiado y mucho, son los medios utilizados para accionar eficazmente el mecanismo.

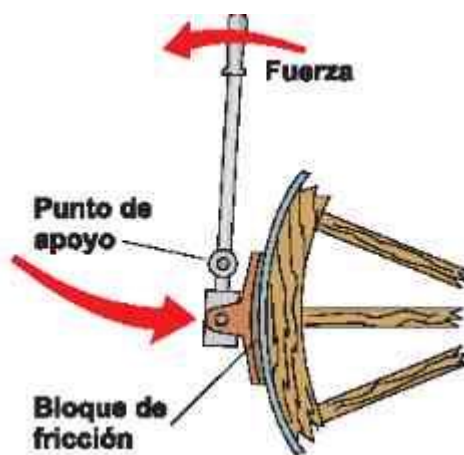


Figura 1.48. Freno de palanca con ganancia mecánica

Actualmente resulta evidente la simpleza de estos dispositivos mecánicos que sin embargo estuvieron vigentes durante algunos años. En la medida que los vehículos se hicieron más veloces y más pesados, la ineficacia de los accionamientos mecánicos se hizo evidente; frecuentes desajustes, frenado disparejo y falta de confiabilidad.

Uno de los requisitos esenciales para un buen sistema de frenos es que las cuatro ruedas frenen simultáneamente. La estabilidad direccional del vehículo es un factor crítico durante el frenado y unas ruedas que frenen antes que otras son lo último que se desea tener. Con los sistemas de accionamiento mecánico, la simultaneidad de frenado era algo muy difícil de obtener. Entonces se decidió aplicar los principios de la hidráulica para obtener ésa y otras ventajas.

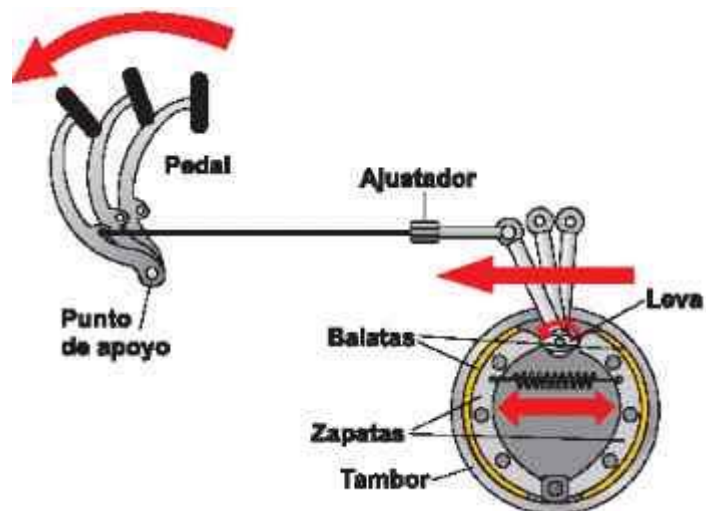


Figura 1.49. Freno mecánico con pedal

Hoy en día tenemos en el parque automotor, un sistema de frenos conocido como antiderrapante o antibloqueo. El trato que se da para un cambio de pastillas o balatas es el mismo, siempre y cuando el sistema no este perdiendo fluido por alguna parte de su circuito; en este caso, para sangrar el sistema o purgarlo, necesita herramienta especial que solo puede encontrar en un taller especializado.(Cuando se dice que esta perdiendo fluido, nos referimos, a que el sistema gotea, o moja, ruedas, mangueras, etc.. en estos casos, cada vez que pisa el freno, el pedal se va al piso.)

Aclarado lo anterior; como rutina de mantenimiento; usted puede cambiar pastillas y balatas, siguiendo las instrucciones de "mecánica básica"; solo tenga en cuenta que; no debe, ni necesita abrir los tornillos de purga, o sangrado; en ninguno de los sistemas.

Los frenos delanteros, que son los que mas se gastan; llevan un sensor de metal, Este sirve para indicar; que las pastillas llegaron al limite del desgaste, usted se dará cuenta; por que el sensor, emitirá un chirrido, cada vez que presione el freno.

Un detalle que debe tener en cuenta es el siguiente: Cuando el nivel de fluido, o liquido de frenos disminuye en el deposito; significa; que el fluido se esta quedando en el cilindro o mordaza de frenos para compensar el desgaste de las pastillas, esto es normal; pero esta indicando el nivel del desgaste de las pastillas.



Figura 1.50. Sensor de desgaste de la pastilla de freno

Aquí tenemos un sensor típico de pastilla de frenos; cuando cambiamos las pastillas, una de ellas o las dos, lleva colocado este tipo de sensor, que debe ser regulado.

La idea es que, la pastilla al desgastarse, y llegue al nivel del sensor, este, roce el rotor, produciendo el sonido pidiendo un cambio de pastilla, evitando así, que el desgaste de la pastilla llegue al final, lo cual daría origen a un sonido insoportable; y daños irreparables al rotor de freno.

En cuanto empiece a emitir el chirrido, deberá cambiar pastillas, de lo contrario el rotor (disco) de frenos y, caliper (mordaza) de frenos, sufrirán daños que solo se pueden solucionar comprándolos nuevos.

Si asume que su rotor, o tambor de frenos, debe ser rectificadado, o cortado; cheque el precio de estas partes en la refaccionaría, en la actualidad estas partes nuevas, son mas económicas, que las usadas.

Por ejemplo: si usted esta en California, un rotor de frenos en la refaccionaría, cuesta alrededor de 15 dolares; mientras que en el deshuesadero de carros, o yunkes, el precio esta por encima de los 25 dolares.

En las refaccionarías, los precios varían por año o modelo de vehiculo.

En la ilustración se puede observar un rotor (disco) de freno; llevado más allá del límite de desgaste



Figura 1.51. Desgaste de la pastilla de freno

Ponga atención a la pastilla; casos como estos, pueden hacer que el vehiculo se frene solo; y usted no podrá moverlo, a no ser que lo levante con una grúa.

La explicación es sencilla; al gastarse la pastilla; cuando usted frena; hará presión y fricción fierro con fierro, esta fricción dará lugar a una alta temperatura en el mecanismo de freno, en esa rueda; como consecuencia el liquido de frenos se calentara y aumentara su volumen dentro del caliper (mordaza) desplazando el pistón hacia afuera.

Si le llegara a suceder esto y su vehiculo se frenara solo, tenga paciencia espere uno 20 minutos a que se enfríe el caliper; y luego lleve el carro hacia el taller de reparación. (Esta falla de frenarse solo, también lo puede originar otro componente).

Los frenos de la ruedas traseras, se les conoce como zapatas, (balata, es la parte desgastable, de la zapata).

El desgaste de estas se pueden advertir en el recorrido del freno de mano o emergencia cuando sienta que el recorrido del freno de mano esta bastante largo, es que llego el momento de cambiar frenos de atrás .

Recuerde, que el freno de mano, o freno de emergencia solo activa los frenos de atrás. Este sistema es un mecanismo independiente del sistema hidráulico; se apoya en el recorrido de un cable, que va desde la palanca o pedal de emergencia, hacia las ruedas traseras; y activa o jala una de las zapatas, presionándolo contra la parte interna del tambor. En los casos de los vehículos que usan rotor en las ruedas traseras, el funcionamiento es similar.

El freno neumático, conocido también como freno de aire o freno aerodinámico dependiendo de su aplicación, es cualquiera de los dos tipos de [sistemas de frenado](#) que reciben esta denominación.

El primer tipo es el que usan los [trenes](#), [camiones](#) y [autobuses](#), operados mediante [pistones](#) con depósitos de [aire comprimido](#), conectados a unos tambores de freno. Cuando la [presión](#) del aire en el tubo de freno es reducida, el [aire](#) automáticamente entra dentro del tambor de freno. El primer freno neumático factible para [ferrocarriles](#) fue inventado en los [años 1860](#) por [George Westinghouse](#).

El segundo tipo de freno neumático, es el que usan las [aeronaves](#) y los [carros de carreras](#), consiste de un [alerón](#) o [superficie](#) que puede ser mecánicamente puesta en contra de la [corriente de aire](#) para incrementar la resistencia del [vehículo](#) al viento y bajar su [velocidad](#).



Figura 1.52. Zapata de freno



Figura 1.53. Pastillas de competición

Por regla general; y a excepción de los carros deportivos y, uno que otro vehículo que se sale de la regla; todos los vehículos regulares, usan, discos, y pastillas en los frenos delanteros; y tambor con zapatas en los frenos de atrás.

Los requerimientos de seguridad se fueron haciendo más estrictos y el recurso anterior resultó insuficiente, de modo que hubo de diseñarse un dispositivo más para mejorar el comportamiento de las ruedas traseras al frenar y evitar el problema del bloqueo.

Este dispositivo va instalado en el eje trasero y funciona reduciendo el flujo y la presión del líquido de frenos hacia los émbolos de las ruedas en función del peso ubicado sobre el eje en el momento de frenar. Este regulador de frenado, es accionado por la separación que se da entre el eje trasero y la carrocería al elevarse ésta y transferirse el peso hacia el eje delantero.

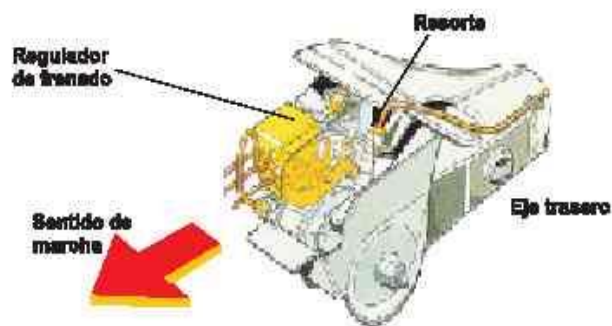


Figura 1.54. Regulador de frenado

1.3.4.1 Frenos anti-bloqueo (ABS).

Para terminar con el problema del bloqueo de las ruedas al frenar, se recurrió a la electrónica, una de las áreas de la tecnología que mayor desarrollo ha tenido en los últimos años. El sistema ABS "Anti-lock Brake System" utiliza la electrónica para controlar la fuerza de frenado en las cuatro ruedas del vehículo sobre todo en las llamadas frenadas de pánico, cuando se pisa el pedal de manera enérgica y violenta.

Podemos observar en el grafico que una vez bloqueadas las ruedas es inútil maniobrar la dirección, el vehículo seguirá con la trayectoria que traía al aplicar el freno y el obstáculo causante de la maniobra no podrá ser evitado. La

conclusión a la que se llega es que en caso de bloqueo, no puede haber control direccional.

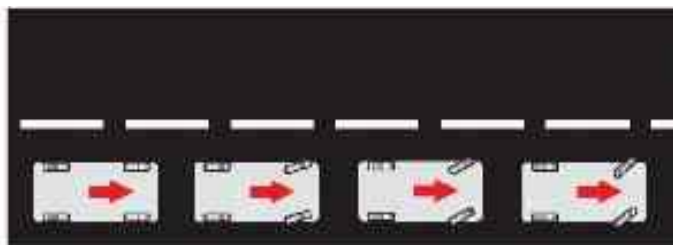


Figura 1.55. Pérdida de control con las llantas delanteras bloqueadas

A continuación observaremos que en cada rueda se ubica una rejilla que gira junto con aquélla. El giro de estas rejillas es "leído" por los sensores en cada rueda y éstos a su vez emiten una señal intermitente hacia la Unidad de Control que de esta manera sabe que las ruedas están girando. Existe una tolerancia para registrar las posibles diferencias de giro entre las ruedas, por ejemplo cuando se dobla una esquina, de modo que esas diferencias no activan el ABS. El sistema antibloqueo se activará cuando cualquiera de los cuatro sensores emita una señal de que la rueda correspondiente ha reducido substancialmente su rotación y está a punto de bloquearse cuando el freno se encuentra aplicado. En ese momento, la Unidad de Control ordena a la unidad ABS que reduzca la presión de frenado en la rueda que pretende bloquearse (existen dos válvulas para cada rueda, una que permite la entrada de presión hidráulica y otra que permite su salida), la válvula de entrada de esa rueda, se cierra para evitar el incremento de presión y se abre la de salida para liberar la rueda que de ese modo seguirá girando; entonces se abre de nuevo la válvula de entrada al mismo tiempo que se cierra la de salida para que la rueda frene de nuevo. Este proceso se repite rápidamente (puede ser perceptible en forma de vibración en el pedal de freno) hasta la total detención del vehículo. De esta forma, el frenado resulta efectivo, la distancia de frenado es razonable y, lo que es más importante, se mantiene el control direccional del auto lo que permite maniobrar en el volante para esquivar la colisión si la distancia disponible no fuera suficiente.

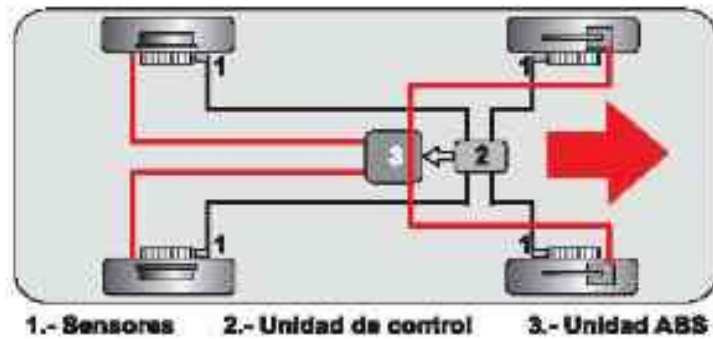


Figura 1.56. Esquema simplificado del sistema ABS

1.3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

1.3.5.1 Ventajas

- ❖ El sistema de freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda.
- ❖ El equilibrio de las presiones en ambas caras del disco suprime toda reacción sobre el eje (delantero o trasero) del vehículo; además, estas presiones axiales no producen deformaciones de la superficie de frenado.
- ❖ La dilatación transversal bajo el efecto del aumento de temperatura tiende a disminuir el juego entre disco y pastillas; de todas formas, esta dilatación es más pequeña que la radial de los frenos de tambor, lo que facilita el reglaje y simplifica los dispositivos de reglaje automático.
- ❖ El disco se encuentra al aire libre y, por ello, su refrigeración está asegurada.
Los cilindros de freno están situados en el exterior y son mejor refrigerados que en los frenos de tambor, resultando más difícil la aparición del fading por aumento de temperatura del líquido de frenos.
- ❖ Mayor facilidad de intervención y sustitución de las guarnituras.

- ❖ Para inmovilizar el vehículo, se utiliza el freno de estacionamiento, que puede ser utilizado también como freno de emergencia en caso de fallo del sistema principal.

1.3.5.2 Desventajas

- ❖ Una de las desventajas más importantes de los frenos hidráulicos es la simultaneidad de su aplicación. Esto es debido a que la fuerza de frenado empieza hasta que los émbolos de rueda hayan eliminado cualquier recorrido en su carrera al pisar el pedal, de modo que las cuatro ruedas frenan al mismo tiempo.
- ❖ El desgaste que se produce en las frenadas debido al rozamiento de las zapata contra el tambor, hace que aquellas queden cada vez más separadas de éste en posición de reposo, lo que supone un mayor recorrido muerto en la acción de frenado y el envío de mayor cantidad de líquido desde la bomba.
- ❖ El calentamiento excesivo de los frenos disminuye la adherencia del material empleado en los forros de las zapatas, al mismo tiempo que dilata el tambor, que queda más separado de ellas, por cuyas causas aparece el fenómeno llamado “fading”, que es una pérdida temporal de la eficacia de los frenos.

1.4 SISTEMA DE DIRECCIÓN DE UN VEHICULO

1.4.1 FUNCIONAMIENTO

El conjunto de mecanismos que componen el sistema de dirección tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor.

Para que el conductor no tenga que realizar esfuerzo en la orientación de las ruedas (a estas ruedas se las llama "directrices"), el vehículo dispone de un mecanismo desmultiplicador, en los casos simples (coches antiguos), o de servomecanismo de asistencia (en los vehículos actuales).

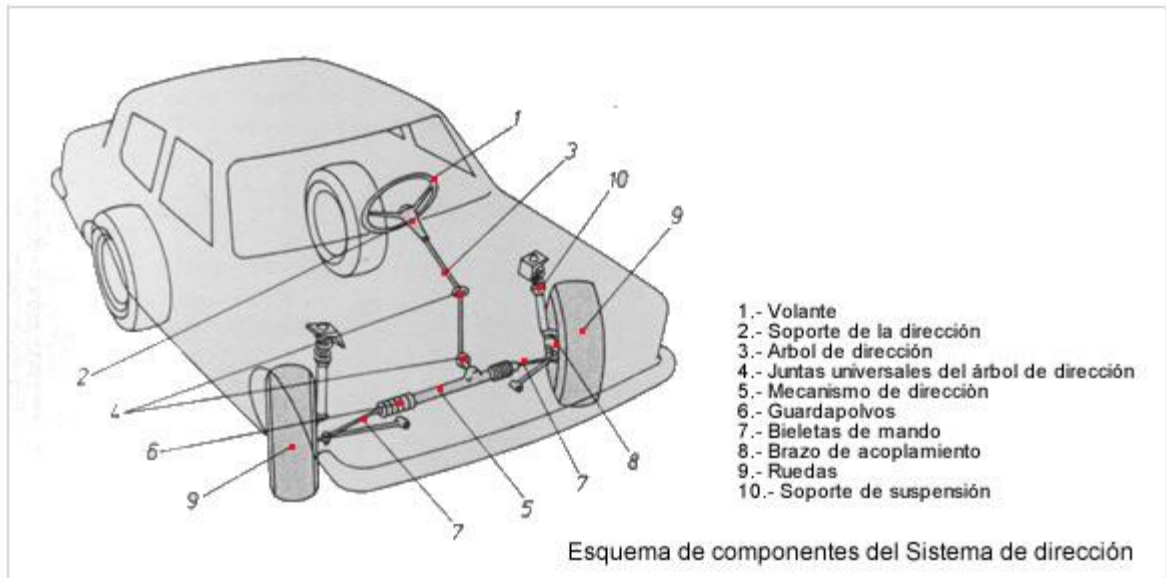


Figura 1.57. Componentes del sistema de dirección

➤ **Características que deben reunir todo sistema dirección.**

Siendo la dirección uno de los órganos más importantes en el vehículo junto con el sistema de frenos, ya que de estos elementos depende la seguridad de las personas; debe reunir una serie de cualidades que proporcionan al conductor, la seguridad y comodidad necesaria en la conducción. Estas cualidades son las siguientes:

- ❖ Seguridad: depende de la fiabilidad del mecanismo, de la calidad de los materiales empleados y del mantenimiento adecuado.
- ❖ Suavidad: se consigue con un montaje preciso, una desmultiplicación adecuada y un perfecto engrase.
- ❖ La dureza en la conducción hace que ésta sea desagradable, a veces difícil y siempre fatigosa. Puede producirse por colocar unos neumáticos inadecuados o mal inflados, por un "avance" o "salida" exagerados, por carga excesiva sobre las ruedas directrices y por estar el eje o el chasis deformado.
- ❖ Precisión: se consigue haciendo que la dirección no sea muy dura ni muy suave. Si la dirección es muy dura por un excesivo ataque (mal reglaje) o pequeña desmultiplicación (inadecuada), la conducción se hace fatigosa e

imprecisa; por el contrario, si es muy suave, por causa de una desmultiplicación grande, el conductor no siente la dirección y el vehículo sigue una trayectoria imprecisa. La falta de precisión puede ser debida a las siguientes causas:

1. Por excesivo juego en los órganos de dirección.
 2. Por alabeo de las ruedas, que implica una modificación periódica en las cotas de reglaje y que no debe de exceder de 2 a 3 mm.
 3. Por un desgaste desigual en los neumáticos (falso redondeo), que hace ascender a la mangueta en cada vuelta, modificando por tanto las cotas de reglaje.
 4. El desequilibrio de las ruedas, que es el principal causante del shimmy, consiste en una serie de movimientos oscilatorios de las ruedas alrededor de su eje, que se transmite a la dirección, produciendo reacciones de vibración en el volante.
 5. Por la presión inadecuada en los neumáticos, que modifica las cotas de reglaje y que, si no es igual en las dos ruedas, hace que el vehículo se desvíe a un lado.
- ❖ Irreversibilidad: consiste en que el volante debe mandar el giro a las pero, por el contrario, las oscilaciones que toman estas, debido a las incidencias del terreno, no deben se transmitidas al volante. Esto se consigue dando a los filetes del sin fin la inclinación adecuada, que debe ser relativamente pequeña.
 - ❖ Como las trayectorias a recorrer por la ruedas directrices son distintas en una curva (la rueda exterior ha de recorrer un camino mas largo por ser mayor su radio de giro, como se ve en la figura inferior), la orientación que debe darse a cada una distinta también (la exterior debe abrirse mas), y para que ambas sigan la trayectoria deseada, debe cumplirse la condición de que todas las ruedas del vehículo, en cualquier momento de su orientación, sigan trayectorias curvas de un mismo centro O (concéntricas), situado en la prolongación del eje de las ruedas traseras. Para conseguirlo se disponen los brazos de acoplamiento A y B que mandan la orientación de las ruedas, de manera que en la posición en línea recta, sus

prolongaciones se corten en el centro C del puente trasero o muy cerca de este.

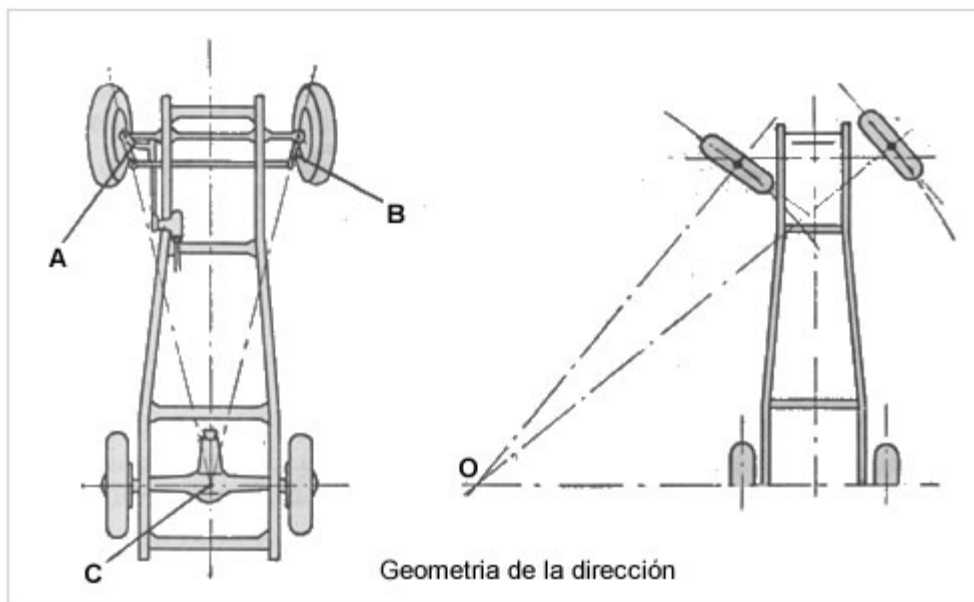


Figura 1.58. Geometría de la dirección

Esta solución no es totalmente exacta, sino que existe un cierto error en las trayectorias seguidas por las ruedas si se disponen de la manera reseñada. En la práctica se alteran ligeramente las dimensiones y ángulos formados por los brazos de acoplamiento, para conseguir trayectorias lo más exactas posibles.

La elasticidad de los neumáticos corrige automáticamente las pequeñas variaciones de trayectoria.

Las ruedas traseras siguen la trayectoria curva, como ya se vio, gracias al diferencial (cuando el vehículo tiene tracción trasera), que permite dar a la exterior mayor número de vueltas que a la interior; pero como estas ruedas no son orientables y para seguir su trayectoria debe abrirse más la rueda exterior, resulta de ello un cierto resbalamiento en curva, imposible de corregir, que origina una ligera pérdida de adherencia, más acusada si el piso está mojado, caso en el que puede producirse el derrape en curvas cerradas tomadas a gran velocidad.

1.4.1.1 Arquitecturas del sistema de dirección

En cuanto se refiere a las disposiciones de los mecanismos que componen el sistema de dirección, podemos distinguir dos casos principales: dirección para el eje delantero rígido y dirección para tren delantero de suspensión independiente. Cada uno de estos casos tiene su propia disposición de mecanismos.

No se usa actualmente por lo que haremos una pequeña reseña sobre el sistema.

Se utiliza una barra de acoplamiento única (4) que va unida a los brazos de la rueda (3) y a la palanca de ataque o palanca de mando (2).

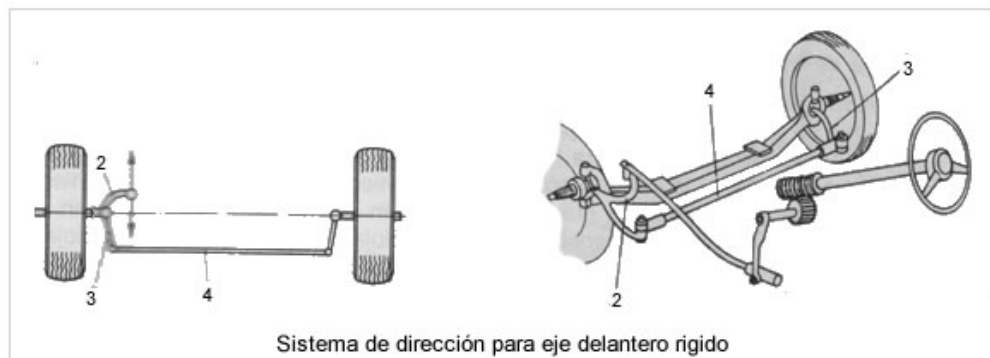


Figura 1.59. Eje delantero rígido

El sistema de dirección para tren delantero de suspensión independiente. Cuando hay una suspensión independiente para cada rueda delantera, como la separación entre estas varía un poco al salvar las irregularidades de la carretera, se necesita un sistema de dirección que no se vea afectada por estas variaciones y mantenga la dirección de las ruedas siempre en la posición correcta.

1.4.1.2.- Componentes del sistema de dirección

- **Timón o volante:** Desde él se posan las manos del conductor, para dirigir la trayectoria del vehículo.
- **Barra de dirección:** Une el volante con la caja de dirección, antiguamente era de una sola pieza, y en la actualidad y como mecanismo de protección

para el conductor en caso de colisión esta compuesta por partes pequeñas, que se doblan para evitar lesiones.

- **Caja de dirección:** Recibe el movimiento del timón y la barra y lo reparte a las ruedas, mediante movimientos realizados por engranajes. Puede ser de tipo bolas recirculantes, o de cremallera.
- **Biela:** Pieza ubicada a la salida de la caja de dirección, que se encarga de unir la caja de dirección con la varilla central. Es una parte exclusiva de las direcciones de bolas recirculantes.
- **Varilla central:** Recibe el movimiento de la caja de dirección y lo transmite a los terminales de dirección.
- **Terminales de dirección:** Son uniones (tipo rótula) con cierta elasticidad para absorber las irregularidades del piso, y tiene como función principal unirse con cada una de las ruedas direccionales.

1.4.1.3 Columna de la dirección

Suele ir "partida" y unidas sus mitades por una junta cardánica, que permite desplazar el volante de la dirección a la posición mas adecuada de manejo para el conductor. Desde hace muchos años se montan en la columna dispositivos que permiten ceder al volante (como la junta citada) en caso de choque frontal del vehículo, pues en estos casos hay peligro de incrustarse el volante en el pecho del conductor. Es frecuente utilizar uniones que se rompen al ser sometidas a presión y dispositivos telescopios o articulaciones angulares que impiden que la presión del impacto se transmita en línea recta a lo largo de la columna.

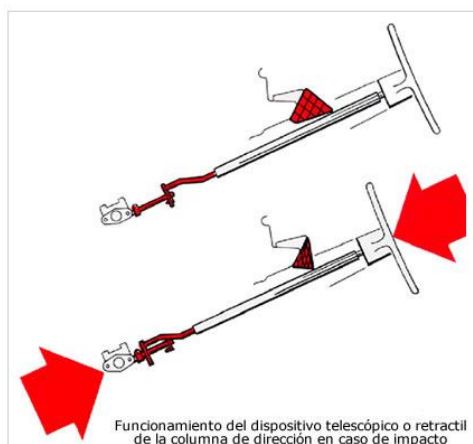


Figura 1.60. Columna de dirección

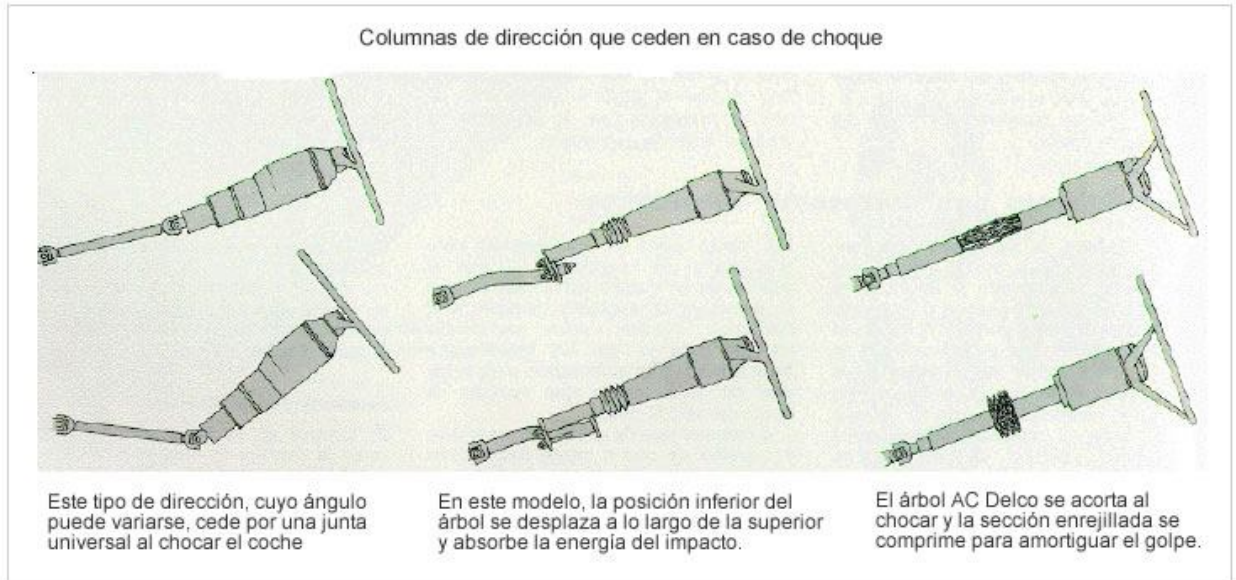


Figura 1.61. Columnas que ceden en un choque

En la siguiente figura se muestra el despiece e implantación de este tipo de dirección sobre el vehículo. La carcasa (Q) o cárter de cremallera se fija al bastidor mediante dos soportes (P) en ambos extremos, de los cuales salen los brazos de acoplamiento o bieletas de dirección (N), que en su unión a la cremallera están protegidas por el capuchón de goma o guardapolvos (O), que preserva de suciedad esta unión. El brazo de acoplamiento dispone de una rótula (M) en su unión al brazo de mangueta y otra axial en la unión a la cremallera tapada por el fuelle (O). Esta disposición de los brazos de acoplamiento permite un movimiento relativo de los mismos con respecto a la cremallera, con el fin de poder seguir las oscilaciones del sistema de suspensión, sin transmitir reacciones al volante de la dirección

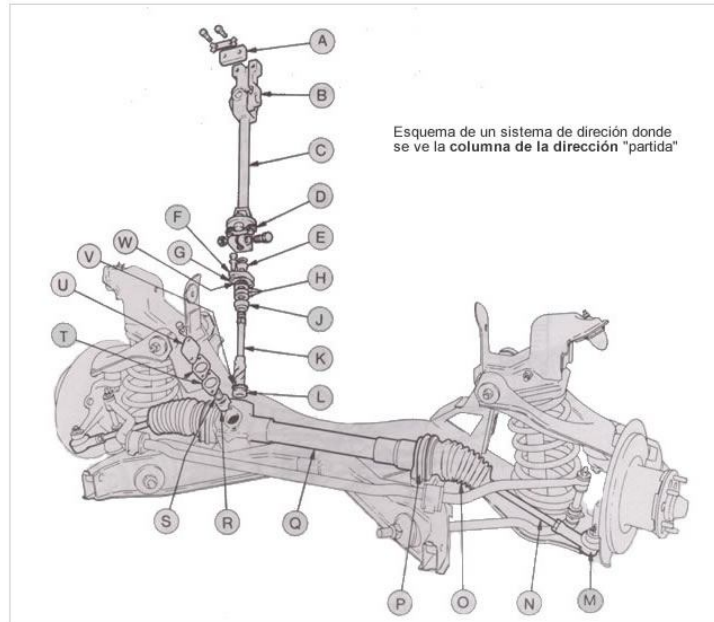


Figura 1.62. Despiece de la columna de dirección

La columna de la dirección va partida, por las cuestiones de seguridad ya citadas, y para llevar el volante a la posición idónea de conducción. El enlace de ambos tramos se realiza con la junta universal (B) y la unión al eje del piñón de mando (K) se efectúa por interposición de la junta elástica (D).

El ataque del piñón sobre la cremallera se logra bajo la presión ejercida por el muelle (S) sobre el pulsador (R), al que aplica contra la barra cremallera de la parte opuesta al engrane del piñón, mientras que el posicionamiento de éste se establece con la interposición de las arandelas de ajuste (H)

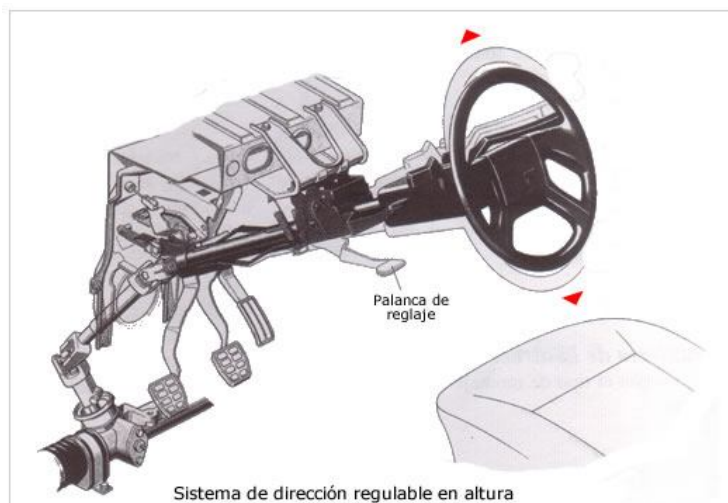


Figura 1.63. Regulación de la altura de la columna de la dirección

1.4.2 TIPOS DE DIRECCIÓN

1.4.2.1 Dirección con barra de acoplamiento

Un tipo de dirección es el que utiliza una barra de acoplamiento dividida en tres partes.

El engranaje (S) hace mover transversalmente el brazo (R) que manda el acoplamiento, a su vez apoyado por la palanca oscilante (O) en la articulación (F) sobre el bastidor

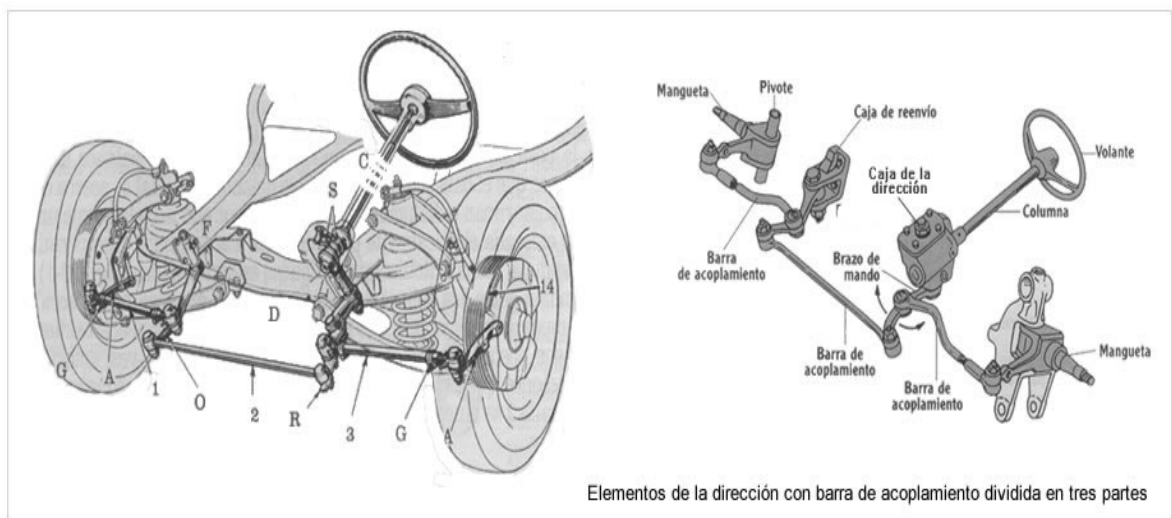


Figura 1.64. Elementos de la dirección con barra de acoplamiento

Para transformar el giro del volante de la dirección en el movimiento a un lado u otro del brazo de mando, se emplea el mecanismo contenido en la caja de la dirección, que al mismo tiempo efectúa una desmultiplicación del giro recibido, para permitir al conductor orientar las ruedas con un pequeño esfuerzo realizado en el volante de la dirección. Se llama relación de desmultiplicación, la que existe entre los ángulos de giro del volante y los obtenidos en la orientación de las ruedas. Si en una vuelta completa del volante de la dirección (360°) se consigue una orientación de 20° en las ruedas, se dice que la desmultiplicación es de 360:20 o, lo que es igual 18:1. El valor de esta orientación varía entre 12:1 y 24:1, dependiendo este valor del peso del vehículo que carga sobre las ruedas directrices.

Existen varios tipos de mecanismos de la dirección, están los de tornillo sin fin y los de cremallera.

1.4.2.2.- Dirección de tornillo sin fin

Consiste en un tornillo que engrana constantemente con una rueda dentada. El tornillo se une al volante mediante la "columna de dirección", y la rueda lo hace al brazo de mando. De esta manera, por cada vuelta del volante, la rueda gira un cierto ángulo, mayor o menor según la reducción efectuada, por lo que en dicho brazo se obtiene una mayor potencia para orientar las ruedas que la aplicada al volante

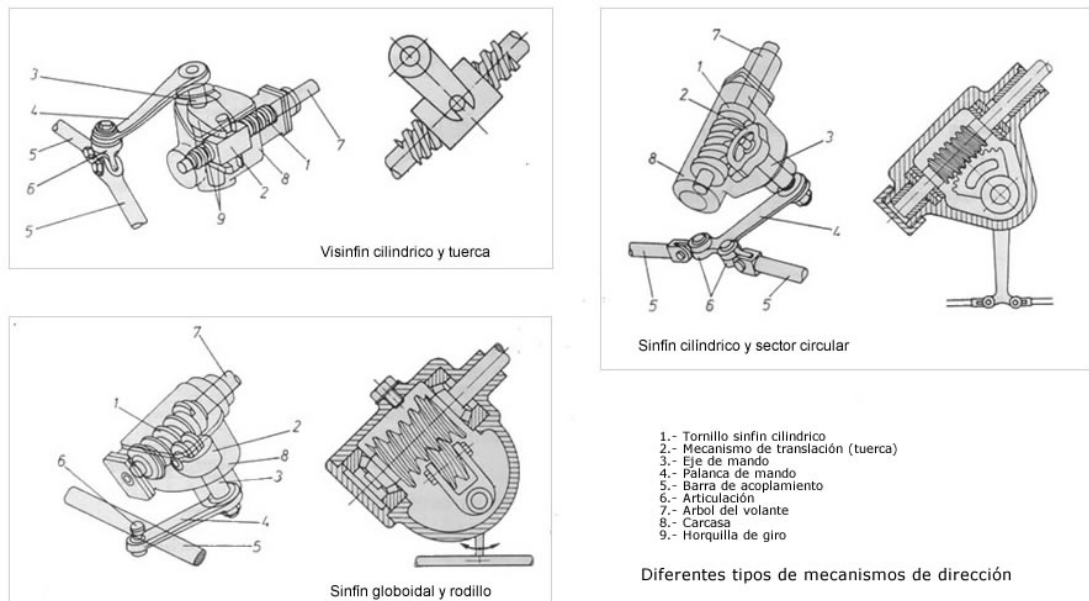


Figura 1.65. Tipos de mecanismos de dirección tornillo sin fin

En la figura inferior se ha representado el sistema de tornillo y sector dentado, que consiste en un tornillo sinfin (7), al que se une por medio de estrías la columna de la dirección. Dicho sinfin va alojado en una caja (18), en la que se apoya por medio de los cojinetes de rodillos (4). Uno de los extremos del sinfin recibe la tapadera (5), roscada a la caja, con la cual puede reglarse el huelgo longitudinal del sinfin. El otro extremo de éste sobresale por un orificio en la parte opuesta de la carcasa, donde se acopla el reten (20), que impide la salida del aceite contenido en el interior de la caja de la dirección.

desplazamiento angular de las ruedas se utiliza mucho en vehículos de turismo, sobre todo en los de motor y tracción delantera, ya que disminuye notablemente los esfuerzos en el volante. Proporciona gran suavidad en los giros y tiene rapidez de recuperación, haciendo que la dirección sea muy estable y segura.

El mecanismo esta constituido por una barra (1) tallada en cremallera que se desliza lateralmente en el interior del cárter. Esta barra es accionada por un piñón helicoidal (2) montado en el árbol del volante y que gira engranado a la cremallera.

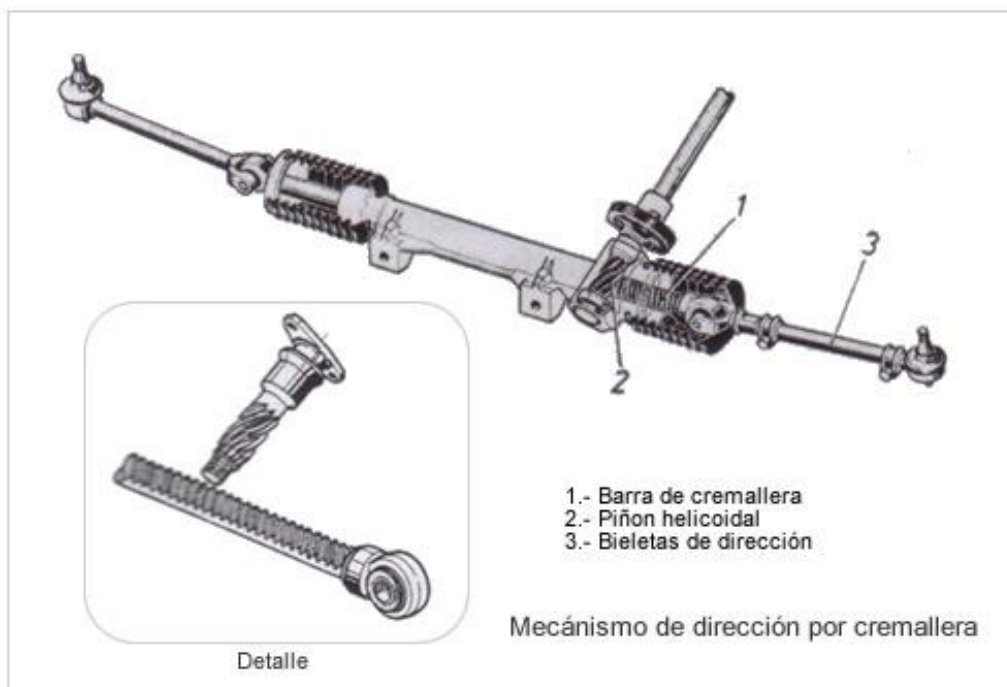


Figura 1.67. Mecanismo de dirección por cremallera

En el esquema inferior se ve el despiece del sistema de dirección de cremallera, que consiste en una barra (6), donde hay labrada una cremallera en la que engrana el piñón (9), que se aloja en la caja de dirección (1), apoyado en los cojinetes (10 y 16). El piñón (9) se mantiene en posición por la tuerca (14) y la arandela (13); su reglaje se efectúa quitando o poniendo arandelas (11) hasta que el clip (12) se aloje en su lugar. La cremallera (6) se apoya en la caja de dirección (1) y recibe por sus dos extremos los soportes de la articulación (7), roscado en ella y que se fijan con las contratuercas (8). Aplicado contra la barra de cremallera

(6) hay un dispositivo (19), de rectificación automática de la holgura que pueda existir entre la cremallera y el piñón (9). Este dispositivo queda fijado por la contratuerca (20)

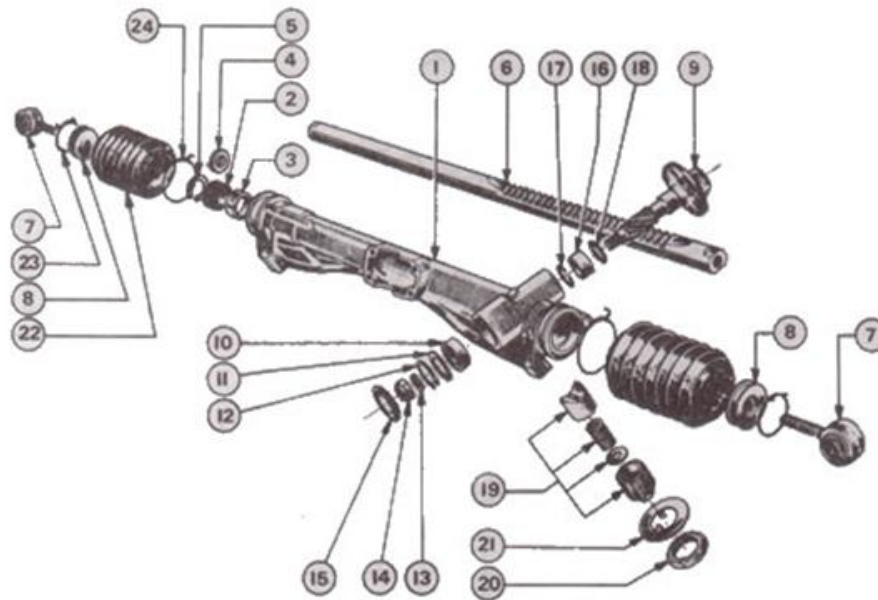


Figura 1.68. Despiece de la dirección por cremallera

Al girar el volante en uno u otro sentido también lo hace la columna de la dirección unida al piñón (9), que gira con ella. El giro de este piñón produce el movimiento de la barra de cremallera (6) hacia uno u otro lado, y mediante los soportes de articulación (7), unidos por unas bielas a los brazos de acoplamiento de las ruedas, se consigue la orientación de estas. Esta unión se efectúa como se ve en la figura inferior, por medio de una rótula (B), que permite el movimiento ascendente y descendente de la rueda, a cuyo brazo de acoplamiento se une. La biela de unión resulta partida y unida por el manguito roscado de reglaje (A), que permite la regulación de la convergencia de las ruedas



Figura 1.69. Sistema de reglaje de la dirección por cremallera

1.4.2.3.1.- Sistema de reglaje en el mecanismo de cremallera

El reglaje para mantener la holgura correcta entre el piñón (1) y la cremallera (2), se realiza por medio de un dispositivo automático instalado en la caja de dirección y que además sirve de guía a la cremallera.

El sistema consiste en un casquillo (3) acoplado a la caja de dirección (4), en cuyo interior se desplaza un empujador (6) y tornillo de reglaje (7), que rosca en una pletina (8) fija con tornillo (9) al casquillo. Una vez graduada la holgura entre el piñón y la cremallera, se bloquea la posición por medio de la contratuerca (10).

Existen varios sistemas de reglaje de la holgura piñón cremallera, pero los principales son los representados en las figuras

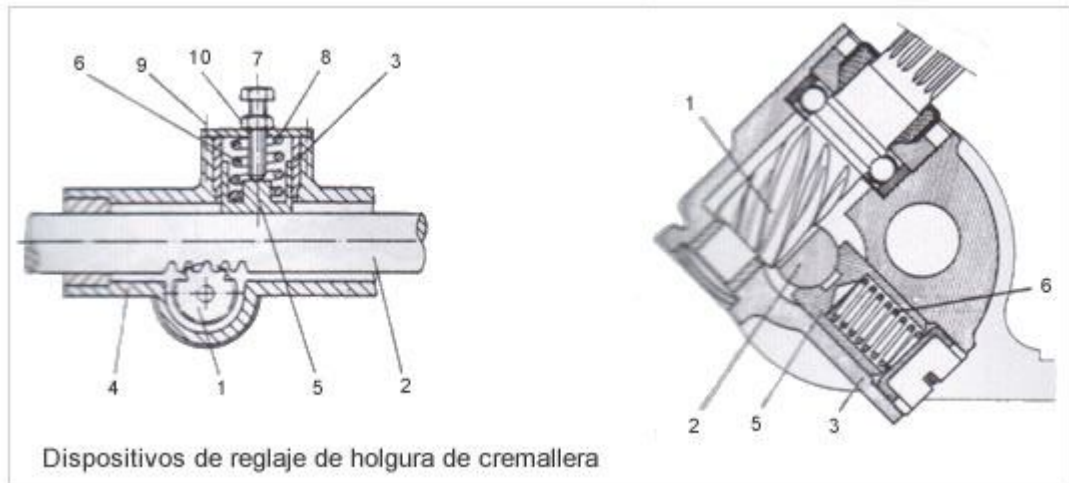


Figura 1.70. Dispositivos de reglaje de holgura de cremallera

1.4.2.3.2.- *Sistemas de montaje*

Teniendo en cuenta la situación y disposición del motor en el vehículo, así como los otros órganos del mismo con respecto a la caja de la dirección, los fabricantes han adoptado diferentes sistemas de enlace entre la cremallera y los brazos de acoplamiento, adaptados a las características del vehículo.

➤ **Sistema lineal**

El más sencillo de todos ellos es el adaptado en los vehículos Simca y Renault, que consiste en unir directamente la barra de cremallera (2) a los brazos de las ruedas (6) a través de las bieletas o barras de acoplamiento (4). Estas bieletas se unen por un extremo a la cremallera (2) y, por el otro, al brazo de acoplamiento (6), por medio de unas rótulas (5); de esta forma se hace regulable la unión con las ruedas. Este sistema, completamente lineal, transmite el movimiento directamente de la cremallera a las ruedas directrices

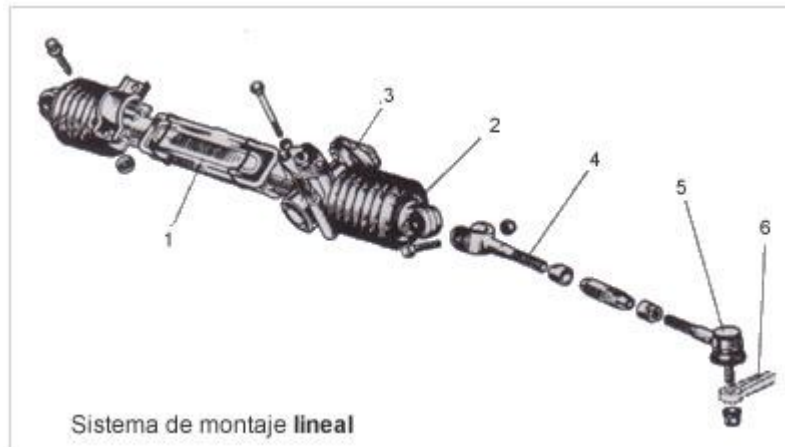


Figura 1.71. Sistema de montaje lineal

➤ **Sistema no lineal**

El fabricante Peugeot utiliza un mecanismo que consiste en unir las ruedas por medio de una barra de acoplamiento (2) en paralelo con la cremallera (1), de lo cual resulta un ensamblaje no lineal, sino paralelo rígido y sin desmultiplicación. La barra (2) se desplaza, al mismo tiempo, con la barra de cremallera (1), ya que ambos elementos van unidos por medio de un pivote de acoplamiento o dedo (3). A los extremos de la barra se unen unos pivotes roscados (4) y el guardapolvos (8) que enlazan con las bieletas (6) de acoplamiento a las ruedas

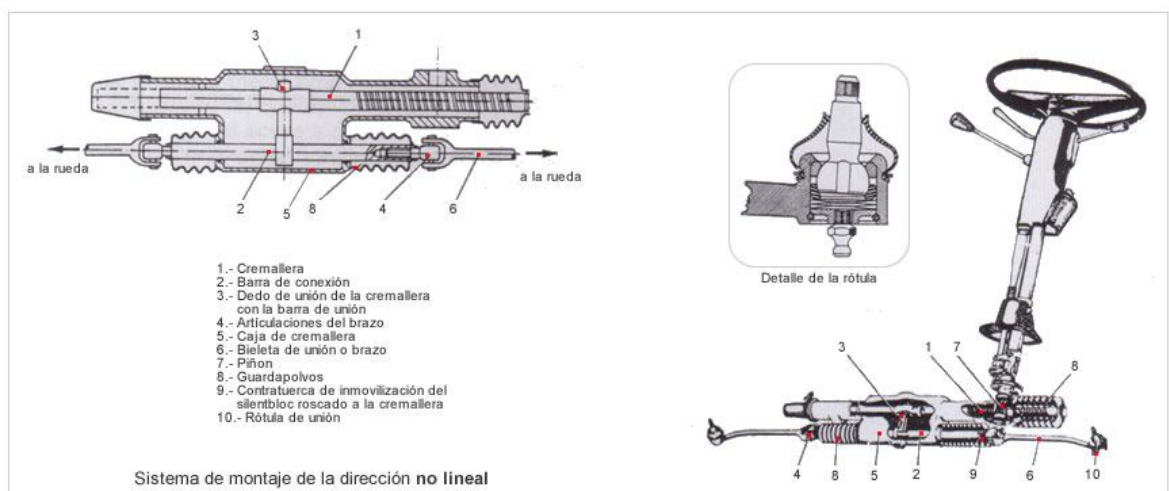


Figura 1.72. Sistema de montaje de la dirección no lineal

1.4.2.4.- Dirección hidráulica

Debido al empleo de neumáticos de baja presión y gran superficie de contacto, la maniobra en el volante de la dirección para orientar las ruedas se hace difícil, sobre todo con el vehículo parado. Como no interesa sobrepasar un cierto límite de desmultiplicación, porque se pierde excesivamente la sensibilidad de la dirección, en los vehículos se recurre a la asistencia de la dirección, que proporciona una gran ayuda al conductor en la realización de las maniobras y, al mismo tiempo, permite una menor desmultiplicación, ganando al mismo tiempo sensibilidad en el manejo y poder aplicar volantes de radio más pequeño, funciona igual para cualquier sistema. Cuenta con un tanque de almacenamiento, que suministra el aceite especial (generalmente Dexron II o III) a una bomba, que a su vez es accionada por el motor del vehículo mediante una correa proveniente del cigüeñal. Esta bomba acciona un mecanismo hidráulico, que proporciona una fuerza que se suma al esfuerzo que debe hacer el conductor para mover las llantas.

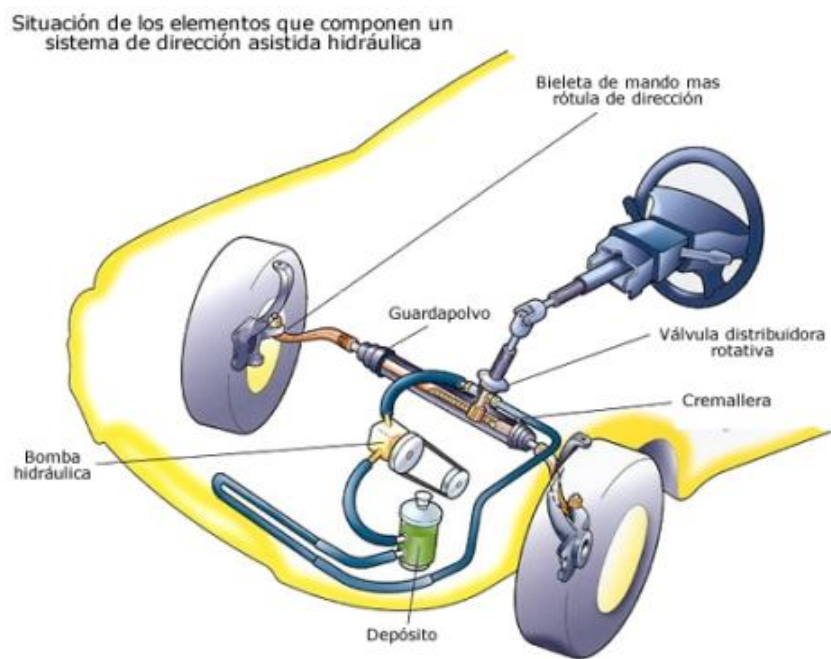


Figura 1.73. Sistema Hidráulico

1.4.2.4.1.- Elementos del sistema hidráulico

➤ **Dispositivo de mando hidráulico**

Al girar el volante para tomar una curva, es necesario vencer previamente la fuerza de resistencia que oponen los muelles para actuar las válvulas; esto hace que, para maniobras que requieren poco esfuerzo sobre el volante, las válvulas no actúan, realizándose la maniobra con el dispositivo mecánico sin intervención del mecanismo de asistencia, vencido ese pequeño esfuerzo, y para mayores maniobras con el volante, las válvulas actúan desplazándose en uno u otro sentido y contando el paso de aceite a presión en una de las caras del émbolo. La presión del aceite sobre la otra cara del émbolo ayuda al conductor a realizar la maniobra necesaria. En las figuras inferiores pueden verse el funcionamiento y como se desplaza la corredera y los anillos que forman las válvulas, así como el paso de aceite al lado correspondiente del émbolo. El aceite sin presión, desalojado por el émbolo es expulsado a través de la válvula correspondiente nuevamente al depósito.

La presión de aceite necesaria en cada maniobra es regulada automáticamente en función del esfuerzo de reacción necesario para hacer girar las ruedas del vehículo. Este esfuerzo de reacción depende de la carga que gravita sobre las ruedas del estado de los neumáticos y de la velocidad del vehículo en el momento de efectuarse la maniobra.

Para cada presión de maniobra, que oscila de 0 a 70 Kg /cm², se produce un auto equilibrio en las válvulas que regulan con su mayor o menor paso de aceite la presión necesario.

En el interior del cuerpo de válvulas, y situada entre los conductos de entrada y salida de aceite, hay instalada una válvula de seguridad que, en caso de avería en el sistema hidráulico, establece automáticamente la circulación continua de aceite sin transmitir presión de uno al otro lado del émbolo. Con esto se anula el peligro de bloqueo en la dirección y se permite la conducción mecánica sin la ayuda de la servo-dirección. Dada la misión que cumple esta válvula, esta prevista de forma que, ni por desgaste no por causa accidental, pueda anularse su funcionamiento.

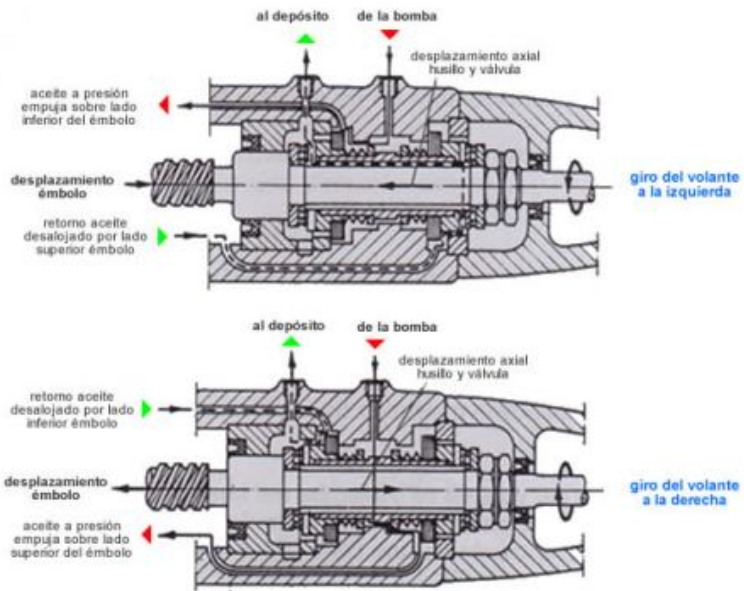


Figura 1.74. Esquema del mando hidráulico

➤ **Bomba de presión**

El tipo de bomba empleado en estas servodirecciones es el de tipo de paletas que proporciona un caudal progresivo de aceite hasta alcanzar las 1000 r.p.m. y luego se mantienen prácticamente constante a cualquier régimen de funcionamiento por medio de unos limitadores de caudal y presión situados en el interior de la misma.

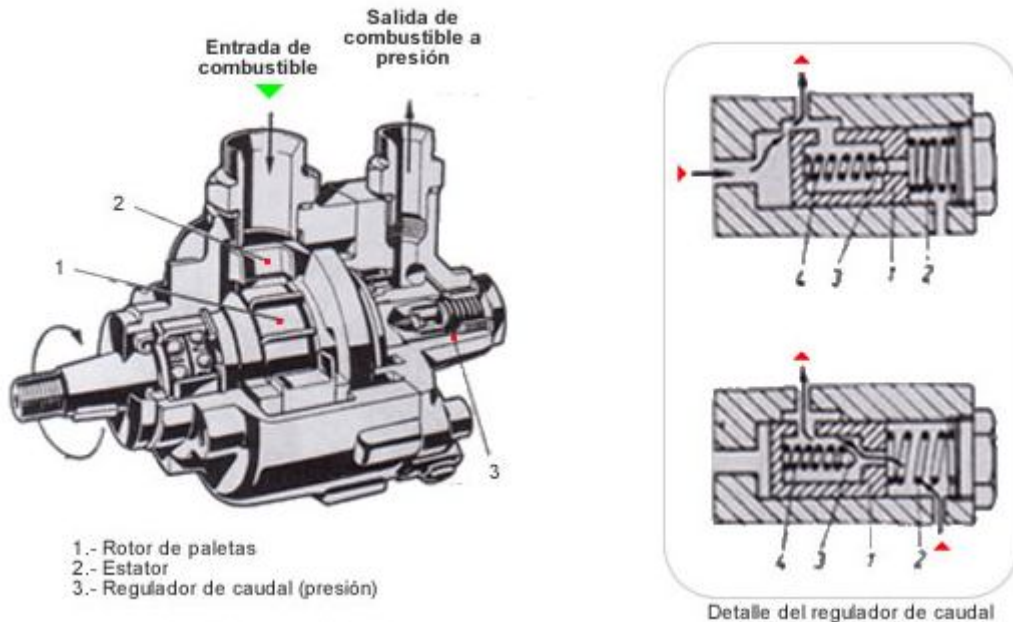


Figura 1.75. Esquema de la bomba de presión

1.4.2.5 Dirección electrohidráulica

Es similar al hidráulico, pero la fuerza para accionar la bomba hidráulica la suministra un pequeño motor eléctrico, en lugar del motor del vehículo. Tiene como ventaja que no le quita potencia al motor, lo que convierte a este sistema ideal para ser usado en vehículo de baja cilindrada. Adicionalmente al ser accionada por un motor eléctrico es susceptible de ser informado por el computador, sobre el comportamiento de la suspensión y la velocidad del vehículo, para ajustar de manera progresiva su dureza.

1.4.3.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN

Hasta finales de los años 30, los vehículos usaban eje delantero rígido. Con este primitivo sistema bastaba con poner pivotes en los extremos del eje, para que las ruedas pudieran girar. Una simple barra sólida se encargaba de transmitir el movimiento del timón a la caja de dirección y de allí a los brazos de dirección (terminales), para finalizar el recorrido en las ruedas.

Con el paso de los años se adoptaron sistemas asistencia para la dirección, en los últimos años se ha popularizado el sistema de dirección de cremallera, usado en los años 30 por BMW. Este tipo de dirección también puede utilizar asistencia.

En los años 40 y 50 se comenzaron a utilizar en los Estados Unidos, sistemas de asistencia de dirección, que sumados a la desmultiplicación lograda, hacían muy peligroso el conducir un vehículo, ya que la dirección quedaba demasiado suave y sensible.

Este problema motivó el desarrollo de dispositivos que endurecieran la dirección, a medida que aumentaba la velocidad de desplazamiento del vehículo.

1.4.3.1 Dirección electromecánica de asistencia variable

En estos últimos años se esta utilizando cada vez mas este sistema de dirección, denominada dirección eléctrica. La dirección eléctrica se empezó a

utilizar en vehículos pequeños (utilitarios) pero ya se está utilizando en vehículos del segmento medio, como ejemplo: la utilizada por el Renault Megane.

En este tipo de dirección se suprime todo el circuito hidráulico formado por la bomba de alta presión, depósito, válvula distribuidora y canalizaciones que formaban parte de las servodirecciones hidráulicas. Todo esto se sustituye por un motor eléctrico que acciona una reductora (corona + tornillo sinfín) que a su vez mueve la cremallera de la dirección.

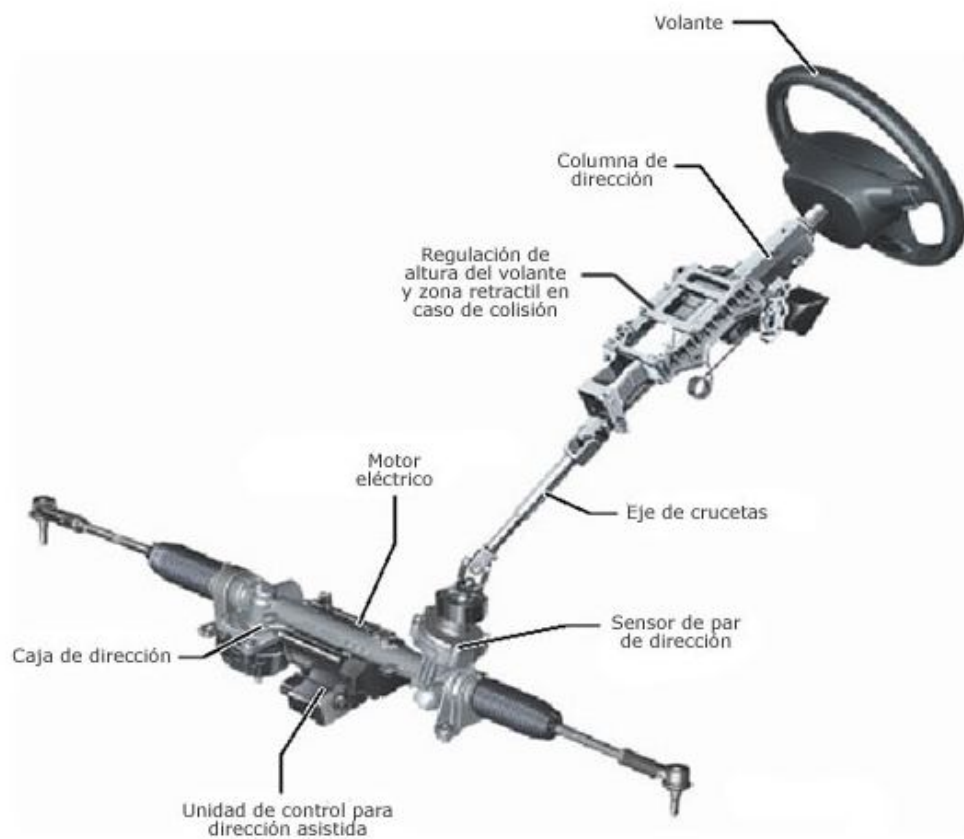


Figura 1.76. Sistema de dirección Eléctrico

En la dirección asistida electromecánica cuenta con doble piñón. Se aplica la fuerza necesaria para el mando de la dirección a través de uno de los piñones llamado "piñón de dirección" y a través del otro piñón llamado "piñón de accionamiento". El piñón de dirección transmite los pares de dirección aplicados por el conductor y el piñón de accionamiento transmite, a través de un engranaje de sin fin, el par de servoasistencia del motor eléctrico para hacer el gobierno de

la dirección mas fácil.

Este motor eléctrico con unidad de control y sistema de sensores para la servoasistencia de la dirección va asociado al segundo piñón. Con esta configuración está dada una comunicación mecánica entre el volante y la cremallera. De esa forma se sigue pudiendo dirigir mecánicamente el vehículo en caso de averiarse el servomotor.

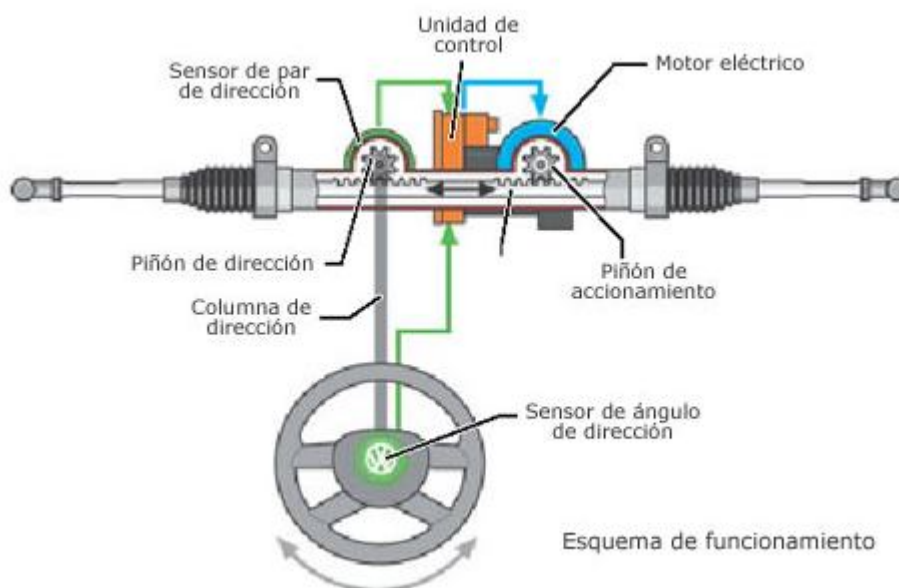


Figura 1.77. Esquema de funcionamiento

1.4.3.1.1 Elementos del sistema eléctrico de dirección

➤ **Sensor de ángulo de dirección.**

Este sensor va situado detrás del anillo retractor con el anillo colector para el sistema airbag. Se instala en la columna de dirección, entre el mando combinado y el volante, suministra la señal para la determinación del ángulo de dirección, destinándola a la unidad de control para electrónica de la columna de dirección a través del CAN-Bus de datos.

En la unidad de control para electrónica de la columna de dirección se encuentra el analizador electrónico para estas señales.

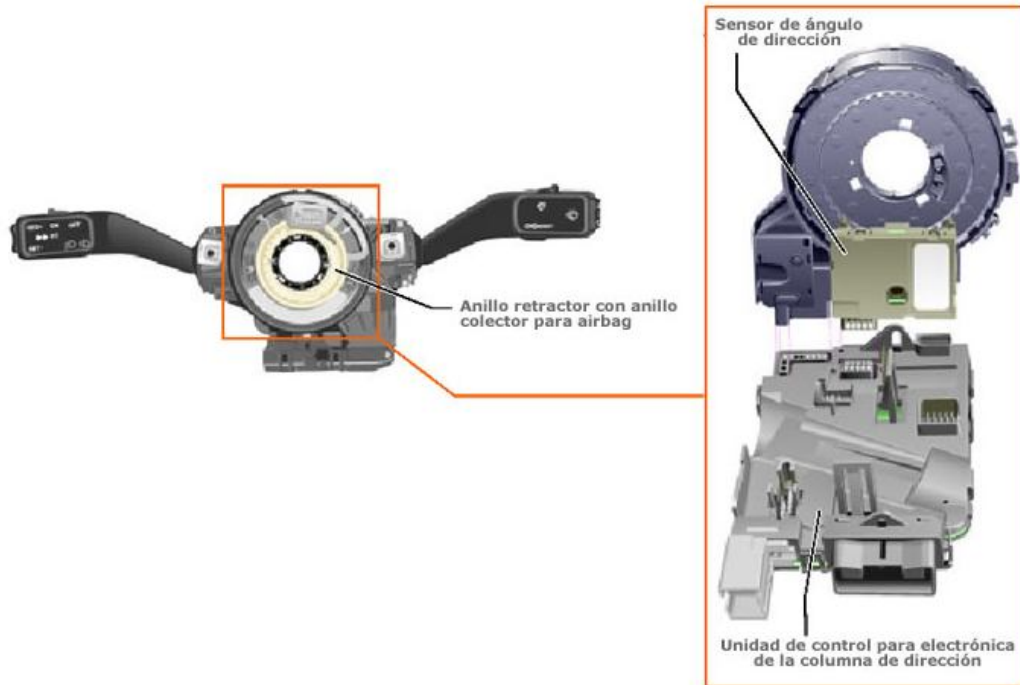


Figura 1.78. Sensor de ángulo de dirección

Los componentes básicos del sensor de ángulo de dirección son:

- ❖ Un disco de codificación con dos anillos
- ❖ PAREJAS de barreras luminosas con una fuente de luz y un sensor óptico cada una.

El disco de codificación consta de dos anillos, el anillo exterior de valores absolutos y el anillo interior de valores incrementales.

El anillo de incrementos está dividido en 5 segmentos de 72° cada uno y es explorado por una pareja de barreras luminosas. El anillo tiene almenas en el segmento. El orden de sucesión de las almenas es invariable dentro de un mismo segmento, pero difiere de un segmento a otro, de ahí resulta la codificación de los segmentos.

El anillo de absolutos viene a determinar el ángulo, y es explorado por 6 parejas de barreras luminosas.

El sensor de ángulo de dirección puede detectar 1044° de ángulo (casi 3 vueltas de volante). Se dedica a sumar los grados angulares. De esa forma, al sobrepasar la marca de los 360° reconoce que se ha ejecutado una vuelta completa del volante.

La configuración específica de la caja de la dirección permite dar 2,76 vueltas al volante de la dirección.

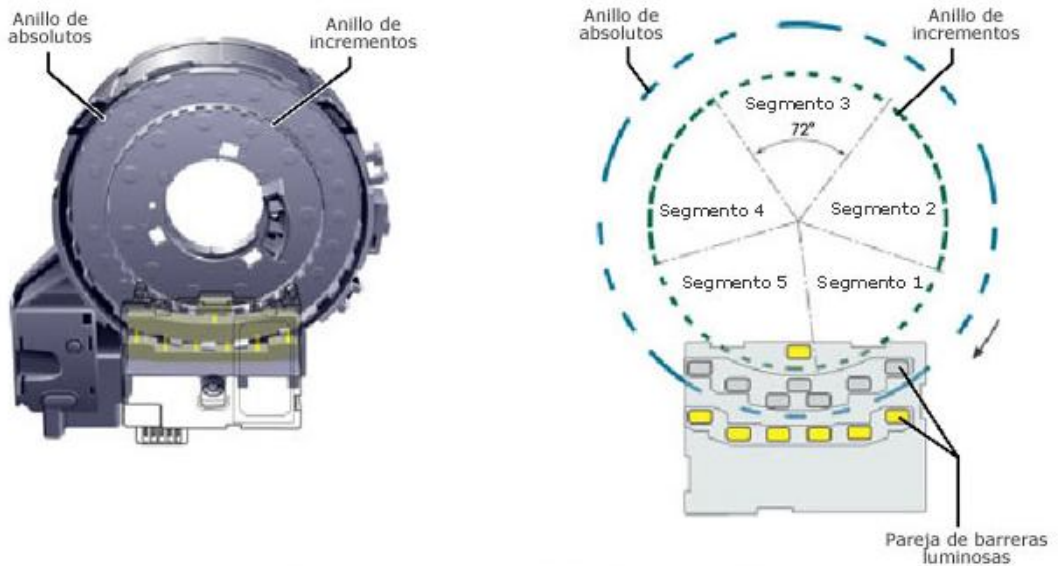


Figura 1.79. Esquema del sensor de ángulo de dirección

➤ **Sensor de par de dirección.**

El par de mando a la dirección se mide con ayuda del sensor de par de dirección directamente en el piñón de dirección. El sensor trabaja según el principio magnetorresistivo.

Está configurado de forma doble (redundante), para establecer el mayor nivel de fiabilidad posible.

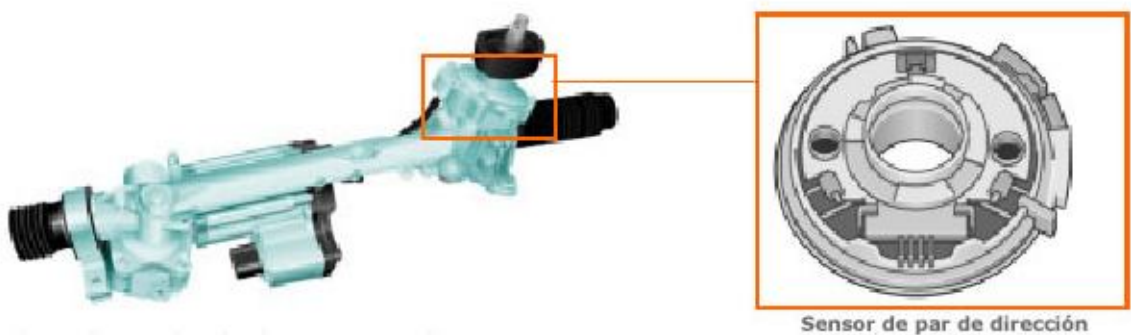


Figura 1.80. Sensor de par de dirección

El sensor del par de giro acopla la columna y la caja de dirección a través de una barra de torsión. El elemento de conexión hacia la columna posee una rueda polar magnética, en la que se alternan 24 zonas de diferente polaridad magnética, para el análisis de los pares de fuerza se emplean dos polos respectivamente.

La contrapieza es un elemento sensor magnetorresistivo, que va fijado a la pieza de conexión hacia la caja de la dirección, al ser movido el volante se decalan ambas piezas de conexión entre sí en función del par que interviene, en virtud de que con ello también se decala la rueda polar magnética con respecto al elemento sensor, resulta posible medir el par aplicado a la dirección de esa forma y se lo puede transmitir a la unidad de control en forma de señal.

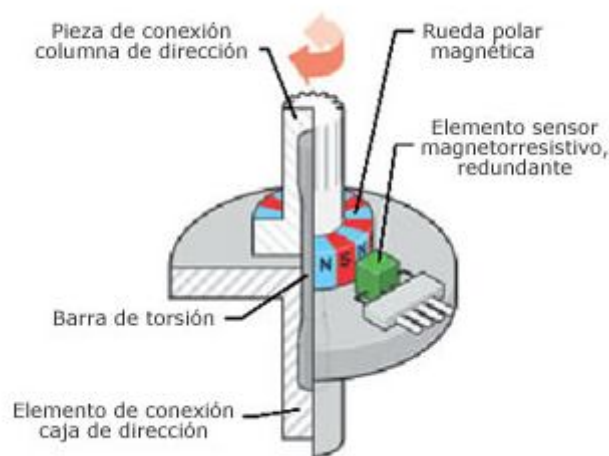


Figura 1.81. Esquema de un sensor de par

➤ **Sensor de régimen del rotor.**

El sensor de régimen del rotor es parte integrante del motor para la dirección asistida electromecánica, no es accesible por fuera.

El sensor de régimen del rotor trabaja según el principio magnetorresistivo y su diseño es igual que el del sensor del par de dirección detecta el régimen de revoluciones del rotor que tiene el motor eléctrico para la dirección asistida electromecánica; este dato se necesita para poder excitar el motor con la debida precisión.

➤ **Motor eléctrico.**

El motor eléctrico es una versión de motor asíncrono sin escobillas. Desarrolla un par máximo de 4,1 Nm para servoasistencia a la dirección.

Los motores asíncronos no poseen campo magnético permanente ni excitación eléctrica. La característica que les da el nombre reside en una diferencia entre la frecuencia de la tensión aplicada y la frecuencia de giro del motor. Estas dos frecuencias no son iguales, en virtud de lo cual se trata de un fenómeno de asincronía.

Los motores asíncronos son de construcción sencilla (sin escobillas), lo cual los hace muy fiables en su funcionamiento. Tienen una respuesta muy breve, con lo cual resultan adecuados para movimientos muy rápidos de la dirección.

El motor eléctrico va integrado en una carcasa de aluminio. A través de un engranaje de sin fin y un piñón de accionamiento ataca contra la cremallera y transmite así la fuerza de servoasistencia para la dirección.

En el extremo del eje por el lado de control va instalado un imán, al cual recurre la unidad de control para detectar el régimen del rotor. La unidad de control utiliza esta señal para determinar la velocidad de mando de la dirección.



Figura 1.82. Motor eléctrico

➤ **Unidad de control para la dirección.**

La unidad de control para dirección asistida va fijada directamente al motor eléctrico, con lo cual se suprime un cableado complejo hacia los componentes de la servodirección.

Basándose en las señales de entrada, tales como:

- ❖ La señal del sensor de ángulo de dirección,
- ❖ La señal del sensor de régimen del motor,
- ❖ El par de dirección y el régimen del rotor,
- ❖ La señal de velocidad de marcha del vehículo
- ❖ La señal de que se identificó la llave de contacto en la unidad de control.

La unidad de control calcula las necesidades momentáneas de servoasistencia para la dirección, calcula la intensidad de corriente excitadora y excita correspondientemente el motor eléctrico.

La unidad de control tiene integrado un sensor térmico para detectar la temperatura del sistema de dirección. Si la temperatura asciende por encima de los 100 °C se reduce de forma continua la servoasistencia para la dirección.

Si la servoasistencia a la dirección cae por debajo de un valor de 60%, el testigo luminoso para dirección asistida se enciende en amarillo y se inscribe una avería en la memoria.

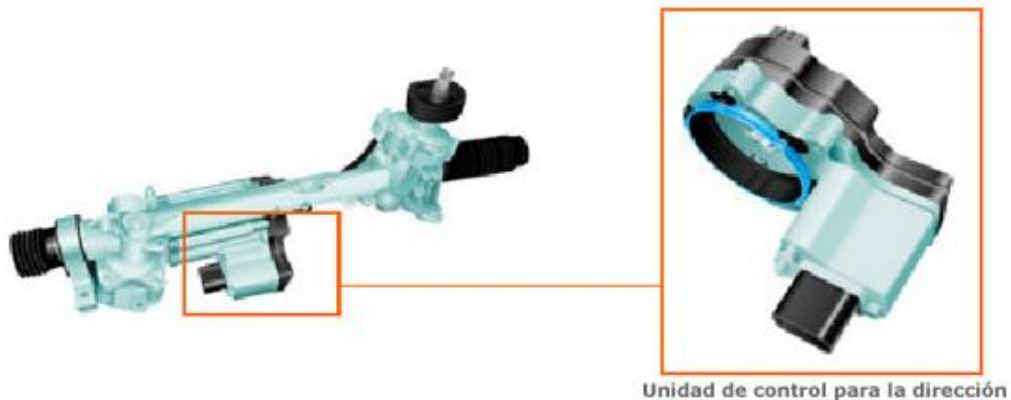


Figura 1.83.Unidad de control para la dirección

➤ **Testigo luminoso de averías.**

El testigo luminoso se encuentra en la unidad indicadora del cuadro de instrumentos. Se utiliza para avisar sobre funciones anómalas o fallos en la dirección asistida electromecánica.

El testigo luminoso puede adoptar dos diferentes colores para indicar funciones anómalas. Si se enciende en amarillo, significa un aviso de menor importancia. Si el testigo luminoso se enciende en rojo hay que acudir de

inmediato a un taller. Cuando el testigo luminoso se enciende en rojo suena al mismo tiempo una señal de aviso acústico en forma de un gong triple.



Figura 1.84. Testigo de averías

1.4.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS

1.4.4.1. Ventajas

- ❖ La dirección de tornillo da tres o cuatro vueltas alrededor de sí mismo, produciendo el movimiento de una serie de engranajes, este desplazamiento disminuye el esfuerzo que debe realizar el conductor para mover las llantas
- ❖ El radio de pivotamiento negativo tiene como ventaja la de neutralizar la tendencia de la dirección a desviarse hacia los lados cuando se presentan fuerzas de adherencia o de frenado disparejas en alguna de las ruedas delanteras.
- ❖ En un dirección hidráulica al momento de ganar velocidad un vehículo su dirección se vuelve más dura por tal razón el conductor tiene más confianza al momento de alguna maniobra.
- ❖ La dirección hidráulica permite acoplar una dirección más directa; es decir, con una menor reducción con lo que se obtiene una mayor rapidez de giro en las ruedas, esto resulta especialmente adecuado en los camiones y autocares.
- ❖ En el caso de reventón del neumático, extraordinariamente grave en las ruedas directrices, estos mecanismos corrigen instantáneamente la

dirección, actuando automáticamente sobre las ruedas en sentido contrario al que el neumático reventado haría girar al vehículo

- ❖ Los mecanismos hidráulicos no presentan complicaciones en el montaje, son de fácil aplicación a cualquier vehículo y no afectan a la geometría de la dirección.
- ❖ El sistema hidráulico permite realizar las maniobras más delicadas y sensibles que el conductor precise, desde la posición de paro a la máxima velocidad. La capacidad de retorno de las ruedas, al final del viraje es como la de un vehículo sin servodirección.
- ❖ La dirección electrohidráulica es más confiable ya que su función lo hace por medio de una unidad electrónica junto con sus respectivos actuadores.
- ❖ En caso de avería en el circuito de asistencia, el conductor puede continuar conduciendo en las mismas condiciones de un vehículo sin servodirección, ya que las ruedas continúan unidas mecánicamente al volante aunque, naturalmente, tenga que realizar mayor esfuerzo en el mismo.
- ❖ Reducción del espacio requerido, los componentes de servoasistencia van instalados y actúan directamente en la caja de la dirección.
- ❖ Menor sonoridad en la servoasistencia.
- ❖ Reducción del consumo energético. A diferencia de la dirección hidráulica, que requiere un caudal volumétrico permanente, la dirección asistida electromecánica solamente consume energía cuando realmente se mueve la dirección. Con esta absorción de potencia en función de las necesidades se reduce también el consumo de combustible (aprox. 0,2 L cada 100 km)
- ❖ Se elimina el complejo entubado flexible y cableado.
- ❖ El conductor obtiene una sensación óptima al volante en cualquier situación, a través de una buena estabilidad rectilínea, una respuesta directa, pero suave al movimiento del volante y sin reacciones desagradables sobre pavimento irregular.

1.4.4.2. Desventajas

- ❖ La dirección mecánica como la de cremallera no es muy confiable cuando

se refiere a obstáculos ya que no se puede maniobrar rápido debido a su dureza.

- ❖ La dirección hidráulica es poco controlable en caminos resbaladizos en presencia de agua ya que se torna demasiada suave
- ❖ El sistema de dirección electrónico es más fiable pero debido a su costo y a su complejidad a la hora de desarmar no es muy utilizada salvo el caso en automóviles deportivos y de lujo como es Volvo, Mercedes Benz, entre otros.
- ❖ La dirección mecánica no es muy fiable o segura al momento de un impacto.
- ❖ Estar limitado en su aplicación a todos los vehículos (limitación que no tiene el sistema de dirección hidráulica) ya que dependiendo del peso del vehículo y del tamaño de las ruedas, este sistema no es válido. A mayor peso del vehículo normalmente más grandes son las ruedas tanto en altura como en anchura, por lo que mayor es el esfuerzo que tiene que desarrollar el sistema de dirección, teniendo en cuenta que en las direcciones eléctricas toda la fuerza de asistencia la genera un motor eléctrico, cuanto mayor sea la asistencia a generar por la dirección, mayor tendrá que ser el tamaño del motor, por lo que mayor será la intensidad eléctrica consumida por el mismo.
- ❖ Un excesivo consumo eléctrico por parte del motor eléctrico del sistema de dirección, no es factible, ya que la capacidad eléctrica del sistema de carga del vehículo está limitada. Este inconveniente es el que impide que este sistema de dirección se pueda aplicar a todos los vehículos, ya que por lo demás todo son ventajas.

II.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

2.7. - PARÁMETROS DE DISEÑO

A través de la estructura de la carrocería del buggy, utilizaremos como parámetros para el diseño y adaptación de la suspensión los siguientes ítems:

- ❖ Altura de la carrocería al piso
- ❖ Espacio disponible en la carrocería
- ❖ Requerimientos de los elementos de la suspensión para competencias de rally.

Este último ítem es el más importante ya que nos vamos, para dar un correcto agarre del buggy en curvas, una estabilidad en rectas y una rigidez en baches, obstáculos y tipo de terreno.

2.8. - SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

De acuerdo con lo antes mencionado se procede a obtener varias propuestas del tipo de suspensión, obteniendo como resultados:

El sistema de suspensión de Car Cross (MELMAC) lleva amortiguadores hidráulicos telescópicos del tipo monotubo con gas a presión, y muelles helicoidales montados coaxialmente a los mismos.

Estos van provistos de un dispositivo de regulación manual, que posibilita la elección de diferentes durezas de amortiguación mediante la variación del paso de aceite en su interior. La regulación es discreta y se dispone de una treintena de posiciones diferentes seleccionables por medio de una ruedecilla situada en el propio amortiguador. Según se avance en los click de la ruedecilla el amortiguador se vuelve más o menos rígido.

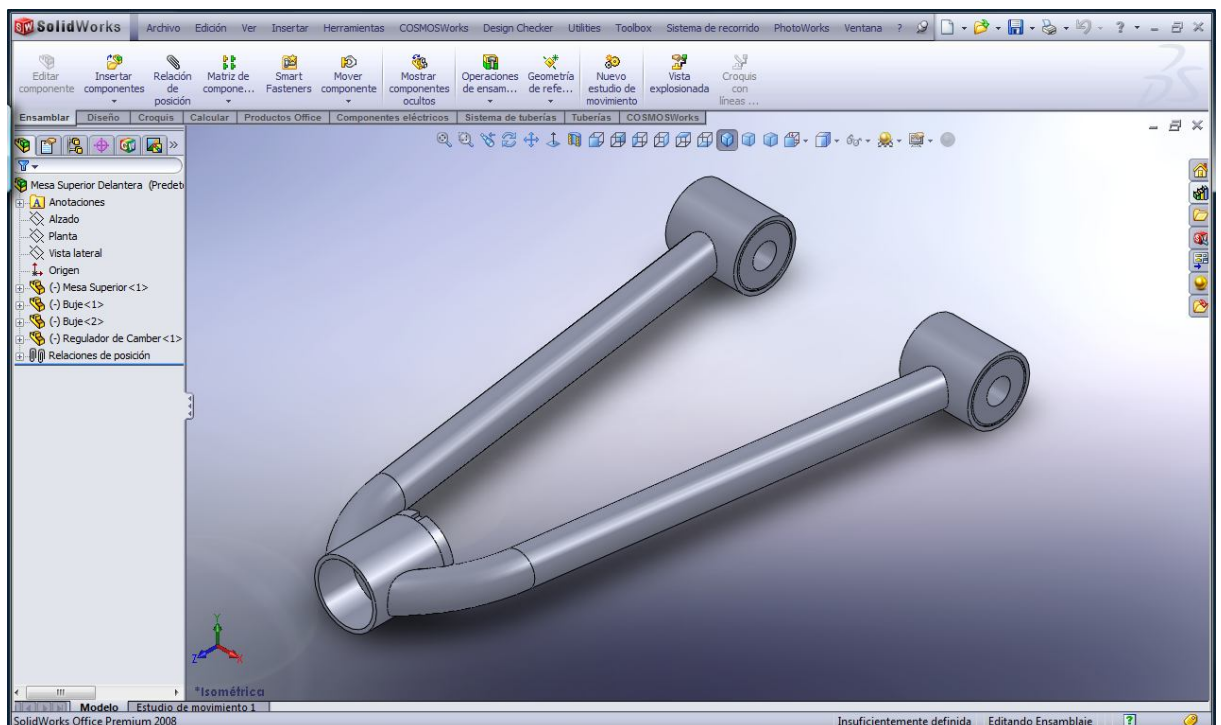
Finalmente se concluye en utilizar la suspensión de tipo Melmac.

2.9. -MODELACIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS

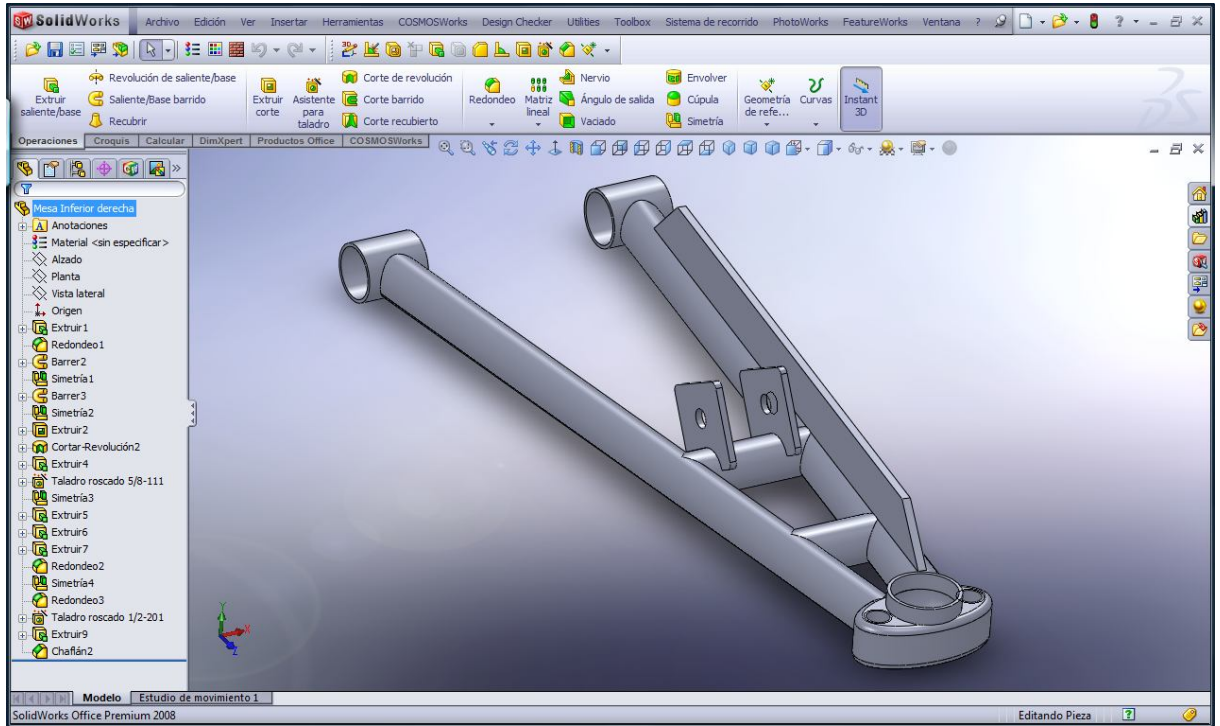
Utilizando el programa solidWorks, vamos a presentar los modelos de los elementos de la suspensión.

2.9.1. Brazo de Gobierno Delantero Superior

2.9.2.

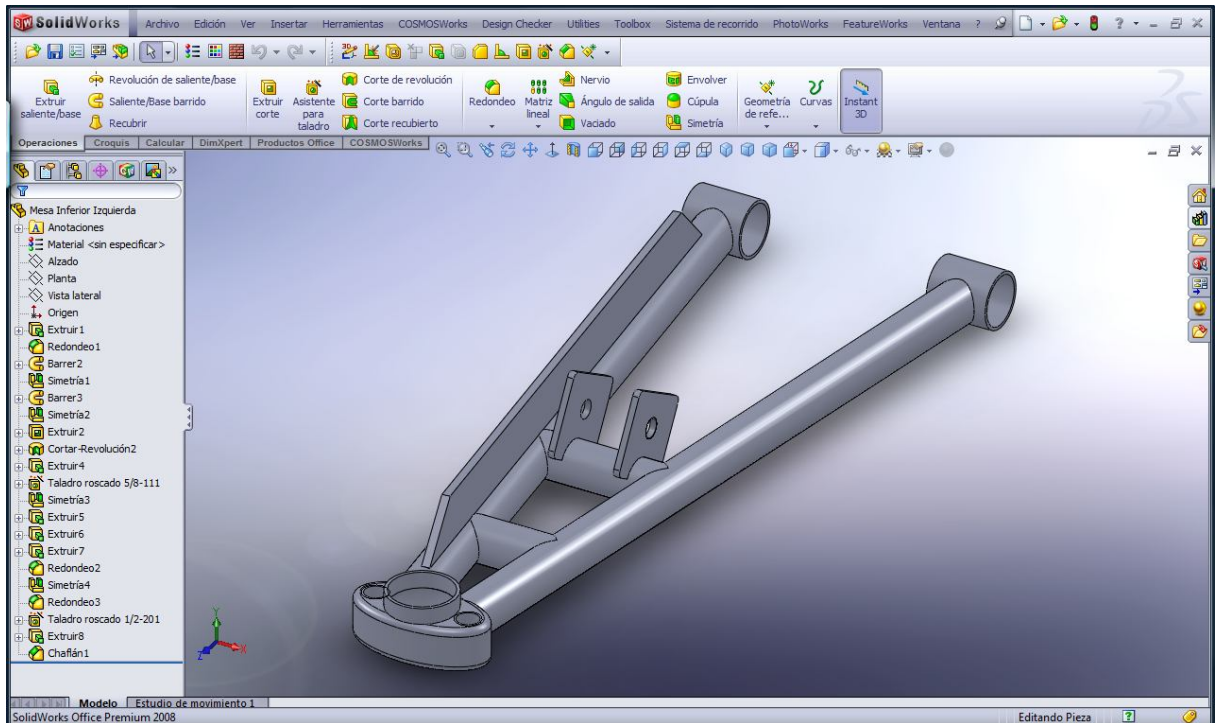


2.9.3. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Derecho

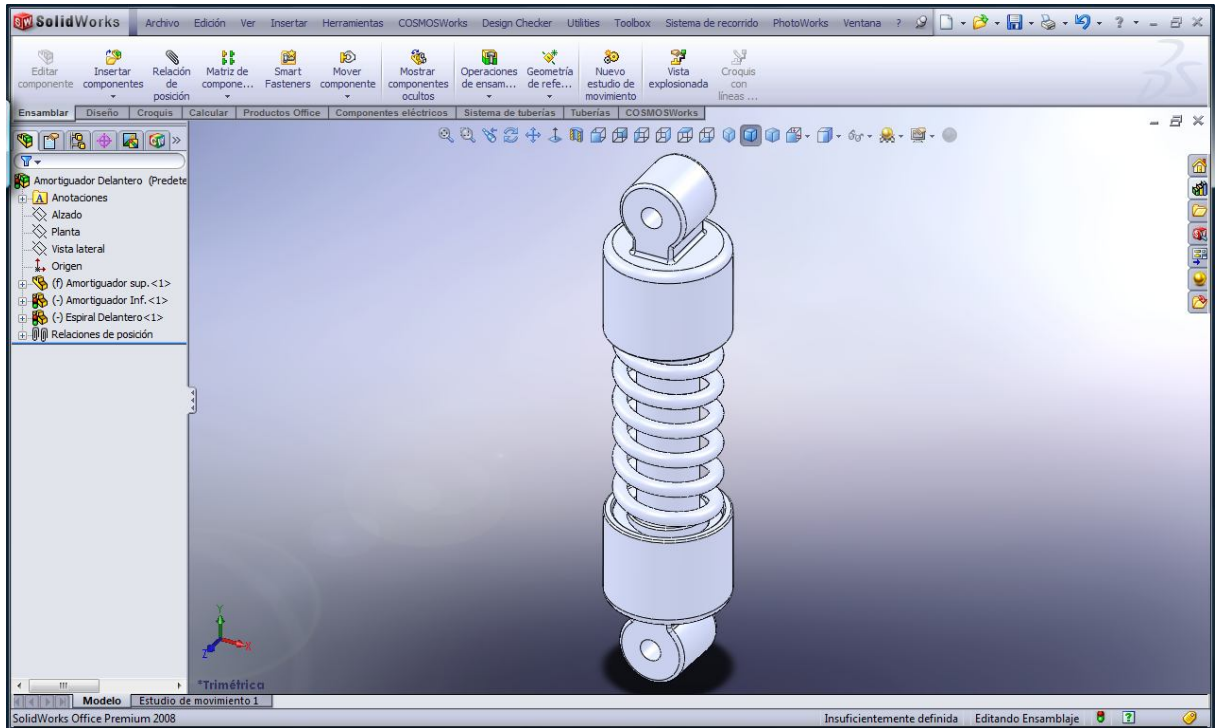


2.9.4. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Izquierdo

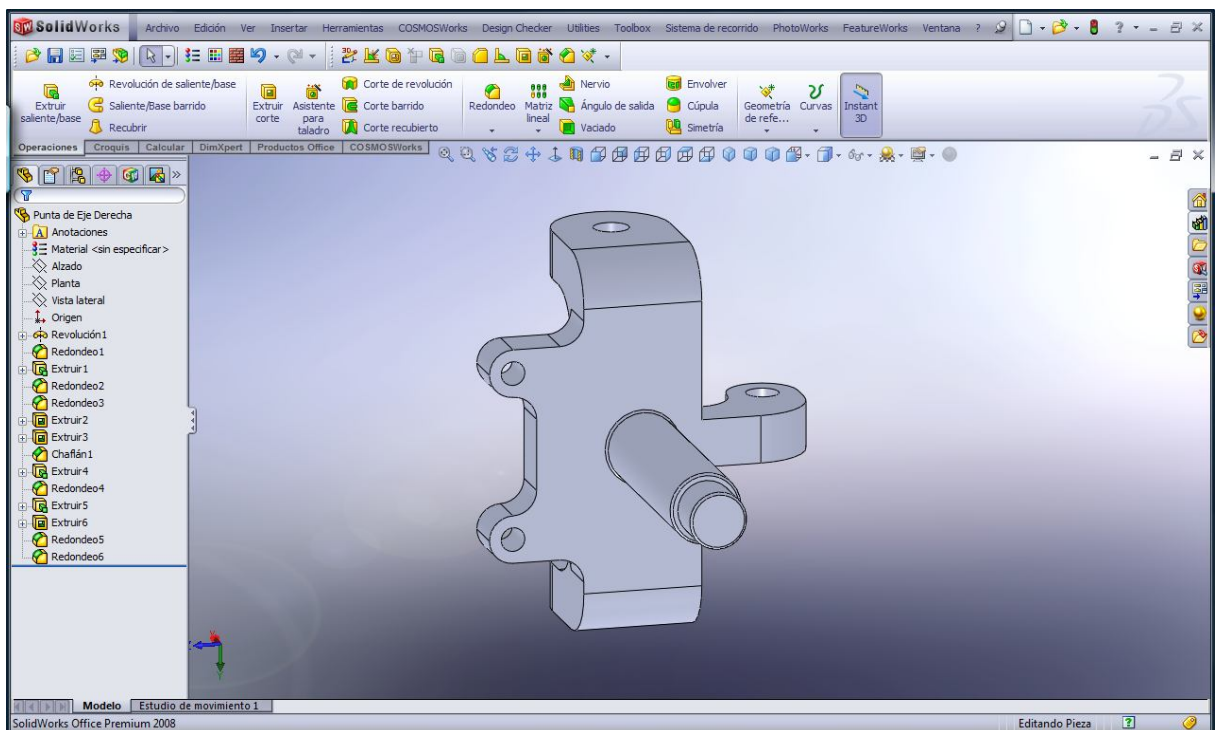
Ç



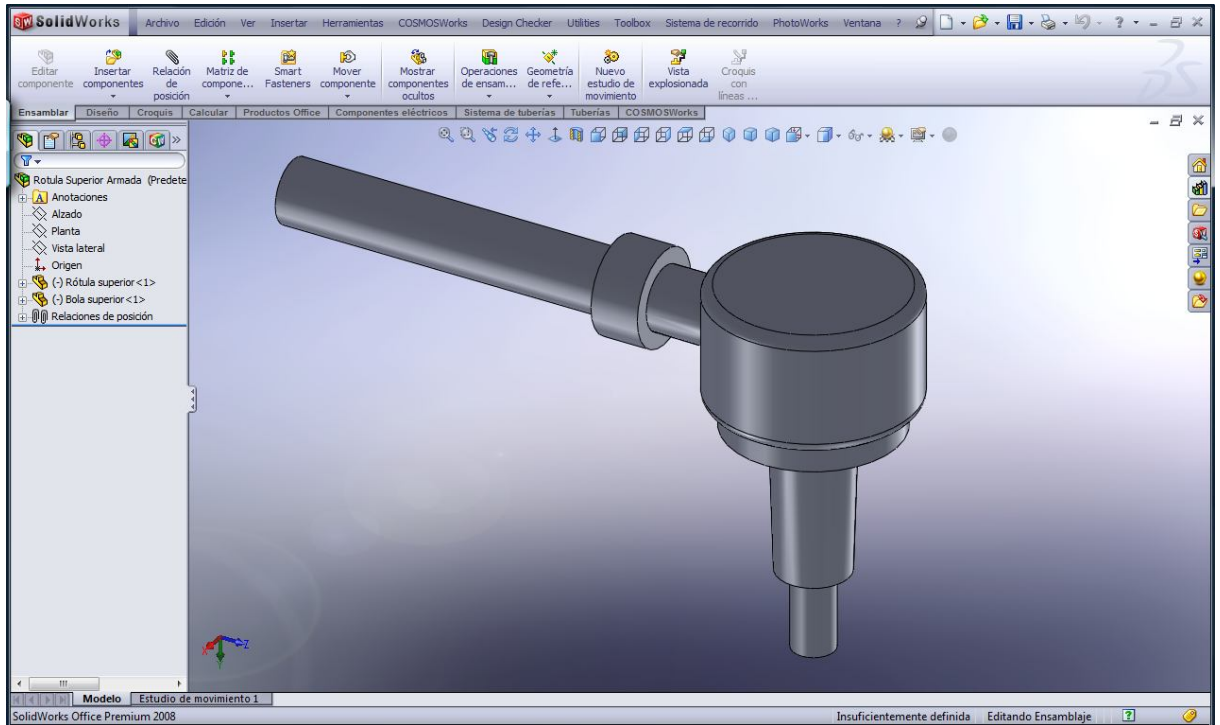
2.9.5. Amortiguador Delantero



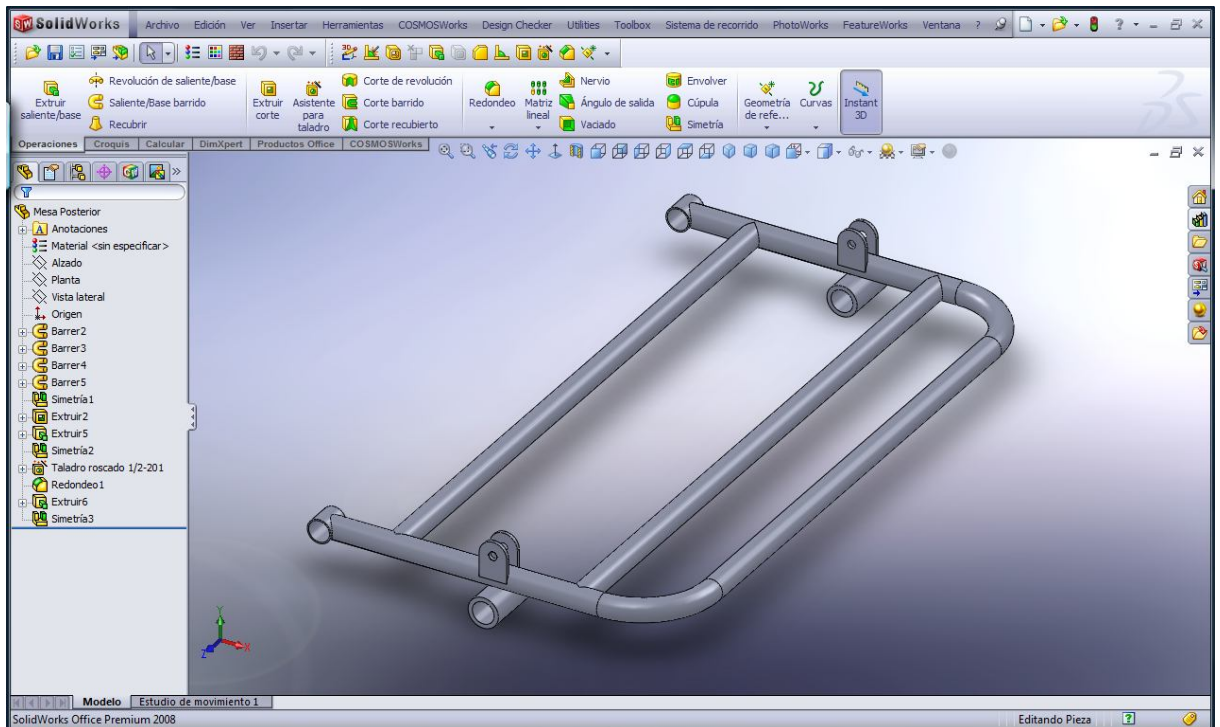
2.9.6. Punta de Eje Delantero



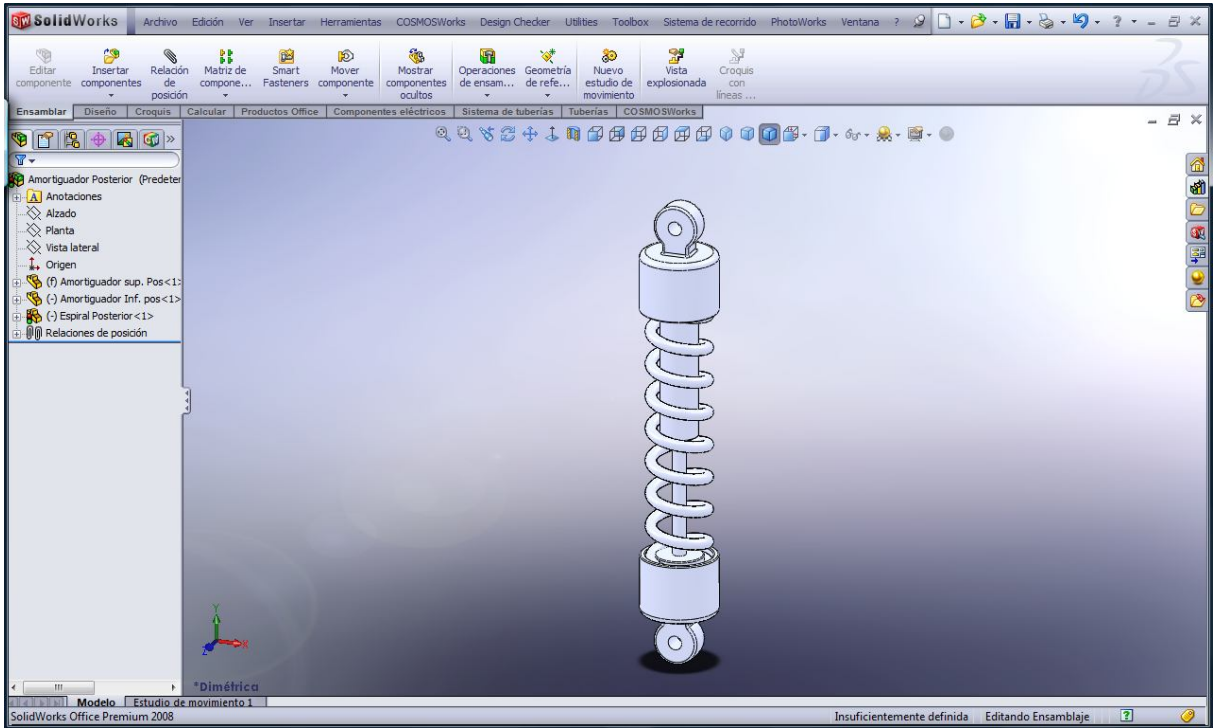
2.9.7. Elemento Axial



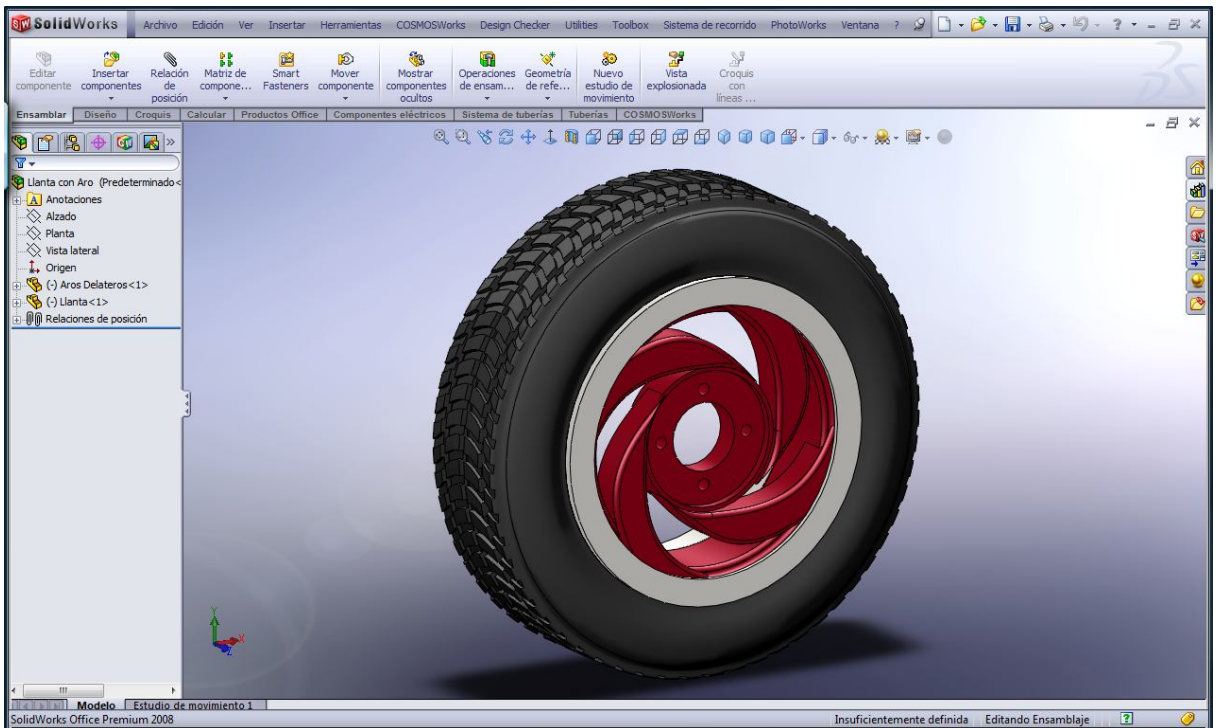
2.9.8. Brazo de Gobierno Posterior



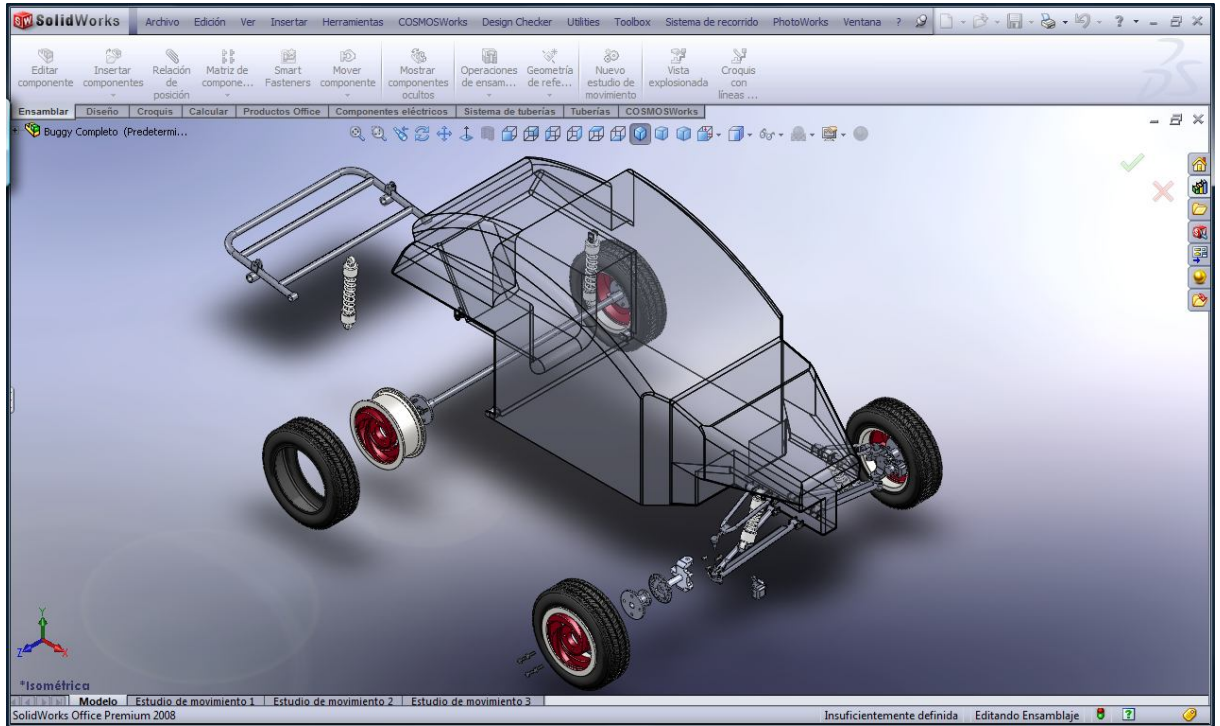
2.9.9. Amortiguador Posterior



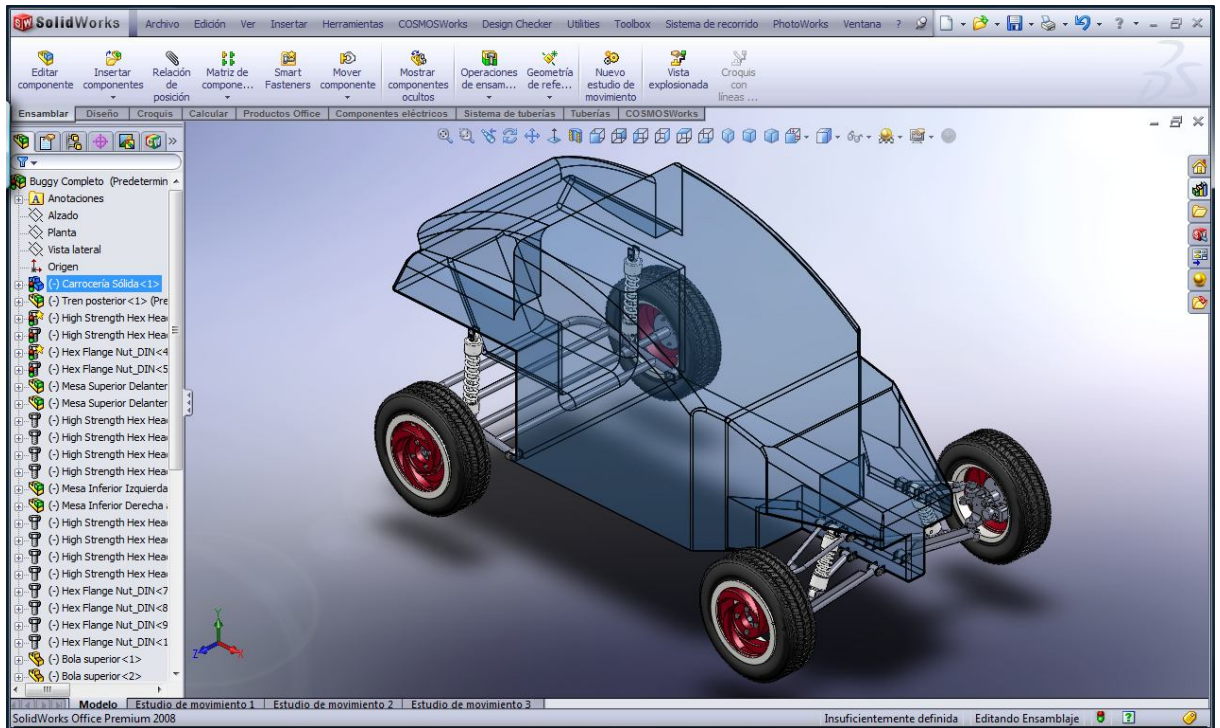
2.9.10. Neumatico y Aro



2.9.11. Perspectiva Estallada



2.9.12. Perspectiva Completa



Como se pudo apreciar se ha diseñado el sistema de suspensión melmac para el buggy, este tipo de suspensión cumple las condiciones requeridas para las competencias que se van a disputar.

2.10. - ASIGNACIÓN DE CARGAS

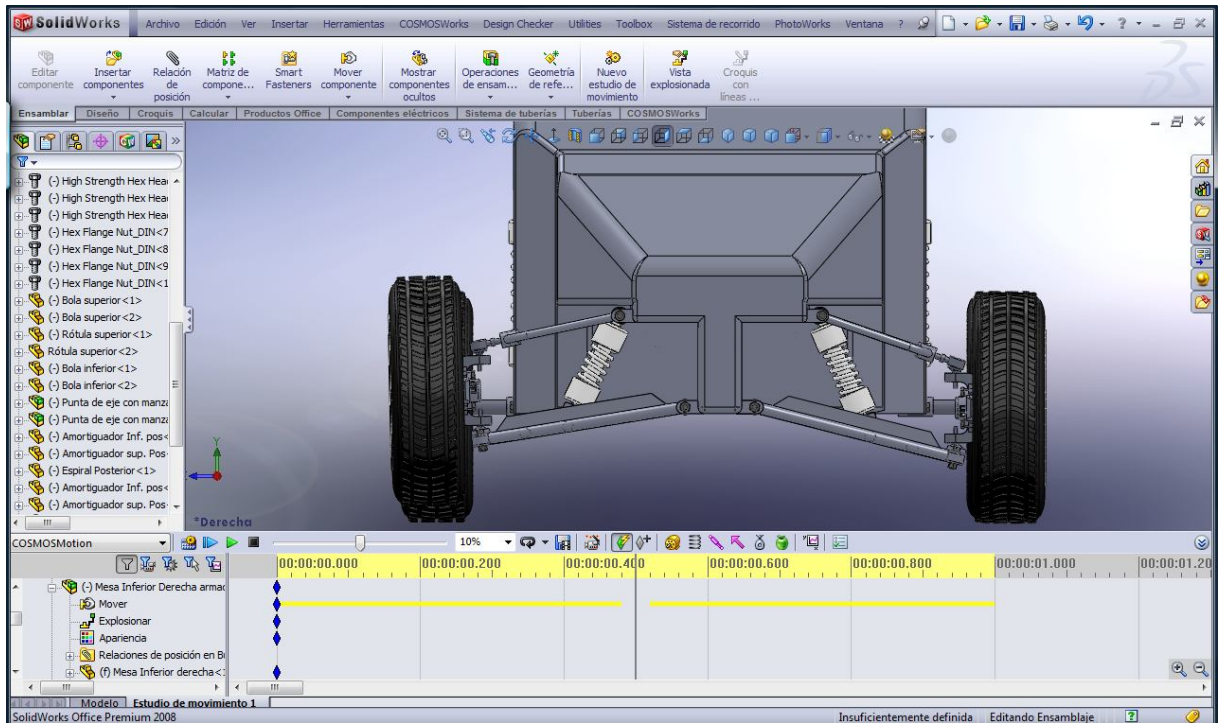
La suspensión del buggy debe absorber los impactos de la irregularidad del camino, esto será trabajo del amortiguador. Obtener un óptimo agarre al piso en curvas, esto se obtiene con un óptimo camber y mantener una estabilidad, esto va a depender de los bujes y brazos de gobierno.

Para lo cual se ha asignado un peso de 70 kgf. en el frente del buggy, el peso de la carrocería junto con el peso del conductor que es de 280 kgf. sumados obtenemos una carga total de 350kgf. que será utilizado para el análisis de la suspensión.

Adicional a las cargas mencionadas, los brazos de gobierno deben soportar cargas alternas que se generan por caídas bruscas en baches. Por lo que se va a aplicar cargas de: 300, 200 y 150 kgf. para analizar los brazos de gobierno.

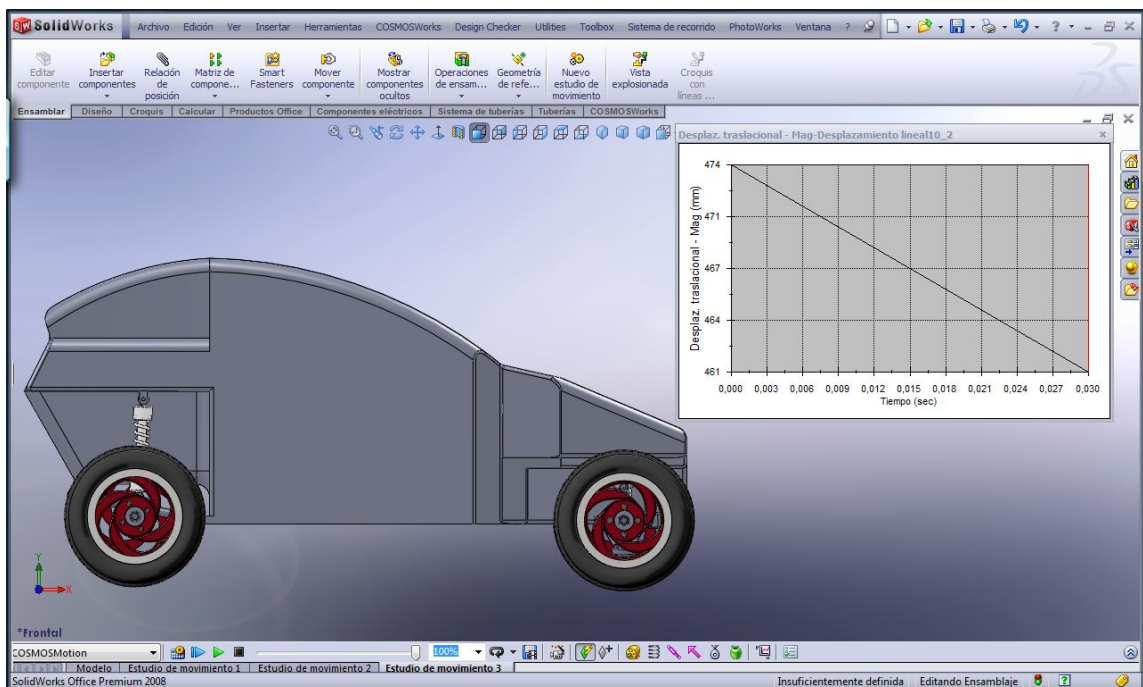
2.11. - SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL PROGRAMA COSMOTION

Se empezó simulando las oscilaciones que soportará la suspensión delantera e independientemente como se puede apreciar en la figura.



2.11.1. Altura de la carrocería al piso

Como primer paso se aplica la carga total y se obtiene una reducción de la longitud de la carrocería con respecto al piso. En la gráfica se puede apreciar lo mencionado, mientras mayor sea la carga menor es la longitud mencionada.



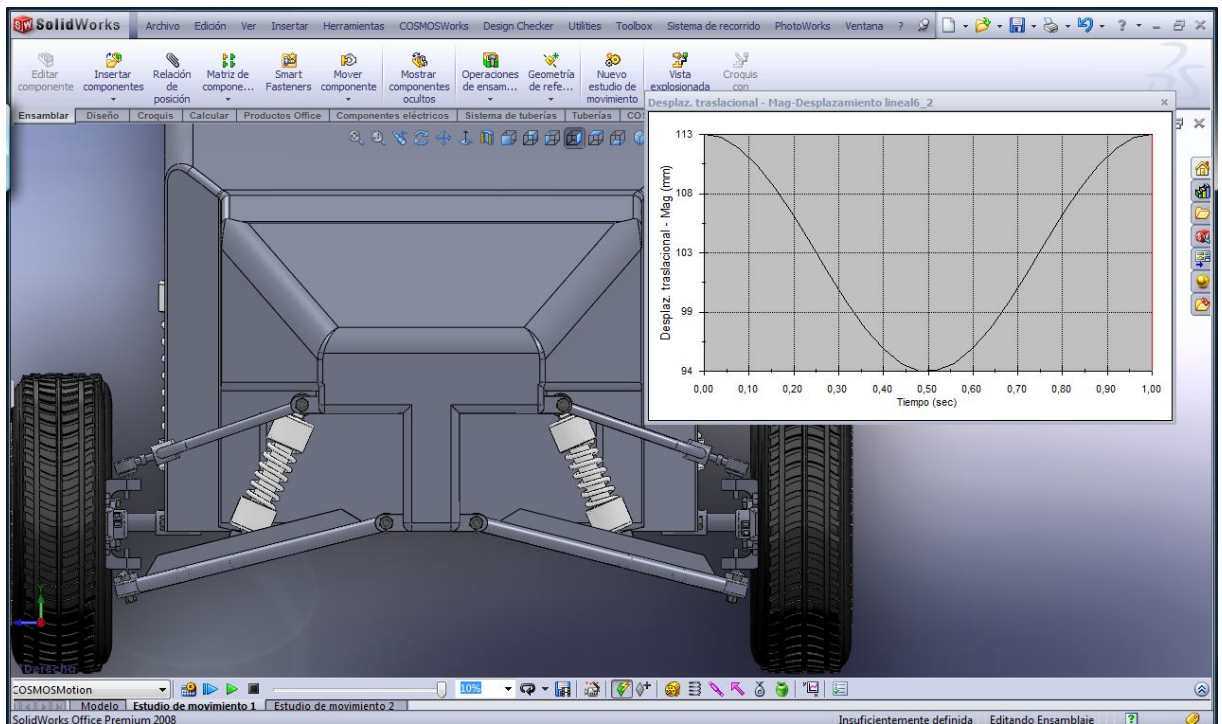
2.5.1.1 Tabla altura de la carroceria

Tiempo (seg)	Desplaza. (mm)
0	474,2933
0,03	460,6918

Obteniendo un resultado total de una reduccion de 13,6015145 mm.

2.11.2. Desplazamiento del Amortiguador Delantero

Para observar el funcionamiento de la suspension se ha realizado la simulacion de cargas oscilatorias de 200kgf. que producen una reduccion de la longitud del bastago del amortiguador asi se puede apreciar por la imagen , obteniendo una onda senoidal.



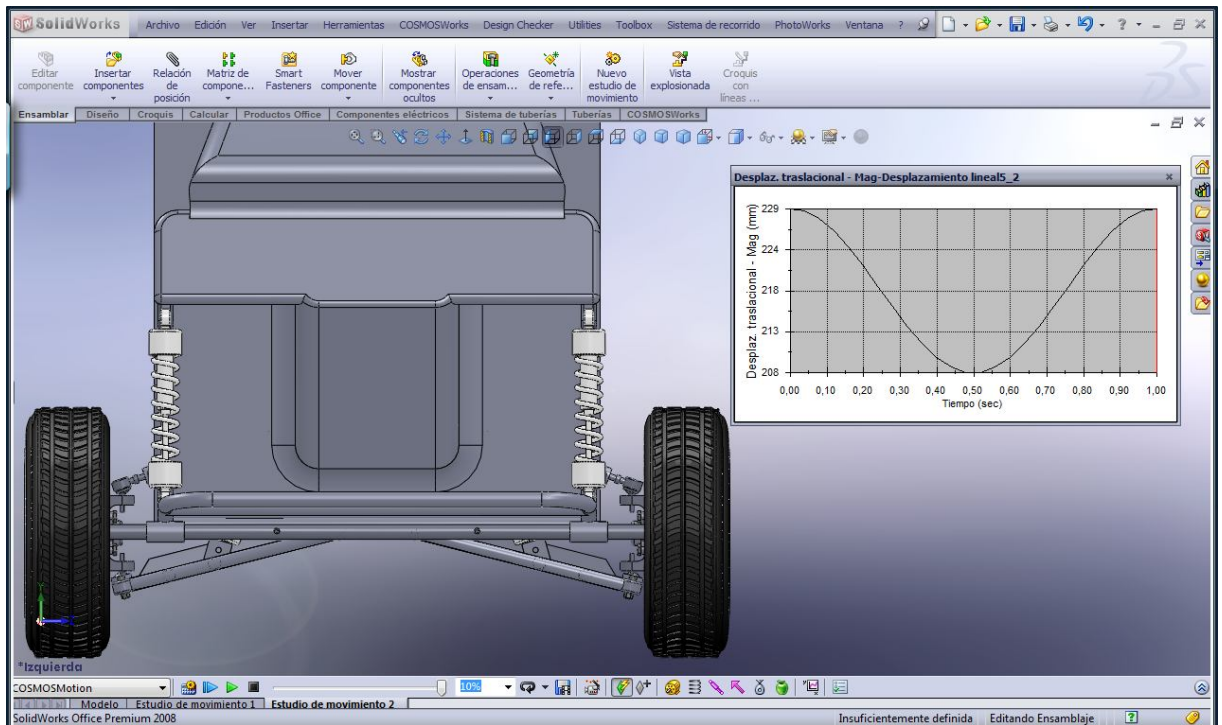
2.5.2.1. Tabla reduccion del vastago del amortiguador delantero

Tiempo (seg)	Desplaza. (mm)
0	113,088894

0,5	93,6384156
-----	------------

2.11.3. Desplazamiento del Amortiguador Posterior

De la misma manera se lo realiza a la suspensión posterior, obteniendo los siguientes resultados.



2.5.3.1.- Tabla reducción del vástago del amortiguador posterior

Tiempo (seg)	Desplaza. (mm)
0	228,93
0,5	54

2.12. - DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSWORKS

Ahora vamos analizar los brazos de Gobierno aplicando una fuerza de 200 kgf. simulando una caída brusca en un bache.

Propiedades del material

Se uso el mismo material para los elementos y de la biblioteca de CosmosWorks, con los valores aproximados a los reales.

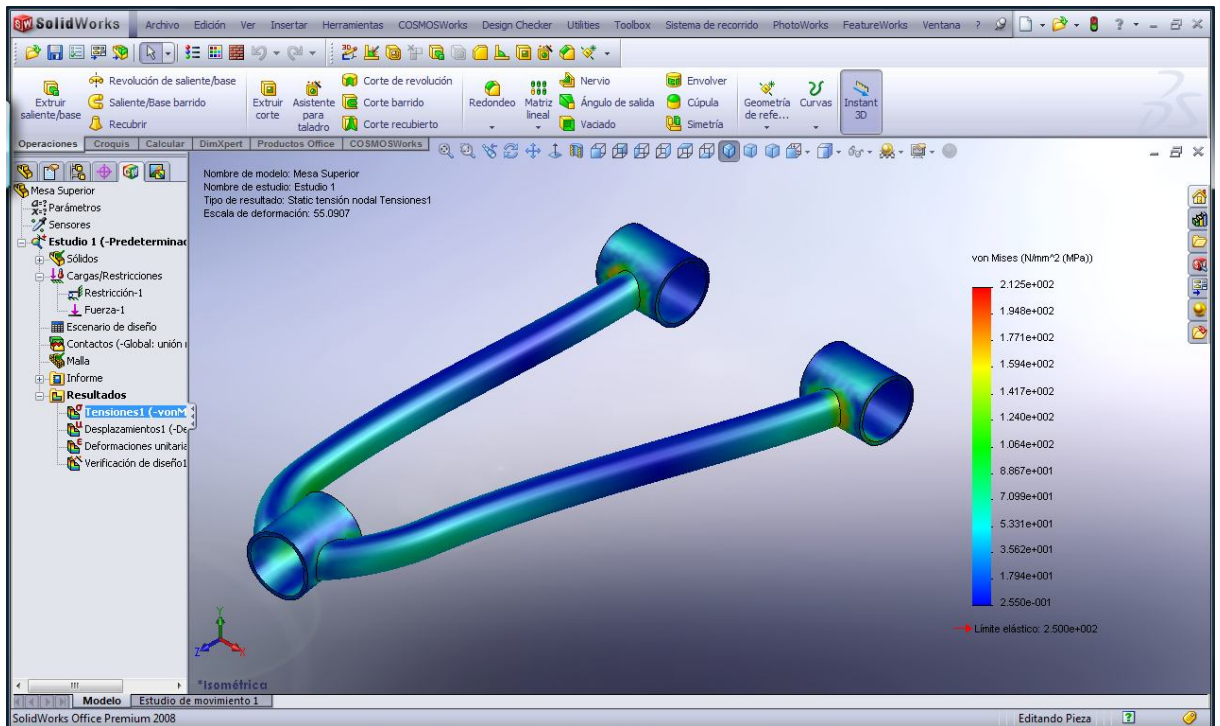
2.6.1.- Tabla de Propiedades del Material

Nombre de material:	ASTM A36 Steel
Descripción:	
Origen del material:	Archivos de biblioteca
Nombre de biblioteca de materiales:	cosmos materiales
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal

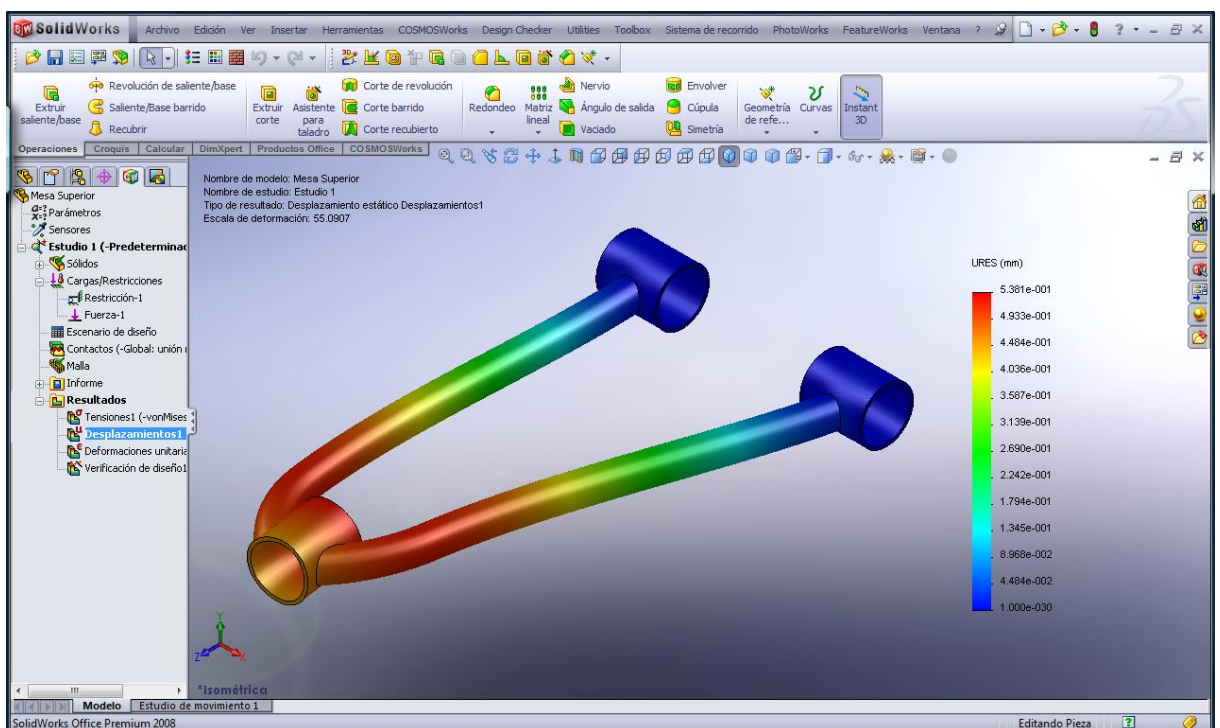
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
Coeficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante

2.12.1. Brazo de Gobierno Superior Delantero

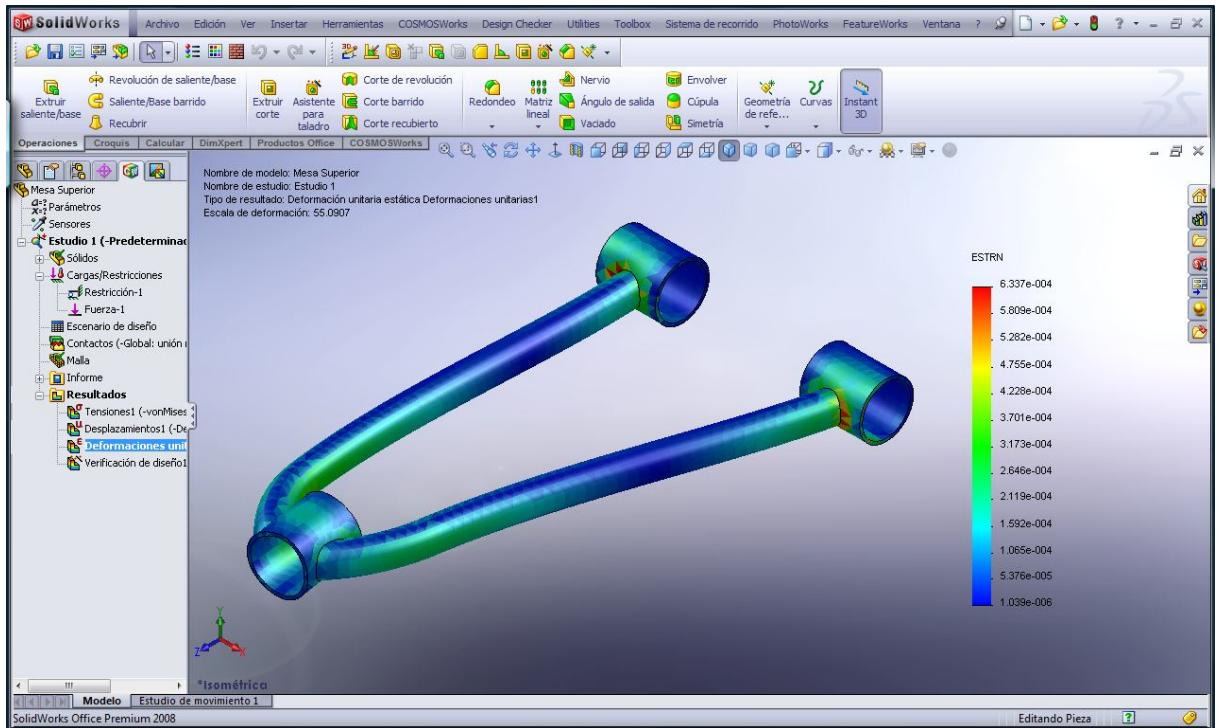
2.6.1.1. Tensiones brazo superior delantero



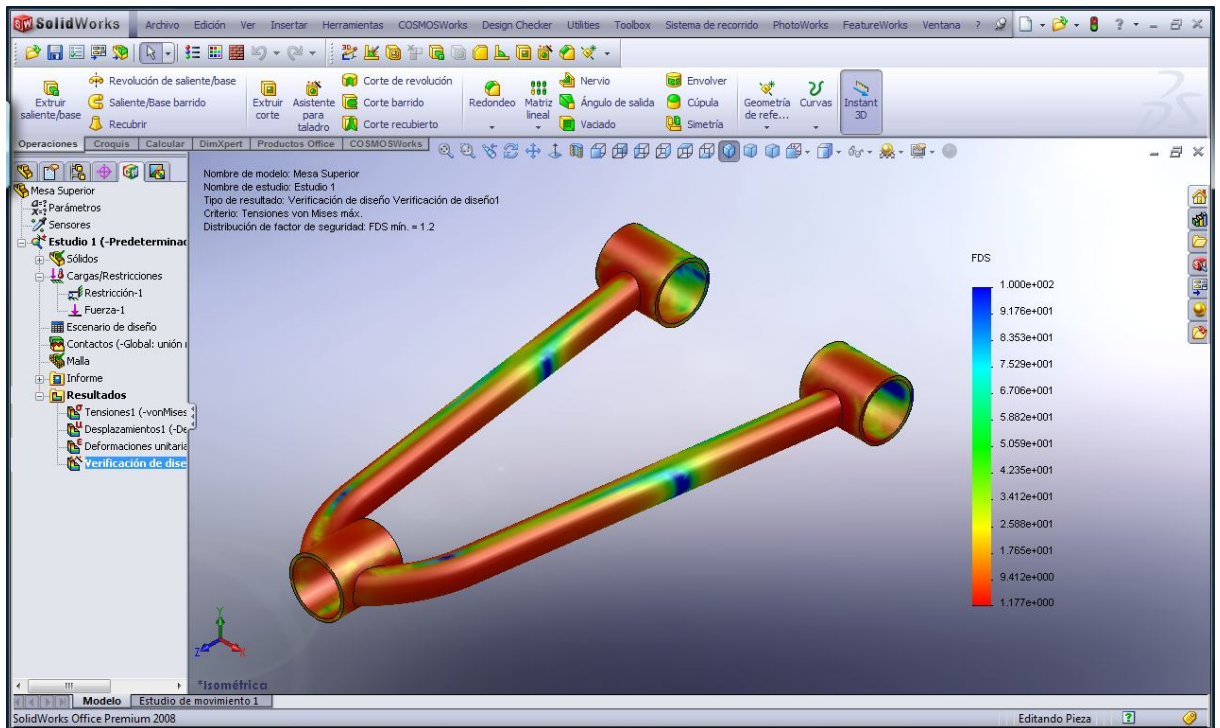
2.6.1.2. Desplazamientos brazo superior delantero



2.6.1.3. Deformaciones brazo superior delantero



2.6.1.4. Verificación del Diseño brazo superior delantero

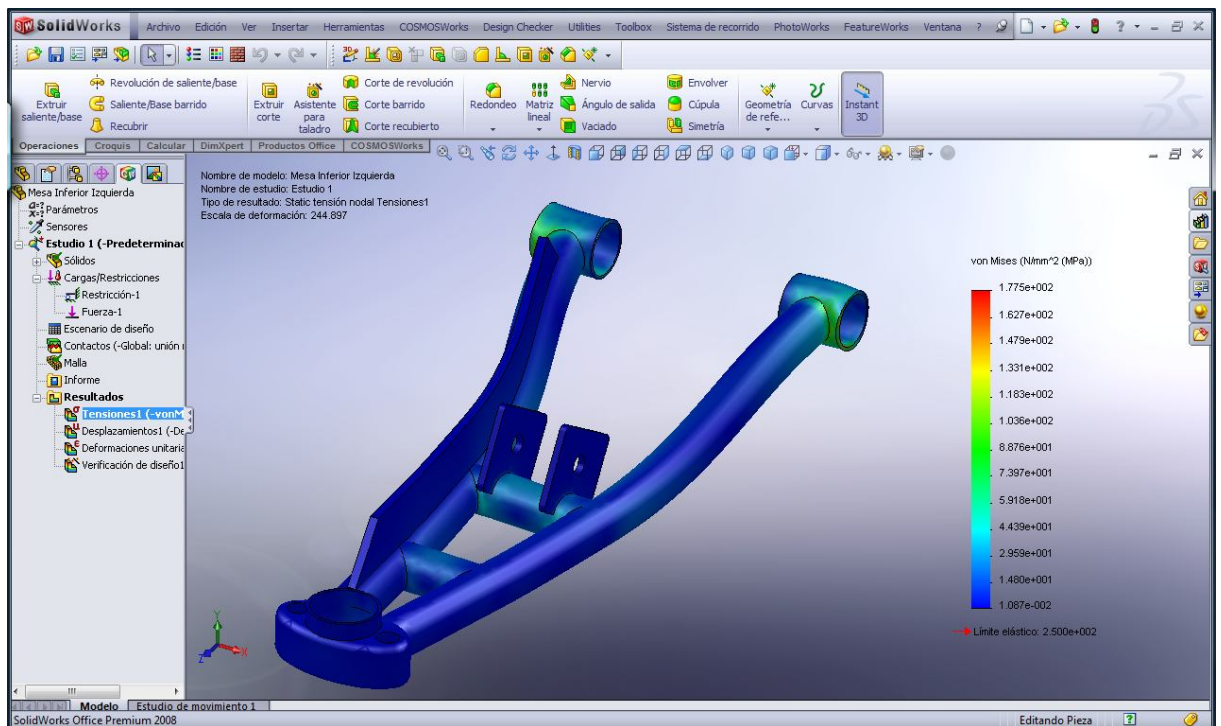


2.6.1.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Superior delantero

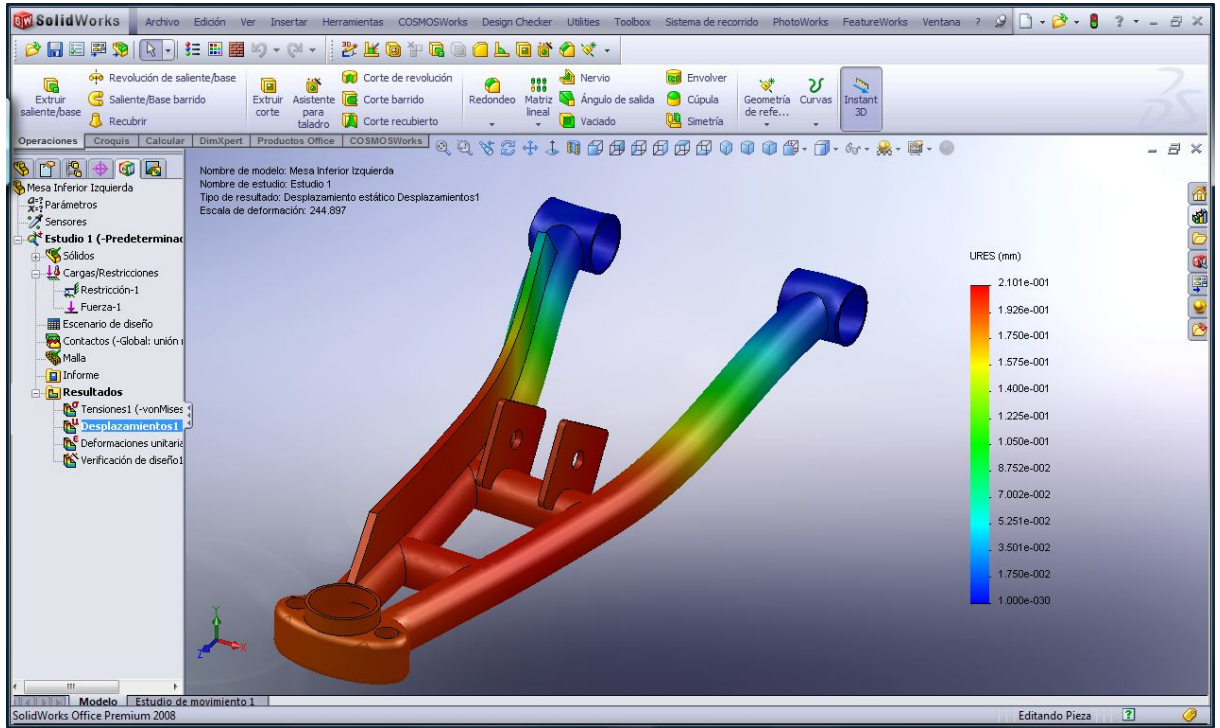
Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.254981 N/mm ² (MPa) Nodo: 698	(60.8195 mm, -7.86805e-007 mm -154.032 mm)	212.458 N/mm ² (MPa) Nodo: 17160	(-83.95 mm, -7.625 mm, -246.793 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	(-46.05 mm, 1.86759e-015 mm -244.75 mm)	0.538097 mm Nodo: 10129	(10.7552 mm, 13.4866 mm, -18.95 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.0389e-006 Elemento: 6974	(-48.4188 mm, -1.16415e-006 mm, -276.173 mm)	0.000633658 Elemento: 5303	(-74.7983 mm, 3.71652 mm, -243.789 mm)

2.12.2. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Izquierdo

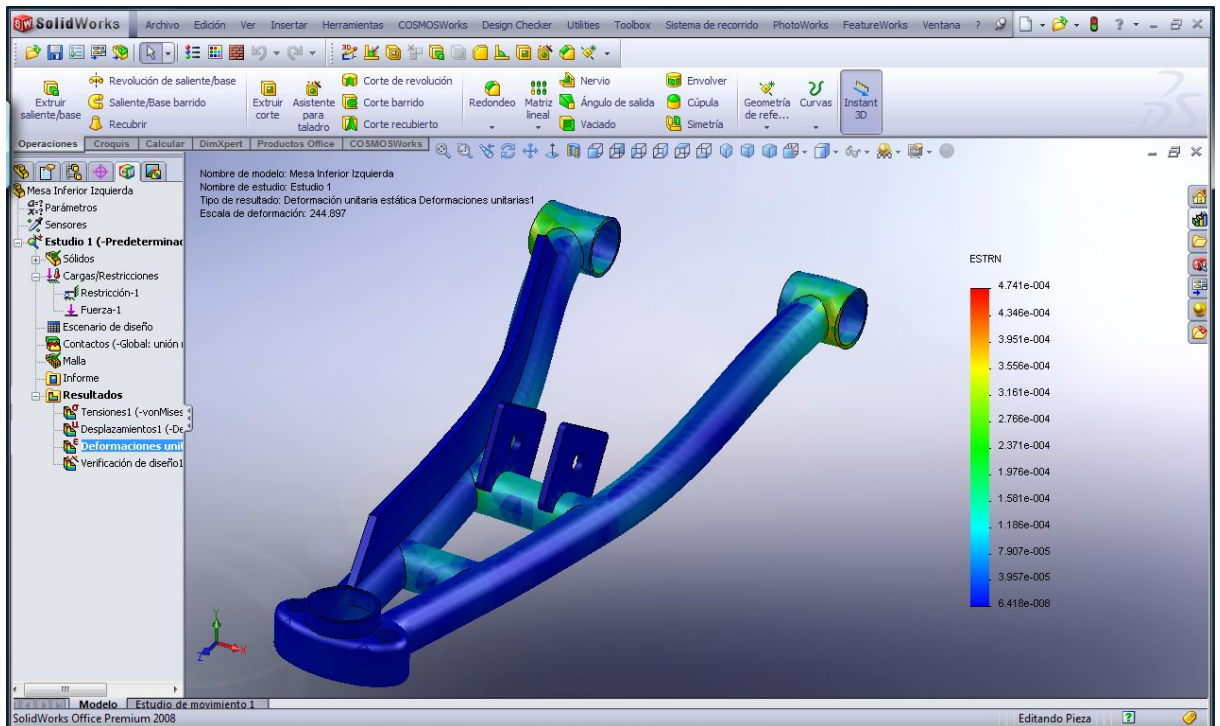
2.6.2.1. Tensiones brazo delantero inferior izquierdo



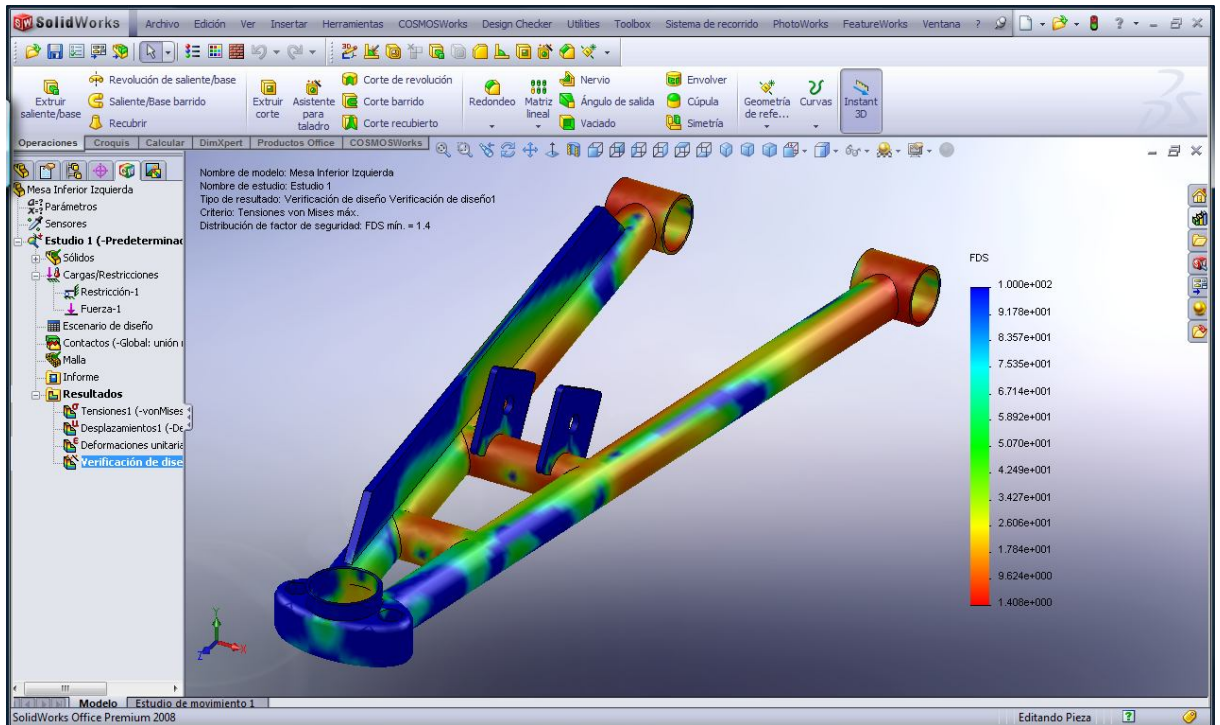
2.6.2.2. Desplazamientos brazo delantero inferior izquierdo



2.6.2.3. Deformaciones brazo delantero inferior izquierdo



2.6.2.4. Verificación del Diseño brazo delantero inferior izquierdo

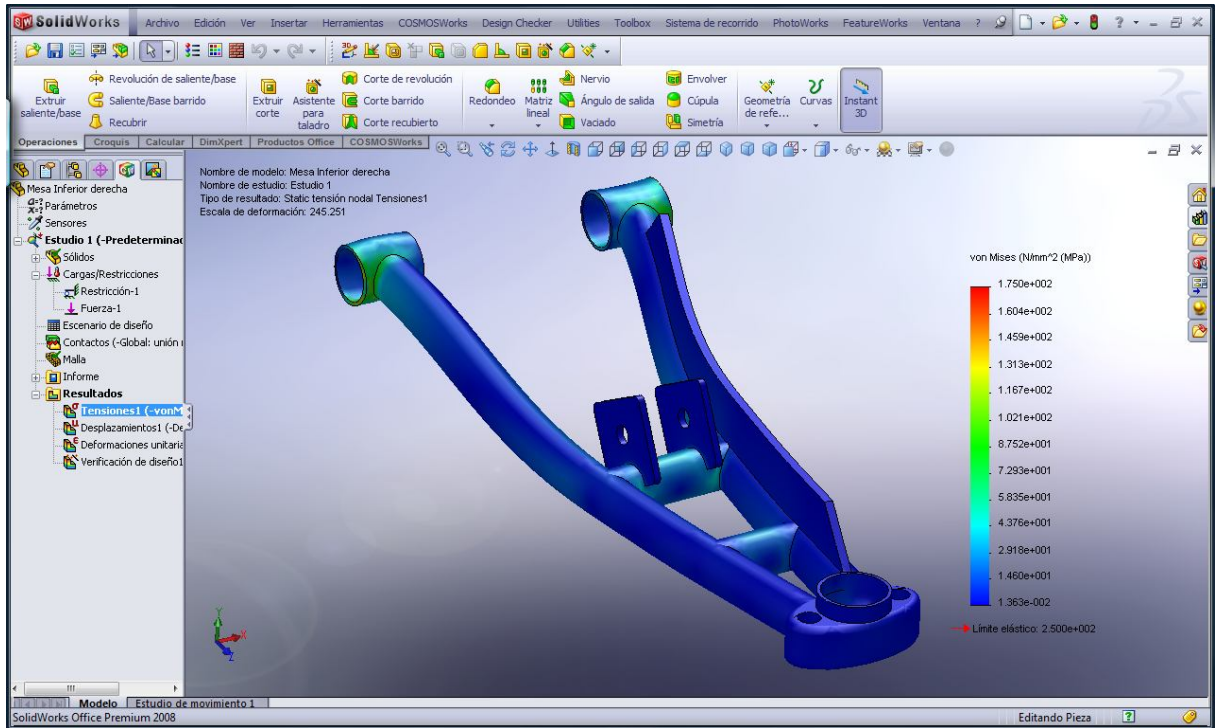


2.6.2.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Delantero Inferior Izquierdo

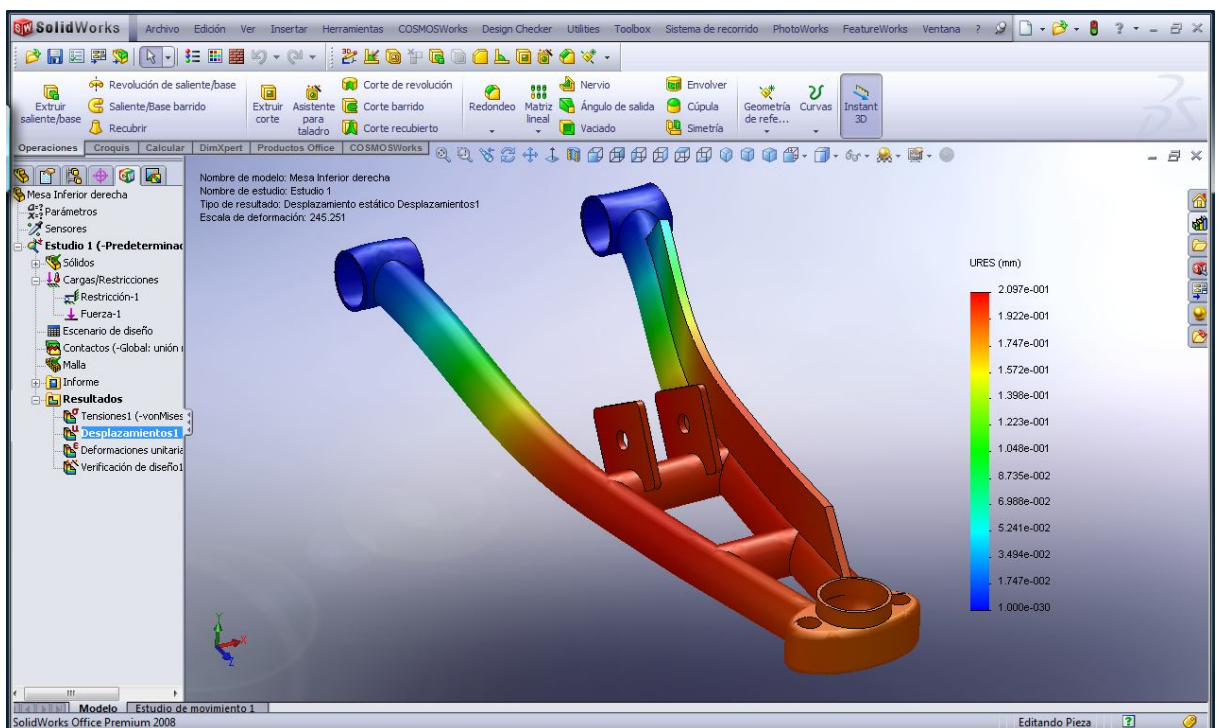
Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.0108651 N/mm ² (MPa) Nodo: 6246	(-26.5155 mm, 43.5 mm, -71.2144 mm)	177.513 N/mm ² (MPa) Nodo: 224	(97.9 mm, -13.2069 mm, -465.835 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 174	(-60 mm, 1.86759e-015 mm, -458.21 mm)	0.210056 mm Nodo: 1718	(22.95 mm, 27.3372 mm, -244.651 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.41759e-008 Elemento: 8375	(-19.95 mm, 30.8611 mm, -244.097 mm)	0.000474104 Elemento: 5935	(-95.0575 mm, -11.788 mm, -463.387 mm)

2.12.3. Brazo de Gobierno Delantero Inferior Derecho

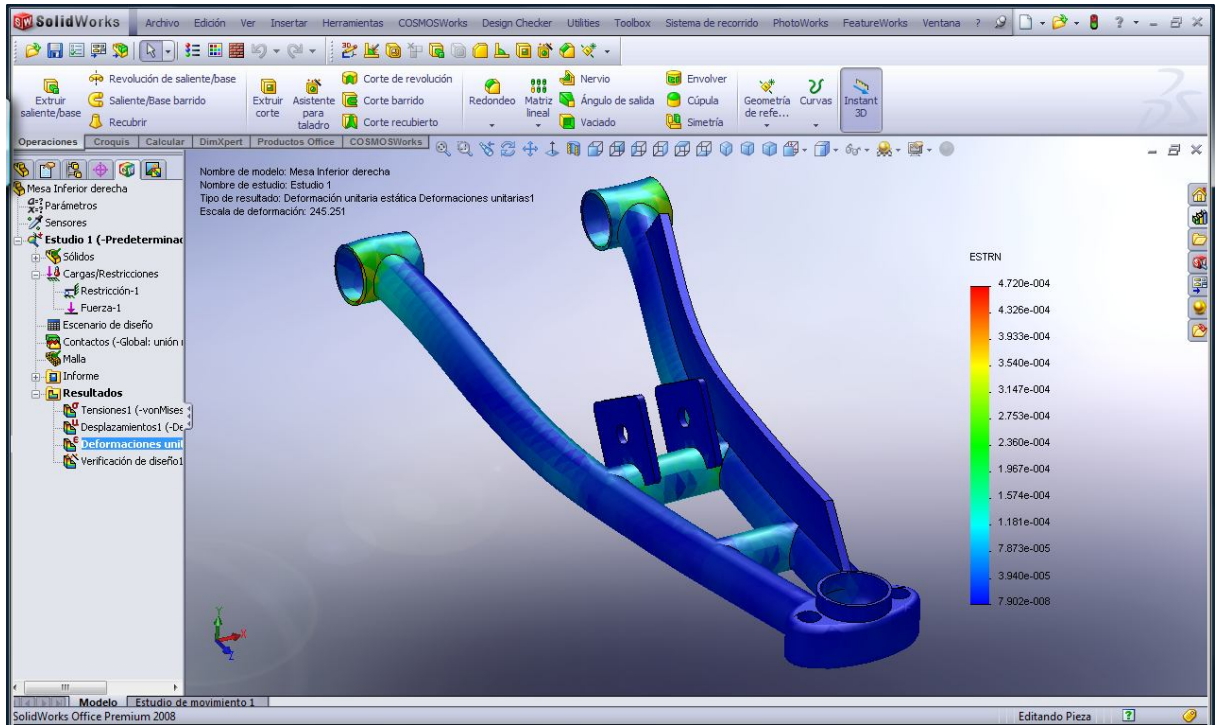
2.6.3.1 Tensiones brazo Delantero Inferior Derecho



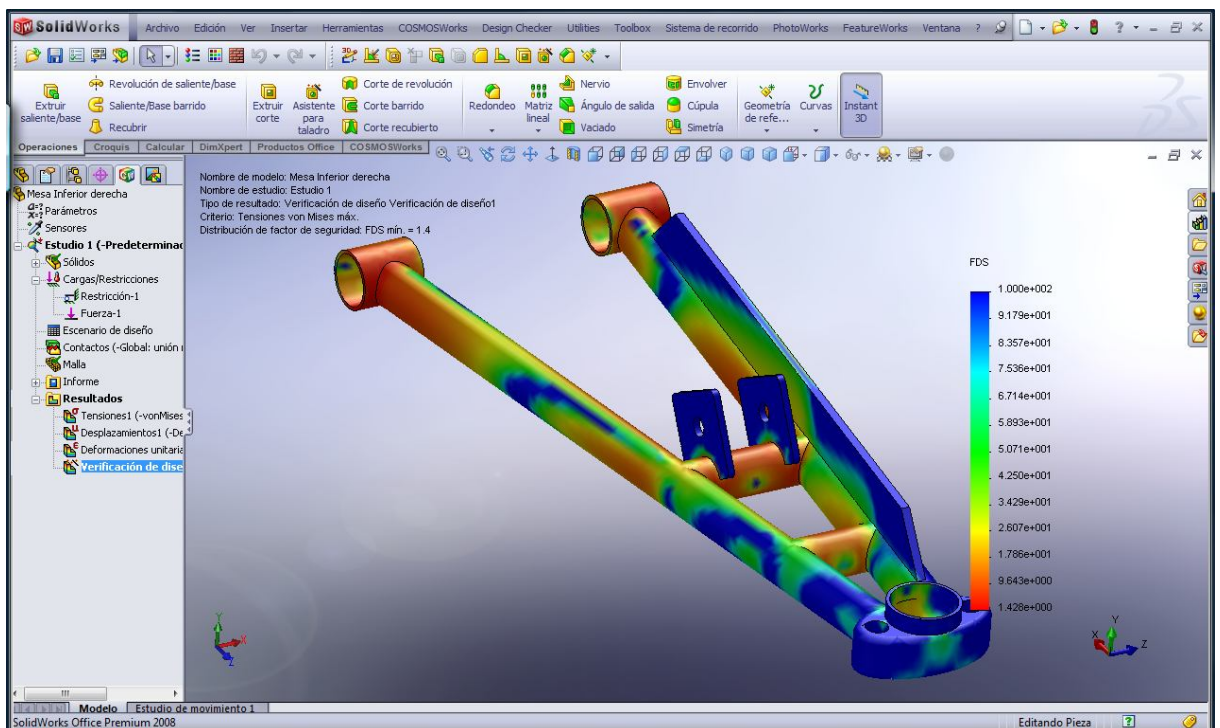
2.6.3.2. Desplazamientos Delantero Inferior Derecho



2.6.3.3. Deformaciones Delantero Inferior Derecho



2.6.3.4. Verificación del Diseño Delantero Inferior Derecho

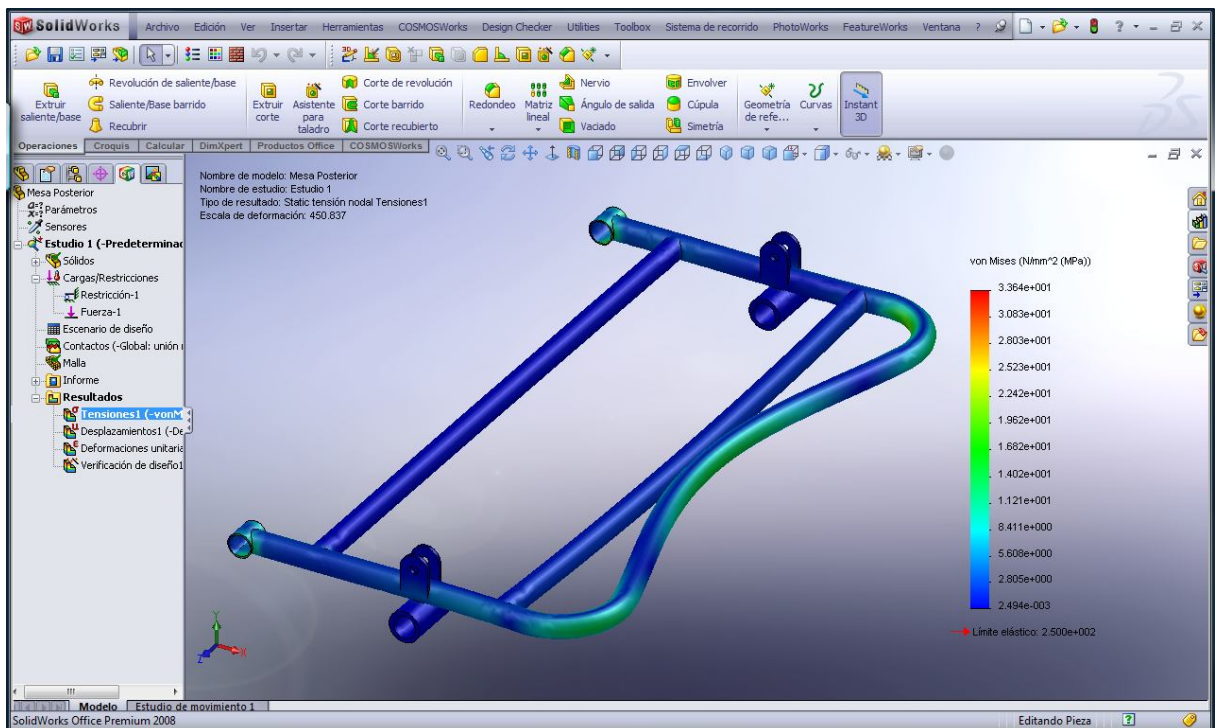


2.6.3.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Delantero Inferior Derecho

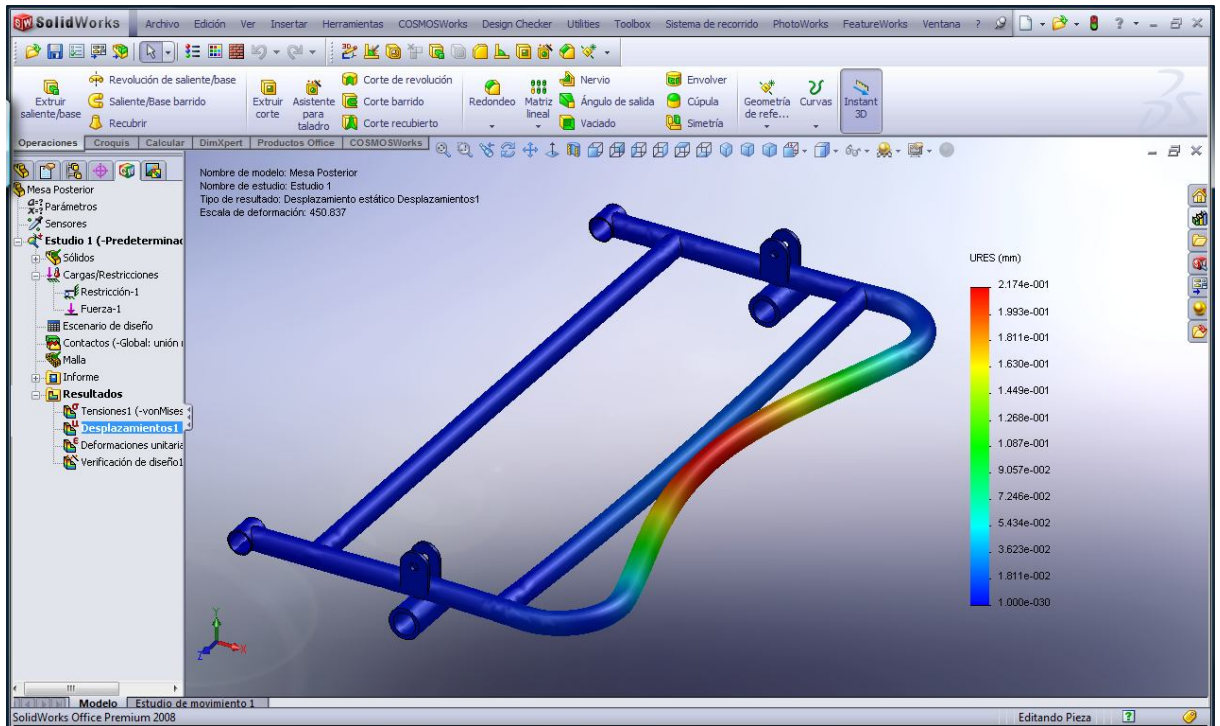
Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.0136308 N/mm ² (MPa) Nodo: 1929	(26.8037 mm, 43.5 mm, -73.3241 mm)	175.018 N/mm ² (MPa) Nodo: 228	(97.9 mm, -13.2069 mm, -465.835 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 178	(-60 mm, 1.86759e-015 mm, -458.21 mm)	0.209651 mm Nodo: 1722	(22.95 mm, 27.3372 mm, -244.651 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	7.90151e-008 Elemento: 8987	(20.95 mm, 53.7437 mm, -203.901 mm)	0.000471967 Elemento: 9102	(-95.0575 mm, -11.788 mm, -463.387 mm)

2.12.4. Brazo de Gobierno Posterior

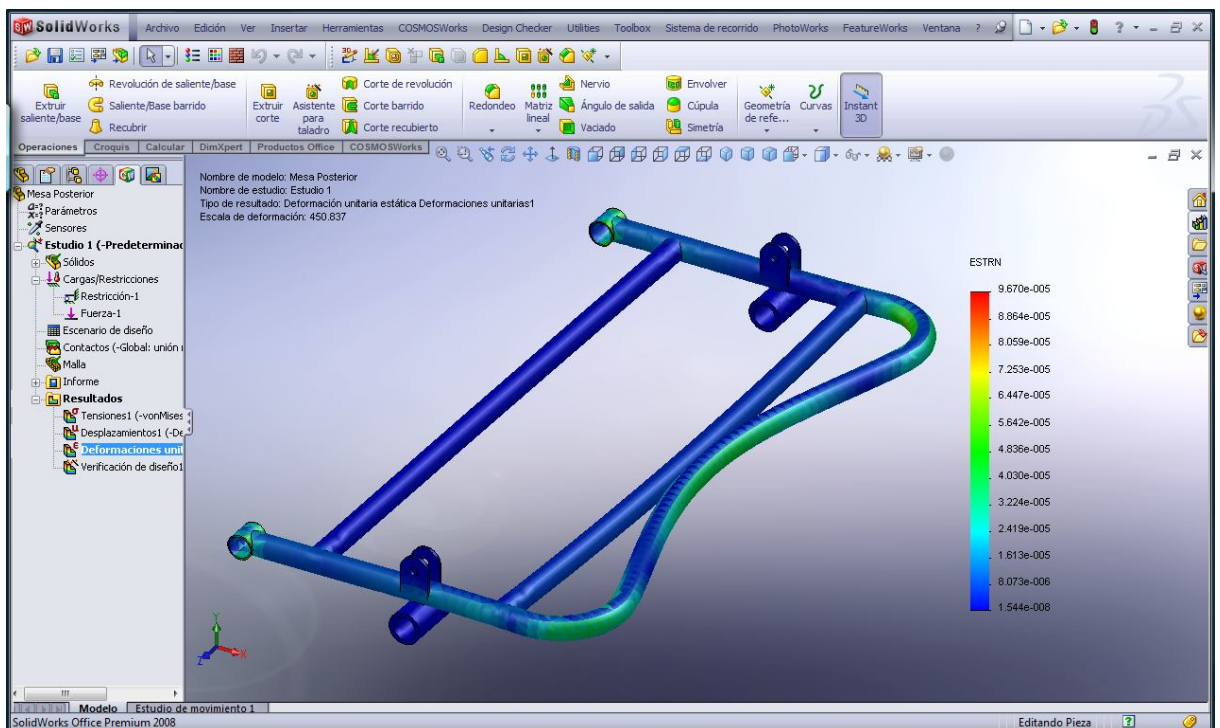
2.6.4.1. Tensiones brazo de Gobierno Posterior



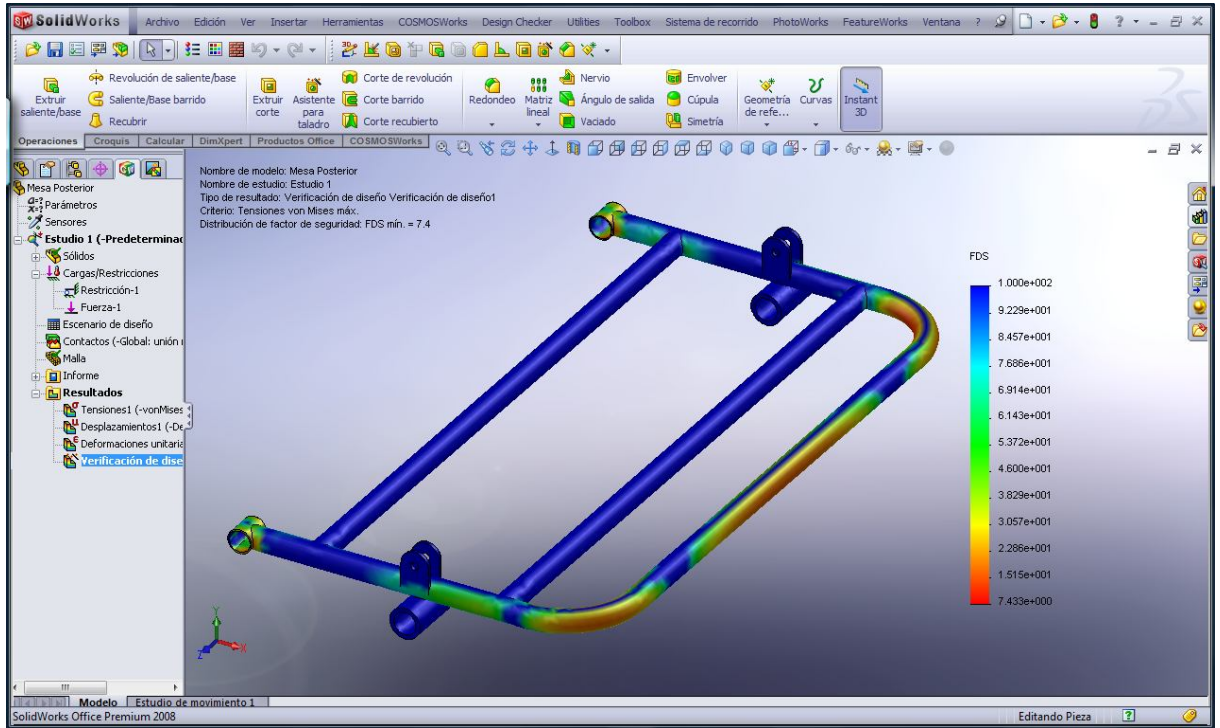
2.6.4.2. Desplazamientos brazo de Gobierno Posterior



2.6.4.3. Deformaciones brazo de Gobierno Posterior



2.6.4.4. Verificación del Diseño brazo de Gobierno Posterior



2.6.4.1. Tabla de resultados del brazo de Gobierno Posterior

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.00249398 N/mm ² (MPa) Nodo: 3412	(250 mm, 55 mm, -436.625 mm)	33.6357 N/mm ² (MPa) Nodo: 11722	(7.42595 mm, -12.8621 mm, 431.05 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 388	(15.25 mm, 0 mm, 431.05 mm)	0.217377 mm Nodo: 7267	(500 mm, -15.875 mm, -3.57141 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.54439e-008 Elemento: 3349	(252.872 mm, -54.2554 mm, 460 mm)	9.67014e-005 Elemento: 1264	(16.308 mm, -2.13178 mm, 433.128 mm)

III.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACION DEL SISTEMA DE FRENOS

3.7. - PARAMETROS DE DISEÑO

Un sistema de frenos confiable genera una autoconfianza al conductor y mas aun si se debe utilizar para reducir altas velocidad en el menor tiempo posible, por cual se presenta los siguientes pararmetros.

- ❖ Se debe tener en cuenta que en el sistema de frenos hay superficies en contacto a altas revoluciones que van a generar una excesiva friccion por lo que se debe refrigerar al disco de freno.
- ❖ Se debe utilizar materiales forros para las pastillas con gran capacidad de desintegración para evitar gastar el disco de freno.
- ❖ Como se genera calor por la friccion producida entre el disco y las pastillas de freno, por conveccion este calor alcanza al liquido de freno del sistema por lo que se debe uzar un liquido de freno con altas propiedades como lo es el DOT3, para este sistema.

3.8. - SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS

El sistema de frenos que se va a utilizar es freno independiente para las reudas delanteras y traseras

Los frenos de fricción están diseñados para actuar mediante fuerzas de fricción, siendo este el medio por el cual se transforma en calor la energía cinética del cuerpo a desacelerar. Siempre constan de un cuerpo fijo sobre el cual se presiona un cuerpo a desacelerar. Son muy utilizados en los vehículos.

Frenos de cinta o de banda. Utilizan una banda flexible, las mordazas o zapatas (suelen ser de amianto) se aplican para ejercer tensión sobre un cilindro o tambor giratorio que se encuentra solidario al eje que se pretenda controlar. La banda al ejercer presión, ejerce la fricción con la cual se disipa en calor la energía cinética del cuerpo a regular

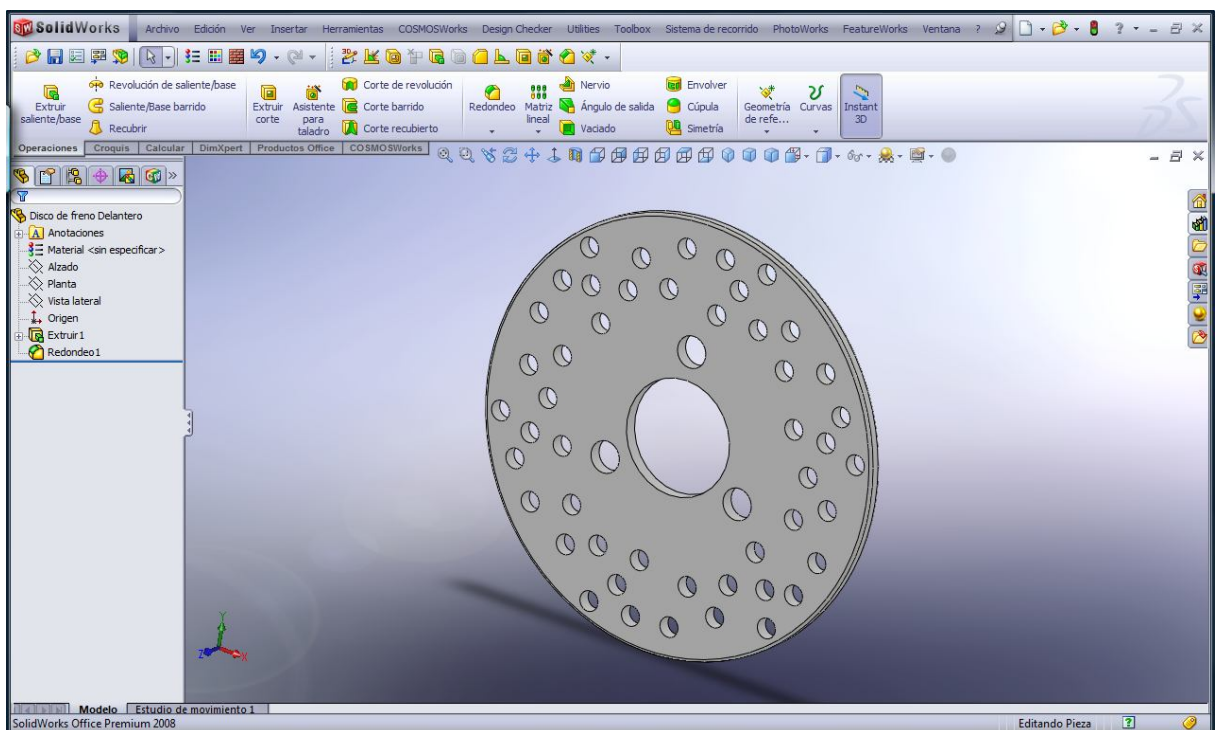
En un sistema hidráulico, se puede tener diferentes fuerzas de frenado con sólo aumentar o disminuir el diámetro de los émbolos de ruedas conservando el mismo cilindro maestro.

Por lo tanto optamos en utilizar frenos de disco hidráulicos.

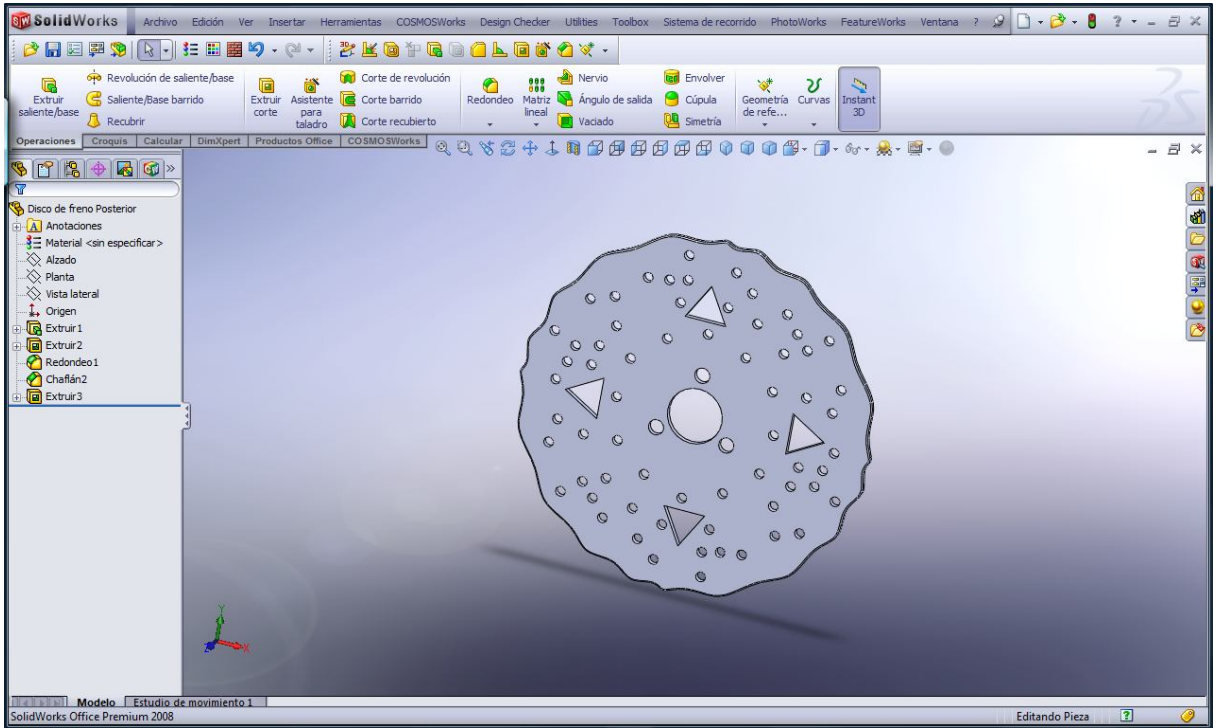
3.9. - MODELACIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE FRENOS EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS

Usando el program solidWorks realizamos la simulacion de los elementos del sistema de freno.

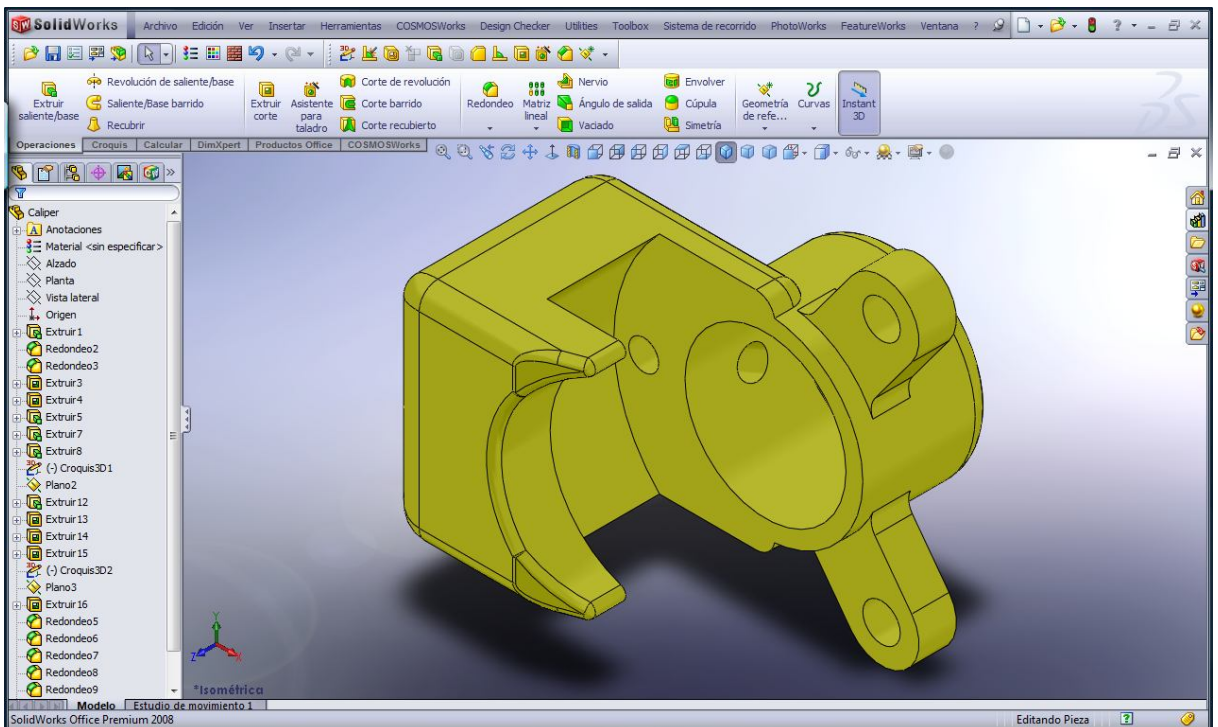
3.9.1. Disco de Freno Delantero



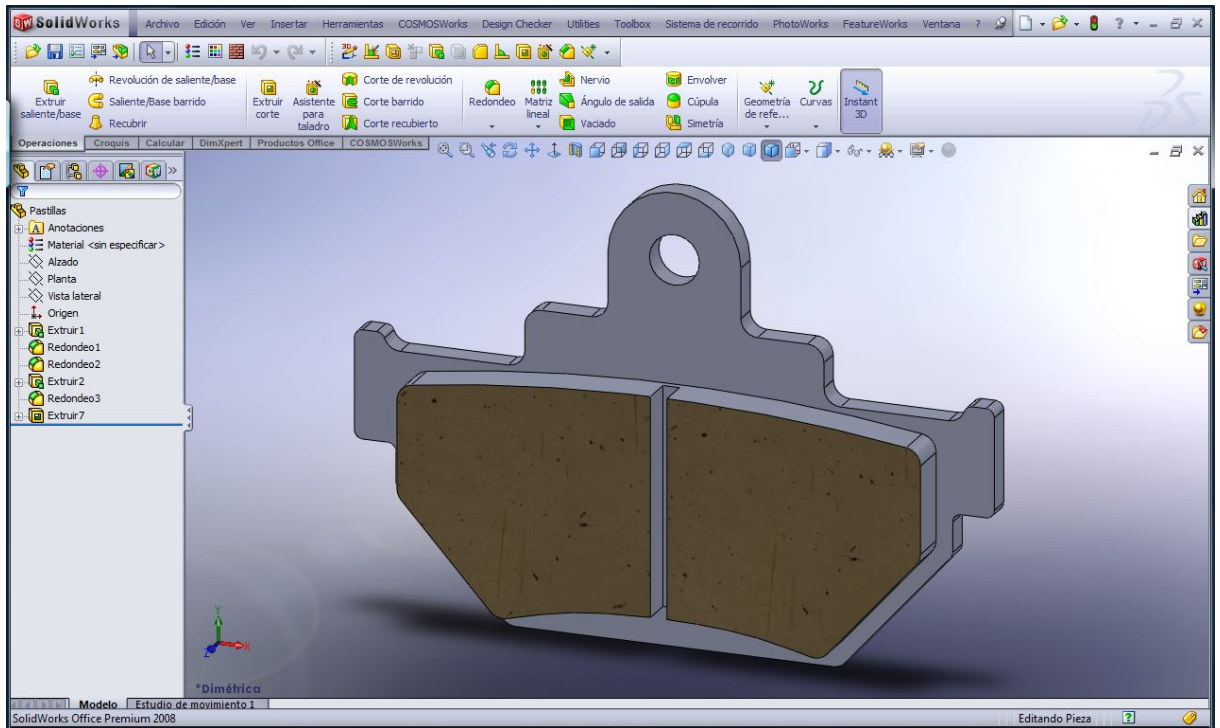
3.9.2. Disco de Freno Posterior



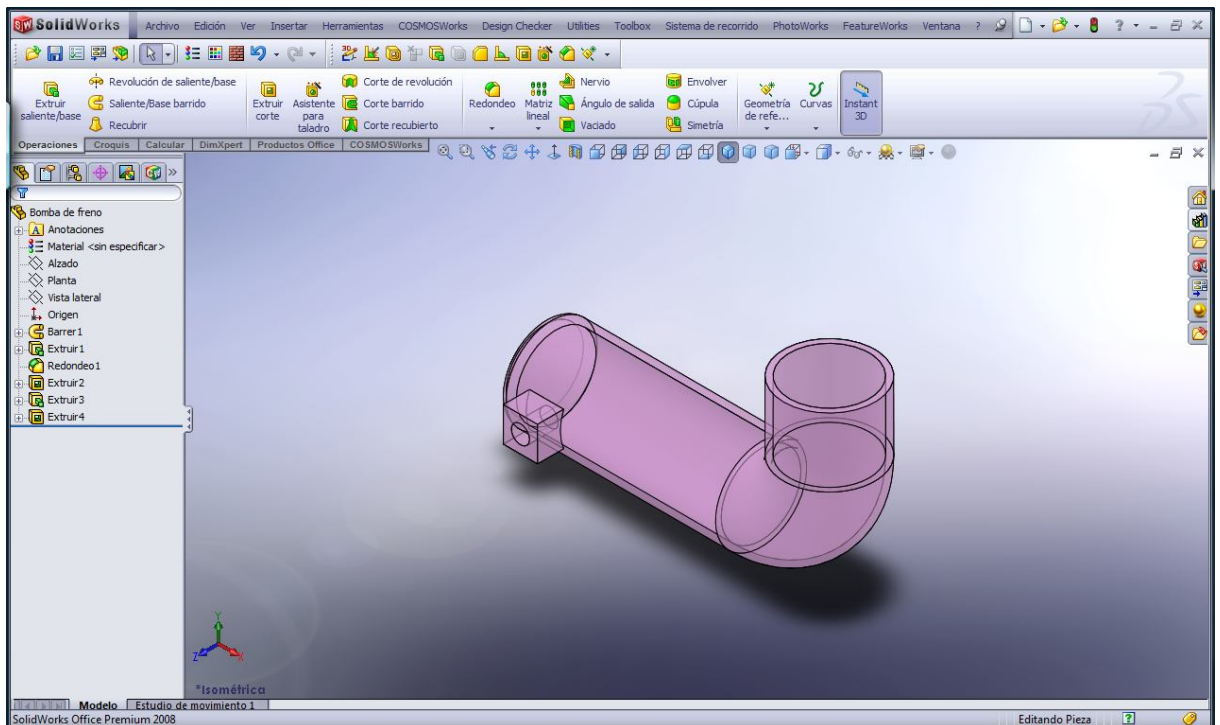
3.9.3. Caliper



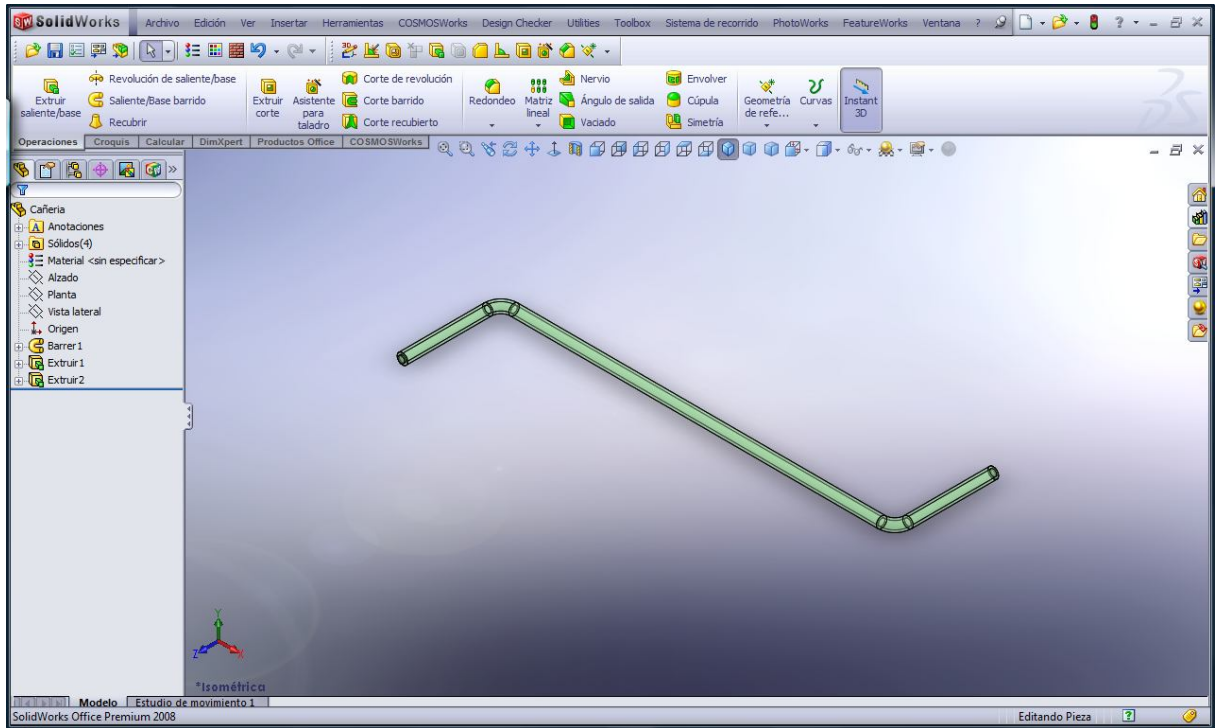
3.9.4. Pastilla de freno



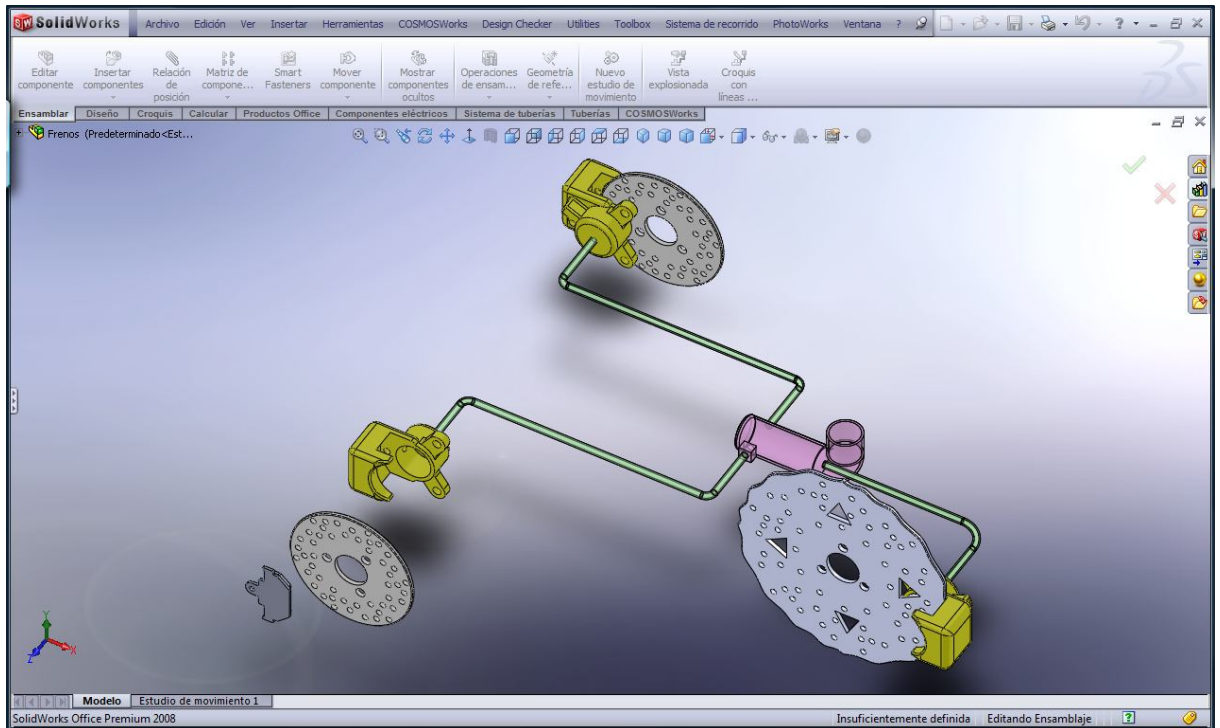
3.9.5. Bomba de freno



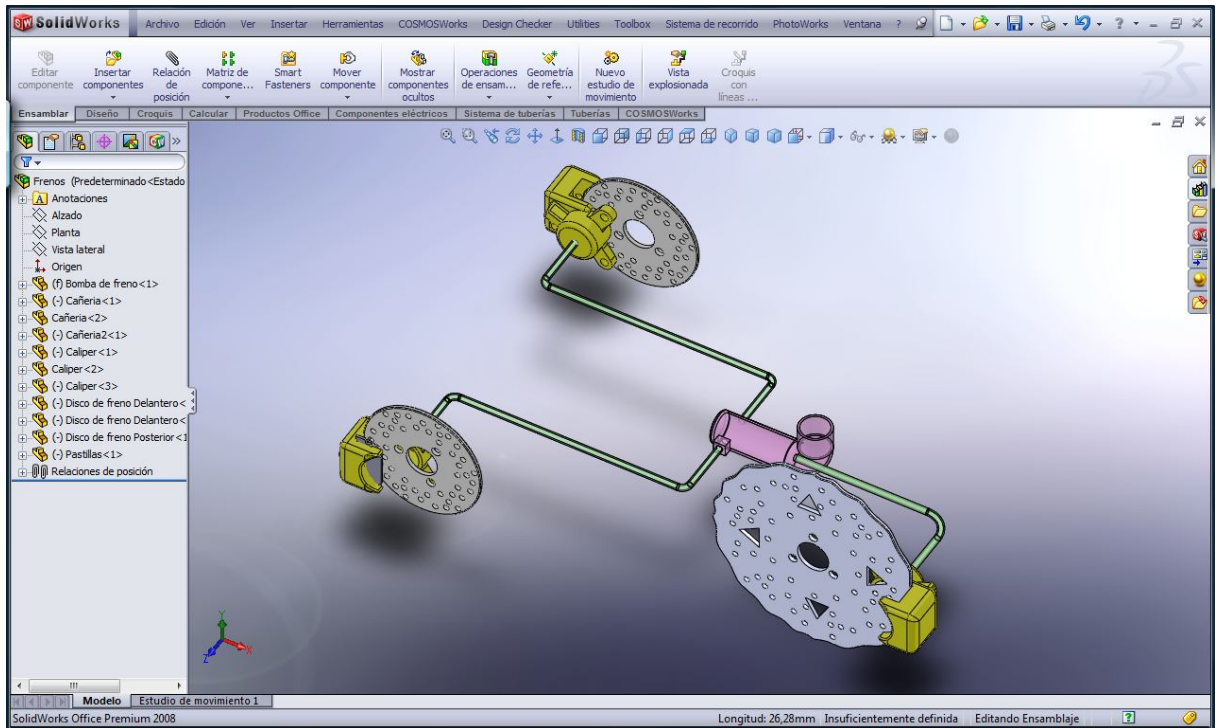
3.9.6. Cañería



3.9.7. Perspectiva Estallada



3.9.8. Perspectiva Completa



3.10. - CALCULOS

Superficie de embolos delanteros 5cm^3

Superficie de embolos traseros 3cm^3

Fuerza de frenado ejercida en el cilindro maestro $30,61\text{kg}$

Superficie del embolo maestro 1cm^3

Presión en el sistema

$$P = F/A \quad P = 30,61/1 \quad P = 30,61\text{kg/cm}^3$$

Fuerza en frenos delanteros

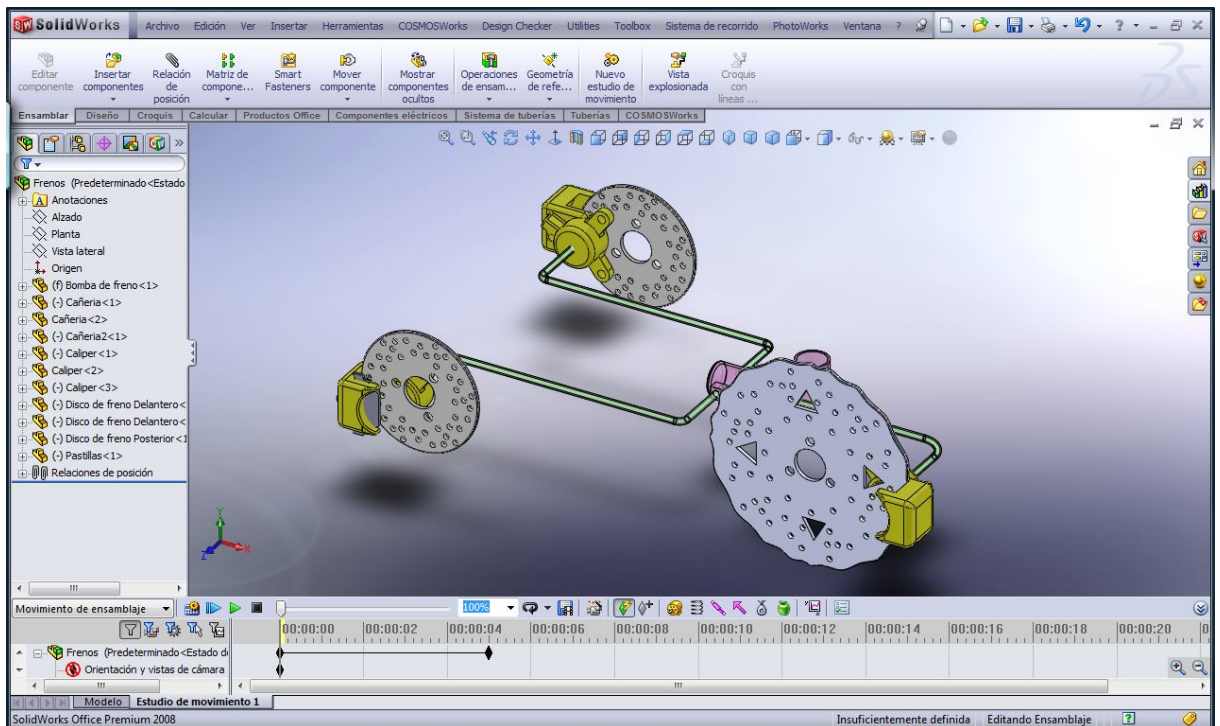
$$P = F/A ; F = P \cdot A ; F = 30,61 \cdot 5 ; F = 153,05\text{kg}$$

Fuerza en frenos traseros

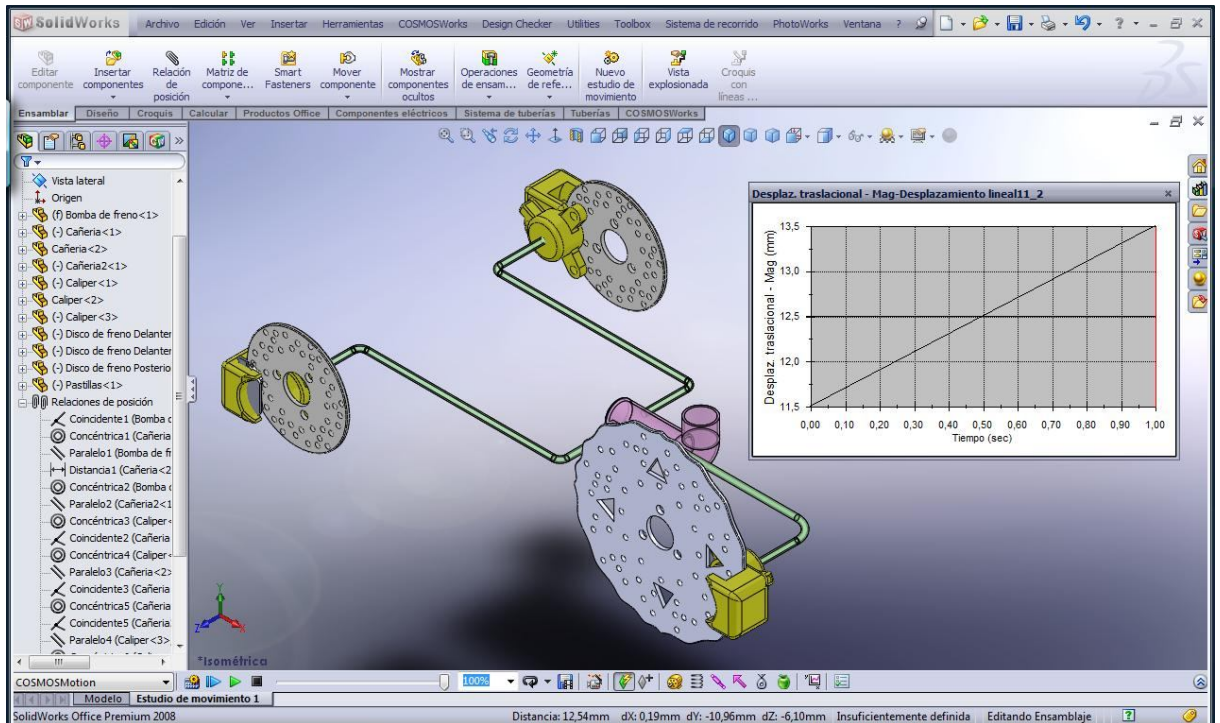
$$P = F/A ; F = P \cdot A ; F = 30,61 \cdot 3 ; F = 91,81\text{kg}$$

3.11. - SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENOS MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSMOTION

Para la simulación utilizamos como parámetros revoluciones a los que puede estar sometidos los discos de frenos, para el estudio se usaron 4500 RMP.



Por otra parte se aplico una fuerza al pistón del caliper de freno simulando el desplazamiento del pistón y obteniendo la grafica que se puede apreciar en la figura



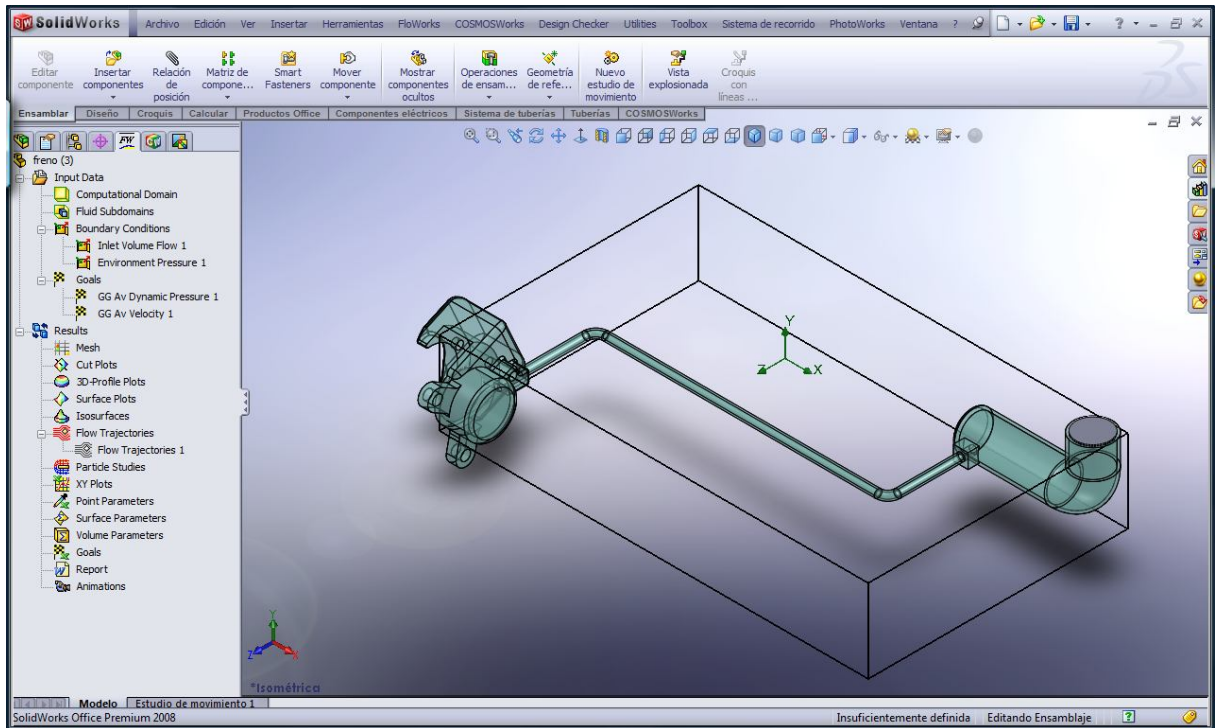
En la simulacion se puede apreciar como brota el piston se aprecia por la diferencia de distancias ya que se deben tomar como referencia dos puntos equidistantes.

3.5.1. Tabla desplazamiento del piston del caliper

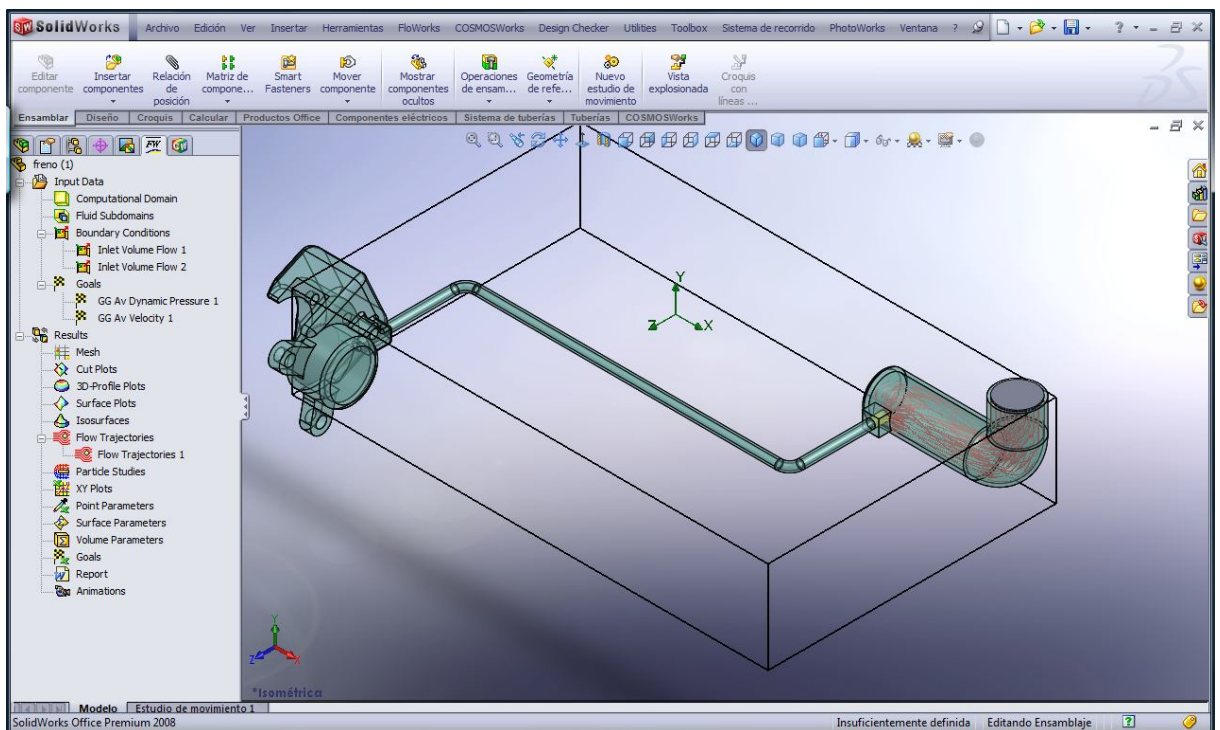
Tiempo (seg)	Desplaza. (mm)
0	11,5456187
1	13,5456187

3.12. - DISEÑO DEL SISTEMA DE FRENOS MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSFLOWWORKS

Como soporte del sistema de frenos simularemos la trayectoria del liquido de frenos a traves del sistema, para lo cual se usan datos experimentales, como sabemos todo dependera de la fortaleza del conductor y la fuerza que ejerza sobre el pedal de freno. Para el caso se usara una fuerza de 300 N.

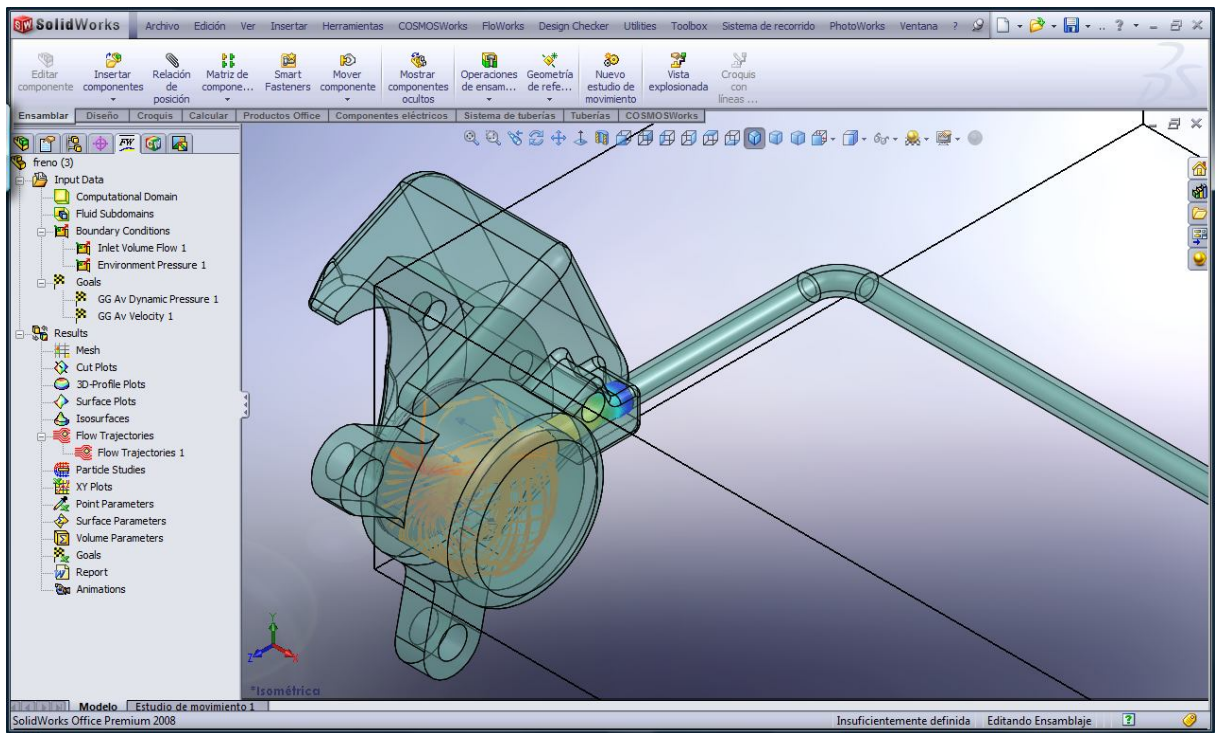


A continuación se muestra como inicia el recorrido el liquido de freno empezando por la bomba.

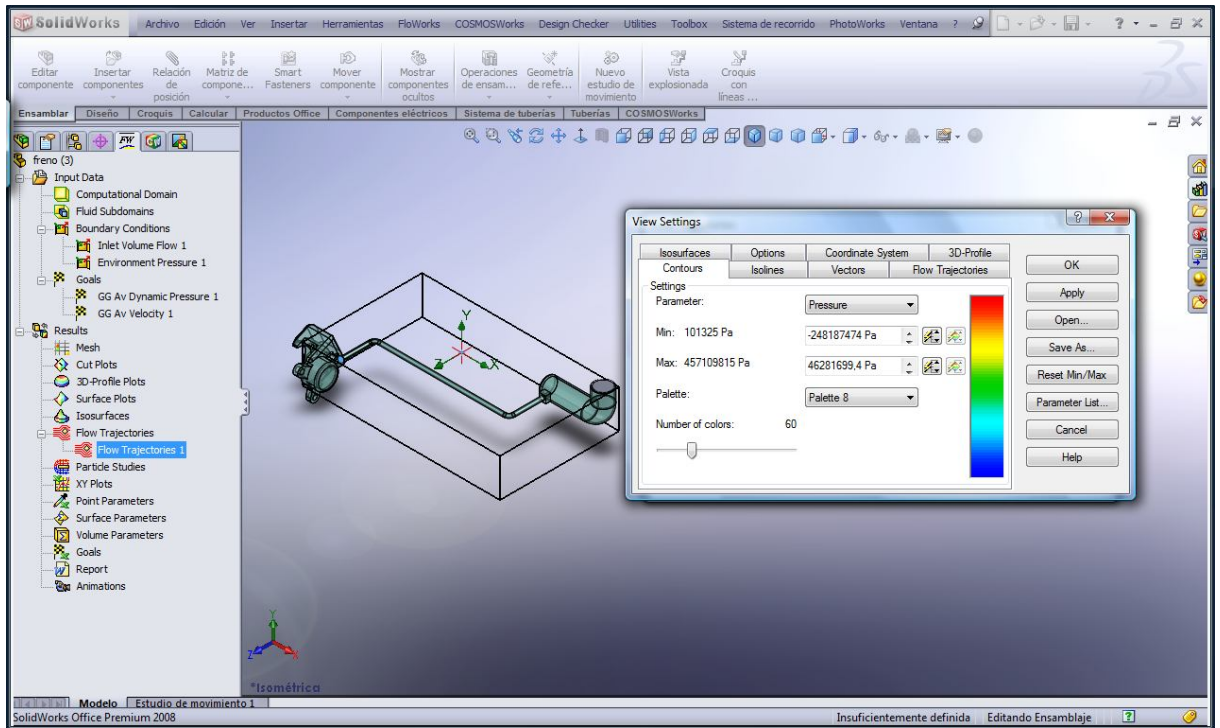


Se aprecia con color rojo el liquido que se encuentra en el interior del recipiente y con color amarillo cuando ya se ejerce presión en ele sistema, como sabemos la presión en las cañerías es la misma ya que se tiene la misma area transversal.

Pero en cuanto llega al caliper esta aumenta y se aprecia en la figura.



Como podemos apreciar la presión aen la entrada del caliper es la misma que se ejerce en la bomba, pero mientras ingresa en el caliper se puede apreciar el incremento por el color rojo, adicionalmente hay presiones intermedias que se aprecia por el cambio de color de azul a verde, amarillo, naranja y llegando a la presión mayor con rojo.



3.6.1. Tabla Presiones del sistema al caliper

Presión	Pas.
Min.	101325
Max.	457109,815

IV.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACION DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

4.1.- PARAMETROS DE DISEÑO

El sistema de dirección permitira al conductor maniobrar el buggy, es necesario tener cierta rigidez que permita tener estabilidad en altas velocidades y responder instantaneamente a los requerimientos del conductor.

Por otra parte el radio completo de giro del buggy va a depender del caster, es decir la distancia entre eje delantero y posterior que ya esta establecido por el diseño de la carroceria.

4.2.- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

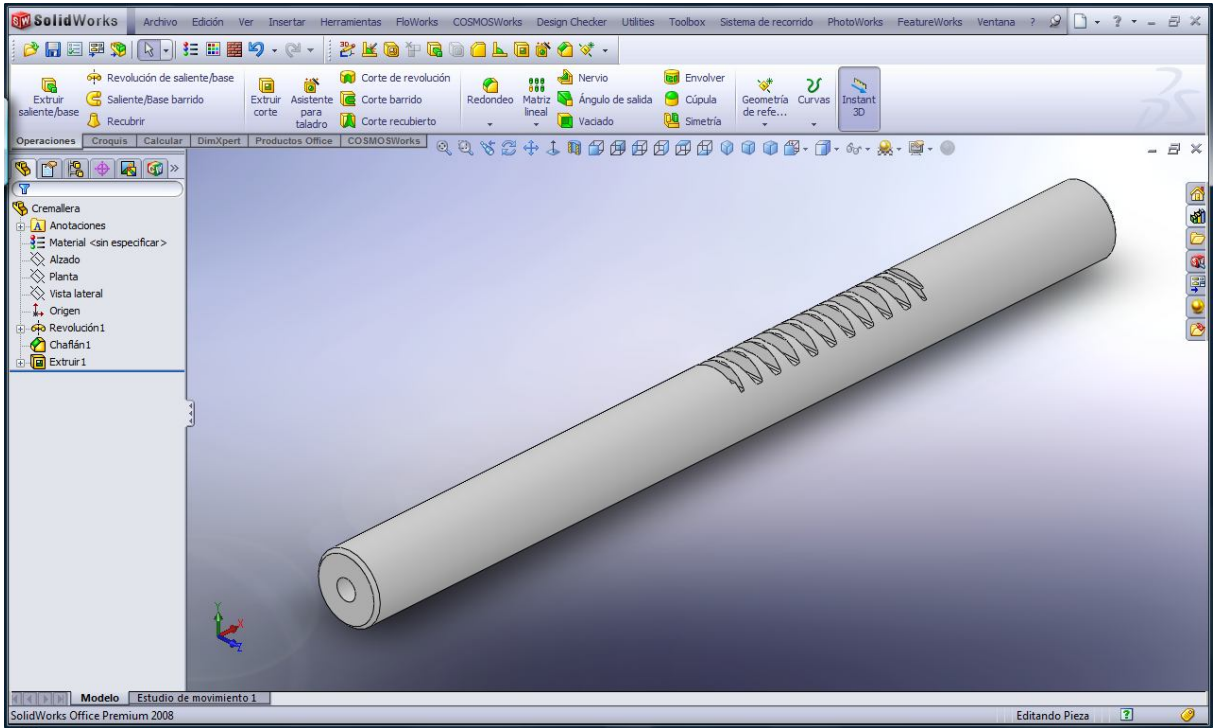
Se escogio la direccion mecanica por cremallera.

Esta dirección se caracteriza por la sencillez de su mecanismo desmultiplicador y su simplicidad de montaje, al eliminar gran parte de la tirantería direccional. Va acoplada directamente sobre los brazos de acoplamiento de las ruedas y tiene un gran rendimiento mecánico. Debido a su precisión en el desplazamiento angular de las ruedas se utiliza mucho en vehículos de turismo, sobre todo en los de motor y tracción delantera, ya que disminuye notablemente los esfuerzos en el volante. Proporciona gran suavidad en los giros y tiene rapidez de recuperación, haciendo que la dirección sea muy estable y segura.

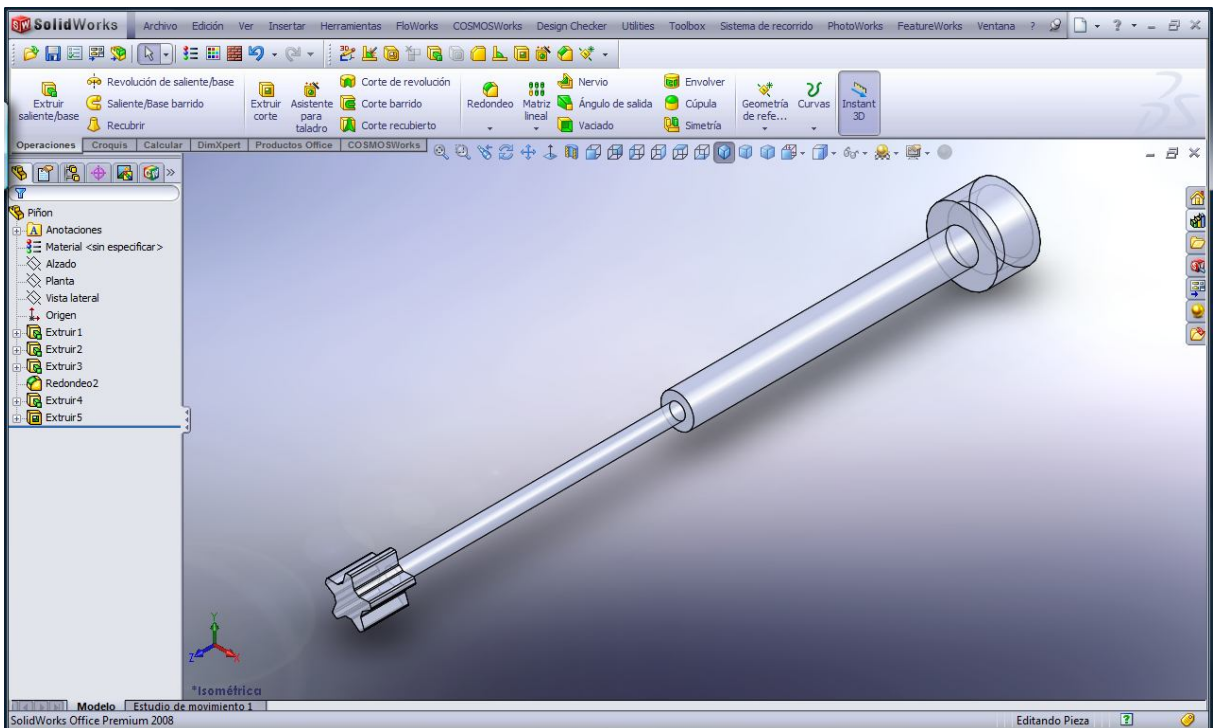
4.3.- MODELACIÓN Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN EN EL PROGRAMA SOLIDWORKS

Con la ayuda del programa solidWorks se procede a la modelacion de los elementos del sistema de dirección.

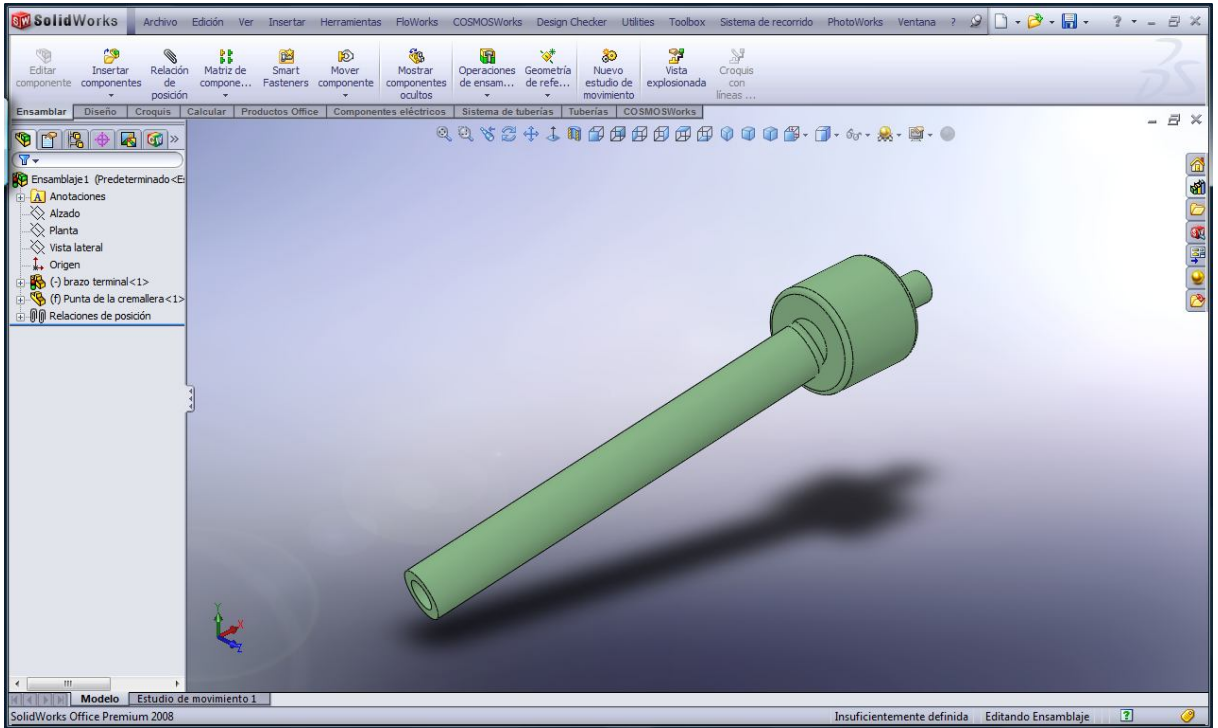
3.12.1. Cremallera



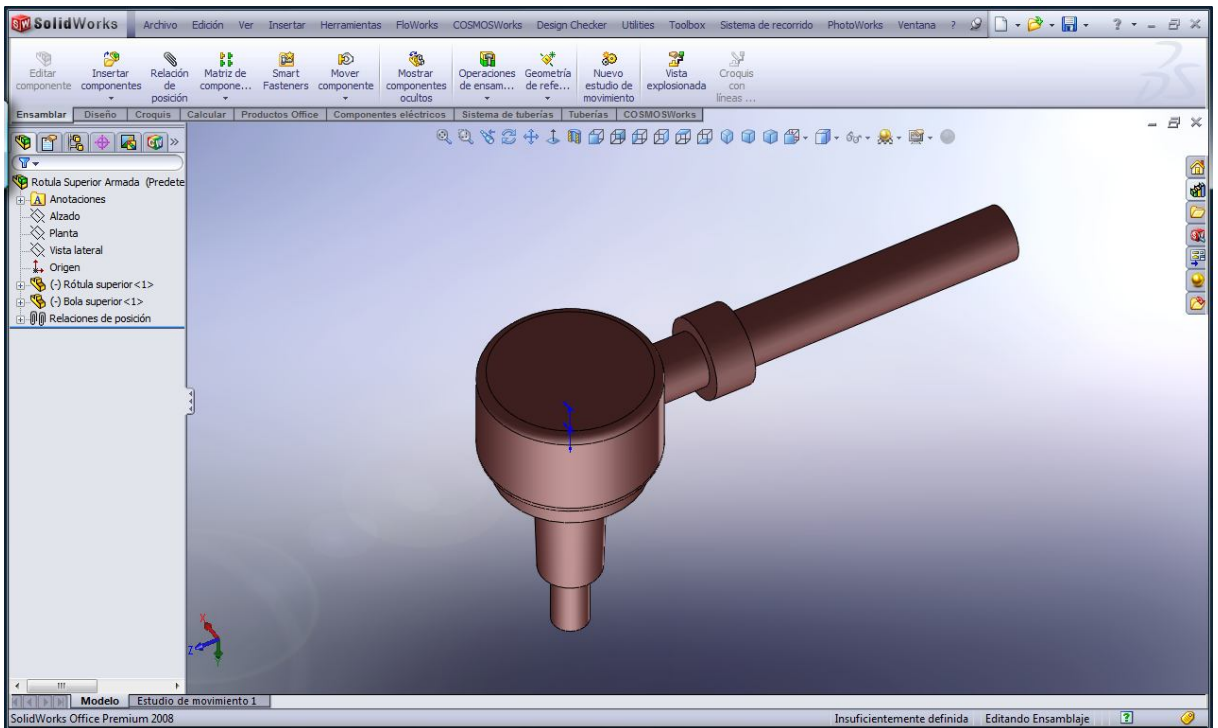
3.12.2. Tornillo sin fin y columna de dirección



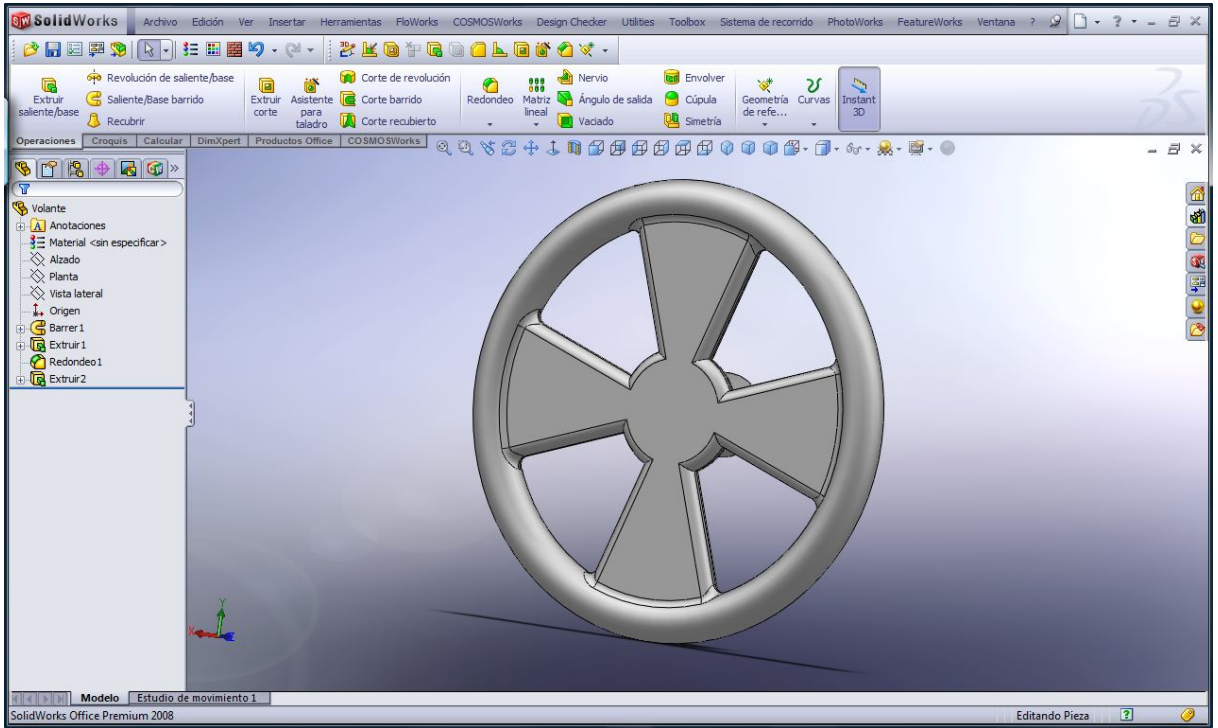
3.12.3. Barra de la dirección



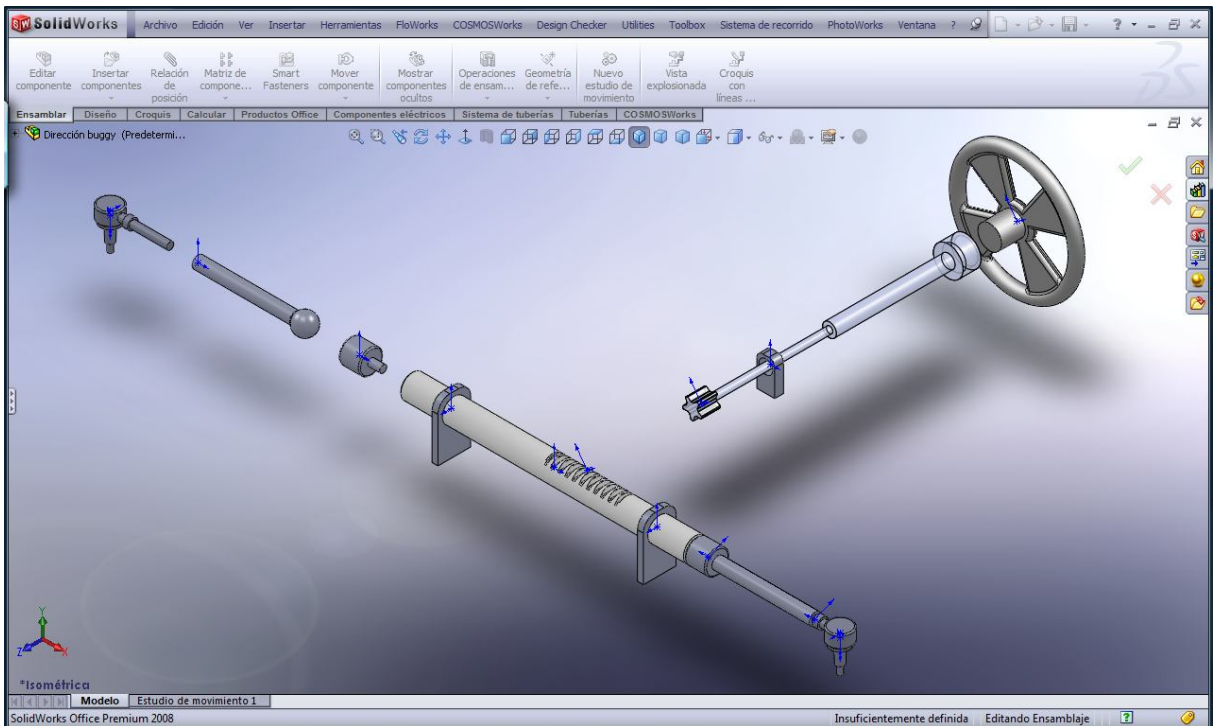
3.12.4. Terminal de la Dirección



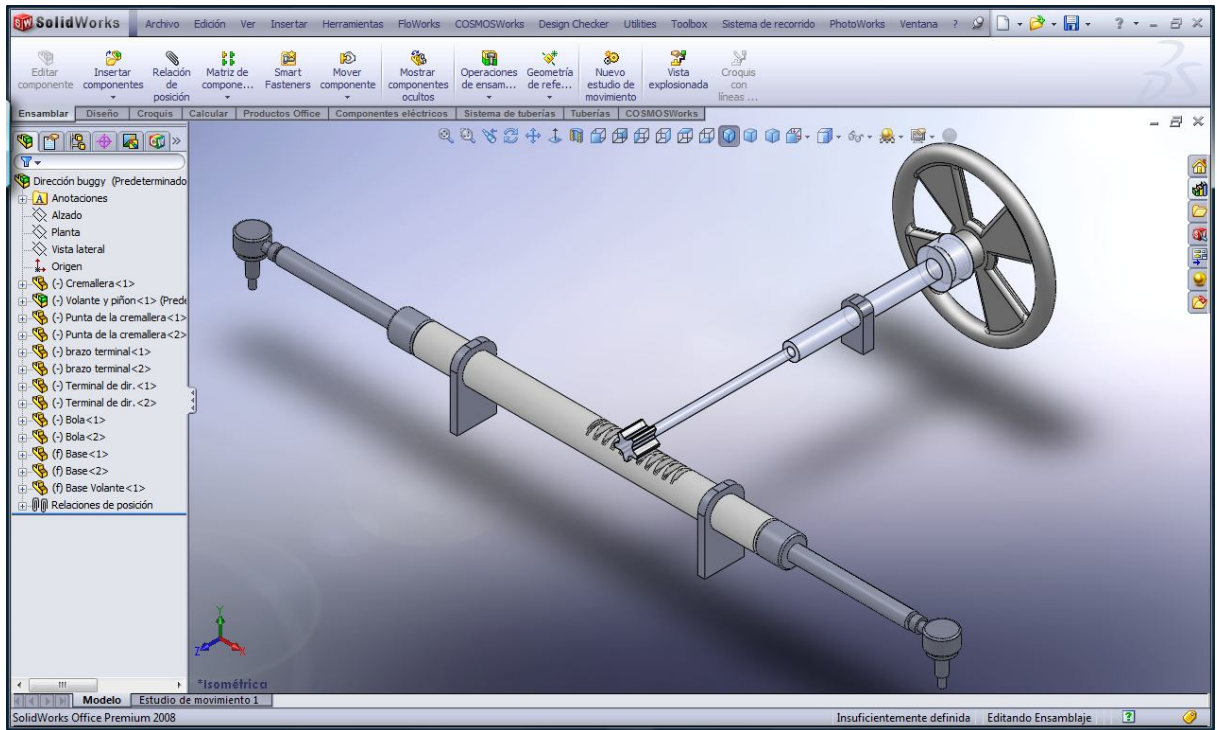
3.12.5. Volante



3.12.6. Perspectiva Estallada



3.12.7. Perspectiva Completa



4.4.- CALCULOS Y ASIGNACION DE CARGAS

Para transformar el giro del volante de la dirección en el movimiento a un lado u otro del brazo de mando, se emplea el mecanismo contenido en la caja de la dirección, que al mismo tiempo efectúa una desmultiplicación del giro recibido, para permitir al conductor orientar las ruedas con un pequeño esfuerzo realizado en el volante de la dirección. Se llama relación de desmultiplicación, la que existe entre los ángulos de giro del volante y los obtenidos en la orientación de las ruedas.

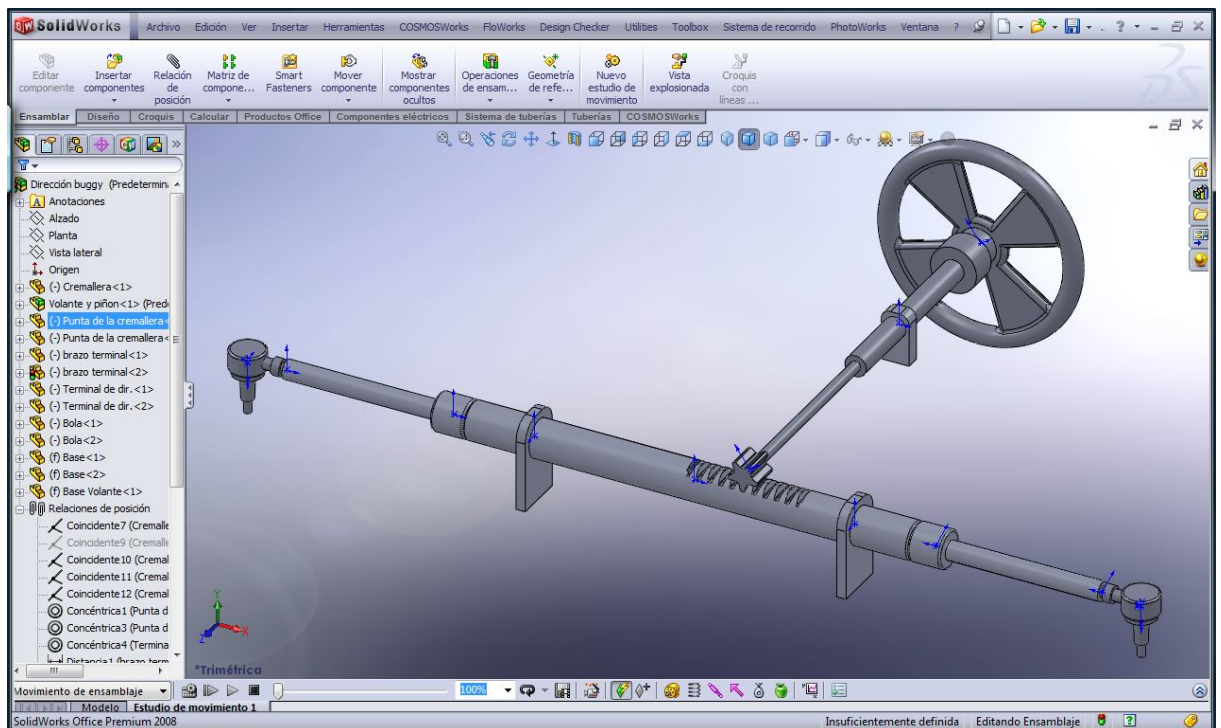
En nuestro caso tenemos una vuelta completa del volante de la dirección (360°) se consigue una orientación de 20° en las ruedas.

Entonces:

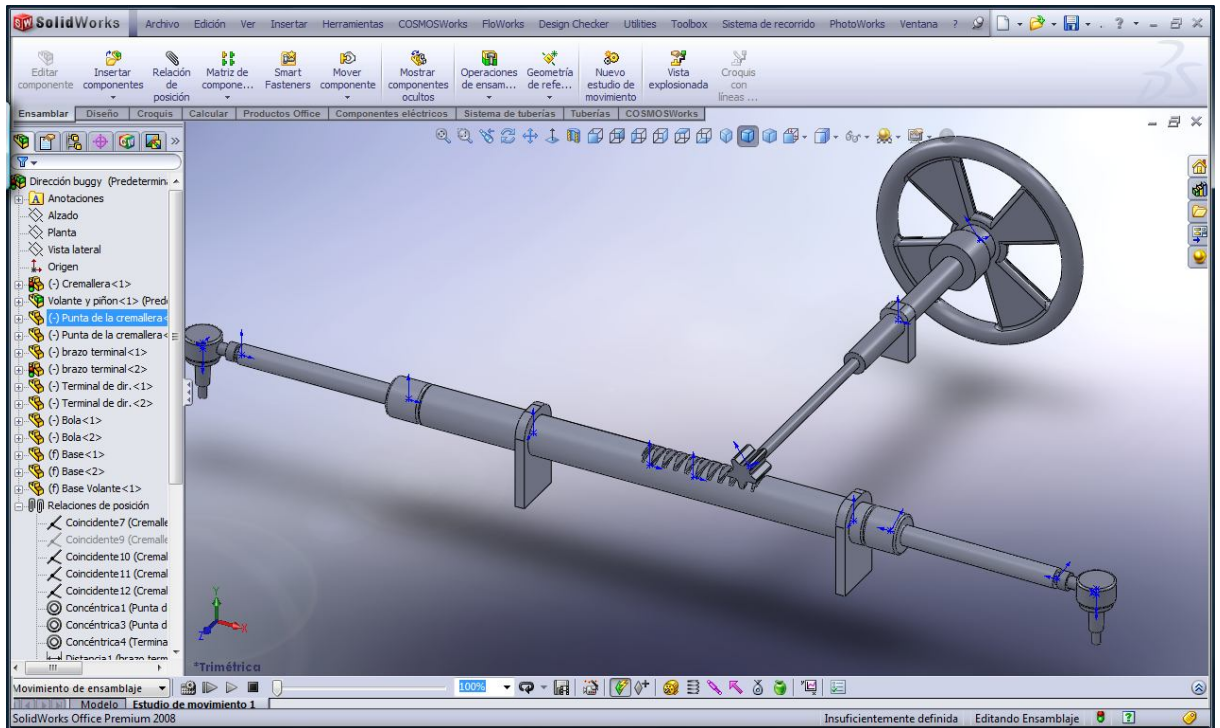
la desmultiplicación es de $360:20$, y esto es igual ,18:1

4.5.- SIMULACIÓN Y ANALISIS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSMOTION

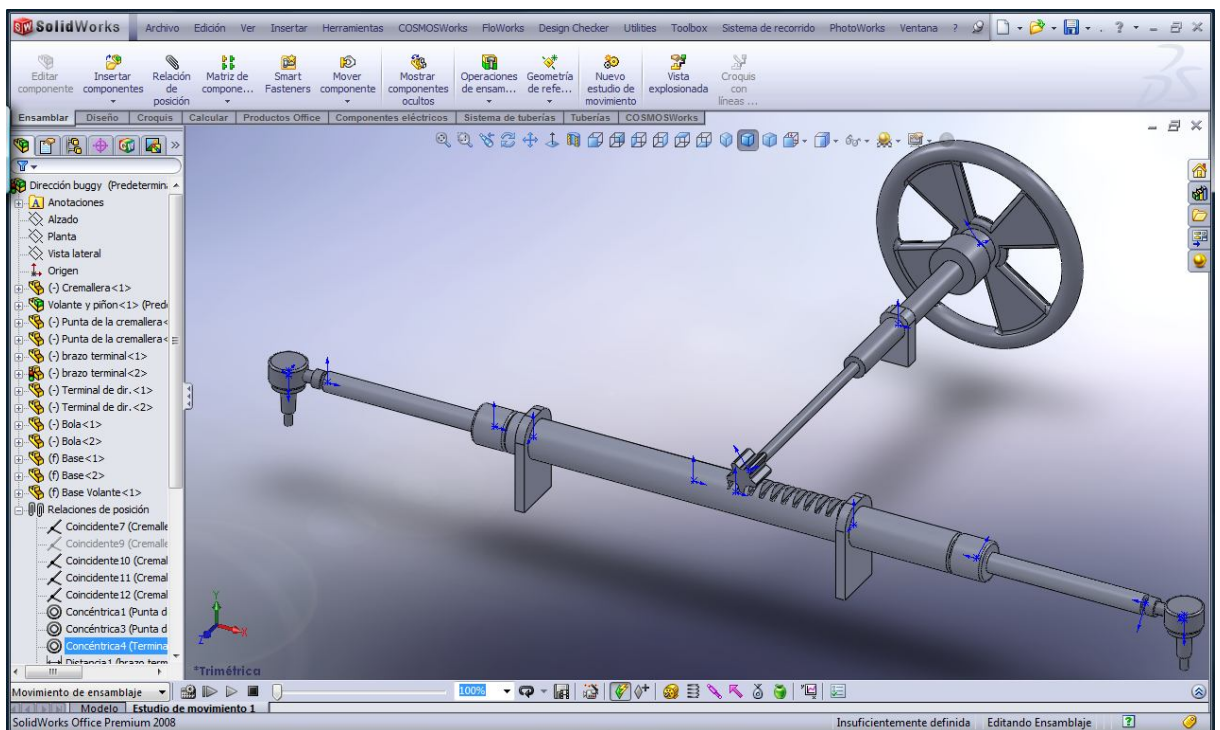
Con ayuda del programa CosmoMotion vamos a realizar la simulación de los giros que hará el conductor del buggy.



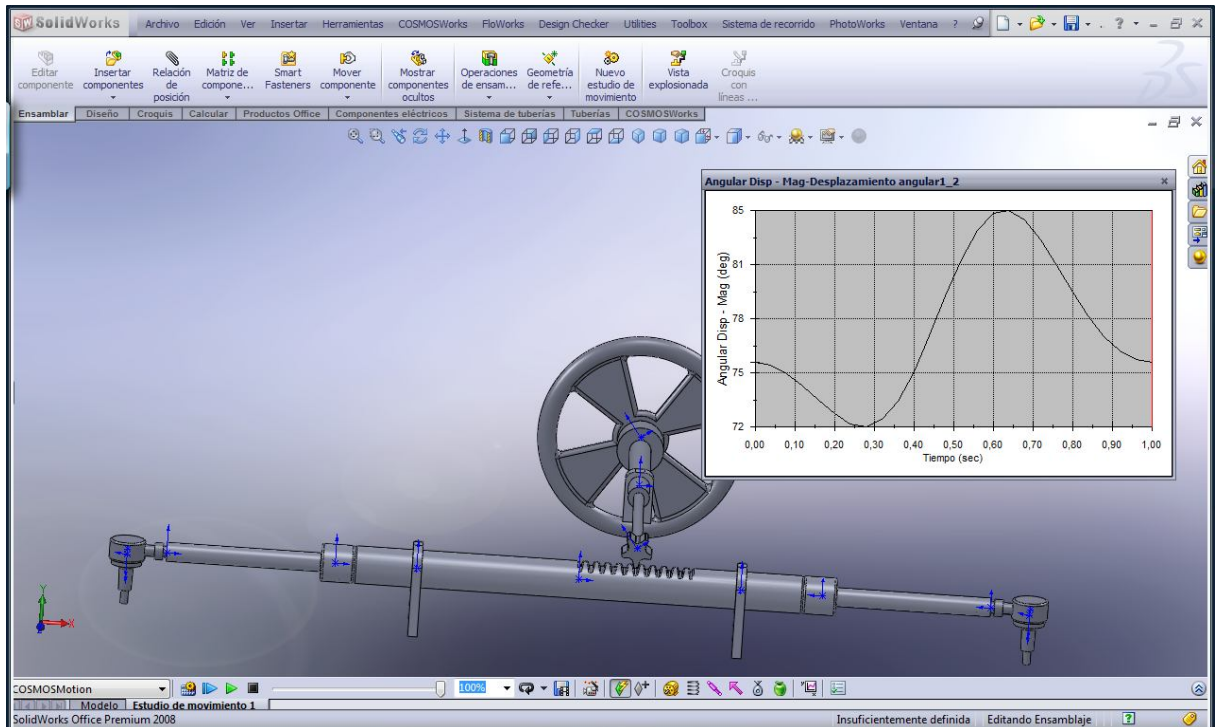
Se empieza con la simulación del sistema de dirección girando hacia el lado izquierdo, para lo cual se aplico un giro de 360° en el volante.



De la misma manera se realiza el giro al centido contrario es decir hacia la derecha como se puede apreciar en la figura.

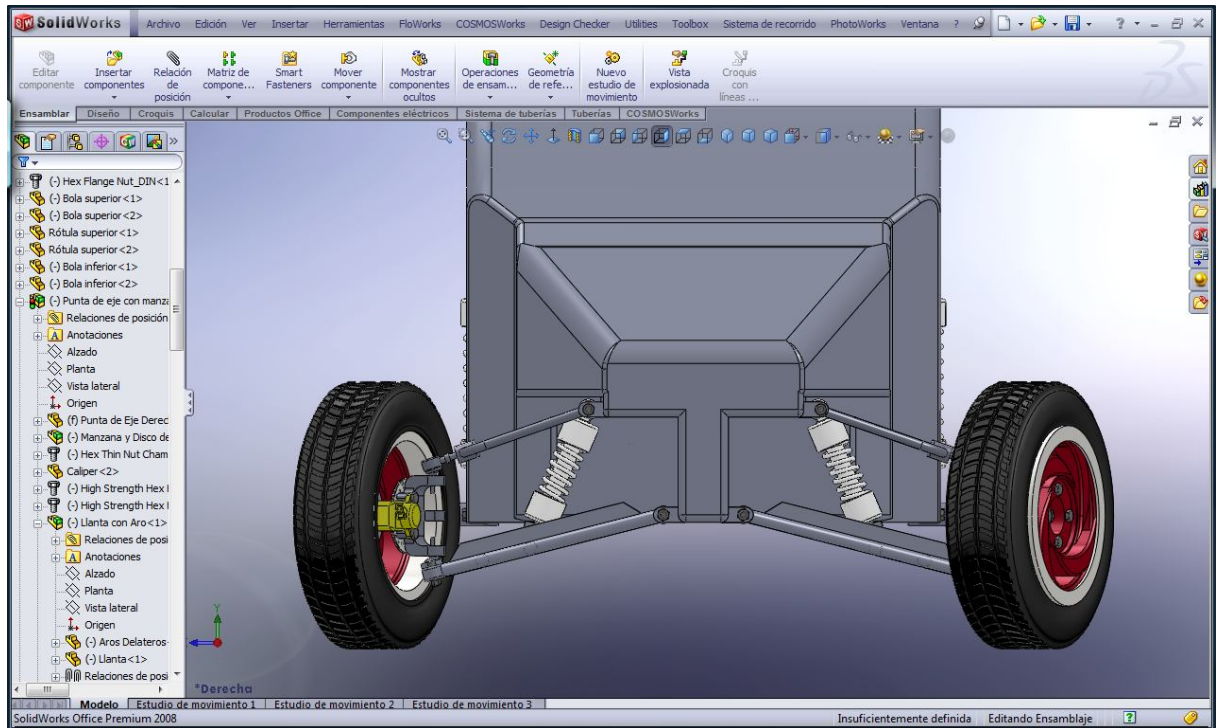


Para ser posible la demostración de la simulación se hizo girar de lado a lado de 72° a 98° de lado a lado obteniendo la gráfica que se muestra en la imagen.



4.5.1. Tabla Giros del volante, desplazamiento de la cremallera

Giro (°)	Desplaza. (mm)
72	95,32
85	112,45



4.6.- DISEÑO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA COSMOSWORKS

En el sistema de dirección no se producen mayores esfuerzos pero por seguridad se va a analizar la cremallera y el tornillo sin fin asumiendo una fuerza brusca de 50 Lbf, que se aplicará en la superficie de contacto entre la cremallera y el tornillo sin fin.

Propiedades del material

Para lo cual se realizan los análisis con el material de hierro fundido de la biblioteca de CosmosWorks.

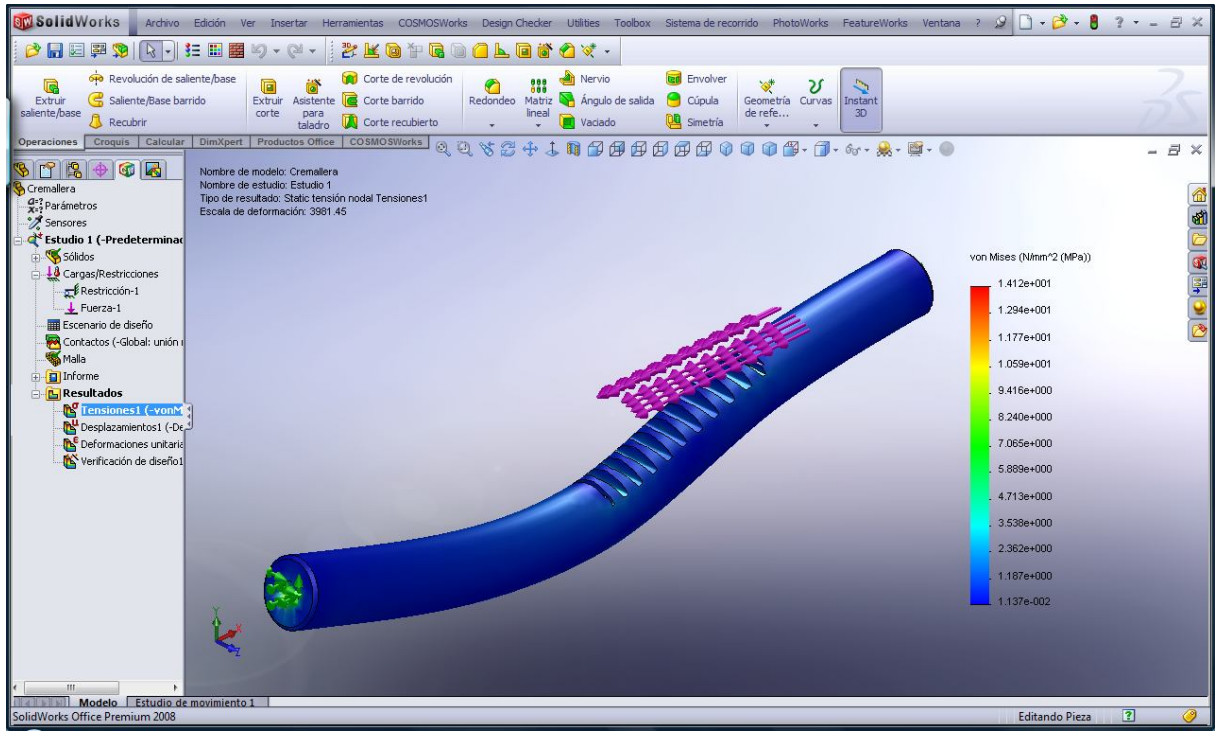
4.6.1. Tabla Propiedades del material

Nombre de material:	Gray Cast Iron (SN)
Descripción:	
Origen del material:	Archivos de biblioteca
Nombre de biblioteca de materiales:	cosmos materials
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal

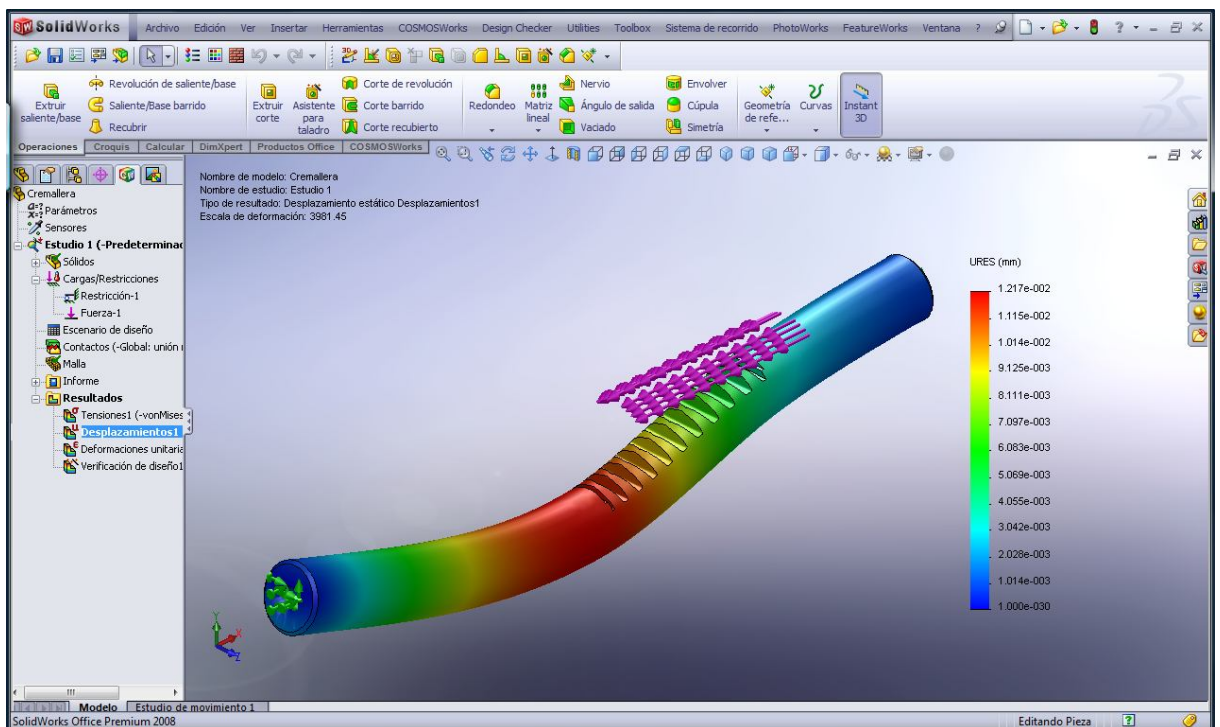
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	6.6178e+010	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante
Módulo cortante	5e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7200	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	1.5166e+008	N/m ²	Constante
Límite de compresión	5.7217e+008	N/m ²	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	1.2e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	45	W/(m.K)	Constante
Calor específico	510	J/(kg.K)	Constante

4.6.1.- CREMALLERA

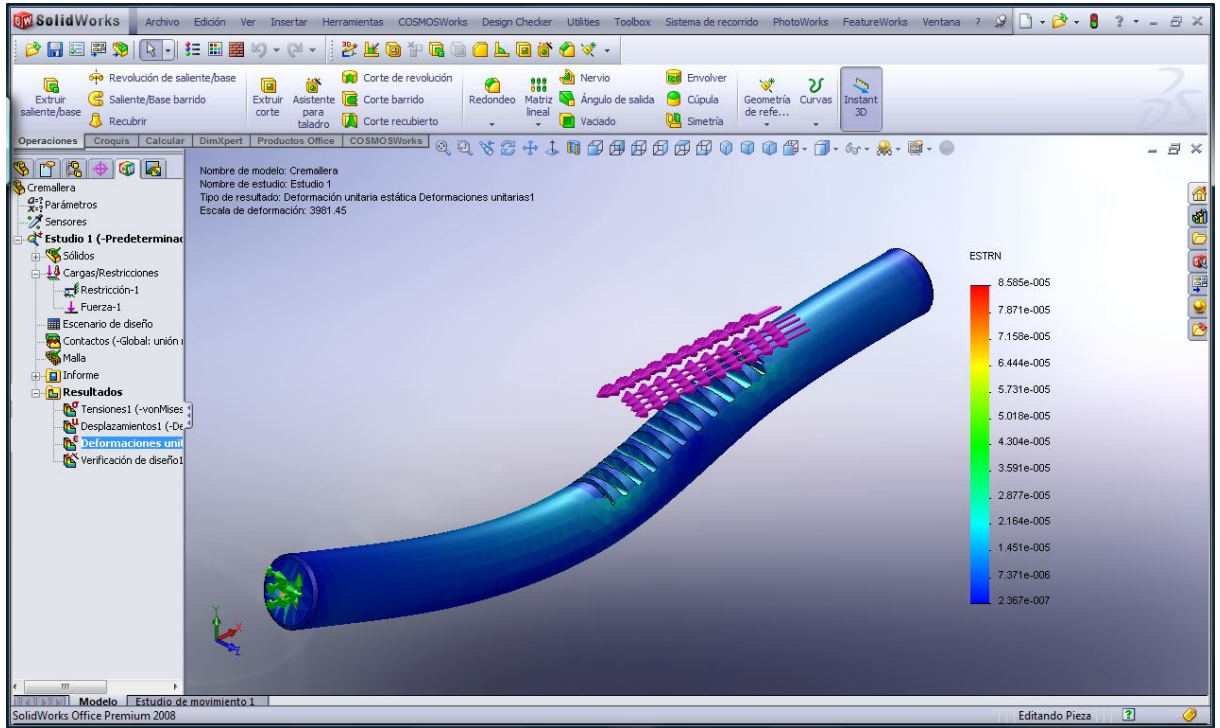
4.6.1.1. Tensiones de la cremallera



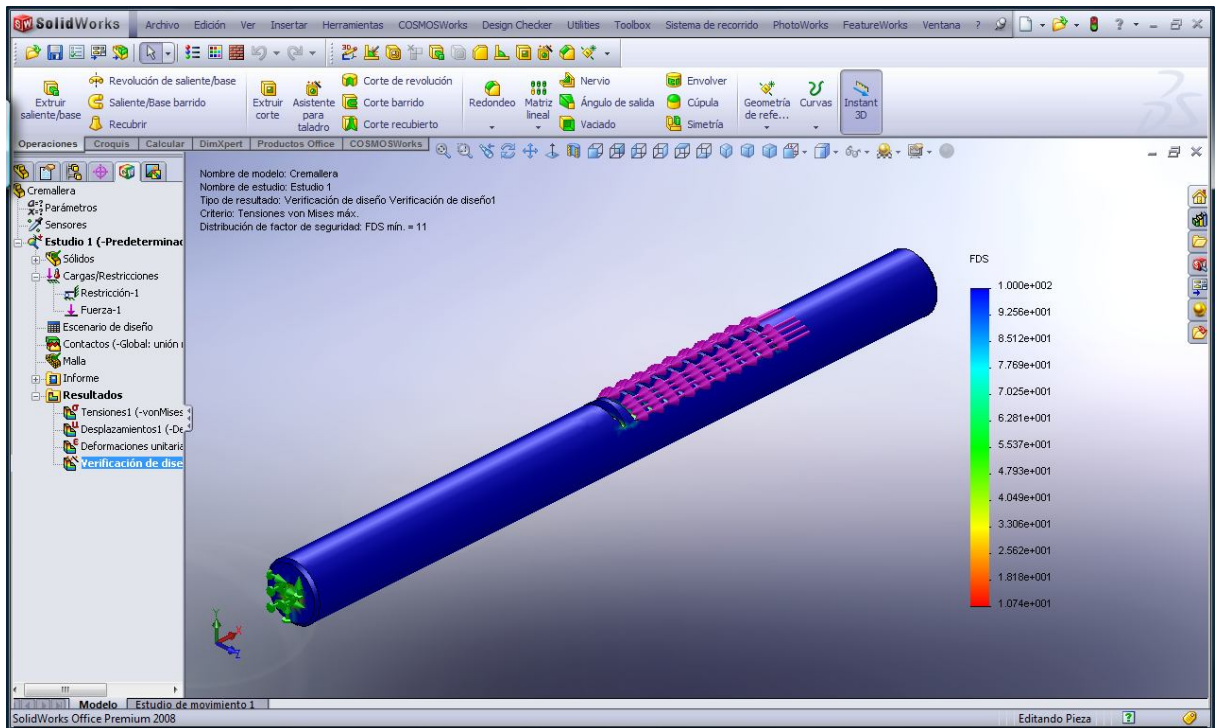
4.6.1.2. Desplazamientos de la cremallera



4.6.1.3. Deformaciones de la cremallera



4.6.1.4. Verificación del Diseño de la cremallera

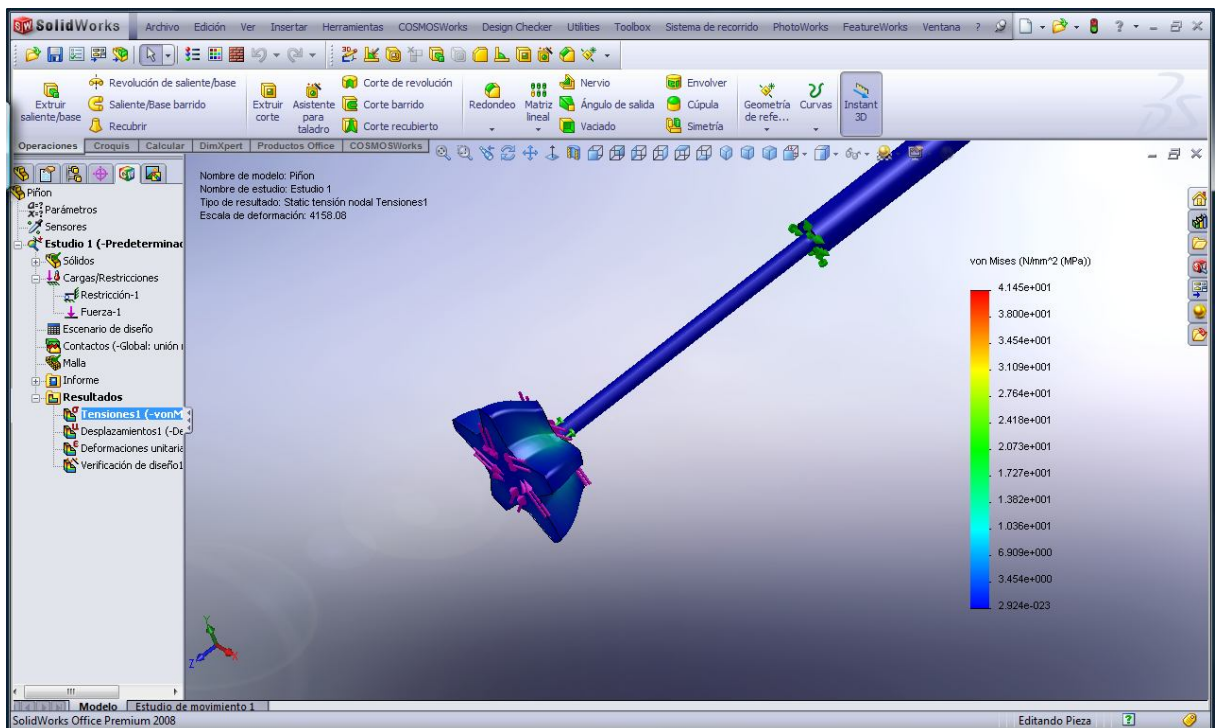


4.6.1.1. Tabla de Resultados de la Cremallera

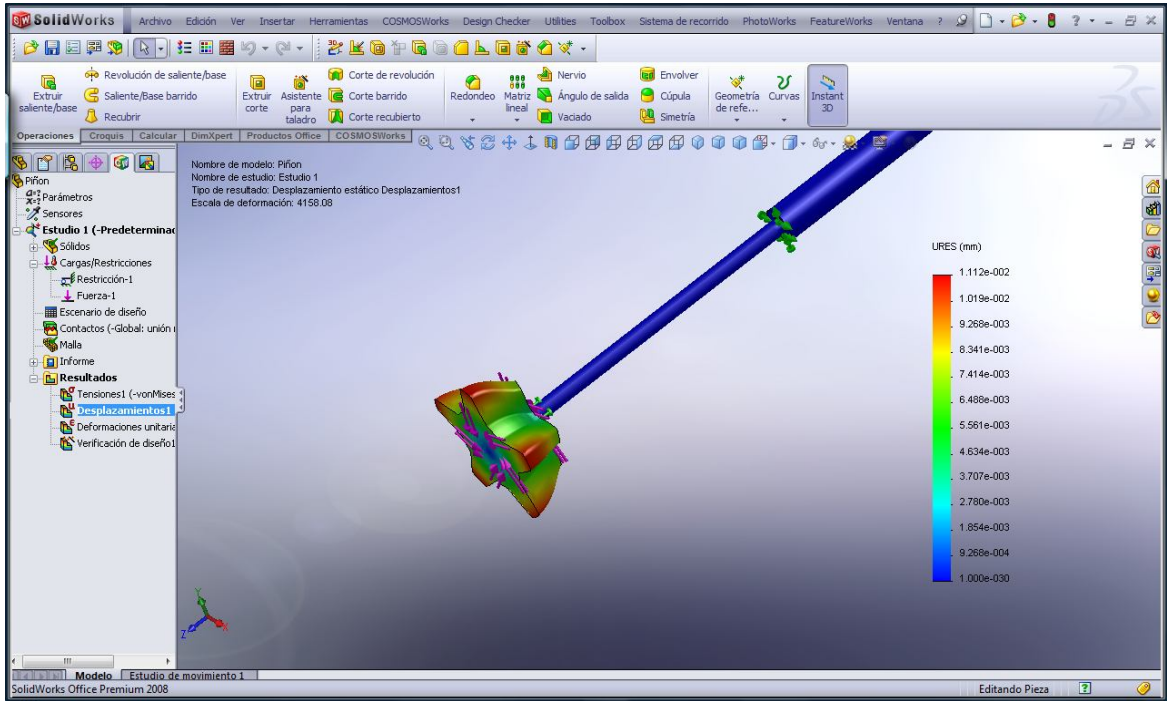
Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	11365.1 N/m ² Nodo: 1095	(-150.316 mm, -19.8904 mm, -2.09057 mm)	1.41177e+007 N/m ² Nodo: 17373	(-240 mm, -2.05212 mm, 5.63816 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 53	(-240 mm, -5.19615 mm, -3 mm)	1.21663e-005 m Nodo: 13099	(-22.9649 mm, -4.15824 mm, 19.563 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.36742e-007 Elemento: 8572	(-139.691 mm, -17.7899 mm, 1.25201 mm)	8.58474e-005 Elemento: 10345	(-236.804 mm, -6.02666 mm, 1.86507 mm)

4.6.2.- TORNILLO SIN FIN

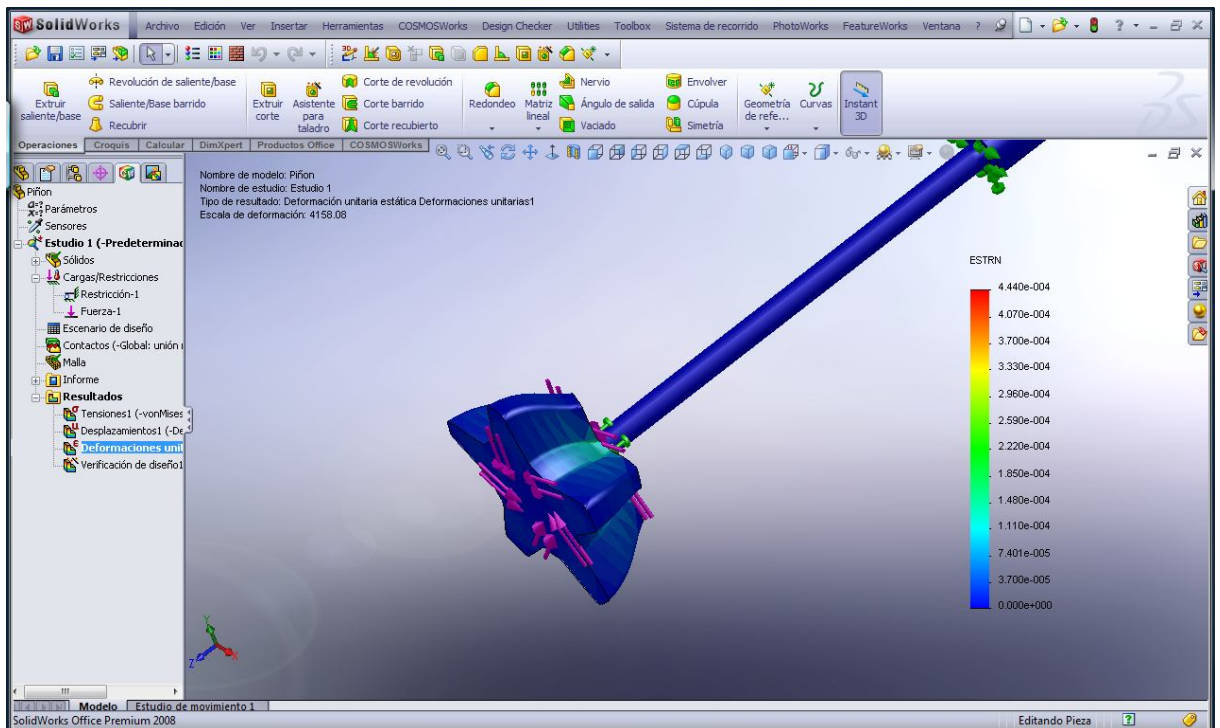
4.6.2.1. Tensiones Tornillo Sin Fin



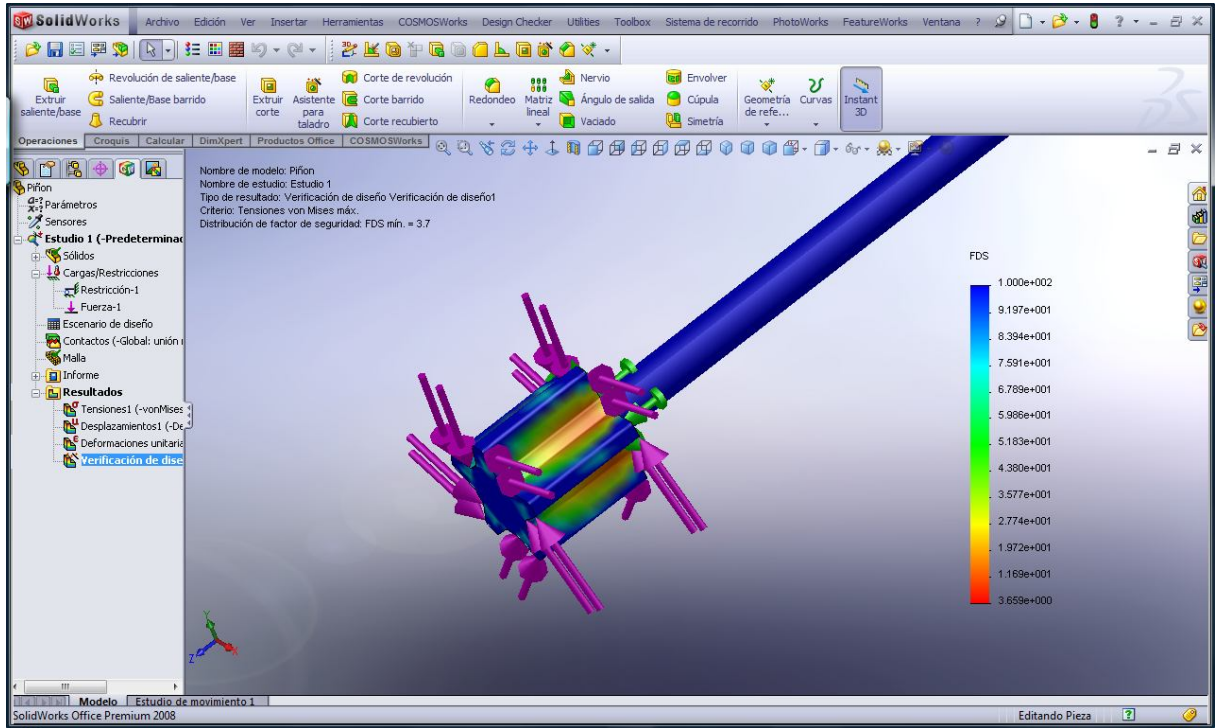
4.6.2.2. Desplazamientos Tornillo Sin Fin



4.6.2.3. Deformaciones Tornillo Sin Fin



4.6.2.4. Verificación del Diseño Tornillo Sin Fin



4.6.2.1. Tabla de Resultados del Tornillo Sin Fin

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.92411e-023 N/mm ² (MPa) Nodo: 4388	(-0.567724 mm, 0.0986591 mm, -306.142 mm)	41.4535 N/mm ² (MPa) Nodo: 703	(-2.75 mm, -4.76314 mm, -15.61 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	(-20 mm, 0 mm, -425.61 mm)	0.0111217 mm Nodo: 964	(1.2317 mm, 16.41 mm, 15.61 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0 Elemento: 1	(-0.887371 mm, -0.686306 mm, -366.663 mm)	0.000444037 Elemento: 6203	(-1.00133 mm, -6.54974 mm, -14.741 mm)

V.- SISTEMA DE ALUMBRADO

5.1.- NECESIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO.

Para que un vehículo pueda circular de noche sin peligro, se hace necesario iluminar el camino por el que transita: pero en la actualidad, es tan necesario como esto, el que los demás usuarios de la vía pública puedan ver por detrás a este vehículo. Es por estas causas que resulta imprescindible disponer en los automóviles una serie de luces anteriores y posteriores, que de otra parte están reglamentadas y tipificadas en el código de la circulación.

De acuerdo con este código, los automóviles han de estar provistos de dos luces blancas o amarillas en la parte delantera y dos o cuatro proyectores de largo alcance. En la trasera deberán incorporar dos luces rojas, iluminación de la placa de matrícula y dos reflectores o catadióptricos rojos también. El tamaño, posición, separación y potencia de estas luces, están regulados internacionalmente, así como el uso de faros auxiliares, de neblina, etc.

Las normas estipulan que debe existir un alumbrado de:

- ❖ Carretera o larga distancia, formado por dos o cuatro proyectores de largo alcance, capaces de alumbrar hasta una longitud de 100 m por delante del vehículo y con una intensidad máxima total de 225.000 candelas.
- ❖ Cruce, formado por dos proyectores que iluminan una zona de 40 m por delante del vehículo, sin deslumbrar a los conductores que circulen en sentido contrario ni demás usuarios de la vía pública.
- ❖ Ordinario, formado por dos luces blancas o amarillas en la parte delantera y otras dos rojas en la trasera, visibles de noche a una distancia mínima de 300 m, que no deslumbren ni molesten a los demás usuarios de la vía pública.
- ❖ Placa posterior de matrícula, que debe permitir leer la inscripción desde una distancia de 20 metros en tiempo claro, y no deslumbrar ni molestar a los demás usuarios de la vía pública.

5.2.- ESQUEMA ELÉCTRICO

Para facilitar la interpretación de la instalaciones eléctricas de los automóviles, se identifica los cables o conductores y bornes con una serie de números y colores que son comunes para muchos fabricantes. Uno de las formas de identificar mas común es la que utiliza el fabricante alemán Volkswagen, además de otros fabricantes como Opel, Ford, etc., con algunas pequeñas variantes entre ellos.

➤ **Numeración de los Bornes:**

Estos son los principales:

- ❖ Borne 30: Positivo de batería sin pasar por la llave de contacto. Indica que recibe corriente permanente desde el polo positivo (+) de la batería o, cuando el motor esta funcionando desde el cable de alimentación de la red que genera el alternador. En este borne es necesario tener en cuenta que, en cualquier momento que se manipule, puede estar bajo tensión, de modo que puede provocar un cortocircuito (chispazo) sino se ha desconectado previamente el negativo de batería.
- ❖ Los conductores del borne 30 son de color rojo, dando a entender con ello el mencionado peligro de manipulación. Estos conductores pueden tener también pequeñas franjas de otros colores para distinguir unos de otros.
- ❖ Borne 15: Positivo de batería pasando por la llave de contacto. Indica que recibe corriente positiva a través de la llave de contacto (cuando la llave esta accionada, claro esta). La característica de este borne es que su corriente se proporciona solo cuando el motor esta en funcionamiento, aunque hay dispositivos que se alimentan sin estar el motor arrancado como puede ser la bobina de encendido, el sistema de ayuda de arranque en frío, centralitas, etc. Los conductores del borne 15 son de color negro, aunque algunas veces pueden tener pequeñas franjas de otros colores para determinar la alimentación de determinados consumidores.

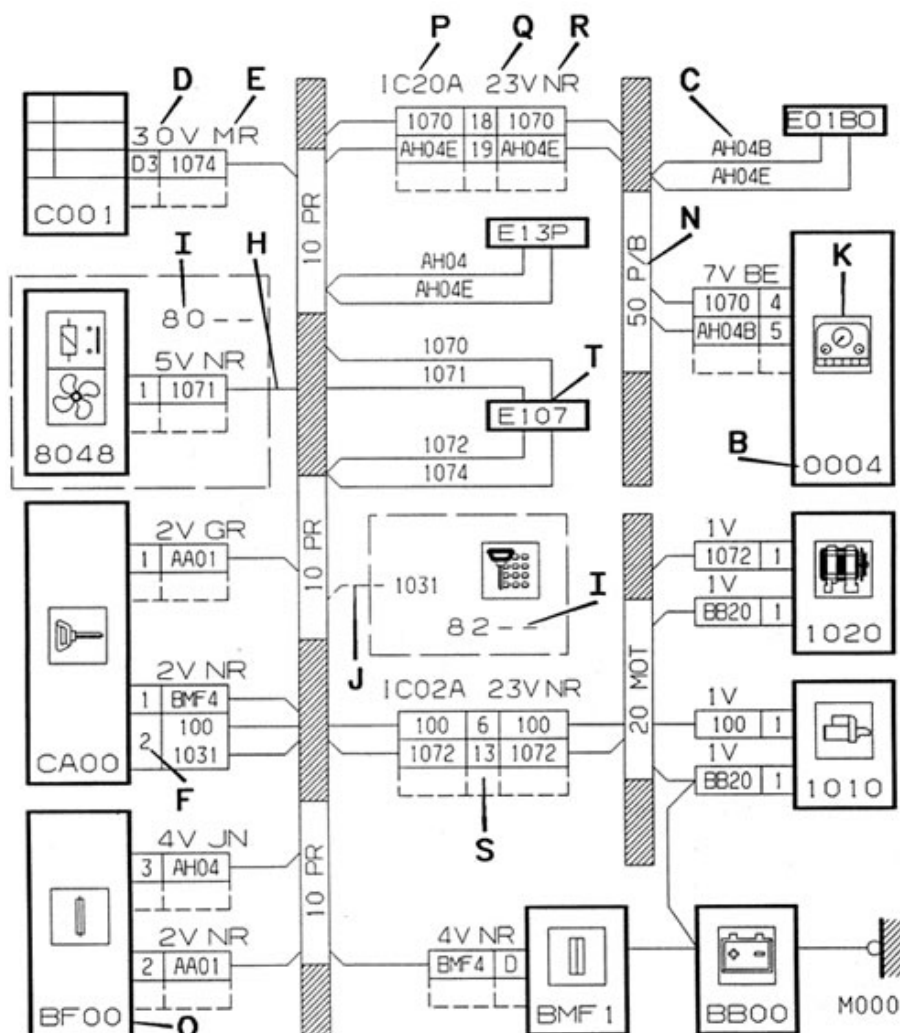
- ❖ Borne 31: Masa, retorno a batería. Todos los conductores que llevan este número se refieren a bornes que deben conectarse a masa, los conductores del borne 31 son de color marrón.

➤ **Bornes secundarios**

Denominación de los bornes	
1.- Bobina de encendido	2.- Borne de cortocircuito en encendido por magneto
4.- Bobina de encendido, salida de alta tensión	
17, 19.- Calentamiento previo al arranque de contacto	32.- Conductor de retorno en motores
33.- Conexión principal en motores	33a.- Parada final (motores)
33b.- Campo paralelo (motores)	33f.- Etapa 2ª velocidad
33g.- Etapa 3ª velocidad	33h.- Etapa 4ª velocidad
33L.- Sentido a izquierdas	33R.- Sentido a derechas
49.- Entrada relé intermitencias	49a.- Salida del relé de intermitencias
49b.- Salida 2º circuito intermitencias	49c.- Salida 3º circuito intermitencias
50.- Conexión a excitación relé de motor de arranque	51.- Tensión continua en rectificador del alternador
52.- Señales de remolque	
53.- (+) del motor del limpiaparabrisas	53a.- Limpiaparabrisas, parada final (+)
53b.- Bobina en paralelo limpiaparabrisas	53c.- Alimentación a lava luneta
53e.- Bobina de frenado motor limpiaparabrisas	53i.- Alimentación 3ª escobilla del limpiaparabrisas

54.- Luces de frenado	55.- Faros antiniebla
56.- Faros principales (cruce y carretera)	56a.- Luces largas
56b.- Luz de cruce	56c.- Ráfagas
57.- Luces de posición	57L.- Posición izquierda
57R.- Posición derecha	58.- Luces de gálibo
59.- Salida de alterna en motocicletas	61.- Control del generador
71.- (+) Claxon	72.- Luz rotativa de alarma
75.- Radio, encendedor	76.- Altavoz
77.- Centralizado puertas	
85.- Salida de excitación relé	86.- (+) Excitación relé
87.- Salida de potencia relé	
X.- Positivo con el contacto activado, pero sin arrancar	

5.3.- ESQUEMA DONDE SE REPRESENTAN LOS MAZOS DE CABLES QUE INTERCONECTAN LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL AUTOMÓVIL.



- N.- identificación de cableado
- O.- símbolo de la caja de fusibles
- P.- numero de interconexión
- Q.- numero de los canales de interconexión
- R.- color de los interconectores
- S.- representación de una interconexión parcial
- T.- representación de un empalme

➤ **Denominación de los colores de cables y conectores**

BA.- blanco

BE.- azul

BG.- beige.

GR.- gris

JN.- amarillo

MR.- marrón

NR.- negro.

OR.- naranja

RG.- rojo

RS.- rosa

VE.- verde

VI.- violeta

VJ.- verde/amarillo

5.4.- REPRESENTACIÓN DE UN "CONMUTADOR MÚLTIPLE"

La continuidad del conmutador múltiple está descrita de dos formas tal y como se muestra a continuación.

- ❖ El esquema del conmutador se usa en diagramas esquemáticos.
- ❖ El diagrama del interruptor se usa en los esquemas de conexiones.

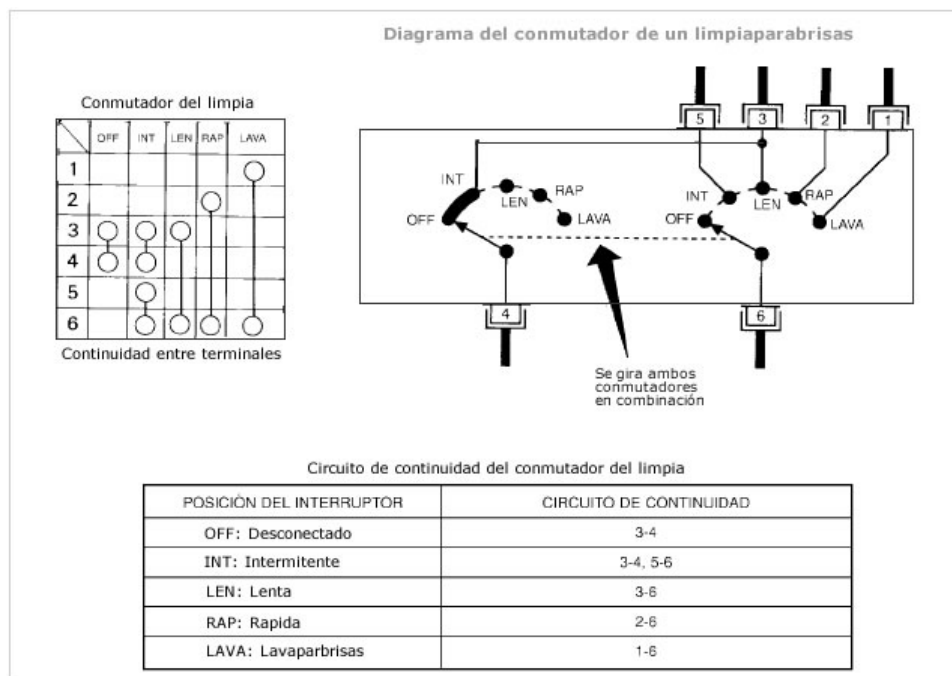


Figura 5.1 Diagrama del conmutador del limpiaparabrisas

5.5.- RELÉS

El relé es un dispositivo electromagnético que se comporta como un interruptor pero en vez de accionarse manualmente se acciona por medio de una corriente eléctrica. El relé está formado por una bobina que cuando recibe una corriente eléctrica, se comporta como un imán atrayendo unos contactos (contacto móvil) que cierran un circuito eléctrico. Cuando la bobina deja de recibir corriente eléctrica ya no se comporta como un imán y los contactos abren el circuito eléctrico.

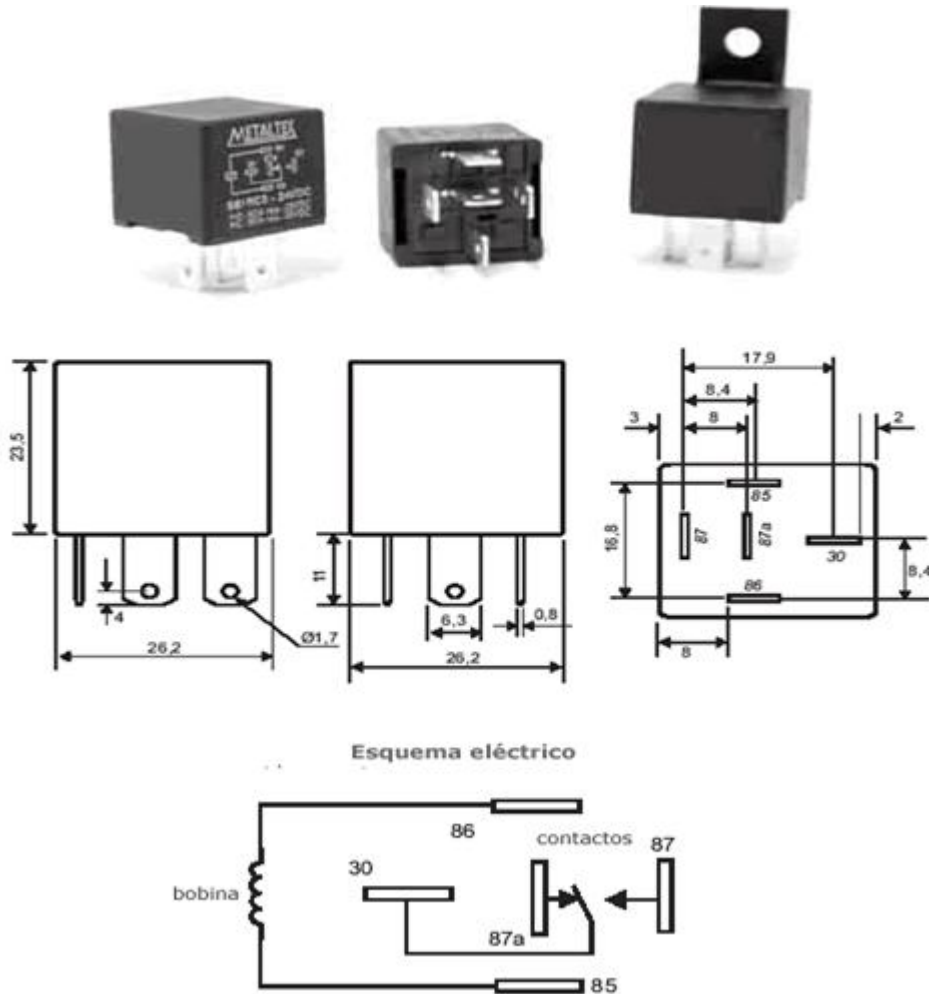
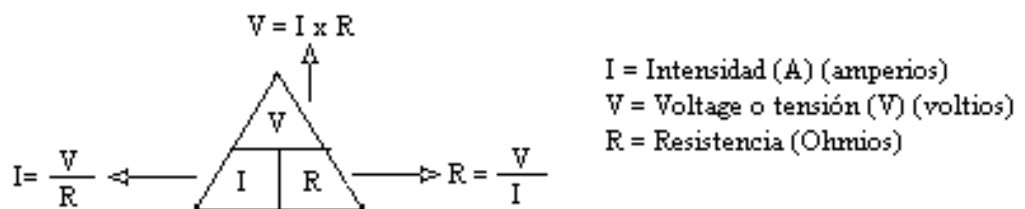


Figura 5.2. Esquema del relé utilizado en el sector del automóvil

5.6.- CÁLCULOS BÁSICOS

Sabiendo la **LEY DE OHM** es suficiente para la mayoría de los cálculos que se hacen en los circuitos eléctricos.



Teniendo en cuenta que el voltaje en el automóvil es un valor fijo y conocido $V = 12$ voltios, sabiendo también que el valor de la resistencia (R) es un valor que casi no se utiliza ya que en los manuales de características de los

automóviles los datos que nos ofrecen normalmente sobre los dispositivos eléctricos son el valor de la potencia en vatios (W) y de la intensidad en amperios (A), por lo que utilizaremos la formula:

$$P = V \times I \longrightarrow I = \frac{P}{V} \quad \text{Potencia en vatios (W)}$$

Utilizando la formula de la potencia podemos calcular un valor muy importante como es la intensidad que circula por los cables que alimentan un receptor eléctrico. Por ejemplo sabiendo que la potencia de las lámparas que se utilizan en las luces de cruce es de 55 vatios, aplicamos la formula:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{55 \text{ w}}{12 \text{ v}} = 4,58 \text{ A}$$

Conociendo el valor de la intensidad que circula por los cables que alimentan un receptor eléctrico sabemos el grosor o sección del cable que debemos utilizar, cosa muy importante ya que si colocamos un cable de sección insuficiente, este se calentara pudiendo causar un incendio o cortocircuito. La sección de los cables que alimentan a receptores de bajo consumo suelen ser de 0,5 mm². Pero recuérdese que, en el caso de alimentación de grandes consumidores, la sección o grosor del cable puede ser de valores muy superiores, hasta el máximo que suele llevar el motor de arranque, que se establece, por regla general, en unos 16 mm² de sección.

5.7.- LÁMPARAS UTILIZADAS EN EL AUTOMÓVIL

Las lámparas están constituidas por un filamento de tungsteno o wolframio que se une a dos terminales soporte; el filamento y parte de los terminales se alojan en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío y se ha llenado con algún gas inerte (argón, neón, nitrógeno, etc.); los terminales aislados e inmersos en material cerámico se sacan a un casquillo, éste constituye el soporte de la lámpara y lleva los elementos de sujeción (tetones, rosca, hendiduras, etc.) por donde se sujeta al portalámparas.

Cuando por el filamento pasa la corriente eléctrica éste se pone incandescente a elevada temperatura (2000 a 3000°C) desprendiendo gran

cantidad de Luz y calor por lo que se las conoce como lámparas de incandescencia; en el automóvil se emplean varios tipos aunque todos están normalizados y según el empleo reciben el nombre, pudiendo ser para: faros, pilotos, interiores y testigos.

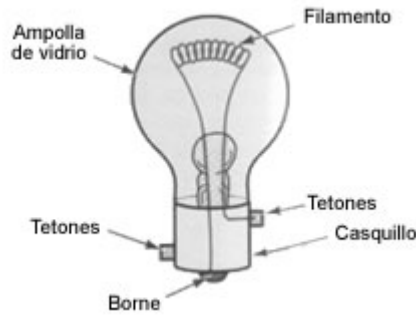


Figura 5.3 Lámpara de incandescencia

La lámpara de alumbrado se clasifica de acuerdo con su casquillo, su potencia y la tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla (cristal) depende fundamentalmente de la potencia de la lámpara. En los automóviles actuales, la tensión de funcionamiento de las lámparas es de 12 V prácticamente en exclusiva.

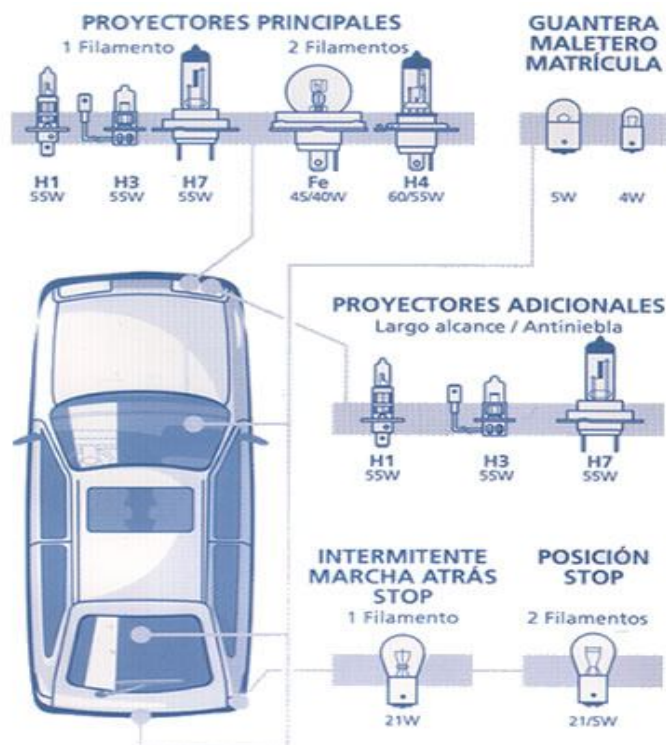


Figura 5.4. Tensiones de las lámparas usadas por el automóvil

5.8.- TIPOS DE LÁMPARAS

- **Plafón (1):** Su ampolla de vidrio es tubular y va provista de dos casquillos en ambos extremos en los que se conecta el filamento. Se utiliza fundamentalmente en luces de techo (interior), iluminación de guantera, maletero y algún piloto de matrícula. Se fabrican en diversos tamaños de ampolla para potencias de 3, 5, 10 y 15 W.
- **Pilotos (2):** La forma esférica de la ampolla se alarga en su unión con el casquillo metálico, provisto de 2 tetones que encajan en un portalámparas de tipo bayoneta. Este modelo de lámpara se utiliza en luces de posición, iluminación, stop, marcha atrás, etc. Para aplicación a luces de posición se utilizan preferentemente la de ampolla esférica y filamento único, con potencias de 5 o 6 W. En luces de señalización, stop, etc., se emplean las de ampolla alargada con potencia de 15, 18 y 21 W. En otras aplicaciones se usan este tipo de lámparas provistas de dos filamentos, en cuyo caso, los tetones de su casquillo están posicionados a distintas alturas.
- **Control (3):** Disponen un casquillo con dos tetones simétricos y ampolla esférica o tubular. Se utilizan como luces testigo de funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6 W.
- **Lancia (4):** Este tipo de lámpara es similar al anterior, pero su casquillo es mas estrecho y los tetones se que esta provisto son alargados en lugar de redondos. Se emplea fundamentalmente como señalización de cuadro de instrumentos, con potencias de 1 y 2 W.
- **Wedge (5):** En este tipo de lámpara, la lámpara tubular se cierra por su inferior en forma de cuña, quedando plegados sobre ella los hilos de los extremos del filamento, para su conexión al portalámparas. En algunos casos este tipo de lámpara se suministra con el portalámparas. Cualquiera de las dos tiene su aplicación en el cuadro de instrumentos.
- **Foco europeo (6):** Este modelo de lámpara dispone una ampolla esférica y dos filamentos especialmente dispuestos como se detallara más adelante. Los bornes de conexión están ubicados en el extremo del casquillo. Se utiliza en luces de carretera y cruce.

- **Halógena (7):** Al igual que la anterior, se utiliza en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla.

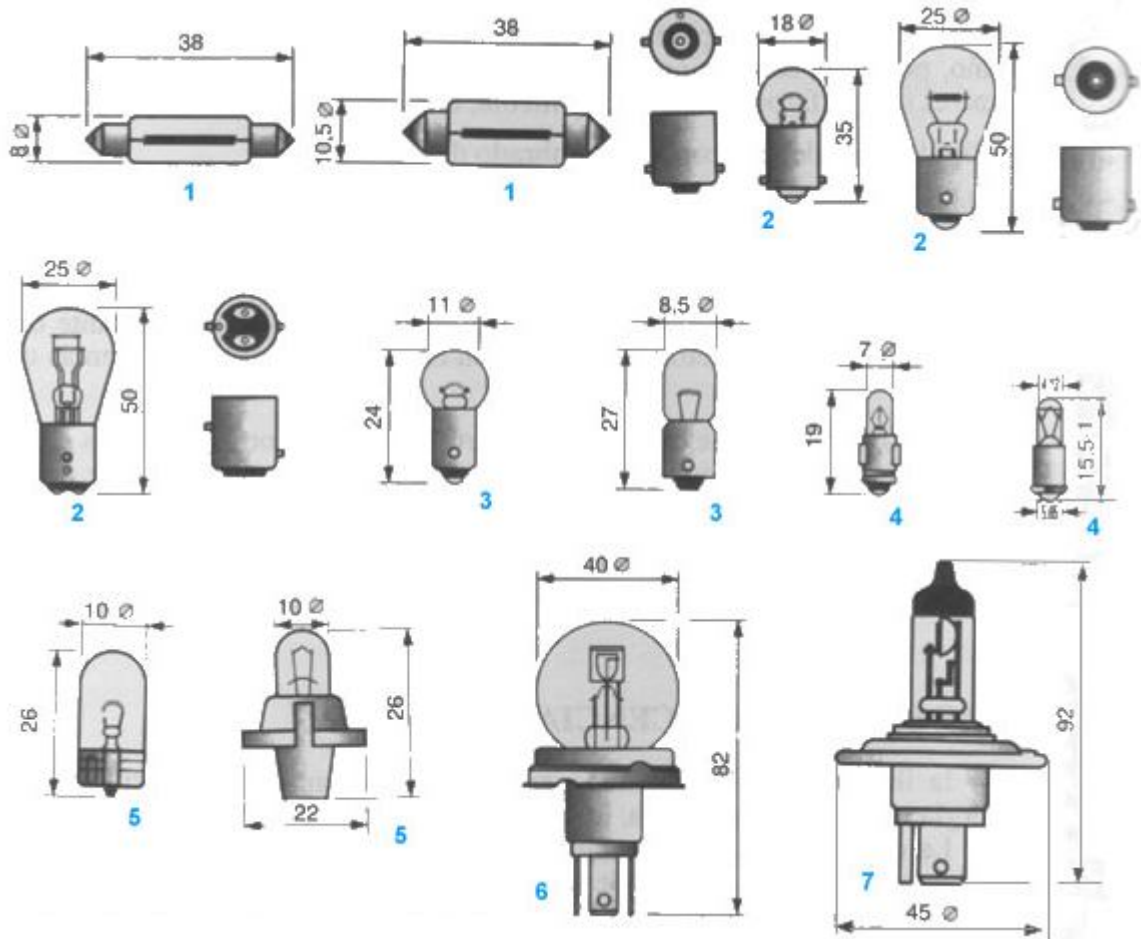


Figura 5.5 Tipos de lámparas utilizadas en el automóvil

Las lámparas van dentro de los faros que proyectan su luz. Los faros a su vez deben de llevar a cabo dos tareas opuestas: una trata de conseguir una luz potente para realizar una conducción segura, con una cierta difusión cerca del vehículo, a fin de obtener una buena iluminación que permita ver bien el pavimento y la cuneta. Por otra parte, tiene que evitar que esta potente luz no deslumbré a los conductores de los vehículos que vienen en sentido contrario, hace falta otra luz mas baja o de cruce, que sin deslumbrar, permita una iluminación suficiente para mantener una velocidad razonable con la suficiente seguridad.

El alumbrado de carretera se consigue situando la lámpara en el interior de la parábola del faro, de manera que su filamento coincida con el foco geométrico de la misma. Así, los rayos de luz que emite el filamento son devueltos por el reflector de manera que en conjunto forman un haz luz paralelo. Si el filamento se coloca delante del foco geométrico de la parábola, el haz de luz sale convergente, y si se coloca detrás, divergente.

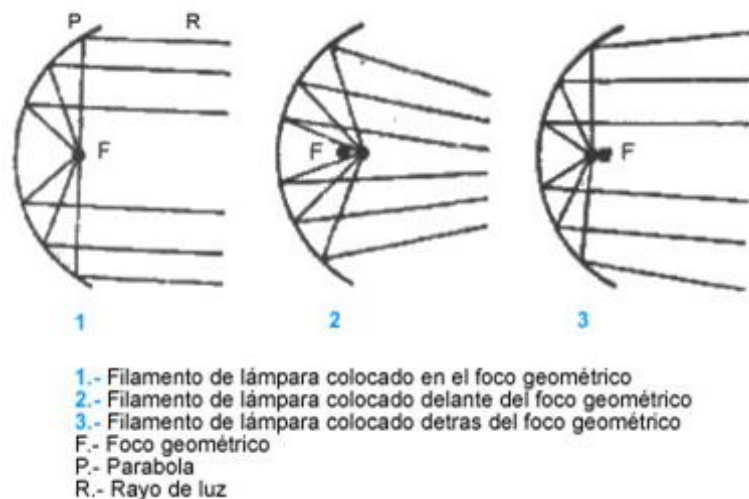


Figura 5.6. Formas de proyección de los rayos de luz

El foco geométrico de una parábola es por definición, el único punto para el que los rayos reflejados son paralelos. Para el alumbrado de carretera se obtiene, por consiguiente, una intensidad luminosa considerable por un haz de rayos paralelos de gran alcance. Pero esto no es lo que se busca para el alumbrado de carretera ya que se necesita una proyección de luz a gran distancia, pero que no se concentre en un punto sino que se extienda por toda la anchura de la carretera. Para lograr este objetivo el deflector o cristal que cubre el foco suele ir tallado formando prismas triangulares, de tal forma que se consiga una desviación hacia abajo del haz luminoso y una dispersión en el sentido horizontal.

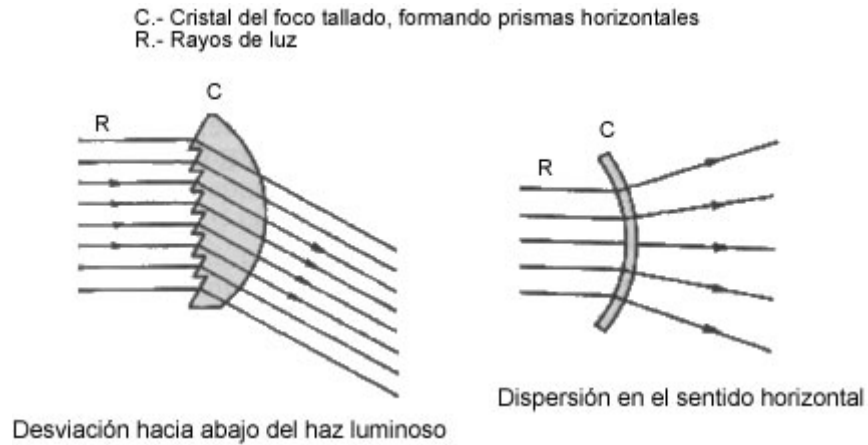


Figura 5.7. Desviación de los rayos de luz

El alumbrado de carretera por su intensidad llega a deslumbrar a los conductores de los automóviles que circulan en sentido contrario. Para evitar esto se dispone del alumbrado de cruce, que se obtiene instalando un segundo filamento por delante del foco geométrico de la parábola, con lo que se consigue que los rayos de luz salen de forma convergentes. Este filamento tiene la peculiaridad de disponer una pequeña pantalla por debajo de él, que evita que los rayos de luz que despide el filamento hacia abajo, sean reflejados por la parábola, con lo cual, solamente lo son los que salen hacia la mitad superior, que parten del reflector con una cierta inclinación hacia abajo, lo que supone un corte del haz de luz, que incide en el suelo a una menor distancia evitando el deslumbramiento.

Los filamentos de las lámparas de carretera y cruce se disponen generalmente en una sola lámpara que tiene tres terminales uno de masa, otro de cruce y el otro de carretera. La fijación de la lámpara al faro se realiza por medio de un casquillo metálico (G), de manera que encaja en una posición única, en la cual, la pantalla (C) del filamento de cruce queda posicionada por debajo de él en el montaje. Para ello el casquillo va provisto de un resalte que encaja en el foco en una posición predeterminada.

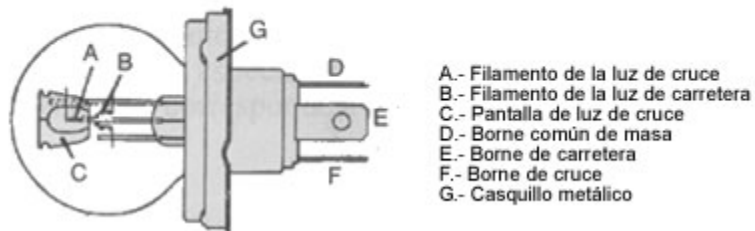


Figura 5.8. Lámpara de alumbrado (cruce/carretera)

Para aprovechar al máximo la intensidad luminosa del alumbrado de cruce sin deslumbrar al conductor que viene en sentido contrario, se utiliza un sistema de alumbrado llamado de "haz asimétrico". Este efecto consigue dando una pequeña inclinación a la pantalla situada por debajo del filamento de luz de cruce, de forma que el corte de haz de luz se levante en un ángulo de 15° sobre la horizontal a partir del centro y hacia la derecha.

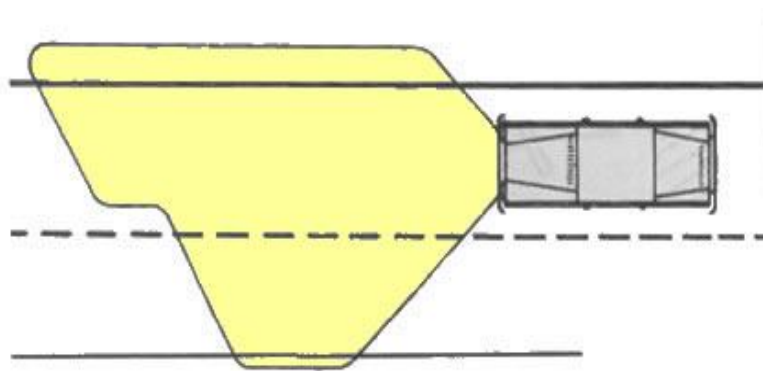


Figura 5.9. Haz simétrico

5.9.- LÁMPARAS HALÓGENAS

Aunque se les da este nombre, la forma real de llamarlas es Lámpara de Halógeno. Para aumentar la intensidad luminosa de una lámpara se puede aumentar la temperatura de funcionamiento de la misma, pero la forma constructiva de las lámparas incandescentes limita su temperatura de funcionamiento por lo que también se ve limitada su intensidad luminosa. Las lámparas halógenas presentan la ventaja de que la intensidad luminosa es muy superior a la de una lámpara convencional, con un pequeño aumento del

consumo de corriente y una vida mas larga de funcionamiento. La ausencia casi total de ennegrecimiento de la ampolla, hace que su potencia luminosa sea sensiblemente igual durante toda la vida útil de la lámpara.



Figura 5.10.Halógeno

En la figura superior puede verse la constitución de una lámpara de halógeno de doble filamento para carretera y cruce, donde se aprecia la disposición en línea de ellos y la situación de la pantalla en el de cruce. El extremo de la ampolla esta recubierto con pintura negra especial. La zona recubierta con pintura tiene una influencia directa sobre la distribución de la temperatura en el interior de la ampolla durante el ciclo de halógeno.

Atendiendo a la forma de la ampolla, numero de filamentos y posicionamiento de los mismos, existen básicamente las siguientes clases de lámparas halógenas:

- **Lámparas H1**, de ampolla tubular alargada en la que el único filamento está situado longitudinalmente y separado de la base de apoyo. En su casquillo se forma un platillo de 11 mm de diámetro. Se utiliza fundamentalmente en faros de largo alcance y antiniebla, con potencias de 55, 70 y 100 W.
- **Lámpara H2**, similar a la anterior en cuanto a filamento y ampolla, pero de menor longitud y no dispone de casquillo, sino unas placas de conexión. Es empleada básicamente en faros auxiliares, con potencias similares a la anterior.
- **Lámpara H3**, cuyo único filamento está situado transversalmente sobre la ampolla y no dispone de casquillo, acabando el filamento en un cable con

terminal conector. Se utiliza principalmente en faros auxiliares antiniebla y largo alcance, con potencias similares a las anteriores.

- **Lámpara H4**, que es la más utilizada en luces de carretera y cruce. Sus dos filamentos van situados en línea alojados en una ampolla cilíndrica, que se fija a un casquillo con plataforma de disco para su acoplamiento a la óptica del faro. En algunos casos, la ampolla principal se cubre con otra auxiliar que puede ser coloreada para aplicación a países que utilizan alumbrado intensivo con luz amarilla. Generalmente se disponen los filamentos con potencias de 55/60 W (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 W.
- **Lámpara H5**, que es similar a la anterior, de la que se diferencia únicamente por el casquillo, como puede verse en la figura.

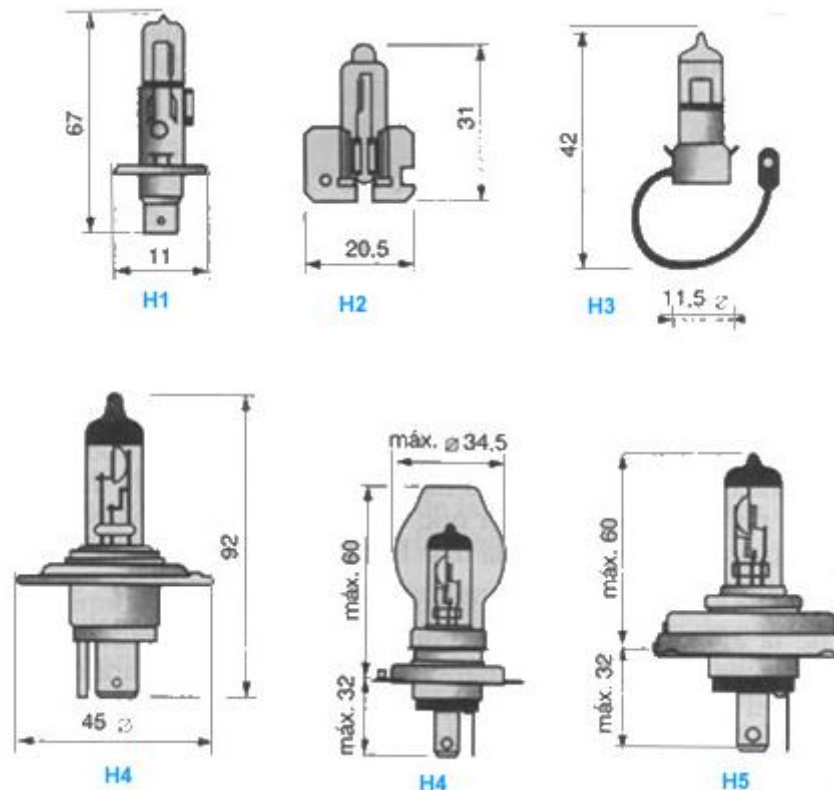


Figura 5.11. Tipos de lámparas halógenas

El empleo de lámpara halógena en lugar de la convencional representa un fuerte aumento de la energía luminosa. Para la luz de carretera, 1200 lm (lúmenes) en lugar de los 700 lm de la lámpara convencional y en luz de cruce 750 lm frente a 450 lm. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión

en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho mas intensa y el haz luminoso mas ancho, lo que permite ver mejor los bordes de la calzada.

Dada la mayor temperatura de funcionamiento de la lámpara halógena y su potencia luminosa, se hace necesario emplear reflectores apropiados a ellas, cuya fabricación requiere unos niveles de calidad y precisión netamente superiores a los de un reflector convencional. En cuanto al cristal de la óptica se refiere, esta mucho mas cuidado el tallado de los prismas encargados de dirigir con precisión el haz luminoso, especialmente con el funcionamiento de la luz de cruce, con las lámparas halógenas debe tenerse la precaución de no tocar con los dedos el cristal de cuarzo, pues aparte de las quemaduras que puede provocar cuando esta caliente, la grasilla depositada con el tacto, produce una alteración permanente en el cristal con las altas temperaturas. Por esta razón, cuando se haya tocado el cristal, debe limpiarse con alcohol antes de poner en servicio la lámpara.

Un tipo de lámpara halógena especial es aquella que utiliza gas xenón en el interior de la ampolla, con el cual se consigue una luz más blanca y, por tanto, mas semejante a la luz del día.

5.10.- LÁMPARAS DE XENÓN

Estas lámparas son un sistema de iluminación con alto rendimiento luminoso que aumenta la seguridad activa durante la conducción. Se instalan estas lámparas actualmente en los vehículos de alta gama, aunque también se empiezan a ver cada vez más en vehículos de gama media.

5.10.1.- ESTRUCTURA DEL FARO DE XENÓN

Está formado por una unidad de control y un bloque de encendido, normalmente están incorporados en el faro. No obstante, también existen modelos en los que la unidad de control está en una pletina sujeta cerca de las

torres de amortiguación, normalmente los componentes del faro de descarga de gas pueden sustituirse por separado.

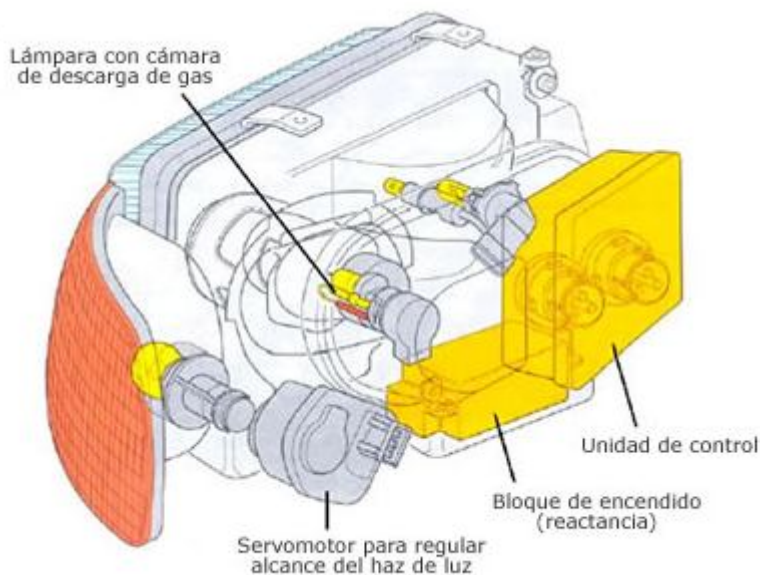


Figura 5.12. Estructura de un faro de xenón

5.10.2.- FUNCIONAMIENTO

Funcionan por descarga de gas, en el interior de la ampolla hay gas xenón y halogenuros metálicos; para el funcionamiento se requiere un dispositivo electrónico que debe llevarlo el vehículo que utilice estas lámparas, el dispositivo enciende la lámpara y controla el arco. Para el encendido el sistema electrónico eleva la tensión entre los electrodos del interior de la ampolla creándose un arco de luz gracias al gas xenón y a la gasificación de los halogenuros metálicos. La luz es generada por medio de un arco voltaico de hasta 30.000 voltios, entre los dos electrodos de tungsteno situados en la cámara de vidrio.

El arco es generado por una reactancia o reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz. En el interior de la lámpara se alcanza una temperatura de aproximadamente 700 °C.

La temperatura de luz de estas lámparas es de 4100 a 4500°k frente a los 3200 de las halógenas, por los que es más blanca.

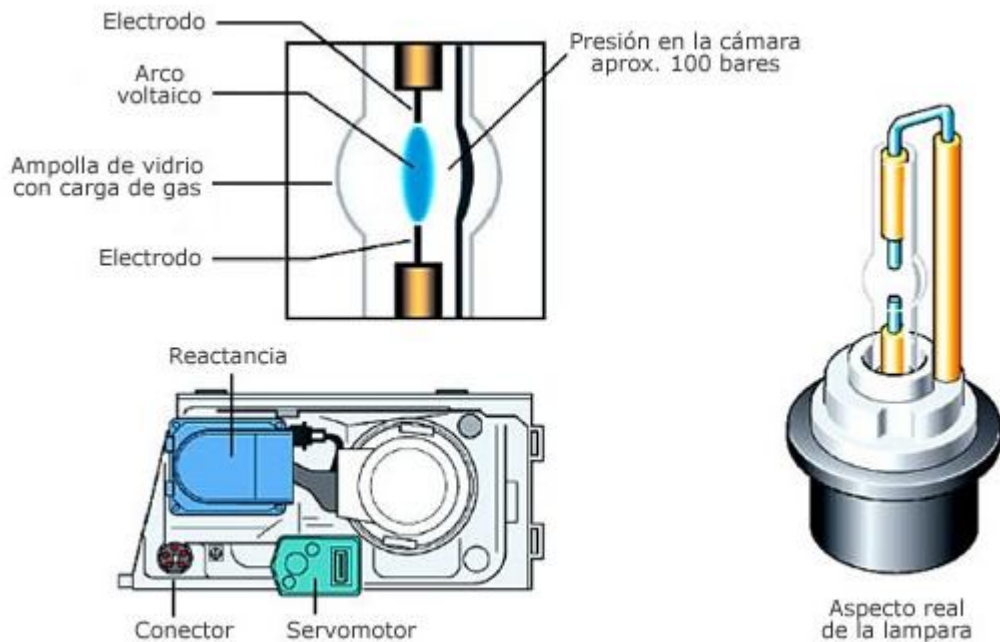


Figura 5.13. Funcionamiento de la lámpara de xenón

Una vez efectuado el encendido, se hace funcionar la lámpara de descarga de gas aproximadamente durante 3 segundos, con una corriente de mayor intensidad. El objetivo es que la lámpara alcance su claridad máxima tras un retardo mínimo de 0,3 segundos. Debido a este ligero retardo no se utilizan lámparas de descarga de gas para la luz de carretera.

En virtud de la composición química del gas, en la ampolla o bulbo de la lámpara se genera una luz con un elevado porcentaje de luz verde y azul. Esa es la característica de identificación exterior de la técnica de luminiscencia por descarga de gas.

5.11.- FAROS CON LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS BIXENON

En los sistemas anteriores no era posible generar las luces de cruce y carretera con un sola lámpara de descarga de gas. No se podía modificar el límite claro-oscuro durante el funcionamiento. Ahora es posible utilizar la luz de xenón

para cruce y carretera, haciendo intervenir un obturador mecánico “shutter”, cuya posición se conmuta por medio de un electroimán.

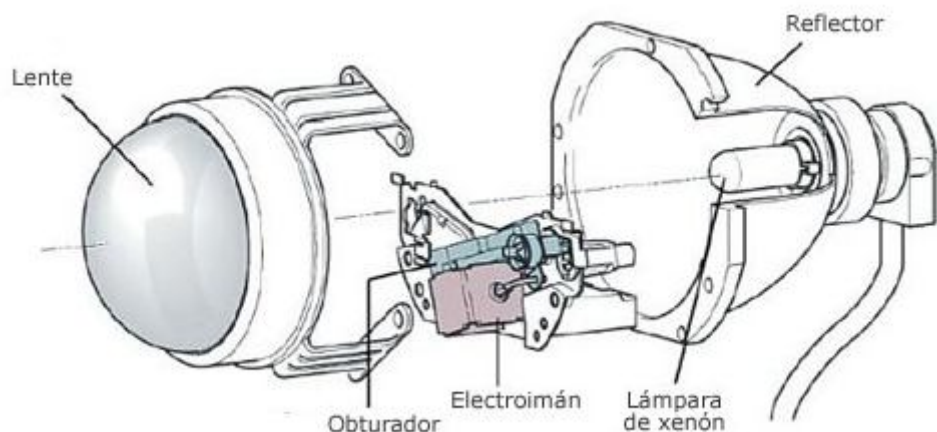


Figura 5.14. Elementos que forman el foco bixenón

Con este mecanismo obturador se cubre una parte de la luz generada por la lámpara, para configurar así la luz de cruce. Al pasar el mecanismo a la posición de carretera se deja pasar la totalidad de la luz generada por la lámpara, se sigue manteniendo una lámpara H7 para la función de ráfagas, ya que la bombilla de xenón, debido a las características de inflamación del gas para la producción de luz, no puede trabajar en la función de apagado y encendido rápido

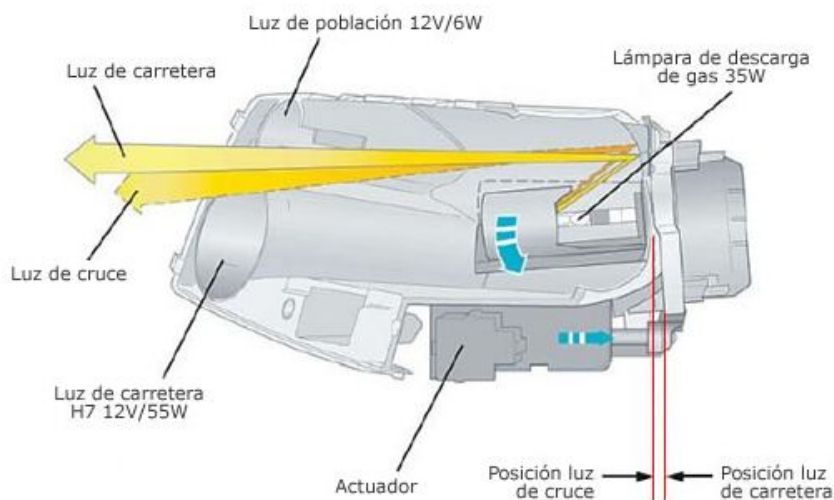


Figura 5.15. Funcionamiento de un foco bixenón

5.12.- REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL ALCANCE LUMINOSO

Para evitar la posibilidad de deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario, la legislación obliga a que los vehículos con faros de descarga de gas dispongan de un sistema regulador automático de alcance luminoso. El perfeccionamiento de este sistema dinámico de reglaje se debe a la presencia de sensores situados en los ejes delantero y trasero, los cuales transmiten la información sobre la situación de la suspensión del vehículo. Los datos recibidos son tratados electrónicamente y transmitidos a los accionadores situados detrás de los proyectores de Xenón.

Los tiempos de reacción se miden en milésimas de segundo y la posición del haz de luz es ajustada inmediatamente, emitiéndose un haz luminoso que no deslumbra a los conductores que circulan en sentido contrario.

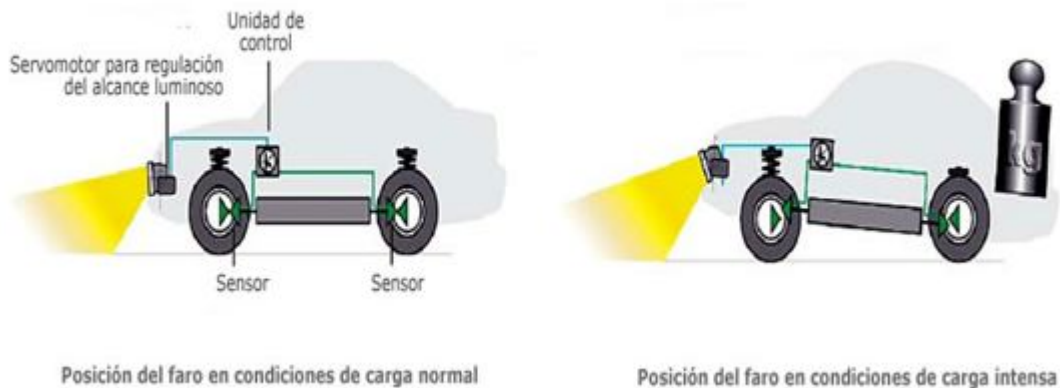


Figura 5.16. Funcionamiento de la regulación automática del alcance luminoso

5.13.- CUADRO DE INSTRUMENTOS

Normalmente los dispositivos de control se agrupan en el cuadro de instrumentos, que va situado en el tablero del vehículo, para que el conductor tenga la correspondiente información con un simple golpe de vista, sin que distraiga su atención de la conducción.

Todos los sistemas toman la forma de indicadores de aguja, lámparas testigo o avisadores acústicos, dependiendo del tipo de control que se realice.

El cuadro de instrumentos agrupa el velocímetro, cuentarrevoluciones, indicador de combustible, indicador de temperatura de agua del motor. Además se dispone una serie de lámparas testigo el cuadro, de entre las que podemos destacar las de carga, presión de aceite, intermitencia, luz de carretera, etc.

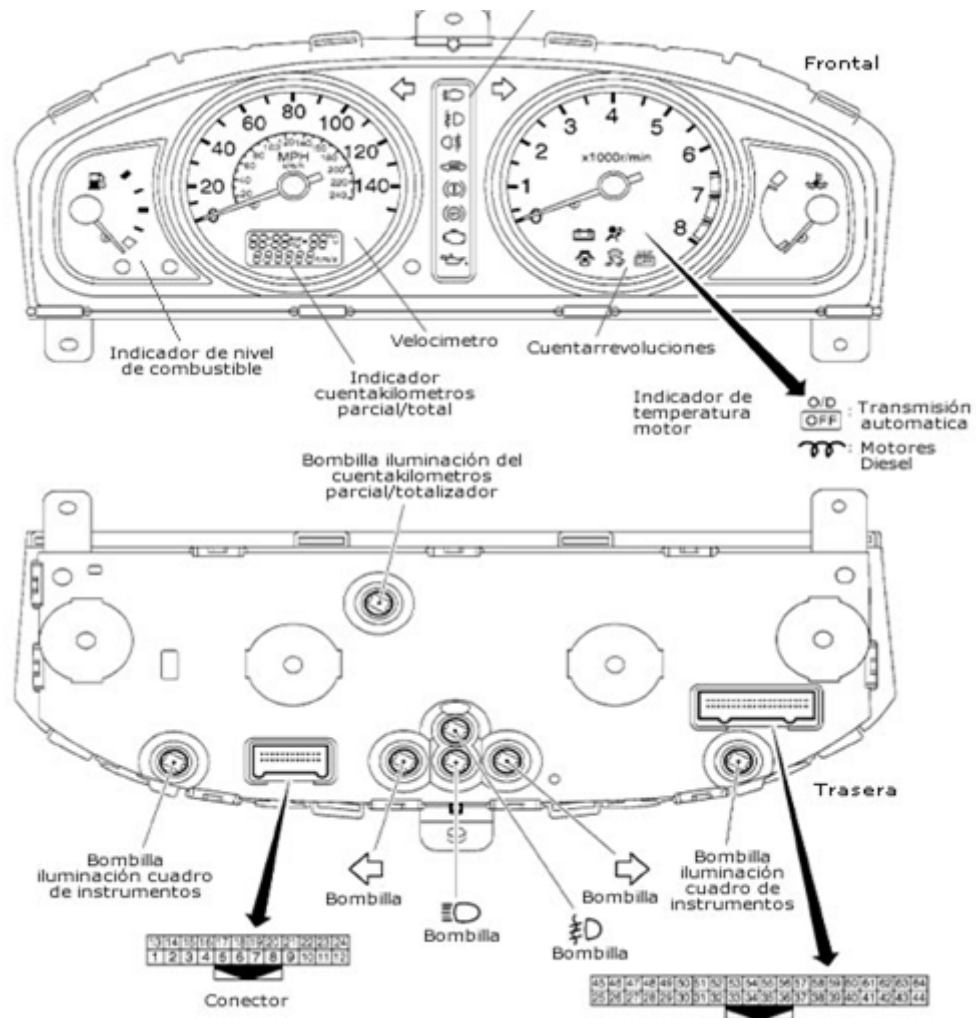


Figura 5.17 Cuadro de instrumentos

El conjunto de estos indicadores va alojado en la carcasa cubierto por una tapa. En la parte posterior de la carcasa se disponen los conectores y los alojamientos de las bombillas o testigos, que van unidos a una placa de circuito impreso, al cual se conecta la instalación. Aunque los indicadores poseen circuitos independientes entre si, se aprovechan las tomas de corriente y de masa que les son comunes y se reúnen en un solo bloque, agrupando un conjunto de avisadores del funcionamiento de los más diversos sistemas.

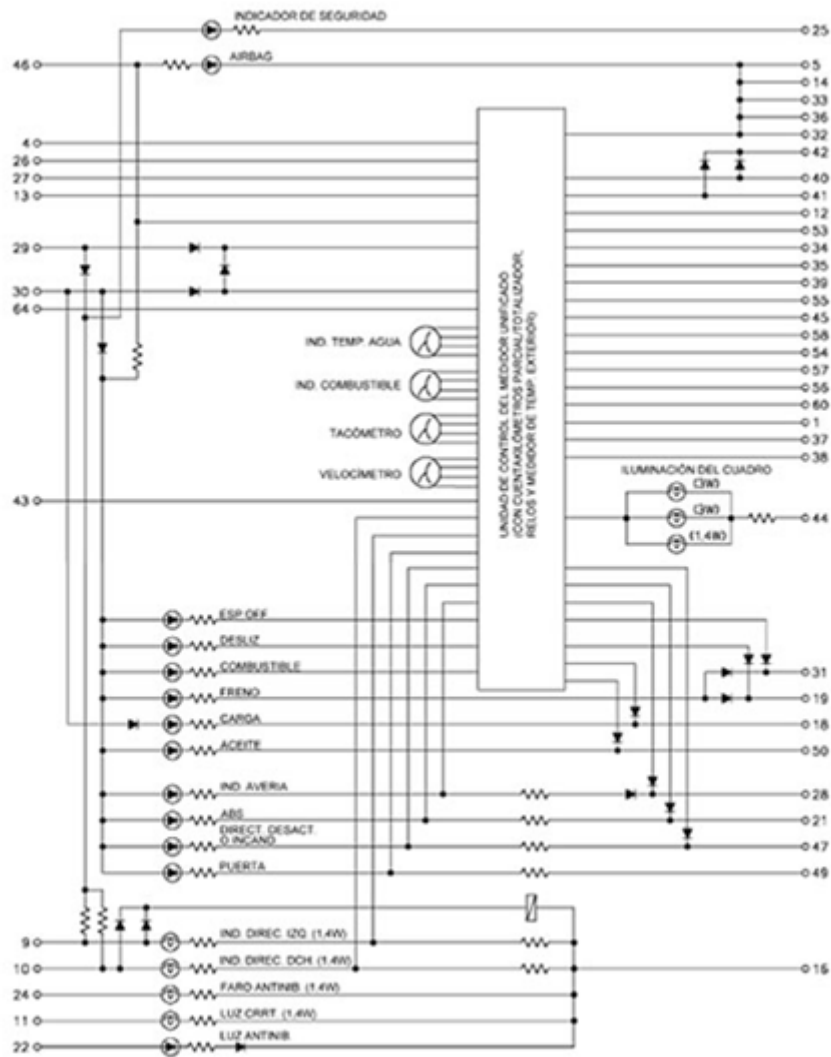


Figura 5.18 Esquema eléctrico que se encuentra alojado en el interior del cuadro de instrumentos

5.14.- INDICADOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

Este indicador se emplea para conocer en todo momento la cantidad de combustible que hay en el depósito del vehículo. Para ello se dispone de dos elementos, de los cuales uno se coloca en el cuadro de instrumentos a la vista del conductor y el otro en el depósito de combustible. El del cuadro de instrumentos lo constituye una escala graduada por la que se desplaza una aguja que indica la cantidad de combustible que hay en el depósito con respecto al lleno total. Como complemento es necesario que en el depósito se sitúe un reóstato mandado por

un flotador, cuya posición depende del nivel alcanzado por el combustible y por la cantidad de este.

➤ **Esquema del circuito**

El conjunto esta formado básicamente por un elemento de control visual o reloj indicador (1), montado en el cuadro de instrumentos y un dispositivo (2) de accionamiento que recibe el nombre de "aforador", formado por una resistencia variable y que se encuentra instalado en el depósito de combustible.

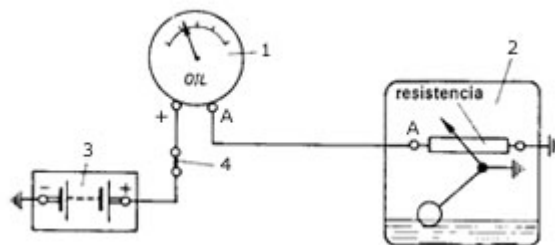


Figura 5.18. Esquema básico de un medidor del nivel de combustible

El dispositivo de control visual (figura inferior) esta constituido por un circuito electromagnético con dos bobinas (B1 y B2), entre las cuales se mueve una armadura móvil (1) que lleva unida la aguja indicadora de nivel (2), la cual se desplaza por una esfera graduada en zonas de llenado (4/4 - 3/4 - etc.)

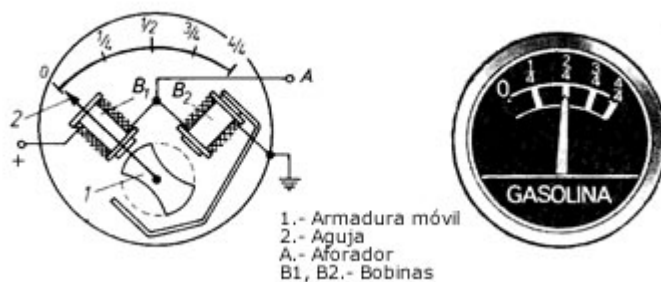


Figura 5.19. Reloj indicador de combustible

El dispositivo del aforador esta formado (figura inferior) por una caja cerrada (1) con un soporte anular (2) soldado a la caja, para su acoplamiento en el depósito de combustible (3), con interposición de una junta elástica de goma

(4). En el interior de la caja se encuentra montada una resistencia (7) sobre la que se desplaza un cursor de palanca (8) en contacto con la resistencia, unido a una varilla (6), en cuyo extremo se encuentra un flotador de plástico (5) el cual al mantenerse a flote sobre el combustible, indica el nivel del mismo.



Figura 5.20. Funcionamiento interno del indicador de combustible

En el circuito de la figura inferior cuando el interruptor de encendido (1) está abierto, no circula corriente por el circuito, manteniéndose la armadura (3) en su posición de reposo, con la aguja (4) en el cero de la escala (5), por la acción de un ligero resorte en espiral (6). Al cerrar el interruptor (1), si el depósito (7) está vacío, el flotador (8) estará en su posición mas baja, teniendo cursor (9) desplazado, de forma que intercala la mínima resistencia (R) en el circuito. En esta posición, la corriente procedente de la batería (2) pasa por el arrollamiento de la bobina (B1) y seguirá el camino directo a masa a través del aforador (10), no pasando por la bobina (B2), con lo cual la armadura (3) estará solamente sometida al campo magnético de la bobina (B1), situando la aguja en el cero de la escala (5).

Cuando el depósito (7) está lleno, el flotador (8) hace desplazar hacia la derecha la palanca del cursor (9) sobre la resistencia (R) del aforador, introduciendo en el circuito de la bobina (B1) la máxima resistencia (R); así la corriente que recorre el arrollamiento de la bobina (B1) se deriva en su mayor parte por la bobina (B2), creando en la misma un fuerte campo magnético que atrae hacia ella la armadura (3), y desplazando por tanto la aguja (4) hacia la posición de máximo llenado del depósito.

En posiciones intermedias de la resistencia variable del aforador, la corriente se va compensando en ambas bobinas, cuyos campos magnéticos mantienen la armadura en una posición intermedia, según la fuerza de atracción de cada bobina, que será mayor o menor según la posición del cursor sobre la resistencia en función del nivel que alcance el liquido en el depósito.

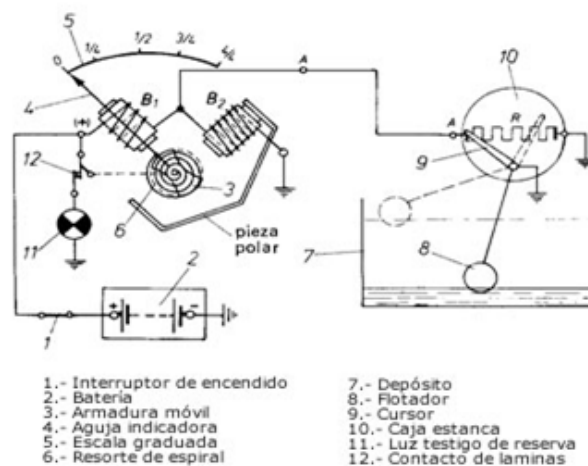


Figura 5.21. Esquema eléctrico del nivel de combustible

El circuito incluye un indicador luminoso de "reserva" (11) de combustible, de forma que, cuando la palanca del aforador esté en su posición de vacío, el depósito mantiene una cantidad en reserva, y el desplazamiento de la armadura cierra un contacto de laminas (12) que pone en circuito un indicador luminoso de control de reserva de combustible.

Actualmente se utilizan sensores de nivel de combustible más modernos aunque su base de funcionamiento sigue siendo la misma

5.15 Cuentakilómetros

Sirve para medir tanto la velocidad del vehículo como los kilómetros recorridos por el mismo. Una aguja indica sobre una escala graduada la velocidad actual del vehículo. Para medir los kilómetros recorridos utiliza unos tambores numerados que van incrementado una cifra que representa el número de kilómetros. Tanto para medir la velocidad como los kilómetros recorridos, se necesita de un elemento que transmita la velocidad de las ruedas hasta el velocímetro. De esto se encarga un cable flexible que gira en el interior de una

funda y que va conectado a la caja de cambios. La caja de cambios da movimiento al cable y este lo transmite al velocímetro.

Los tipos de cuentakilómetros que hay son:

- ❖ Mecánico.
- ❖ Electrónico.
- ❖ Digital.

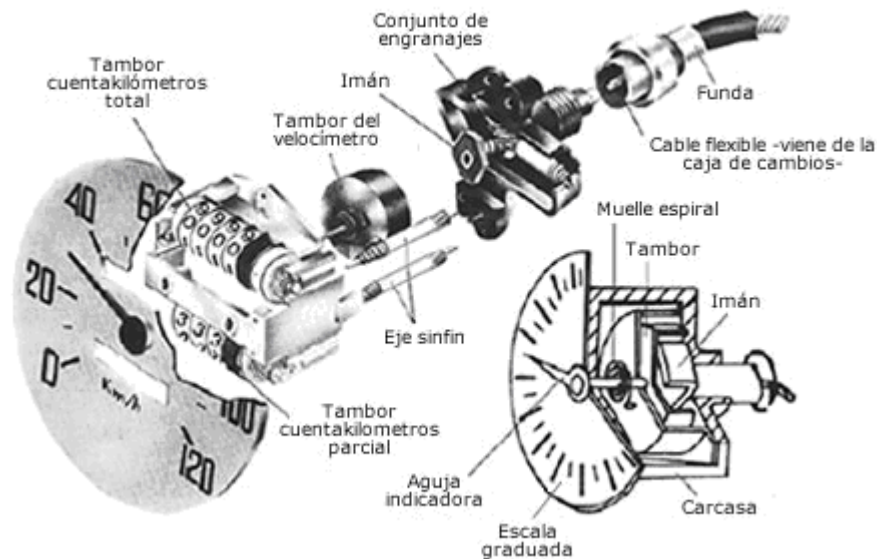


Figura 5.22.Elementos de un cuentakilómetros analógico

5.16.- COMPROBACIÓN Y DIAGNOSIS DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

En general, la comprobación de circuitos eléctricos es fácil de realizar, siempre y cuando se use un método lógico y organizado. Antes de empezar es importante tener toda la información disponible del sistema que debe probarse (manuales y esquemas eléctricos). Además, obtener un entendimiento minucioso del funcionamiento del sistema.

A continuación, será posible usar el equipo adecuado y seguir el procedimiento correcto.

Una vez inspeccionado el circuito se nos pueden presentar dos posibilidades en la instalación eléctrica:

- ❖ Circuito abierto: un circuito está abierto cuando no hay continuidad a través de una sección de dicho circuito (cable cortado, mala conexión, etc.)
- ❖ Circuito en cortocircuito: hay dos tipos de cortocircuitos:
 - Cuando un circuito entra en contacto con otro circuito y causa una modificación de la resistencia normal.
 - Cuando un circuito entra en contacto con una fuente de masa (carrocería, bastidor, soportes, etc.) y conecta el circuito a masa.

5.16.1.- CONECTORES E INSTALACIÓN

Puede ser necesario simular las vibraciones del vehículo mientras se prueban los componentes eléctricos. Agitar suavemente la instalación de cableado o el componente eléctrico.

Determinar qué conectores e instalación podrían afectar el sistema eléctrico que se está inspeccionando. Agitar suavemente cada conector e instalación mientras se controla el sistema para el incidente que se intenta reproducir. Esta prueba puede indicar que hay una conexión eléctrica mala o floja.

Los conectores pueden estar expuestos a la humedad. Es posible hallar una fina capa de corrosión en los terminales del conector. Una inspección visual puede no revelar esto sin desconectar el conector. Si el problema se produce de forma intermitente, quizás sea causado por la presencia de corrosión. Es una buena idea desconectar, inspeccionar y limpiar los terminales de los conectores relacionados en el sistema.

5.16.2.- SENSORES Y RELÉS.

Aplicar suavemente una ligera vibración a los sensores y relés del sistema que se está inspeccionando. Esta prueba puede indicar la presencia de un sensor o relé flojo o suelto.

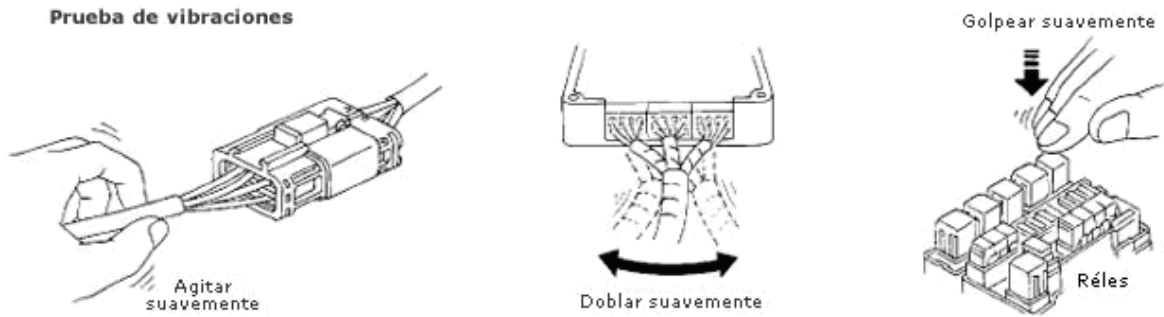


Figura 5.23 Pruebas de vibraciones

5.16.3.- MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE CONTINUIDAD

Se comprueba la continuidad del circuito para ver si éste está abierto en algún punto. El multímetro digital (Tester) ajustado en la función de resistencia indicará la presencia de un circuito abierto por encima del límite (no se escucha la tonalidad o no aparece el símbolo del ohmio).

Asegurarse de empezar siempre con el multímetro en la escala de máximo nivel de resistencia, algunos tester tienen la funcionalidad de medir la continuidad en un circuito. La medida de continuidad se muestra en el tester por medio de un sonido (pitido) que facilita el trabajo del mecánico ya que no tiene que estar mirando la pantalla del tester cada vez que hace una medida de continuidad.



Figura 5.24. Tester

A fin de comprender el diagnóstico de circuitos abiertos, consultar el esquema de la figura inferior y seguir los siguiente pasos.

- ❖ Desconectar el cable negativo de la batería.



- ❖ Empezar por un extremo del circuito y trabajar hasta el otro extremo. (El bloque de fusibles sería un extremo y la carga sería el otro)
- ❖ Conectar una sonda del tester en el lado de carga del terminal del bloque de fusibles.
- ❖ Conectar la otra sonda en el lado SW1 de bloque de fusibles (suministro). Poca o ninguna resistencia indica que el circuito tiene buena continuidad. Si el circuito estuviera abierto, el multímetro indicaría una resistencia infinita o fuera del límite. (punto A)
- ❖ Conectar las sondas entre el SW1 y el relé. Poca o ninguna resistencia indica que el circuito tiene buena continuidad. Si el circuito estuviera abierto, el tester indicaría una resistencia infinita o fuera del límite. (punto B)
- ❖ Conectar las sondas entre el relé y el solenoide. Poca o ninguna resistencia indica que el circuito tiene buena continuidad. Si el circuito estuviera abierto, el tester indicaría una resistencia infinita o fuera del límite (punto C).

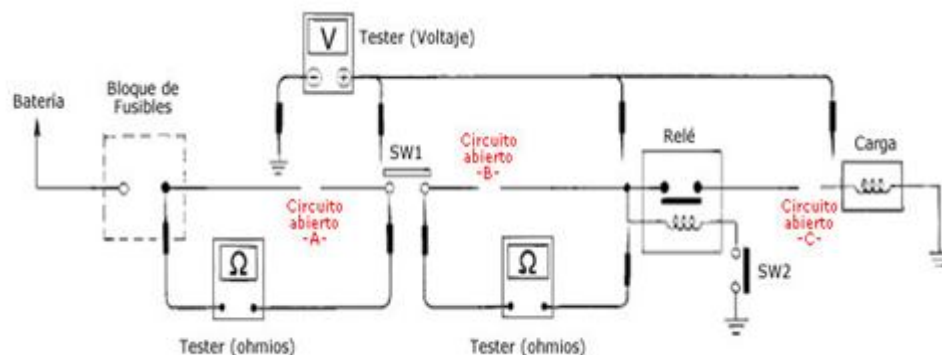


Figura 5.25. Esquema de comprobación de circuitos abiertos

5.16.4.- MÉTODO DE COMPROBACIÓN DEL VOLTAJE

En todo circuito eléctrico, puede encontrarse un punto en que el circuito esté abierto, haciendo una comprobación metódica del sistema midiendo la presencia de voltaje, esto se realiza conmutando el tester en la función para medir tensiones (V).

- ❖ Conectar una sonda del Tester a una masa conocida.

- ❖ Empezar probando por un extremo del circuito llegar hasta el otro extremo.
- ❖ Con el SW1 abierto, intentar medir el voltaje en el SW1.
Voltaje; la abertura se halla más abajo en el circuito que SW1.
Sin voltaje; la abertura está entre el bloque de fusibles y SW1 (punto A).
- ❖ Cerrar el SW1 y probar en el relé.
Voltaje; la abertura se halla más abajo en el circuito que el relé.
Sin voltaje; la abertura está entre SW1 y el relé (punto B).
- ❖ Cerrar el relé y probar en el solenoide.
Voltaje; la abertura se halla más abajo en el circuito que la carga.
Sin voltaje; la abertura se halla entre el relé y la carga (punto C).

5.16.5.- MÉTODO DE COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA O AISLAMIENTO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO CON RESPECTO A MASA.

Seguiremos los siguientes pasos:

- ❖ Desconectar el cable negativo de la batería y quitar el fusible fundido.
- ❖ Desconectar todas las cargas (SW1 abierto, relé desconectado y carga desconectada) que pasan a través del fusible.
- ❖ Conectar una sonda del ohmiómetro en el lado de carga del terminal del fusible. Conectar la otra sonda a una masa conocida.
- ❖ Con el SW1 abierto, comprobar la continuidad.
Continuidad; el cortocircuito se halla entre el terminal de fusible y el SW1 (punto A).
Sin continuidad; el cortocircuito se halla más abajo en el circuito que SW1.
- ❖ Cerrar el SW1 y desconectar el relé. Poner sondas en el lado de carga del terminal del fusible y una masa conocida. A continuación, comprobar la continuidad.
Continuidad; el cortocircuito se halla entre el SW1 y el relé (punto B).
Sin continuidad; el cortocircuito se halla más abajo en el circuito que el relé.
- ❖ Cerrar el SW1 y empalmar los contactos del relé con un cable. Poner sondas en el lado de carga del terminal del fusible y una masa conocida. A continuación, comprobar la continuidad.

Continuidad; el cortocircuito se halla entre el relé y la carga (punto C).

Sin continuidad; comprobar la carga, repetir los pasos.

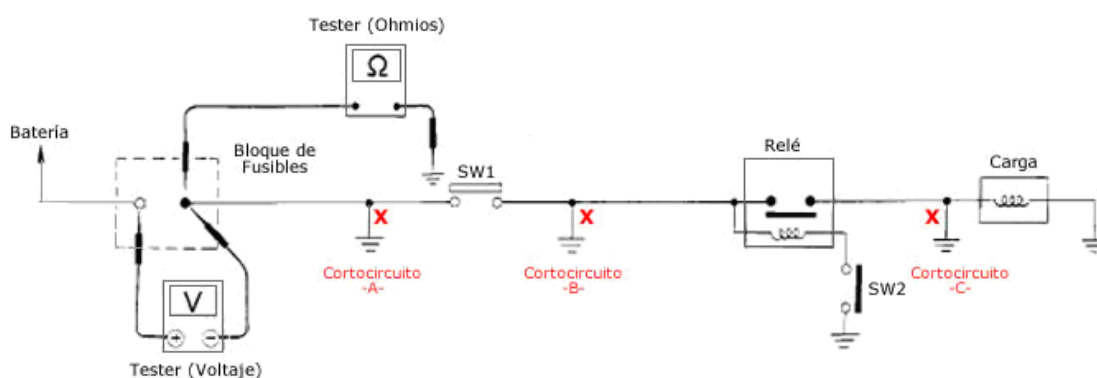


Figura 5.26. Comprobación de cortocircuitos

5.16.6.- INSPECCIÓN DE MASA

Las conexiones a masa son muy importantes para el correcto funcionamiento de los circuitos eléctricos y electrónicos. Las conexiones a masa están expuestas con frecuencia a la humedad, suciedad y otros elementos corrosivos. La corrosión (óxido) puede convertirse en una resistencia indeseada.

Esta resistencia indeseada puede cambiar el funcionamiento de un circuito. Los circuitos controlados electrónicamente son muy sensibles a una mala conexión a masa. Una conexión a masa floja o corroída puede dañar drásticamente un circuito controlado electrónicamente.

Una conexión a masa mala o corroída puede afectar fácilmente el circuito. Aun cuando la conexión a masa parezca limpia, puede tener una fina capa de óxido en la superficie.

Al inspeccionar una conexión a masa seguir las siguientes normas:

- ❖ Quitar el perno de masa o tornillo.
- ❖ Revisar todas las superficies de acoplamiento por si hay deslustre, suciedad, óxido, etc.
- ❖ Limpiar adecuadamente para asegurar un buen contacto. Si es necesario se puede lijar la zona de contacto para mejorar la continuidad..
- ❖ Montar de nuevo el perno o tornillo firmemente.

- ❖ Revisar si los accesorios suplementarios pudieran estar interfiriendo con el circuito de masa.
- ❖ Si distintos cables están acoplados en el mismo terminal de masa, comprobar que lo estén correctamente. Asegurarse de que todos los cables están limpios, bien fijados y con buena conexión a masa.

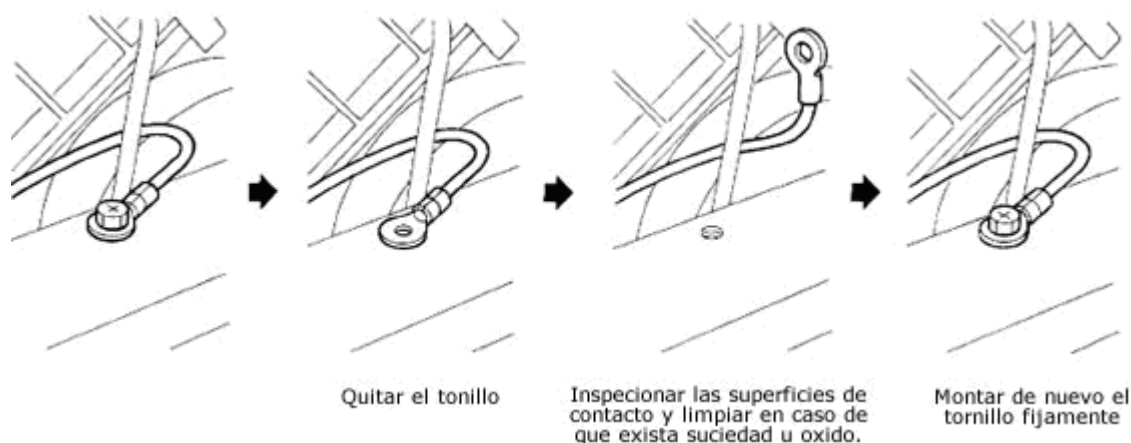


Figura 5.27. Inspección de masa

5.17.- PRUEBAS DE CAÍDA DE VOLTAJE

Las pruebas de caída de voltaje se usan frecuentemente para detectar componentes o circuitos con una excesiva resistencia.

Una caída de voltaje en un circuito está causada por una resistencia imprevista cuando el circuito está en funcionamiento.

Una resistencia que no sea la deseada puede estar causada por varias situaciones como las siguientes:

- ❖ Cableado insuficiente (por exceso de longitud o por escasa sección)
- ❖ Corrosión en los contactos de interruptores
- ❖ Empalmes o conexiones de cables flojos.

Si es necesario sustituir algún cable eléctrico en el circuito, usar siempre un cable de igual o mayor sección, para evitar que el cable oponga una resistencia al paso de la corriente eléctrica. Especial importancia tienen las secciones de los

cables en el circuito de arranque y de carga, ya que se pueden producir importantes caídas de tensión y calentamiento excesivo de estos componentes.

5.17.1.- MEDICIÓN DE LA CAÍDA DE VOLTAJE (MÉTODO CONJUNTO)

Conectar el voltímetro a través del conector o parte del circuito que se quiere comprobar. El cable positivo del voltímetro debería estar más próximo a la fuente de suministro y el negativo más cerca a masa.

- ❖ Hacer funcionar el circuito.
- ❖ El voltímetro indicará cuántos voltios se están usando para “empujar” la corriente hacia aquella parte del circuito. Observar en la ilustración que hay una caída excesiva de voltaje de 4,1 entre la batería y la bombilla.

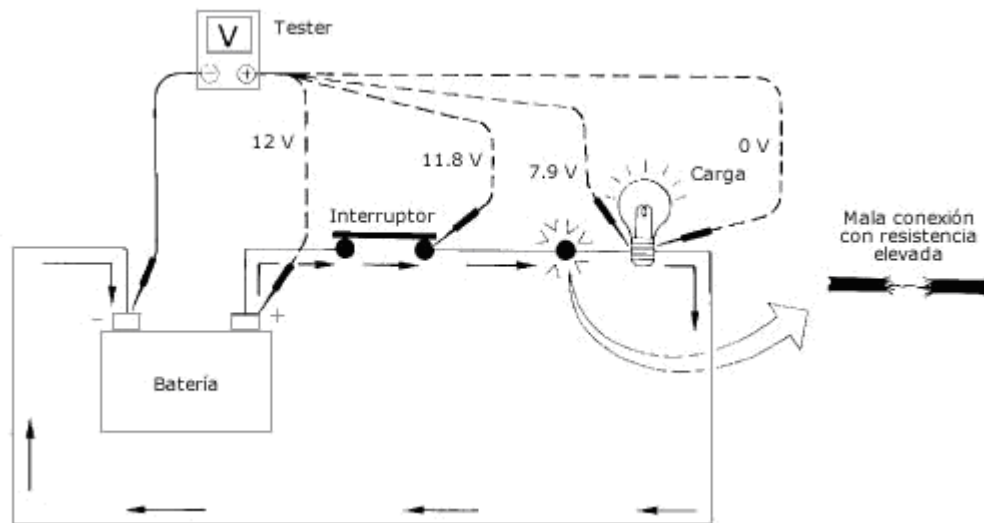


Figura 5.28. Comprobación de las caídas de tensión en el circuito

5.17.2.- MEDICIÓN DE LA CAÍDA DE VOLTAJE (PASO A PASO)

El método paso a paso es más útil para aislar caídas excesivas en sistemas de bajo voltaje (tales como en “Sistemas controlados por ordenador”). Los circuitos en el “Sistema controlado por ordenador” funcionan a un amperaje muy bajo.

Las operaciones del sistema (controlado por ordenador) pueden verse afectadas negativamente por cualquier variación de resistencia en el sistema. Una

variación de resistencia como ésta puede ser causada por una conexión mala, instalación incorrecta, longitud de cable incorrecta o corrosión.

La prueba paso a paso de caída de voltaje puede identificar un componente o cable con demasiada resistencia.

- ❖ Conectar el tester en la posición de voltímetro como se indica en la figura inferior, empezando por la batería y siguiendo por todo el circuito.
- ❖ Una gran caída de voltaje indicara un componente o cable que necesita ser reparado. Como se ve en la figura la "mala conexión" causa una caída de tensión de 4V.

Componente	Caída de voltaje
Cable	insignificante < 0,001V
Conexiones de masa	Aprox. 0,1V
Contactos del interruptor	Aprox. 0,3V

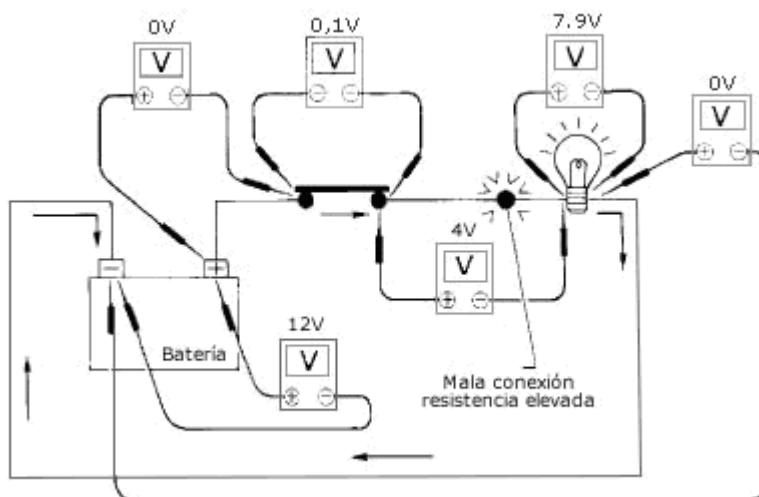
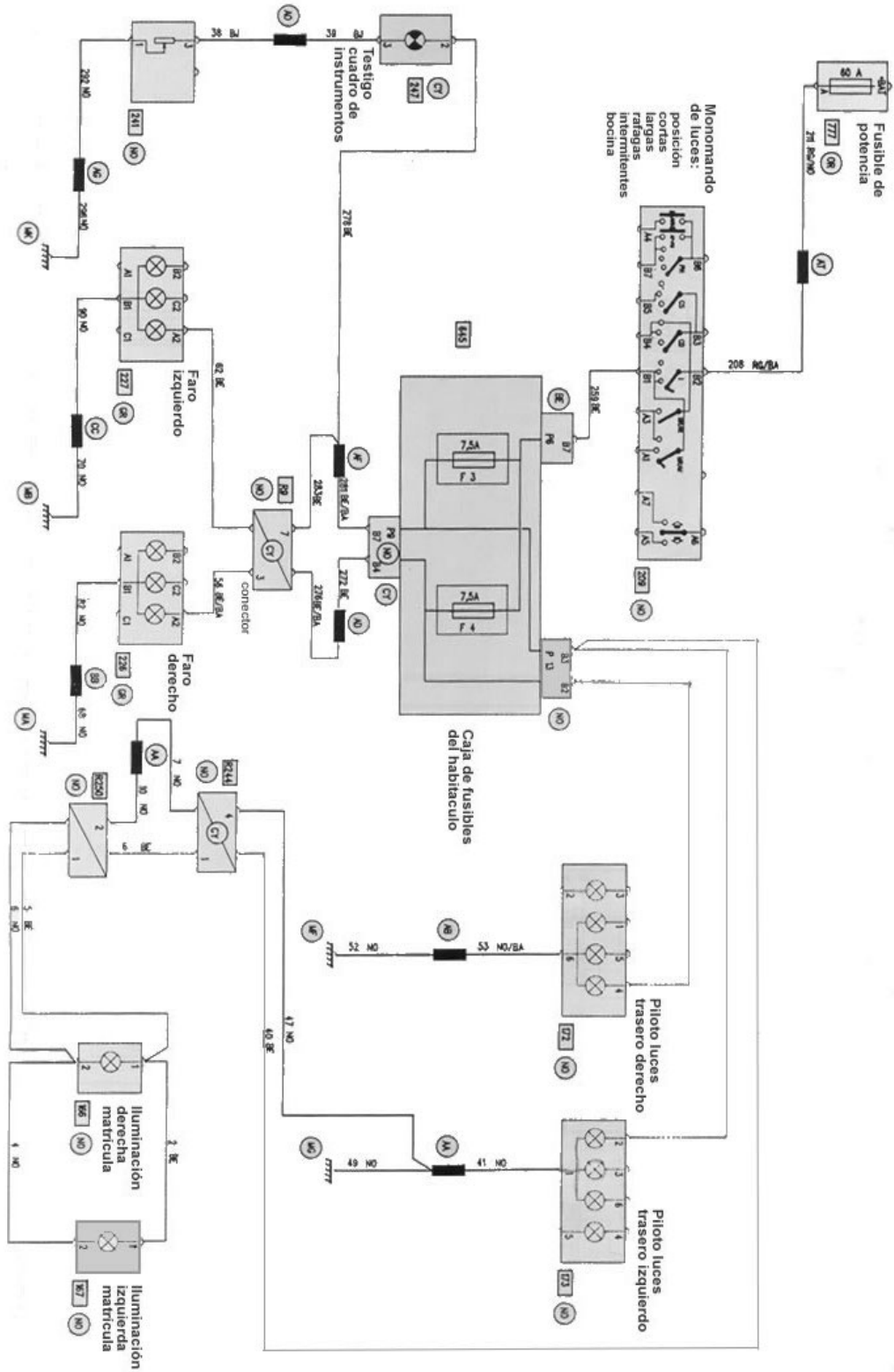


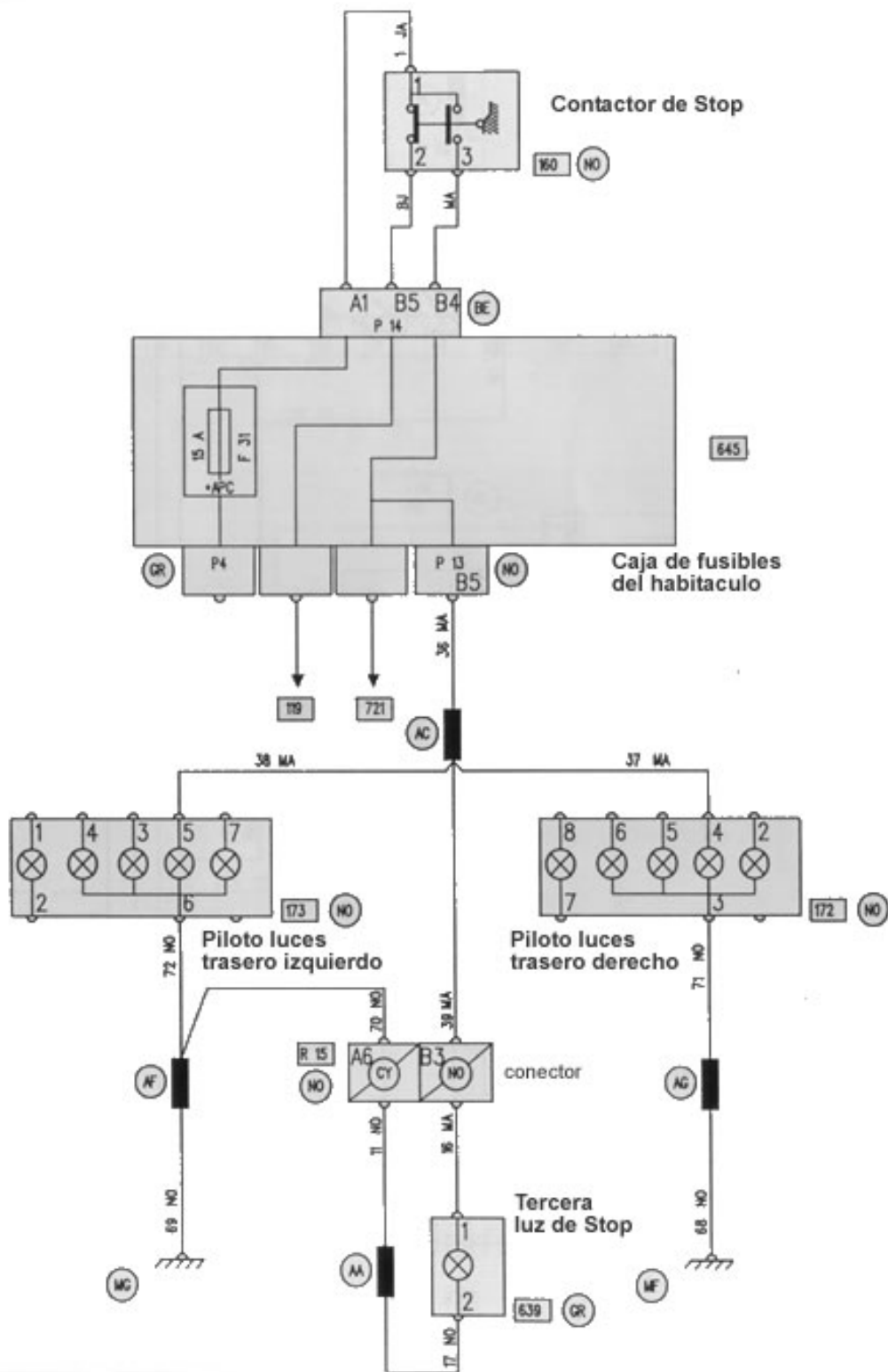
Figura 5.29. Caídas de tensión en un circuito eléctrico

5.18.- ESQUEMA ELÉCTRICO DE LUCES DEL AUTOMÓVIL

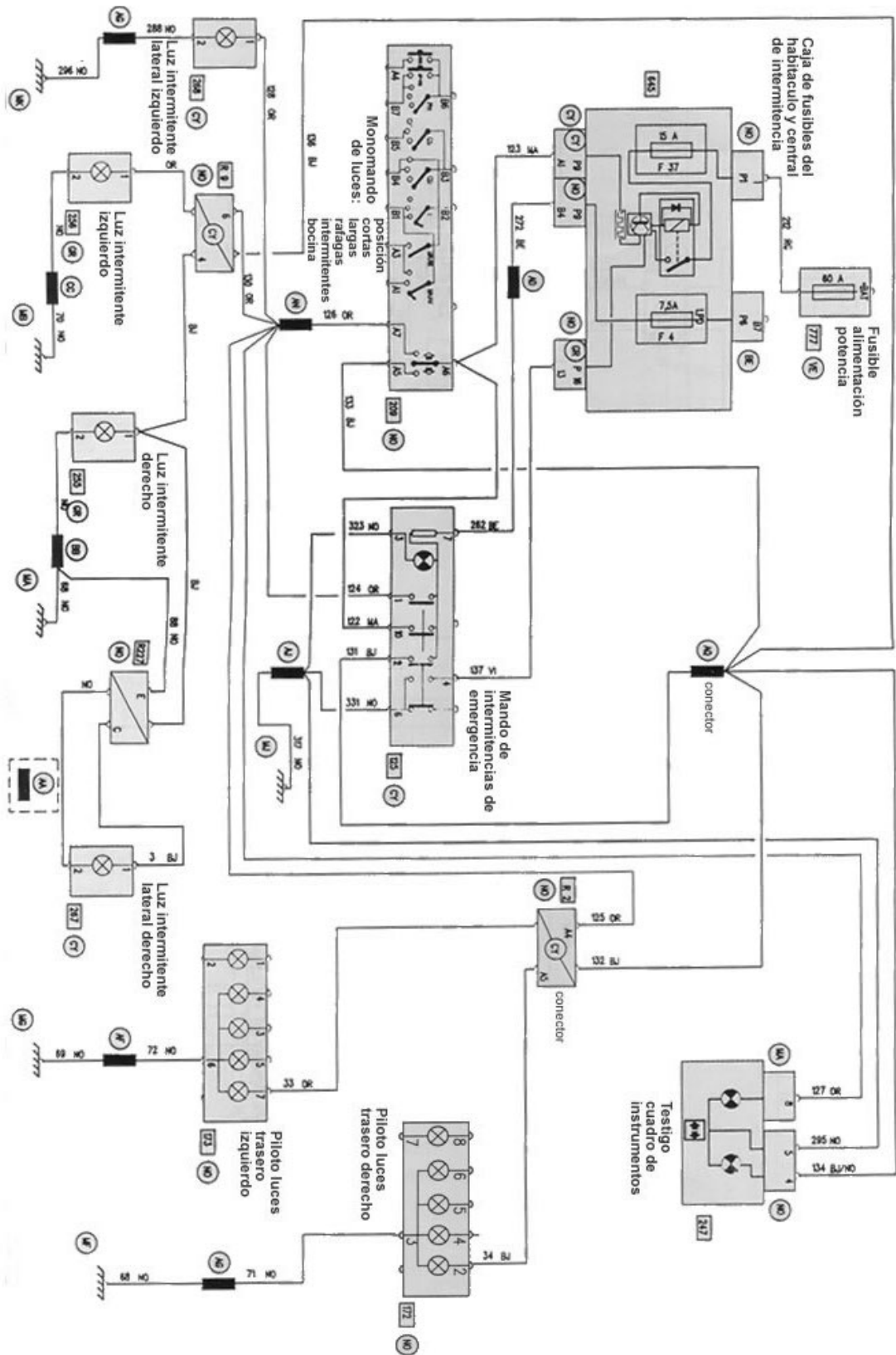
5.18.1.- LUCES DE POSICIÓN



5.18.2.- LUCES DE FRENO (STOP)



5.18.3.- LUCES DE INTERMITENCIA Y EMERGENCIA



5.19.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS

5.19.1.- VENTAJAS

- ❖ El rendimiento luminoso es unas tres veces mayor. Para generar el doble de intensidad luminosa que una lámpara convencional de 55 W, se utiliza una descarga de gas de sólo 35 W. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25%.
- ❖ La energía eléctrica convertida en calor es mucho menor por lo que se pueden usar faros pequeños y de materiales plásticos.
- ❖ Banda de luz más amplia. Mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance superior y una zona de dispersión más ancha en la zona de proximidad. De esta forma se ilumina mejor el borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor.
- ❖ La vida útil es de unas 2.500 horas. Cinco veces más que una lámpara halógena.

5.19.2.- DESVENTAJAS

- ❖ Los focos de xenón tardan 60 segundos en dar luz máxima (3200lm) aunque al segundo dan 800lm (lúmenes).
- ❖ Los focos de xenón necesitan equipo electrónico de encendido y control.
- ❖ Se permite el uso solo en combinación con sistemas automáticos de regulación de altura de la luz de los faros y de lavafaros (lo del lavafaros es para que siempre estén limpios, pues la suciedad es un aislante térmico y sin evacuaciones del calor se produce avería segura).
- ❖ Precio de lámparas e instalación requerida son elevados en los focos de xenón.
- ❖ Debido a que la lámpara de descarga de gas recibe tensiones eléctricas de hasta 30.000 voltios, es imprescindible extremar las medidas de seguridad. El faro con cámara de descarga de gas y el bloque de encendido tienen rótulos de aviso a este respecto.

- ❖ Debido a la alta potencia luminosa de este tipo de lámparas, se debe evitar la observación directa y frontal del faro.
- ❖ Desconectar el borne negativo de la batería antes de proceder al desmontaje o instalación.
- ❖ Si el faro de xenón está encendido, no tocar la instalación, la bombilla o el enchufe sin protegerse las manos con guantes.
- ❖ No realizar tareas de mantenimiento en el faro de xenón con las manos húmedas.
- ❖ Para encender el faro de xenón, la lámpara debe estar instalada en su alojamiento (nunca encender el faro con la lámpara de xenón fuera de éste)
- ❖ Asegurarse de instalar la lámpara de forma adecuada, si se instala de forma incorrecta, pueden producirse fugas de alta tensión que deteriorarían la lámpara y el enchufe.

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

Al concluir con el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

- ❖ Todos los sistemas acoplados al chasis fueron modificados, para que de esta manera se adapten al vehículo, ocasionándose en un inicio un alto índice de complejidad en su adaptación y montaje pero lográndose finalmente un conjunto que tenga armonía y sea posible de manera fácil y de bajo costo su mantenimiento y/o reparación.
- ❖ El hecho de llevar unos amortiguadores regulables mejora notablemente la comodidad y la seguridad en carretera.
- ❖ De la misma forma los mecanismos tanto de suspensión, dirección y frenos, adaptados en el monoplaza mejora la maniobra y la estabilidad en caminos irregulares.
- ❖ La suspensión Melmac adaptada en el monoplaza de competición, hace que el piloto pueda subir o bajar la altura del vehículo y a la vez aumentar o disminuir la rigidez de la suspensión.
- ❖ Se han realizado ensayos tanto en laboratorio como en carretera para ver la gama de temperaturas de trabajo habituales de los frenos del vehículo.
- ❖ Las pruebas realizadas en cada instante a partir de las acciones que realiza el conductor sobre frenos, dirección, se pudo calcular mediante el paquete de solid words en tiempo real la posición del vehículo en el próximo medio segundo, es decir, la distancia recorrida en dirección longitudinal y transversal.
- ❖ Se estableció si el vehículo alcanzará inestabilidad direccional y así determinar la adherencia utilizada por los neumáticos en sentido longitudinal y transversal.
- ❖ Mediante el paquete de solid words es posible determinar cual es el componente que trabaja incorrectamente y en qué medida, más allá de los

sistemas de chequeo actuales, los métodos avanzados de diagnóstico permiten controlar sistemas-vehículo.

- ❖ El monoplaza (Buggy) en su estado actual constituye una herramienta de investigación sobre seguridad, fiabilidad y potencia a la hora de una carrera ya que contempla todo el proceso en la mecánica pre-accidente.
- ❖ Este enfoque integral del conjunto hombre-máquina, permite abordar estudios en profundidad sobre la influencia de las acciones del conductor en la seguridad en cualquier situación.
- ❖ Los frenos en el Buggy para la competición, tienen tres características esenciales: progresividad, potencia y duración.
- ❖ El sistema de alumbrado utilizado en el buggy es de baja corriente ya que el generador del motor no produce tanta corriente como la de un vehículo convencional.
- ❖ El monoplaza utiliza elementos eléctricos básicos que no consumen mucha corriente para que no disminuya la potencia del motor. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25%.

6.2.- RECOMENDACIONES

- ❖ Se debe tener en cuenta que en el sistema de frenos hay superficies en contacto a altas revoluciones que van a generar una excesiva fricción por lo que se debe utilizar discos ventilados.
- ❖ Como se genera calor por la fricción producida entre el disco y las pastillas de freno, por convección este calor alcanza al líquido de freno del sistema por lo que se debe usar un líquido de freno con altas propiedades como lo es el DOT3, para este sistema
- ❖ Realizar inspecciones de la suspensión cada 15.000 kilómetros, y que los amortiguadores se sustituyan cada 20.000 kilómetros, aunque esta distancia dependerá mucho del piloto y de su buen manejo en las carreras, cuantos más baches, menor será el tiempo de vida.
- ❖ Hay que estar atentos a cualquier anomalía que se pueda detectar en una carrera, como fugas de aceite o de gas del amortiguador. Esa revisión ocular puede prevenir incómodas averías y asegurar que no se compromete la seguridad del conductor ni de los espectadores.
- ❖ Hay que tener en cuenta que uno de los mayores peligros en una carrera es la costumbre. Cuando los amortiguadores están desgastados, el piloto puede llegar a acostumbrarse al comportamiento del vehículo en ese estado, ya que el desgaste se produce de manera lenta y progresiva. Por esta razón hay que tener mucho cuidado.
- ❖ Los frenos y dirección son dos elementos fundamentales a la hora de una carrera para lo cual se debe revisar el nivel del líquido de frenos, pastillas y, observar si existen desgastes anómalos en los neumáticos, ruidos o vibraciones en la dirección.
- ❖ Para un mantenimiento correcto del sistema de alumbrado se debe, revisar de forma periódica todos los elementos del sistema, como su voltaje y su corriente para que no exista un cortocircuito que pueda afectar al buggy a la hora de una carrera.

- ❖ Antes de una carrera verificar con el vehículo en marcha que los elementos de la dirección funcionan correctamente. Ajustar la alineación de la dirección y equilibrar los neumáticos si fuese necesario.
- ❖ Si la dirección se vuelve dura, inestable o si hace ruidos extraños cuando se esta compitiendo, lo mejor es parar el buggy y realizar una revisión completa.

BIBLIOGRAFÍA

CEAC, Manual Del Automóvil, edición MMVI, editorial Cultural S.A., Madrid España.

MOTT, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas, México: Hispanoamericana, 1992

ESPOCH, Reglamento formula automovilística universitaria, Riobamba, 2008
SAEINTERNACIONAL, Baja SAE Competición Rules, 2008.

KAWASAKI, manual de reparación kz400, 500, 550,1985.

CIDECT, Guía de diseño para la fabricación y ensamblaje y montaje de estructuras de perfiles tubulares, J. Wardenier 1998.

STANIFORTH ALLAN, Competición car suspensión, design, construction, tuning, Tercera Edición, California Haynes, 1999.

KINDLER, H, Gtz- Matemática aplicada para la técnica del automóvil, 8va edición Reverte, 1986.

J.M. ALONSO, Técnicas del automóvil – CHASIS, Paraninfo, 2003.

Manuales SolidWorks, Cosmos Works, Cosmos FloWorks.

<http://www.tecnun.com/automocion>: Página web del laboratorio de automoción de tecnun.